



# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Paläoökologie und Fazies der Rudistenkalke der  
Unteren Gosau Subgruppe von Brandenburg (Tirol,  
Nördliche Kalkalpen)

Verfasser

Martin Studeny

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2011

Studienkennzahl lt. A 443

Studienblatt:

Studienrichtung lt. Studienblatt: Paläobiologie

Betreuerin / Betreuer: Prof. Dr. Martin Zuschin



### **Widmung**

Diese Arbeit ist in tiefer Dankbarkeit meiner Partnerin Angela Brousil gewidmet, die das Udenkbare denkbar gemacht hat und ohne deren Inspiration, Ermutigung und vor allem fast unerschöpflicher Geduld mein gesamtes Studium unmöglich gewesen wäre.



# Inhaltsverzeichnis

1.0	Einleitung.....	S. 1
2.0	Zeitlicher Kontext – Die Kreidezeit.....	S. 2
3.0	Geologischer Kontext.....	S. 6
4.0	Geographische Lage.....	S. 7
5.0	Material und Methoden.....	S. 10
6.0	Lithologie und Fossilvergesellschaftung.....	S. 12
7.0	Faziestypen.....	S. 14
8.0	Aufschlüsse und Dünnschliffauswertung.....	S. 16
8.1.0.	Kampagne 1.....	S. 16
8.1.1.	Aufschluss 1.....	S. 16
8.1.2.	Aufschluss 2.....	S. 19
8.1.3.	Aufschluss 3.....	S. 22
8.1.4.	Aufschluss 4.....	S. 25
8.1.5.	Aufschluss 5.....	S. 30
8.1.6.	Aufschluss 6.....	S. 33
8.2.0.	Kampagne 2.....	S. 35
8.2.1.	Nördlich und Weg östlich der Winterstube.....	S. 35
8.2.2.	Einkehrboden Nord.....	S. 38
8.2.3.	Einkehrboden Süd.....	S. 41
9.0	Presence-Absence-Tabelle.....	S. 44
10.0	Ergebnisse.....	S. 47
11.0	Diskussion.....	S. 55
12.0	Conclusio.....	S. 61
13.0	Abstract.....	S. 62
14.0	Erläuterungen zu den Tafeln.....	S. 63
15.0	Literaturliste.....	S. 79
16.0	Danksagung.....	S. 83



## 1.0 Einleitung

Der Raum Brandenburg im Bezirk Kufstein (Tirol, Österreich) ist bekannt für seine oberkretazischen Gosau-Sedimente. Es handelt sich hierbei um marine Flachwasserkarbonate der sogenannten Unteren Gosau-Subgruppe (Oberes Turonium bis Coniacium), die durch terrestrische bis tief neritische Ablagerungen gekennzeichnet ist. Diese wurden im Zuge einer Transgression abgelagert (Faupl 2003).

Im Gegensatz zu den bathymetrisch tieferen Ablagerungen befassten sich relativ wenige Autoren mit den Flachwasserkarbonaten der Unteren Gosau-Subgruppe, insbesondere der Lokalität Brandenburg. Frühe Arbeiten zu diesem Thema finden sich bei D. Herm (Herm 1977, Herm et al. 1979), und setzen sich mit dem Alter und der Sedimentation auseinander. Einen großen Beitrag zur Erforschung von Fazies, Sedimentation und dem Aufbau von Rudistenbiokonstruktionen im genannten Gebiet leistete Diethard G. Sanders (Sanders 1998, Sanders & Pons 1999, Sanders & Höfling 2000), dessen Publikationen eine wichtige Grundlage für diese Arbeit darstellen. Mit den Kalkalgen, Foraminiferen und Bioerosion befasste sich Felix Schlagintweit sehr intensiv (Schlagintweit 1992, Schlagintweit & Sanders 2007, Schlagintweit 2008, Schlagintweit & Sanders 2008, Schlagintweit & Sanders 2010, Schlagintweit 2010). Erwähnenswert ist auch die Erstbeschreibung des hadromeriden Schwammes *Acanthochaetetes? krumbachensis* SENOWBARI-DARYAN, SCHLAGINTWEIT & SANDERS 2004 von der Krumbachalm bei Brandenburg.

Die vorliegende Arbeit umfasst die ergebnisse der faziellen Bearbeitung von Flachwasserkarbonaten im Raum Brandenburg zwischen dem Berg Prinzkopf und der Krumbachalm sowie der Lokalität Einkehrboden. Die biofazielle Analyse der Gesteine im Arbeitsgebiet ergab eine sehr hohe Biodiversität enthaltener fossiler Taxa, die, soweit bekannt, eine Besonderheit für diese Subgruppe darstellt.

## **2.0 Zeitlicher Kontext: Die Kreidezeit**

Der stratigraphische Begriff Kreide leitet sich von der Schreibkreide her, welche aus in diesem Zeitraum abgelagertem, von Coccolithen aufgebautem Sediment besteht. Diese Zeitspanne dauerte von ca. 144 Ma bis 65,5 Ma und wird in Ober- und Unterkreide unterteilt. Manchmal wird auch der informelle Begriff „Mittelkreide“ gebraucht, womit zumeist die Zeit zwischen 121 Ma bis 89 Ma (Aptium bis Turonium) gemeint ist (Faupl, 2003).

Zwischen der heutigen Welt und der der Kreidezeit bestehen teilweise große Unterschiede bezüglich Klima, Geographie und Lebewelt, sodass eine aktualistische Betrachtungsweise nur beschränkt angewandt werden kann. So sind wiederkehrende große ozeanische anoxische Events (OAEs) aus der Vergangenheit bekannt, rezent, bedingt durch das heutige Kohlenstoff-Sauerstoff-Verhältnis, aber nicht (Poulsen & al., 2001). Als Beispiele mit wahrscheinlich geringerer Auswirkung können die kürzere Dauer eines Tages (23,5 Stunden) bedingt durch die damals noch schnellere Erdrotation und die erhöhte Anzahl der Tage eines Jahres (371) in der Oberkreide genannt werden (Paul, 2010).

Der Superkontinent Pangaea, der schon im frühen Jura zu zerbrechen begann, war in der Kreide vollständig in zwei Teile, Laurasia und Gondwana, zerfallen (Abb. 2). Laurasia befand sich im Norden und umfasste die heutigen Kontinente Nordamerika und Eurasien, während sich das sich im Süden befindliche Gondwana aus den heutigen Erdteilen Südamerika, Antarktis, Australien, Afrika sowie Indien zusammensetzte. Zwischen den beiden Großkontinenten befand sich das Tethysmeer. Im Lauf der Kreide bildete sich zwischen den auseinanderdriftenden Kontinenten Afrika und Südamerika, welches noch lange Zeit mit der Antarktis und Australien verbunden blieb, der Atlantik aus (Skelton & al., 2003). Vor ca. 125 Ma löste sich Indien zusammen mit Madagaskar aus dem Verband und begann nordwärts zu wandern (Faupl 2003). Weit im Norden war der Arktische Ozean fast gänzlich von Landmassen eingeschlossen und wurde stark von hohem Süßwassereintrag beeinflusst (Hay, W., mündl. Mitt.). Bedingt durch einen deutlich höheren Meeresspiegel von ca. 200 Meter über dem heutigen Niveau (Skelton & al., 2003) war das heutige Nordamerika durch den sogenannten „Western Interior Seaway“, der die Tethys im Süden mit der borealen Region im Norden verband, in zwei

Hälften geteilt (Johnson & al., 2001). Gegen Ende der Kreide fiel der Meeresspiegel ab (Faupl, 2003).

Hinsichtlich des Klimas war die Kreide, insbesondere in der Zeit zwischen Aptium und Turonium (121 Ma bis 89 Ma) von einem Temperaturmaximum geprägt (Skelton & al., 2003). So lagen die Temperaturen im Schnitt um ca. 6,2 °C höher als heute, was unter anderem auf einen erhöhten CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft, welcher das Vierfache des heutigen Wertes betrug, zurückzuführen ist (Barron & al., 1995).

Betrachtet man die Lebewesen der Kreide, so werden signifikante Unterschiede zur heutigen Tier- und Pflanzenwelt deutlich. Das Auftreten der Angiospermen in der Unterkreide (Barrémium, 127 Ma – 121 Ma) kündigte eine große Veränderung der Flora an, die Gymnospermen bleiben aber vorerst noch die dominierenden Pflanzen. Ab dem Albium (112 Ma – 99 Ma) waren die Angiospermen die Hauptflorenelemente, dieser Umstand läutete das Känophytikum ein (Faupl, 2003). Auf dem Festland dominierten Dinosaurier, auch bereits in Form von Vögeln, und ihre entfernten fliegenden Verwandten, die Pterosaurier. In den Meeren traten die Corallinaceen, gesteinsbildende Rotalgen, die auch rezent noch existieren, auf. Generell unterschied sich das marine Leben der Kreide aber stark vom heutigen. Die wichtigsten Riffbildner, zumindest vom Äquator bis zum 30. Breitengrad, waren die Rudisten (Johnson & al., 2001). Hierbei handelte es sich um Bivalven, die asymmetrische Klappen entwickelten, wobei eine becherförmig war und die andere als Deckel fungierte. Sie traten erstmals im späten Oberjura auf und starben am Ende der Kreide aus (Faupl 2003). Die Diversität scleractiner Korallen erhöhte sich zwar vor allem im Coniacium und im Santonium (89 Ma – 86 Ma bzw. 86 Ma – 84 Ma), trotzdem spielten sie bezüglich Riffbildung eine untergeordnete Rolle. Erst vom 30. Breitengrad nordwärts stieg ihre Bedeutung, wobei sie ihrerseits weiter im Norden von Bryozoen abgelöst wurden. Von der Südhalbkugel sind, bis auf sehr wenige Ausnahmen, keine Riffe aus dem behandelten Zeitraum bekannt (Johnson & al., 2001). Weitere bedeutende marine Lebewesen der Kreide waren benthische Großforaminiferen bzw. planktonische Foraminiferen, beide von großer stratigraphischer Bedeutung, ebenso wie Ammoniten, Belemniten, die Gastropodengruppen der Nerineen und Acteonellen sowie die Tintinnina (Faupl, 2003). Am Ende der Kreide erfolgte ein Massensterben, das verheerende Folgen für viele Großgruppen mit sich brachte. Abgesehen von den Dinosauriern, von denen nur der Zweig der Vögel überlebte, starben die großen Meeresreptilien, die Pterosaurier, die Rudisten, die Inoceramen, die Ammoniten und viele andere Gruppen aus (Faupl,

2003, Benton, 2007). Mittlerweile gilt ein Meteoriteneinschlag auf der Halbinsel Yucatan als wahrscheinlichster Auslöser für dieses Massenaussterben, wobei der Einfluss anderer Faktoren, z.B. Vulkanismus, noch zu klären ist (Faupl, 2003).

Abb. 1: Stratigraphische Tabelle: Die untersuchte Gesteinsabfolge stammt aus dem spätesten Turon und dem Coniac, wobei die Obergrenze im Coniac schwer genau zu ziehen ist (Diethard Sanders, schriftl. Komm.) (Strichlierte Linien grenzen den ungefähren Zeitraum ein). Verändert nach „Time Scale Creator“, Geologic Time Scale Foundation, 2011, [www.stratigraphy.org](http://www.stratigraphy.org).

Abb. 2: Rekonstruktion der Erde in der Oberkreide. Der Pfeil markiert die ungefähre Lage des heutigen Österreichs. (Verändert nach Blakey, 2011)

### **3.0 Geologischer Kontext**

Die Orogenese der Ostalpen, zu denen die Nördlichen Kalkalpen gehören, erreichte in der mittleren Kreide (Alb – Turon) ihren ersten Höhepunkt, das eoalpine Stadium. Die sogenannte alpidische Orogenese wurde durch die Konvergenz der großen Kontinentalplatten von Europa und Afrika/Apulia und Kollisionen der dazwischenliegenden kontinentalen Mikroplatten wie zB. der Adriatischen Platte verursacht (Faupl, 2003).

Die Nördlichen Kalkalpen sind ein gegen Westen endender, gegen Osten in den Westkarpaten weiter verfolgbare Gesteinskörper, der im Norden der Zentralalpen liegt. Sie wurden in der mittleren Kreide durch tektonische Bewegungen von ihrem ursprünglichen Kristallinsockel abgeschert und ortsfremd an ihren heutigen Standort verfrachtet (Tollmann, 1969).

Die Sedimente der Kalkalpen reichen stratigraphisch vom späten Perm bis in das Eozän, den größten Anteil machen triassische Ablagerungen aus.

Im Jura war das Gebiet der Nördlichen Kalkalpen Teil der ostalpinen Mikroplatte. Während der spätjurassischen bis frühkretazischen eoalpinen Konvergenz im Bereich der nördlichen Alpen bildete sich ein frei stehender sedimentärer Deckenstapel. Anschließend wurden große Teile des eoalpinen Orogens freigelegt und subaerisch erodiert.

Während der späten Kreide war das Gebiet der Nördlichen Kalkalpen bei 30-32° N gelegen und wies in Richtung des tiefen „nördlichen Tethys Seeweges“, der mit der zentralen Tethys durch schmale Meeresstraßen verbunden war (Sanders & Höfling, 2000). Im Zuge einer Transgression, die im Turon ihren Anfang nahm, wurden die Sedimente, die heute als Gosaugruppe bekannt sind, diskordant über dem Falten- und Deckenbau der jungen Kalkalpen abgelagert. Stratigraphisch reichen sie bis in das Eozän (Faupl, 2003).

Die Gosaugruppe ist in die Untere Gosau-Gruppe, die aus terrestrischen bis tief neritischen Ablagerungen und die Obere Gosau-Gruppe, die aus bathyalen bis abyssalen Environments besteht, unterteilt. Während der Gosau-Ablagerung koexistierten siliziklastische Flüsse mit karbonat-klastischen Fan Deltas, die von Einzugsgebieten in den Nördlichen Kalkalpen gespeist wurden. Die Untere Gosau-Gruppe, der die in dieser Arbeit behandelten Gesteine zuzuordnen sind, besteht aus allostratigraphischen Einheiten, die als Teile von Ablagerungssequenzen interpretiert wurden. Die Sequenzen weisen auf zwei verschiedene Arten von Schelfen hin. Der erste Typus, der auch sämtliche untersuchte Areale dieser Arbeit umfaßt, ist durch gemischt siliziklastisch-karbonatische Ablagerung charakterisiert. In Gebieten mit niedrigem klastischen Eintrag waren Korallen-Rudisten-Buildups, bioklastische Dünen und karbonatische Lagunen vorhanden. Der andere Schelftypus bestand aus felsigen bis kiesigen Küsten und einem schmalen, seichten, neritischen Abschnitt der in einen tiefen, schlammigen Schelf eintauchte (nach Sanders & Höfling, 2000; Wagreich & Faupl, 1994).

Im beprobten Gebiet zwischen Prinzkopf und Krumbachalm wurden triassische Karbonate diskordant in einem Intervall von 10 m dicken Konglomeraten aus sehr gut gerundeten Klasten, die sich aus dem lokalen Untergrund herleiten, überlagert. Darüber befindet sich eine Folge von kreuzlaminierten kalzilithischen Areniten mit dünnen Konglomeratintervallen, die Flachwasserfossilien (Korallen, Rudisten) enthalten. Dieses Intervall wiederum ist von Korallen-Rud-, Pack- bis Floatstones überlagert, die reich an mikritisierten, angebohrten, inkrustierten und geschwärzten Bio- und Karbonatklasten sind. Diese sind vom Spurenfossil *Trypanites* durchdrungen. Im oberen Teil wechseln Intervalle von Korallen-Schwamm-Rudisten-Kalken vertikal mit Intervallen von bioklastischen Packstones zu Grainstones zu Rudstones, „Black Pebble-Packstones“ und kreuzlaminierten kalzilithischen Hybrid-Areniten (Sanders, 1998).

## **4.0 Geographische Lage**

Die Geländearbeiten wurden im Raum Brandenberg (ÖK-Blatt 89 BMN 3813), im Tiroler Bezirk Kufstein durchgeführt (Abb. 3). Die Aufschlüsse 1 bis 5 befinden sich auf einem Forstweg, der von Westen nach Osten, zwischen dem Berg Prinzkopf (1304m) und einem Winterstube genannten Forsthaus verläuft. Aufschluß 6 liegt ebenfalls auf diesem Weg, ca. 160 Meter südöstlich der Winterstube (Abb. 4). Etwa 330 Meter östlich der Winterstube beginnt das Probennahmegebiet entlang des Weges im Zuge der zweiten Kampagne (47°31'34.75"N bis 11°55'50.01"E)(Abb. 5). Der zweite Schwerpunkt der Beprobung innerhalb der zweiten Kampagne lag ca. einen Kilometer südlich dieses Weges. Es handelt sich hierbei um die Aufschlüsse Einkehrboden Nord (47°31'2.98"N 11°55'28.62"E) und Einkehrboden Süd (47°31'1.18"N 11°55'32.15"E) (Abb. 6).

Abb. 3: Karte mit den eingezeichneten Beprobungsarealen (ÖK-Blatt „89 BMN 3813 , Angath“).

- 1) Lage der Aufschlüsse 1-6 aus der ersten Kampagne (2009, siehe Abb. 4), bzw. Probenpunkte der zweiten Kampagne (2010, siehe Abb. 5)
- 2) Beprobungsgebiet der zweiten Kampagne (2010, siehe Abb.5)
- 3) Probenpunkt „Einkehrboden Süd“ (2010, siehe Abb. 6, Punkt 1)
- 4) Probenpunkt „Einkehrboden Nord“ (2010, siehe Abb. 6, Punkt 2)

Abb. 4: Beprobungsareal der 1. Kampagne. Positionen der Aufschlüsse 1 – 6 (siehe Kap. 8.1.). (Verändert nach Tiris Tirol, [www.tirol.gv.at/tiris](http://www.tirol.gv.at/tiris))

Abb. 5: Beprobungsareal der 2. Kampagne (siehe Kap. 8.2.1.):

- 1) Gebiet nördlich des Forsthauses „Winterstube“
- 2) Weg östlich der „Winterstube“
- 3) Lokalität mit dolomitisierten Karstfüllungen

- 4) Sandsteingefüllte Karstspalte innerhalb der Flachwasserkalke.  
(Verändert nach Tiris Tirol, [www. tirol.gv.at/tiris](http://www.tirol.gv.at/tiris))

Abb. 6:

- 1) Beprobungsgebiet Einkehrboden Süd (siehe Kap. 8.2.3.)
- 2) Beprobungsgebiet Einkehrboden Nord (siehe Kap. 8.2.2.)
- 3) Basis der Gosau Gruppe

(Verändert nach Tiris Tirol, [www. tirol.gv.at/tiris](http://www.tirol.gv.at/tiris))

## **5.0 Material und Methoden**

Das Gebiet wurde in zwei Kampagnen, deren Ziel eine orientierte geologisch-paläontologische Probennahme für Dünnschliffanalysen war, beprobt. Die Geländearbeiten im Jahr 2009 umfassten die Aufschlüsse zwischen dem Berg Prinzkopf und dem „Winterstube“ genannten Forsthaus, im Jahr 2010 wurde das Beprobungsgebiet nach Osten hin erweitert, wodurch die Probenpunkte Einkehrboden Nord und Süd hinzukamen. Des Weiteren erfolgte im Zuge der zweiten Kampagne eine zusätzliche Beprobung des Hanges nördlich der Winterstube, sowie des Weges östlich davon, Richtung Krumbachalm. Hier wurden einzelne stratigraphisch aufeinanderfolgende Proben genommen. Das ÖK-Blatt „89 BMN 3813 , Angath“ diente bei der gesamten Geländearbeit zur Orientierung. Wo dies möglich war, wurden die Aufschlüsse und deren Schichten vermessen und die Stellen der Probenentnahme notiert und fotografisch dokumentiert, sowie die GPS-Daten ermittelt. Aufgrund der schlechten Aufschlusssituation ist das Zusammenfügen der einzelnen Aufschlüsse zu einem lückenlosen Profil nicht möglich. Die Aufschlüsse werden daher einzeln behandelt, ihre Anordnung spiegelt nur bedingt die tatsächliche stratigraphische Situation wider, da zwischen den Beprobungsgebieten Prinzkopf-Krumbachalm und dem Einkehrboden eine tektonische Überschiebung (Pittenbach-Störung) liegt, die eine zeitliche Korrelation schwierig macht (Diethard G. Sanders, schriftl. Komm.). Auch Aufschluss Nr. 6 nimmt eine Sonderstellung ein, da es sich

um einzelne Felsblöcke am Wegesrand handelte, die dort nicht *in situ* vorlagen. Aufgrund des reichen Fossilinhaltes, dessen Zusammensetzung jener der anderen Aufschlüsse gleicht, wurde Nr.6 aber miteinbezogen.

Die so gesammelten 71 Proben wurden im Labor geschnitten und Scan-Anschliffe bzw. Gesteinsdünnschliffe im Format 5x5 cm daraus gefertigt. Wurden aus einer Probe mehrere Dünnschliffe gefertigt, so erfolgte eine Kennzeichnung durch Kleinbuchstaben von a – c. Es folgte eine Auswertung des Fossilinhaltes der Dünnschliffe, sowie die Karbonatklassifikation nach Dunham 1962 bzw. Embry & Klovan 1971 unter dem Binokular (12.5-fache Vergrößerung). Ziel der Auswertung der Dünnschliffe war schließlich die Beschreibung der Fazies sowie das Erkennen von Mustern, angelehnt an ein publiziertes Model (Sanders & Höfling 2000). Zu diesem Zwecke wurde das Vorkommen der verschiedenen Taxa und von Bioerosion in den einzelnen Proben in einer Presence-Absence-Tabelle erfasst und mittels Clusteranalyse (Ward's Methode, Euklidische Abstände) ausgewertet. Dafür wurden Dünnschliffe, die der selben Probe entstammen, zusammengefasst. Außerdem wurden Unterschiede und Ähnlichkeiten der Aufschlusskomplexe durch eine tabellarische Gegenüberstellung verdeutlicht. Diese erfolgte unter Einbeziehung der Kriterien Lithologie (nach Dunham, 1962 bzw. Embry & Klovan, 1971), Faziestypen, Mikritisierung der Partikel und Bioerosion.

## **6.0 Lithologie und Fossilvergesellschaftung**

Im Geländebefund zeigen sich fast ausschließlich marine, bioklastische Seichtwasserkarbonate von knolliger Erscheinung, hell- bis dunkelgrauer Farbe und mehr oder weniger deutlicher Bankung. Mergel- und siliziklastische Einschläge sind teilweise vorhanden. Makroskopisch sind die vorgefundenen Gesteine als bioklastische Pack- oder Grainstones anzusprechen, in einigen Schichten, in welchen Gerüstbildner *in situ* erhalten sind, treten Boundstones auf (*sensu* Dunham 1962, bzw. *sensu* Embry & Klovan 1971). Im Gestein sind makroskopisch folgende Fossilien zu erkennen: Einige vollständig erhaltene sowie vor allem fragmentierte Rudistenschalen (Radiolitiden, Hippuritiden und *Plagioptychus sp.*), scleractine Korallen und Reste von Echinodermata. In manchen Korallenstöcken sind lithophagine Bivalven in ihren Bohrgängen erhalten.

Spuren von Verkarstung sind vielfach sichtbar, lokal kommt es zu Karrenbildung. Zwischen den Aufschlüssen 4 und 5 befinden sich zwei Gesteinsblöcke (K1, 47°31'31.34"N/11°55'28.63"E; K2, 47°31'31.31"N/11°55'29.81"E), welche aus in der Kreide aufgearbeitetem triassischem Material bestehen, als Konglomerat erhalten sind und Lebensspuren enthalten (Abb. 7).

Abb. 7: K2, Detail eines Konglomeratblocks mit Lebensspuren

Bei der Betrachtung der Gesteinsdünnschliffe unter dem Binokular treten folgende lithologische Erscheinungsformen auf: Bioklastische Pack-, Grain-, Float-, Rud- und Bafflestones (*sensu* Dunham 1962, bzw. *sensu* Embry & Klovan 1971), sowie Kalkarenite. Die enthaltenen Bioklasten sind im größeren Teil der Proben deutlich abgegrenzt, angular und weisen keine Mikritsäume auf, ein Hinweis auf häufigere Hochenergieevents. Darauf weisen auch im Gestein enthaltene, gut gerundete Intraklasten, bestehend aus kretazischen Flachwasserkalken, hin.

Vielfach sind deutliche Spuren eines Mikrokarstsystems als schlierig bräunliche Äderung zu sehen, welche mit Dolomit verfüllt ist. Die deutliche Abgrenzung der Karstaden weist darauf hin, daß bei ihrer Entstehung das umgebende Gestein voll lithifiziert war, die Einfüllung erfolgte in Verbindung mit meteorischer Lösung. Im Gegensatz dazu sind einige Frakturen, welche nicht durchgängig verlaufen, als im noch halbfesten Gestein entstandene, frühe Brüche zu interpretieren, möglicherweise in Folge synsedimentärer Bruchaktivität in einer tektonisch sehr aktiven Umgebung.

Neben dem klastischen findet sich in einigen wenigen Dünnschliffen auch verdrängender Dolomit, eine Besonderheit, da dieser in der Kreide sehr selten vorkommt. (Diethard G. Sanders, mündl. Mitt.)

Wie schon im makroskopischen Befund dominieren auch mikroskopisch scleractine Korallen und Radiolitiden. Eine weitere, sehr häufige Komponente kommt mit dem Alcyonariensklerit *Pienina oblonga* BORZA & MISIK 1976 hinzu.

Echinodermenreste, zumeist in Form von Seeigelstacheln, sind keine Seltenheit, im Gegensatz zu Brachiopoden, die nur in sehr geringem Ausmaß zu finden waren. Abgesehen von den wichtigen Rudisten werden die Mollusken im Dünnschliff auch durch lithophagine und andere, durch die starke Fragmentierung nicht näher bestimmbare Bivalven sowie diverse Gastropoden vertreten. Hadromeride Schwämme der Gattung *Acanthochaetetes* FISCHER 1970 sind durch wenige Exemplare belegt, andere Spongien durch das Vorhandensein vereinzelter Spikel oder Spuren von Bioerosion, die vermutlich Schwämmen mit bohrender Lebensweise zuzuordnen sind. Viele Proben zeichnen sich durch eine auffällige Armut an benthischen Foraminiferen aus, wo diese vorhanden sind werden sie zB. durch die Gattungen *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Textularia*, *Nummofallotia*, *Cuneolina* und *Tetrataxiella* repräsentiert. Wo Gerüstbildner vorkommen sind oft inkrustierende Foraminiferen mit diesen assoziiert.

Die untersuchten Gesteinsproben enthalten auch eine Fülle kalkbildender Algen. Die Corallinacee *Sporolithon (Archaelithothamnium) sp.*, die Peysonelliacee *Pseudolithothamnium album* PFENDER 1936 sowie die beiden Solenoporaceen *Parachaetetes sp.* und *Pycnoporidium cf. levantinum* JOHNSON 1964 sind die gefundenen Vertreter der Rhodophyta.

Die Chlorophyta sind durch die Dasycladaceen *Acicularia? antiqua* PIA 1936, *Likanella sp.* und *Neomeris sp.* und die Gymnocodiacee *Permocalculus (Pyrulites) sp.* vertreten.

## **7.0 Faziestypen**

Anhand der Ergebnisse der makroskopischen bzw. mikroskopischen Probenauswertung konnten sechs Faziestypen unterschieden werden (Tab. 1). Deren Eigenschaften, Erkennungsmerkmale sowie Fossilinhalt werden in der folgenden Tabelle veranschaulicht. Außerdem folgt der Beschreibung eine Interpretation des Ablagerungsmilieus. Die Nummern der Faziestypen finden sich bei den Beschreibungen der Dünnschliffe (siehe Kap. 8.0) wieder und beziehen sich auf die folgende Tabelle, die auf einem publizierten Modell beruht (Sanders & Höfling 2000).

Tab. 1: Erläuterung der Faziestypen.

## **8.0 Aufschlüsse und Dünnschliffauswertung**

In diesem Kapitel erfolgt eine Beschreibung der untersuchten Aufschlüsse bezüglich ihres makroskopischen Erscheinungsbildes. Außerdem werden durch Profilskizzen die Schichten der jeweiligen Probenentnahme sowie durch die Ergebnisse der mikroskopischen Dünnschliffanalyse der Fossilinhalt der Proben beschrieben. Eine Zuordnung der Mikrofazies zu den jeweiligen Faziestypen (Tab. 1) ist dem Kapitel ebenfalls zu entnehmen.

### **8.1 Kampagne 1:**

#### **8.1.1. Aufschluss 1 (47°31'34.27"N/11°55'5.37"E)**

Hierbei handelt es sich um 2 mächtige Bänke von grob bioklastischem, matrixgestütztem Kalk. Es sind angebohrte Korallenfragmente bis ca. 10 cm Größe, sowie Fragmente von Hippuritiden und Radiolitiden enthalten.

Proben: MS 1, MS 2, MS 3, MS 15, MS 16, MS 17, MS 18, MS 19.

Abb. 8: Aufschluss 1, Übersicht

Abb. 9: Aufschluss 1, Detail

Abb. 10: Profilskizze von Aufschluss 1

Dünnschliffe:

- MS 1a: Packstone mit stark fragmentierten Bioklasten (vermutlich Rudisten- und Korallenschutt) und Gastropoden sowie Solenoporaceen und Corallinaceen. Von Karstadern durchzogen, Geopetalgefüge sichtbar. Faziestyp: 2
- MS 1b: Bioklastischer Packstone mit einem großen Radiolitidenbruchstück, *Pienina oblonga*, Seeigelstacheln und 2 Koralliten von scleractinen Korallen. Von Karstadern durchzogen. Faziestyp: 2
- MS 2: Bioklastischer Packstone mit Radiolitidenbruchstücken, Corallinaceen und Solenoporaceen. Faziestyp: 2
- MS 3a: Bafflestone mit einer stark rekristallisierten scleractinen Koralle und Radiolitidenfragmenten. Von Karstadern durchzogen. Faziestyp: 1
- MS 3b: Korallen-Bafflestone mit Radiolitidenbruchstücken, einem Echinodermatenrest und Bryozoen. Von Karstadern durchzogen. Faziestyp: 1
- MS 3c: Korallen-Bafflestone mit Radiolitidenbruchstücken. Von Karstadern durchzogen, Black Pebbles sichtbar. Faziestyp: 1
- MS 15a: Korallen-Rudisten-Packstone mit einem Brachiopoden (Taf. 3, Abb.2). Die Rudisten sind fragmentiert und stark bioerodiert. Faziestyp: 2
- MS 15b: Korallen-Rudisten-Packstone mit inkrustierenden agglutinierenden Foraminiferen und *Pienina oblonga*. Die Rudisten sind fragmentiert und stark bioerodiert. Faziestyp: 2
- MS 16: Korallen-Rudisten-Packstone mit *Pienina oblonga*. Die Rudisten sind fragmentiert, im Schliff befinden sich Mikrokarst-Hohlräume mit geopetalem Sediment. Rostfarbene Strukturen sichtbar. Faziestyp: 2
- MS 17a: Korallen-Bafflestone mit einem einzelnen Rudistenfragment. Thamnasteroide Koralle von Spongie überwachsen. Faziestyp: 1
- MS 17b: Korallen-Bafflestone. Thamnasteroide Koralle von Spongie überwachsen. Faziestyp: 1
- MS 18: Radiolitiden-klastischer Pack-/Floatstone mit *Pienina oblonga*, Solenoporaceen, Gastropoden sowie dem Fragment einer dendroiden Koralle, inkrustiert von Foraminiferen und Corallinaceen. Faziestyp: 2

- MS 19: Rudisten-Korallen-Floatstone mit *Pienina oblonga* und einer kryptobionten Foraminifere. Faziestyp: 2

### 8.1.2. Aufschluss 2 (47°31'34.09"N/11°55'6.20"E)

Stellt die laterale Fortsetzung von Aufschluss 1 dar.

Proben: MS 20, MS 21, MS 22.

Abb. 11: Aufschluss 2, Übersicht

Abb.12: Aufschluss 2, Querschnitt eines Radiolitiden

Abb. 13: Profilskizze von Aufschluss 2

Dünnschliffe:

- MS 20: Korallen-Rudistenfragment-Floatstone mit Gastropoden. Die Matrix enthält klastischen Dolomit. Faziestyp: 2
- MS 21: Korallen-Bafflestone. Koralle von einer dünnen Lage agglutinierender Foraminiferen überwachsen. Faziestyp: 1
- MS 22: Bioklastischer Floatstone mit Korallenstücken und 2 Hippuritiden und Gastropoden. Matrix: Flachwasserbioklastischer Packstone; Karstaden verfüllt mit Siliziklastika führendem Arenit. Faziestyp: 1

### 8.1.3. Aufschluss 3 (47°31'33.24"N/11°55'11.03"E)

Rudistenbetonte bioklastische Kalke. Viele intakte Hippuritiden, Radiolitiden sowie Fragmente derselben schwimmen isoliert in der Matrix. Eine ca. 15 cm dicke Schicht sticht durch ihre rötliche Färbung besonders hervor, makroskopisch sind darin keine Fossilien erkennbar.

Proben: MS 4, MS 5, MS 6, MS 7.

Abb. 14: Aufschluss 3, Übersicht.

Abb.15: Aufschluss 3, ca. 15cm dicke, rötliche Schicht erkennbar.

Abb.16: Profilskizze von Aufschluss 3

Dünnschliffe:

- MS 4a: Bioklastischer Packstone mit großen, teils bioerodierten Rudistenfragmenten und Seeigelstacheln. Von Karstadern durchzogen. Faziestyp: 2
- MS 4b: Bioklastischer Packstone mit großen Rudistenfragmenten, Serpuliden und Solenoporaceen. Von Karstadern durchzogen. Faziestyp: 2
- MS 4c: Bioklastischer Packstone mit einem ganzen Radiolitiden der ein Geopetalgefüge enthält, sowie großen Radiolitidenbruchstücken und behohrten Schalen. Von Karstadern durchzogen. Faziestyp: 2

- MS 5a: Bioklastischer Packstone mit einem ganzen Radiolitiden, der eine Internlamination aufweist und einem einzelnen scleractinen Koralliten. Im Schliff ist ein gelbes Mineral erkennbar. Faziestyp: 1
- MS 5b: Korallen-Rudisten-Bafflestone. In einer cerioiden Koralle ist eine lithophagine Bivalve (Taf. 2, Abb.2), die mit Peloiden und Mikrit gefüllt ist, in ihrem Bohrloch erhalten. Faziestyp: 1
- MS 6a: Bioklastischer Packstone mit Radiolitidenfragmenten, *Pienina oblonga* und Corallinaceen. Von Karstadern durchzogen. Faziestyp: 2
- MS 6b: Bioklastischer Packstone mit einem Radiolitiden *in situ*, der sekundär diagenetisch zerrissen wurde, sowie *Pienina oblonga* und scleractinen Korallen. Von Karstadern durchzogen. Faziestyp: 2
- MS 6c: Bioklastischer Packstone mit größeren Radiolitidenbruchstücken, Gastropoden, *Pienina oblonga*, Solenoporaceen und Serpuliden. Von Karstadern durchzogen. Faziestyp: 2
- MS 7a: Packstone mit einer großen Menge an klastischem sowie gewachsenem Dolomit, nur wenige Bioklasten, wie etwa ein Korallenbruchstück. Faziestyp: 3
- MS 7b: Packstone mit einer großen Menge an klastischem sowie gewachsenem Dolomit, nur wenige Bioklasten (beispielsweise Gastropodenreste). Faziestyp: 3

#### 8.1.4. Aufschluss 4 (47°31'30.48"N/11°55'18.99"E)

Sehr fossilreiche bioklastische Kalke, vor allem im mittleren Bereich makroskopisch als Biokonstruktion erkennbar. Es finden sich Korallen, teilweise in Lebensstellung oder überkippt, in direkter Gesellschaft mit Rudisten wie Radiolitiden, Hippuritiden und *Plagioptychus sp.*. Die Korallen zeigen makroskopisch Bohrungsspuren von Bivalven. Proben: MS 8, MS 9, MS 23, MS 24, MS 25, MS 26, MS 27, MS 28.

Abb.17: Geländearbeiten an Aufschluss 4

Abb.18: Aufschluss 4, *in situ* erhaltener Rudist (*Vaccinites sp.?*).

Abb.19: Aufschluss 4, Scleractine Koralle.

Abb. 20: Aufschluss 4, lithophagine Bivalven in einer scleractinen Koralle.

Abb. 21: Profilskizze von Aufschluss 4

Dünnschliffe:

- MS 8a: Rudisten-Korallen-Packstone, reich an benthischen Foraminiferen (zB. *Quinqueloculina sp.*, *Textularia sp.*, *Nummofallotia sp.*), *Pienina oblonga*, Dasycladaceen und der freien Klappe von *Plagioptychus sp.*. Von Karstadern durchzogen. Faziestyp: 2
- MS 8b: Rudisten-Korallen-Packstone, reich an benthischen Foraminiferen (zB. Miliolide), *Pienina oblonga* (Taf. 4, Abb. 1) und einem Hadromeriden Schwamm (*Acanthochaetetes sp.*). Faziestyp: 2
- MS 9a: Korallen-Baffle-/Packstone mit benthischen und inkrustierenden Foraminiferen. Faziestyp: 2
- MS 9b: Baffle-/ Packstone mit Radiolitidenfragmenten, scleractinen Korallen, benthischen und inkrustierenden Foraminiferen. Geopetalgefüge sichtbar. Faziestyp: 2
- MS 23a: Korallen-Bafflestone mit lithophaginen Bivalven und inkrustierenden Foraminiferen.; Karstadern verfüllt mit siliziklastikaführendem Arenit. Faziestyp: 1
- MS 23b: Korallen-Bafflestone mit *Pienina oblonga*, Gastropoden und inkrustierenden Foraminiferen.; Karstadern verfüllt mit Siliziklastika führendem Arenit. Faziestyp: 1

- MS 23c: Korallen-Bafflestone mit lithophaginen Bivalven (Taf. 2, Abb. 1), *Pienina oblonga* und inkrustierenden Foraminiferen.; Karstadern verfüllt mit Siliziklastika führendem Arenit. Faziestyp: 1
- MS 24: Bioklastischer Pack-/Floatstone mit Korallen, Radiolitiden, *Pienina oblonga*, Foraminiferen (*Nummofallotia sp.*, Taf. 7, Abb. 2). Im Schliff sind einige Black Pebbles sichtbar. Faziestyp: 1
- MS 25a: Korallen-Bafflestone. Enthält verdrängenden Dolomit. Faziestyp: 1
- MS 25b: Korallen-Bafflestone. Enthält verdrängenden Dolomit. Faziestyp: 1
- MS 26: Korallen-Bafflestone mit plocoider Koralle und inkrustierenden Foraminiferen. Faziestyp: 1
- MS 27: Bioklastischer Pack-/Boundstone mit cerioden Korallen, Rudistenfragmenten und Solenoporaceen. Im Schliff befindet sich eine Internbrekzie die Pellets enthält. Faziestyp: 2
- MS 28a: Korallen-Bafflestone mit Corallinaceen, inkrustierenden Foraminiferen, Solenoporaceen und Serpuliden. Faziestyp: 1
- MS 28b: Korallen-Baffle-/Packstone mit Solenoporaceen, Corallinaceen, einem Hippuritiden *in situ* und Serpuliden. Faziestyp: 1

#### 8.1.5. Aufschluss 5 (47°31'34.43"N/11°55'32.68"E)

Bioklastische Kalke mit frei in der Matrix schwimmenden Rudisten- und Korallenfragmenten. Verzweigte Korallen sind sichtbar.

Proben: MS 10, MS 29, MS 30, MS 31.

Abb. 22: Aufschluss 5, Übersicht.

Abb. 23: Aufschluss 5, Detail einer scleractinen Koralle mit thamnasteroider Wuchsform.

Abb. 24: Profilskizze von Aufschluss 5

Dünnschliffe:

- MS 10a: Bioklastischer Pack-/Floatstone mit Rudistenfragmenten, benthischen und inkrustierenden Foraminiferen, *Pienina oblonga*, großen Solenoporaceen sowie Corallinaceen. Faziestyp: 1
- MS 10b: Korallen-Pack-/Floatstone mit großen Rudistenfragmenten, benthischen und inkrustierenden Foraminiferen sowie Solenoporaceen und Corallinaceen. Die Bioklasten sind stark bioerodiert. Die Korallen sind plocoid. Faziestyp: 1
- MS 10c: Korallen-Pack-/Floatstone mit großen Rudistenfragmenten, *Pienina oblonga*, Seeigelstacheln, benthischen und inkrustierenden Foraminiferen (Taf. 6, Abb. 2), großen Solenoporaceen (Taf. 11, Abb. 1a) und Corallinaceen. Die Korallen sind plocoid. Faziestyp: 1
- MS 29a: Bioklastischer Floatstone mit scleractinen Korallen, einem hadromeriden Schwamm (*Acanthochaetetes sp.*, Taf. 5, Abb. 1), einem rhynchonelliden Brachiopoden, Gastropoden und einem Fragment einer *Plagioptychus*-Deckelklappe. Faziestyp: 1
- MS 29b: Korallen-Solenoporaceen-Bafflestone mit Gastropoden und *Pienina oblonga*. Faziestyp: 1
- MS 30: Radiolitidenfragment-Floatstone. Enthält Kristallsilt und Fensterporen. Faziestyp: 2
- MS 31: Korallen-Bafflestone mit Radiolitidenfragmenten und *Pienina oblonga*. Faziestyp: 1

#### 8.1.6. Aufschluss 6 (47°31'31.72"N/11°55'39.21"E)

Mehrere Blöcke bioklastischen Kalkes mit ca. 1,5 m Durchmesser, die neben der Forststraße platziert wurden. Daher ist eine genaue zeitliche und räumliche Zuordnung nicht möglich. Makroskopisch sind Crinoidenstielglieder, Radiolitiden, Hippuritiden und relativ häufig *Plagioptychus sp.* zu erkennen.

Proben: MS 11, MS 12, MS 13, MS 14

Abb. 25: Aufschluss 6, Übersicht.

Abb. 26: Aufschluss 6, *Plagioptychus sp.*.

Abb. 27: Aufschluss 6, Radiolitidenfragmente.

## **8.2 Kampagne 2:**

### **8.2.1. Nördlich und Weg östlich der „Winterstube“**

Die Aufschlüsse der in der zweiten Kampagne beprobten Areale nördlich des Forsthauses „Winterstube“ bzw. des Weges östlich davon (siehe Karte, S. 8, Abb. 3) wurden nicht vermessen. Sie weichen lithologisch teilweise von den zuvor beschriebenen Aufschlüssen ab, Näheres ist den folgenden Beschreibungen der Dünnschliffe zu entnehmen.

### Nördlich der „Winterstube“:

- MS 32a: Bioklastischer Pack-/Grainstone mit *Pienina oblonga*. Stark rekristallisiert und viele Kalzitadern. Faziestyp: 4
- MS 32b: Bioklastischer Pack-/Grainstone mit Radiolitidenfragmenten und *Pienina oblonga*. Stark rekristallisiert. Faziestyp: 4
- MS 33: Bioklastischer Pack-/Grainstone mit Radiolitidenfragmenten und evtl. Korallen. Stark rekristallisiert. Faziestyp: 2(?)
- MS 34: Bio-/Lithoklastischer Packstone mit größeren Rudisten- und Korallenfragmenten. Von Karstadern durchzogen, reich an Lithoklasten. Mikritsäume um die Fragmente. Faziestyp: 4
- MS 35: Bioklastischer Packstone mit stark bioerodierten Fragmenten von Rudisten, Bryozoen und evtl. Korallen. Black Pebbles sichtbar. Faziestyp: 2
- MS 36: Bioklastischer Packstone mit Solenoporaceen und bioerodierten Fragmenten von Rudisten sowie der Kalkalge *Acicularia? antiqua* PIA (Schlagintweit F. & Ebli O. 1998), (Taf. 10, Abb. 2). Es sind nicht durchgängige, mit Sparit gefüllte Frakturen zu erkennen. Faziestyp: 2
- MS 37: Korallen-Radiolitiden-Bafflestone. Faziestyp: 1
- MS 38: Korallen-Radiolitiden-Bafflestone, stark rekristallisiert. Faziestyp: 4?
- MS 39: Bioklastischer Floatstone mit Korallen, einer großen stark bioerodierten Bivalvenschale, Gastropoden, *Pienina oblonga*, Bohrungen von Schwämmen, Spikel und Solenoporaceen. Faziestyp: 2
- MS 40: Bioklastischer Floatstone mit großflächigen Solenoporaceen, großen Radiolitidenbruchstücken, *Pienina oblonga* und einer milioliden Foraminifere. Stark bioerodiert. Faziestyp: 2
- MS 41: Bioklastischer Floatstone mit stark bioerodierten großen Rudistenfragmenten, Solenoporaceen, Gastropoden, Korallenfragmenten. Im Schliff ist ein Geopetalgefüge sichtbar. Faziestyp: 2
- MS 42: Bioklastischer Floatstone mit stark bioerodierten großen Rudisten- und Korallenfragmenten sowie *Pienina oblonga*. Faziestyp: 2

- MS 43: Bioklastischer Floatstone mit Rudisten- und Korallenfragmenten sowie *Pienina oblonga*. Im Schliff ist eine Gradierung sichtbar, Schalenfragmente möglicherweise eingeregelt. Sturmlage? Faziestyp: 2

Weg östlich der „Winterstube“:

- MS 44: Bioklastischer Floatstone mit Korallen, großen Rudistenfragmenten, Solenoporaceen. Faziestyp: 2
- MS 45: Korallen-Bafflestone mit stark bioerodierten Rudistenfragmenten. Faziestyp: 1
- MS 46: Radiolitiden-Bafflestone, mit großen Radiolitidenfragmenten. Faziestyp: 1
- MS 47a: Bioklastischer Float-/Boundstone mit großen Radiolitiden, vielen inkrustierenden Foraminiferen. Faziestyp: 1
- MS 47b: Bioklastischer Float-/Boundstone mit stark bioerodierten großen Rudistenfragmenten, vielen inkrustierenden Foraminiferen, Gastropoden, Korallenfragmenten. Faziestyp: 1
- MS 48: Korallen-Bafflestone mit *Pienina oblonga*, Solenoporaceen und einer milioliden Foraminifere. Faziestyp: 1
- MS 49: Korallen-Bafflestone mit großen Rudistenfragmenten, unter anderem einer freien Klappe von *Plagioptychus sp.*, außerdem Schwammspikel. Faziestyp: 1
- MS 50: Korallen-Bafflestone mit großen Rudistenfragmenten (*Plagioptychus sp.*), Solenoporaceen. Faziestyp: 1
- MS 51a: Korallen-Bafflestone mit Solenoporaceen, *Pienina oblonga*. Die Matrix besteht aus feinem Mikrit. Faziestyp: 1
- MS 51b: Korallen-Hippuritiden-Bafflestone mit Solenoporaceen, *Pienina oblonga*. Die Matrix besteht aus feinem Mikrit und enthält Black Pebbles. Faziestyp: 1
- MS 52a: Pack-/Floatstone mit inkrustierenden Foraminiferen und wenigen kleinen Rudistenfragmenten. Möglicherweise ein Crustaceenrest enthalten. Faziestyp: 2
- MS 52b: Pack-/Floatstone mit inkrustierenden Foraminiferen und wenigen kleinen Rudistenfragmenten. Faziestyp: 2

- MS 53: Bioklastischer Floatstone mit Rudistenfragmenten, zahlreichen Seeigelstacheln, Corallinaceen und benthischen Foraminiferen. Möglicherweise ein Crustaceenrest enthalten. Bioerodiert. Faziestyp: 2
- MS 54: Bafflestone mit stark bioerodierten Korallen und Rudistenfragmenten, Corallinaceen (*Sporolithon sp.*, Taf. 11, Abb. 2), *Pienina oblonga*, inkrustierenden und benthischen Foraminiferen. Korallendominiert. Faziestyp: 1

Es folgt eine Beschreibung der Intervalle der Beprobungsareale „Einkehrboden Nord“ und des stratigraphisch jüngeren „Einkehrboden Süd“ (nach Diethard G. Sanders, Geländeprotokoll, schriftl. Komm.) und der aus den Gesteinsproben hergestellten Dünnschliffe. (Kartenmaterial siehe Abb. 3)

#### 8.2.2. Einkehrboden Nord (47°31'2.98"N/11°55'28.62"E)

Dieses Profil ist entlang eines neuen Forstwegs, etwa 20 Höhenmeter unter dem natürlichen Aufschluss des Intervalles der Flachwasserkalke, knapp nördlich des Einkehrbodens aufgeschlossen.

Es finden sich Sandsteine und Mergel, die mit Korallen/Rudistenniveaus wechsellagern. Bemerkenswert ist das Auftreten von in Clustern gewachsenen Hippuritiden.

Aus diesem Profil stammt die Korallenprobe MS 66B (Taf. 3, Abb. 1).

#### Intervall 1

Beginn des Profils auf etwa 1430-1425 m. 50 cm knolliger, ungebänkter bioklastischer Grainstone, vermutlich aus dem Flachwasser.

#### Intervall 2

12 cm mergeliges Korallen-Rudisten-Intervall, mit den typischen Kalkknollen, die von Korallenstöcken gebildet werden bzw. die Korallenstöcke im Kern tragen.

### Intervall 3

60 cm knollige, mergelige Floatstones mit Radiolitiden, Hippuritiden und Korallen. Verfügt über keine Schichtgrenze zu Intervall 4.

### Intervall 4

200 cm knollige Floatstones mit vielen disorientiert eingebetteten Radiolitiden und groben Radiolitidenfragmenten. Außerdem finden sich einzelne *Plagioptychus sp.*, eher seltene und kleine Hippuritiden (einmal *Vaccinites sp.* identifiziert), Dasycladaceen- und Korallenfragmente, eventuell auch kleine, vereinzelte Korallenstöcke.

Proben: MS 71 (ca. 20 cm über Basis), MS 64 (etwa aus der Mitte), MS 70 (Top).

Dünnschliffe:

- MS 71: Korallen-Bafflestone. Faziestyp: 1
- MS 64: Bioklastischer Pack-/Floatstone, reich an Gastropoden und großen, länglichen, eingeregelt Schalenfragmenten sowie einem hadromeriden Schwamm *Acanthochaetetes sp.*. Faziestyp: 2
- MS 70: Korallen-Bafflestone mit Dasycladaceen und Radiolitiden sowie einem einzelnen Seeigelstachel. Faziestyp: 1

### Intervall 5

105 cm bräunlich anwitternde, gebankte Kalkarenite. An der Basis des Intervalles eine etwa 25 cm dicke, coarse-tail gradierte Lage mit vielen Feinkies-Klasten aus Porphyroid. Dieses Intervall ist durch eine scharfe, wellige Grenze von Intervall 6 getrennt.

Proben: MS 69 (Basis), S (Mitte), MS 68 (Top).

Dünnschliffe:

- MS 69: Schwach bioklastischer Arenit mit wenigen Gastropodenfragmenten, Corallinaceen und benthischen Foraminiferen. Im Schliff ist ein bräunlicher, ca. 2cm großer Spiculit, vermutlich jurassischen Ursprungs, als Extraklast sichtbar (Taf. 14, Abb. 1). Faziestyp: 6
- S: Fossilfreier Arenit
- MS 68: Arenit mit wenigen Bioklasten (benthische Foraminiferen?, *Pienina oblonga*). Faziestyp: 6

#### Intervall 6

Etwa 25 cm dicke Lage, von bioklastischem Grainstone mit geringem siliziklastischen Einschlag (Sand, kleine Porphyroid-Klasten).

Probe: MS 67

Dünnschliff:

- MS 67: Korallen-Bafflestone, inkrustiert, teilweise stark rekristallisiert.  
Faziestyp: 1

#### Intervall 7

100 cm mergeliger, knolliger Korallen-Rudistenkalk, mit Korallenstöcken bis etwa 30 cm Durchmesser, sowie mit selteneren dendroiden oder phaceloiden Korallenstöcken (Typ *Procladocora*).

Probe: MS 65

Dünnschliff:

- MS 65: Korallen-Bafflestone mit einem Hadromeriden Schwamm (*Acanthochaetetes* sp., Taf. 5, Abb.2) und Dasycladaceen (*Neomeris* sp., Taf. 8, Abb.2). Faziestyp: 1

#### Intervall 8

Etwa 100 cm schlecht aufgeschlossenes, mergeliges Korallen-Rudisten-Intervall, mit den typischen Kalkknollen, die von Korallenstöcken gebildet werden bzw. die Korallenstöcke im Kern tragen. Das Profil endet hier, da darüber die Aufschlußsituation zu schlecht war.

#### 8.2.3. Einkehrboden Süd (47°31'1.18"N/11°55'32.15"E)

Das Profil beginnt auf ca. 1440m Seehöhe, innerhalb einer Abfolge von Flachwasserkalken. Es befindet sich über einer transgressiven paralischen Folge mit Sandsteinen und Nerineenbänken und wurde in 12 Intervalle unterteilt.

#### Intervall 1

150 cm knollige, sehr dick gebankte Kalke, die vor allem grob fragmentierte und ganze, disorientiert eingebettete Radiolitiden enthalten. Vorwiegend handelt es sich um Floatstones mit rudistenklastischer Wacke- bis Packstone-Matrix.

Proben: MS 55, MS 56 (aus dem Top des Intervalls).

Dünnschliffe:

- MS 55: Bioklastischer Floatstone mit großen, teilweise bioerodierten Rudistenfragmenten, möglicherweise eingeregelt. Faziestyp: 2

- MS 56: Bioklastischer Rudstone mit angebohrten Rudistenfragmenten, Solenoporaceen, milioliden Foraminiferen, *Pienina oblonga*. Innen gelöste Rindenkörner, nicht kompaktiert, frühdiagenetisch zementiert. Faziestyp: 4

#### Intervall 2

80 cm knolliger, rudistenklastischer Packstone mit vereinzelt schwimmenden, groben Radiolitidenfragmenten.

Probe: MS 57

Dünnschliff:

- MS 57: Bioklastischer Floatstone mit einem sehr großen Radiolitidenbruchstück, benthischen Foraminiferen (*Cuneolina sp.*, Taf. 8, Abb. 1b), Gastropoden, *Pienina oblonga*, Seeigelstacheln. Faziestyp: 2

#### Intervall 3

580 cm knolliger, rudistenklastischer Pack- bis Wackestone mit groben Radiolitidenfragmenten und vereinzelt ganzen, disorientiert eingebetteten Radiolitiden. Am Top des Intervalls befindet sich eine ca. 30 cm dicke Lage, welche grobe Radiolitidenfragmente enthält. Aus dieser stammt das zur Probe entnommene Material.

Probe: MS 59

Dünnschliff:

- MS 59: Bioklastischer Packstone, reich an Rudisten, Gastropoden, Dasycladaceen (*Likanella sp.*, Taf. 9, Abb. 1) und Seeigelstacheln. Faziestyp: 1

#### Intervall 4

70 cm knollige radiolitidenklastischer Float- Wackestone.

#### Intervall 5

110 cm radiolitidenklastischer Float- Rudstone.

#### Intervall 6

Eine ca. 40 cm dicke Lage von relativ feinbioklastischem Grain- und Packstone, durch keine Bankungsgrenze nach unten und oben abgesetzt.

Proben: MS 60 (Lesestein nahe dem Intervall 6), MS 61A, MS 61B

Dünnschliffe:

- MS 60: Radiolitiden-Baffle-/Packstone, mit großen Radiolitidenfragmenten.  
Faziestyp: 2
- MS 61A: Bioklastischer Packstone , reich an benthischen Foraminiferen (z.B. miliolide). Rindenkörner. Faziestyp: 4
- MS 61B: Bioklastischer Packstone, reich an Gastropoden , benthischen Foraminiferen (z.B. *Peneroplis sp.*, Taf. 7, Abb.1), Gymnocodiaceen (*Permocalculus sp.*, Taf. 9, Abb. 2) sowie einem Hippuritiden im Querschnitt.  
Rindenkörner. Faziestyp: 4

#### Intervall 7

120 cm dickgebankte bis leicht knollige, feinbioklastische Packstones.

#### Intervall 8

80 cm dickgebankte bis leicht knollige, feinbioklastische Pack-Grainstones.

#### Intervall 9

30 cm radiolitidenklastischer Floatstone, mit groben Fragmenten und disorientierten Radiolitiden.

#### Intervall 10

400 cm; nur teilweise aufgeschlossen: bioklastische Pack- Grainstones mit groben Fragmenten und vereinzelt, disorientierten Radiolitiden.

Probe: MS 62

Dünnschliff:

- MS 62: Bioklastischer Grain-/Packstone, reich an benthischen Foraminiferen (hauptsächlich miliolide), sonst nur kleine Schalenfragmente. Faziestyp: 5

#### Intervall 11

340 cm bioklastische Pack- Grainstones mit groben Fragmenten und vereinzelt, disorientierten Radiolitiden.

#### Intervall 12

150 cm rudistenklastische Floatstones mit disorientierten Radiolitiden, Profilende.

Probe: MS 63

Dünnschliff:

- MS 63: Bioklastischer Floatstone mit großen, bioerodierten Rudistenfragmenten. Faziestyp: 2

## **9.0 Presence-Absence-Tabelle**

Die folgende Tabelle (Tab. 2) gibt in einfacher Form Aufschluss über den Fossilinhalt innerhalb der einzelnen Gesteinsdünnschliffe. Dabei symbolisieren schwarze Felder das Vorhandensein, weiße Felder das Fehlen von Taxa. Ist in einem Feld ein Fragezeichen zu finden, so weist das auf ungenügende Identifizierbarkeit von Taxa hin, ihre Anwesenheit ist damit fraglich.

Anhand der Zahlen lassen sich in der gleichnamigen Spalte die jeweiligen Faziestypen aus dem auf Seite 16 befindlichen Schema ableiten (E = Einregelung, R = Rudistenboundstone). Die Buchstaben in der Spalte ganz rechts weisen auf die Karbonatklassifikation nach Dunham 1962 bzw. Embry & Klovan 1971 hin.

W = Wackestone, P = Packstone, G = Grainstone, R = Rudstone, F = Floatstone,  
B = Bafflestone, A = Kalkarenit  
Tab. 2: Presence-Absence von Biogenpartikeln im Dünnschliff.

## 10.0 Ergebnisse

Anhand der Auswertung der Gesteinsdünnschliffe konnten über 20 fossile Taxa unterschieden werden. Darunter befinden sich 3 Rudisten (Radiolitiden, Hippuritiden, *Plagioptychus*, Taf. 1, Abb. 1 u. 2) und eine große Anzahl scleractiner Korallen als wichtigste Gerüstbildner. Letztere kommen, abgesehen vom Aufschluss „Einkehrboden Süd“, überall mindestens genauso oft vor wie Rudisten. Sie sind vorwiegend von thamnasteroidem, phaceloidem und plocoidem Polyparintegrationsniveau, bei manchen ist eine dendroide Wuchsform erkennbar. Einige der untersuchten Korallen enthielten lithophagine Bivalven in Bohrgängen (Taf. 2, Abb. 1 u. 2). In einem großen Teil der Dünnschliffe war, relativ unabhängig von der restlichen Fazies, der Alcyonariensklerit *Pienina oblonga* BORZA & MISIK 1976 (Taf. 4, Abb. 1) zu finden. Weitere gefundene Taxa waren Seeigel, deren Stacheln erhalten sind, Brachiopoden (Taf. 3, Abb. 2), Gastropoden (Taf. 3, Abb. 1a), Bivalven, Serpuliden (Taf. 3, Abb. 1c) und Bryozoen. Hadromeride Schwämme (*Acanthochaetetes* sp, Taf. 5, Abb. 1 u. 2) sind mit mindestens 2 Exemplaren belegt, vom Vorkommen anderer Schwämme zeugen deren Spikel und Spuren von Bioerosion (Taf. 12, Abb. 1). Neben den häufigen, nicht näher bestimmten inkrustierenden Formen (Taf. 6, Abb. 1 u. 2) wurden folgende Gattungen benthischer Foraminiferen gefunden: *Quinqueloculina* (Taf. 8, Abb. 1a), *Triloculina*, *Textularia*, *Nummofallotia* (Taf. 7, Abb. 2), *Cuneolina* (Taf. 8 Abb. 1b), *Peneroplis* (Taf. 7, Abb. 1) und *Tetrataxiella*. Allerdings beschränkt sich deren Vorkommen auf bestimmte Bereiche innerhalb der Aufschlüsse (siehe weiter unten im Text). Bei der Analyse der Gesteinsdünnschliffe zeigte sich auch eine relativ große Anzahl kalkbildender Algen. Die Corallinacee *Sporolithon* (*Archaelithothamnium*) sp. (Taf.

11, Abb. 2), die Peysonelliacee *Pseudolithothamnium album* PFENDER 1936 sowie die beiden Solenoporaceen *Parachaetetes* sp. (Taf. 11, Abb. 1a) und *Pycnoporidium* cf. *levantinum* JOHNSON 1964 sind die gefundenen Vertreter der Rhodophyta. Die Chlorophyta sind durch die Dasycladaceen *Acicularia? antiqua* PIA 1936 (Taf. 10, Abb. 2), *Likanella* sp. (Taf. 9 Abb.1), und *Neomeris* sp. (Taf. 8, Abb. 2) und die Gymnocodiacee *Permocalculus (Pyrulites) sp.* (Taf. 9, Abb. 2) vertreten. Zu erwähnen ist auch das in Probe MS 6a gefundene Problematicum (Taf. 4, Abb. 2), das sich keiner Organismengruppe mit Sicherheit zuordnen ließ. Eine ähnliche Struktur wurde auch in Probe MS 13 gefunden.

Was die allgemeine Lithologie betrifft, so ist festzustellen, dass in vielen Dünnschliffen Spuren eines Mikrokarstsystems als schlierig bräunliche Äderung zu sehen sind, welche mit Dolomit und anderem klastischen Material verfüllt ist. Diese Karstäden sind deutlich abgegrenzt. Neben dem klastischen findet sich in wenigen Proben auch verdrängender Dolomit. Von den Karstäden, die sich durchgehend durch die Dünnschliffe ziehen, unterscheiden sich deutlich die in Probe MS 36 gefundenen nicht durchgängigen, mit Sparit gefüllten Frakturen. Ebenfalls zu erwähnen sind die in manchen Proben enthaltenen gut gerundeten Intraklasten, die aus kretazischen Flachwasserkalken bestehen, sowie ein Extraklast in Form eines Spiculits jurassischen Ursprungs (Taf. 14, Abb. 2).

Die untersuchte Lokalität ist in fünf Aufschlusskomplexe unterteilbar, die sich in der Lithologie und dem Zustand der Bioklasten zum Teil erheblich unterscheiden (Tab.3). Es handelt sich hierbei um die Aufschlüsse zwischen dem Berg Prinzkopf und dem Forsthaus „Winterstube“ (Aufschlüsse 1-6), das Gebiet nördlich der „Winterstube“, die Probenpunkte östlich davon sowie „Einkehrboden Nord“ und „Einkehrboden Süd“.

Der erste Aufschlusskomplex „Prinzkopf-Winterstube“ wird im unteren Bereich lithologisch von Packstones dominiert, gelegentlich kommen auch Bafflestones und Floatstones (*sensu* Dunham 1962 bzw. *sensu* Embry & Klovan 1971) vor. Diese enthalten angular fragmentierte Bioklasten, die mikroskopisch kaum Spuren von Bioerosion und keine Mikritsäume zeigen. Des Weiteren finden sich in diesem Bereich kaum benthische Foraminiferen. Im Gelände sind selten intakte Radiolitiden

zu sehen, die immer einzeln stehen, im Dünnschliff sind nur Bruchstücke derselben zu beobachten. Im mittleren und oberen Bereich des Aufschlusskomplexes, etwa ab Aufschluss 3, beginnt eine Zunahme im Vorkommen von Gerüstbildnern und dem damit verbundenen verstärktem Auftreten von Bafflestones, die scleractine Korallen und Rudisten *in situ* enthalten. Parallel dazu steigt auch die Häufigkeit benthischer Foraminiferen und Corallinaceen. Den Höhepunkt bildet hierbei Aufschluss 4 in dem makroskopisch eine, von scleractinen Korallen und im geringeren Maße auch von Rudisten aufgebaute, Biokonstruktion zu sehen ist (siehe Abb. 17 u. 19). In Aufschluss 5 ist auch makroskopisch eine thamnasteroide scleractine Koralle erkennbar (siehe Abb. 23). Aufschluss 6 ähnelt, abgesehen vom vermehrten Auftreten von Dasycladaceen und des Rudisten *Plagioptychus*, in seiner Fossilvergesellschaftung den vorangegangenen. Aufgrund der fraglichen Herkunft der Gesteine ist er aber gesondert zu betrachten. Eine weitere Besonderheit des Aufschlusskomplexes „Prinzkopf-Winterstube“ stellt eine in Aufschluss 3 befindliche, ca. 15cm mächtige rötliche Schicht dar. Die Dünnschliffanalyse ergab hier schwach bioklastischen Packstone mit großteils gelösten Partikeln und Dolomitvorkommen. In keinem anderen Aufschluss wurde eine solche Schicht gefunden.

Im Gebiet nördlich der „Winterstube“ sind lithologisch bioklastische Packstones vorherrschend, welche im oberen Bereich von bioklastischen Floatstones (*sensu* Dunham 1962 bzw. *sensu* Embry & Klovan 1971), die in einem Fall eingeregelt Partikel enthalten, abgelöst werden. Bemerkenswert ist die signifikante Zunahme der Bioerosion gegenüber den vorangegangenen Aufschlüssen. Teilweise finden sich auch Mikritsäume um die Partikel. Benthische Foraminiferen sind mit Ausnahme der häufigen inkrustierenden Formen selten, ebenso intakt erhaltene Rudisten. Abgesehen von wenigen Solenoporaceen wurden keine Kalkalgen gefunden.

Östlich der „Winterstube“ ist in den Gesteinen eine ähnliche Fazies zu beobachten wie im Norden. Korallen-Bafflestones sind allerdings die häufigste lithologische Erscheinungsform, auch reine Rudisten-Bafflestones kommen vor, daneben gibt es einzelne bioklastische Floatstones (*sensu* Embry & Klovan 1971). Die häufigsten Bioklasten sind große, stark bioerodierte Rudistenfragmente, neben Radiolitiden ist auch *Plagioptychus* erkennbar. Alle Gerüstbildner sind stark von inkrustierenden Foraminiferen besetzt, andere benthische Foraminiferen sind in ähnlicher Zahl zu finden wie in Aufschluss 4 des Aufschlusskomplexes „Prinzkopf-Winterstube“.

„Einkehrboden Nord“ unterscheidet sich sehr stark von allen anderen untersuchten Aufschlusskomplexen, insbesondere durch das Vorkommen von Kalkareniten in einigen Schichten. Diese wechsellagern mit Bafflestones (*sensu* Embry & Klovan, 1971), die von Korallen dominiert werden. Makroskopisch fallen auch Hippuritiden auf, die, sonst eher untergeordnet in den Aufschlüssen zu finden, hier in Clustern auftreten. In einem Dünnschliff sind eine große Menge an Gastropoden und eingeregelt Schalenfragmente zu sehen. Benthische Foraminiferen sind nur in den Kalkareniten vorhanden, es wurden keine Hinweise auf Bioerosion gefunden. Im Aufschlusskomplex „Einkehrboden Süd“ macht sich abermals ein starker fazieller Wechsel bemerkbar. Die meisten Gesteine sind als Packstones (*sensu* Dunham 1962) zu klassifizieren, Bafflestones und Floatstones (*sensu* Embry & Klovan, 1971) sind nur geringfügig vorhanden. Es wurden kaum scleractine Korallen gefunden, dafür viele Rudisten wie Radiolitiden und Hippuritiden, deren Fragmente starke Spuren von Bioerosion aufweisen. Außerdem ist die Fossilvergesellschaftung reich an benthischen Foraminiferen wie z.B. den sehr häufigen Milioliden sowie *Cuneolina* und *Peneroplis*. In einem Dünnschliff sind Partikel möglicherweise eingeregelt, in anderen finden sich innerlich gelöste Rindenkörner sowie mikritisierte und geschwärzte Partikel.

Eine vergleichende statistische Untersuchung der Presence-Absence-Daten der Dünnschliffanalyse, unter Einbeziehung des Kriteriums der Bioerosion, mittels Clusteranalyse (Ward's Methode, Euklidische Abstände) ergab kein deutlich erkennbares Muster zwischen den einzelnen Proben (Abb. 28).

Die Cluster sind wie folgt zu beschreiben:

#### Cluster 1:

Umfasst Dünnschliffe, die Rudistenfragmente zusammen mit Seeigelstacheln beinhalten. Letztere sind auch das unterscheidende Merkmal zu Cluster 2. Die Schliffe MS12, MS14, MS6, MS11, MS9, MS1, MS10 vereint außerdem das Vorkommen von Gastropoden, *Pienina oblonga*, und Corallinaceen. MS4 und MS40 enthalten keine Gastropoden und anstatt von Corallinaceen sind Solenoporaceen vorhanden, beide Schliffe zeigen Spuren von Bioerosion.

Sämtliche Dünnschliffe aus Cluster 1 entstammen dem Beprobungsgebiet Prinzkopf-Krumbachalm.

#### Cluster 2:

Dieser Cluster unterscheidet sich von Cluster 1 durch das weitgehende Fehlen von Seeigelstacheln.

- 2a: Unterscheidet sich von 2b durch das gemeinsame Vorkommen von *Pienina oblonga* und Corallinaceen in 2b.
- 2a1: Die Dünnschliffe enthalten Rudistenfragmente und in sehr geringem Maße Scleractinia. Diese Konstellation stellt das Gegenteil zu 2a2 dar, wo immer Scleractinia vorhanden sind, aber kaum Rudistenfragmente.
- 2a1a: Rudistenfragmente, häufig in Assoziation mit benthischen Foraminiferen. Zumeist sind bioerodierte Partikel enthalten, die in 2a1b fehlen. Die dicht beieinander liegenden Schliffe MS53 und MS54 entstammen dem Gebiet östlich der Winterstube. MS55, MS63 und MS 62 stammen von „Einkehrboden Süd“.
- 2a1b: Rudistenfragmente (Ausnahme MS59) assoziiert mit unterschiedlichsten Fossilien. Im Gegensatz zu Cluster 2a1a gibt es keine Spuren von Bioerosion. Alle Proben, mit Ausnahme von MS22, entstammen dem Beprobungsgebiet „Einkehrboden“.
- 2a2: Die Dünnschliffe enthalten alle scleractine Korallen aber zumeist keine Rudistenfragmente, im Cluster 2a1 ist das Gegenteil der Fall. MS21, MS26, MS25 und MS33 beinhalten ausschließlich Scleractinia. Die innerhalb eines Clusters direkt nebeneinander liegenden Proben MS65, MS67, MS69 wurden alle im Aufschluss „Einkehrboden Nord“ gesammelt.
- 2b1: Fragmentierte bzw. ganze Rudisten (Ausnahme MS71) in Kombination mit inkrustierenden Foraminiferen, die in 2b2 fehlen. Scleractinia sind häufig.
- 2b1a: Unterscheidet sich von 2b1b durch das Vorhandensein von Solenoporaceen.
- 2b1b: Die Solenoporaceen, die in Cluster 2b1a vorkommen, fehlen hier.
- 2b2: Rudistenfragmente in Assoziation mit Scleractinia, allerdings ohne die inkrustierenden Foraminiferen, die in Cluster 2b1 zahlreich sind.

- 2b2a: In allen Dünnschliffen dieses Clusters ist *Pienina oblonga* enthalten, die in 2b2b selten ist. Es sind im Gegensatz zu 2b2b keine Zeichen von Bioerosion vorhanden.
- 2b2b: Die Dünnschliffe MS35, MS36, MS42, MS41 und MS39 weisen bioerodierte Partikel auf und entstammen dem Gebiet nördlich der Winterstube. Nur in wenigen Fällen erscheint, anders als in Cluster 2b2a, *Pienina oblonga* in den Dünnschliffen. Mit Ausnahme von MS70 stammen alle Proben des Clusters 2b2b aus dem Gebiet Prinzkopf-Krumbachalm.

Bei der Gegenüberstellung der fünf Aufschlusskomplexe zeigen sich unter Berücksichtigung der Kriterien Lithologie nach Dunham 1962 bzw. Embry & Klovan 1971, Faziestypen (Tab. 1), Mikritisierung der Partikel und Bioerosion gewisse Unterschiede (Tab.3), welche an dieser Stelle noch einmal verdeutlicht werden sollen. Die Gesteine des Aufschlusskomplexes „Prinzkopf-Winterstube“ setzen sich weitgehend aus bioklastischen Packstones zusammen, die grob fragmentierten, angularen Rudisten- und Riffschutt enthalten. Gelegentlich kommen Bafflestones vor, die aus Biokonstruktionen stammen. Es gibt kaum Spuren von Bioerosion. Anders im zweiten Aufschlusskomplex, dem Gebiet nördlich der „Winterstube“. Hier dominieren bioklastische Float und Bafflestones, die unter anderem durch ihren hohen Grad an Bioerosion von den Gesteinen des vorangegangenen Aufschlusskomplexes abweichen. Auch östlich der „Winterstube“ setzen sich Bioerosion und Rundung der Partikel in ähnlicher Weise fort. Im Unterschied zu dem vorigen Gebiet, welches durch eine Riffschutfazies (Tab. 1, Faziestype 2) geprägt ist, überwiegen Bafflestones die Gerüstbildner wie Rudisten und Korallen enthalten und eine Rifffazies repräsentieren (Tab. 1, Faziestype 1). Der Aufschlusskomplex „Einkehrboden Nord“ unterscheidet sich gänzlich von allen anderen durch das Auftreten von bioklastischen Kalkareniten die mit bioklastischen Kalken wechsellagern. Einzigartig ist hier auch das Wachstum der Hippuritiden in Clustern. „Einkehrboden Süd“ zeichnet sich hauptsächlich durch bioklastische Packstones aus, die hochgradig bioerodierte und mikritisierte Partikel enthalten. Ausserdem sind in vielen Proben Massenvorkommen miliolider Foraminiferen enthalten, welche in anderen Aufschlüssen nie häufig sind. Die beiden Aufschlusskomplexe der Lokalität „Einkehrboden“ sind von den anderen

etwa einen Kilometer entfernt und durch die bereits erwähnte „Pittenbach-Störung“, eine tektonische Überschiebung, getrennt. Die Bioklasten sind kleiner, runder und die Matrix ist feinkristallin.

Abb. 28: Ergebnis der Clusteranalyse nach der Ward's Methode, Euklidische Abstände.

Tab 3: Veranschaulichung der Unterschiede bzw. Gemeinsamkeiten zwischen den 5 Aufschlusskomplexen. Farbige Felder zeigen die Anwesenheit von Mikritisierung bzw. Bioerosion an. Die Zahlen im Feld „Faziestypen“ beziehen sich auf die auf S. 16 befindliche Tabelle (Tab. 1).

P = Packstone, B = Bafflestone, G = Grainstone, F = Floatstone, R = Rudstone, A = Kalkarenit (*sensu* Dunham, 1962 bzw. *sensu* Embry & Klovan 1971)

## **11.0 Diskussion**

Die Karbonatgesteine der Lokalität Brandenberg sind Reste eines vollmarinen, subtidalen, tropischen Flachwasserenvironments. Dies ergibt sich aus der Zusammensetzung der Fossilvergesellschaftung und der Lithologie der untersuchten Gesteine.

Die wichtigsten Indikatoren für vollmarine Verhältnisse stellen die zahlreichen Echinodermenreste wie Seeigelstacheln und Crinoidenstielglieder sowie die scleractinen Korallen, die Brachiopoden und andere Taxa dar. Da zahlreiche Kalkgrünalgen gefunden wurden, die rezent ausschließlich in tropischen und subtropischen Meeren vorkommen, kann davon ausgegangen werden, daß auch die beschriebenen Gesteine unter solchen Bedingungen abgelagert wurden. Durch die paläogeographische Lage wird dies ebenfalls untermauert. Angesichts der Tatsache, daß viele der fossilen Taxa, wie z.B. Chlorophyta, Rhodophyta und mit hoher Wahrscheinlichkeit auch die Scleractinia, von Sonnenlicht abhängig waren, müssen sie in der photischen Zone angesiedelt gewesen sein. Da es Hinweise auf siliziklastischen Eintrag gibt und das Licht dadurch vermutlich nicht sehr tief in den Wasserkörper eindringen konnte, haben sich die von Photosynthese abhängigen Lebewesen im seichten Wasser aufgehalten. Der Geländebefund zeigt, dass die von scleractinen Korallen und Rudisten aufgebauten Riffe keine großen Ausmaße

erreichten, sondern als kleine Fleckenriffe bis „level-bottoms“ auftraten. Daß die Scleractinia beim Riffbau eine so wichtige Rolle gespielt haben, mag ebenfalls mit der paläogeographischen Lage zu begründen sein, da Rudisten, die als die wichtigsten Gerüstbildner der Kreide gelten, nur bis zum 30. Breitengrad besonders dominant waren und das Vorkommen von Korallen in höheren Breiten zunahm (Johnson & al., 2002). Die Wuchsform der Korallen, welche vorwiegend ein thamnasteroides, phaceloides oder plocoides Integrationsniveau aufweisen und auch dendroid sein können, ist für die Kreide typisch, läßt aber auch eventuell auf höheren siliziklastischen Eintrag schließen. Dieser war im spätkretazischen Ablagerungsmilieu der Unteren Gosau Sub-Gruppe der Oberkreide generell sehr hoch (Sanders & Baron-Szabo, 2005).

Die in sehr vielen Dünnschliffen sichtbaren Karstaden sind deutlich vom restlichen Gestein abgegrenzt, dieses war also bereits voll lithifiziert als die Aderung in Verbindung mit meteorischer Lösung entstand.

Die vergleichende statistische Untersuchung der Presence-Absence-Daten der Dünnschliffanalyse mittels Clusteranalyse ergab kaum ein erkennbares Muster zwischen den einzelnen Proben, die Verteilung der Fossilien scheint weitgehend fazies- und aufschlussunabhängig zu sein. In wenigen Fällen liegen Proben in einem Cluster beisammen, die auch im Aufschluss gemeinsam vorkamen.

Das unterscheidende Kriterium zwischen Cluster 1 und Cluster 2, Seeigelstachel in Kombination mit *Pienina oblonga* und Gastropoden, ist grundsätzlich nicht besonders aussagekräftig. All diese Taxa kamen in anderen Proben auch unabhängig voneinander relativ häufig vor. Auffällig ist allerdings, dass Funde von Seeigelstacheln fast ausschließlich auf den Aufschlusskomplex „Prinzkopf-Winterstube“ beschränkt waren. Geringe Vorkommen fanden sich noch im Probengebiet nördlich der Winterstube, welches direkt an das zuvor genannte anschließt und bei „Einkehrboden Süd“. In den Aufschlusskomplexen „Einkehrboden Nord“ und östlich der „Winterstube“ wurden keine gefunden. Dieser Umstand spiegelt sich zum Teil in der Clusteranalyse wider, alle Proben aus dem Cluster 1, ausgenommen MS40, stammen aus dem Aufschlusskomplex „Prinzkopf-Winterstube“.

Ähnliches wie für die Cluster 1 und 2 gilt auch für 2a und 2b. Diese unterscheiden sich durch das gemeinsame Vorkommen von *Pienina oblonga* und Corallinaceen in

2b. Beide Taxa waren, auch unabhängig voneinander, kaum gebunden an Aufschluss oder Fazies, in vielen Proben zu finden. Corallinaceen konnten sogar unter stark siliziklastischem Eintrag existieren, wie Probe MS69, ein Kalkarenit, beweist. Bis auf 3 Ausnahmen (MS71, MS70, MS 60) beschränken sich die Fundorte der Proben aus Cluster 2b auf das Beprobungsgebiet „Prinzkopf-Krumbachalm“. Warum *Pienina oblonga* und Corallinaceen nur dort gemeinsam auftraten war nicht zu eruieren.

Cluster 2a1 unterscheidet sich von 2a2 durch das Verhältnis scleractiner Korallen zu Rudisten. Die Proben im Cluster 2a1 enthielten im überwiegenden Maß Rudistenfragmente, während in 2a2 die Scleractinia überwogen. Bei näherer Betrachtung fällt auf, dass die meisten Proben aus 2a1 Spuren von Bioerosion und/oder Mikritisierung tragen. Dies könnte darauf hinweisen, dass Rudistenfragmente weiter transportiert wurden als Korallen, sich in einiger Entfernung sammelten und dort bioerodiert und mikritisiert wurden. Die Korallen aus 2a2 wären dann mehr oder weniger autochthon, die Rudistenfragmente aus 2a1 allochthon. Auffällig ist, dass von 11 in Cluster 2a1 enthaltenen Proben 8 aus dem Beprobungsgebiet „Einkehrboden“ stammen.

Das Vorkommen inkrustierender Foraminiferen in Cluster 2b1 unterscheidet diesen von Cluster 2b2. Bei diesen konnte, abgesehen von einer gewissen Präferenz für die Faziestypen 1 und 2 (Tab. 3) bzw. die bevorzugte Assoziation mit Gerüstbildnern, kein bestimmtes Muster bezüglich der Verbreitung erkannt werden.

Was die übrigen Cluster (2a1a, 2a1b, 2a2a, 2a2b) betrifft, so wurden bei der Betrachtung der Fossilverteilung keine schlüssigen Muster sichtbar. Die Unterschiede werden erst durch das Kriterium der Bioerosion, vorhanden in den Dünnschliffen der Cluster 2a1a und 2b2b, deutlich. Dabei kam es in den Clustern teilweise zu einer Annäherung von Proben, die auch im Aufschluss nahe beisammen vorgefunden wurden. Grund dafür ist wahrscheinlich die starke Konzentration bioerodierter Partikel, die sich nur auf einen Teil der Aufschlusskomplexe beschränkt. Wie bei den anderen Clustern ist allerdings auch hier nur bedingt eine Abgrenzung nach geographischen Gesichtspunkten möglich.

Dennoch ist die Lithologie in Bezug auf die Karbonatklassifikation nach Dunham 1962 bzw. Embry & Klovan 1971 und dem Zustand der Bioklasten bezüglich Bioerosion und Mikritisierung so unterschiedlich, dass eine Einteilung in fünf Aufschlusskomplexe gerechtfertigt scheint. Das Hauptaugenmerk bei der statistischen Untersuchung lag auf der Fossilvergesellschaftung und der Bioerosion, der Einfluss

letzterer auf die Ergebnisse dürfte aber von der mehr oder weniger aufschluss- und faziesunabhängigen Verteilung der fossilen Taxa überlagert worden sein. Eine quantitative Vorgehensweise und genauere Bestimmung der Taxa hätte wahrscheinlich zu anderen Resultaten bei der Statistik geführt. Die Aufschlüsse „Einkehrboden Nord“ und „Einkehrboden Süd“ sind auch geographisch von den anderen getrennt, dazwischen liegt eine tektonische Überschiebung (Pittenbach-Störung), die eine zeitliche Korrelation erschwert (D. Sanders, schriftl. Komm.). Daher sind sie ohnehin gesondert zu betrachten.

Betrachtet man den Aufschlusskomplex „Prinzkopf-Winterstube“ so wird ersichtlich, daß sich von den stratigraphisch älteren zu den jüngeren Schichten allmählich eine Verringerung der Wasserenergie einstellt. In den Aufschlüssen 1 und 2 sind fast ausschließlich Fragmente und seltener vereinzelt dickwandige Radiolitiden zu finden, die Wellenenergie war offenbar relativ hoch. Mit dem Aufkommen von Biokonstruktionen konnten sich in deren Wellenschatten ruhigere Zonen bilden, in denen sich z.B. die in den ersten beiden Aufschlüssen fehlenden benthischen Foraminiferen ansiedeln konnten. Die Angularität, zumeist geringe Bioerosion und kaum vorhandene Mikritisierung der Bioklasten spricht für episodische Hochenergieevents und darauffolgende schnelle Einbettung der Fossilien. Der Aufschlusskomplex „Prinzkopf-Winterstube“ ist von einer Riff-/Riffschuttfazies geprägt, die nur in Aufschluss 3 durch eine rötliche, kaum fossilführende Schicht unterbrochen wird.

Deren Deutung ist problematisch. Sie weist möglicherweise auf höheren Eintrag von Eisenhydroxid im Zuge von verstärkter Verwitterung durch große Niederschlagsmengen im Hinterland hin (Prof. Dr. Richard Lein, mündl. Mitteilung).

Die im zuvor beschriebenen Aufschlusskomplex beobachtete Abnahme der Wasserenergie scheint sich im Gebiet nördlich der „Winterstube“ größtenteils fortzusetzen. Dafür sprechen vor allem die zahlreichen Pack- und Floatstones (*sensu* Dunham, 1962 bzw. *sensu* Embry & Klovan, 1971) mit feinmikritischer Matrix und den enthaltenen, oft stark bioerodierten und mikritisierten Bioklasten. Daß in einem Fall eingeregelt Partikel gefunden wurden, könnte ein Hinweis auf Gezeitenströmungen sein.

Insgesamt überwiegt eine Riffschuttfazies mit möglicherweise Anzeichen auf beruhigte Zonen im Wellenschatten von Biokonstruktionen. Daneben finden sich aber

auch Hinweise auf Hochenergieevents. Dazu zählen unter anderem die in Probe MS 36 gefundenen, mit Sparit gefüllten Frakturen, die als frühe synsedimentäre Brüche zu interpretieren sind. Für deren Entstehung denkbare Szenarien wären tektonische Bruchaktivität, Seebeben und Tsunamis. Durch die damalige Lage in einem tektonisch sehr aktiven Gebiet scheinen diese Vermutungen durchaus begründet.

Das Beprobungsgebiet östlich der „Winterstube“ ist stark von einer Rifffazies geprägt. Hierbei handelt es sich um Stillwasser-Biokonstruktionen die von gelegentlichen Hochenergie-Ereignissen beeinflusst wurden.

Die in „Einkehrboden Nord“ vorgefundenen Kalkarenite zeugen von zeitweise starkem, terrigenem, siliziklastischem Eintrag entlang einer transgressiven Küste. Dabei scheint es einen Wechsel zwischen dem Wachstum von Korallen und siliziklastischen Ablagerungen gegeben zu haben. Letztere dürften das Korallenwachstum beendet haben, auch wenn in einer Probe welche gefunden wurden. Benthische Foraminiferen finden sich hingegen ausschließlich in den Kalkareniten dieses Aufschlusses, offenbar fanden sie im sandigen Milieu günstigere Lebensbedingungen vor. Die Clusterbildung der Hippuritiden verhinderte wohl, daß diese von den Wellen umgeworfen oder fortgespült wurden.

Beim stratigraphisch jüngeren Aufschlusskomplex „Einkehrboden Süd“ scheint es sich um Reste eines Rückriffbereichs zu handeln. Gibt es in der ältesten untersuchten Schicht noch Hinweise auf eine gewisse Wasserbewegung (Partikeleinregelung, Rindenkörner), so deuten die starke Bioerosion, Mikritisierung und Schwärzung der Partikel hier auf ein ruhiges Milieu hin. Darauf weist auch das teilweise massenhafte Vorkommen miliolider Foraminiferen hin, welches oft mit Lagunen in Zusammenhang gebracht wird, sodass zumindest von einem geschützten Bereich als Bildungsraum ausgegangen werden kann.

Auch wenn dies ohne direkte Sichtung derselben nur bedingt möglich ist, folgt nun der Versuch eines Vergleiches des bearbeiteten Areals mit anderen, gleich alten Gebieten.

In der direkten Umgebung, dem Raum Brandenburg, ist vor allem das Profil Haidach-Kreuthalm (Sanders, 1998) zu nennen, dessen mittlerer bis oberer Teil möglicherweise mit der Abfolge Prinzkopf-Krumbachalm korreliert. Dies ist aber

nicht durch biostratigraphische Daten belegt, da keines der Fossilien die nötige feine Zeitauflösung hat (D. Sanders, schriftl. Komm.). Südlich von Brandenburg befinden sich die Profile Unterberg 1, Unterberg 2 und Unterstube (Schlagintweit 2010), welche in Bezug auf benthische Foraminiferen und Kalkalgen eine ähnliche Fossilvergesellschaftung aufweisen. Ebenfalls in Tirol befinden sich die spätturonischen Ablagerungen der Pletzachalm bei Kramsach. Von dort wurden gleiche Foraminiferen- und Kalkalgengattungen, allerdings auch Mergellagen, Lagen von Gastropoden und kohligen Pflanzenresten beschrieben (Schlagintweit 2010). Aus Salzburg ist das von Korallen und Rudisten aufgebaute Riff von Theresienstein im Stobler Weissenbachtal bekannt, welches coniacischen Alters ist. Auch hier sind die Rudisten grob fragmentiert. Die Gymnocodiacee *Permocalculus (Pyrulites) theresiensteinensis* wurde erstmals von dieser Lokalität beschrieben (Schlagintweit & Sanders, 2007). Große Übereinstimmungen existieren auch zwischen dem untersuchten Gebiet und den Gesteinen der Weissenbachalm bei Bad Aussee, welche aus dem Santon stammen. Ähnlichkeiten bestehen bezüglich Lithologie und der gefundenen Taxa (*Vaccinites sp.*, *Plagioptychus sp.*, *Pienina oblonga*, *Scleractinia*, benthische Foraminiferen, *Neomeris sp.*, *Sporolithon sp.*, *Pseudolithothamnium album* PFENDER). Das Paläoenvironment wird als Lagune beschrieben, das Gestein als Rudisten-Korallen-Brachiopoden-Kalke (Szente & al., 1999), wobei im häufigen Vorkommen von Brachiopoden der Hauptunterschied zur Lokalität Brandenburg liegt. Weitere Fundorte mit einer gewissen Vergleichbarkeit sind das Krönner-Riff nördlich des Lattengebirges (Bayrisch Gmain bei Bad Reichenhall, Deutschland), welches als mittelconiacisches Rückriff-Lagunenenvironment beschrieben wurde (Schlagintweit 2010), das gleich alte Weisswasser-Unterlaussa (Niederösterreich) und Gams, Nothklamm (Steiermark) aus dem Ober-Turon (Schlagintweit 2010).

## **12.0 Conclusio**

Die untersuchten oberkretazischen Gesteine der unteren Gosau-Subgruppe von Brandenburg konnten anhand fazieller Kriterien in fünf Aufschlusskomplexe unterschieden werden. Die ersten drei liegen auf einem Forstweg zwischen dem Berg „Prinzkopf“ und der Krumbachalm. Es handelt sich dabei um den Aufschlusskomplex „Prinzkopf-Winterstube“, welcher die Aufschlüsse 1 bis 6 enthält, die Aufschlüsse nördlich des Forsthauses „Winterstube“ und die Probenpunkte entlang des Weges östlich davon, welcher zur Krumbachalm führt. Hinzu kommen die beiden weiter südlich gelegenen, sowohl geographisch als auch durch eine tektonische Überschiebung getrennten Aufschlusskomplexe „Einkehrboden Nord“ und „Einkehrboden Süd“.

Die untersuchten Ablagerungen wurden als Reste eines vollmarinen, subtidalen, tropischen Flachwasserenvironments identifiziert, in dem von Korallen und Rudisten aufgebaute Fleckenriffe vorkamen. In deren Wellenschatten bildeten sich ruhigere Zonen, die benthische Foraminiferen und Kalkalgen als Habitat nutzen konnten. Periodische Hochenergieevents, welche im lithologischen Befund anhand der grobfragmentierten Bioklasten ohne Mikritsäume erkennbar waren, verhinderten den Aufbau größerer Riffkörper. Bei den Aufschlüssen zwischen dem Berg „Prinzkopf“ und der Krumbachalm wurde eine vom Liegenden zum Hangenden abnehmende Wasserenergie festgestellt. Beim Aufschluss „Einkehrboden Nord“ wechsellagern bioklastische Kalke mit schwach bioklastischen Kalkareniten, die von gelegentlichem terrigenem siliziklastischem Eintrag entlang einer transgressiven Küste zeugen.

„Einkehrboden Süd“ repräsentiert mit den vorgefundenen Baffle- und bioklastischen Packstones mit mikritisierten und bioerodierten Partikeln einen ruhigen, möglicherweise lagunären Rückriffbereich.

### **13.0 Abstract**

Der Raum Brandenburg im Bezirk Kufstein (Tirol, Österreich) ist bekannt für seine oberkretazischen Gosau-Sedimente. Es handelt sich hierbei um marine Flachwasserkarbonate der sogenannten Unteren Gosau-Subgruppe (Oberes Turonium bis Coniacium), die durch terrestrische bis tief neritische Ablagerungen gekennzeichnet ist. Diese wurden im Zuge einer Transgression abgelagert. Die Auswertung der Gesteine im Arbeitsgebiet ergab eine sehr hohe Biodiversität enthaltener fossiler Taxa, die soweit bekannt, eine Besonderheit für diese Subgruppe darstellt.

Im Geländebefund zeigen sich fast ausschließlich marine, bioklastische Seichtwasserkalke von knolliger Erscheinung, hell- bis dunkelgrauer Farbe und mehr oder weniger deutlicher Bankung. Mergelige und siliziklastische Anteile sind manchmal vorhanden. Makroskopisch sind einige vollständig erhaltene aber meist fragmentierte Rudistenschalen (Radiolitiden, Hippuritiden und *Plagioptychus sp.*), scleractine Korallen und Reste von Echinodermaten zu erkennen. In manchen Korallenstöcken sind lithophage Bivalven in ihren Bohrgängen erhalten. Bei der mikrofaziellen Analyse der Gesteinsdünnschliffe konnten bioklastische Pack-, Grain-, Float-, Rud- und Bafflestones und Kalkarenite unterschieden werden. Neben Korallen und größtenteils fragmentierten Rudisten finden sich hohe Anteile an Gastropoden, Echinodermaten und verschiedenen Kalkalgen in den Dünnschliffen. Benthische Foraminiferen sind nur in einigen wenigen Proben häufig, nehmen aber ansonsten eine untergeordnete Rolle ein. Gut gerundete Intraklasten, bestehend aus

kretazischen Flachwasserkalken und meist deutlich abgegrenzte, angulare Bioklasten ohne Mikritsäume weisen auf häufige Hochenergieevents hin.

Es handelt sich bei den untersuchten Gesteinen somit um Ablagerungen eines marinen Flachwasserenvironments, welches durch Fleckenriffe, bestehend aus Korallen, Rudisten und anderen Riffbildnern, geprägt war. Regelmäßige Hochenergieevents verhinderten den Aufbau größerer Riffkörper. Stürme und - angesichts der hohen tektonischen Aktivität im Raum der jungen Alpen im besagten Zeitraum - möglicherweise auch Tsunamis wären als mögliche Verursacher denkbar.

## 14.0 Erläuterungen zu den Tafeln

### Tafel 1

- 1) Querschnitt durch einen Radiolitiden; Probe MS 12b.
- 2) Schnitt durch die freie Klappe von *Plagioptychus sp.*; Probe MS 11b

### Tafel 2

- 1) Lithophagine Bivalve in einer scleractinen Koralle; Probe MS 23a
- 2) Lithophagine Bivalve in einer scleractinen Koralle, mit Pellets verfüllt; Probe MS 5b.

### Tafel 3

- 1) a: Querschnitt eines Gastropoden; b: Korallite einer scleractinen Koralle; c: Serpulidenwohnröhre; d: Schalenfragment mit Mikritsaum; Probe MS 66b.
- 2) Brachiopode; Probe MS 15a.

### Tafel 4

- 1) Sklerit einer alcyonariden Koralle (*Pienina oblonga* BORZA & MISIK 1976); Probe MS 8b.
- 2) Problematicum; Probe MS 6a.

### Tafel 5

- 1) Hadromerider Schwamm (*Acanthochaetetes sp.*); Probe MS 29a.
- 2) Hadromerider Schwamm (*Acanthochaetetes sp.*); Probe MS 65a.

### Tafel 6

- 1) Inkrustierende Foraminifere
- 2) Inkrustierende Foraminifere; Probe MS 10c.

### Tafel 7

- 1) Benthische Foraminifere (*Peneroplis sp.*); Probe MS 61b.
- 2) Benthische Foraminifere (*Nummofallotia sp.*); Probe MS 24.

#### Tafel 8

- 1) Benthische Foraminiferen; a: Miliolidae indet.; b: *Cuneolina sp.*; Probe MS 57
- 2) Querschnitt durch eine Dasycladacee (*Neomeris sp.*); Probe MS 65.

#### Tafel 9

- 1) Dasycladaceen (*Likanella sp.*); Probe MS 59.
- 2) Längsschnitt durch eine Gymnocodiacee (*Permocalculus sp.*); Probe MS 61b.

#### Tafel 10

- 1) Dasycladaceae indet., Querschnitte; Probe MS 12b.
- 2) Längsschnitt durch eine Dasycladacee (*Acicularia? antiqua* PIA (Schlagintweit F. & Ebli O. 1998)); Probe MS 36.

#### Tafel 11

- 1) a: Solenoporacee (*Parachaetetes sp.*); b: Schnitt durch die Schalenwand eines Radiolitiden; Probe MS 10c.
- 2) Corallinacee (*Sporolithon sp.*); Probe MS 54.

#### Tafel 12

- 1) Bioerosion: Längsschnitt durch die Deckelklappe eines Radiolitiden mit Schwammbohrungen; Probe MS 39.
- 2) Bioerosion: Bohrspuren in einem Schalenfragment; Probe MS 45.

#### Tafel 13

- 1) Radiolitidenfragment als Intraklast; Probe MS 4a.
- 2) Bruch durch ein Rudistenfragment; Probe MS 4a

#### Tafel 14

- 1) Internbrekzie mit Pellets; Probe MS 27.
- 2) Spiculit als Extraklast, vermutlich jurassischen Ursprungs; Probe MS 69.

**Tafel 1**

**Tafel 2**

**Tafel 3**

**Tafel 4**

**Tafel 5**

**Tafel 6**

**Tafel 7**

**Tafel 8**

**Tafel 9**

**Tafel 10**

**Tafel 11**

**Tafel 12**

**Tafel 13**

**Tafel 14**

## **15.0 Literaturliste**

- BARRON, E. J., FAWCETT, P.J., PETERSON, W. H., POLLARD, D., THOMPSON, S. L., 1995: A “simulation” of Mid-Cretaceous climate – *Paleoceanography*, Vol. 10, 5, 953-962
- BENTON, M. J., 2007: *Paläontologie der Wirbeltiere*; Verlag Dr. Friedrich Pfeil, ISBN 978-389937-072-0, München
- BLAKEY, R., 2011: *Global Paleogeography*  
<http://www2.nau.edu/rcb7/globaltext2.html>,
- BORZA, K., MISIK, M., 1976: *Pienina oblonga*, n. gen, n. sp. aus kretazischen und paläogenen Kalken der Westkarpaten – *Geol. Zborn. Slov. Akad. Vied.*, 27, 337-344

- DUNHAM, R. J., 1962: Classification of carbonate rocks according to their depositional texture – in W.E. Haun. Ed., Classification of Carbonate Rocks: Tulsa, OK, American Association of Petroleum Geologists Memoir 1, 108 – 121
- EMBRY, A. F. & KLOVAN, J. E., 1971: A Late Devonian reef tract on Northeastern Banks Island, NWT - Canadian Petroleum Geology Bulletin, v. 19, 730-781
- FAUPL, P., 2003: Historische Geologie: eine Einführung; WUV-Universitätsverlag Wien, ISBN 3-8252-2149-0, Wien
- HERM, D., 1977: Zyklische Regressions-Sedimentation und Fossilvergesellschaftungen in der Gosau (Santonium) von Brandenburg/Tirol. – Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung - Paläontologie, historische Geologie, 17, 257-277, München
- HERM, D., KAUFFMANN, E. & WIEDMANN, J., 1979: The age and depositional environment of the „Gosau“-Group (Coniacian – Santonian), Brandenburg/Tirol, Austria. - Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung - Paläontologie, historische Geologie, 19, 27-92, München
- JOHNSON, J.H., 1964: Paleocene calcareous red algae from northern Iraq – Miropaleontology, 10, 2, 207-216
- JOHNSON, C. C., SANDERS, D., KAUFFMAN, E. G., HAY, W. W., 2002: Upper Cretaceous reefal patterns and processes affecting their development and demise. In: Kiessling, W., Flügel, E., Golonka, J., (Eds.): Phanerozoic Reef Patterns. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication, 72, 549-585.
- PAUL, G. S., 2010: The Princeton field guide to Dinosaurs; Princeton University Press, ISBN 978-0-691-1372-9
- PFENDER, J., 1936: Sur un organisme constructeur des calcaires cretaces et nummulitiques, *Pseudolithothamnium album*, n.g., nov. sp. – Bulletin Societe geologique France, 5, 303-308
- PIA, J., 1936: Calcareous Green Algae from the Upper Cretaceous of Tripoli (North Africa) – Journal of Paleontology, 10 (1), 3-13

- POULSEN, C. J., BARRON, E. J., ARTHUR, M. A., PETERSON, W. H., 2001: Response of the Mid-Cretaceous global oceanic circulation to tectonics and CO<sub>2</sub> forcings – *Paleoceanography*, 16, 6, 576-592
- SANDERS, D., 1998: Tectonically controlled late Cretaceous terrestrial to neritic deposition (Northern Calcareous Alps, Tyrol, Austria) – *Facies*, 39, 139-178, Erlangen
- SANDERS, D. & PONS, J. M., 1999: Rudist formations in mixed siliciclastic-carbonate depositional environments, Upper Cretaceous, Austria: Stratigraphy, sedimentology and models of development – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 148, 249-284
- SANDERS, D. & HÖFLING, R., 2000: Carbonate deposition in mixed siliciclastic-carbonate environments on top of an orogenic wedge (Late Cretaceous, Northern Calcareous Alps, Austria) – *Sedimentary Geology*, 137 (2000), 127-146, Amsterdam
- SCHLAGINTWEIT, F., 1992: Further record of calcareous algae (Dasycladaceae, Udoteaceae, Solenoporaceae) from the Upper Cretaceous of the Northern Calcareous Alps (Gosau Formation, Branderfleck Formation) – *Revue de Paléobiologie*, 11, 1, 1-12, Genève
- SCHLAGINTWEIT, F., 2004: Calcareous green algae from the Santonian Hochmoos Formation of Gosau (Northern Calcareous Alps, Austria, Lower Gosau Subgroup) – *Zitteliana*, A44, 97-103, München
- SCHLAGINTWEIT, F., 2008: Bioerosional structures and pseudoborings from Late Jurassic and Late Cretaceous-Paleocene shallow-water carbonates (Northern Calcareous Alps, Austria and SE France) with special reference to cryptobiotic foraminifera – *Facies*, 54, 377-402
- SCHLAGINTWEIT, F., 2010: New observations on *Permocalculus gosaviensis* SCHLAGINTWEIT, 1991 (calcareous alga) from the Upper Cretaceous of the Northern Calcareous Alps (Gosau Group, Austria) – *Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologia*, 55(2), 59-65
- SCHLAGINTWEIT, F., 2010: *Gosavisiphon* gen. nov. based on *Halimeda paucimedullaris* SCHLAGINTWEIT & EBEL, 1998: a remarkable macroalga (Udoteaceae?) from the Late Cretaceous of the Northern Calcareous Alps, (Austria and Germany), with affinities to Late Palaeozoic and Late Triassic phylloids – *Geologica Croatica*, 63/1, 27-53, Zagreb

- SCHLAGINTWEIT, F. & O. EBELI. 1998. *Halimeda paucimedullaris n. sp.* and *Oroseina pletzschensis n. sp.*, two new calcareous algae from the Upper Cretaceous of the Northern Calcareous Alps (Gosau Group, Austria), followed by remarks on *Dissocladella ? pyriformis* SCHLAGINTWEIT, 1991. - *Rev. Paléobiol.* 17(2): 361-371.
- SCHLAGINTWEIT, F. & SANDERS, D., 2007: *Permocalculus (Pyrulites) theresiensteinensis n. sp.*, a new Calcareous Alga from the Upper Cretaceous Lower Gosau Subgroup of the Northern Calcareous Alps (Austria) – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 147, Heft 3+4, 607-614, Wien
- SCHLAGINTWEIT, F. & SANDERS, D., 2008: *Tetrataxiella? floriforma n. sp.* and other benthic foraminifera from the Gosau Group of the Northern Calcareous Alps, Austria – *Austrian Journal of Earth Sciences*, 101, 17-26, Wien
- SCHLAGINTWEIT, F. & SANDERS, D., 2010: *Acicularia? Weisswasserensis n. sp.* and *Terquemella? Microsphaera n. sp.*, two new Dasycladales from the Upper Cretaceous (Late Turonian-Santonian) of the Northern Calcareous Alps (Gosau Group, Austria) – *Facies* (2011), 57, 93-100
- SENOWBARI-DARYAN, B., SCHLAGINTWEIT, F. & SANDERS, D., 2004: *Acanthochaetetes? krumbachensis n. sp.* (Hadromerida, Demospongiae) from the Upper Cretaceous Gosau Group of Brandenberg (Northern Calcareous Alps, Austria) - *Revue de Paléobiologie*, 23(1), 267-274, Genève
- SKELTON, P.W., SPICER, R.A., KELLEY, S.P., GILMOUR, I., 2003: *The Cretaceous world* – Cambridge University Press UK, ISBN 0-5218-3112-1
- SZENTE, I., SCHLAGINTWEIT, F., ŽITT, J., LOBITZER, H., 1999: Contributions to Facies and Fauna of the „Rudist-Coral-Brachiopod Limestone“ of Weißenbachalm near Bad Aussee (Gosau Group, Upper Cretaceous, Austria) – *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 56/2, 585-592, Wien
- TOLLMANN, A., 1969: Tektonische Karte der Nördlichen Kalkalpen, 3. Teil: Der Westabschnitt – Sonderdruck der Geologischen Gesellschaft in Wien, 62. Band

## **16.0 Danksagung**

Besonderer Dank gebührt meinen Betreuern Prof. Dr. Martin Zuschin und Prof. Dr. Diethard G. Sanders, die mich stets tatkräftig unterstützten und immer ein offenes Ohr für meine Anliegen hatten.

Desweiteren danke ich folgenden Personen für ihre wissenschaftliche und technische Hilfestellung:

Prof. Dr. Richard Lein

Prof. Dr. Michael Wagreich

Prof. Dr. Karl Kleemann

Dr. Felix Schlagintweit

Dr. Christian Baal

Dr. Alexander Lukeneder

Dr. Antonino Briguglio

Dr. Benjamin Sames

Dr. Bettina Schenk

Dr. Dieter Mader

Valentin Perlinger

Franz Mayer

Roland Mayer

Besonders hervorzuheben ist auch mein Kollege Erik Wolfgring für seine großartige Hilfe im Gelände und die Zähmung störrischer Hard- und Software.

Bedanken möchte ich mich auch bei: Inge Studeny, Wolfgang Studeny, Franz Studeny, Gerhilde Brousil, Othmar Brousil, Ruth Lössl, Arne Lössl, Dr. Andreas Kroh, Dr. Mathias Harzhauser, Andrea Engelbrecht, Nina Horvath, Julia Wöger, Hubert Domański, Zofe und allen anderen die mich unterstützt haben.

## Lebenslauf

Name: Martin Studeny

Geburtsdatum: 9.2.1976

Geburtsort: Wien

Schulischer Werdegang:

- 1982-1986 Grundschule
- 1986-1990 Gymnasium
- 1990-1991 Fachschule
- 1991-1994 Lehre zum Einzelhandelskaufmann
- 1994-2004 Ausübung des erlernten Berufes

Wissenschaftlicher Werdegang:

- 2005 Studienberechtigungsprüfung
- seit SS 2005 Studium an der Universität Wien
- 21.-25. 2. 2011: Besuch des “International Course on Carbonate Microfacies”, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

## Publikationen

- STUDENY, M., SANDERS, D. G. & ZUSCHIN, M.: Faunal composition and depositional environment of a transgressive interval (upper Turonian to Coniacian, Northern Calcareous Alps) – Journal of Alpine Geology, 52 (Abstractband Pangeo), 240, Wien, 2010
- STUDENY, M., SANDERS, D. G. & ZUSCHIN, M.: Paleocology and microfacies of a Cretaceous transgressive interval (upper Turonian to Coniacian, Northern Calcareous Alps) - Abstract Volume Taphos, 79-80, Institute of Geosciences, Eberhard Karls University of Tübingen, 2011
- STUDENY, M., SANDERS, D. G. & ZUSCHIN, M.: Paläoökologie and mikrofazielle Analyse mariner Flachwasserkarbonate (Untere Gosau-Subgruppe, Oberes Turonium bis Coniacium, Nördliche Kalkalpen, Tirol, Österreich) – Beiträge zur Paläontologie, 32, 82. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft – Abstract Volume, 78, Wien, 2011

