

Verteilung rezenter und fossiler Bivalven auf drei
Atollen vor der Küste von Belize
(Mittelamerika, Karibisches Meer)

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaften

vorgelegt beim Fachbereich Geowissenschaften/Geographie
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
in Frankfurt am Main

von
Ilona Hauser
aus Flörsheim am Main

Frankfurt 2006
(D 30)

vom Fachbereich 11 Geowissenschaften / Geographie der
Johann Wolfgang Goethe-Universität als Dissertation angenommen.

Dekan: Prof. Dr. Heinrich Thiemeyer

Gutachter: Prof. Dr. Wolfgang Oschmann / Prof. Dr. Eberhard Gischler

Datum der Disputation: 27.10.2006

Kurzfassung

Die drei Atolle Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands vor der belizischen Küste im Karibischen Meer unterscheiden sich in Geomorphologie, Lagumentiefe, Sedimentbeschaffenheit, Mangroven- und Seegrasbewuchs, Wellen- und Strömungseinfluss sowie in ihren Sedimentationsraten und ihrem Entstehungsalter. Um herauszufinden, ob die Bivalven-Vergesellschaftungen verschiedener Lagunenzonen diese Unterschiede widerspiegeln, wurden 32 bis 44 rezente Sedimentproben auf jedem Atoll entnommen (Gesamtprobenzahl: 111). Deren Datensatz von insgesamt 32 122 Bivalvenschalen wurde anschließend Q-Mode-Cluster-Analysen unterzogen. Neben der Verteilung charakteristischer Arten wurde auch die Verteilung von Bivalven unterschiedlicher Lebens- und Ernährungsweise untersucht.

Chione cancellata, ein flach grabender Suspensionsfresser, besiedelt bevorzugt (1) flache, wellen- und strömungsbeeinflusste Lagunenzonen. Die Sedimente (2) sehr hoch energetischer Flachwasserbereiche enthalten zudem hohe Anteile tiefer grabender Suspensionsfresser der Gattung *Ervilia*. Im (3) Rückriffbereich und am Atollrand sind tief grabende, Detritus fressende Telliniden häufig. *Gouldia cerina*, wie *Chione* ein flach grabender Suspensionsfresser, ist typisch für (4) geschlossene Flachwasserbereiche, während die Chemosymbionten-tragende, ebenfalls flach grabende *Parvilucina* sp. A. vorwiegend in (5) geschlossenen, tiefen Lagunenzonen vorkommt. Charakteristisch für (6) Mangrovegebiete ist *Crassinella lunulata*, ein sehr flach grabender Suspensionsfresser.

Die Anteile taphonomischer Signaturen auf den Schalen, wie Bohrspuren, Inkrustationen, Fragmentierung und Abrasion sowie Diversität, Evenness und Richness sind auf Glovers Reef am höchsten und nehmen über Lighthouse Reef nach Turneffe Islands ab. Da in die gleiche Richtung zunehmende Sedimentationsraten auf den drei Atollen zu verzeichnen sind (GISCHLER 2003), ist vermutlich der abnehmende Effekt des Time-averaging für diesen Trend verantwortlich.

Neben der rezenten Fauna wurden auch die Bivalven aus Vibrationsbohrkernen (ein Kern von jedem Atoll) untersucht. Die fossilen Bivalven-Vergesellschaftungen der inneren Lagunen von Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands zeigen seit deren Entstehung eine für das jeweilige Atoll typische Fauna, die sich seit ~7000 YBP weiter entwickelte. Sie reflektieren damit die bereits im Anfangsstadium charakteristischen Unterschiede der drei Atolle.

Abstract

The three atolls Glovers Reef, Lighthouse Reef and Turneffe Islands are located offshore Belize in the Caribbean Sea. They show differences in geomorphology, lagoonal depth, bottom sediment, growth of mangroves and sea grass, exposure to waves and currents as well as in their sedimentation rates and their age. To find out if the bivalve assemblages in different lagoonal areas reflect these differences, 32 to 44 recent sediment samples were taken on each atoll (total number of samples: 111). The resulting data base (32.122 bivalve shells in total) underwent Q-mode cluster analyses. Besides the distribution of characteristic species, the distribution of bivalves with different life and feeding habits was investigated.

Chione cancellata, a shallow burrowing suspension feeder, prefers (1) shallow lagoonal zones which are exposed to waves and currents. The sediments of (2) high energetic shallow water areas also contain high amounts of deeper burrowing suspension feeders of the genus *Ervilia*. In the (3) back-reef area and on the atoll margin deep burrowing, detritus feeding tellinids are common. *Gouldia cerina*, a shallow burrowing suspension feeder as *Chione*, is typical of (4) restricted shallow water areas, whereas the chemosymbiont-carrying, also shallow burrowing *Parvilucina* sp. A is most abundant in (5) restricted deep lagoonal zones. A characteristic bivalve in (6) environments with mangrove growth is the very shallow burrowing, suspension feeding *Crassinella lunulata*.

Taphonomic damage to shells, such as boring traces, encrustations, fragmentation and abrasion as well as diversity, evenness and richness are highest on Glovers Reef and decrease towards Lighthouse Reef with the lowest values on Turneffe Islands. Accordingly increasing sedimentation rates are documented from Glovers Reef towards Turneffe Islands (GISCHLER 2003) and therefore the decreasing effect of time-averaging is presumably responsible for this trend.

In addition to the recent fauna, bivalves from vibracore samples (one core from each atoll) were investigated. Since the beginning of the lagoonal development fossil bivalve assemblages from the interior lagoons of Glovers Reef, Lighthouse Reef and Turneffe Islands exhibit a faunal composition which is typical of the corresponding atoll and which further developed from ~7000 YBP onwards. They therefore reflect the characteristic differences of the three atolls which already existed from the very beginning.

Vorwort

Die vorliegende Arbeit wurde von September 2002 bis März 2006 erstellt und bildet einen Anschluss an meine Diplomarbeit über die Verteilung rezenter benthischer Foraminiferen auf Turneffe Islands, einem der drei hier untersuchten Atolle.

Das Thema wurde von Prof. Dr. Wolfgang Oschmann und Prof. Dr. Eberhard Gischler gestellt, deren gemeinsame Arbeitsgruppe „Paläontologie & Biosedimentologie“ des Geologisch-Paläontologischen Instituts (GPI) der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main sich seit 1998 mit der Sedimentologie und Aktuo-Paläontologie von Belize befasst. Beiden gilt an dieser Stelle mein herzlicher Dank für ihre Hilfestellung bei der Durchsicht der Daten, ihre Diskussionsbereitschaft und zahlreiche Literaturhinweise und –leihgaben. Vorarbeiten wurden bereits von Dipl. geol. Kai Spresny geleistet, bei dem ich mich für die überlassenen Daten bedanken möchte.

Ein großes Dankeschön gilt auch der Graduiertenförderung der Goethe-Universität – insbesondere Marlene Knobloch und Rosemarie Jahnel – die mir die Durchführung der Arbeit mit einem dreijährigen Promotionsstipendium im Rahmen des Hochschul- und Wissenschaftsprogramms (HWP) finanziell ermöglichte.

Bei der Bestimmung der inkrustierenden Organismen auf den Muschelschalen halfen mir Prof. Dr. Martin Langer von der Universität Bonn, PD Dr. Joachim Scholz vom Senckenberg-Museum Frankfurt am Main und Prof. Dr. Karla Parsons-Hubbard vom Department of Geology des Oberlin College, Ohio. Dr. Ingrid Glaub vom GPI Frankfurt und Dr. (Emeritus) Richard G. Bromley vom Geological Institute in Kopenhagen waren mir bei der Identifikation von Bohrspuren auf den Schalen eine große Hilfe. Ihnen allen ein herzliches Dankeschön. Bedanken möchte ich mich an dieser Stelle auch bei Cand. geol. Olga Sagert für die Herstellung von Casts im Rahmen der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. (Emeritus) Klaus Peter Vogel sowie bei Cand. geol. Marco Krisch für seine Hilfe beim Auslesen der Mollusken aus den Sedimentproben.

Dipl. geol. Wolfgang Schiller gebührt ein herzliches Danke – verbunden mit einer großen Nussecke – für die Erstellung sämtlicher in dieser Arbeit enthaltenen REM-Aufnahmen.

Ein ebenfalls großer Dank geht an Dr. David L. Rodland, der die englische Version der Kurzfassung von sprachlichen Fehlern befreite und auch inhaltlich hilfreiche Anmerkungen machte, Dipl. geol. Sandra Schultz für ihre Diskussionsbereitschaft und den Vergleich mit den ersten Ergebnissen ihrer Doktorarbeit, Dr. Jochen Rössler für die zahlreichen Literaturleihgaben zum Thema „Cluster-Analysen“, Alfred Schaub für seine Hilfsbereitschaft beim Schlämmen der Bohrkernproben im Labor und Cand. geol. Stefanie Lode für das Einscannen meiner Muschelzeichnungen.

Last, but not least möchte ich mich bei allen bedanken, die mich im Laufe der letzten dreieinhalb Jahre daran erinnert haben, dass es noch ein Leben außerhalb der karibischen Bivalvenfaunen gibt und mir dadurch eine große seelische Unterstützung waren – ganz besonders meinen Eltern, Freunden und meiner Band Was'n.

Inhalt

1. Einleitung	8
2. Untersuchungsgebiete: Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands	9
2.1 Geographischer Überblick	9
2.2 Klima und Ozeanographie	10
2.3 Geomorphologie	11
2.4 Lebensraum	11
2.5 Geologie	13
2.5.1 Geologischer Überblick	13
2.5.2 Tektonik	14
2.5.3 Riffentwicklung und holozäne Sedimentation	15
2.5.4 Rezente Sedimentation	15
3. Material und Methoden	18
3.1 Probennahme im Gelände	18
3.2 Aufbereitung der Proben	20
3.3 Datierung der Bohrkerne	20
3.4 Auswertung	20
3.4.1 Mikroskopische Untersuchungen	20
3.4.2 Cluster-Analysen	21
3.4.3 Berechnung von Diversitätsindizes	21
3.5 Fotodokumentation und Zeichnungen	22
4. Ergebnisse und Diskussion	24
4.1 Wassertemperatur und Salinität	24
4.1.1 Messung von Wassertemperatur und Konduktivität	24
4.1.2 Berechnung der Salinität	24
4.1.3 Wassertemperatur und Salinität im Jahresverlauf	25
4.1.4 Interpretation der jahreszeitlichen Schwankungen	26
4.2 Rezente Molluskenfauna	26
4.2.1 Ökotypenkonzept	31
4.2.2 Bivalvenverteilung auf den drei Atollen	34
4.2.2.1 Verteilung der häufigsten Bivalven auf den Atollen	34
4.2.2.2 Verteilung der Ökotypen auf den Atollen	35
4.2.3 Bivalvenverteilung entlang der E-W-Traversen	36

4.2.3.1	Verteilung der häufigsten Bivalven entlang der Traversen	36
4.2.3.2	Verteilung der Ökotypen entlang der Traversen	41
4.2.4	Charakterisierung von Lebensräumen mit Hilfe von Bivalven	49
4.2.4.1	Zonierung der Lebensräume	49
4.2.4.2	Bivalven-Vergesellschaftungen	54
4.2.5	Verteilung taphonomischer Signaturen auf den Atollen und innerhalb der Lagunenzonen	58
4.2.5.1	Schalengröße	58
4.2.5.2	Erhaltung rechter, linker und zweiklappiger Schalen	60
4.2.5.3	Bohrspuren	62
4.2.5.4	Schalenbewuchs	65
4.2.5.4.1	Inkrustierte Schalen	65
4.2.5.4.2	Inkrustierer	67
4.2.5.4.3	Inkrustierende Foraminiferen	70
4.2.5.5	Fragmentierung	73
4.2.5.6	Abrasion	74
4.2.6	Diversitätsverteilung	76
4.3	Fossile Molluskenfauna im Holozän	79
4.3.1	Taphonomie	83
4.3.2	Verteilung der häufigsten Bivalven in den Bohrkernsedimenten	84
4.3.3	Verteilung der Ökotypen in den Bohrkernsedimenten	90
4.3.4	Diversitätsentwicklung der Bivalvenfauna im Holozän	91
4.3.5	Rekonstruktion der holozänen Lagunenentwicklung	93
5.	Vergleich mit anderen Arbeiten	98
5.1	Vergleich mit den Bivalven-Vergesellschaftungen des belizischen Schelfs	98
5.2	Vergleichenbare Arbeiten über den Schelf von Yucatán	100
5.3	Vergleich mit weiteren Arbeiten aus dem karibischen Raum	103
5.4	Vergleich mit der Bivalvenfauna von Florida Bay	105
6.	Entwicklung der karibischen Molluskenfauna	107
7.	Zusammenfassung der Ergebnisse	110
8.	Ausblick	113
	Literaturverzeichnis	114
	Anhang	121

1. Einleitung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Verteilung rezenter und fossiler Mollusken – insbesondere Bivalven – auf den drei Atollen Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands vor der Küste von Belize. Da diese Atolle vergleichsweise flache Lagunen einschließen, werden sie auch als isolierte Karbonatplattformen klassifiziert (GISCHLER 2000).

Frühere Arbeiten, die sich mit der Molluskenfauna des belizischen Schelfs befassen, stammen von ROBERTSON (1963) und PURDY et al. (1975). EKDALE (1974, 1977) beschrieb die Mollusken des Schelfs von Yucatán vor der mexikanischen Küste im Karibischen Meer. Arbeiten über die Sedimentation sowie die Riff- und Lagunenentwicklung der drei belizischen Atolle wurden von GISCHLER (1994, 2000, 2003), GISCHLER & HUDSON (1998), GISCHLER & LOMANDO (1999, 2000) und GISCHLER et al. (2000) verfasst.

Bivalven sind anhand ihrer inneren Schalenmerkmale, wie Schloss (Kardinal- und Lateralzähne), Mantellinie, Muskelabdrücke und Ligament relativ leicht zu bestimmen und zeigen eine geringere Artenvielfalt als Gastropoden. Zudem lassen ihre Form, der Wölbungsgrad ihrer Klappen sowie das Vorhanden- oder Nichtvorhandensein einer Mantelbucht Rückschlüsse auf ihre Lebensweise (epifaunal, infaunal, flach oder tief grabend) zu. Aus diesen Gründen wurden die Bivalven in dieser Arbeit weitaus detaillierter behandelt als die in den Sedimentproben ebenso häufigen Gastropoden. Die Einteilung der Bivalvenarten in Ökotyp-Gruppen, die auf unterschiedlichen Lebens- und Ernährungsweisen (Suspensionsfresser, Detritusfresser oder Ernährung mit Hilfe von Chemosymbionten) basieren, erlaubt wiederum Aussagen über das Milieu, in dem sie lebten.

Die drei Atolle vor Belize unterscheiden sich in Geomorphologie, Laguentiefe, Sedimentbeschaffenheit, Mangroven- und Seegrasbewuchs, Wellen- und Strömungseinfluss sowie in ihren Sedimentationsraten und ihrem Entstehungsalter. Diese Arbeit verfolgt die Frage, ob und wenn ja, wie sich diese Unterschiede in den Bivalven-Vergesellschaftungen der Atolle sowie in den verschiedenen Lagunenzonen widerspiegeln bzw. welche charakteristischen Arten oder Ökotyp-Gruppen ein bestimmtes Milieu kennzeichnen. Zudem wurde der Versuch unternommen, mit Hilfe von Bivalven aus Bohrkernproben die Lagunenentwicklung von Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands zu rekonstruieren.

Taphonomische Signaturen auf den Bivalvenschalen wurden ebenfalls erfasst, um Aussagen über die Umgebungsbedingungen zu treffen. So erlauben die Größenverteilung der Klappen sowie die Erhaltung rechter, linker und zweiklappiger Schalen Rückschlüsse auf eine eventuelle Sortierung infolge von Sedimenttransport. Bohrspuren, Inkrustationen sowie der Fragmentierungs- und Abrasionsgrad geben Auskunft über die Verweildauer der Schalen an der Sedimentoberfläche. Eine hohe Beanspruchung kann entweder die Folge einer Sedimentumlagerung durch Wellen oder Strömung oder von bioturbierenden Organismen verursacht worden sein.

2. Untersuchungsgebiete:

Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands

2.1 Geographischer Überblick

Die drei Atolle Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands liegen östlich der Yucatán-Halbinsel vor der Küste von Belize im Golf von Honduras (Karibisches Meer, Mittelamerika; Abb. 1). Sie sind Teil eines 600 km langen Riffsystems, das neben dem Barriereriff von Belize – mit 250 km Länge das größte im Atlantischen Ozean und das zweitgrößte der Erde – auch die Saum- und Schelfriffe im Osten von Yucatán, die von Riffen umsäumte Insel Cozumel sowie Banco Arrowsmith und Banco Chinchorro, zwei untermeerische Karbonatbänke, einschließt.

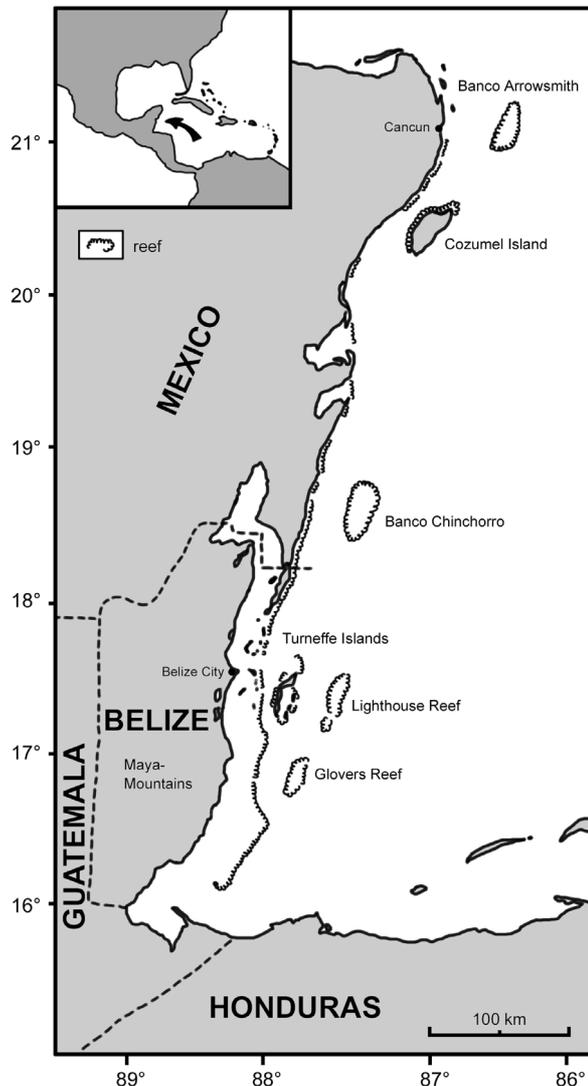


Abb. 1:

Lage der drei Atolle Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands vor der Küste von Belize, Mittelamerika (nach GISCHLER & LOMANDO 1999).

Belize, zwischen 16 -18 ° nördlicher Breite und 88-89 ° westlicher Länge gelegen, umfasst eine Fläche von 22 965 km² und wird im Norden von Mexiko (durch den Fluss Hondo), im Westen und Süden von Guatemala und im Osten vom Karibischen Meer umgrenzt. Fast die Hälfte der Landesfläche ist von Wald bewachsen. Im Norden ist die Topographie eben, mit Höhenunterschieden unter 60 m, im Süden erstrecken sich die Maya Mountains. Ihr höchster Gipfel erhebt sich mit 1095 m über den Meeresspiegel.

Von 1798-1981 britische Kolonie, erlangte Belize 1981 als letztes Land Mittelamerikas die Unabhängigkeit und besitzt heute mit ~200 000 Einwohnern die niedrigste Bevölkerungszahl aller mittelamerikanischen Staaten.

2.2 Klima und Ozeanographie

Belize steht unter subtropischem Klimaeinfluss. Die durchschnittliche Lufttemperatur beträgt im Sommer 27 °C und im Winter 24 °C (PURDY et al. 1975). Der Wind weht von Januar bis April vorwiegend aus Osten, von Juli bis Oktober und im Dezember aus Nordosten, von Mai bis Juni aus Südosten und im November aus Nordwesten (Messdaten des Belize Weather Bureau von 1971-1981; Abb. 2). Die Windgeschwindigkeit ist im März mit Ø 13 Knoten am höchsten und im Oktober mit Ø 7 Knoten am niedrigsten. Von November bis Februar bringen Nordwinde des nordamerikanischen Hochdruckgebiets oft kalte Temperaturen und Stürme (PURDY et al. 1975). Hurrikane trafen wiederholt auf Belize; großen Schaden verursachte im Oktober 1961 Hurrikan Hattie (STODDART 1963, 1965). Auch im Untersuchungszeitraum wurde Belize von zwei Wirbelstürmen (Chantal und Iris) getroffen. Die meisten Stürme kommen aus ost-südöstlicher Richtung (GISCHLER & HUDSON 1998).

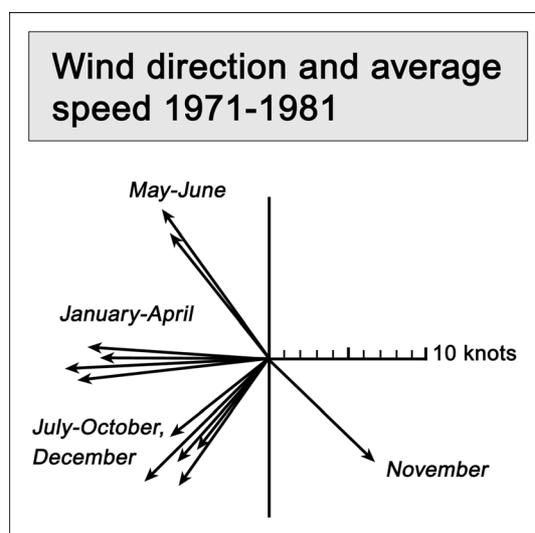


Abb. 2:

Durchschnittliche Windrichtung und -geschwindigkeit im Jahresverlauf. Messdaten von 1971-1981, Belize Weather Bureau.

Die mittlere Niederschlagsmenge beträgt im flachen Norden von Belize 124-178 cm/y, im bergigen Süden >380 cm/y und auf den Atollen 175 cm/y (STODDART 1962, PURDY et al. 1975). Von Mai bis November ist die niederschlagsreichste, von Februar bis April die niederschlagsärmste Zeit (GISCHLER et al. 2003).

Die Wassertemperaturen schwanken zwischen 29 °C im Sommer und 26 °C im Winter. In den Lagunen von Glovers und Lighthouse Reef liegen die Temperaturen bei 23,5-31,4 °C, auf Turneffe Islands bei 21,7-31,8 °C (Tab. 2, Kap. 4.1.3). Die Hauptwellenrichtung aus Ost-Nordost (75 °) wird durch den Einfluss der Passatwinde bestimmt (BURKE 1982). Mit Geschwindigkeiten von 2,8-3,7 km/h fließt die karibische Strömung westwärts und wird nach Norden in den Golf von Honduras abgelenkt, wo eine südwärts fließende, küstennahe Gegenströmung erzeugt wird, die im Winter stärker ist als im Sommer und sowohl am Schelf und am Barriereriff als auch in den Lagunen der Atolle zu verzeichnen ist (GISCHLER & LOMANDO 1999, WALLACE & SCHAFERSMAN 1977). Der mittlere Tidenhub im Golf von Honduras ist mit 30 cm mikrotidal (STODDART 1962).

Die inneren Lagunen von Glovers und Lighthouse Reef sind zum Meer hin offen und zeigen Salinitäten von 37,7-42,0 ‰ (Tab. 2, Kap. 4.1.3). Auf Turneffe Islands ist die Wasserzirkulation durch die Lage im Wind- und Strömungsschatten von Lighthouse Reef sowie einen die Lagunen umgebenden Mangrovensaum (Abb. 8, Kap. 3.1) eingeschränkt, was größere Salinitätsschwankungen von 34,1-42,6 ‰ hervorruft (vgl. Kap. 4.1.4). Im Sommer 1939 wurden auf Turneffe Islands sehr hohe Salinitäten von über 70 ‰ gemessen (SMITH 1941).

2.3 Geomorphologie

Im Norden ist der Schelf von Belize nicht tiefer als 5 m, südlich von Belize City steigen die Wassertiefen kontinuierlich bis auf über 40 m am Südende des Barriereriffs an (GISCHLER et al. 2000). Dieser Trend zunehmender Wassertiefe von Norden nach Süden ist auch in den Lagunen der Atolle sichtbar; Turneffe Islands und Lighthouse Reef erreichen Tiefen bis zu 9 m, in der Lagune von Glovers Reef, dem weiter südlich gelegenen Atoll, wurden Tiefen bis zu 20 m gemessen (GISCHLER 1994). In der Umgebung der Atolle betragen die Wassertiefen zwischen dem Barriereriff und Glovers Reef 450 m, zwischen dem Barriereriff und Turneffe Islands 250 m und zwischen Turneffe Islands und Lighthouse Reef 1000 m (GISCHLER & LOMANDO 1999).

Neben der Laguentiefe unterscheiden sich die drei Atolle wesentlich in ihrer Größe und Morphologie. Glovers Reef nimmt eine Fläche von 260 km² ein, von denen 0,6 km² durch sechs luvseitige Inseln im Süden bedeckt sind (GISCHLER 1994). Ein durchgehender Riffkamm, der von drei tidalen Kanälen auf der windzugewandten Seite durchbrochen wird, umgibt eine bis zu 20 m tiefe, zum Rand hin abflachende Lagune mit ~860 Fleckenriffen (GISCHLER 2003). Die flachen Randzonen der Lagune werden oft von lockeren Seegraswiesen bedeckt; im tieferen, zentralen Teil ist der Seegrasbewuchs nur spärlich.

Lighthouse Reef bedeckt eine Fläche von 200 km² und ist damit das kleinste der drei Atolle. Fünf Inseln bedecken 7,5 km² des Atolls mit Land. Der luvseitige Riffkamm wird nur im Süden durchbrochen, zahlreiche Kanäle ziehen sich durch den leeseitigen Riffkamm. Das Middle Reef, ein ~20 km langer Gürtel aus Hunderten kleiner Fleckenriffe trennt die innere Lagune, in der ebenfalls vereinzelte Fleckenriffe ausgebildet sind, in einen westlichen, bis 3 m tiefen und einen östlichen, bis 9 m tiefen Teil. Der Seegrasbewuchs ist im Osten der Lagune dichter als im Westen. In der östlichen Lagune befindet sich das Blue Hole, eine bis zu 140 m tiefe eingestürzte Karsthöhle (GISCHLER 1994).

Mit 525 km² ist Turneffe Islands das größte der Atolle. 125 km² sind von Land, das vorwiegend von roten Mangroven (*Rhizophora mangle*) bewachsen wird, bedeckt. Nur auf der windzugewandten Seite des Atolls ist ein schmaler Riffkamm mit über 20 Kanälen ausgebildet. Im Norden, wo Turneffe Islands nicht im Wind- und Strömungsschatten von Lighthouse Reef liegt, ist der Riffkamm breiter und wird nicht von Kanälen durchzogen. Ein lee- und luvseitiger Mangrovensaum umschließt eine kleine Lagune im Norden und eine große im Süden, die sich wiederum in einen geschlossenen zentralen und einen offenen südlichen Teil gliedert. Die Laguentiefen betragen bis zu 6 m. Auch der Mangrovensaum wird von zahlreichen Kanälen durchbrochen. Zwischen den Mangroven bilden sich zeitweise vereinzelte, kleine Tümpel aus (GISCHLER 1994). Fleckenriffe sind selten und bevorzugt in der Nordlagune anzutreffen. Der Lagunenboden ist dicht mit Seegras bewachsen.

2.4 Lebensraum

Riffe, Lagunen und Mangrovegebiete stellen verschiedene Lebensräume dar, die von einer Vielzahl von Organismen besiedelt werden. Abb. 3 gibt einen Überblick über die Lebensraumzonierung der drei Atolle.

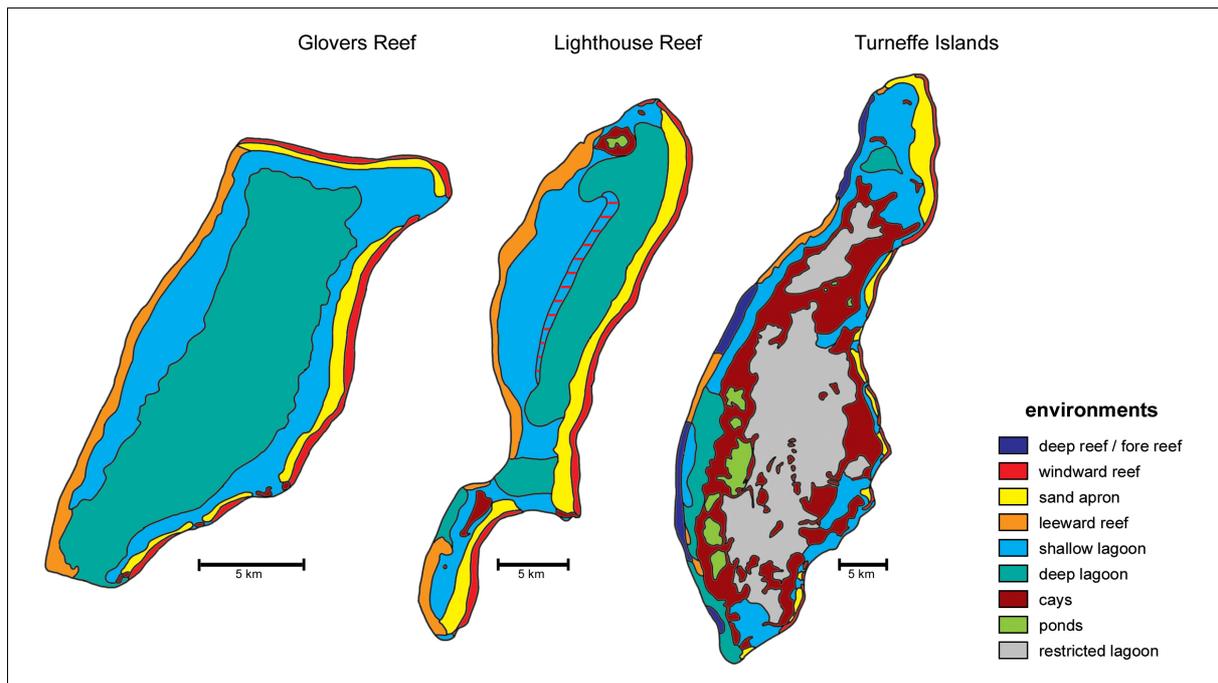


Abb. 3:
Lebensraumzonierung auf den drei Atollen (nach GISCHLER & LOMANDO 1999).

Das Vorriff taucht mit einem Winkel von 10-20 ° zum offenen Meer hin ab. In 10-60 m Tiefe kennzeichnet Korallenbewuchs eine Unterbrechung im Schelfhang, der mit fast vertikalen Wänden in größere Tiefen führt. An den windwärtigen Vorriffhängen ist ein Spur-and-Groove-System entwickelt. Die Rücken (spurs) sind von ästigen Korallen, wie *Acropora palmata*, der Salatkoralle *Agaricia* spp. und der Feuerkoralle *Millepora* spp. bewachsen, die Rinnen (grooves) sind mit Sand verfüllt. Die windabgewandten Vorriffhänge werden vorwiegend von massiven Korallen (*Montastraea annularis*) und großen Schwämmen (*Xestospongia muta*) besiedelt (GISCHLER & LOMANDO 1999, GISCHLER 2000).

Die Riffkämme auf der Ostseite der Atolle sind mit Ausnahme von Turneffe Islands mehrere Zehner Meter breit und bestehen hauptsächlich aus Riffschutt mit inkrustierenden korallinen Algen, die durch einen untermeerischen Zement verkittet sind. Die leewärtigen Riffe von Glovers und Lighthouse Reef werden vorwiegend von der Elchhornkoralle *Acropora palmata* aufgebaut. Westlich der luvseitigen Riffkämme ist in Wassertiefen unter 2 m ein bis zu 500 m breiter Sandstreifen (sand apron) mit dürrtiger Korallenbedeckung ausgebildet (GISCHLER & LOMANDO 1999).

Der Lagunenboden wird auf Glovers und Lighthouse Reef vorwiegend von Lockersediment bedeckt und von den Seegräsern *Thalassia testudinum* und *Syringodium filiforme* sowie den Grünalgen *Halimeda*, *Penicillus* und *Udotea* unterschiedlich dicht bewachsen. Lokal sind bioturbate Sedimenthügel des Krebses *Callianassa* entwickelt. Die von Mangroven umgebenen Lagunen auf Turneffe Islands zeigen einen dichten Bewuchs mit *Thalassia* und *Halimeda*; daneben treten der Schwamm *Sphaciospongia vesparium* sowie ästige Korallenkolonien von *Porites* sp. und *Manicina areolata* auf. Die Kanäle durch den Mangrovensaum werden vorwiegend von *Halimeda* besiedelt. In den Tümpeln zwischen den Mangroven ist der Boden hauptsächlich von *Thalassia* bewachsen; *Halimeda* ist seltener als in den Lagunen (GISCHLER & LOMANDO 1999).

Die Fleckenriffe auf Glovers Reef werden von *Montastraea annularis*, *Acropora* sp., *Porites* sowie von verschiedenen Algen aufgebaut (WALLACE & SCHAFERSMAN 1977). Auf Lighthouse Reef bestehen das Middle Reef und die Fleckenriffe der westlichen Lagune vorwiegend aus *Montastraea annularis*, die der östlichen Lagune aus *Acropora palmata*. Die Fleckenriffe in der Nordlagune von Turneffe Islands werden ebenfalls von *Montastraea annularis* besiedelt. Nahe der großen Kanäle in der zentralen Lagune treten wenige Fleckenriffe aus den Korallen *Siderastrea siderea* und *Solenastrea hyades*, die größere Strömungs- und Temperaturschwankungen tolerieren, auf (GISCHLER & LOMANDO 1999).

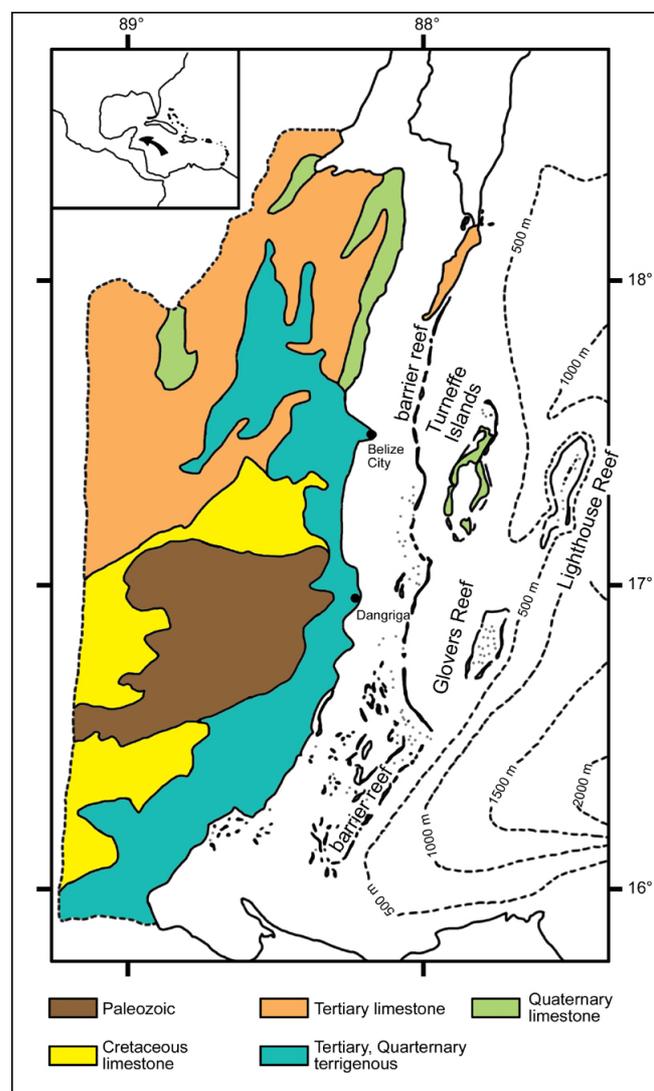
2.5 Geologie

2.5.1 Geologischer Überblick

Abb. 4:

Vereinfachte geologische Karte von Belize mit dem Kontinentalschelf und den vorgelagerten Atollen Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands (nach GISCHLER 1994).

Belize gliedert sich morphologisch-tektonisch in zwei Einheiten. Der ebene Norden wird überwiegend von känozoischen Karbonatgesteinen aufgebaut, der bergige Süden von paläozoischen Graniten, Porphyren und Sedimenten, die von kretazischen Kalksteinen umgeben sind (Abb. 4). Am nördlichen Schelf wurden überwiegend pleistozäne Flachwasserkarbonate abgelagert, die oft rekristallisiert sind, am südlichen Schelf gehen terrigene Sedimente zum Meer hin in Karbonate über (PURDY 1974, PURDY et al. 1975, GISCHLER et al. 2000). Pleistozäne Riffe und Flachwasserkarbonate finden sich auch unter den holozänen Gesteinen des Barriereriffs, der Fleckenriffe und Karbonatsandbänke des Schelfs, der nördlichen Lagune des Barriereriffs (PURDY 1974) sowie der Riffe und Lagunen der seewärtig vorgelagerten Atolle (GISCHLER & HUDSON 1998, GISCHLER & LOMANDO 1999).



Unter der südlichen Lagune des Schelfs kamen im Pleistozän terrigene, klastische Sedimentserien zur Ablagerung (PURDY 1974). Bohrungen und seismische Untersuchungen zeigen eine unterschiedlich starke Heraushebung des

pleistozänen Tops unter den holozänen Ablagerungen des Schelfs und unter dem Barriereriff (PURDY 1974, HALLEY et al. 1977, SHINN et al. 1982, WESTPHALL & GINSBURG 1985, MAZZULLO et al. 1992, MACINTYRE et al. 1995) sowie unter den Atollen (GISCHLER & HUDSON 1998, GISCHLER & LOMANDO 1999). Die Heraushebung variiert von 1 m ü. NN im nördlichen Belize bis zu >50 m u. NN im Süden (GISCHLER et al. 2000), was auch Unterschiede in Bathymetrie, Sedimentfazies und holozäner Riffentwicklung von Norden nach Süden auf dem Schelf (PURDY 1974) und den Atollen (GISCHLER & LOMANDO 1999) zur Folge hat (vgl. Kap. 2.5.2 u. 2.5.3).

2.5.2 Tektonik

Der passive Kontinentalrand von Belize wird durch drei NNE-streichende Störungsblöcke charakterisiert (DILLON & VEDDER 1973, JAMES & GINSBURG 1979). Im Nordwesten formt der Ambergis Cay-Block das nördliche Barriereriff bis zu Belize City im Süden. Auf dem südöstlich anschließenden Turneffe-Chinchorro-Block liegen der mittlere Teil des Barriereriffs sowie die beiden Atolle Turneffe Islands und Banco Chinchorro. Das südliche Barriereriff und die Atolle Glovers und Lighthouse Reef befinden sich auf dem südöstlichsten Störungsblock. Die aktive Lithosphären Grenze zwischen Nordamerikanischer und Karibischer Platte erstreckt sich ~50 km südlich des Barriereriff-Endes im Süden (Abb. 5). Seismische Daten (JAMES & GINSBURG 1979), Altersdatierungen an pleistozänen Korallen (GISCHLER et al. 2000) sowie wiederholt auftretende Erdbeben und kleinere Verwerfungen entlang der seismischen Linien (DILLON & VEDDER 1973) belegen eine neotektonische Aktivität, die vermutlich durch Bewegungen an der aktiven Plattengrenze verursacht wird (DILLON et al. 1987). Durch das Sea Floor Spreading am ~750 km östlich gelegenen Cayman-Graben sinken die Störungsblöcke seit dem frühen Tertiär kontinuierlich ab, wobei von Westen nach Osten zunehmende Subsidenzraten zu verzeichnen sind (GISCHLER 2000, GISCHLER et al. 2000).

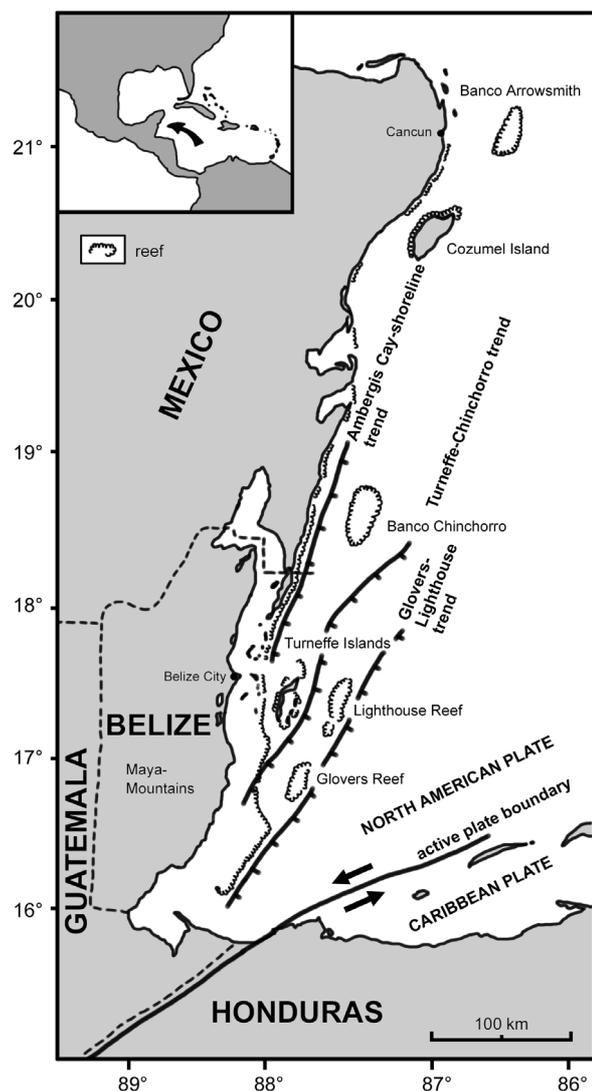


Abb. 5:
Tektonische Strukturen im Raum Belize und SE-Mexiko (nach GISCHLER et al. 2000).

2.5.3 Riffentwicklung und holozäne Sedimentation

Das Riffwachstum und die Sedimentation im Holozän richteten sich bevorzugt nach den tektonischen, NNE-streichenden Strukturen im Untergrund, die auch die Topographie wesentlich prägen (PURDY 1974, LARA 1993, ESKER et al. 1998). Ebenso folgte die während glazialer Meeresspiegeltiefstände einsetzende pleistozäne Verkarstung tektonischen Verwerfungen, die leichte Angriffsflächen für Verwitterungslösungen bildeten (GISCHLER 2000). Das pleistozäne Karst-Relief ist aufgrund größerer Niederschlagsmengen im Süden von Belize ausgeprägter als im niederschlagsärmeren Norden (PURDY 1974). Dieser Trend zeichnet sich auch auf den drei der Küste vorgelagerten Atollen ab; auf Glovers Reef ist mit 10-12 m ein deutlich mächtigeres Relief ausgebildet als auf Turneffe Islands und Lighthouse Reef, wo die Reliefmächtigkeit nur 4-5 m beträgt (GISCHLER et al. 2000).

Im Holozän lagerten sich in den Vertiefungen der pleistozänen Oberfläche marine Lockersedimente ab (PURDY 1974, SHINN et al. 1982, GISCHLER & HUDSON 1998). Auf den topographischen Erhebungen der verkarsteten Kalksteine bildeten sich dagegen häufig Riffe (HALLEY et al. 1977, SHINN et al. 1982, WESTPHALL 1985, MAZZULLO et al. 1992). Oft sind die Hochgebiete selbst ehemalige Riffe, die durch ihre höhere Verwitterungsresistenz aus den umliegenden Sedimenten herauspräpariert wurden (GISCHLER 2000). Das holozäne Riffwachstum setzte vor ~11 000 Jahren mit dem Meeresspiegelanstieg ein, den das Abschmelzen der Inlandeismassen nach dem letzten Glazial zur Folge hatte. Radiometrische Altersdatierungen an holozänen Korallen sowie zunehmende Mächtigkeiten der holozänen Riffe von wenigen Metern im Norden bis zu über 16 m im Süden belegen eine von Norden nach Süden fortschreitende Überflutung des Schelfs (GISCHLER & HUDSON 1998, GISCHLER 2000). Auch auf den Atollen nimmt die holozäne Riffmächtigkeit von Turneffe Islands im Norden (3-4 m) über Lighthouse Reef (6,5-8 m) nach Glovers Reef im Süden (9,5-12 m) zu (GISCHLER et al. 2000). Untersuchungen von GISCHLER & HUDSON (1998) und GISCHLER (2000) zufolge wurde der südliche Rand von Glovers Reef bereits vor ~7500 Jahren überflutet, vor ~6500 Jahren erreichte der Meeresspiegel Lighthouse Reef und vor ~5000 Jahren Turneffe Islands als letztes der drei Atolle (vgl. Kap. 4.3.5).

2.5.4 Rezente Sedimentation

Nach GISCHLER & LOMANDO (1999) können auf den Atollen vier Sedimenttypen unterschieden werden (Abb. 6):

In den Randbereichen der Atolle (Vorriff, Riff, sand apron), auf den Fleckenriffen der inneren Lagunen sowie am flachen Lagunenrand wird das Sediment vorwiegend von Korallen, korallinen Rotalgen und *Halimeda*-Fragmenten aufgebaut. Ebenfalls häufig sind Fragmente von *Homotrema rubrum*, einer inkrustierenden, roten Foraminifere. Im Riff- und Vorriffbereich ist eine Grainstone-Textur, im „sand apron“ des Rückriffs sowie auf den Fleckenriffen und in der flachen Lagune eine Packstone-Textur ausgebildet (Klassifikation nach DUNHAM 1962). Die mittlere Korngröße des Sediments beträgt ~0,65 mm, der Anteil der Fraktion <125 µm liegt wenig über 5 %. Am Rifftrand überziehen submarine Zemente aus mikrokristallinem Hoch-Mg-Kalzit die Organismenfragmente und Sedimentkörner.

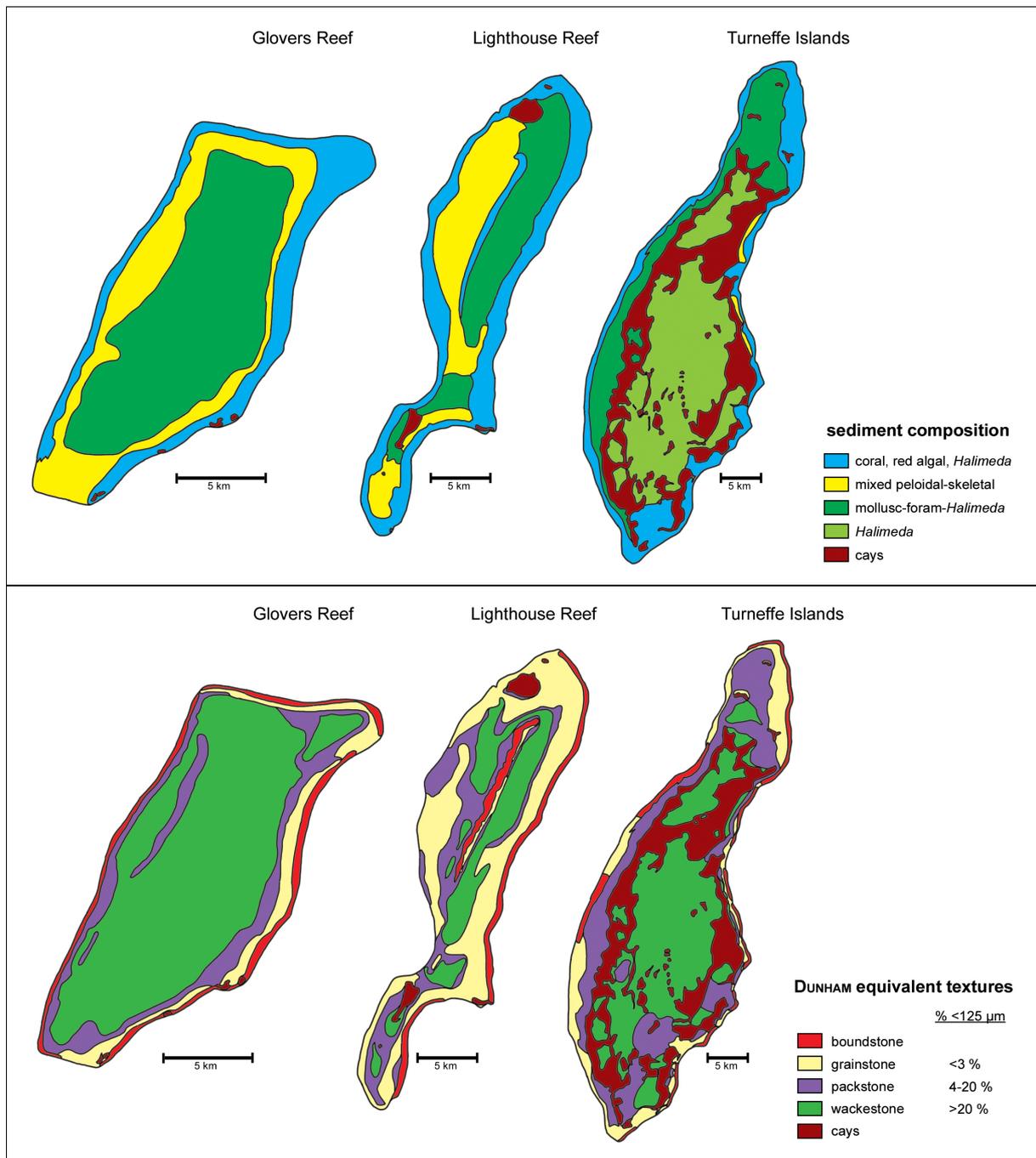


Abb. 6:
 Rezente Sedimenttypen und Karbonat-Texturen nach DUNHAM (1962) auf den drei Atollen (nach GISCHLER & LOMANDO 1999).

Die Sedimente der tieferen Lagunenzonen von Glovers und Lighthouse Reef bestehen hauptsächlich aus Mollusken, milioliden Foraminiferen und *Halimeda*-Fragmenten und zeigen eine Wackestone- bis Packstone-Textur. Auf Turneffe Islands liegt dieser Sedimenttyp westlich des leeseitigen Mangrovensaums und im Norden des Atolls in Packstone-Textur vor. Die mittlere Korngröße beträgt \varnothing 0,45 mm, der Anteil der Fraktion $<125 \mu\text{m}$ über 23 %.

In den Lagunen von Turneffe Islands bestehen die Sedimente vorwiegend (\varnothing zu 50 %) aus *Halimeda*-Fragmenten und liegen hauptsächlich in Wackestone-Textur vor. In den Kanälen durch den

östlichen Mangrovensaum beträgt der *Halimeda*-Anteil über 90 %. Milioliden-Fragmente bestimmen mit bis zu 30 % die Sedimente der kleinen Tümpel im westlichen Mangrovensaum. Der Anteil der Fraktion <125 µm liegt bei Ø 24 %. Die Sedimente sind reich an organischer Substanz und zeigen eine dunkelbraune bis schwarze Farbe. Ihre TOC-Werte betragen Ø 5,6 %, örtlich bis über 15 %.

In den leeseitigen flachen Lagunen von Glovers und Lighthouse Reef, den luvseitigen „sand aprons“, sowie zwischen dem luvseitigen Riff und Mangrovensaum von Turneffe Islands treten gehäuft Pelloide und Organismenfragmente (vorwiegend von *Halimeda* und Mollusken) auf. Dieser Sedimenttyp liegt auf Glovers Reef und Turneffe Islands in Wackestone- bis Packstone-Textur vor, auf Lighthouse Reef in Wackstone- bis Grainstone-Textur. Die Fraktion <125 µm nimmt bis zu 23 % des Sediments ein. Die Pelloide sind überwiegend fäkalen Ursprungs und zeigen Durchmesser zwischen 150-300 µm. Selten enthalten sie Organismenfragmente wie Schwamm- oder Tunicaten-Nadeln. Vereinzelt treten größere Pelloide mit Durchmessern von 400-800 µm auf, die Fragmente von Foraminiferen und Mollusken enthalten. Die Organismenfragmente sind unterschiedlich stark mikritisiert und aragonitisch zementiert. Im Vergleich zu Glovers und Lighthouse Reef sind Pelloide auf Turneffe Islands selten. Die geringe Permeabilität der schlammigen Sedimente verhindert dort eine Zirkulation des warmen, karbonatübersättigten Porenwassers und damit eine Zementation durch ausgefalltes CaCO₃. Daneben bilden sich aufgrund mangelnder Durchlüftung dieser Schlämme organische Filme auf den Sedimentkörnern, die nicht oxidiert werden und somit einem Überzug aus gefälltem CaCO₃ ebenfalls entgegenwirken (GISCHLER 1994, GISCHLER & LOMANDO 1999).

3. Material und Methoden

3.1 Probennahme im Gelände

Im März und April 2000 wurden insgesamt 132 rezente Sedimentproben aus den inneren Lagunen der Atolle entnommen – 50 auf Glovers Reef, 37 auf Lighthouse Reef und 45 auf Turneffe Islands. Die Probennahme erfolgte mit Hilfe eines Kastengreifers der Firma Hydro-Bios, Kiel (Abb. 7) entlang dreier E-W-verlaufender Traversen jedes Atolls (Abb. 8). An jedem Probenpunkt wurden Wassertiefe und –temperatur gemessen und eine Lokalisation mittels GPS durchgeführt. Zudem wurden in jeder Lagune zwei CT-Dauermessstationen des Typs R. Brancker, Modell XL210 positioniert, die von Dezember 2000 bis Dezember 2001 achtmal täglich im Drei-Stunden-Rhythmus Messdaten von Wassertemperatur und Konduktivität des Meerwassers lieferten.



Abb. 7:
Kastengreifer der Firma Hydro-Bios, mit dem die rezente Sedimentproben entnommen wurden. Breite des Kastens: 15 cm.

Ebenfalls von März bis April 2000 wurden 32 Bohrkerne aus den Lagunen entnommen. Die Bohrungen wurden mit Hilfe eines LANESKY et al. (1979)-Typ Vibrationsbohrers (Länge des Aluminium-Rohrs: 6 m, Durchmesser: 7,5 cm) durchgeführt und endeten in der Regel mit dem Erreichen pleistozänen Kalksteins. Nach dem Einholen der Bohrkerne wurde die Kompaktion des Sediments festgestellt und notiert. Die Längen der kompaktierten Kerne betragen zwischen 0,35 und 5,63 m. Zu Transportzwecken wurden sie anschließend in 1-1,5 m lange Stücke zerschnitten (GISCHLER 2003).



Abb. 8:

Übersichtskarte über das Arbeitsgebiet mit den Entnahmepunkten der rezenten Kastengreifer-Proben sowie den Positionen der Vibrationsbohrungen und CT-Dauermessstationen.

3.2 Aufbereitung der Proben

Die rezenten Proben wurden noch vor Ort über einem Sieb mit der Maschenweite 1 mm geschlämmt. Im Labor wurden sie dann in Süßwasser gewaschen und bei 50 °C im Ofen getrocknet.

Aus den Hälften der Bohrkerne G-VC 5, L-VC 5 und T-VC 7 wurden im Abstand von 0,7-1,7 m (unkorrigierte Werte) 20-25 cm lange Abschnitte herausgenommen (vgl. Abb. 45, Kap. 4.3) und in Tüten verpackt. Die Referenzhälften der Kerne sollen nach Möglichkeit unberührt bleiben.

Zur Aufbereitung wurden die Proben zunächst über Nacht in Leitungswasser eingeweicht und am nächsten Tag über einem Sieb mit der Maschenweite 1 mm geschlämmt. Die Probe T-VC 7/500-525 cm musste aufgrund ihres hohen Torfgehalts für einige Stunden in H₂O₂ eingelegt werden, damit eine für das Schlämmen nötige Lockerung des Sediments eintreten konnte. Nach dem Schlämmen wurde die Fraktion >1 mm aus dem Sieb in einen 5 l-Eimer gespült, dekantiert und bei Zimmertemperatur getrocknet. Die Fraktion <1 mm wurde solange ruhen gelassen, bis sich die Schwebpartikel auf den Grund abgesetzt hatten und das Wasser mit einer Pumpe abgesaugt werden konnte. Aufgrund ihres hohen Schwebfraktion-Anteils (vorwiegend Foraminiferen), mitverursacht durch die fortwährende Reaktion mit H₂O₂, musste die Probe T-VC 7/500-525 cm zunächst gefiltert werden. Nach dem Absaugen der Wassersäule wurden die Probenfraktionen <1 mm bei 50 °C im Ofen getrocknet.

3.3 Datierung der Bohrkerne

Aus der Mitte der zu untersuchenden, noch nicht datierten Kernabschnitte wurden 2-5 cm lange Stücke entnommen, gewogen und in Tüten verpackt. Die Probenmenge war hierbei abhängig vom Gewicht des Sediments, da ~60 g zur Datierung benötigt wurden. Da die Sedimente von Turneffe Islands hauptsächlich aus leichten Chips der Grünalge *Halimeda* aufgebaut werden, mussten von ihnen weitaus größere Volumina genommen werden. Eine ¹⁴C-Datierung der Bohrkernsedimente erfolgte durch Beta Analytic in Miami (Florida, USA). Für die vorliegende Arbeit wurden die kalibrierten Alter verwendet.

3.4 Auswertung

3.4.1 Mikroskopische Untersuchungen

Zunächst wurde das Volumen der rezenten und fossilen Sedimentproben mit einem 250 ml-Messzylinder bestimmt. Die Sedimente wurden danach durch Trockensieben in die Fraktionen >5 mm und 1-5 mm unterteilt und diese getrennt voneinander ausgewertet. Die Fraktion <1 mm wurde in Tüten verpackt und steht für weitere Untersuchungen (u.a. auf Foraminiferen) zur Verfügung.

Aus dem Sediment >1 mm wurden anschließend Bivalven und Gastropoden sowie deren Bruchstücke mit Hilfe einer Pinzette unter einem Binokular (Leica, Modell MZ6) mit maximal

40-facher Vergrößerung ausgelesen und ihre Volumenanteile an der jeweiligen Fraktion ermittelt. Molluskenbruchstücke, von denen über 50 % der Schale erhalten und deren wesentliche Bestimmungsmerkmale (bei Bivalven: Schloss, Mantellinie; bei Gastropoden: Apex, Mündung) noch zu erkennen waren, wurden hierbei als vollständig erhaltene Schalen angesehen. Eine taxonomische Bestimmung der ausgelesenen Bivalven erfolgte, soweit möglich, auf Artebene. Als wichtigste Literaturquellen erwiesen sich hierbei REDFERN (2001), WARMKE & ABBOTT (1961), ABBOTT (1986), REHDER (1981) und MEINKOTH (1981). War der bestimmbare Bivalvenanteil einer Probe deutlich höher als die zur statistischen Relevanz notwendigen 300 Individuen (PATTERSON & FISHBEIN 1989), wurde er mit Hilfe eines Probenteilers auf eine überschaubare Zahl reduziert.

Des Weiteren wurden unter dem Binokular die Schalengrößen und die Anteile von rechten, linken und beidseitig erhaltenen Klappen ermittelt sowie taphonomische Signaturen auf den Schalenoberflächen festgestellt. Hierzu zählen Spuren von Bohrorganismen (v.a. *Oichnus* isp. und *Entobia* isp.), Inkrustierer (vorwiegend Foraminiferen, koralline Rotalgen, Algen, Polychaeten und Biofilme) sowie der Fragmentierungs- und Abrasionsgrad der Schalen. Die Bivalven aus den Bohrkernen wurden nur auf ihre Artenverteilung hin untersucht. Eine nähere Begutachtung ihrer Schalen erfolgte aufgrund des für statistische Zwecke zu kleinen Datensatzes nicht.

3.4.2 Cluster-Analysen

Um für verschiedene Lagunenzonen charakteristische Bivalven-Vergesellschaftungen zu erhalten, wurden mit der Computer-Software MVSP (Version 3.1) Q-Mode-Cluster-Analysen durchgeführt. In die Analysen wurden nur Bivalven miteinbezogen, die eindeutig einer Art zugeordnet werden konnten. Solche, bei denen eine Bestimmung nur auf Gattungs- oder Familienebene möglich war, wurden ausgeschlossen, da sie sehr wahrscheinlich auch Individuen eindeutig bestimmter Arten enthalten, was zu einer Verfälschung des Ergebnisses führen würde. Für die vorliegenden Cluster-Analysen wurde der Euklidische Distanz-Koeffizient und der Cluster-Algorithmus „unweighted pair-group average“ verwendet, da mit ihnen die besten Ergebnisse erzielt wurden und es keine eindeutigen Kriterien für die Verwendung bestimmter Koeffizienten und Algorithmen gibt (MIDDLETON 2000, SWAN & SANDILANDS 1995).

3.4.3 Berechnung von Diversitätsindizes

Diversität H' , Richness R und Evenness E geben einen Hinweis auf die Stabilität eines Ökosystems (OSCHMANN 1988, 1994) und wurden daher für jedes Atoll und jede Lagunenzone berechnet.

Die Berechnung der Diversität erfolgte nach SHANNON & WEAVER (1949):

$$H' = - \sum \frac{n_i}{N} \ln \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

wobei: n_i = Individuenzahl von Art i

N = Gesamtindividuenzahl

Hohe Diversitätswerte (bis 5) kennzeichnen ein Milieu mit optimalen Lebensbedingungen, in dem sich viele verschiedene Arten ansiedeln, das jedoch nicht lange genug stabil ist um eine Dominanz weniger

Arten zu entwickeln, die andere aus ihrem Lebensraum verdrängen („Intermediate Disturbance Hypothesis“ von CONNELL 1978; HUSTON 1979). Organismen, die solche Ökosysteme besiedeln, werden als K-Strategen bezeichnet (MACARTHUR & WILSON 1967). Sie zeichnen sich durch eine hohe Lebenserwartung, eine niedrige Fortpflanzungsrate, sowie einen hohen Spezialisierungsgrad aus (OSCHMANN 1988). Niedrige Diversitäten (bis 0) sind dagegen typisch für instabile Ökosysteme, in denen regelmäßige, kurzfristige Faunenzusammenbrüche zum Vorherrschen einer oder weniger spezialisierter Arten (r-Strategen) führen (OSMAN 1977, 1978). Für r-Strategen (MACARTHUR & WILSON 1967) oder Opportunisten (LEVINTON 1970) sind hohe Wachstums- und Fortpflanzungsraten charakteristisch, die ihnen eine rasche Besiedlung neuer ökologischer Nischen ermöglichen. Eine hohe Diversität kann mitunter durch den Effekt des Time-averaging hervorgerufen werden (OSCHMANN 1994).

Neben der Diversität sind auch hohe Richness- und Evenness-Werte für stabile Ökosysteme kennzeichnend. Der Artenreichtum – mitunter von der Gesamtindividuenzahl N einer Probe abhängig, da höhere Individuenzahlen auch höhere Artenzahlen bedingen – wurde mit Hilfe des Richness-Index⁷ nach MARGALEF (1958) bestimmt:

$$R = \frac{S - 1}{\ln(N)}$$

wobei: S = Anzahl der Arten

N = Gesamtindividuenzahl

Evenness wurde nach PIELOU (1966) wie folgt berechnet:

$$E = \frac{H'}{\ln(S)}$$

wobei: H' = Diversität

S = Anzahl der Arten

Die Werte beschreiben, wie gleichmäßig die Arten in einer Probe verteilt sind und geben damit die Dominanzverhältnisse innerhalb einer Vergesellschaftung von Organismen wieder – je niedriger E , umso vorherrschender sind eine oder wenige Arten. Niedrige Evenness-Werte zeigen demzufolge, wie auch niedrige Diversitäts- und Richness-Werte, entweder ein Pionier- oder ein Dominanzstadium an.

3.5 Fotodokumentation und Zeichnungen

Alle in den Sedimentproben gefundenen Muschelarten wurden im Anhang in Fototafeln zusammengestellt und dokumentiert. Hierzu wurden die am besten erhaltenen Exemplare auf Objektträger geklebt, in einer Hochvakuum-Kleinbeschichtungsanlage (Modell: BAL-TEC MED 020) mit Gold beschichtet (gesputtert), danach unter einem Raster-Elektronen-Mikroskop (REM; Modell: CamScan S4) analog fotografiert und die Fotos im Anschluss digitalisiert. Mit Bohrspuren und inkrustierenden Organismen auf den Schalen wurde ebenso verfahren. Schalen einer Größe von über 5 mm wurden mit einer digitalen Spiegelreflex-Kamera fotografiert. Von seltenen Arten, die nur in Form von Bruchstücken vorlagen, wurden Halbton-Zeichnungen mit den ergänzenden Fragmenten angefertigt.

Von den Bohrkernabschnitten wurden digitale Schwarz-Weiß-Fotos gemacht, die unter Photoshop (Version 7.0) wieder zusammengesetzt wurden.

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Wassertemperatur und Salinität

4.1.1 Messung von Wassertemperatur und Konduktivität

Von Dezember 2000 bis Dezember 2001 wurden in den Lagunen der Atolle je zwei CT-Dauermessstationen positioniert (Abb. 8). Die genauen Positionen und Wassertiefen sind Tab. 1 zu entnehmen. Eine Messung von Wassertemperatur und Konduktivität erfolgte achtmal täglich im Drei-Stunden-Takt. Die Datensätze der Stationen G-North und L-North konnten nicht in die Auswertung miteinbezogen werden, da G-North unauffindbar war und L-North keine vollständige Messdatenreihe lieferte.

CT-Station	Position	Tiefe [m]	Anzahl der Messungen	Messzeitraum
G-North	16°49'41"N / 87°49'51"W	?	-	-
G-South	16°47'04"N / 87°51'51"W	10,5	2913	04.12.2000-03.12.2001
L-North	17°18'58"N / 87°32'14"W	6,0	471	23.05.2001-20.07.2001
L-South	17°12'56"N / 87°32'17"W	3,0	2837	12.12.2000-01.12.2001
T-North	17°29'51"N / 87°49'02"W	3,6	2901	06.12.2000-03.12.2001
T-South	17°23'10"N / 87°52'50"W	7,8	2902	06.12.2000-03.12.2001

Tab. 1:

Positionen, Wassertiefen und Anzahl der Messungen im jeweiligen Messzeitraum der CT-Dauermessstationen.

4.1.2 Berechnung der Salinität

Die Umrechnung von Konduktivität (C) in Salinität (S) erfolgte mit Hilfe der Practical Salinity Scale von 1978 (DAUPHINEE et al. 1980, PERKIN & LEWIS 1980):

$$S = 0,0080 - 0,1692R_{15}^{1/2} + 25,3851R_T + 14,0941R_T^{3/2} - 7,0261R_T^2 + 2,7081R_T^{5/2} + DS$$

wobei: $R_T = \frac{C(S, T, 0)}{C(KCl, T, 0)}$

$$DS = \left[\frac{(T - 15)}{(1 + 0,0162(T - 15))} \right] + 0,0005 - 0,0056R_T^{1/2} - 0,0066R_T - 0,0375R_T^{3/2} + 0,0636R_T^2 - 0,0144R_T^{5/2}$$

Diese Formel ist für folgende Temperatur- und Salinitätsbereiche gültig:

$$-2 \text{ °C} \leq T \leq 35 \text{ °C}$$

$$2 \text{ ‰} \leq S \leq 42 \text{ ‰}$$

4.1.3 Wassertemperatur und Salinität im Jahresverlauf

In den Lagunen der Atolle treten nur geringe Unterschiede in der Jahresdurchschnittstemperatur und –salinität auf (Tab. 2). Die Wassertemperatur variiert im Jahresmittel zwischen 27,70 °C (G-South) und 27,98 °C (T-North), die Salinität zwischen 39,48 ‰ (T-North) und 40,81 ‰ (T-South). Im Jahresverlauf treten in der Nordlagune von Turneffe Islands die größten Schwankungen auf ($\Delta T = 10,10$ °C; $\Delta S = 8,07$ ‰). Den kleinsten Schwankungsbereich zeigen Temperatur und Salinität in der tiefen Lagune von Glovers Reef ($\Delta T = 6,87$ °C; $\Delta S = 3,37$ ‰).

CT-Station	Durchschnittstemperatur [°C]	Temperaturschwankungen [°C]		Durchschnittssalinität [‰]	Salinitätsschwankungen [‰]	
G-South	27,70	23,51-30,38	6,87	40,49	38,64-42,01	3,37
L-South	27,84	23,92-31,36	7,44	39,98	37,70-41,64	3,94
T-North	27,98	21,71-31,81	10,10	39,48	34,08-42,15	8,07
T-South	27,72	22,51-30,75	8,24	40,81	37,51-42,55	5,04

Tab. 2:

Ausgewertete Daten der CT-Dauermessstationen. Die Messdaten von G-North und L-North wurden nicht in die Ergebnisse miteinbezogen (Erläuterungen im Text).

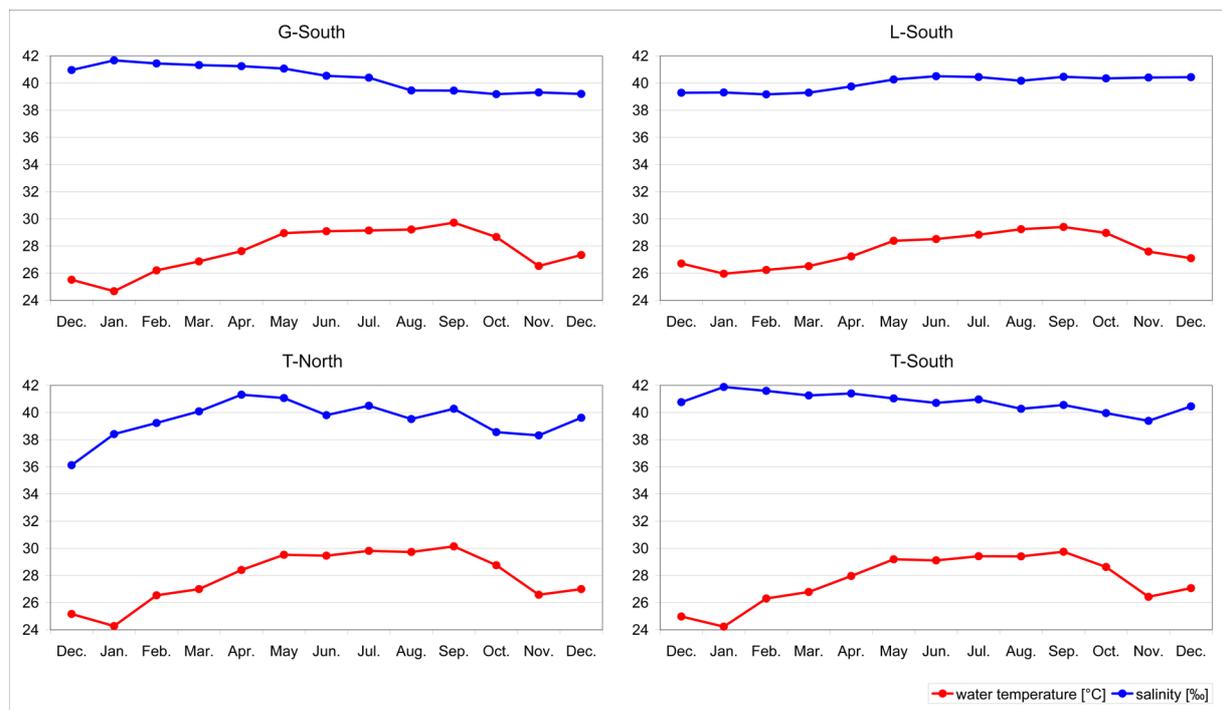


Abb. 9:

Jahresverlauf von Wassertemperatur und Salinität in den Lagunen der drei Atolle.

Die Wassertemperatur erreicht in allen drei Lagunen ein Maximum zwischen 29,40 °C (L-South) und 30,14 °C (T-North) im September und ein Minimum zwischen 24,23 °C (T-South) und 25,96 °C (L-South) im Januar (Abb. 9). Der Jahresverlauf der Salinitätskurven variiert von Atoll zu Atoll vergleichsweise stark. In der tiefen Lagune von Glovers Reef treten von Januar bis April nur geringfügige Schwankungen auf; von April bis August sinkt der Salzgehalt um insgesamt 1,79 ‰ und bleibt danach bis Dezember weitgehend konstant. In der flachen, offenen Lagune von Lighthouse Reef variiert die Salinitätskurve ebenfalls nur geringfügig, jedoch ist dort ein schwach ansteigender Trend

von März bis Juni um 1,22 ‰ zu verzeichnen. Auf Turneffe Islands unterliegt die Salinität größeren Schwankungen. In der Nordlagune steigt sie von Dezember 2000 bis April 2001 kontinuierlich an und variiert danach bis Dezember 2001 stark; in der Südlagune zeigt der Salinitätsverlauf geringere Schwankungen mit abfallendem Trend von April bis November.

4.1.4 Interpretation der jahreszeitlichen Schwankungen

Während die Temperaturen in den Lagunen ohne signifikante Unterschiede den Jahreszeiten folgen, spiegeln sich in den Salinitätskurven die geomorphologischen Eigenheiten der Atolle wider. Der Salzgehalt wird weitgehend von der Niederschlagsmenge beeinflusst, die in der Regenzeit zwischen Mai/Juni und November am höchsten ist (Abb. 10). In den geschlossenen Lagunen von Glovers Reef und Turneffe Islands wurde in dieser Zeit ein deutlich geringerer Salzgehalt gemessen. Die Regen bringenden Wirbelstürme Chantal und Iris, die am 21.08. und 09.10.2001 auf Belize trafen, wirkten sich besonders auf die Salinitätskurve von T-North aus; im August und Oktober wurde dort ein klarer Rückgang der Salinität verzeichnet (vgl. Abb. 9). In abgeschwächter Form spiegeln auch die Messwerte von T-South die beiden Sturmereignisse wider. Die Salinitätskurven von Glovers und Lighthouse Reef zeigen dagegen vernachlässigbar geringe Salinitätsrückgänge in diesen Monaten. In der Trockenzeit von Februar bis April wurden nur in der Nordlagune von Turneffe Islands ansteigende Salzgehalte registriert. Die anderen Lagunen zeigen weitgehend konstante Werte.

Der Einfluss des Niederschlags auf die Salinität wird besonders in der flachen Nordlagune von Turneffe Islands deutlich, da diese ein vergleichsweise kleines, abgeschlossenes und damit leicht beeinflussbares System darstellt. Mit zunehmender Lagumentiefe (T-South: 7,8 m; G-South: 10,5 m) zeichnet sich dieser Einfluss zunehmend schwächer in den Salinitätskurven ab. In der offenen Lagune von Lighthouse Reef ist aufgrund des ständigen Wasseraustauschs mit dem offenen Meer keine Korrelation der Salinität mit der Niederschlagsmenge zu erkennen.

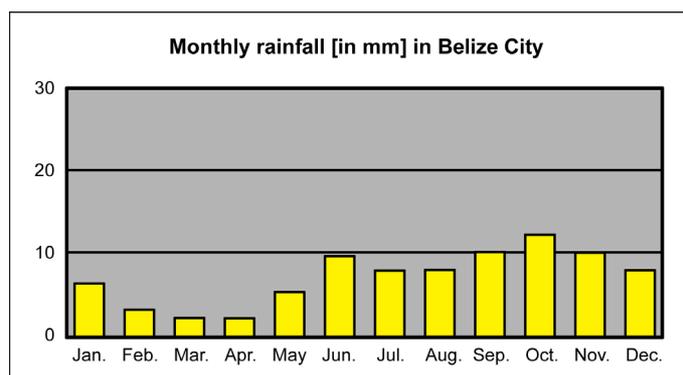


Abb. 10: Durchschnittliche monatliche Niederschläge im Jahresverlauf in Belize City (nach WALKER 1973).

4.2 Rezente Molluskenfauna

Die rezente Molluskenfauna der drei Atolle beinhaltet hauptsächlich Bivalven und Gastropoden; die Anteile an Polyplacophoren und Scaphopoden sind vernachlässigbar gering. Auf Glovers Reef ist der Molluskenanteil des Sediments mit Ø 51,3 Vol.% am höchsten (Tab. 3), auf Lighthouse Reef mit

Ø 48,5 Vol.% ebenfalls recht hoch und auf Turneffe Islands mit Ø 40,5 Vol.% vergleichsweise gering. Wie aus Tab. 3 ersichtlich, überwiegen auf allen drei Atollen Bivalven vor Gastropoden, am deutlichsten auf Turneffe Islands.

	Bivalven	Gastropoden	Mollusken (gesamt)
Glovers Reef	27,3	24,0	51,3
Lighthouse Reef	26,0	22,5	48,5
Turneffe Islands	24,3	16,3	40,5

Tab. 3:

Molluskenanteile der Lagunensedimente von Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands in Vol. %. Das Restsediment besteht vorwiegend aus mikritisierten und aragonitisch zementierten Organismenfragmenten (Korallen, koralline Rotalgen, *Halimeda*, Foraminiferen, Schwamm- und Tunicaten-Nadeln) sowie aus Peloiden fäkalen Ursprungs.

Abb. 11A-C zeigt die Verteilung von Bivalven und Gastropoden entlang der E-W-Traversen. Die Sedimentfraktion >5 mm enthält generell höhere Molluskenanteile als die Fraktion 1-5 mm, was aus der bedeutend kleineren durchschnittlichen Korngröße des Sediments (<1 mm) resultiert. Neben Mollusken finden sich in der Fraktion >5 mm meist nur vereinzelt inkrustierte Wurmbauten, Korallenbruchstücke oder Scheren von Krebsen, weshalb ihre Volumenanteile in dieser Fraktion statistisch weitgehend irrelevant sind. Dies belegen auch Dredge-Proben, die im März 2005 genommen wurden und nur wenige große Muschelschalen enthalten. Die Sedimentproben, die mit Hilfe des Kastengreiflers gewonnen wurden, repräsentieren demzufolge weitgehend unverfälscht die ursprünglich vorliegende Bivalvenfauna.

In der Fraktion 1-5 mm finden sich die höchsten Molluskenanteile in der tiefen inneren Lagune von Glovers Reef (bis zu 73,2 Vol.%). In den flachen Randbereichen der Lagune, sowie auf einer kleinen Erhöhung im zentralen Teil (G 22) sind die Anteile von Bivalven und Gastropoden, mit Ausnahme einiger Sedimentproben des westlichen Riffkamms, geringer. Auf Lighthouse Reef wurden die niedrigsten Molluskenanteile in den Sedimenten der südlichen Traverse verzeichnet (6,1-34,0 Vol.%). Entlang der mittleren und nördlichen Traverse des Atolls schwankt der Molluskenanteil des Sediments zwischen 13,5 und 53,7 Vol.%; an der östlichen Öffnung zum Blue Hole (L 19) ist er mit 91,0 Vol.% am höchsten. Geringfügig höhere Anteile an Bivalven und Gastropoden zeigen sich in der Umgebung des Middle Reef sowie in der tieferen östlichen Lagune und den tiefer gelegenen Bereichen der flacheren Westlagune. Die niedrigsten Molluskenanteile (5,8-32,2 Vol.%) wurden auf Turneffe Islands entlang der Traverse durch die Nordlagune festgestellt; die höchsten Anteile (75,5-88,2 Vol.%) fanden sich in der Umgebung von Mangroven entlang der südlichen Traverse. Wie auf Lighthouse Reef sind auch auf Turneffe Islands erhebliche Schwankungen der Molluskenanteile zu verzeichnen.

Neben dem Gesamtanteil der Mollusken variiert auch das Vorherrschen von Bivalven oder Gastropoden in den Lagunen der Atolle. In den flacheren westlichen Lagunenbereichen von Glovers Reef, sowie entlang des östlichen Riffkamms überwiegen meist Gastropoden, im tieferen Teil der Lagune dagegen Bivalven. Ein ähnlicher Trend ist auf Lighthouse Reef zu erkennen, wo der Anteil an Bivalven in der tieferen östlichen Lagune zunimmt. Auch die tieferen Bereiche der zentralen Lagune von Turneffe Islands zeigen ein Vorherrschen von Bivalven gegenüber Gastropoden.

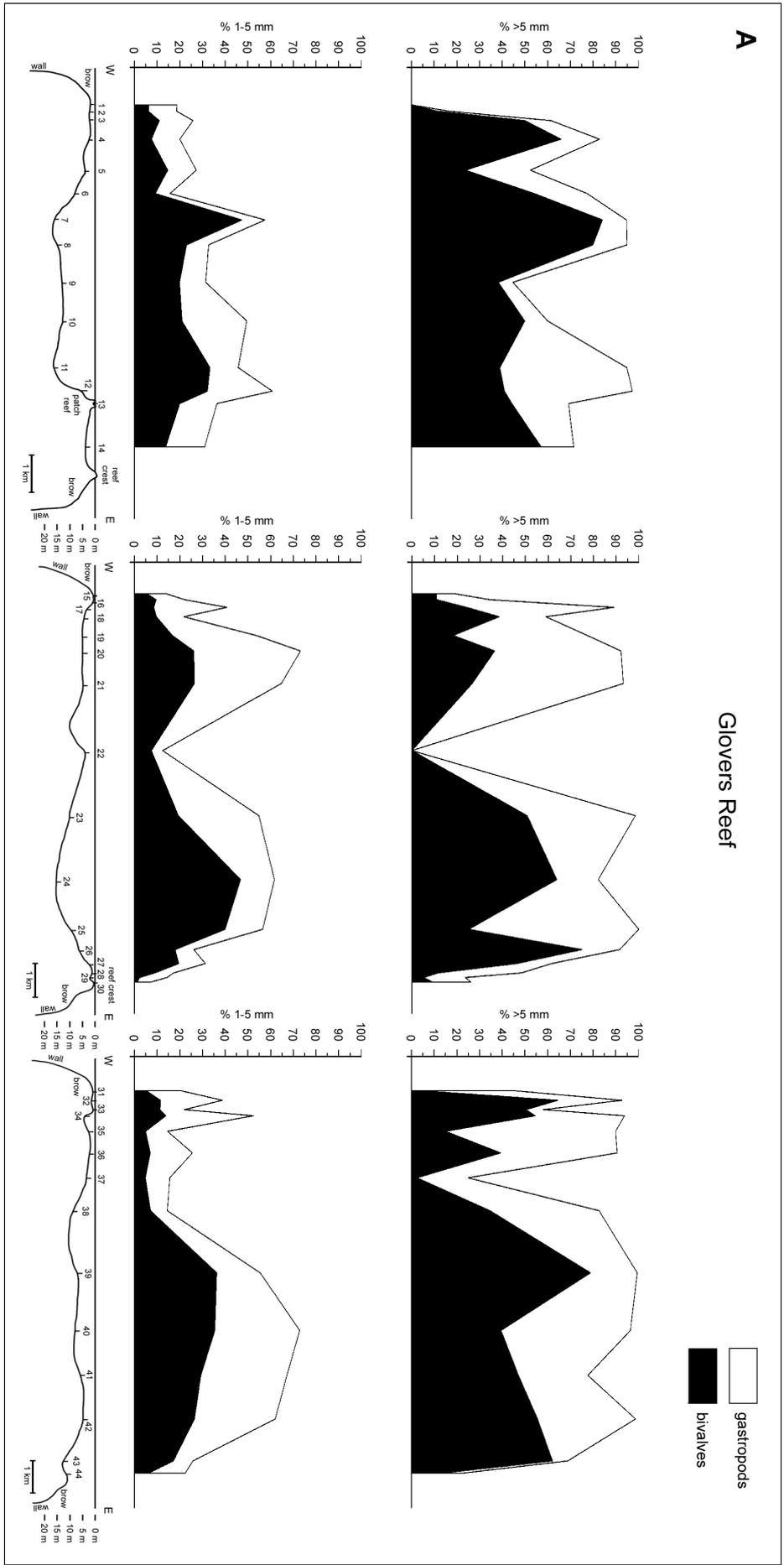


Abb. 11A:

Verteilung von Bivalven (schwarz) und Gastropoden (weiß) entlang der E-W-Traversen auf Glovers Reef in Vol. %.

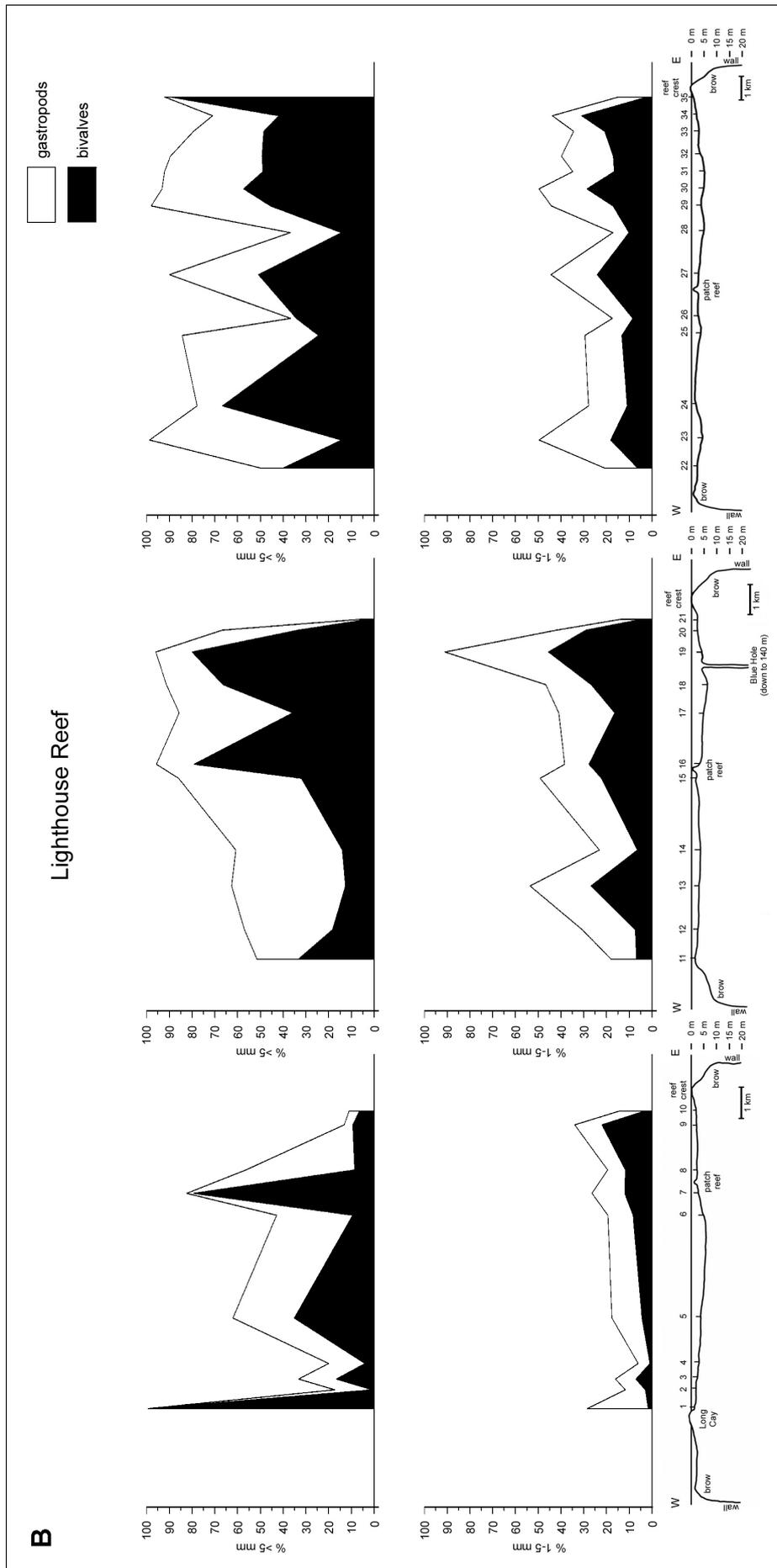


Abb. 11B: Verteilung von Bivalven (schwarz) und Gastropoden (weiß) entlang der E-W-Traversen auf Lighthouse Reef in Vol. %.

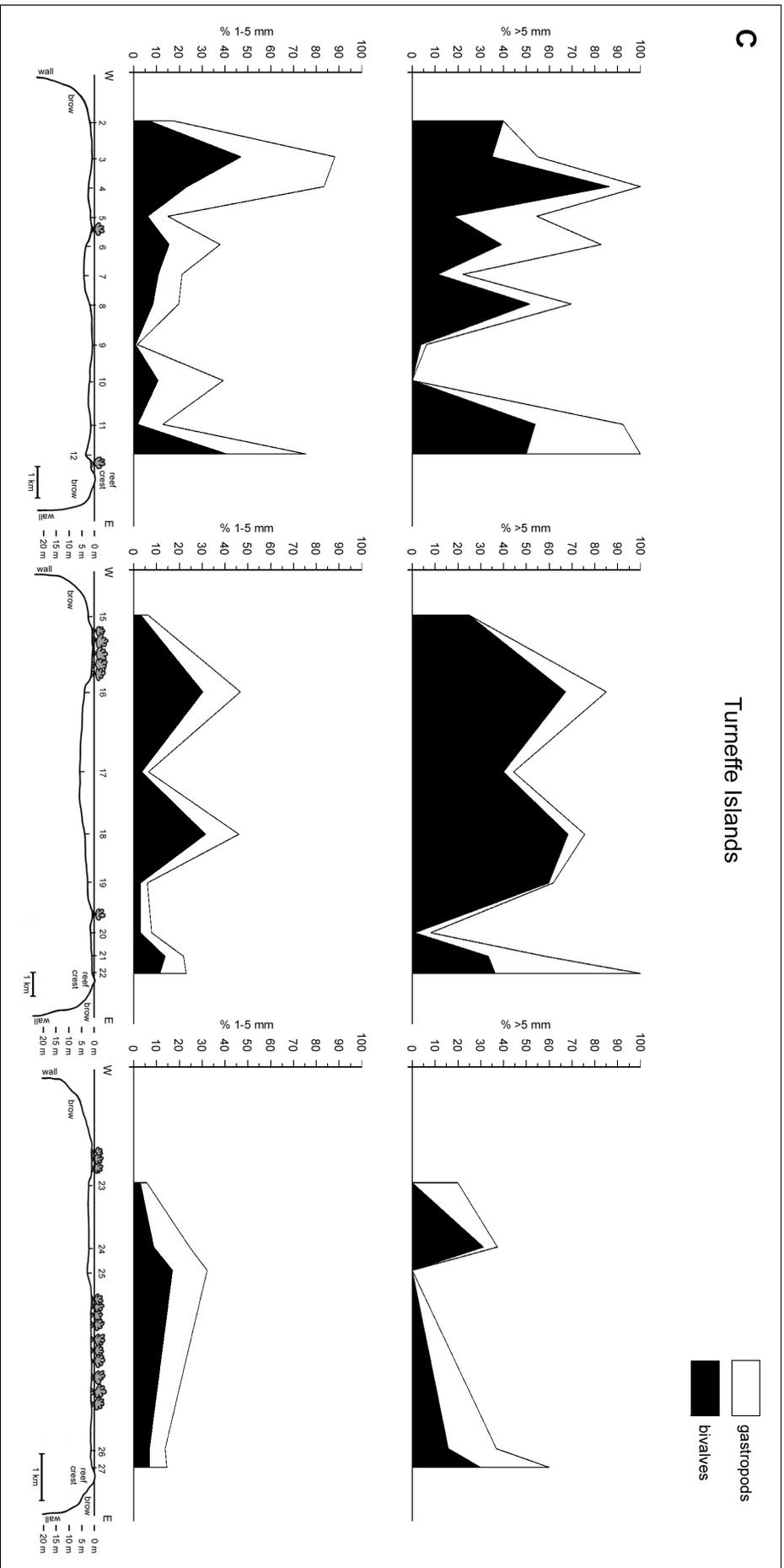


Abb. 11C:

Verteilung von Bivalven (schwarz) und Gastropoden (weiß) entlang der E-W-Traversen auf Turneffe Islands in Vol. %.

Die vorliegenden Beobachtungen lassen deutlich ungünstigere Lebensbedingungen für Mollusken auf Turneffe Islands vermuten als auf Lighthouse und Glovers Reef. Zum Einen stellt das grobkörnige, vorwiegend aus *Halimeda*-Chips aufgebaute Sediment ein schlechtes Substrat für grabende Muscheln und weidende Schnecken dar, zum Anderen verhindert die geschützte Lage des Atolls im Strömungsschatten von Lighthouse Reef einen für das Ökosystem wichtigen Wasseraustausch. Dieser Effekt wird durch den Mangrovensaum, der die Lagune umgibt, noch verstärkt und führt letztendlich zu einem Mangel an freiem Sauerstoff. In den Lagunensedimenten von Turneffe Islands wurden Gehalte von $\bar{\text{O}}$ 5,6 % TOC (total organic carbon) gemessen (GISCHLER & LOMANDO 1999, GISCHLER 2000), was eine Sauerstoffzehrung durch unvollständigen Abbau organischen Materials belegt. Örtlich beträgt der Gehalt an organischem Kohlenstoff sogar über 15 %. Auch die vergleichsweise starken Salinitätsschwankungen, die besonders in der Nordlagune des Atolls auftreten, dürften die Besiedlung durch Mollusken erschweren. Lighthouse und Glovers Reef stellen dagegen stabilere Systeme mit ausreichendem Wasseraustausch dar. Ihre Sedimente enthalten $\bar{\text{O}}$ 1-2 % TOC, was auf deutlich höhere Sauerstoffgehalte in den Lagunen hinweist.

Sowohl der mangelnde Wasseraustausch auf Turneffe Islands – v.a. in der Nordlagune – als auch starke Strömungen, wie sie im Süden von Lighthouse Reef durch den östlichen Riffeinbruch entstehen, bewirken einen Rückgang der Molluskenfauna. In den tieferen Lagunenbereichen von Glovers Reef mit geringer Wellen- und Strömungsenergie herrschen vergleichsweise günstige Lebensbedingungen für Bivalven und Gastropoden. Trotz Sauerstoffmangels werden die Mangrovegebiete auf Turneffe Islands gerne von Mollusken besiedelt, was mit einem höheren Nährstoffgehalt in der Umgebung der Pflanzen verbunden sein könnte.

Gastropoden ernähren sich, mit Ausnahme von Raubschnecken, vorwiegend als Weidegänger oder von pflanzlichem und tierischem Detritus; ihr Nahrungsangebot ist daher in der euphotischen Zone am größten. In den flacheren, mit Seegrass bewachsenen Lagunenbereichen sind sie deshalb häufiger anzutreffen als Bivalven, von denen die meisten bevorzugt als Suspensionsfresser im Sediment eingegraben leben.

4.2.1 Ökotypenkonzept

In der vorliegenden Arbeit wurde ein Hauptaugenmerk auf die Bivalvenfauna gerichtet, da Bivalven im Vergleich zu Gastropoden eine geringere Artenvielfalt aufweisen und leichter zu bestimmen sind. Daneben erlaubt ihre Schalenmorphologie Rückschlüsse auf ihre Lebens- und Ernährungsweise, was bei Gastropoden nicht der Fall ist. Zur Untersuchung der Bivalvenfauna diente daher neben der Verteilung einzelner Arten auch die Verteilung unterschiedlicher Ökotypen. Hierzu wurden die Bivalven, die mit ≥ 80 % den trophischen Kern einer Probe bilden (WALKER 1972), in die in Tab. 4 und Abb. 12 dargestellten Ökotyp-Gruppen eingeteilt.

Epifaunale Muscheln leben frei oder festgeheftet auf der Sedimentoberfläche. Eine Anheftung an das Substrat erfolgt entweder mit Byssusfäden oder einer klebrigen Flüssigkeit, die von der Byssusdrüse ausgeschieden wird und sich danach verhärtet. Bei den infaunalen Muscheln unterscheidet man Formen mit und ohne Siphon. Ihre Grabtiefe kann mit Hilfe der Mantelbucht bestimmt werden, die auf die Siphollänge rückschließen lässt (Abb. 13). Neben epi- und infaunalen Formen fanden sich vereinzelt auch Muscheln, die in Bauten anderer Organismen eingestartet leben.

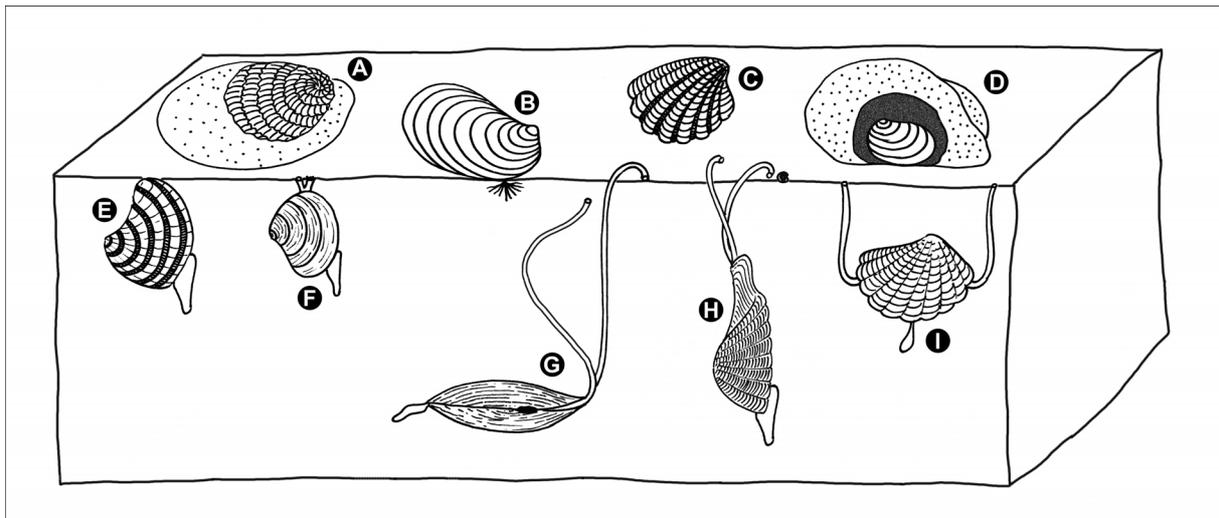


Abb. 12:

Ökotypen (vgl. Tab. 4). A: epifaunale, zementierte Suspensionsfresser; B: epifaunale, byssat festgeheftete Suspensionsfresser; C: epifaunale, frei lebende Suspensionsfresser; D: epifaunale, eingestülpte Suspensionsfresser; E: infaunale, sehr flach grabende Suspensionsfresser ohne Siphon; F: infaunale, flach grabende Suspensionsfresser mit Siphon; G: tief grabende Detritusfresser mit Siphon; H: tiefer grabende, räuberische Carnivoren mit Siphon; I: flach grabende Bivalven mit Chemosymbionten und Siphon.

Sowohl epifaunale als auch infaunale Bivalven sind zumeist Suspensionsfresser. Daneben gibt es tief grabende Formen, wie die Telliniden und einige Semeliden, die sich von pflanzlichem Detritus auf der Sedimentoberfläche ernähren. Selten treten räuberische Carnivoren auf. Einige Luciniden leben in Symbiose mit Sulfid-oxidierenden Bakterien, die in den Lungenfilamenten der Muschel sitzen und ihr ein Leben in sauerstoffarmen Milieus ermöglichen (TAYLOR & GLOVER 2000, ARRUDA et al. 2003). Solche Muscheln besiedeln das Sediment nahe der Redox-Grenze; ihre Pseudosiphonen versorgen sie sowohl mit Sauerstoff von der Substratoberfläche als auch mit H_2S aus den unterhalb der Redox-Grenze liegenden Sedimentbereichen (OSCHMANN 1994a, b). Eine chemosymbiontische Lebensweise hinterlässt keine morphologischen Merkmale an der Muschelschale (SEILACHER 1990, SAVRDA et al. 1991), weshalb sie schwierig nachzuweisen ist und oft nur vermutet wird.

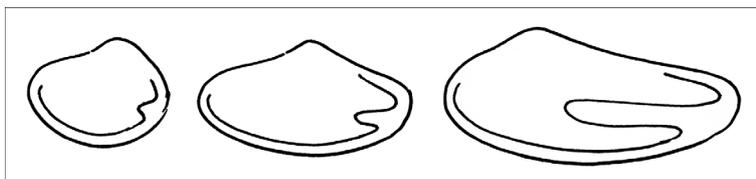


Abb. 13:

Einbuchtung der Mantellinie einer flach, tiefer und sehr tief grabenden Muschel (von links nach rechts). Eine größere Mantelbucht lässt auf einen längeren Siphon und damit eine größere Grabtiefe infaunaler Bivalven schließen.

Ökotypen							
zementiert	epifaunal		eingesenstet	infaunal mit Siphon		Grabtiefe infaunaler Bivalven	
	mit Byssus festgeheftet	nicht festgeheftet		infaunal ohne Siphon	grabend		Bivalven mit Chemosymbionten
<i>Chama macerophylla</i>	<i>Modiolus americanus</i> <i>Modiolus</i> sp. <i>Crenella divaricata</i> <i>Barbatia cancellaria</i> <i>Barbatia caroida</i> <i>Arcopsis adamsi</i> <i>Ctenoides scabra</i> <i>Argopecten nucleus</i> <i>Lindapecten exasperatus</i>	<i>Glycymeris pectinata</i>	<i>Erycina periscopiana</i>	<i>Diplodonta notata</i> <i>Pleuromeris tridentata</i> <i>Crassinella tumulata</i>	<i>Cardiopsis smithii</i> <i>Americardia guppyi</i> <i>Laevicardium laevigatum</i> <i>Chione cancellata</i> <i>Chione papiria</i> <i>Chione</i> sp. <i>Gouldia cerina</i> <i>Transennella cubaniana</i> <i>Transennella stimpsoni</i> <i>Pitar simpsoni</i> <i>Pitar fulminatus</i> <i>Eryllia concentrica</i> <i>Eryllia nitens</i>	<i>Anodonta alba</i> <i>Divalinga quadrifurcata</i> ? <i>Lucina beliziana</i> <i>Parvilucina</i> sp. A <i>Parvilucina costata</i> <i>Here sombrenensis</i> ? <i>Codakia orbiculata</i> <i>Codakia orbiculans</i>	sehr flach grabend
					<i>Semellina nuculooides</i> <i>Cumingia coarctata</i> <i>Cumingia vanhyningi</i> <i>Tellina mera</i> <i>Tellina lineata</i> <i>Tellina gouldii</i> <i>Tellina aegistriata</i> <i>Tellina candeana</i> <i>Tellina similis</i> <i>Tellina sybaritica</i> <i>Tellina listeri</i>	flach grabend	
					<i>Cardiomya costellata</i>	tiefer grabend	
						flach grabend	
						sehr tief grabend	

Tab. 4:

Einteilung der häufigsten Bivalven in verschiedene Ökotyp-Gruppen nach Lebensweise, Ernährung und Grabtiefe infaunaler Arten. Die Chemosymbionten-tragenden Luciniden wurden von TAYLOR & GLOVER 2000 bzw. ARRUDA et al. 2003 beschrieben. Bei den mit einem Fragezeichen versehenen Arten wurden in der Literatur keine eindeutigen Belege für die Existenz von Chemosymbionten gefunden.

4.2.2 Bivalvenverteilung auf den drei Atollen

4.2.2.1 Verteilung der häufigsten Bivalven auf den Atollen

In Abb. 14 sind alle Arten dargestellt, die $\geq 5\%$ der Bivalvenfauna eines Atolls ausmachen. Aufgrund des hohen Verwandtschaftsgrads und einer ähnlichen Lebensweise wurden einige Arten unter ihrem Gattungsnamen zusammengefasst. Hierzu zählen die Gattung *Tellina*, die vorwiegend durch *T. candeana* und *T. similis* in den Lagunen vertreten ist, und die Gattung *Ervilia* mit *E. concentrica* und *E. nitens*.

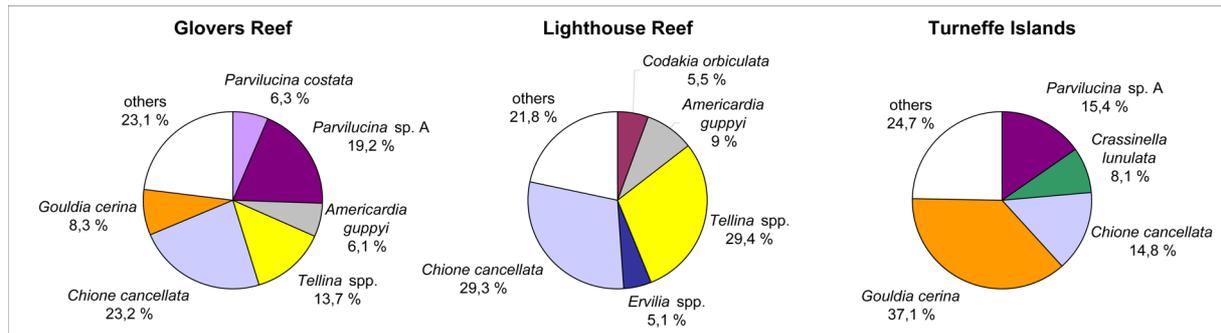


Abb. 14:

Häufigste Bivalven (>5 %) auf Grovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands.

Auf Grovers Reef dominieren *Chione cancellata* (23,2 %), *Parvilucina* sp. A (19,2 %) und *Tellina* spp. (13,7 %). Untergeordnet treten *Gouldia cerina* (8,3 %), *Parvilucina costata* (6,3 %) und *Americardia guppyi* (6,1 %) auf. Die innere Lagune von Lighthouse Reef zeigt ebenfalls hohe Anteile an *Tellina* spp. (29,4 %), *Chione cancellata* (29,3 %) und *Americardia guppyi* (9 %). Daneben sind noch *Codakia orbiculata* (5,5 %) und *Ervilia* spp. (5,1 %) vergleichsweise häufig. Die Bivalvenfauna von Turneffe Islands wird mit 37,1 % von *Gouldia cerina* bestimmt und enthält daneben viele Vertreter der Arten *Parvilucina* sp. A (15,4 %), *Chione cancellata* (14,8 %) und *Crassinella lunulata* (8,1 %).

Diese Beobachtungen zeigen zwei vollkommen unterschiedliche Faunen auf Lighthouse Reef und Turneffe Islands. Die innere Lagune von Grovers Reef beherbergt dagegen Teile beider Faunen – hier finden sich sowohl hohe Anteile an *Chione cancellata*, *Tellina* spp. und *Americardia guppyi*, wie auf Lighthouse Reef, als auch hohe Anteile an *Parvilucina* sp. A und *Gouldia cerina*, wie auf Turneffe Islands. Dieses Verteilungsmuster spiegelt die Unterschiede in der Lage und Geomorphologie der drei Atolle wider. Die flache, offene Lagune von Lighthouse Reef unterscheidet sich in ihrer Bivalvenfauna vollkommen von der ebenfalls flachen, aber weitgehend geschlossenen und von Wasserbewegung kaum beeinflussten Lagune von Turneffe Islands. Auf Grovers Reef finden sich Faunenelemente, die für offene und geschlossene Lagunen typisch sind, da die flachen Lagunenrandbereiche dem Einfluss von Wellen und Strömung ausgesetzt sind, in der tiefen, zentralen Lagune die Wasserzirkulation aber deutlich eingeschränkt ist.

4.2.2.2 Verteilung der Ökotypen auf den Atollen

Abb. 15 zeigt sowohl die Anteile an Suspensions- und Detritusfressern sowie an Bivalven mit Chemosymbionten, als auch die Anteile an unterschiedlich tief grabenden Muscheln auf Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands. Die Ergebnisse beruhen auf der Untersuchung des trophischen Kerns der Bivalvenfauna jedes Atolls (vgl. Kap. 4.2.1).

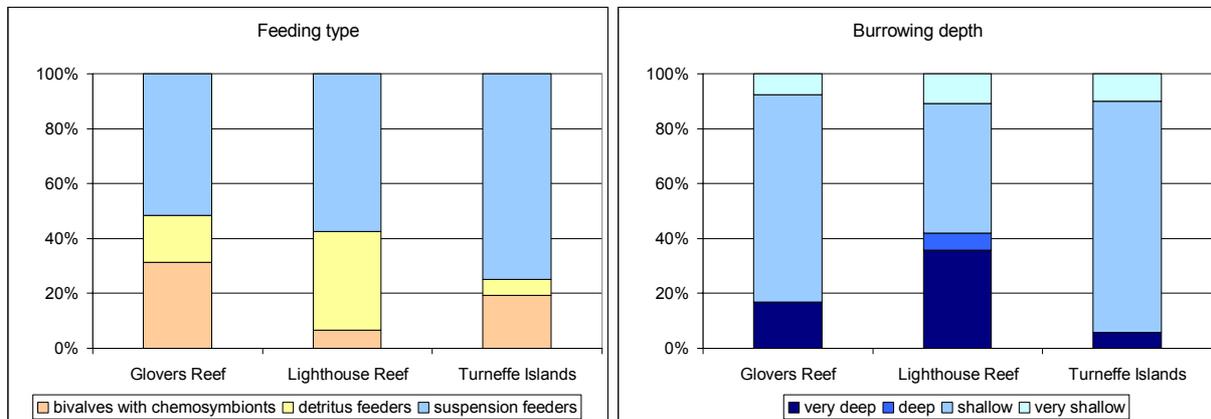


Abb. 15:

Verteilung von Bivalven unterschiedlicher Ernährungsweise und Grabtiefe auf Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands. Es wurden nur die Bivalven des trophischen Kerns der Fauna jedes Atolls untersucht.

Auf allen drei Atollen dominieren flach grabende Suspensionsfresser die Bivalvenfauna. In der flachen, offenen Lagune von Lighthouse Reef sind zudem sehr tief grabende Detritusfresser – vorwiegend Telliniden – häufig anzutreffen (35,8 %). Bivalven mit Chemosymbionten sind dagegen selten (6,7 %). Die flache, geschlossene Lagune von Turneffe Islands wird bevorzugt von flach bis sehr flach grabenden Suspensionsfressern besiedelt (75,0 %). Daneben gewinnen Bivalven mit Chemosymbionten an Bedeutung (19,2 %). Tief grabende Detritusfresser sind mit 5,8 % vergleichsweise selten anzutreffen. Die innere Lagune von Glovers Reef weist mit 31,4 % die höchsten Anteile an Bivalven mit Chemosymbionten auf. Die Anteile an tief grabenden Detritusfressern liegen mit 16,9 % zwischen denen von Lighthouse Reef und Turneffe Islands.

Lighthouse Reef ist aufgrund der exponierten Lage und geringen Lagumentiefe das den Wellen und der Strömung am stärksten ausgesetzte Atoll. Suspensions- und Detritusfresser sind dort vorherrschend, da in der Lagune ein ständiger Wasseraustausch mit dem offenen Meer stattfindet und somit genügend Nahrung in Suspension und als Detritus auf der Sedimentoberfläche zur Verfügung steht. Der Einfluss von Wellen und Strömung ist auch der Grund für den hohen Anteil an tief bis sehr tief grabenden Muscheln, die im Sediment Schutz suchen, um nicht weggespült zu werden.

In den flachen, weitgehend geschlossenen Lagunen von Turneffe Islands ist die bevorzugte Nahrungsquelle die Suspension. Sowohl der geringe Anteil an tief grabenden Detritusfressern als auch der erhöhte Anteil an Bivalven mit Chemosymbionten deuten auf eine flache Lage der Redox-Grenze in den Lagunensedimenten hin. Flach bis sehr flach grabende Muscheln sind dort im Vergleich zu den beiden anderen Atollen am häufigsten, da die geringe Tiefe der Redox-Grenze kein tieferes Eingraben in das Sediment erlaubt. Zudem wird das Sediment vorwiegend von grobkörnigen Chips der Grünalge *Halimeda* aufgebaut, was das Eingraben für die Muscheln erschwert.

Die Lagune von Glovers Reef lässt sich in flache, offene und tiefe Bereiche mit geringer Wasserbewegung einteilen. Bivalven mit Chemosymbionten sind auf diesem Atoll am häufigsten und zeigen eine geringe Tiefe der Redox-Grenze im Sediment – vermutlich in den tiefen Lagunenbereichen – an. Sehr tief grabende Detritusfresser treten im Vergleich zu Turneffe Islands wieder häufiger auf, da das feinkörnige Sediment einen idealen Lebensraum für sie darstellt und die in den flachen Lagunenrandbereichen zunehmende Wellen- und Strömungsenergie ein Eingraben erforderlich macht.

4.2.3 Bivalvenverteilung entlang der E-W-Traversen

4.2.3.1 Verteilung der häufigsten Bivalven entlang der Traversen

Bei der Auswertung der häufigsten Bivalven entlang der Traversen (Abb. 16A-C) wurden nur die Arten berücksichtigt, die an mindestens einem Probenpunkt des jeweiligen Atolls mit ≥ 5 % der Individuen vertreten sind. Hierbei wurden wiederum einige ähnliche Arten unter ihrem Gattungsnamen zusammengefasst.

In den flachen Lagunenbereichen von Glovers Reef tritt besonders *Chione cancellata* in den Vordergrund. Die flachen Lagunenrand- sowie von Wellen und Strömung beeinflusste Bereiche des Atolls werden v.a. von *Tellina* spp. und *Americardia guppyi* eingenommen. *Parvilucina costata* bevorzugt ebenfalls die flacheren Zonen und ist in der tiefen Lagune vergleichsweise selten. Diese wird v.a. von *Parvilucina* sp. A besiedelt; daneben ist *Gouldia cerina* am häufigsten in den tieferen Zonen entlang der südlichen und nördlichen Traverse zu finden. *Laevicardium laevigatum* sowie Vertreter der Pectinidae sind vergleichsweise selten, jedoch bevorzugt in größeren Tiefen anzutreffen. *Lucina beliziana* und *Codakia orbiculata* wurden nur am westlichen Lagunenrand der südlichen Traverse, wo der Riffrand durchbrochen ist, sowie entlang der strömungsbeeinflussten nördlichen Traverse gefunden, *Ervilia* spp. lediglich entlang des westlichen und östlichen Riffs und auf einem Fleckenriff (G 13).

Auf Lighthouse Reef sind *Tellina* spp., *Chione cancellata* und *Codakia orbiculata* überall häufig; nur entlang der südlichen Traverse, die der Strömung aufgrund des Riffdurchbruchs im Osten stärker ausgesetzt ist, treten diese Arten in den Hintergrund. Hier, sowie im östlichen Rückriffbereich des Atolls wurden dagegen hohe Anteile an *Ervilia* spp. festgestellt. *Americardia guppyi* ist recht gleichmäßig entlang jeder der drei Traversen verteilt. *Glycymeris pectinata* ist im flacheren westlichen Teil der Lagune häufiger anzutreffen als im tieferen östlichen. In geringerer Anzahl ist *Lucina beliziana* auch auf Lighthouse Reef bevorzugt in den strömungsbeeinflussten Zonen der südlichen Traverse und des Rückriffs vertreten. Daneben zeigt *Transennella* spp. höhere Anteile im Westen der südlichen und im Rückriffbereich der mittleren Traverse. Ebenfalls im Rückriff als auch an der östlichen Öffnung zum Blue Hole tritt *Cumingia* spp. in geringer Anzahl auf. *Gouldia cerina* und *Pitar* spp. lassen ebenso an der östlichen Öffnung zum Blue Hole sowie entlang der südlichen Traverse leicht höhere Anteile erkennen.

Gouldia cerina dominiert die Bivalvenfauna von Turneffe Islands und tritt am häufigsten in der von Mangroven umschlossenen Nord- und zentralen Lagune auf. Etwas seltener ist die Art in der Südlagune, die aufgrund einer Lücke im östlichen Mangrovensaum vergleichsweise offen ist.

Parvilucina sp. A zeigt dagegen höhere Anteile in der Süd- und zentralen Lagune und tritt in der Nordlagune in geringerer Anzahl auf. Ebenso ist *Chione cancellata* in der Südlagune sowie im östlichen Rückriffbereich häufiger vertreten – also überall dort, wo Wellen und Strömung einen, wenn auch geringen Einfluss, auf den Lebensraum der Muscheln haben. *Crassinella lunulata* scheint die Nähe von Mangroven zu bevorzugen; die Art findet sich am häufigsten in der Nordlagune und in einem Kanal durch den Mangrovensaum am Westrand der Südlagune. Auch *Arcopsis adamsi* – im Vergleich zu den beiden anderen Atollen auf Turneffe Islands recht häufig – scheint bevorzugt die Umgebung der Mangroven zu besiedeln. Zwei weitere Arten, die nur auf Turneffe Islands in größerer Anzahl auftreten, sind *Pleuromeris tridentata* und *Chione* sp.; *P. tridentata* findet sich ausschließlich am Riff der mittleren Traverse, *Chione* sp. nur in der Nordlagune. *Americardia guppyi*, *Tellina* spp. und *Ervilia* spp. zeigen höhere Anteile im Rückriffbereich des Atolls, wobei *Tellina* spp. recht unregelmäßig verteilt ist und auch in manchen Kanälen durch den Mangrovensaum gehäuft vorkommt. Auch *Pitar* spp. lässt sowohl in der Nähe des Riffs als auch an einer Mangroveninsel in der Südlagune höhere Anteile erkennen. *Cumingia* spp. ist, wie auf Glovers und Lighthouse Reef, vergleichsweise selten und nur in der geschlossenen Nordlagune, an den westlichen Kanalenden sowie in einzelnen Sedimentproben der Süd- und zentralen und Lagune vertreten.

Die Bivalvenverteilung entlang der Traversen zeigt eine deutliche Zonierung innerhalb der Lagunen. So sind (1) wellen- und strömungsbeeinflusste Flachwasserbereiche durch das Vorkommen von *Chione cancellata*, *Tellina* spp., *Americardia guppyi*, *Lucina beliziana* und *Pitar* spp. gekennzeichnet. (2) Flachwasserzonen mit stärkerem Strömungseinfluss zeigen daneben hohe Anteile an *Ervilia* spp.; (3) Flachwasserzonen mit gemäßigter Wellen- und Strömungsaktivität werden neben den oben genannten Arten von *Parvilucina costata*, *Codakia orbiculata*, *Glycymeris pectinata* und *Transennella* spp. besiedelt. *Parvilucina* sp. A und *Gouldia cerina* dominieren in (4) strömungsgeschützten Gebieten, in Sedimenten mit zeitweisem Sauerstoffmangel und geringer Tiefe der Redox-Grenze. Ihr Vorkommen ist nicht von der Wassertiefe abhängig. Charakteristisch für (5) tiefe Lagunenbereiche sind *Laevicardium laevigatum* sowie Vertreter der Pectinidae. *Chione* sp. wurde nur in (6) flachen Stillwasserbereichen mit zeitweisem Sauerstoffmangel im Oberflächensediment angetroffen; *Crassinella lunulata* und *Arcopsis adamsi* bevorzugen die (7) strömungsgeschützte Umgebung der Mangroven als Lebensraum.

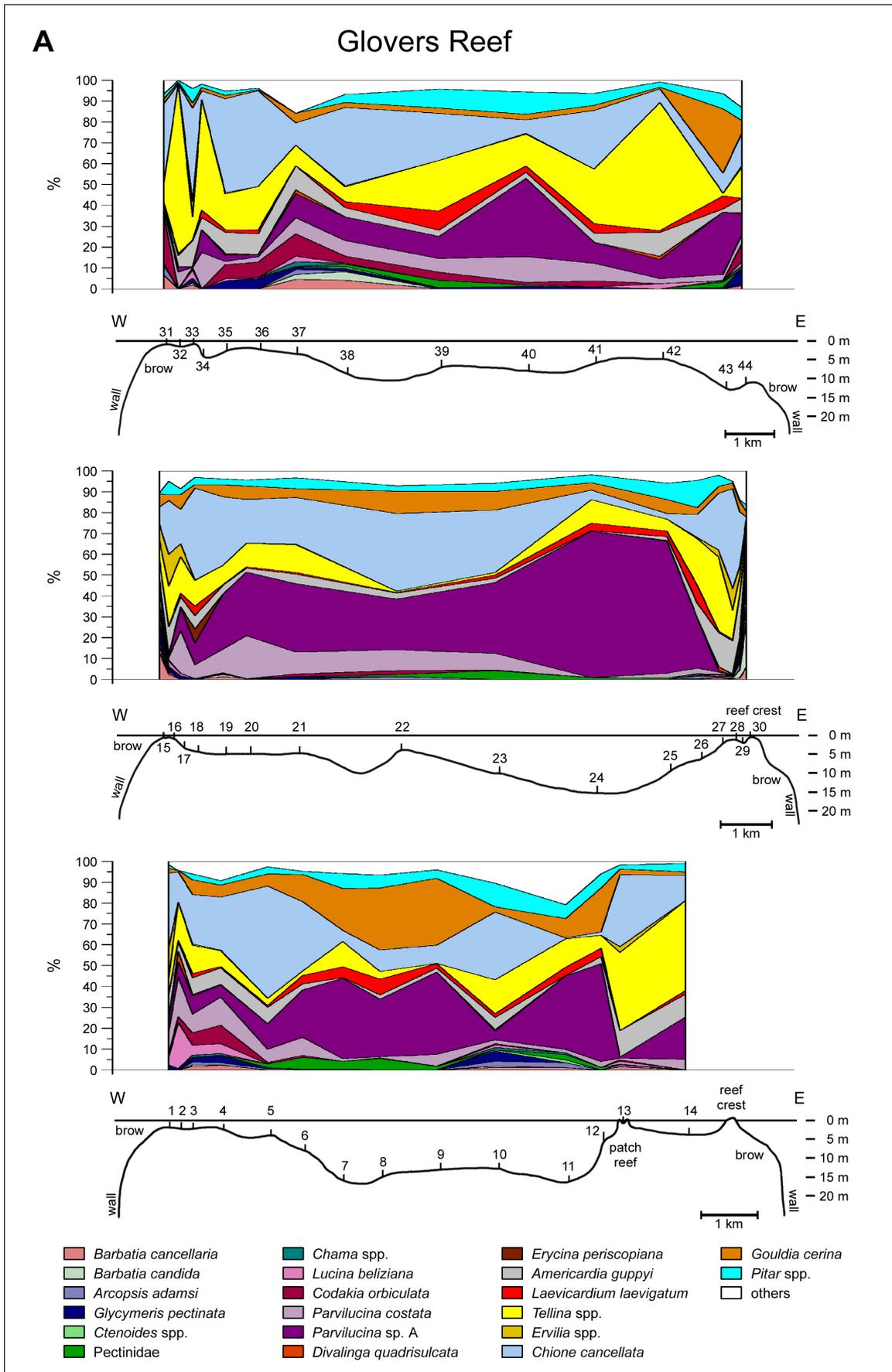


Abb. 16A:
Verteilung der häufigsten Bivalven (>5 %) entlang der E-W-Traversen auf Glovers Reef.

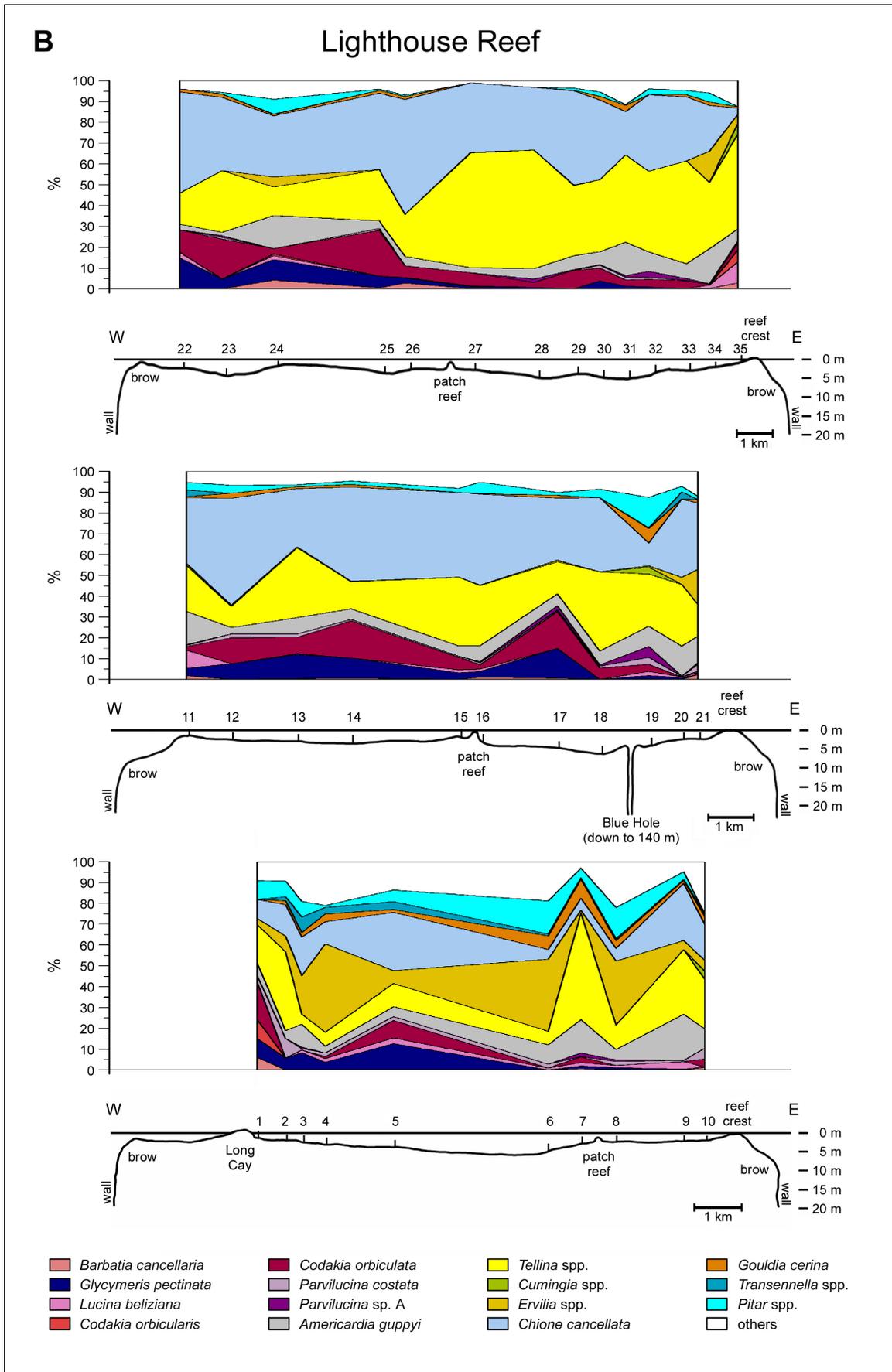


Abb. 16B:
Verteilung der häufigsten Bivalven (>5 %) entlang der E-W-Traversen auf Lighthouse Reef.

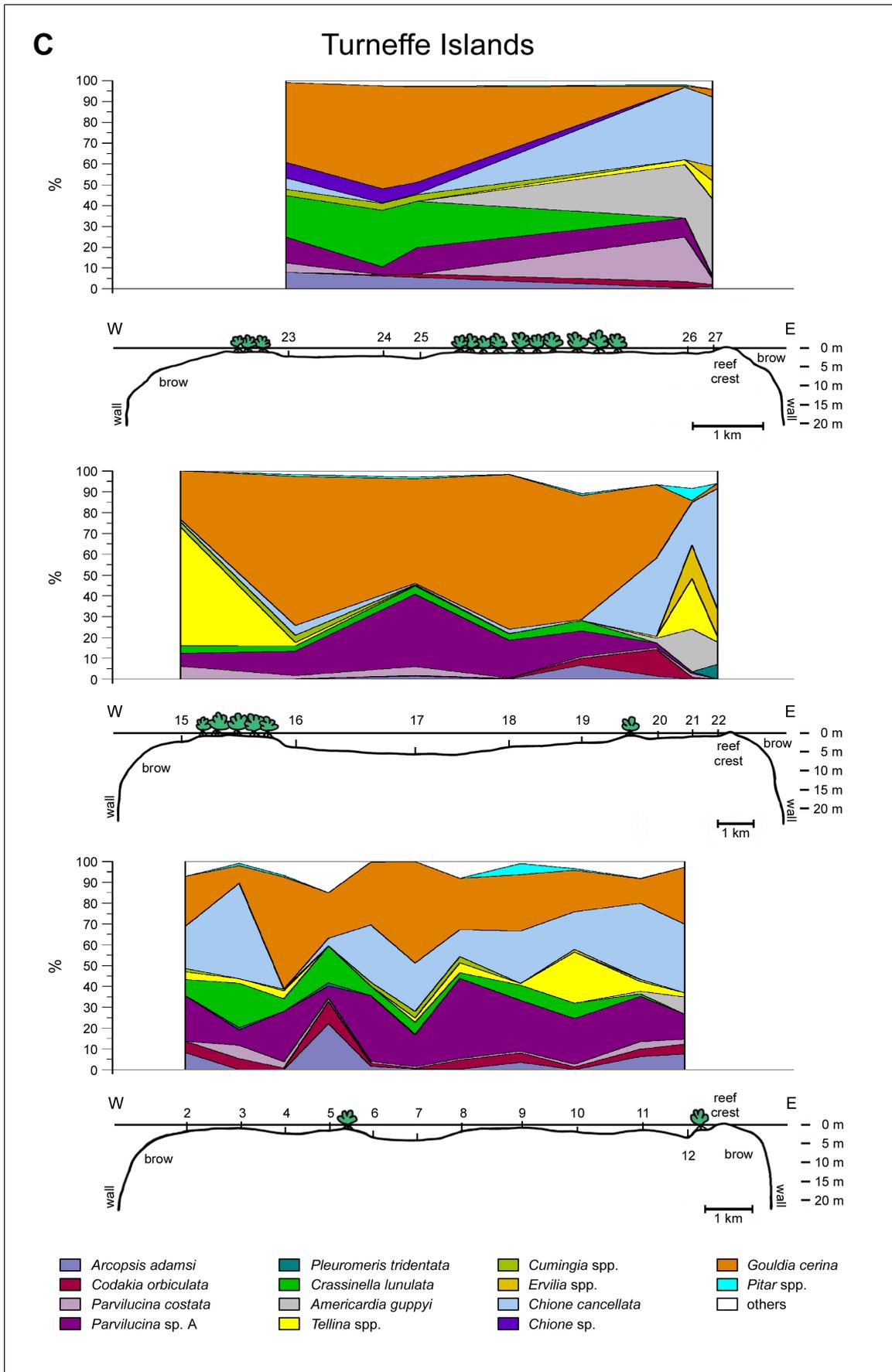


Abb. 16C:
Verteilung der häufigsten Bivalven (>5 %) entlang der E-W-Traversen auf Turneffe Islands.

4.2.3.2 Verteilung der Ökotypen entlang der Traversen

In Abb. 17A-C und Abb. 18A-C ist die Verteilung von Muscheln unterschiedlicher Ernährungsweise und Grabtiefe entlang der E-W-Traversen dargestellt. Die Ergebnisse beziehen sich auf die Untersuchung des trophischen Kerns der Bivalvenfauna jeder Probe (vgl. Kap. 4.2.1 u. Kap. 4.2.2.2).

Bivalven mit Chemosymbionten kommen auf Glovers Reef am häufigsten in den tiefen, geschlossenen Lagunenbereichen vor. Besonders hohe Anteile erreichen sie entlang der mittleren Traverse, die durch den geschlossenen östlichen Riffkamm besser von der Strömung abgeschirmt ist als die Traversen im Norden und Süden des Atolls. Diese verlaufen entlang zweier Riffkamm-Durchbrüche im Osten und zeigen, bedingt durch einen ständigen Wasseraustausch mit dem offenen Meer, höhere Anteile an Suspensions- und Detritusfressern. Detritusfresser treten v.a. in den flachen, wellen- und strömungsbeeinflussten Zonen des Atolls auf. Besonders häufig sind sie entlang der offenen, vergleichsweise flachen Traverse im Norden sowie im flacheren Ostteil der südlichen Traverse. Räuberische Carnivoren finden sich lediglich bei G 11, im tiefen Lagunenbereich westlich eines Fleckenriffs. Bei der Verteilung von Bivalven unterschiedlicher Grabtiefen fällt auf, dass tief bis sehr tief grabende Formen am häufigsten entlang der strömungsbeeinflussten und vergleichsweise flachen Nord-Traverse von Glovers Reef zu finden sind. Auch in den flachen Lagunenrandbereichen der beiden übrigen Traversen – v.a. im strömungszugewandten Ostteil – sind sie häufig anzutreffen. Jedoch überwiegen mit wenigen Ausnahmen überall in der Lagune flach bis sehr flach grabende Muscheln. Epifaunale Arten besiedeln bevorzugt die Umgebung des Riffs. Am östlichen Riffkamm finden sich aufgrund der höheren Wellen- und Strömungsaktivität auch zementierte Formen; ansonsten trifft man meist auf byssat festgeheftete Muscheln. Entlang der strömungsbeeinflussten Traversen im Norden und Süden treten epifaunale Arten – sowohl frei lebende als auch am Substrat festgeheftete – auch im zentralen Teil der Lagune auf. Muscheln, die sich in Bauten anderer Organismen einnisten, wurden nur bei G 18, im westlichen Lagunenrandbereich angetroffen.

Auf Lighthouse Reef überwiegen zumeist die Suspensionsfresser, jedoch sind auch Detritusfresser sehr häufig – besonders in der leicht tieferen Lagune östlich des Middle Reef. In den flacheren Lagunenbereichen, wie auch entlang der strömungsbeeinflussten südlichen Traverse sind Detritusfresser, mit Ausnahme von L 7 in geschützter Lage westlich eines Fleckenriffs, vergleichsweise selten, da dort die Nahrungspartikel auf dem Sediment vermutlich leichter weggespült werden. Am häufigsten sind im Süden daher Suspensionsfresser anzutreffen. Bivalven mit Chemosymbionten kommen auf Lighthouse Reef nur in geringer Anzahl vor; etwas häufiger treten sie im strömungsabgewandten Westteil der Lagune auf. Tief bis sehr tief grabende Muscheln sind v.a. in der tieferen östlichen Lagune entlang der Nord-Traverse zu finden. Ihre Anteile werden nach Süden hin zunehmend geringer, was darauf beruht, dass es sich bei ihnen um die Detritus fressenden Telliniden handelt, die bei zu großer Wasserbewegung vermutlich keine Nahrung mehr vorfinden. Entlang der südlichen Traverse besiedeln daher viele mittel tief grabende Suspensionsfresser der Gattung *Ervilia* die Lagune. Ihnen ist es sowohl möglich, aus der Suspension Nahrung zu gewinnen, als auch im Sediment tiefer eingegraben vor der Strömung Schutz zu suchen. Trotz der erhöhten Wellen- und Strömungsaktivität sind flach bis sehr flach grabende Suspensionsfresser in der Lagune von Lighthouse Reef dominierend. Epifaunale Muscheln, die sich mit ihrem Byssus an das Substrat

heften, finden sich nur in sehr flachen Lagunenrandbereichen; frei lebende epifaunale Formen treten dagegen auch im zentralen Teil der Lagune auf.

Die inneren Lagunen von Turneffe Islands werden mit Ausnahme weniger Probenpunkte vorwiegend von Suspensionsfressern besiedelt. Detritusfresser treten nur vereinzelt in Zonen mit erhöhter Strömungsaktivität, wie im Rückriffbereich (T 21 u. 27) und in zwei Kanälen, die den Mangrovensaum durchbrechen (T 10 u. 15), auf. Bivalven mit Chemosymbionten sind dagegen recht häufig; nur in den luvseitigen Randbereichen (T 21, 22 u. 27) und an einem Probenpunkt in der Nordlagune (T 24) nimmt ihre Anzahl deutlich ab. Auf Turneffe Islands finden sich überwiegend flach grabende Muscheln. Sehr flach grabende Arten treten sichtlich gehäuft in der windgeschützten Nordlagune des Atolls auf, tief grabende dagegen im strömungsbeeinflussten Rückriff- und Kanalbereich. In Mangrovennähe wurden, z.T. auf Hartsubstrat, auch epifaunale, byssat festgeheftete Muscheln angetroffen.

Die Ökotypenverteilung entlang der Traversen spiegelt Unterschiede in Wassertiefe, Geomorphologie, Wellen- und Strömungsenergie, Sedimentbeschaffenheit und Bodenbewuchs auf den drei Atollen wider. So sind Bivalven mit Chemosymbionten häufig in Lagunenbereichen mit geringer Wasserbewegung anzutreffen. Ihr Vorkommen scheint tiefenunabhängig zu sein, da sie sowohl die tiefe Lagune von Glovers Reef als auch die flachen, von Mangroven umsäumten Lagunen von Turneffe Islands in großer Anzahl besiedeln. Detritusfresser, bei denen es sich im Wesentlichen um die tief bis sehr tief grabenden Gattungen *Cumingia* und *Tellina* handelt, treten bevorzugt in den Lagunensedimenten hoch energetischer Flachwasserzonen auf. Das grobkörnige Sediment, das ein Eingraben erschwert, sowie der mangelnde Wasseraustausch auf Turneffe Islands, verbunden mit einem geringen Eintrag an Nahrungspartikeln, begründet ihre Seltenheit auf diesem Atoll. Doch auch Zonen mit sehr hoher Wellen- und Strömungsaktivität, wie sie entlang der südlichen Traverse von Lighthouse Reef herrscht, werden kaum von tief grabenden Detritusfressern besiedelt, da die angeschwemmten Nahrungspartikel nur selten zur Ablagerung kommen, sondern sofort weggespült werden. Die meisten Nährstoffe liegen in Suspension vor, weshalb der Anteil an Suspensionsfressern unterschiedlicher Grabtiefen auf allen drei Atollen sehr hoch ist. Epifaunale Muscheln sind, verglichen mit den grabenden Formen, eher selten. Zementiert am Substrat haftende Arten treten nur am luvseitigen Riffkamm von Glovers Reef auf, byssat festgeheftete sowohl an beidseitigen Riffkämmen der Atolle, als auch in sehr flachen Lagunenbereichen auf Hartgrund oder an Mangrovenwurzeln. Nicht festgeheftete, epifaunale Muscheln, die sich als Suspensionsfresser ernähren, leben bevorzugt in offenen, der Strömung jedoch nicht unmittelbar ausgesetzten Flachwasserzonen. Hierbei handelt es sich um die dickschalige *Glycymeris pectinata*, die v.a. die strömungsabgewandte westliche Lagune von Lighthouse Reef besiedelt.

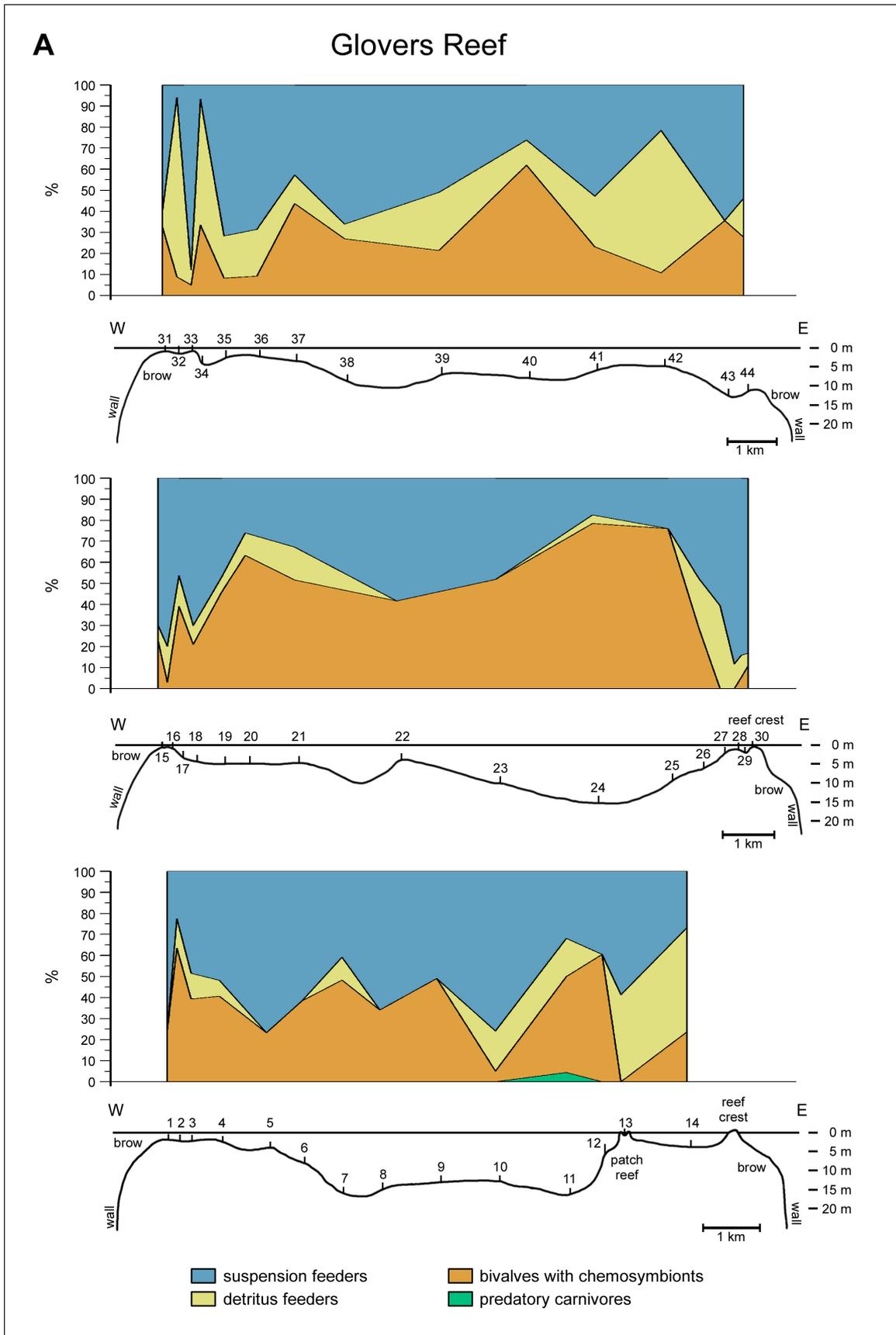


Abb. 17A:
Verteilung verschiedener Ernährungstypen entlang der E-W-Traversen auf Glovers Reef, basierend auf dem tropischen Kern der Bivalvenfauna jeder Probe.

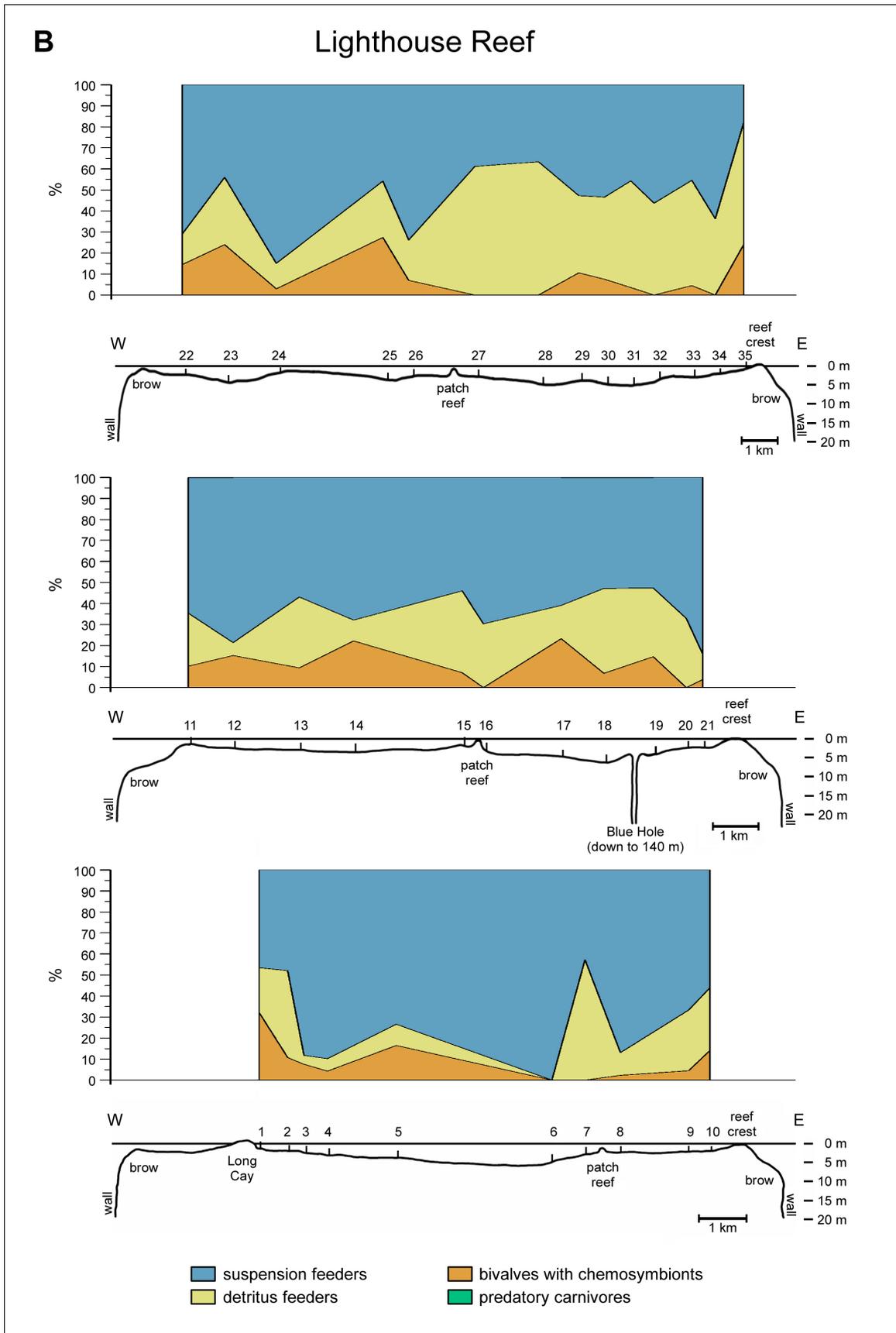


Abb. 17B:
Verteilung verschiedener Ernährungstypen entlang der E-W-Traversen auf Lighthouse Reef, basierend auf dem trophischen Kern der Bivalvenfauna jeder Probe.

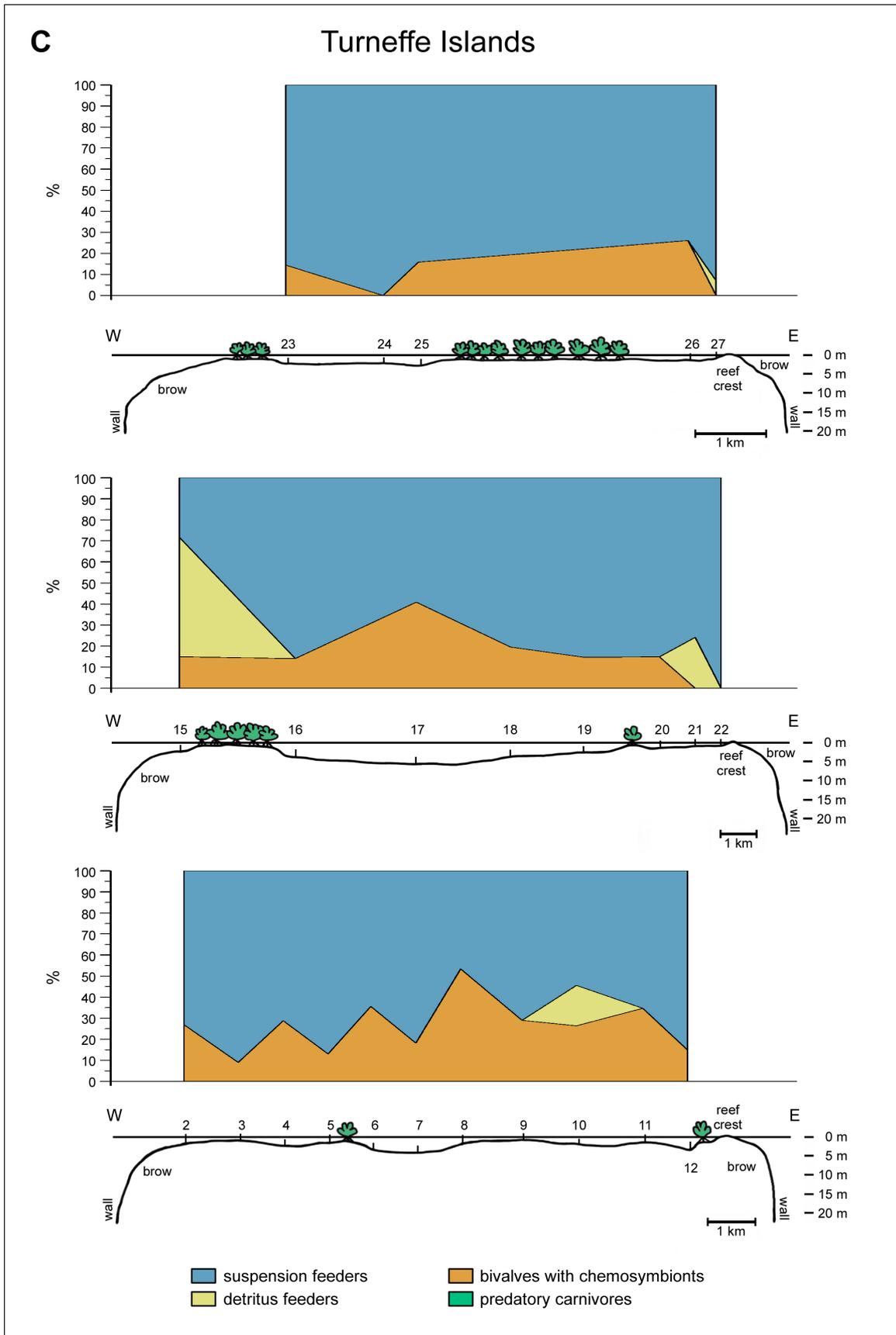


Abb. 17C:
Verteilung verschiedener Ernährungstypen entlang der E-W-Traversen auf Turneffe Islands, basierend auf dem trophischen Kern der Bivalvenfauna jeder Probe.

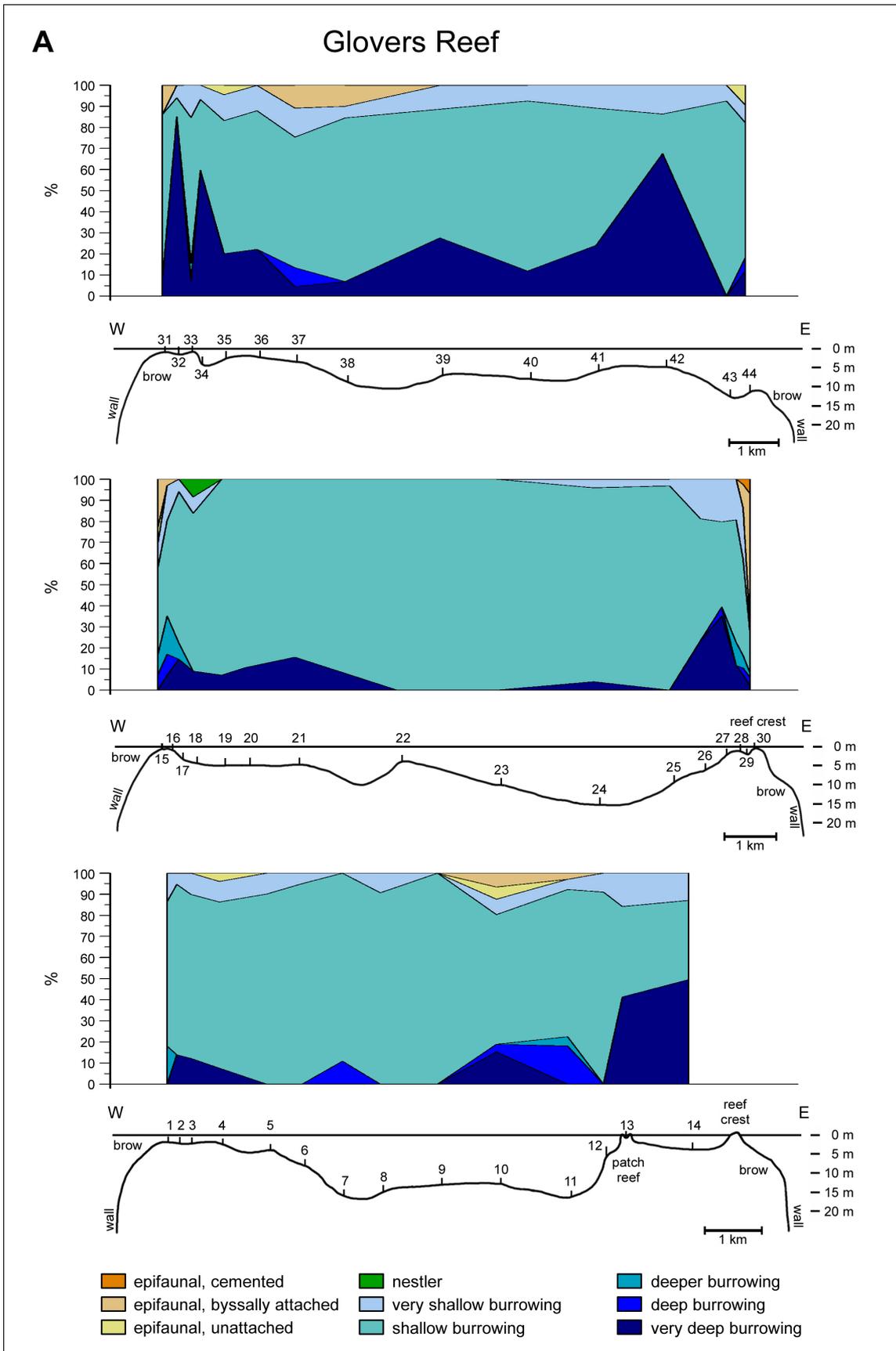


Abb. 18A:
Verteilung von Muscheln unterschiedlicher Grabtiefe entlang der E-W-Traversen auf Glovers Reef, basierend auf dem trophischen Kern jeder Probe.

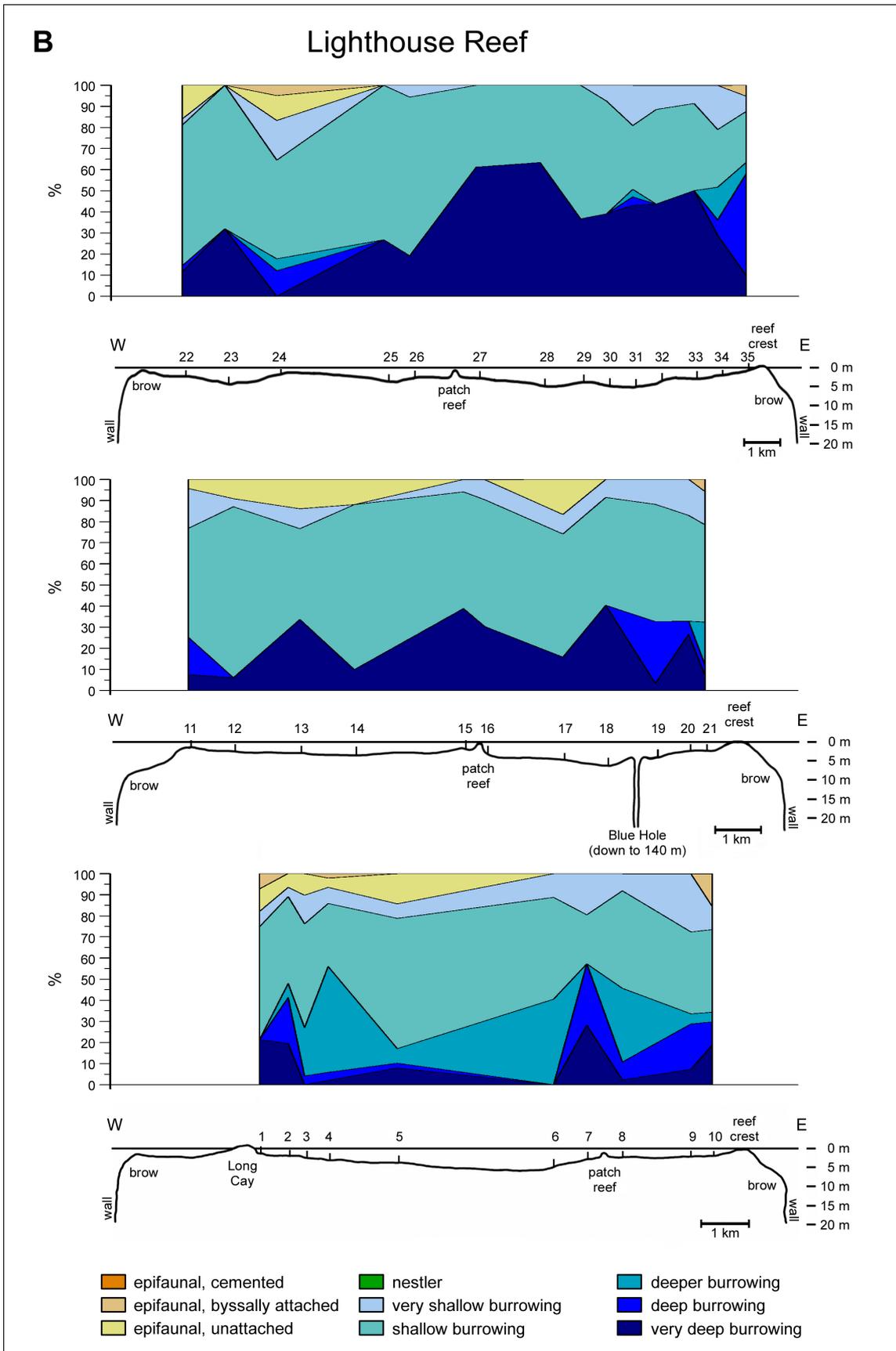


Abb. 18B:

Verteilung von Muscheln unterschiedlicher Grabtiefe entlang der E-W-Traversen auf Lighthouse Reef, basierend auf dem trophischen Kern jeder Probe.

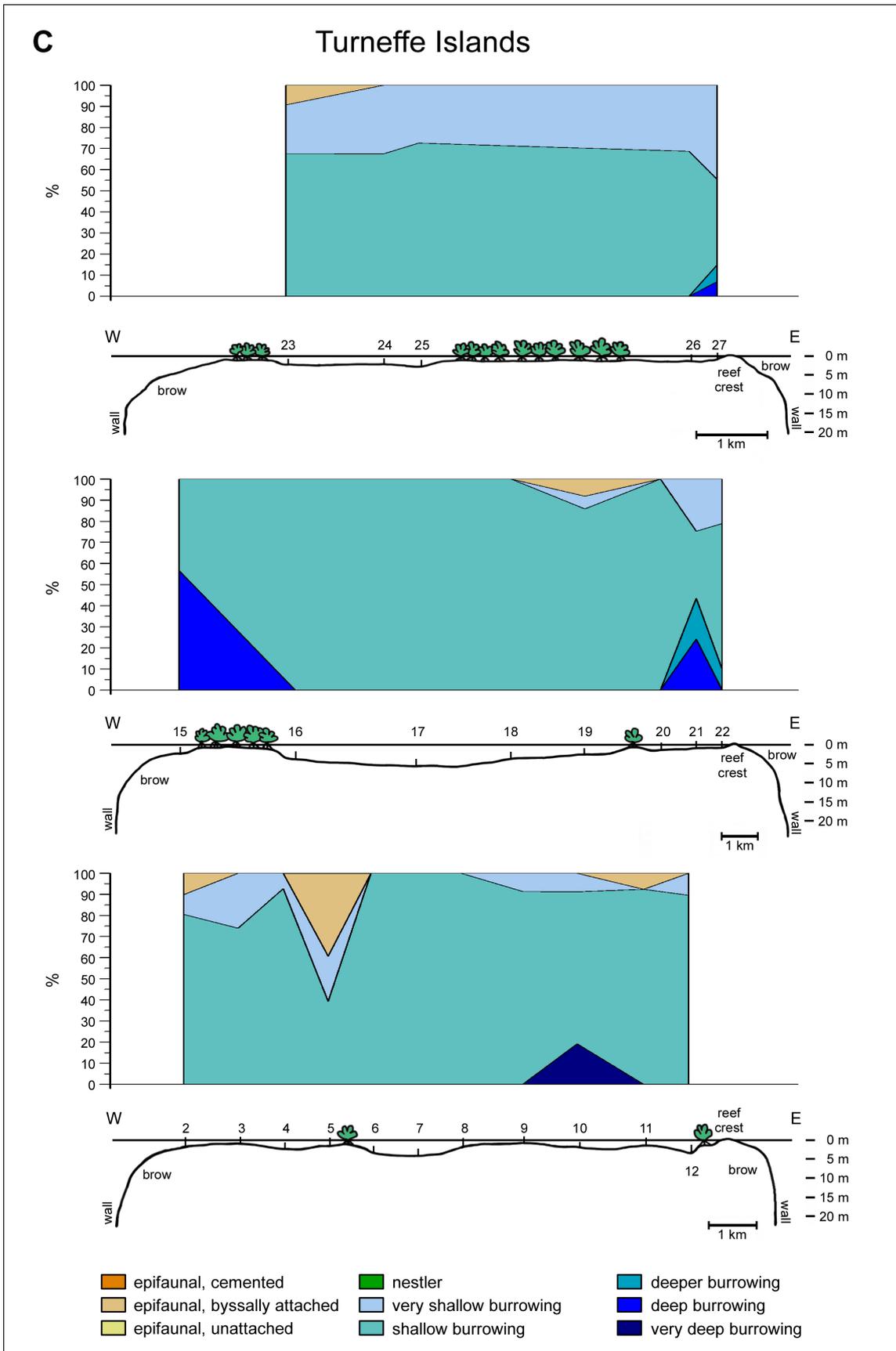


Abb. 18C:

Verteilung von Muscheln unterschiedlicher Grabtiefe entlang der E-W-Traversen auf Turneffe Islands, basierend auf dem trophischen Kern jeder Probe.

4.2.4 Charakterisierung von Lebensräumen mit Hilfe von Bivalven

Um eine Zonierung der Lagunen aufgrund von Bivalven-Vergesellschaftungen zu erhalten, wurden Q-Mode-Cluster-Analysen durchgeführt. Hierzu sei angemerkt, dass eine transportbedingte Verteilung der Schalen und damit eine Verfälschung der Cluster-Analysen weitgehend ausgeschlossen werden kann. Sortierungskurven häufiger Foraminiferen zeigen zwar einen Sedimenttransport auf den drei Atollen von Osten nach Westen an (GISCHLER et al. 2003), jedoch beschränkt sich diese Beobachtung vorwiegend auf die der Strömung stärker ausgesetzten Randbereiche. Zudem sind die kleinen, dünnchaligen Foraminiferengehäuse weitaus leichter durch Strömung zu transportieren, als die größeren und schwereren Muschelschalen. Auch taphonomische Signaturen wie Fragmentierung und Abrasion deuten nicht zwangsweise auf einen Sedimenttransport hin, da sie mitunter von der Schalendicke und der Einbettungszeit abhängig sind. Insbesondere dünnchalige Muscheln, wie die Telliniden, sind vermutlich auch beim Waschen und Schlämmen der Sedimentproben im Gelände und im Labor zerbrochen und abradert worden.

4.2.4.1 Zonierung der Lebensräume

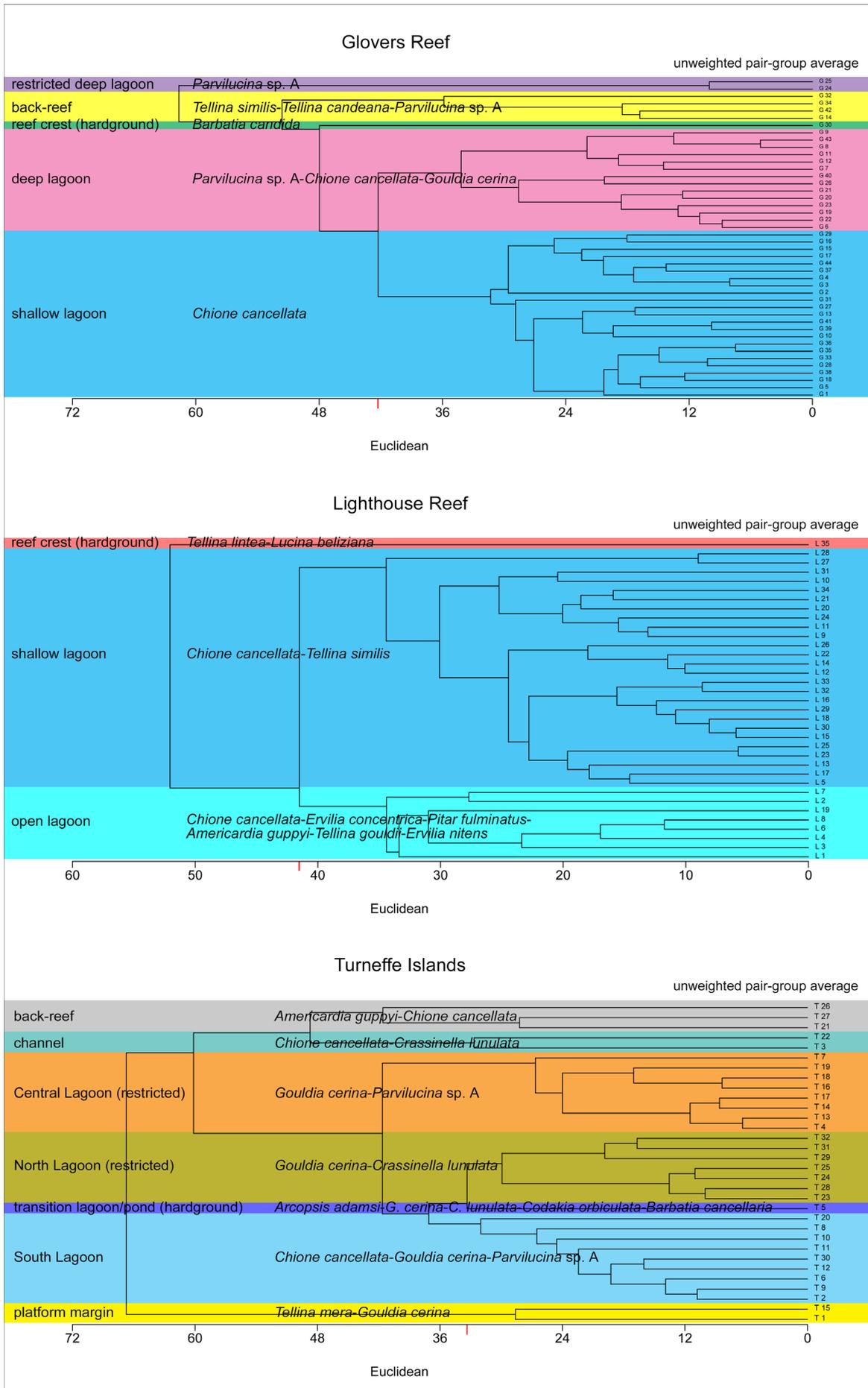
Anhand aller eindeutig bestimmten Bivalvenarten eines Atolls wurden Q-Mode-Cluster-Analysen durchgeführt (Abb. 19). Bivalven, bei denen nur eine Bestimmung auf Familien- oder Gattungsebene möglich war, wurden nicht in die Analysen miteinbezogen. Die Unterscheidung der Cluster erfolgte nicht auf jedem Atoll nach der gleichen Euklidischen Distanz; auf Glovers und Lighthouse Reef wurden die Cluster bis zur Distanz von ~42 unterteilt, auf Turneffe Islands bis ~33. Die detailliertere Cluster-Unterteilung auf Turneffe Islands wurde vorgenommen, da nur auf dieser Distanzstufe die Bivalvenfaunen der Nord- und Südlagune unterschieden werden konnten.

Anhand der Q-Mode-Cluster-Analysen wurden auf den drei Atollen die in Abb. 20A-C farbig markierten Lagunenzonen unterschieden. Auf Glovers Reef erfolgte eine Unterteilung in Riffkamm, Rückriff, flache Lagune, tiefe Lagune und geschlossene, tiefe Lagune, auf Lighthouse Reef in Riffkamm, offene Lagune und flache Lagune und auf Turneffe Islands in Atollrand, Rückriff, Kanal, Übergang Lagune/Tümpel, Südlagune, zentrale Lagune und Nordlagune.



Abb. 19:

Q-Mode-Cluster-Analysen aller eindeutig bestimmten Bivalvenarten eines Atolls. Distanz-Koeffizient: Euklidische Distanz; Cluster-Algorithmus: „unweighted pair-group average“.



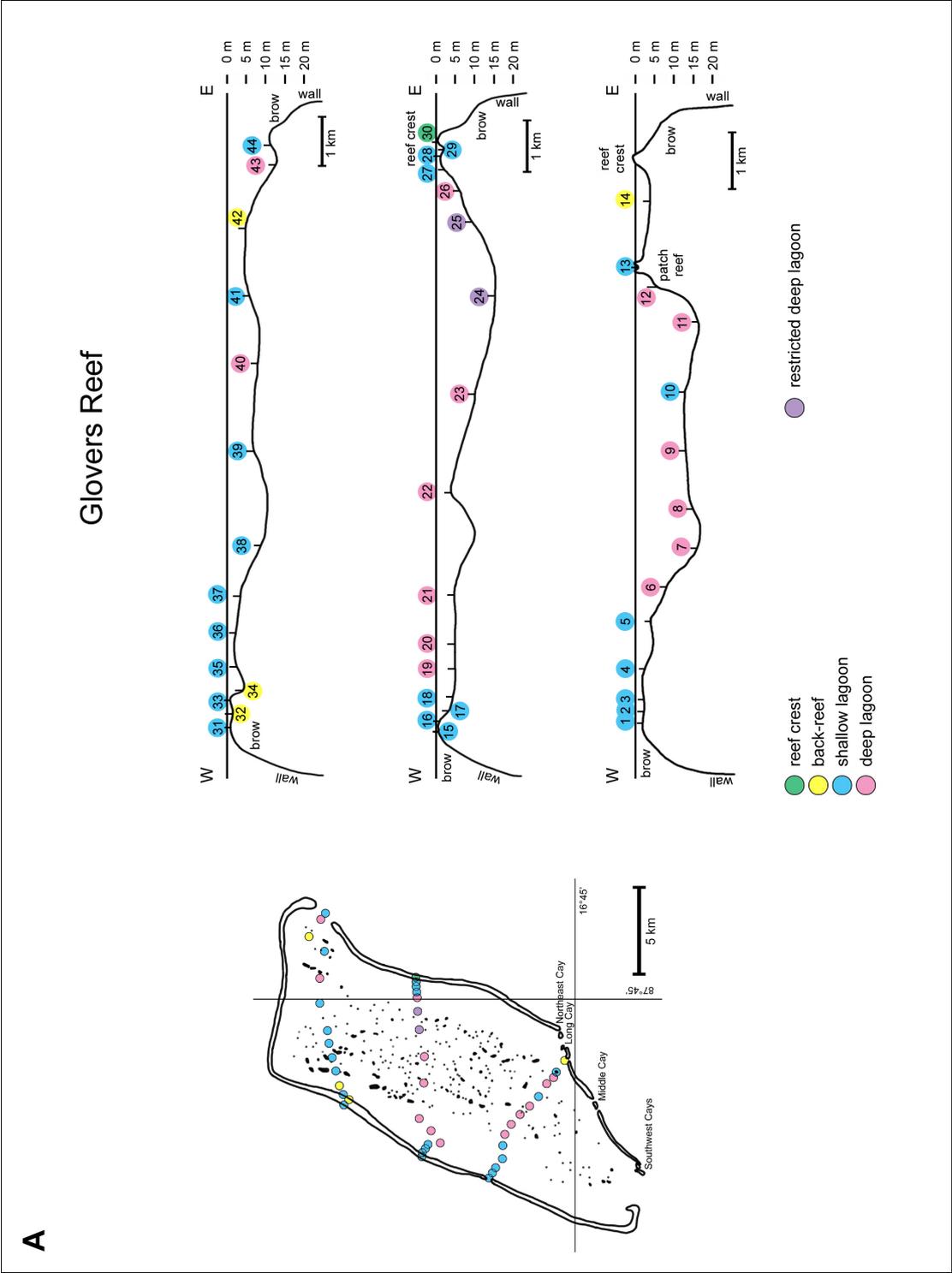


Abb. 20A:

Lagunenzonierung basierend auf Q-Mode-Cluster-Analysen aller auf Glovers Reef gefundenen Bivalvenarten.

B

Lighthouse Reef

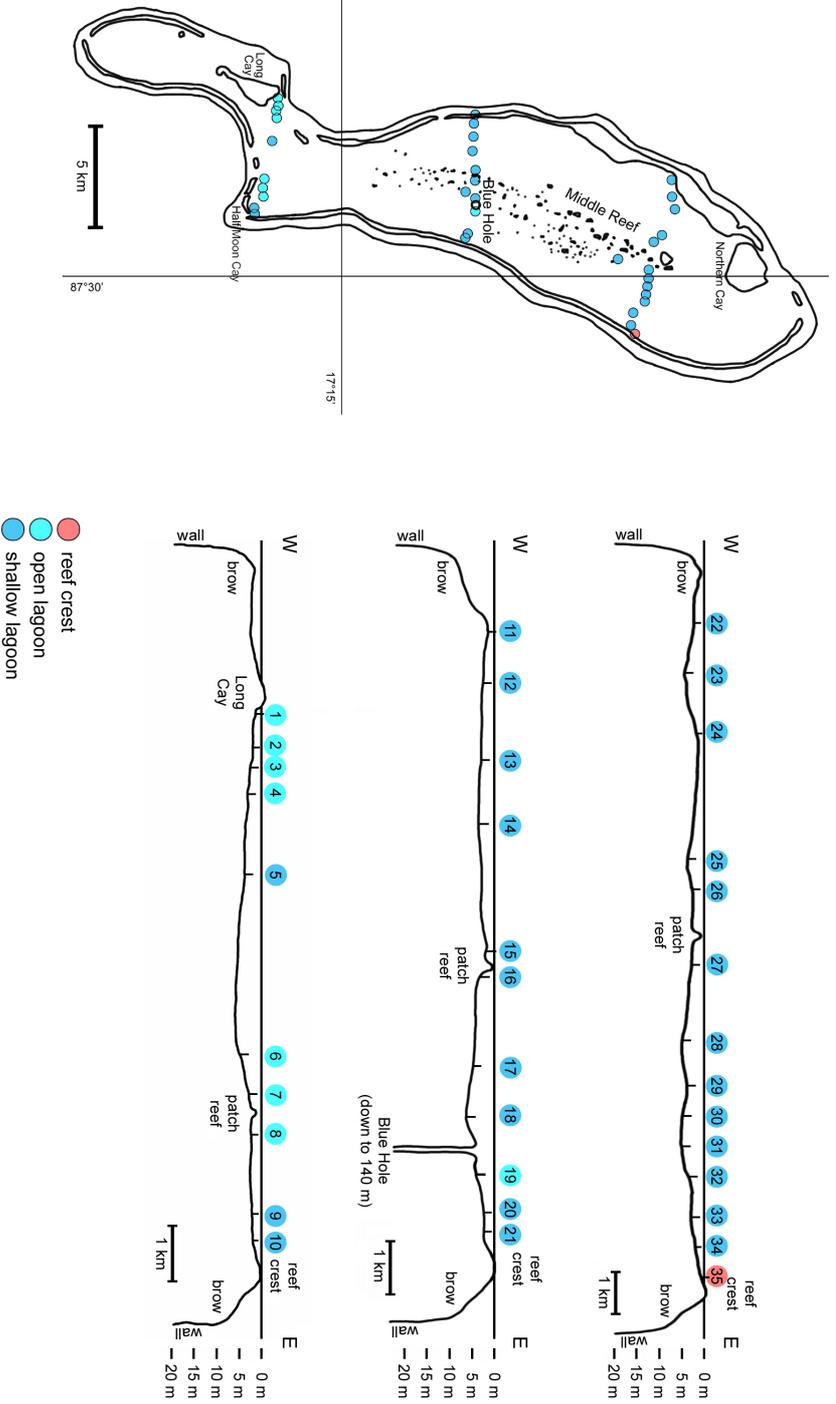


Abb. 20B:

Lagunenzonierung basierend auf Q-Mode-Cluster-Analysen aller auf Lighthouse Reef gefundenen Bivalvenarten.

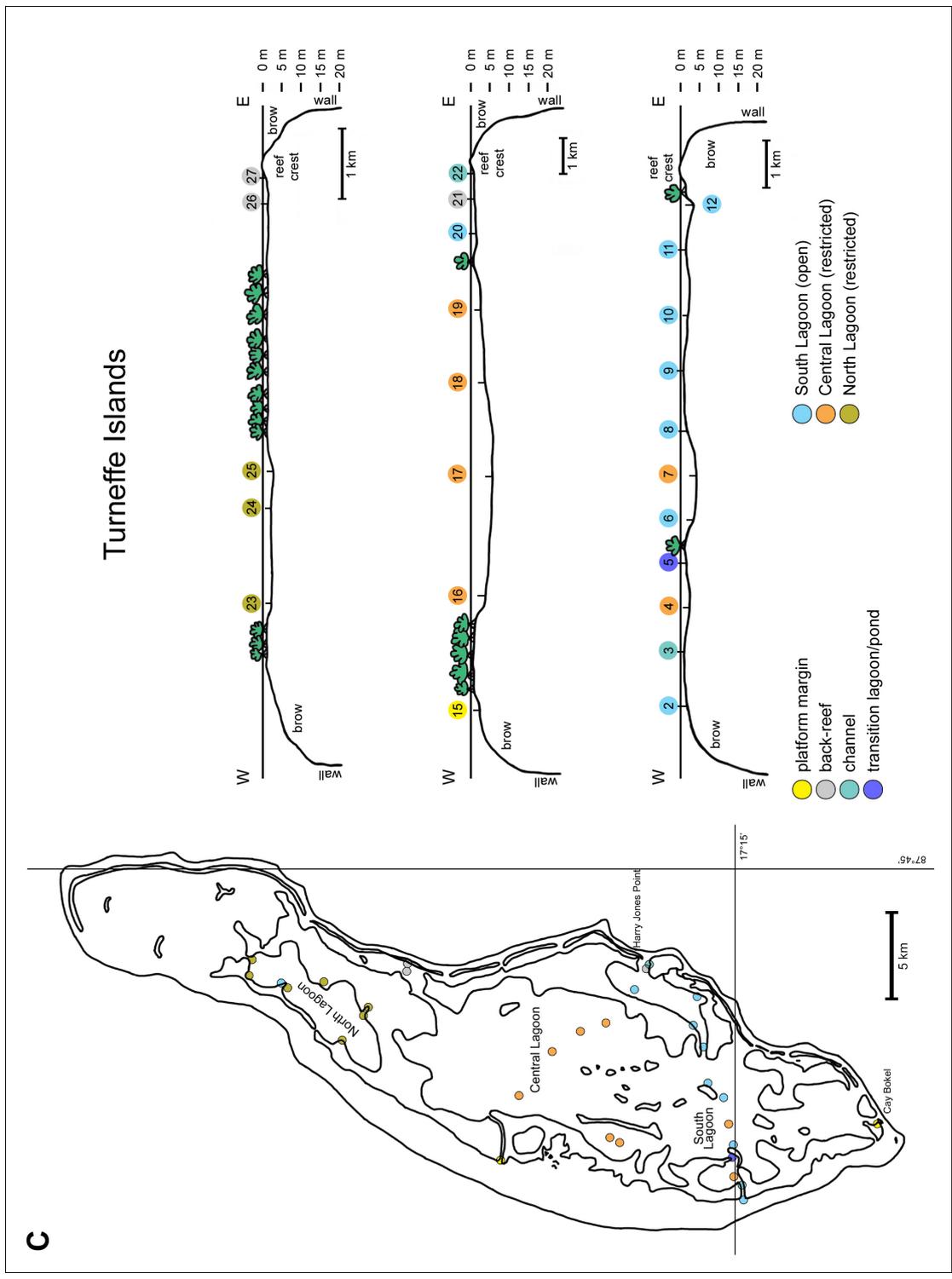


Abb. 20C:
Lagunenzonierung basierend auf Q-Mode-Cluster-Analysen aller auf Turneffe Islands gefundenen Bivalvenarten.

Wie aus Abb. 20A-C ersichtlich, ist eine klare Abgrenzung der Lagunenzonen oft schwierig. Dies ist zum Einen mit den fließenden Übergängen in der Geomorphologie der Atolle zu begründen, zum Anderen beeinflusst das Zusammenspiel zusätzlicher Faktoren wie Wellen- und Strömungsintensität, Sedimentbeschaffenheit und Seegrasbewuchs die Bivalvenverteilung und damit die Zonierung der Lagunen. Besonders geringfügige Unterschiede in ihrer Bivalvenfauna zeigt die Lagune von Lighthouse Reef, die daher nur in drei Zonen gegliedert werden konnte. Jegliche weitere Unterteilung auf einer niedrigeren Distanzstufe ergäbe keine sinnvolle Abgrenzung klar definierter Lagunenbereiche. Auf Glovers Reef und Turneffe Islands dagegen ist eine deutlichere Lagunenzonierung bei gleicher Euklidischer Distanz von 42 möglich. Beide Lagunen können in fünf, Turneffe Islands bei einer Euklidischen Distanz von 33 sogar in sieben Bereiche unterteilt werden. Diese Beobachtungen resultieren aus der Tatsache, dass die Lagune von Lighthouse Reef aufgrund ihrer geringen Wassertiefe überall recht offen und nur im Süden, wo der Riffkamm durchbrochen ist, einer noch stärkeren Strömung ausgesetzt ist. Die Lagunen von Glovers Reef und Turneffe Islands zeigen dagegen eine größere Vielfalt an Lebensräumen – Glovers Reef aufgrund unterschiedlicher Lagunentiefen und Turneffe Islands durch den Mangrovensaum, der das Atoll neben Nord-, Süd- und zentraler Lagune zusätzlich in Tümpel und Kanalbereiche unterteilt.

4.2.4.2 Bivalven-Vergesellschaftungen

Die in Tab. 5 zusammengestellten Bivalven-Vergesellschaftungen der einzelnen Lagunenzonen basieren auf den vorangehend diskutierten Q-Mode-Cluster-Analysen. Obwohl eine Verteilung der Schalen durch Strömungstransport weitgehend ausgeschlossen werden kann (s.o.), wird in dieser Arbeit, bedingt durch den möglichen Effekt des Time-averaging, der Begriff „Vergesellschaftung“ benutzt.

Die Riffkamm-Vergesellschaftung von Glovers Reef besteht mit Ausnahme der flach grabenden *Codakia orbiculata* (7,8 %) aus epifaunalen, byssat festgehefteten Bivalven wie *Barbatia candida* (22,4 %), *Ctenoides scabra* (8,6 %), *Arcopsis adamsi* (7,8 %), *Barbatia cancellaria* (6,0 %), *Modiolus* sp. (5,2 %) und *Lindapecten exasperatus* (5,2 %). Sie ist auf Sedimentprobe G 30 beschränkt, die am östlichen Riffkamm auf Hartsubstrat mit kleineren Sandflächen entnommen wurde. Die Vergesellschaftung des Rückriffs wird mit insgesamt 55,3 % von tief grabenden Detritusfressern wie *Tellina similis* und *T. candeana* bestimmt, die im Sediment dieser hoch energetischen Flachwasserzone Schutz suchen. In der flachen, den Wellen und der Strömung nicht unmittelbar ausgesetzten Lagune dominieren dagegen die flach grabenden Suspensionsfresser *Chione cancellata* (30,5 %) und *Americardia guppyi* (9,1 %). Zwar ist *Chione cancellata* mit 16,4 % auch in der tiefen Lagune von Glovers Reef noch vertreten, jedoch wird diese Zone v.a. von *Parvilucina* sp. A (32,1 %) besiedelt – einer Muschel, die mit Hilfe ihrer Sulfid-oxidierenden Chemosymbionten auch unterhalb der hier in geringer Tiefe befindlichen Redox-Grenze bei zeitweisem Sauerstoffmangel leben kann. Solche lebensfeindlichen Bedingungen herrschen vermutlich v.a. im Oberflächensediment der geschlossenen tiefen Lagune, wo diese Art mit 66,8 % die Bivalvenfauna eindeutig dominiert.

Die Bivalven-Vergesellschaftung des Riffkamms von Lighthouse Reef muss als Zusammenschwemmung verschiedener Arten angesehen werden. Sie beruht auf Sedimentprobe L 35, die auf der Rückriffseite des östlichen Riffkamms genommen wurde. Da dort, wie am Riffkamm von

Glovers Reef, Hartgrundsediment vorliegt, auf dem sich normalerweise epifaunale Muscheln mit Byssus ansiedeln, die Vergesellschaftung auf Lighthouse Reef aber von der tief grabenden *Tellina lintea* (34,1 %) und anderen grabenden Formen bestimmt wird, kann es sich hierbei nicht um eine ursprüngliche Biozönose handeln. Zudem nimmt die Fraktion >5 mm dieser Sedimentprobe mit 1876 ml 92,7 % des Gesamtsedimentvolumens ein (s. Anhang 1) und besteht zu 89,6 Vol. % aus Bivalven (s. Anhang 2). Die Bivalvenfauna dieser Fraktion wiederum enthält zu 65,3 % vollkommen inkrustierte Schalen der Art *Tellina lintea* (s. Abb. 32, Kap. 4.2.5.4.1), was auf einen längeren Sedimenttransport schließen lässt. Epifaunale, byssat festgeheftete Muscheln, wie sie auf Harts substrat zu erwarten wären, finden sich ausschließlich in der Fraktion 1-5 mm. Mit den Gattungen *Arca*, *Barbatia*, *Arcopsis* und *Limaria* nehmen sie 25,7 % der Bivalvenfauna dieser Fraktion bzw. 12,2 % der Bivalven-Vergesellschaftung des Rifffkamms ein. In der offenen Lagune im Süden des Atolls finden sich, mit 6,5-9,4 % recht gleichmäßig verteilt, v.a. flach bis tief grabende Suspensions- und Detritusfresser der Arten *Chione cancellata*, *Ervilia concentrica*, *Pitar fulminatus*, *Americardia guppyi*, *Tellina gouldii* und *Ervilia nitens*. Die übrige flache Lagune wird dagegen mit 34,4 % von *Chione cancellata* besiedelt und weist zudem hohe Anteile an der tief grabenden Art *Tellina similis* (16,5 %) auf.

Die Randbereiche von Turneffe Islands werden zu 53,4 % von *Tellina mera* dominiert – einer tief grabenden Muschel, die im vergleichsweise feinkörnigen, *Halimeda*-ärmeren Sediment außerhalb des Mangrovensaums einen geeigneten Lebensraum vorfindet. In den grobkörnigeren Rückriffsedimenten finden sich dagegen v.a. die flach grabenden Suspensionsfresser *Americardia guppyi* (27,7 %) und *Chione cancellata* (21,8 %). Die durch den Mangrovensaum verlaufenden Kanäle werden vorwiegend von *Chione cancellata* (51,5 %) besiedelt; daneben tritt die in Mangrovennähe häufige Art *Crassinella lunulata* mit 10,7 % auf. Auch im Übergangsbereich zwischen Lagune und den von Mangroven umgebenen Tümpeln ist *Crassinella lunulata* mit 17,7 % recht häufig. Die dominante Art, die auf dem Harts substrat in dieser Lagunenzone – vermutlich bevorzugt an Mangrovenwurzeln – festgeheftet lebt, ist jedoch *Arcopsis adamsi* (22,1 %); die mit ihr verwandte *Barbatia cancellaria* ist mit 10,3 % für diese Vergesellschaftung ebenfalls charakteristisch. Daneben treten auch flach grabende Suspensionsfresser wie *Gouldia cerina* (21,8 %) und Muscheln mit Chemosymbionten – *Codakia orbiculata* (10,7 %) und *Parvilucina* sp. A (5,9 %) – auf. In der Südlagune von Turneffe Islands, die gegenüber der zentralen und Nordlagune vergleichsweise offen ist, ist *Chione cancellata* mit 26,0 % wieder häufig vertreten. Dass jedoch auch diese Zone nur wenig von Wellen und Strömung beeinflusst wird, zeigen die hohen Anteile an *Gouldia cerina* (25,1 %) und *Parvilucina* sp. A (20,8 %). Diese beiden Arten bestimmen mit insgesamt 79,2 % die Bivalvenfauna der zentralen Lagune (*Gouldia cerina*: 57,8 %; *Parvilucina* sp. A: 21,4 %) und deuten auf wenig Wasserbewegung und zeitweisen Sauerstoffmangel im Oberflächensediment hin. Auch in der von Mangroven dicht umsäumten Nordlagune sind *Gouldia cerina* mit 36,7 % und *Parvilucina* sp. A mit 8,9 % neben der Mangrovengebiete besiedelnden *Crassinella lunulata* (17,1 %) die häufigsten Arten.

Glovers Reef		Lighthouse Reef		Turneffe Islands		
Lagunenzone	Bivalven-Vergesellschaftung	Lagunenzone	Bivalven-Vergesellschaftung	Lagunenzone	Bivalven-Vergesellschaftung	
	%		%		%	
Riffkamm	<i>Barbatia candida</i>	Riffkamm	<i>Tellina lirata</i>	Atollrand	<i>Tellina mera</i>	
	22,4		34,1	53,4		
	<i>Chenoides scabra</i>		<i>Lucina beliziana</i>		<i>Gouldia cerina</i>	
	8,6		10,1	13,0		
	<i>Arcopsis adamsi</i>		<i>Codakia orbicularis</i>	5,8	<i>Parvilucina costata</i>	
	7,8		5,8	5,0	<i>Parvilucina sp. A</i>	
	<i>Codakia orbiculata</i>		<i>Americardia guppyi</i>	5,8		
	7,8		<i>Cumingia coarctata</i>	5,1		
	<i>Barbatia cancellaria</i>		offene Lagune	<i>Chione cancellata</i> Typ A	Rückriff	<i>Americardia guppyi</i>
	6			9,4	21,7	
<i>Modiolus</i> sp.		<i>Chione concentrica</i>	9,2	<i>Chione cancellata</i> Typ A	21,8	
5,2		<i>Evilia fulminatus</i>	8,7	<i>Parvilucina costata</i>	8,7	
<i>Lindapecten exasperatus</i>		<i>Americardia guppyi</i>	8,0	<i>Tellina gouldii</i>	8,6	
5,2		<i>Tellina gouldii</i>	8,0	<i>Chione cancellata</i> Typ B	7,7	
		<i>Evilia nitens</i>	6,5	<i>Evilia nitens</i>	7,5	
Rückriff	<i>Tellina similis</i>		34,4	Kanal	<i>Chione cancellata</i> Typ A	
42,8		<i>Chione cancellata</i> Typ A	16,5		51,5	
<i>Tellina candeana</i>		<i>Tellina similis</i>	8,4	<i>Crassinella lunulata</i>	10,7	
12,5		<i>Americardia guppyi</i>	6,9	<i>Gouldia cerina</i>	5,5	
<i>Parvilucina</i> sp. A		<i>Codakia orbiculata</i>	5,0	<i>Americardia guppyi</i>	5,4	
10,7		<i>Tellina candeana</i>				
<i>Americardia guppyi</i>						
8,4						
<i>Parvilucina costata</i>						
8,3						
<i>Chione cancellata</i> Typ A						
5,7						
flache Lagune	<i>Chione cancellata</i> Typ A	flache Lagune	<i>Chione cancellata</i> Typ A	Übergang Lagune/Tümpel	<i>Arcopsis adamsi</i>	
30,5			34,4		22,1	
<i>Americardia guppyi</i>		<i>Tellina similis</i>	16,5	<i>Gouldia cerina</i>	21,8	
9,1		<i>Americardia guppyi</i>	8,4	<i>Crassinella lunulata</i>	17,7	
<i>Tellina similis</i>		<i>Codakia orbiculata</i>	6,9	<i>Codakia orbiculata</i>	10,7	
8,7		<i>Tellina candeana</i>	5,0	<i>Barbatia cancellaria</i>	10,3	
<i>Parvilucina costata</i>				<i>Parvilucina</i> sp. A	5,9	
6,1						
<i>Parvilucina</i> sp. A						
5,7						
tiefe Lagune	<i>Parvilucina</i> sp. A			Südlagune	<i>Chione cancellata</i> Typ A	
32,1				(offen)	26,0	
<i>Chione cancellata</i> Typ A				<i>Gouldia cerina</i>	25,1	
16,4				<i>Parvilucina</i> sp. A	20,8	
<i>Gouldia cerina</i>				<i>Codakia orbiculata</i>	5,0	
14,2						
<i>Parvilucina costata</i>						
7,1						
<i>Pitar fulminatus</i>						
5,3						
geschlossene, tiefe Lagune	<i>Parvilucina</i> sp. A			zentrale Lagune	<i>Gouldia cerina</i>	
66,8				(geschlossen)	57,8	
<i>Pitar fulminatus</i>				<i>Parvilucina</i> sp. A	21,4	
5,9						
<i>Gouldia cerina</i>				Nordlagune	<i>Gouldia cerina</i>	
5,2				(geschlossen)	36,7	
				<i>Crassinella lunulata</i>	17,1	
				<i>Parvilucina</i> sp. A	8,9	
				<i>Chione cancellata</i> Typ A	8,1	
				<i>Cumingia vanhyningi</i>	7,0	
				<i>Chione</i> sp.	6,0	
				<i>Arcopsis adamsi</i>	5,4	

Tab. 5:

Bivalven-Vergesellschaftungen der auf den Q-Mode-Cluster-Analysen basierenden Lagunenzonen von Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands.

Atoll	Lagunenzzone	Ø Wassertiefe [m]	Ø Wassertemperatur [°C]	Mollusken [%]		Bivalven [%]		Gastropoden [%]	
				1-5 mm	> 5 mm	1-5 mm	> 5 mm	1-5 mm	> 5 mm
Glovers Reef	Riffkamm	0,8	26,8	7,2	26,1	1,4	9,1	5,8	17,0
	Rückriff	3,6	?	46,1	89,3	16,4	58,0	29,7	31,3
	flache Lagune	3,6	27,4	26,8	55,2	11,4	29,5	15,3	25,7
	tiefe Lagune	9,3	27,6	44,9	80,2	23,7	46,1	21,1	34,1
	geschlossene, tiefe Lagune	12,0	27,9	59,2	91,1	43,4	44,5	15,8	46,6
Lighthouse Reef	Riffkamm	1,0	26,9	14,7	92,0	2,1	89,6	12,6	2,5
	offene Lagune	2,9	27,2	27,3	56,0	11,3	37,3	16,1	18,7
	flache Lagune	3,3	26,8	33,7	67,2	16,3	35,2	17,3	32,0
Turneffe Islands	Atollrand	1,6	28,3	10,8	12,5	5,1	12,5	5,7	0,0
	Rückriff	1,2	27,4	16,7	51,8	9,2	26,4	7,6	25,4
	Kanal	1,0	26,7	55,6	77,5	29,3	35,7	26,4	41,9
	Übergang Lagune/Tümpel	0,8	?	15	54,6	6,1	18,2	8,9	36,4
	Südlagune (offen)	2,0	28,5	25,2	55,2	10,6	37,1	14,6	18,2
	zentrale Lagune (geschlossen)	3,7	28,7	41,0	48,6	20,5	41,6	20,5	7,1
	Nordlagune (geschlossen)	2,1	28,1	32,6	48,1	19,5	27,9	13,2	20,2
Atoll	Lagunenzzone	Ø Schalengröße [cm]	Klappenerhaltung [%]			Bohrspuren [%]		Bewachsene Schalen [%]	
			rechts	links	zweiklappig	Oichnus	Entobia		
Glovers Reef	Riffkamm	0,56	55,3	43,9	0,9	10,3	22,4	67,2	
	Rückriff	0,69	38,8	46,7	14,6	5,9	4,0	39,2	
	flache Lagune	0,46	50,6	47,1	2,3	10,9	34,1	62,7	
	tiefe Lagune	0,42	50,0	48,7	1,3	10,4	21,1	46,9	
	geschlossene, tiefe Lagune	0,37	52,1	47,7	0,3	14,5	10,0	33,1	
Lighthouse Reef	Riffkamm	2,79	43,4	49,6	7,0	3,6	39,9	81,9	
	offene Lagune	0,47	48,9	43,4	7,7	15,3	18,0	39,2	
	flache Lagune	0,46	48,2	47,9	3,9	10,6	23,2	51,5	
Turneffe Islands	Atollrand	0,40	46,8	51,4	1,9	3,3	?	0,8	
	Rückriff	0,28	48,4	49,2	2,5	18,1	?	1,0	
	Kanal	0,28	48,8	50,5	0,7	8,4	?	2,5	
	Übergang Lagune/Tümpel	0,29	43,4	44,7	11,9	0,0	?	14,4	
	Südlagune (offen)	0,33	48,6	50,1	1,3	3,5	?	0,9	
	zentrale Lagune (geschlossen)	0,45	49,5	49,3	1,3	0,9	?	0,0	
	Nordlagune (geschlossen)	0,32	49,3	49,8	0,9	1,2	?	0,6	
Atoll	Lagunenzzone	Inkrustierer [%] (auf 100 % Bewuchs)							
		Foraminiferen	Koralline Rotalg	Algen	Serpeln	Bryozoen	Biofilme		
Glovers Reef	Riffkamm	28,0	14,7	4,7	8,7	0,0	44,0		
	Rückriff	5,7	4,7	6,7	0,0	0,0	82,9		
	flache Lagune	21,1	5,8	9,2	2,3	0,0	61,5		
	tiefe Lagune	10,5	0,6	7,6	1,6	0,0	79,7		
	geschlossene, tiefe Lagune	5,7	0,5	7,9	0,0	0,0	86,1		
Lighthouse Reef	Riffkamm	44,1	24,4	5,3	10,6	0,2	15,7		
	offene Lagune	36,5	12,3	6,6	6,7	0,1	38,0		
	flache Lagune	26,7	8,0	4,7	5,7	0,1	54,9		
Turneffe Islands	Atollrand	0,0	?	?	50,0	?	0,0		
	Rückriff	0,0	?	?	58,3	?	8,3		
	Kanal	0,0	?	?	100,0	?	0,0		
	Übergang Lagune/Tümpel	0,0	?	?	44,7	?	55,3		
	Südlagune (offen)	10	?	?	60	?	30		
	zentrale Lagune (geschlossen)	0,0	?	?	0,0	?	0,0		
	Nordlagune (geschlossen)	0,0	?	?	71,4	?	28,6		
Atoll	Lagunenzzone	Foraminiferen [%] (auf 100 % Foraminiferen)							
		<i>Amphisorus</i>	<i>Cornuspiramia</i>	<i>Cymbaloporetta</i>	<i>Homotrema</i>	<i>Planorbulina</i>	<i>Rosalina</i>	Sonstige	
Glovers Reef	Riffkamm	0,0	14,3	0,0	35,7	26,2	23,8	0,0	
	Rückriff	0,0	0,0	5,0	0,0	65,4	29,6	0,0	
	flache Lagune	0,0	8,1	1,1	0,5	43,8	44,3	2,1	
	tiefe Lagune	0,0	2,9	0,0	0,0	31,2	65,9	0,0	
	geschlossene, tiefe Lagune	0,0	0,0	0,0	0,0	22,5	77,5	0,0	
Lighthouse Reef	Riffkamm	13,1	16,2	15,5	7,2	25,1	19,6	3,4	
	offene Lagune	0,0	23,4	0,0	1,3	73,3	2,0	0,0	
	flache Lagune	0,2	17,5	0,1	0,6	60,9	19,8	0,9	
Turneffe Islands	Atollrand	?	?	?	?	?	?	?	
	Rückriff	?	?	?	?	?	?	?	
	Kanal	?	?	?	?	?	?	?	
	Übergang Lagune/Tümpel	?	?	?	?	?	?	?	
	Südlagune (offen)	?	?	?	?	?	?	?	
	zentrale Lagune (geschlossen)	?	?	?	?	?	?	?	
	Nordlagune (geschlossen)	?	?	?	?	?	?	?	
Atoll	Lagunenzzone	Fragmentierungsgrad [%]			Abrasionsgrad [%]				
		0 (0 - 33,3 %)	1 (33,3 - 66,6 %)	2 (66,6 - 100 %)	0 (0 - 33,3 %)	1 (33,3 - 66,6 %)	2 (66,6 - 100 %)		
Glovers Reef	Riffkamm	87,9	10,3	1,7	69,0	25,9	5,2		
	Rückriff	75,2	15,4	9,4	85,6	11,6	2,8		
	flache Lagune	84,6	11,2	4,2	51,4	26,5	22,2		
	tiefe Lagune	89,5	8,2	2,4	66,1	24,5	9,4		
	geschlossene, tiefe Lagune	96,4	3,7	0,0	77,0	21,2	1,9		
Lighthouse Reef	Riffkamm	90,6	5,8	3,6	39,1	21,7	39,1		
	offene Lagune	92,9	5,6	1,6	62,9	16,2	20,8		
	flache Lagune	89,5	7,1	3,4	77,2	12,0	10,8		
Turneffe Islands	Atollrand	99,3	0,8	0,0	100,0	0,0	0,0		
	Rückriff	97,2	1,8	1,0	95,5	1,7	2,9		
	Kanal	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0		
	Übergang Lagune/Tümpel	100,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0		
	Südlagune (offen)	98,9	1,1	0,0	100,0	0,0	0,0		
	zentrale Lagune (geschlossen)	99,3	0,4	0,4	100,0	0,0	0,0		
	Nordlagune (geschlossen)	97,5	1,9	0,5	100,0	0,0	0,0		

Tab. 6:

Übersicht der Lagunenzonen von Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands mit den taphonomischen Schalenmerkmalen der in ihnen vorkommenden Bivalven.

Mit Ausnahme der Bivalven-Vergesellschaftungen der flachen Lagunen von Glovers und Lighthouse Reef lassen sich kaum Ähnlichkeiten zwischen den Faunenzonen der drei Atolle erkennen. Jedes Atoll stellt für sich ein Ökosystem mit speziellen Lebensbedingungen dar, was anhand der in Kap. 4.2.2.1 beschriebenen Bivalvenfaunen bereits zu vermuten war. Dennoch zeigen sich innerhalb der einzelnen Atolle z.T. deutliche Abgrenzungen verschiedener Lagunenzonen und deren Bivalven-Vergesellschaftungen. Lediglich die flache Lagune von Lighthouse Reef wird fast überall vorwiegend von *Chione cancellata* besiedelt und lässt sich nur schwer in klar abtrennbare Zonen unterteilen.

4.2.5 Verteilung taphonomischer Signaturen auf den Atollen und innerhalb der Lagunenzonen

Im Folgenden wird die Verteilung taphonomischer Signaturen auf den Bivalvenschalen der drei Atolle sowie innerhalb der durch die Cluster-Analysen erhaltenen Lagunenzonen dargestellt. Tab. 6 gibt einen vergleichenden Überblick über die Lebensräume und die Taphonomie der in ihnen gefundenen Schalen.

Da die untersuchten Muscheln zum größten Teil infaunal leben, ihre Schalen jedoch wie die der epifaunalen Arten sowohl von Inkrustierern besiedelt sind, als auch Fragmentierung und Abrasion zeigen, müssen sie durch Stürme mit hoher Wellenintensität, Strömung oder bioturbierende Organismen zuvor an die Sedimentoberfläche gebracht worden sein.

4.2.5.1 Schalengröße

Die Schalen zeigen auf allen drei Atollen eine positiv asymmetrische Größenverteilung – auf Glovers und Lighthouse Reef liegt das Maximum bei 0,3 cm, auf Turneffe Islands zwischen 0,2 und 0,3 cm (Abb. 21). Solche Verteilungskurven sprechen für eine normale, mit dem Alter der Organismen ansteigende Sterberate (RICHARDS & BAMBACH 1975), sind mitunter aber auch von deren Wachstumsrate abhängig (CRAIG & HALLAM 1963, CRAIG 1967).

In Abb. 22 ist die durchschnittliche Schalengröße in den Lagunenzonen des jeweiligen Atolls dargestellt. Auf Glovers Reef zeichnet sich eine Zunahme der Schalengröße von der geschlossenen, tiefen Lagune (\emptyset 0,37 cm) zu den flachen Lagunenrandbereichen des Rückriffs (\emptyset 0,69 cm) ab. Zwischen der flachen Lagune im nördlichen und zentralen Teil von Lighthouse Reef und dem der Strömung stärker ausgesetzten südlichen Teil konnte kein Unterschied in der Schalengröße festgestellt werden; die durchschnittliche Größe beträgt dort 0,46-0,47 cm. Lediglich am Riffkamm ist mit \emptyset 2,79 cm eine deutliche Zunahme der Schalengröße zu verzeichnen. Auf Turneffe Islands wurden vergleichsweise kleine Bivalvenschalen gefunden. Ihre Größe variiert in den Lagunenzonen nur geringfügig.

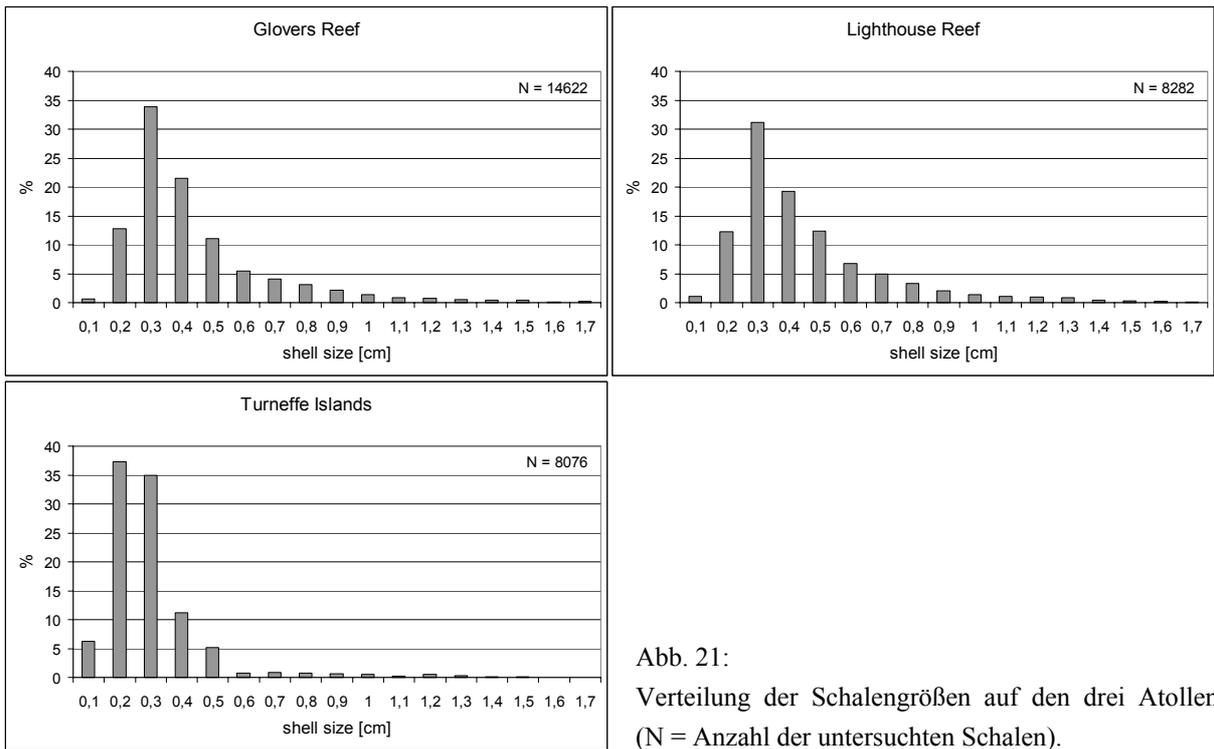


Abb. 21:
Verteilung der Schalengrößen auf den drei Atollen (N = Anzahl der untersuchten Schalen).

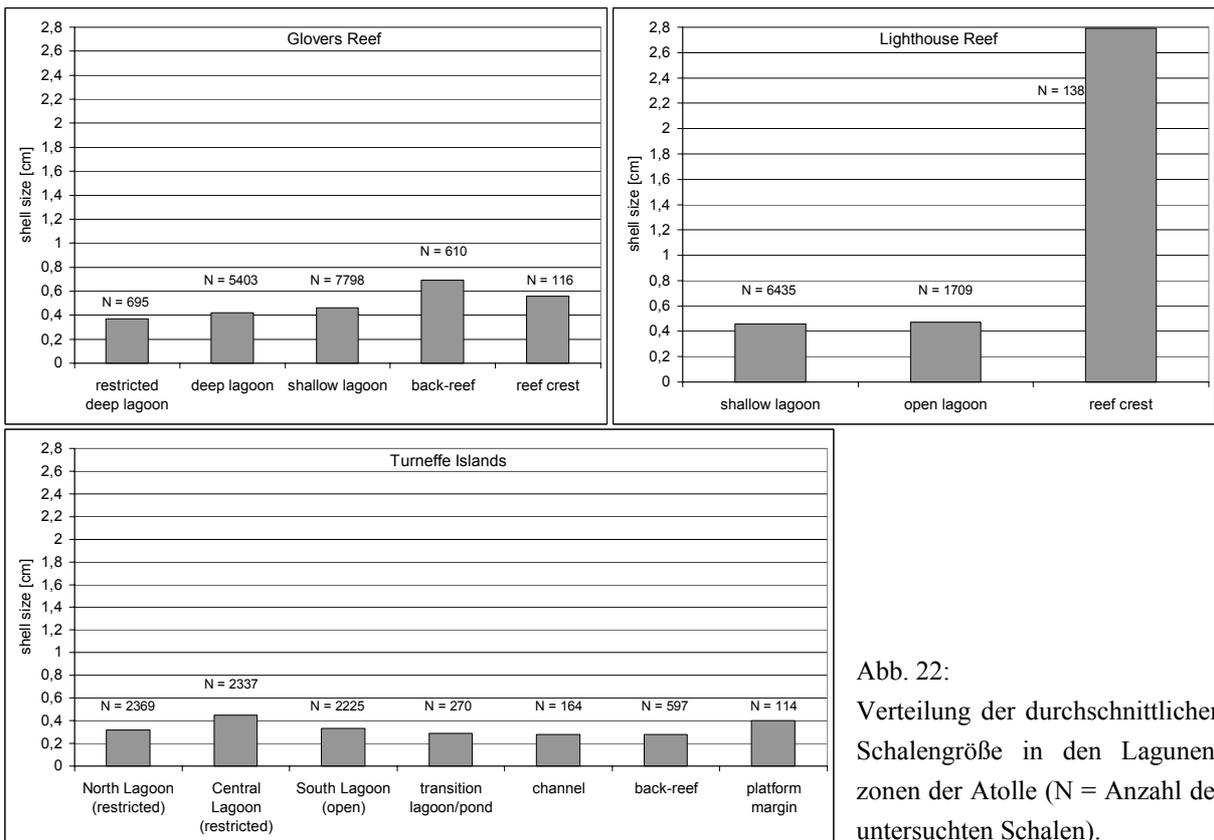


Abb. 22:
Verteilung der durchschnittlichen Schalengröße in den Lagunen-zonen der Atolle (N = Anzahl der untersuchten Schalen).

Die Ergebnisse spiegeln, wenn auch nur undeutlich, die Strömungsverhältnisse auf den Atollen und in den Lagunen-zonen wider. Auf Turneffe Islands, dem der Strömung am schwächsten ausgesetzten Atoll, sind die Schalen am kleinsten, wofür es verschiedene Gründe geben kann. Zum Einen findet in den inneren Lagunen aufgrund der schwachen Strömung kaum Sedimenttransport und damit keine

Ausschwemmung kleiner Schalen statt, zum Anderen könnten häufige Salinitätsschwankungen und zeitweiser Sauerstoffmangel durch Verschiebung der Redox-Grenze ins Oberflächensediment einen verstärkten Kleinwuchs der Muscheln zur Folge haben. Zudem beinhaltet die Bivalvenfauna des Atolls nur wenige Telliniden, deren langgestreckte Schalen zunehmende durchschnittliche Größen bedingen. Mit Ausnahme des östlichen Riffkamms von Lighthouse Reef, der eine Zusammenschwemmung von Muschelschalen beherbergt (vgl. Kap. 4.2.4.2), sind auch auf den beiden anderen Atollen nur geringe Schwankungen in der Schalengröße zu erkennen. Dennoch zeichnet sich auf Glovers Reef eine sichtbare Zunahme der Schalengröße von der strömungsgeschützten, tiefen Lagune zu den flachen Lagunenrandbereichen ab. Wie auf Turneffe Islands kann dies entweder mit Kleinwuchs förderndem, zeitweisem Sauerstoffmangel in den tieferen Lagunenzonen oder einer Ausschwemmung kleiner Schalen aus den flachen Randzonen in Zusammenhang stehen.

4.2.5.2 Erhaltung rechter, linker und zweiklappiger Schalen

Rechte und linke Schalenhälften sind auf allen drei Atollen recht gleichmäßig verteilt (Abb. 23). Beidklappig erhaltene Schalen liegen nur in geringen Anteilen (<5 %) vor; auf Lighthouse Reef ist ihr Anteil mit 4,0 % am höchsten, auf Turneffe Islands mit 1,8 % am niedrigsten. Hierbei muss angemerkt werden, dass auch durch das Auswaschen und Sieben bei der Probenaufbereitung zweiklappig erhaltene Schalen getrennt wurden und ihr ursprünglicher Anteil möglicherweise deutlich höher war.

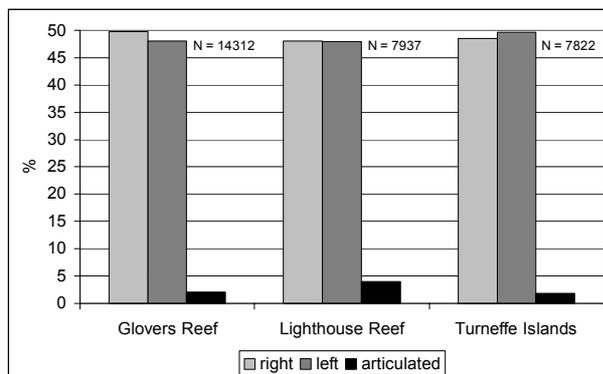


Abb. 23:
Erhaltung rechter, linker und zweiklappiger Schalen auf den drei Atollen (N = Anzahl der untersuchten Schalen; eine zweiklappig erhaltene Schale wurde als eine Schale gezählt).

Auch in den inneren Lagunenbereichen der Atolle ist das Verhältnis rechter zu linker Klappen weitestgehend ausgewogen (Abb. 24). Lediglich in den der Strömung stärker ausgesetzten Randzonen der Lagunen überwiegt eine Schalenhälfte deutlich. Dies ist auf Glovers Reef am Riffkamm und im Rückriffbereich, auf Lighthouse Reef am Riffkamm und im offenen, südlichen Teil der Lagune, sowie auf Turneffe Islands im Randbereich des Atolls zu sehen. Vergleichsweise hohe Anteile an zweiklappig erhaltenen Schalen (>5 %) finden sich im Rückriffbereich von Glovers Reef, am Riffkamm und im offenen Teil der Lagune von Lighthouse Reef, sowie im Übergangsbereich zwischen Lagune und Tümpel von Turneffe Islands.

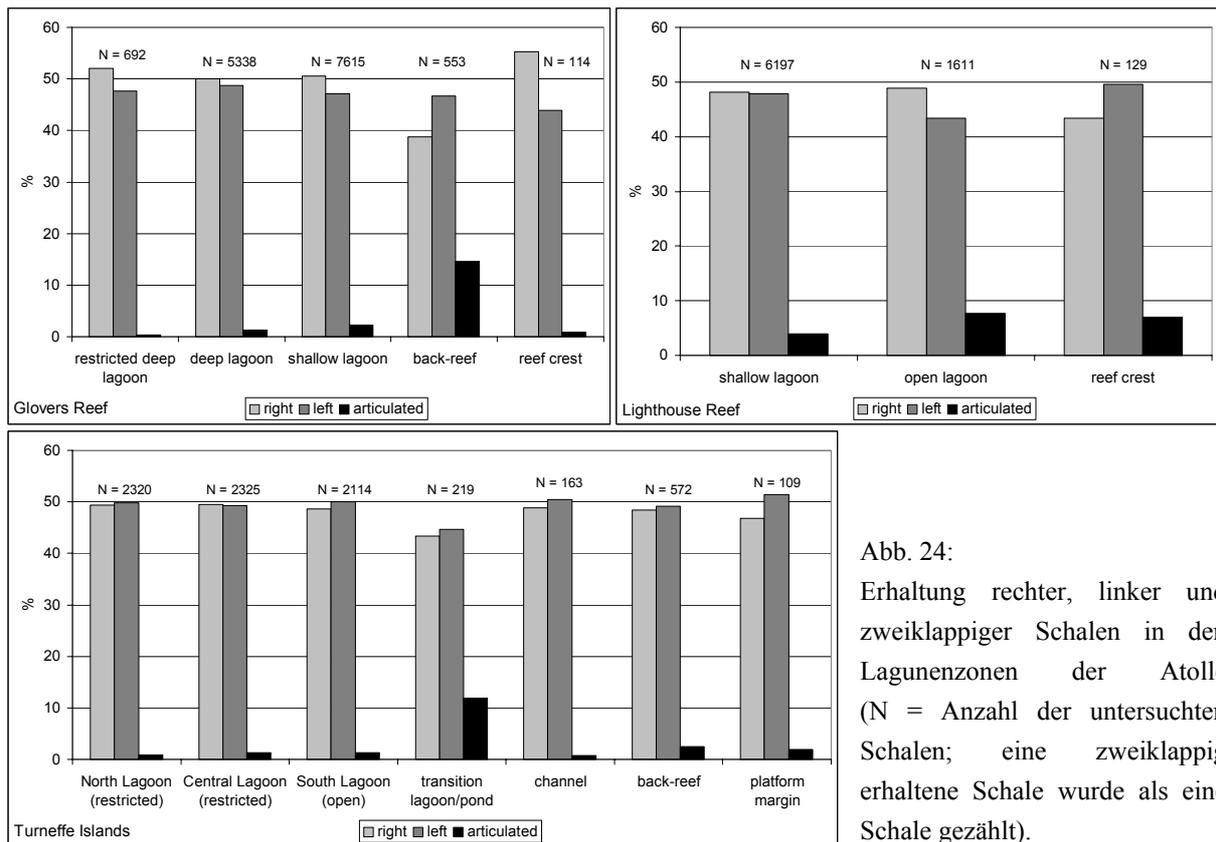


Abb. 24:
Erhaltung rechter, linker und zweiklappiger Schalen in den Lagunenzonen der Atolle (N = Anzahl der untersuchten Schalen; eine zweiklappig erhaltene Schale wurde als eine Schale gezählt).

Die annähernde 1:1-Verteilung rechter und linker Klappen auf den drei Atollen deutet auf eine statistische Zufallsverteilung hin, bei der eine transportbedingte Sortierung weitestgehend ausgeschlossen werden kann. Der vergleichsweise hohe Anteil zweiklappig erhaltener Schalen auf Lighthouse Reef beruht auf der großen Anzahl an Telliniden in den Lagunensedimenten dieses Atolls. Deren dünnchalige Klappen werden durch das Ligament besser zusammengehalten als die anderer Gattungen, da eine mechanische Beanspruchung die Schale eher zerbrechen lässt als die Bindung des Ligaments zerstört. Ein weiterer Grund für ihre beidklappige Erhaltung ist die tief im Sediment eingegrabene Lebensweise der Telliniden, die sie vor Umlagerung durch Wellenbewegung und Strömung schützt.

Ein, wenn auch geringer, Strömungseinfluss wird an der Verteilung rechter und linker Klappen in den Lagunenzonen deutlich. In den der Strömung abgewandten, zentralen Zonen weicht die Verteilung nur geringfügig von einem 1:1-Verhältnis ab. In den offeneren Lagunenrandbereichen überwiegt dagegen oft eine Schalenhälfte leicht gegenüber der anderen, was für eine geringfügig strömungsbedingte Trennung und Sortierung der Muschelschalen spricht. Obwohl die mechanische Beanspruchung der Schalen in den Randbereichen von Grovers und Lighthouse Reef am größten ist, finden sich dort die meisten zweiklappigen Muscheln. Der Grund hierfür ist wiederum das häufige Auftreten der Gattung *Tellina* in diesen Lagunenzonen. In der offenen Lagune von Lighthouse Reef ist neben *Tellina gouldii* auch die Gattung *Ervilia* sehr häufig, deren Schalen ebenfalls oft beidklappig erhalten sind. Dies liegt vermutlich an ihrer annähernd ovalen Form, die der Strömung nur geringen Widerstand bietet. Gründe für den hohen Anteil an zweiklappigen Muscheln im Übergangsbereich zwischen Lagune und Tümpel auf Turneffe Islands sind zum Einen die dort herrschenden ruhigen Umgebungsbedingungen, zum Anderen aber auch die große Individuenzahl epifaunaler Arten mit

taxodontem Schloss – *Arcopsis adamsi* und *Barbatia cancellaria* – dessen viele Zähne und Zahngruben einen stabilen Bau der Schlossregion gewährleisten.

4.2.5.3 Bohrspuren

Bei den auf den Schalen sichtbaren Bohrspuren konnten Raubspuren (Praedichnia) muricider und naticider Schnecken von Wohnspuren (Domichnia) des Bohrschwamms *Cliona* unterschieden werden.

Die Spuren der Raubschnecken entstanden noch zu Lebzeiten der Muschel und sind die Ursache für deren Tod. In einer beidklappig erhaltenen Muschelschale findet sich daher, bis auf wenige Ausnahmen, die vermutlich fehlgeschlagene Bohrversuche darstellen (KOWALEWSKI et al. 2000), auch nur ein Bohrloch, das meist in der Schalenmitte oder um die Wirbelregion angesiedelt ist. Mit dem den Kopf bedeckenden Propodium durchfurchen die Raubschnecken das Lockersediment nach Muscheln und Schnecken, abradieren mit der Radula deren Schalen und bohren sie mit Hilfe ihrer an der Unterseite des Rüssels befindlichen, tellerförmigen Bohrdrüse, die ein kalklösendes Sekret absondert, an und saugen sie aus (CARRICKER 1961, OWEN 1966). Die Bohrspuren der Gastropodenfamilien Muricidae und Naticidae können anhand ihrer Form unterschieden werden (BROMLEY 1981). *Oichnus simplex*, die Spur der Muriciden, ist in ihrem Durchmesser zylindrisch (Abb. 25A), während Bohrlöcher von Naticiden, *Oichnus paraboloides*, einen konischen Querschnitt aufweisen (Abb. 25B). Weitere Unterschiede bestehen in der Lebensweise der beiden Raubschnecken – Muriciden leben epi-, Naticiden infaunal.

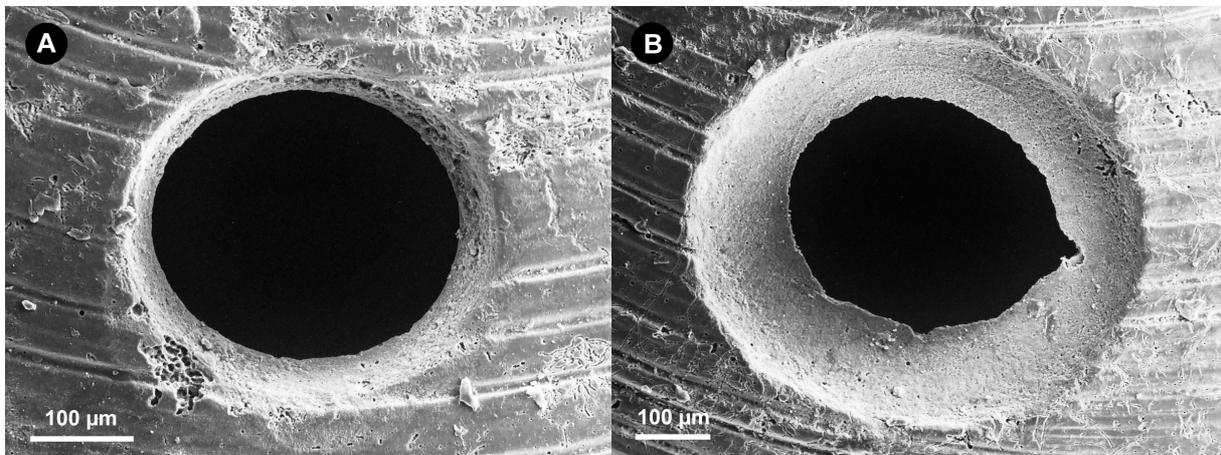


Abb. 25:

Bohrspuren von Raubschnecken. A: *Oichnus simplex* – zylindrisches Bohrloch muricider Gastropoden. B: *Oichnus paraboloides* – konisches Bohrloch naticider Gastropoden.

Die Wohnspuren von Bohrschwämmen entstehen zumeist erst nach dem Tod der Muschel; die Schale dient ihnen nur als Substrat, das sie besiedeln. Jedoch gibt es Beobachtungen an lebenden Austern, die von Bohrschwämmen besiedelt werden und die in der Lage sind, die angebohrten Stellen mit neu gebildeter Schalensubstanz zu reparieren (BROMLEY, schriftliche Mitteilung). Die Spuren des Bohrschwamms *Cliona*, *Entobia* isp., sind labyrinthisch verzweigte, perlschnurartige Gänge mit rundlichen Kammern an ihren Enden. Abb. 26 zeigt einen Cast eines solchen Gangsystems, das mit Kunstharz ausgegossen wurde. Diese Gebilde werden von darauf spezialisierten Zellen des

Bohrschwamms in das Kalksubstrat eingätzt (BROMLEY & D’ALESSANDRO 1984, DONOVAN & PICKERILL 1999). Auf der Substratoberfläche ist *Entobia* isp. an einer Vielzahl von Löchern mit Durchmessern zwischen 100 und 500 µm zu erkennen (Abb. 27).



Abb. 26:
Ausguss (Cast) eines Bohrgangs des Schwamms *Cliona* (*Entobia* isp.). Im Hintergrund verzweigte Bohrgänge nicht näher bestimmter Mikroorganismen.

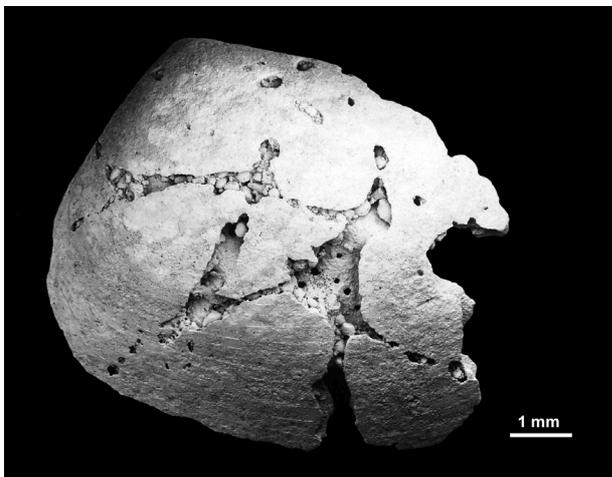


Abb. 27:
Cliona-Bohrgänge auf einer Schalenoberfläche von *Tellina gouldii* (L 7).

Auf Turneffe Islands finden sich im Vergleich zu Lighthouse und Glovers Reef nur wenige angebohrte Schalen (Abb. 28). Sowohl Wohn- als auch Raubspuren treten auf Lighthouse Reef weitaus häufiger auf und erreichen auf Glovers Reef ihre höchsten Anteile. Hierbei überwiegt auf Lighthouse und Glovers Reef die Wohnspur *Entobia* isp. mit 22,3 bzw. 27,6 %. Unter den Raubspuren ist *Oichnus paraboloides*, die Spur naticider Schnecken, auf allen drei Atollen am häufigsten (Turneffe Islands: 2,7 %; Lighthouse Reef: 8,7 %; Glovers Reef: 10,0 %).

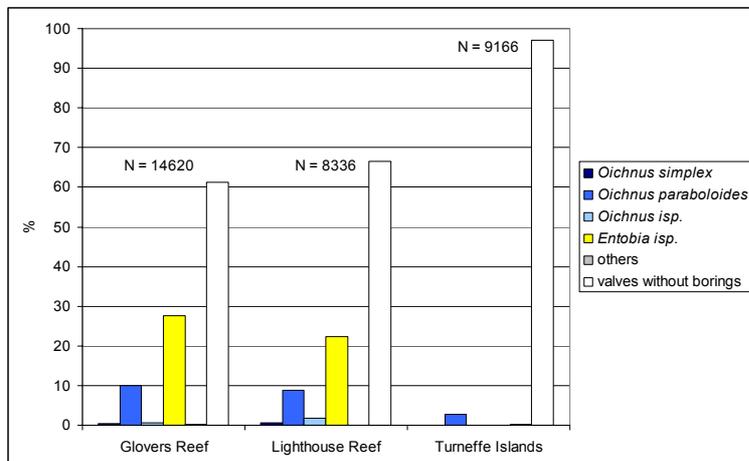


Abb. 28:
Anteile der Bohrspuren *Oichnus simplex*, *Oichnus paraboloides*, *Oichnus* isp. und *Entobia* isp. auf den Muschelschalen der drei Atolle (N = Anzahl der untersuchten Schalen).

In den Lagunenzonen von Glovers Reef zeichnet sich eine Zunahme an *Entobia* isp. von der geschlossenen, tiefen Lagune zum flachen Lagunenrand ab (Abb. 29). Im Rückriffbereich wurden bedeutend weniger dieser Wohnspuren angetroffen; am Riffkamm ist ihr Anteil wieder vergleichsweise hoch. *Oichnus* isp. – im Wesentlichen *O. paraboloides* – wird von der tiefen Lagune zu den offenen Randbereichen, einschließlich des Rückriffs, seltener und gewinnt erst am Riffkamm erneut an Bedeutung. Auf Lighthouse Reef ist *Entobia* isp. am Riffkamm sehr häufig. Im offenen, südlichen Teil der inneren Lagune wurden weniger Schalen mit dieser Wohnspur gefunden als in den übrigen, geschützteren Zonen. Die Verteilung von *Oichnus* isp. zeigt einen gegenläufigen Trend. Die meisten von Raubschnecken angebohrten Muschelschalen finden sich im offenen, südlichen Lagunenbereich. In der übrigen flachen Lagune nimmt ihr Anteil ab und ist am Riffkamm am niedrigsten. Auf Turneffe Islands spielt lediglich die Verteilung der Raubspur *Oichnus* isp. auf den Schalen in den Lagunenzonen eine Rolle. Ihre höchsten Anteile finden sich im Rückriff. Auch im Kanalbereich durch den Mangrovensaum werden vergleichsweise hohe Anteile erreicht. In der Südlagune und am Atollrand geht ihre Anzahl weiter zurück und wird in der Nord- und zentralen Lagune immer seltener. Im Übergangsbereich zwischen Lagune und Tümpel wurden keine Schalen mit Raubspuren gefunden.

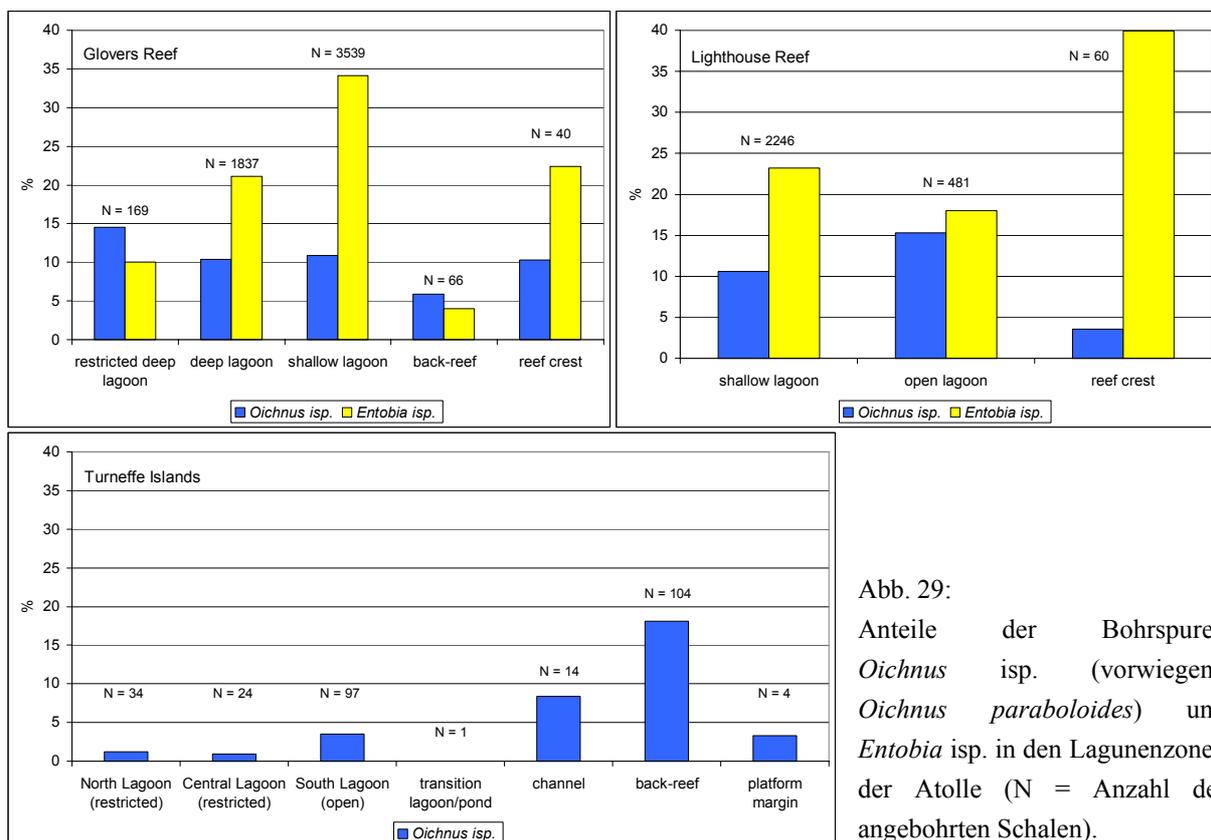


Abb. 29: Anteile der Bohrspuren *Oichnus* isp. (vorwiegend *Oichnus paraboloides*) und *Entobia* isp. in den Lagunenzonen der Atolle (N = Anzahl der angebohrten Schalen).

Die zunehmende Anzahl an Schalen mit *Entobia* isp. von Turneffe Islands über Lighthouse Reef nach Glovers Reef könnte mit den unterschiedlichen Sedimentationsraten auf den drei Atollen in Verbindung stehen. Nach GISCHLER (2003) betragen diese auf Turneffe Islands \emptyset 0,82 m/ky, auf Lighthouse Reef \emptyset 0,53 m/ky und auf Glovers Reef \emptyset 0,46 m/ky. Die Kastengreiferproben von Glovers Reef umfassen damit einen weitaus größeren zeitlichen Rahmen als die von Lighthouse Reef und Turneffe Islands; der Effekt des Time-averaging wirkt sich in ihnen also stärker aus. Die Schalen

haben somit auf Glovers Reef eine längere Verweildauer an der Sedimentoberfläche, stehen *Cliona* also auch für längere Zeit als besiedelbares Substrat zur Verfügung. Ein vergleichbarer Trend konnte auf Glovers Reef, von der geschlossenen, tiefen Lagune über deren offeneren Teil hin zum flachen Lagunenrand festgestellt werden. Mit zunehmender Wellen- und Strömungsintensität in den flachen Randzonen ist vermutlich eine abnehmende Sedimentationsrate verbunden, sodass die Schalen dort länger an der Oberfläche des Lagunenbodens liegen und besiedelt werden können. Besonders deutlich wird der Zusammenhang zwischen dem Auftreten von *Entobia* isp. und einer niedrigen Sedimentationsrate am östlichen Riffkamm von Lighthouse Reef, wo viele Schalen zusammengeschwemmt (vgl. Kap. 4.2.4.2) und aufgrund der dort herrschenden, hohen Wellen- und Strömungsenergie nur äußerst langsam in das Sediment eingebettet wurden.

Die Bohrspuren naticider Gastropoden sind auf allen drei Atollen weitaus häufiger als die muricider. Naticiden und ihre Opfer leben infaunal, während die epifaunalen Muriciden ebenfalls epifaunal lebende Muscheln und Schnecken anbohren (KITCHELL et al. 1981). Da in den vorwiegend feinkörnigen Sedimenten der inneren Lagunen von Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands infaunale Bivalven vorherrschen, ist dies vermutlich der Grund für die Dominanz von *Oichnus paraboloides* gegenüber *O. simplex*. Weshalb die Häufigkeit naticider Bohrspuren von Turneffe Islands über Lighthouse Reef nach Glovers Reef zunimmt, kann an dieser Stelle nicht eindeutig geklärt werden, da eine Vielzahl von Faktoren eine Rolle für die Raubschnecken bei der Wahl ihrer Beute spielt. So sind u.a. Größe, Biomasse und Schalendicke des Opfers ausschlaggebende Kriterien dafür, ob es gegenüber anderen potenziellen Opfern bevorzugt wird oder nicht (KITCHELL et al. 1981). Ein möglicher Grund für die Zunahme naticider Bohrspuren von Turneffe Islands nach Glovers Reef könnte die erhöhte Häufigkeit an vergleichsweise dünn- und glattschaligen Muscheln, wie *Tellina* spp. und *Parvilucina* sp. A sein (vgl. Abb. 14, Kap. 4.2.2.1), die sich leichter anbohren lassen als dickschaligere oder polymorphe Arten. Jedoch sind eingehendere Untersuchungen der angebohrten Schalen, sowie der Naticiden in den Lagunen notwendig, um fundierte Aussagen über die komplexen Gründe der Verteilung dieser Spuren auf den Atollen und in den einzelnen Lagunenzonen zu treffen.

4.2.5.4 Schalenbewuchs

4.2.5.4.1 Inkrustierte Schalen

Die Zahl inkrustierter Schalen nimmt, wie die der angebohrten, von Turneffe Islands über Lighthouse Reef nach Glovers Reef zu (Abb. 30). Hierbei sei angemerkt, dass ihr Anteil auf Turneffe Islands mit 1,1 % weitaus niedriger ist, als auf Lighthouse und Glovers Reef, wo 48,0 bzw. 54,4 % der Schalen Inkrustationen aufweisen.

In den Lagunenzonen von Glovers und Lighthouse Reef ähnelt die Verteilung inkrustierter Schalen derer mit Bohrspuren von *Cliona* (Abb. 31). Auf Glovers Reef ist von der geschlossenen, tiefen Lagune zum flachen Lagunenrand hin ein stetiger Anstieg inkrustierter Schalen zu verzeichnen; im Rückriffbereich nimmt ihre Anzahl ab. Am häufigsten treten Inkrustationen auf den Muschelschalen der östlichen Riffkämme von Glovers und Lighthouse Reef auf (67,2 bzw. 81,9 %). Im offenen, südlichen Teil der Lagune von Lighthouse Reef sind sie seltener als in den vom Riffkamm eingeschlossenen Bereichen. Auf Turneffe Islands wurden lediglich im Übergangsbereich zwischen

Lagune und Tümpel erhöhte Anteile an inkrustierten Schalen gefunden (14,4 %). In allen anderen Lagunenzonen des Atolls beträgt ihr Anteil weit unter 3 %.

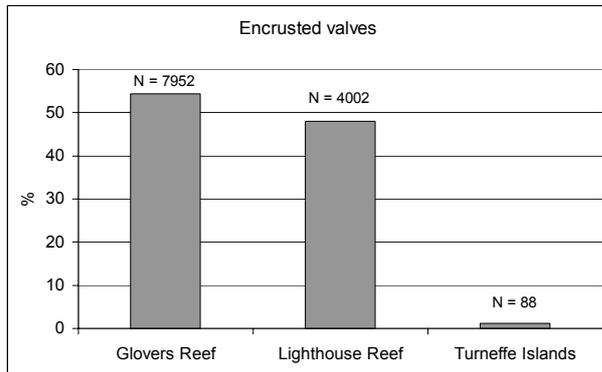


Abb. 30: Anteile an inkrustierten Muschelschalen auf den drei Atollen (N = Anzahl der inkrustierten Schalen).

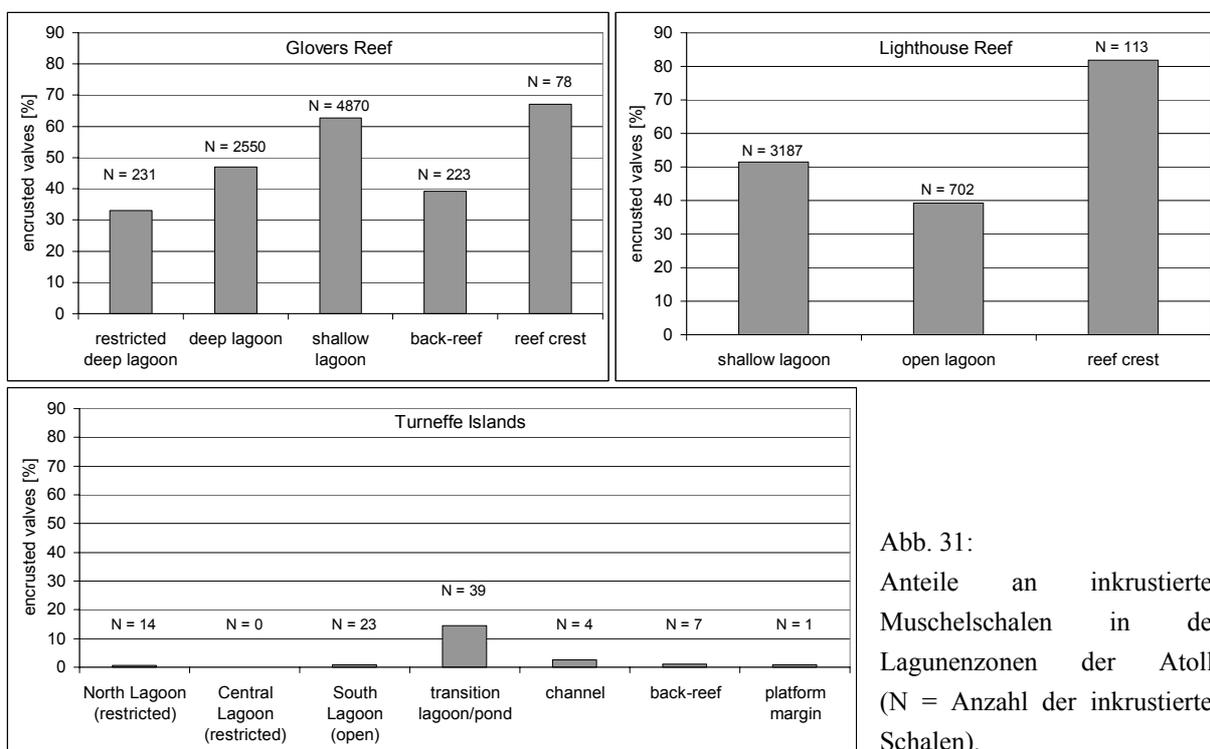


Abb. 31: Anteile an inkrustierten Muschelschalen in den Lagunenzonen der Atolle (N = Anzahl der inkrustierten Schalen).

Der Grund für die zunehmende Zahl inkrustierter Schalen auf Lighthouse und Glovers Reef sind vermutlich ebenfalls die niedrigeren Sedimentationsraten auf diesen beiden Atollen. Längere Verweilzeiten an der Sedimentoberfläche begünstigen die Besiedlung der Schalen durch inkrustierende Organismen, wie Foraminiferen, koralline Rotalgen, Algen, Polychaeten oder Bryozoen.

Auch der den *Cliona*-Bohrspuren ähnliche Häufigkeitsverlauf von Inkrustationen in den Lagunenzonen von Glovers und Lighthouse Reef spricht wiederum für einen Zusammenhang mit Strömungsintensität und Sedimentationsrate (vgl. Kap. 4.2.5.3). An den der Strömung am stärksten ausgesetzten östlichen Riffkämmen beider Atolle ist die Zahl an Inkrustationen am höchsten, da dort kaum sedimentiert wird und die an der Sedimentoberfläche liegenden Schalen lange Zeit von Halt suchenden Organismen besiedelt werden können. Dies wird besonders an den bis zu 6,8 cm großen, am Riffkamm zusammenschwemmten Schalen von L 35 deutlich, die mehrere Lagen von

Inkrustationen aufweisen (Abb. 32). Auch die zunehmende Zahl inkrustierter Schalen von der geschlossenen, tiefen Lagune zu den flachen Randzonen von Glovers Reef ist vermutlich mit einer abnehmenden Sedimentationsrate durch erhöhte Strömungsenergie zu begründen. Die vergleichsweise schwache Strömung und hohe Sedimentationsrate von \varnothing 0,82 m/ky auf Turneffe Islands spiegeln sich ebenfalls in der geringen Anzahl bewachsener Schalen wider. Lediglich im Übergangsbereich zwischen Lagune und Tümpel, wo vorwiegend epifaunale Arten auf Hartsubstrat siedeln, treten Inkrustationen gehäuft auf. Die meist byssal festgehefteten Muscheln werden dort vermutlich bereits im Lebendstadium von inkrustierenden, z.T. symbiotischen Organismen besiedelt.



Abb. 32:
Inkrustierte Schalen von *Tellina lintea*, die am Riffkamm von Lighthouse Reef (L 35) zusammengeschwemmt wurden. Makroskopisch erkennbar ist der Bewuchs mit *Homotrema rubrum* (Schale links oben), korallinen Rotalgen (Schale rechts oben u. Schale unten) und Algen (Schale unten).

4.2.5.4.2 Inkrustierer

Bei den die Muschelschalen inkrustierenden Organismen handelt es sich im Wesentlichen um Foraminiferen, koralline Rotalgen, Algen, Polychaeten und, wenn auch nur sehr vereinzelt, Bryozoen (Abb. 33 u. 37); häufig werden die Schalen auch von Biofilmen, die vorwiegend von Pilzhyphen, Diatomeen, Schwammnadeln und Coccolithen aufgebaut werden, überzogen (Abb. 34). Da auf Turneffe Islands nur 1,1 % der Schalen Inkrustationen aufweisen, wurde das Atoll aus der folgenden Diskussion ausgeklammert; auf den wenigen inkrustierten Schalen fanden sich Wurmbauten (Serpeln), Biofilme und selten auch Foraminiferen.

In Abb. 35 ist die prozentuale Verteilung der Organismen auf den inkrustierten Schalen von Glovers und Lighthouse Reef dargestellt. Auf beiden Atollen sind Biofilme die am häufigsten vorkommenden Inkrustationen. Daneben besiedeln vorwiegend inkrustierende Foraminiferen das Schalensubstrat; auf Lighthouse Reef ist ihr Anteil mit 28,1 % wesentlich höher als auf Glovers Reef (17,8 %). Koralline Rotalgen sind auf Lighthouse Reef mit 10,9 % ebenfalls häufiger vertreten als auf Glovers Reef, wo sie nur 4,1 % des gesamten Schalenbewuchses einnehmen und Anwuchsstellen von Algen mit 9,1 % (Lighthouse Reef: 6,1 %) überwiegen. Röhrenartige Wurmbauten sind auf Lighthouse Reef mit 5,6 %, auf Glovers Reef mit 2,0 % am Schalenbewuchs beteiligt.

In den Lagunenzonen der beiden Atolle sind die inkrustierenden Organismen wie in Abb. 36 dargestellt auf den Muschelschalen verteilt. Von den geschlossenen, nur einer schwachen

Wasserbewegung ausgesetzten Bereichen nimmt die Zahl der inkrustierenden Foraminiferen, korallinen Rotalgen und Wurmbauten über die flachen Randzonen zum Riffkamm auf der Luvseite der Atolle kontinuierlich zu. Die Verteilung der Biofilme zeigt einen dem gegenläufigen Trend. Anwuchsstellen von Algen finden sich auf den Schalen von Glovers Reef generell häufiger (s.o.), lassen jedoch keinen Verteilungstrend erkennen.

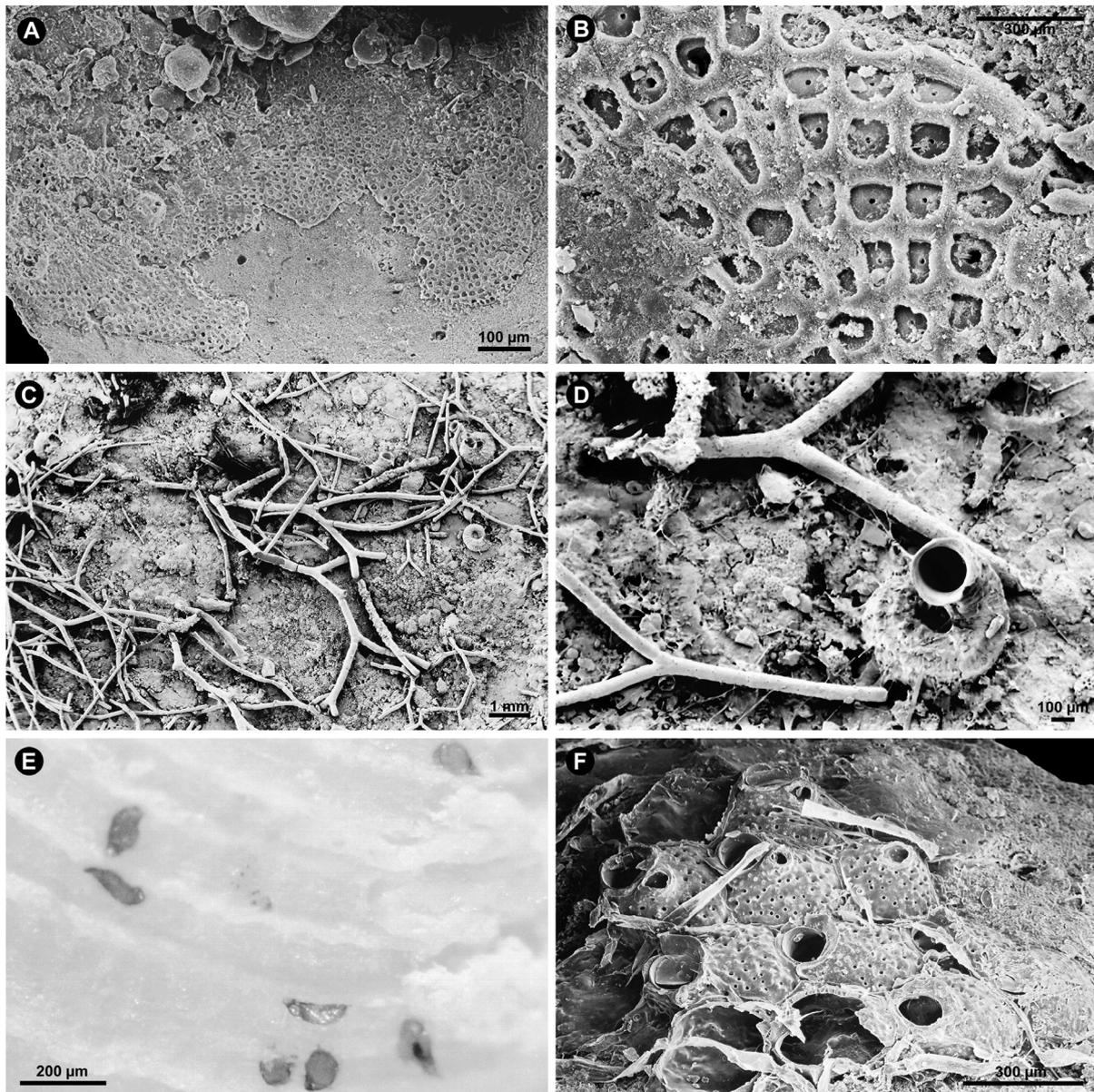


Abb. 33:

Inkrustierende Organismen. A: Koralline Rotalgen (unbestimmte Gattung). B: Koralline Rotalgen (unbestimmte Gattung), Detailaufnahme. C: Verästelte koralline Rotalgen (Gattung: *Jania*); rechts: Serpeln. D: Verästelte koralline Rotalgen (Gattung: *Jania*) und Serpel, Detailaufnahme. E: Anwuchsstellen von Algen. F: Bryozoen (Gattung: *Hippopodina*).

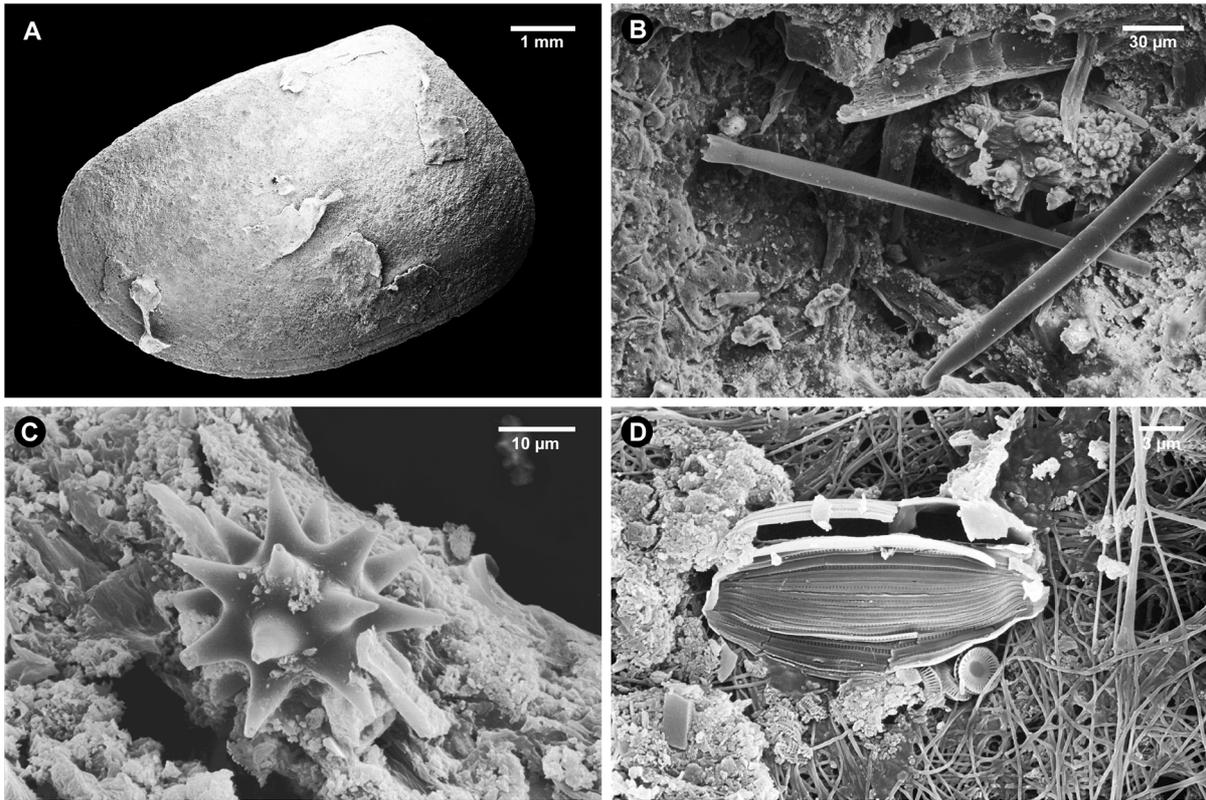
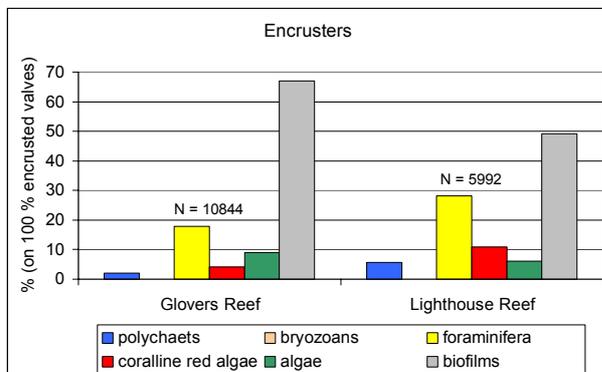


Abb. 34:

A: Schalenoberfläche von *Tellina gouldii* mit Bewuchs von Biofilmen (L 34). B: Schwammnadeln (Monaxone). C: Schwammnadel (Sphaeraster). D: Bildmitte: Diatomee; rechts unterhalb: Coccolithen; rechts unten: Pilzhyphen.

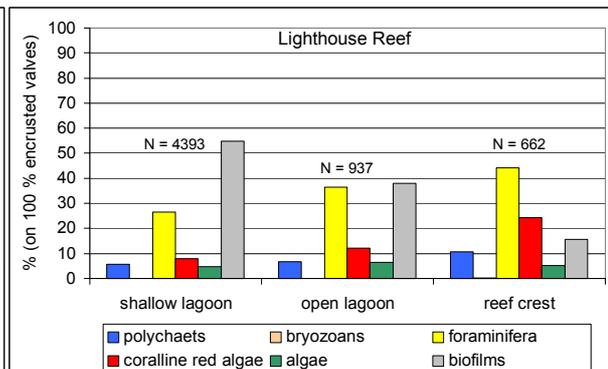
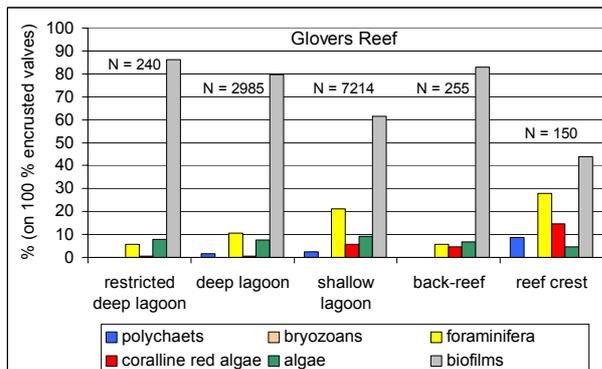


← Abb. 35:

Prozentuale Anteile der Organismen auf den inkrustierten Schalen von Grovers und Lighthouse Reef (N = Anzahl der inkrustierenden Organismen).

↓ Abb. 36:

Prozentuale Anteile der Organismen auf den inkrustierten Schalen in den Lagunenzonen von Grovers und Lighthouse Reef (N = Anzahl der inkrustierenden Organismen).



Sowohl auf Glovers und Lighthouse Reef als auch in den einzelnen Lagunenzonen der beiden Atolle zeichnet sich eine wasserenergetisch- und lichtbedingte Verteilung inkrustierender Organismen auf den Schalen ab. So finden sich Foraminiferen, koralline Rotalgen und Wurmbauten bevorzugt in hoch energetischen Flachwasserzonen. In der flachen, offenen Lagune von Lighthouse Reef sind sie daher auch häufiger als in der vergleichsweise tiefen, geschlossenen Lagune von Glovers Reef. Der Grund hierfür liegt zum Einen vermutlich in dem reichhaltigeren Nahrungsangebot dieser Zonen. Besonders die filtrierenden Polychaeten dürften in Zonen mit ständigem Wasseraustausch eine optimale Suspensionsnahrung vorfinden. Algen und koralline Rotalgen, die sich autotroph ernähren, siedeln sich dagegen v.a. wegen der guten Durchlichtung im Flachwasser an. Foraminiferen, deren Nahrungsquellen Bakterien, Pilze, Diatomeen und Algen sind (LIPPS 1975, 1983), bevorzugen vermutlich aus beiden Gründen diesen Lebensraum.

Gegenläufig zur Verteilung der oben genannten inkrustierenden Organismen werden Biofilme in den höher energetischen Lagunenzonen beider Atolle zunehmend seltener, und ihr Anteil ist auf Lighthouse Reef wesentlich geringer als auf Glovers Reef. Dies deckt sich im Wesentlichen mit den Beobachtungen von PERRY (1999), der die Bildung kalzifizierter Biofilme in vegetationsstabilisierten Zonen mit geringer Strömungsenergie beschreibt. Solche Zonen sind von Seegrasswiesen bewachsen und reich an organischer Substanz, die, von einem mikritischen Zement zusammengehalten, einen krustenartigen Überzug auf Sedimentkörnern und Schalenfragmenten bildet. Zu dichte Vegetation durch Algenmatten oder Bioturbation (v.a. durch den Krebs *Callinassa*) verhindern die Entwicklung von Biofilmen, da Algenmatten das Sediment stabilisieren, was eine schnelle Bindung der Körner zur Folge hat, während es durch Bioturbation ständig aufgearbeitet wird, wodurch eine Akkumulation der organischen Substanz nicht möglich ist.

4.2.5.4.3 Inkrustierende Foraminiferen

Bei den die Muschelschalen inkrustierenden Foraminiferen handelt es sich im Wesentlichen um *Planorbulina acervalis*, *Rosalina* spp. und *Cornuspiramia antillarum* (Abb. 37). Weniger häufig bzw. nur auf wenige Lokalitäten begrenzt treten *Homotrema rubrum*, *Cymbaloporetta* spp. und *Amphisorus hemprichii* auf.

Abb. 38 zeigt die prozentuale Verteilung der häufigsten Gattungen auf allen von Foraminiferen besiedelten Muschelschalen. Turneffe Islands wurde aufgrund des geringen Anteils inkrustierter Schalen nicht berücksichtigt. Auf den beiden anderen Atollen sind deutliche Unterschiede in der Verteilung inkrustierender Foraminiferen zu erkennen. So überwiegen auf Glovers Reef die Gattungen *Rosalina* (52,4 %) und *Planorbulina* (35,9 %). Nur *Cornuspiramia* ist mit 7,7 % vergleichsweise selten. Auf Lighthouse Reef ist *Planorbulina* die mit 52,6 % einzig vorherrschende inkrustierende Foraminifere. Wesentlich seltener (22,2 %) tritt die Gattung *Cornuspiramia* auf; im Hinblick auf Glovers Reef ist ihr Anteil jedoch vergleichsweise hoch. *Rosalina* dagegen ist mit 16,7 % im Vergleich zu Glovers Reef eher selten.

Innerhalb der Lagunenzonen von Glovers Reef nehmen die Anteile an *Planorbulina* und *Cornuspiramia* von der geschlossenen, tiefen Lagune zu den flachen Randbereichen hin zu (Abb. 39). *Planorbulina* erreicht die höchsten prozentualen Anteile im Rückriff, wo *Cornuspiramia* nicht als Inkrustierer auf den Muschelschalen gefunden wurde. Auf Lighthouse Reef ist eine steigende

Häufigkeit beider Gattungen von der weitgehend geschlossenen, flachen Lagune zum offenen, südlichen Teil zu beobachten. Gegenläufig dazu kommt *Rosalina* in der geschlossenen, tiefen Lagune von Glovers Reef am häufigsten vor und wird zum Riffkamm hin immer seltener. In der flachen Lagune von Lighthouse Reef ist diese Gattung weitaus weniger häufig (s.o.), jedoch zeichnet sich auch dort ein abnehmender Trend von der geschlossenen zur offenen Lagune im Süden ab. An den luvseitigen Riffkämmen beider Atolle ist *Homotrema rubrum* eine wichtige inkrustierende Foraminifere. Auf den zusammengeschwemmten Schalen des östlichen Riffkamms von Lighthouse Reef sind zudem *Cymbaloporetta* spp. und *Amphisorus hemprichii* häufig vertreten.

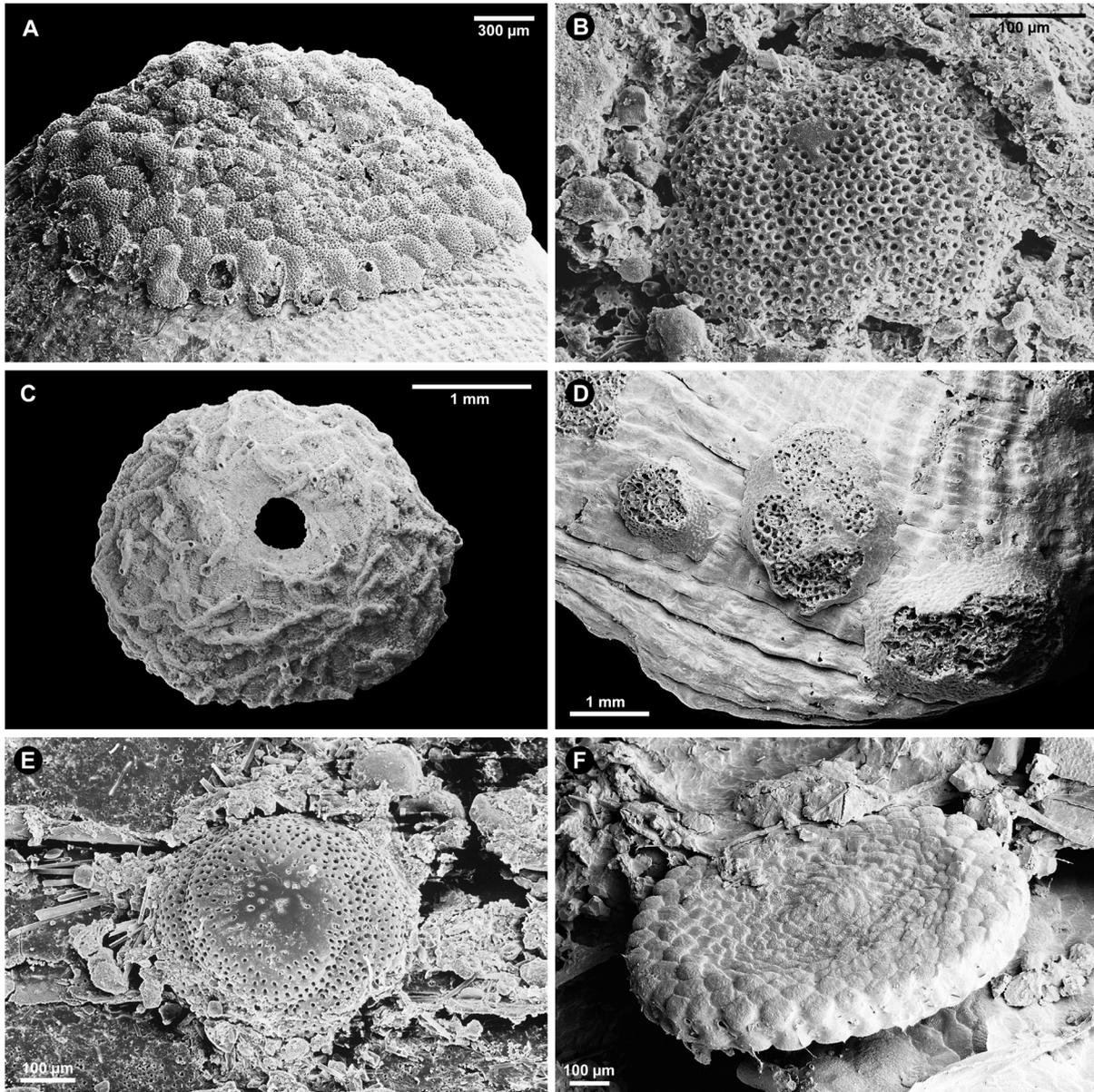


Abb. 37:

Inkrustierende Foraminiferen. A: *Planorbulina acervalis*. B: *Rosalina* spp.. C: *Cornuspiramia antillarum*. D: *Homotrema rubrum*. E: *Cymbaloporetta* spp.. F: *Amphisorus hemprichii*.

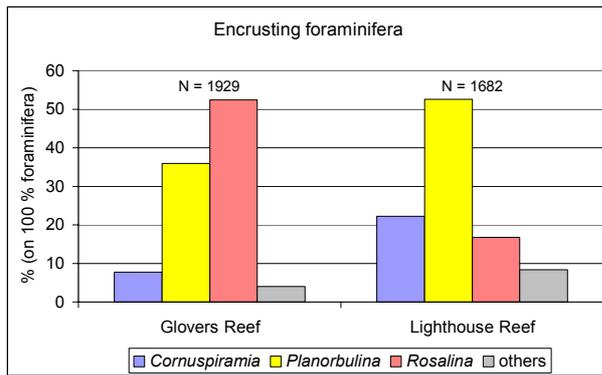


Abb. 38:
 Prozentuale Anteile der häufigsten Foraminiferen-Gattungen auf den mit Foraminiferen bewachsenen Muschelschalen von Grovers und Lighthouse Reef (N = Anzahl der inkrustierenden Foraminiferen).

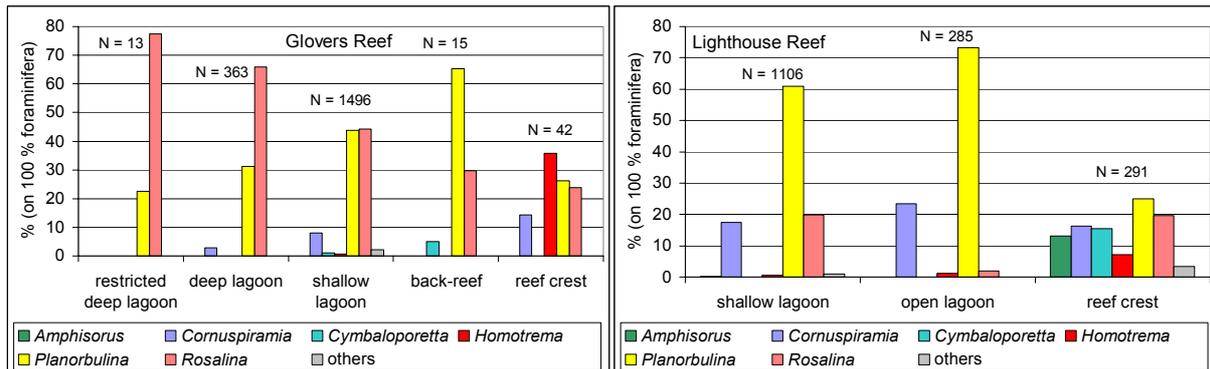


Abb. 39:
 Prozentuale Anteile der häufigsten Foraminiferen-Gattungen auf den mit Foraminiferen bewachsenen Muschelschalen in den Lagunenzonen von Grovers und Lighthouse Reef (N = Anzahl der inkrustierenden Foraminiferen).

Die Verteilungstrends inkrustierender Foraminiferen auf den Schalen spiegeln, wie zuvor bereits die inkrustierenden Organismen im Allgemeinen, Unterschiede in der Wellen- und Strömungsintensität auf den Atollen wider. So sind *Planorbulina* und *Cornuspiramia* typisch für höher energetische Flachwasserbereiche, wohingegen *Rosalina* bevorzugt Substrate in tieferen, wellen- und strömungsgeschützten Lagunenzonen besiedelt. Dies hängt vermutlich mit den unterschiedlichen Lebensweisen dieser Gattungen zusammen: *Planorbulina* und *Cornuspiramia* sind Foraminiferen, die dauerhaft an einem Substrat festgeheftet leben; *Rosalina* gehört dagegen zu den mobilen Formen, die sich mit Hilfe ihrer Pseudopodien auf dem Substrat fortbewegen und sich nur zeitweise mit einer leimartigen, organischen Substanz daran anheften (LANGER 1993). *Planorbulina* und *Cornuspiramia* sind somit fester mit ihrem Substrat verbunden und können, ohne weggeschwemmt zu werden, stärkeren Wasserbewegungen standhalten als *Rosalina*. *Homotrema rubrum* tritt ausschließlich in hoch energetischen Zonen, wie hier am luvseitigen Riffkamm, auf (GISCHLER et al. 2003). Die eine Thanatozönose bildenden Bivalven am östlichen Riffkamm von Lighthouse Reef werden zudem von Foraminiferen besiedelt, die vermutlich aus dem flachen Vorriffbereich des Atolls stammen.

4.2.5.5 Fragmentierung

Der Fragmentierungsgrad der Schalen kann ein Hinweis auf die in den Lagunen herrschende Wasserbewegung durch Wellen und Strömung sein. Dabei ist zu berücksichtigen, dass dünnchalige Muscheln bereits bei geringer Wellen- und Strömungsenergie zerbrechen können, während dickschalige auch vergleichsweise starken Wasserbewegungen standhalten. Außerdem sei darauf hingewiesen, dass die untersuchten Schalen sowohl im Gelände als auch im Labor gewaschen und über Sieben mit verschiedenen Maschenweiten geschlämmt wurden, was ebenfalls zum Zerbrechen einiger Schalen geführt haben kann. Im Folgenden werden Fragmentierungsgrade von 0 bis 2 unterschieden. Grad 0 bezeichnet Schalen, die nicht oder bis zu $\frac{1}{3}$ fragmentiert sind, Grad 1 solche, die zu $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ zerbrochen sind; bei Fragmentierungsgrad 2 ist höchstens noch $\frac{1}{3}$ der Schale erhalten.

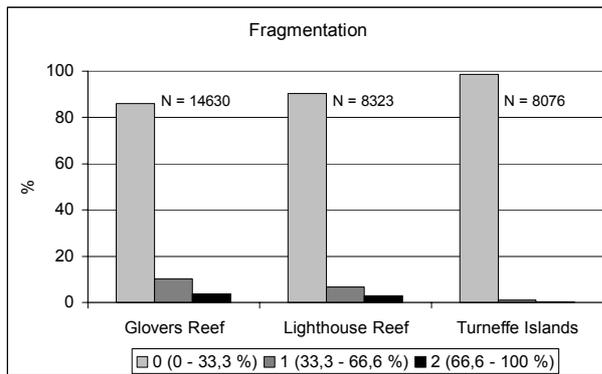


Abb. 40:

Anteile an zerbrochenen Schalen unterschiedlicher Fragmentierungsgrade auf den drei Atollen (N = Anzahl der untersuchten Schalen).

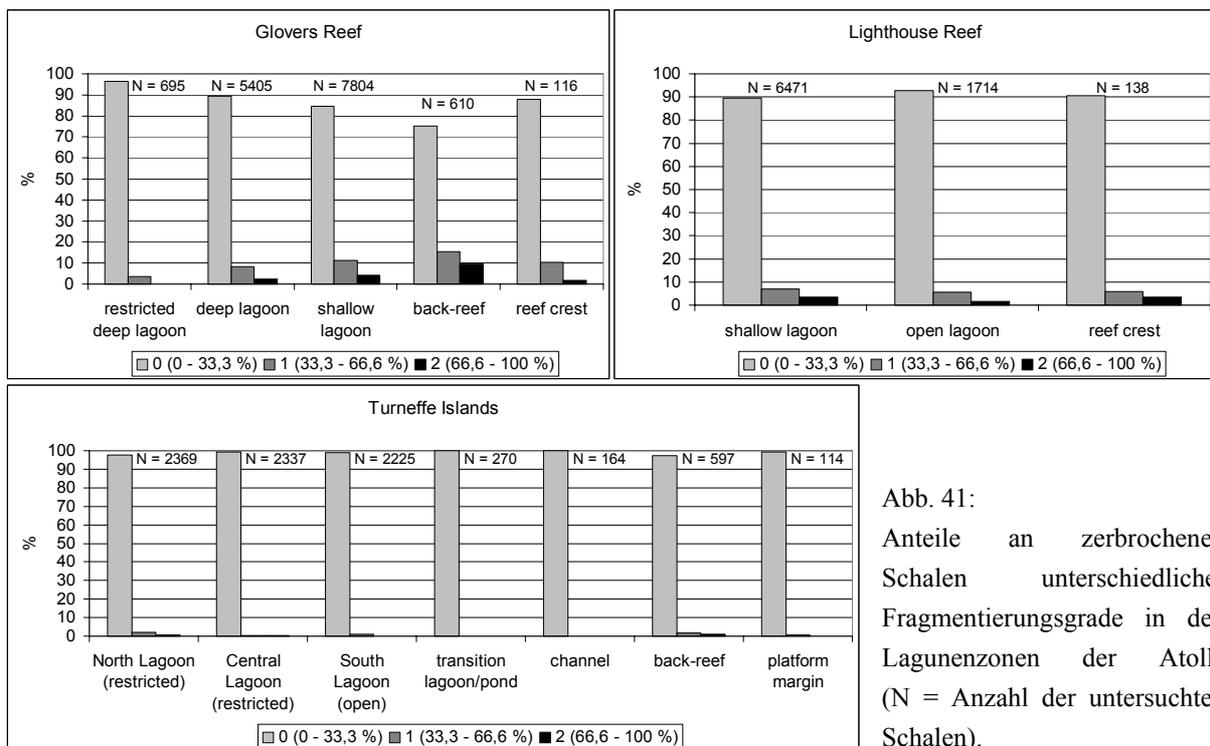


Abb. 41:

Anteile an zerbrochenen Schalen unterschiedlicher Fragmentierungsgrade in den Lagunenzonen der Atolle (N = Anzahl der untersuchten Schalen).

Von Turneffe Islands über Lighthouse Reef nach Grovers Reef ist eine geringfügige Zunahme an fragmentierten Schalen zu verzeichnen (Abb. 40). In den Lagunenzonen von Grovers Reef nehmen die Anteile zerbrochener Schalen von der geschlossenen, tiefen Lagune zu den flachen Randbereichen hin zu (Abb. 41). Im Rückriffbereich des Atolls wurden die meisten Schalen mit Fragmentierungsgrad 1

und 2 gefunden; am Riffkamm dagegen ist Schalenbruch wesentlich seltener. Auf Lighthouse Reef sind in den Lagunenzonen kaum veränderliche Anteile fragmentierter Schalen festzustellen – ebenso wenig wie auf Turneffe Islands, wo insgesamt nur 1,3 % der Schalen einen höheren Fragmentierungsgrad (1-2) zeigen.

Die Zunahme fragmentierter Schalen von Turneffe Islands über Lighthouse nach Glovers Reef ist im Wesentlichen mit der in dieselbe Richtung abnehmenden Sedimentationsrate zu erklären (vgl. Kap. 4.2.5.3 u. 4.2.5.4.1). Je länger die Schalen an der Sedimentoberfläche liegen, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie durch Wasserbewegung oder Bioturbation zerbrechen.

Der Grund für den ansteigenden Fragmentierungsgrad von der geschlossenen, tiefen Lagune zu den flachen Randbereichen von Glovers Reef ist vermutlich die zunehmende Wellen- und Strömungsaktivität in diese Richtung. Der hohe Fragmentierungsgrad der Schalen im Rückriffbereich des Atolls resultiert dagegen vielmehr aus dem dortigen Vorherrschen dünnschaliger und damit leicht zerbrechlicher Telliniden (55,3 %). Am Riffkamm von Glovers Reef ist der Anteil fragmentierter Schalen, trotz der hohen Wasserenergie, vergleichsweise gering, was vermutlich mit dem überwiegenden Vorkommen (36,2 %) dickschaliger, epifaunaler Gattungen, wie *Barbatia* und *Arcopsis* zusammenhängt, die nur schwer zerbrechlich sind. Auch am Riffkamm von Lighthouse Reef treten nur wenige fragmentierte Schalen auf, da die dort angetroffene Thanatozönose vorwiegend aus großen, dickschaligen und damit robusten Schalen besteht. In den beiden übrigen Zonen – der flachen Lagune und dem offeneren, südlichen Teil des Atolls – wurden annähernd gleiche Anteile an fragmentierten Schalen gefunden. Da auch innerhalb der dortigen Bivalven-Vergesellschaftungen nur geringe Unterschiede zu erkennen sind, ist davon auszugehen, dass in diesen beiden Zonen vergleichbare Strömungsverhältnisse herrschen. Die in allen Lagunenzonen niedrigen Fragmentierungsgrade auf Turneffe Islands sind vermutlich das Resultat aus der insgesamt wind- und strömungsgeschützten Lage des Atolls sowie dem geringen Anteil dünnschaliger Telliniden (<5 %) in den Lagunensedimenten.

4.2.5.6 Abrasion

Im Vergleich zur Fragmentierung ist der Abrasionsgrad der Schalen ein besserer Anzeiger für Änderungen in der Wellen- und Strömungsintensität, da er nicht von der Schalendicke und -stabilität abhängig ist. Jedoch sei erwähnt, dass Abrasionserscheinungen auf skulptierten Schalenoberflächen schlechter zu erkennen sind als auf glatten, da oft nur die erhöhten Schalenregionen betroffen sind, während Anwachsstreifen und kleine Rippen auf den tiefer und dadurch geschützt gelegenen Regionen noch gut erkennbar sind. Daneben sei auch an dieser Stelle auf die physikalische Beanspruchung hingewiesen, der die Schalen im Gelände und Labor ausgesetzt waren, und die neben den natürlichen Bedingungen den Abrasionsgrad beeinflussen haben können.

Die Anteile abraderter Schalen nehmen von Turneffe Islands über Lighthouse Reef nach Glovers Reef deutlich zu (Abb. 42). Auch von der geschlossenen, tiefen Lagune zu den flachen Randzonen von Glovers Reef wurden ansteigende Abrasionsgrade verzeichnet (Abb. 43). Im Rückriffbereich des Atolls fanden sich nur wenige abradierte Schalen; zum Riffkamm hin steigt ihre Zahl jedoch wieder an. Auf Lighthouse Reef nimmt die Abrasion der Schalen von der geschlossenen, flachen Lagune über

den offenen Bereich im Süden zum Riffkamm hin linear zu, während auf Turneffe Islands nur wenige Schalen abradiert und keine wesentlichen Unterschiede in ihrer Verteilung innerhalb der Lagunenzonen zu erkennen sind.

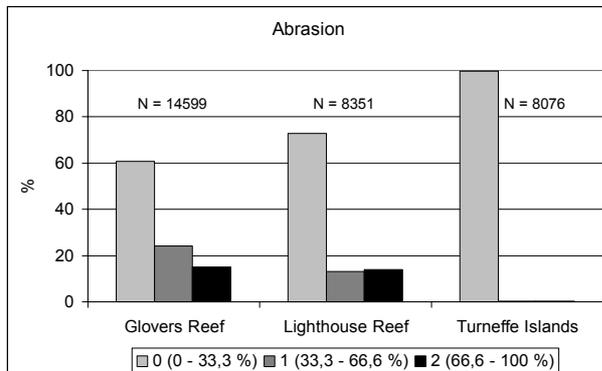


Abb. 42: Anteile an unterschiedlich stark abradierten Schalen auf den drei Atollen (N = Anzahl der untersuchten Schalen).

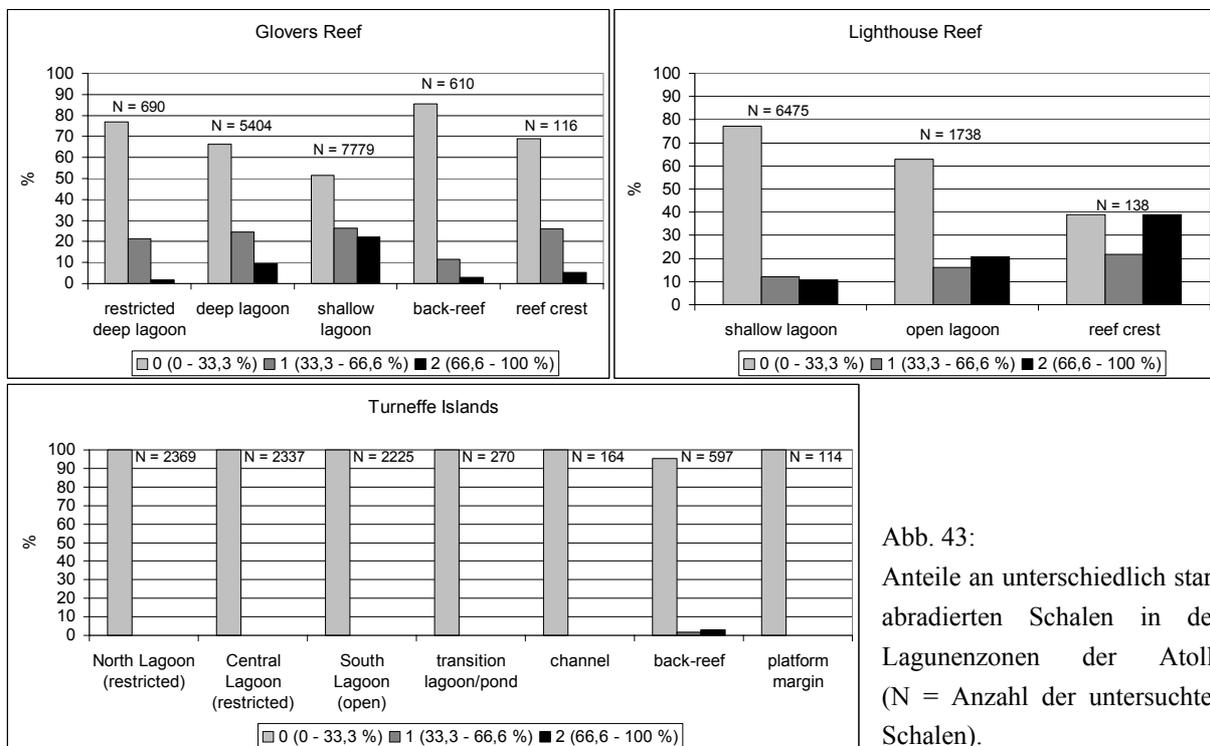


Abb. 43: Anteile an unterschiedlich stark abradierten Schalen in den Lagunenzonen der Atolle (N = Anzahl der untersuchten Schalen).

Die von Turneffe Islands über Lighthouse Reef nach Grovers Reef abnehmende Sedimentationsrate ist vermutlich auch für die zunehmende Abrasion der Schalen in dieselbe Richtung verantwortlich (vgl. Kap. 4.2.5.3, 4.2.5.4.1 u. 4.2.5.5). Eine längere Verweildauer an der Sedimentoberfläche begünstigt neben der Fragmentierung auch die Abrasion der Schalen durch Sedimentumlagerung oder bioturbierende Organismen.

Die zunehmende Abrasion von der geschlossenen, tiefen zur flachen, randlichen Lagune von Grovers Reef ist mit dem zunehmenden Einfluss von Wellen und Strömung zum Lagunenrand hin zu erklären, der eine erhöhte Sedimentaufarbeitung zur Folge hat. Im Rückriffbereich resultieren aus dem Vorherrschen von *Tellina similis* (42,8 %) und *T. candeana* (12,5 %) vergleichsweise geringe Abrasionsgrade, da die glatte Oberfläche ihrer Schalen Abrasionserscheinungen nur schwer erkennen lässt. Zum Riffkamm hin bewirkt eine erhöhte Wellen- und Strömungsenergie eine erneute Zunahme

an abradierten Schalen. Die höchsten Abrasionsgrade werden jedoch in den flachen Randzonen des Atolls und nicht am Riffkamm erreicht, da die stark skulptierten Schalen der epifaunalen Gattungen *Barbatia* und *Arcopsis*, die am Riffkamm mit insgesamt 36,2 % vorherrschen, kaum Abrasionserscheinungen erkennen lassen. Auf Lighthouse Reef spiegelt sich in der linearen Zunahme abradierter Schalen von der flachen Lagune zum Riffkamm eine Erhöhung der Wasserenergie wider. Die geringe Abrasion und unmerkliche Änderung der Verteilung abradierter Schalen in den Lagunenzonen von Turneffe Islands ist mit der wind- und strömungsgeschützten Lage des Atolls zu erklären.

4.2.6 Diversitätsverteilung

Die Bivalvenfaunen der drei Atolle weisen Diversitäten zwischen 1,4 in der geschlossenen, zentralen Lagune von Turneffe Islands und 2,8 am östlichen Riffkamm von Glovers Reef auf (Tab. 8 u. Abb. 44A; vgl. Kap. 3.4.3). Diversität, Evenness und Richness erreichen ihre höchsten Werte auf Glovers Reef; über Lighthouse Reef nehmen sie nach Turneffe Islands kontinuierlich ab (Tab. 7).

	Diversität	Evenness	Richness
Glovers Reef	2,661	0,573	103,896
Lighthouse Reef	2,485	0,570	77,889
Turneffe Islands	2,221	0,568	49,890

Tab. 7:

Diversität, Evenness und Richness der Bivalvenfaunen auf den drei Atollen.

Atoll	Lagunenzone	Diversität	Evenness	Richness
Glovers Reef	Riffkamm	2,87	0,83	31,79
	Rückriff	1,84	0,65	16,84
	flache Lagune	2,59	0,59	83,89
	tiefe Lagune	2,33	0,55	69,88
	geschlossene, tiefe Lagune	1,47	0,47	22,85
Lighthouse Reef	Riffkamm	2,28	0,75	20,80
	offene Lagune	2,74	0,69	51,87
	flache Lagune	2,22	0,53	66,89
Turneffe Islands	Atollrand	1,77	0,62	16,80
	Rückriff	2,22	0,71	22,84
	Kanal	1,91	0,65	18,81
	Übergang Lagune/Tümpel	2,04	0,82	11,82
	Südlagune (offen)	2,12	0,59	35,87
	zentrale Lagune (geschlossen)	1,44	0,44	26,87
	Nordlagune (geschlossen)	2,01	0,58	31,87

Tab. 8:

Diversität, Evenness und Richness der Bivalven-Vergesellschaftungen in den Lagunenzonen der Atolle.

Auf Glovers Reef sind zunehmende Diversitäts-, Evenness- und Richness-Werte von der geschlossenen, tiefen Lagune zu den flachen, randlichen Lagunenzonen zu verzeichnen (Tab. 8 u. Abb. 44A u. B). Im Rückriffbereich des Atolls gehen Diversität und Richness zurück; die Evenness-Werte steigen jedoch weiterhin an. Am östlichen Riffkamm wurden die höchsten Diversitäts- und Evenness-Werte festgestellt; der Artenreichtum ist mit 31,8 allerdings bedeutend geringer als in weiten Teilen der Lagune (69,9-83,9). Auf Lighthouse Reef ist eine Zunahme von Diversität und Evenness von der flachen zur offenen, südlichen Lagune zu beobachten. Mit der zum Riffkamm zunehmenden Wellen- und Strömungsintensität nimmt der Artenreichtum sichtlich ab, wohingegen die Evenness-Werte ansteigen. Die Diversität der Bivalven-Thanatozönose am Riffkamm ist mit der in der flachen Lagune zu vergleichen. Während Diversität, Evenness und Richness auf Glovers und Lighthouse Reef gewissen Trends zu folgen scheinen, ist auf Turneffe Islands kein solcher erkennbar.

Die Diversität ist im dortigen Rückriffbereich mit 2,2 und in der vergleichsweise offenen Südlagune (2,1) am höchsten. Die höchsten Evenness-Werte wurden im Übergangsbereich zwischen Lagune und Tümpel (0,8), sowie im Rückriffbereich (0,7) verzeichnet. Der Artenreichtum ist in der offenen Südlagune (35,9) und der geschlossenen Nordlagune (31,9) am größten.

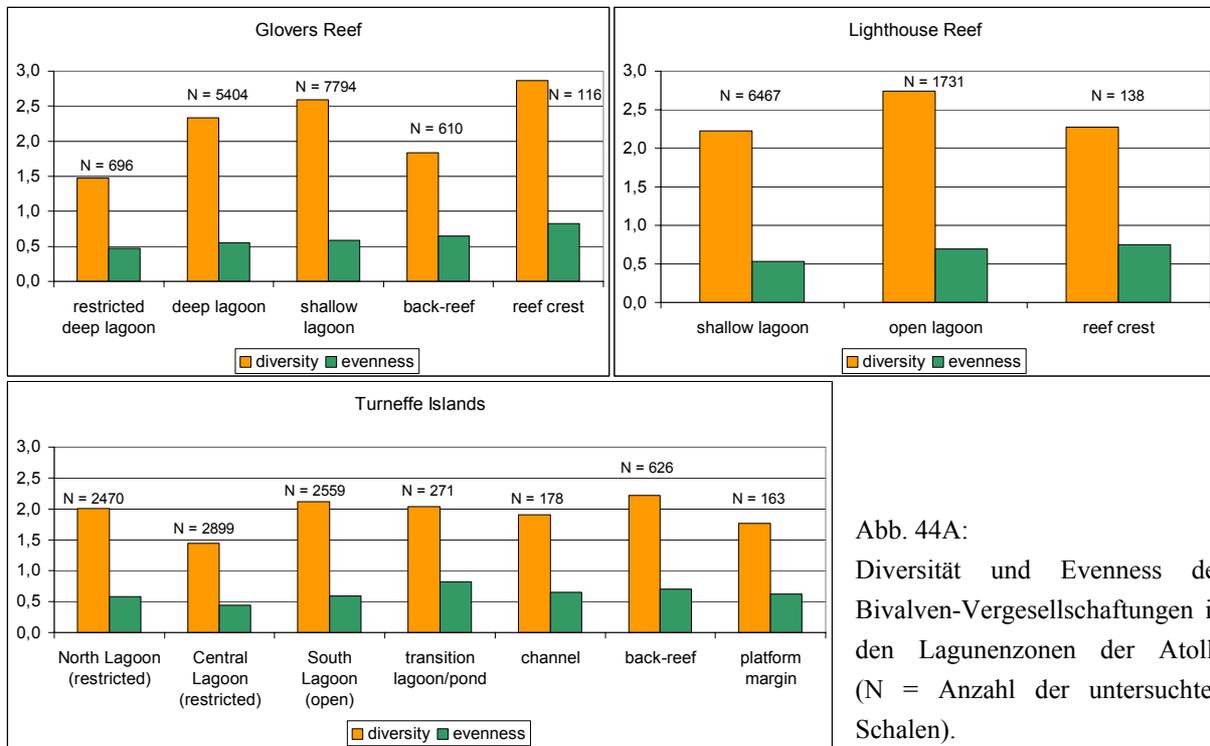


Abb. 44A: Diversität und Evenness der Bivalven-Vergesellschaftungen in den Lagunenzonen der Atolle (N = Anzahl der untersuchten Schalen).

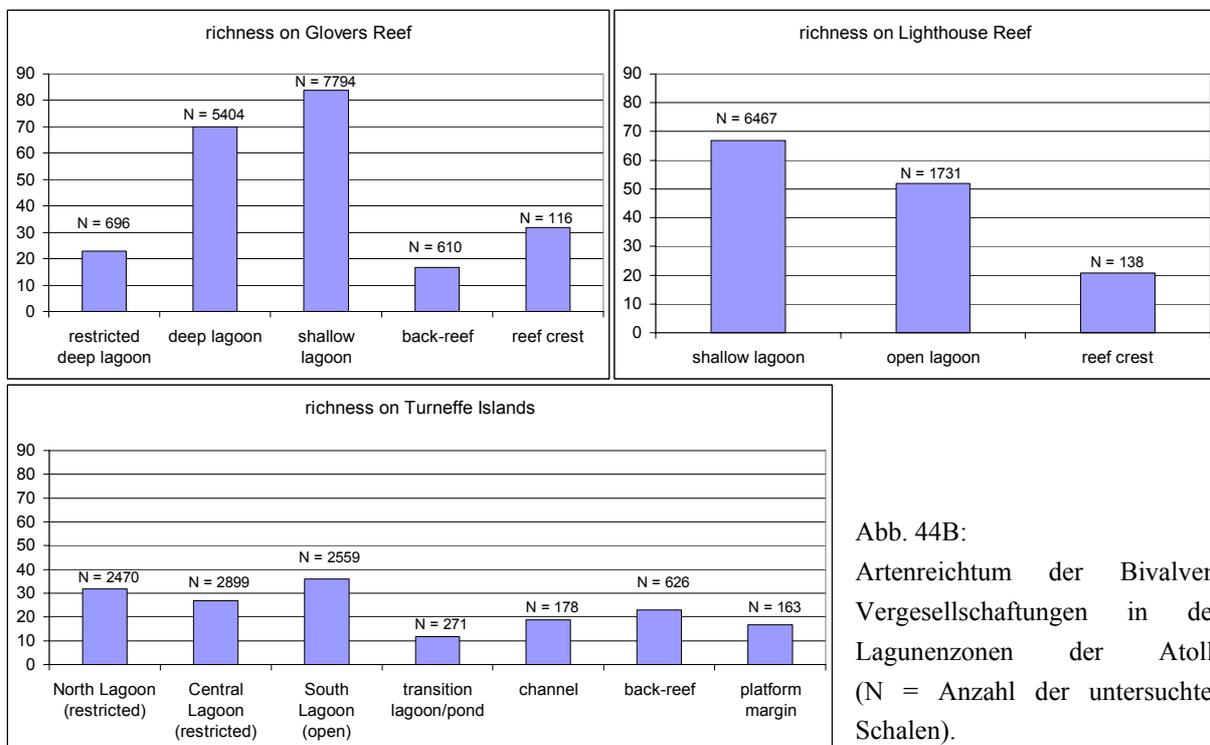


Abb. 44B: Artenreichtum der Bivalven-Vergesellschaftungen in den Lagunenzonen der Atolle (N = Anzahl der untersuchten Schalen).

Der von Glovers über Lighthouse Reef nach Turneffe Islands abnehmende Trend von Diversität, Evenness und Richness kann zum Einen mit einer Verschlechterung der Lebensbedingungen in den Lagunen zusammenhängen, zum Anderen aber auch durch Time-averaging verursacht sein. In den offenen Lagunen von Glovers und Lighthouse Reef herrscht ein ausreichender Wasseraustausch und Nährstoffeintrag. Aufgrund der geringeren Lagumentiefe ist jedoch der Einfluss von Wellen und Strömung auf Lighthouse stärker als auf Glovers Reef, was das Vorherrschen tief grabender Bivalven, die sich den Umgebungsbedingungen anpassen, indem sie im Sediment Schutz suchen, zur Folge hat und damit ein Grund für den Rückgang von Diversität, Evenness und Richness sein könnte. Auf Turneffe Islands herrschen durch die strömungsgeschützte Lage des Atolls und den die Lagunen umgebenden Mangrovensaum Bedingungen, die v.a. von der Niederschlagsmenge und -häufigkeit abhängig sind (vgl. Kap. 4.1.4), da ein Wasseraustausch mit dem offenen Meer kaum stattfindet. Besonders die im Jahresverlauf stark schwankende Salinität (vgl. Kap. 4.1.3) bewirkt eine Instabilität dieses Ökosystems und hat eine Besiedlung der Lagunen durch Opportunisten zur Folge, was sich in der niedrigen Diversität, Evenness und Richness der Bivalvenfauna von Turneffe Islands widerspiegelt. Doch auch die von Glovers über Lighthouse Reef nach Turneffe Islands zunehmende Sedimentationsrate kann eine Ursache für die in dieselbe Richtung abnehmenden Diversitätswerte sein. Durch den höheren Time-averaging-Effekt beinhalten die Sedimentproben von Glovers Reef die Bivalvenfauna einer größeren Zeitspanne, als die von Lighthouse Reef und Turneffe Islands. Innerhalb eines längeren Ablagerungszeitraums erhöht sich somit die Wahrscheinlichkeit, dass sich Schalen von Bivalven ansammeln, die zu verschiedenen Zeiten in unterschiedlichen Milieus gelebt haben.

Für die ansteigenden Diversitäts-, Evenness- und Richness-Werte von der geschlossenen, tiefen Lagune zu den flacheren Randzonen von Glovers Reef ist vermutlich ein durch die zunehmende Wellen- und Strömungsenergie verbesserter Wasseraustausch und Nährstoffeintrag verantwortlich. Der Rückgang von Diversität und Richness im Rückriffbereich spricht für eine Verschlechterung der dortigen Lebensbedingungen – vermutlich aufgrund einer zu hohen Wellen- und Strömungsenergie. Die gegenüber der flachen Lagune zunehmenden Evenness-Werte resultieren möglicherweise aus einer durch Zusammenschwemmung bedingten Zufallsverteilung. Die hohen Diversitäts- und Evenness-Werte am östlichen Riffkamm von Glovers Reef dürften ebenfalls auf einer Anschwemmung von Schalen aus dem Vorriff beruhen. Sowohl der Riffkamm als vermutlich auch der Vorriffbereich werden vorwiegend von epifaunalen Arten besiedelt, weshalb der Artenreichtum dort vergleichsweise gering ist.

Auf Lighthouse Reef wurden mit zunehmender Wasserbewegung von der flachen über die offene, südliche Lagune zum östlichen Riffkamm ein Rückgang des Artenreichtums und eine gleichmäßigere Artenverteilung festgestellt. Die von Wellen und Strömung beeinflussten Lagunenzonen des Atolls werden nur von wenigen Opportunisten besiedelt, was zur Verringerung der Artenzahl führt. Da es sich bei der Vergesellschaftung des östlichen Riffkamms um eine Thanatozönose handelt, ist vermutlich eine transportbedingte Verteilung für die hohen Evenness-Werte verantwortlich.

Durch Salinitätsschwankungen verursachte Milieuininstabilitäten in den Lagunenzonen von Turneffe Islands führen zu wechselnden Diversitäts-, Evenness- und Richness-Werten und verhindern die Bildung stabiler Faunengemeinschaften auf diesem Atoll.

4.3 Fossile Molluskenfauna im Holozän

Um einen ersten Einblick in die fossile Molluskenfauna der Lagunen zu erhalten und dadurch eventuelle Rückschlüsse auf die Lagunenentwicklung zu ziehen, wurde zunächst je ein Vibrationsbohrkern aus den zentralen Bereichen der Atolle untersucht (vgl. Kap. 3 u. Abb. 45). Die Positionen der Bohrungen sind Abb. 8 zu entnehmen. Wie in den rezenten Sedimentproben, finden sich auch in den fossilen hauptsächlich Bivalven und Gastropoden; die Anteile an Polyplacophoren und Scaphopoden sind vernachlässigbar gering.

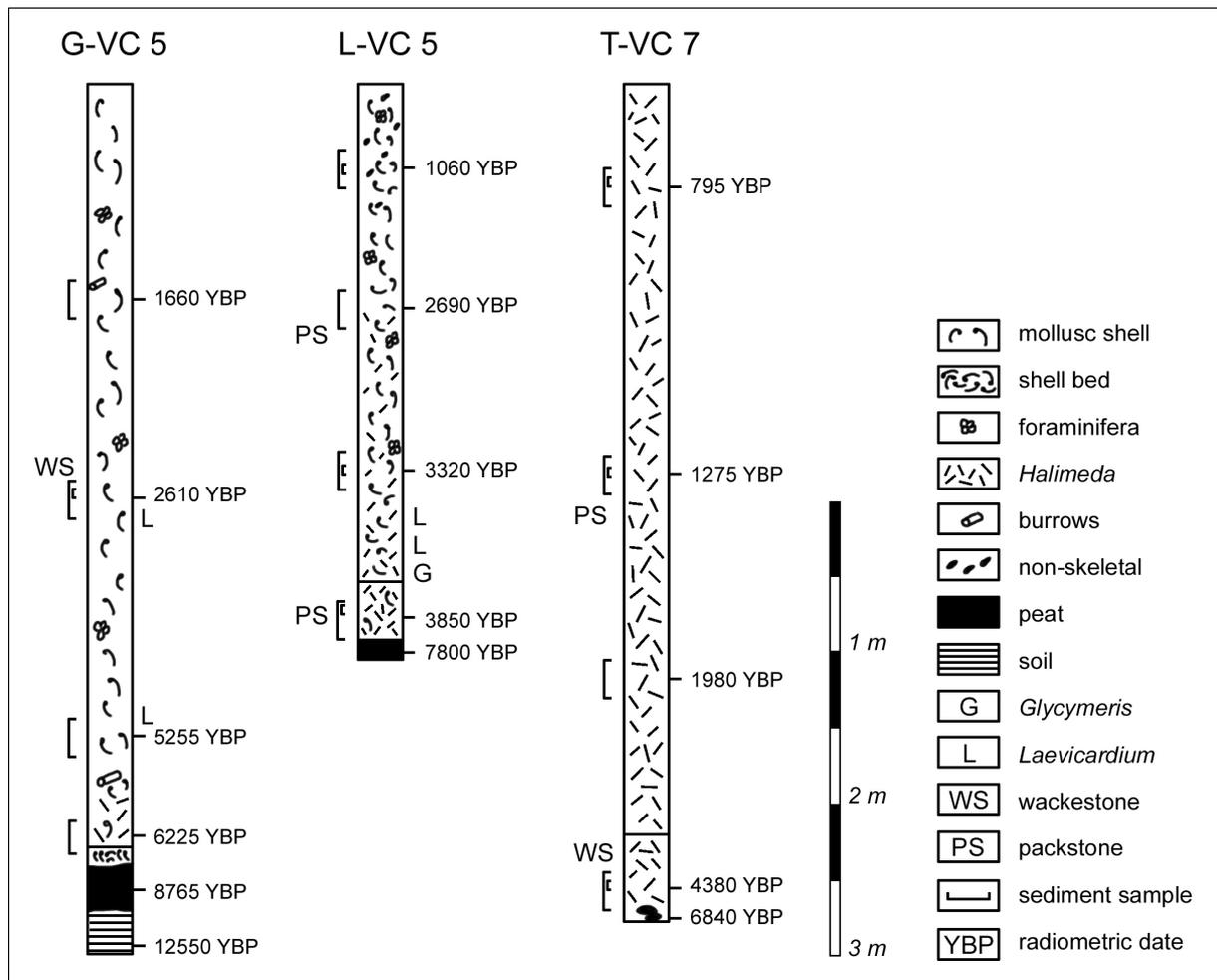


Abb. 45:

Untersuchte Bohrkern aus den inneren Lagunen von Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands (nach GISCHLER 2003). Die Längen der Kerne entsprechen den unkomprimierten Werten. Große Klammern markieren die für die vorliegende Arbeit entnommenen Abschnitte, kleine Klammern die zur Datierung entnommenen Stichproben. Altersangaben, die nicht mit kleinen Klammern versehen sind, beruhen auf früheren, im Rahmen anderer Arbeiten vorgenommenen Datierungen.

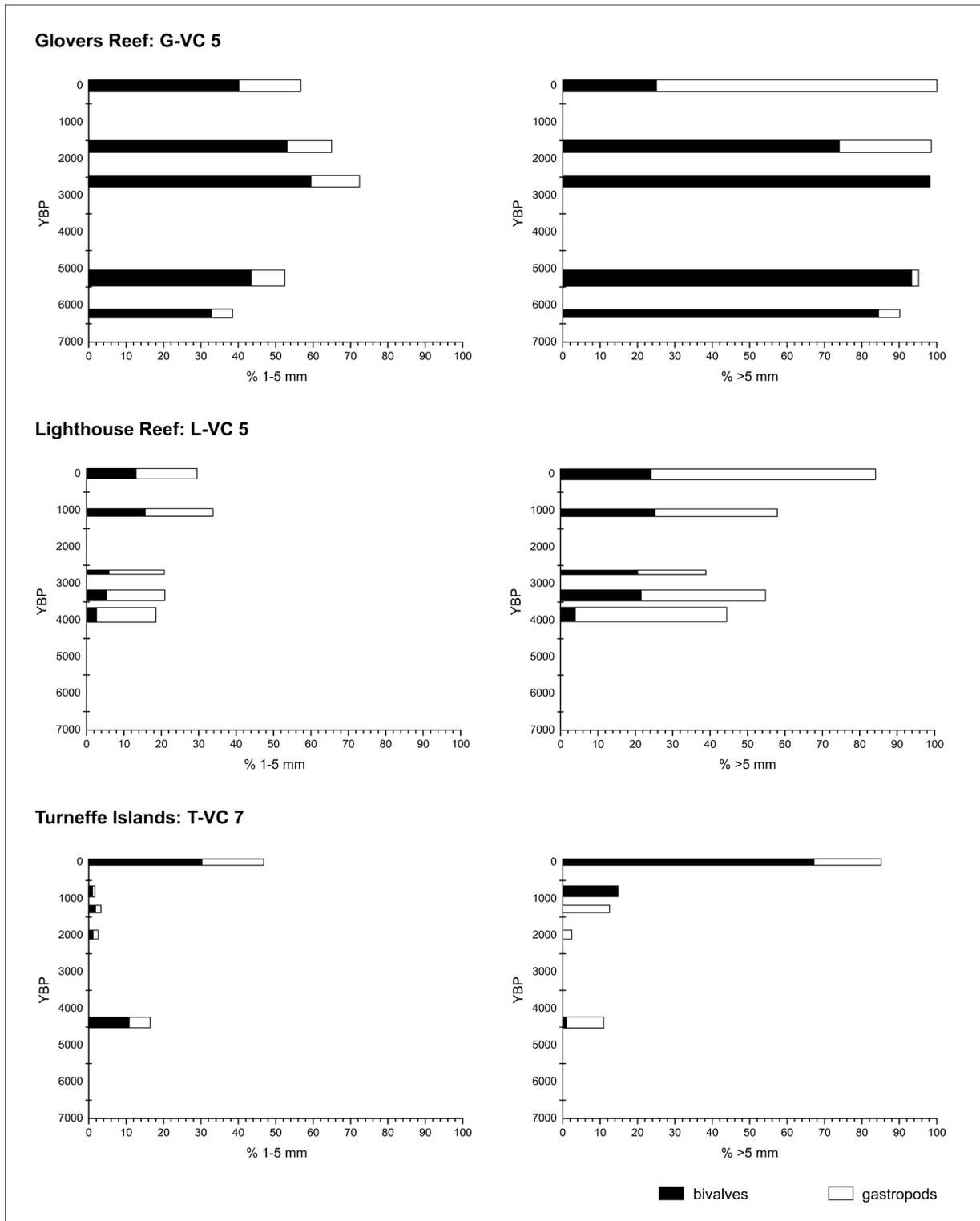


Abb. 46:

Verteilung von Bivalven (schwarz) und Gastropoden (weiß) in Vibrationsbohrkernen aus den zentralen Lagunenbereichen von Grovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands (Angaben in Vol. %). Der oberste Horizont entspricht nicht dem Bohrkern top, sondern einer benachbarten rezenten Kastengreiferprobe.

Abb. 46 zeigt die Verteilung von Bivalven und Gastropoden in den untersuchten Abschnitten der Kerne. Der jeweils oberste Horizont entspricht nicht dem Bohrkern top, sondern einer benachbart genommenen rezenten Kastengreiferprobe. Sowohl im Oberflächensediment als auch in den

Bohrkernen weist die Fraktion >5 mm höhere Molluskenanteile auf als die Fraktion 1-5 mm (vgl. Kap. 4.2). Neben Mollusken finden sich in der Fraktion >5 mm vorwiegend inkrustierte Wurmbauten, Korallenbruchstücke und Scheren von Krebsen. Zum größten Teil bestimmen Bivalven und Gastropoden die Molluskenfauna; daneben sind vereinzelt Polyplacophoren und Scaphopoden enthalten. Im Kern G-VC 5, der aus der inneren Lagune von Glovers Reef entnommen wurde, besteht die Fraktion >5 mm fast ausschließlich aus Bivalven und Gastropoden, wobei der Gastropodenanteil in den unteren Kernabschnitten vernachlässigbar klein ist. Der auf Lighthouse Reef entnommene Kern L-VC 5 zeigt deutlich geringere Molluskenanteile in der Fraktion >5 mm (~40-60 Vol. %) bei meist ausgewogenem 1:1-Verhältnis von Bivalven zu Gastropoden; im obersten und untersten Kernabschnitt überwiegt der Gastropodenanteil. Auf Turneffe Islands ist der Molluskenanteil im Kern T-VC 7 mit <15 Vol. % in der Fraktion >5 mm am niedrigsten und basiert auf nur wenigen Individuen.

Auch in der Fraktion 1-5 mm ist der Molluskenanteil in den Kernen der Lagunensedimente von Glovers Reef am höchsten und nimmt über Lighthouse Reef nach Turneffe Islands hin ab. Wie in der Fraktion >5 mm überwiegen im Kern G-VC 5 die Bivalven. Der Gesamtanteil an Bivalven und Gastropoden nimmt von Beginn der Lagunenentwicklung bis 2610 YBP zunächst kontinuierlich zu, danach ist eine Abnahme zu verzeichnen. Im Kern L-VC 5 ist das Verhältnis von Bivalven zu Gastropoden in den oberen beiden Abschnitten ausgeglichen; in den darunterliegenden Abschnitten überwiegt der Gastropodenanteil. Bis 1060 YBP ist ein Anstieg des Gesamt-Molluskenanteils zu erkennen; die rezenten Sedimente enthalten wieder weniger Mollusken. Im Kern T-VC 7 ist in der Fraktion 1-5 mm meist eine geringfügige Dominanz von Bivalven gegenüber Gastropoden zu verzeichnen. Die mittleren drei Kernabschnitte enthalten in dieser Fraktion nur sehr wenige Mollusken (<5 Vol. %), die rezenten Sedimente mit 46,7 Vol. % dagegen wieder vergleichsweise viele.

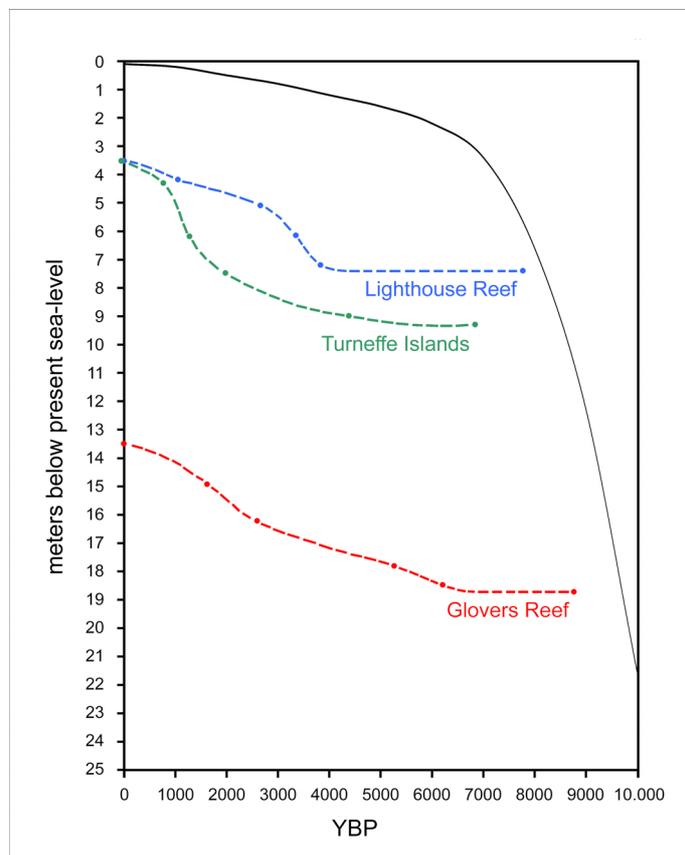


Abb. 47:
Meeresspiegelkurve (schwarz) nach GISCHLER & HUDSON 2004 und Wassertiefen unter rezentem NN auf Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands. Die Lagunentiefen aus Tab. 9 basieren auf den gemessenen Abständen zwischen der jeweiligen Wassertiefe (farbige Linien) und dem Meeresspiegelstand zu dieser Zeit.

	Alter [YBP]	Bohrtiefe [m]		Wassertiefe [m unter rezentem NN]	Lagumentiefe [m]
		unkorrigiert	korrigiert		
G-VC 5	rezent	0,0	0,0	13,5	13,5
	1660	1,2	1,4	14,9	14,5
	2610	2,4	2,7	16,2	15,6
	5255	3,8	4,3	17,8	16,0
	6225	4,5	5,0	18,5	16,0
Torf	8765	4,6	5,2	18,7	8,1
Basis	10098	4,9	5,7	19,2	3,8 (> NN)
L-VC 5	rezent	0,0	0,0	3,6	3,6
	1060	0,6	0,6	4,2	4,0
	2690	1,5	1,5	5,1	4,4
	3320	2,6	2,6	6,2	5,3
	3850	3,5	3,6	7,2	6,0
Basis	7800	3,7	3,8	7,4	1,8
T-VC 7	rezent	0,0	0,0	3,6	3,6
	795	0,7	0,7	4,3	4,1
	1275	2,4	2,6	6,2	5,9
	1980	3,7	3,9	7,5	6,4
	4380	5,1	5,4	9,0	7,6
Basis	6840	5,4	5,7	9,3	6,3

Tab. 9:

Änderung der Lagumentiefen auf den drei Atollen. Die unkorrigierten Werte für die Bohrtiefe beschreiben die gemessene Tiefe im kompaktierten Bohrkern. Sie wurden um den Kompaktionsfaktor des jeweiligen Kerns nach GISCHLER 2003 korrigiert. Die Wassertiefen resultieren aus der Addition von Lagumentiefe unter rezentem NN und korrigierter Bohrtiefe des jeweiligen Horizonts. Die Lagumentiefen basieren auf den in Abb. 47 gemessenen Abständen zwischen Wassertiefe und Meeresspiegelstand zu der entsprechenden Zeit.

Die Molluskenverteilung in den Bohrkernsedimenten ähnelt der rezenten Verteilung auf den drei Atollen, was auf vergleichbare Umweltbedingungen in den Lagunen vor mehreren tausend Jahren hindeutet. Demnach müsste der vergleichsweise schnell ansteigende Meeresspiegel eine rasche Überschwemmung der Atolle mit sich gezogen haben, was dazu führte, dass die Entwicklung der inneren Lagunen bereits früh abgeschlossen war. Abb. 47 und Tab. 9 bestätigen diese Vermutung. Aus ihnen ist zu erkennen, dass die größten Lagumentiefen bereits vor ~6000 YBP erreicht wurden, was infolge des rasanten Meeresspiegelanstiegs geschah. Anschließend trat mit langsamer ansteigendem Meeresspiegel eine Verflachung der Lagunen ein, die bis zum heutigen Zeitpunkt anhält. Die Lagumentiefe von Turneffe Islands verringerte sich in diesem Zeitraum um insgesamt 4 m, die von Lighthouse und Glovers Reef nur um 2,4-2,5 m. Dies ist zum Einen mit den unterschiedlichen pleistozänen Hebungsraten des Turneffe-Chinchorro- und Glovers-Lighthouse-Störungsblocks verbunden (GISCHLER & HUDSON 1998, GISCHLER & LOMANDO 2000); zum Anderen stellt Turneffe Islands, im Wind- und Strömungsschatten von Lighthouse Reef gelegen und von einem dichten Mangrovensaum umgeben, das am besten geschützte Atoll mit einer weitgehend ungestörten Sedimentation und der höchsten Sedimentationsrate dar, was vermutlich ebenfalls zu einer schnelleren Lagunenverflachung beitrug.

Über die Entwicklung des Lebensraums lassen sich anhand der Bivalven- und Gastropodenverteilung nur vage Vermutungen anstellen. So deutet der zunehmende Molluskenanteil der Fraktion 1-5 mm im Kern G-VC 5 von 6225-2610 YBP auf verbesserte Lebensbedingungen bei geringfügig abnehmender Wassertiefe (um 0,4 m) hin. Der im Vergleich zu den Gastropoden höhere Anteil an Bivalven im gesamten Bohrkern lässt auf ein reichhaltigeres Nahrungsangebot für die meist als Suspensionsfresser lebenden Muscheln schließen. Schnecken besiedeln als Weidegänger bevorzugt flachere, lichtdurchflutete Zonen mit Pflanzenbewuchs (vgl. Kap. 4.2). Die geringfügige Zunahme des Gastropodenanteils mit abnehmender Wassertiefe spricht daher für eine bessere Lichtdurchflutung.

Der Rückgang des Bivalvenanteils seit 2610 YBP könnte die Folge eines verschlechterten Wasseraustauschs und Suspensionseintrags in die Lagune durch die Ausbildung eines nahezu geschlossenen Riffkamms sein. Auch auf Lighthouse Reef spricht die Zunahme an Mollusken und insbesondere an Bivalven in der Fraktion 1-5 mm im Zeitraum von 3850-1060 YBP für eine Verbesserung der Lebensbedingungen bei Abnahme der Lagumentiefe um insgesamt 2 m – eventuell hervorgerufen durch einen erhöhten Eintrag an Suspensionsnahrung. Im Vergleich zu Glovers Reef finden sich im Kern L-VC 5 viele Gastropoden, was vermutlich mit der geringeren Wassertiefe und besseren Lichtdurchflutung verbunden ist. Auf Turneffe Islands sprechen die geringen Molluskenanteile im Kern T-VC 7 – mit Ausnahme des rezenten Sediments – für schlechte Lebensbedingungen in dem grobkörnigen, vorwiegend aus *Halimeda*-Chips aufgebauten Sediment.

4.3.1 Taphonomie

Aufgrund des im Vergleich zu der rezenten Bivalvenfauna kleinen und damit statistisch weniger aussagekräftigen Datensatzes wurden die Muschelschalen aus den Bohrkernsedimenten nicht detailliert auf ihre taphonomischen Signaturen hin untersucht. Jedoch konnte beim Bestimmen der Bivalven aus den Kernen kein großer Unterschied zur Taphonomie der rezenten Schalen festgestellt werden. So besteht auch die fossile Fauna vorwiegend aus jungen oder kleinwüchsigen Formen von 1-5 mm Größe; in der Fraktion >5 mm wurden deutlich weniger Schalen angetroffen. In einzelnen Bohrkernhorizonten finden sich 3-6 cm große, z.T. zweiklappig erhaltene Schalen (Abb. 48 u. Tab. 10). Über das Verhältnis rechter zu linker Klappen kann an dieser Stelle ebenfalls keine Aussage getroffen werden, da der vorhandene Datensatz zu klein ist. Wie bei den Schalengrößen bestehen auch bei den angebohrten, inkrustierten, fragmentierten und abradierten Schalen keine auffälligen Unterschiede zu der rezenten Fauna.

Foto	Bohrkern	Tiefe (unkorrigierter Wert)	Bivalven	Größe	Anzahl der Klappen	Klappenerhaltung
A	G-VC 5	4,36-4,42 m	Pectinidae	~2,5 cm	4	einklappig, z.T. ineinander geschachtelt
A	G-VC 5	4,43-4,51 m	<i>Lucina beliziana</i>	~5-6 cm	3	ein- und zweiklappig
B	L-VC 5	1,10-1,13 m	<i>Laevicardium laevigatum</i>	3 cm	1	einklappig
C	L-VC 5	1,34-1,36 m	<i>Laevicardium laevigatum</i>	~3 cm	1	einklappig
D	L-VC 5	2,36-2,39 m	<i>Glycymeris pectinata</i>	~4 cm	1	einklappig
E	L-VC 5	2,82-2,86 m	<i>Laevicardium laevigatum</i>	~5 cm	2	zweiklappig
E	L-VC 5	2,91-2,93 m	<i>Laevicardium laevigatum</i> oder <i>Lucina beliziana</i>	~4 cm	2	zweiklappig
E	L-VC 5	3,05-3,09 m	<i>Lucina beliziana</i>	~6 cm	2	zweiklappig
E	L-VC 5	3,16-3,19 m	<i>Glycymeris pectinata</i>	~3 cm	1	einklappig
F	T-VC 7	0,00-0,02 m	<i>Codakia orbicularis</i>	~6 cm	2	zweiklappig

Tab. 10:

Makroskopisch erkennbare Muscheln und ihre Erhaltung (ein- bzw. zweiklappig) in verschiedenen Bohrkernhorizonten (vgl. Abb. 48).

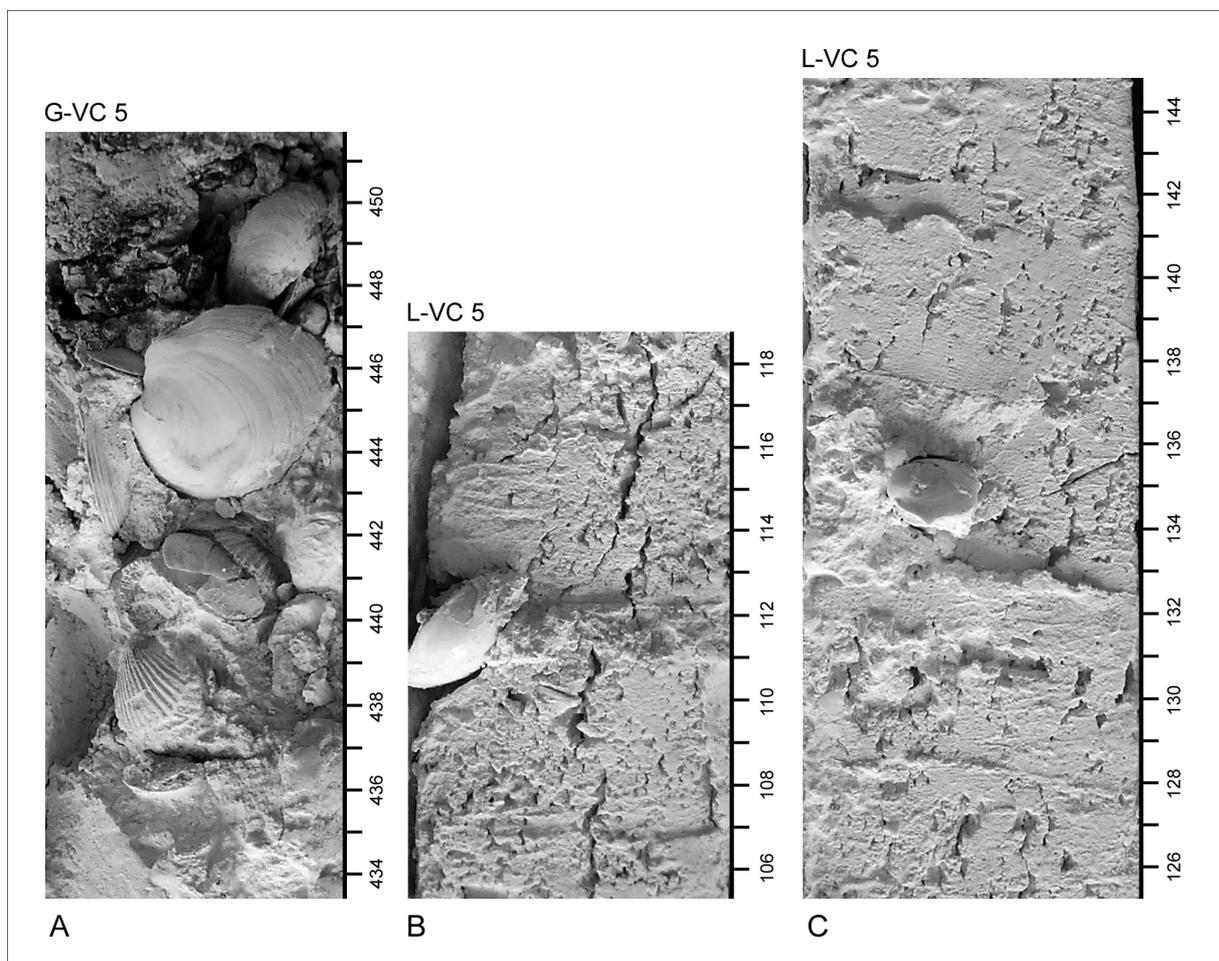
4.3.2 Verteilung der häufigsten Bivalven in den Bohrkernsedimenten

In Abb. 49 ist die Verteilung der häufigsten Bivalvenarten in den Bohrkernen dargestellt. Hierbei wurden in den Kernen G-VC 5 und L-VC 5 nur Arten berücksichtigt, die mit mindestens 5 % an der Bivalvenfauna des jeweiligen Kernhorizonts beteiligt sind; in Kern T-VC 7 wurde die Grenze bei mindestens 3 % gesetzt, da sonst einige seltene, jedoch nur in diesen Horizonten vorkommende Arten nicht in die Auswertung miteinbezogen worden wären.

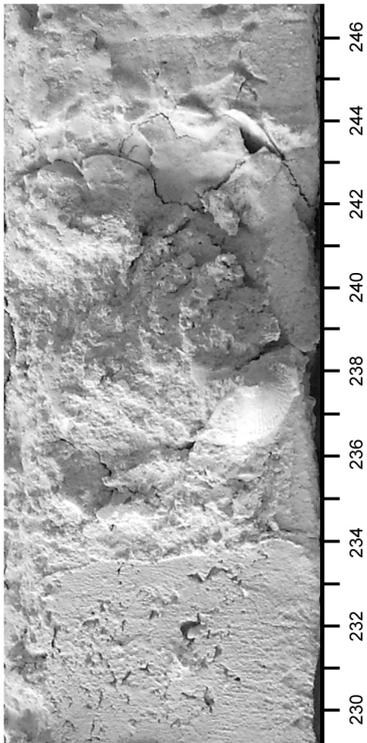
Wie die Verteilung von Bivalven und Gastropoden (vgl. Kap. 4.3), deutet auch die Artenverteilung in den Kernen auf eine früh abgeschlossene Lagunenentwicklung hin. Jeder Bohrkern zeigt vom untersten untersuchten Horizont an eine für das jeweilige Atoll typische Bivalvenfauna. Die obersten Horizonte entsprechen wieder den rezenten Kastengreiferproben in der Nachbarschaft der Bohrung.

Abb. 48:

Bohrkernhorizonte der Kerne G-VC 5, L-VC 5 und T-VC 7 mit makroskopisch erkennbaren Muscheln (Maßstab in cm). Erläuterungen s. Tab. 10.

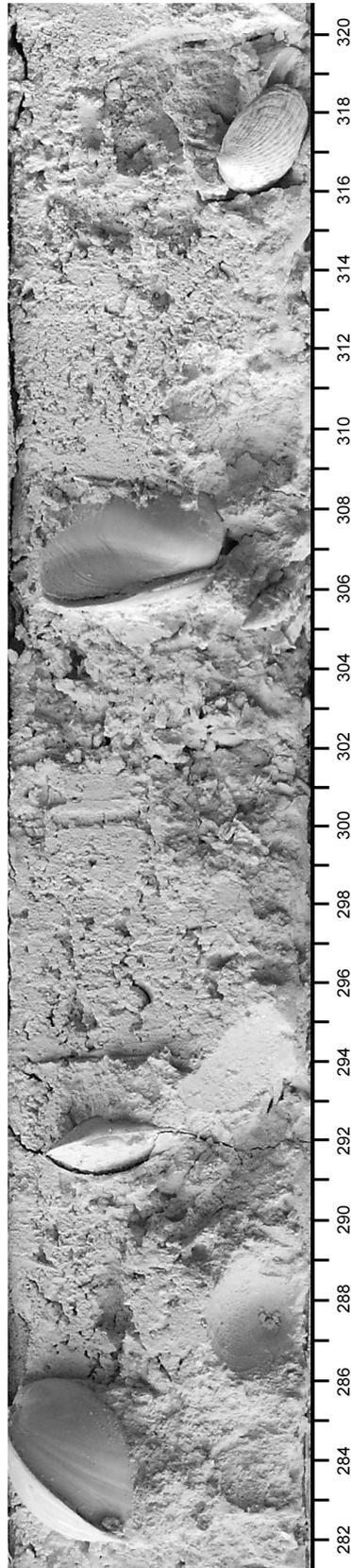


L-VC 5



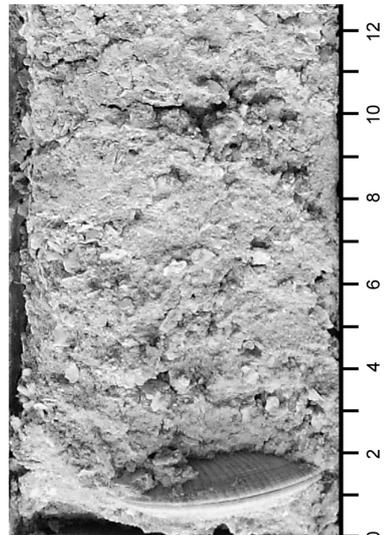
D

L-VC 5



E

T-VC 7



F

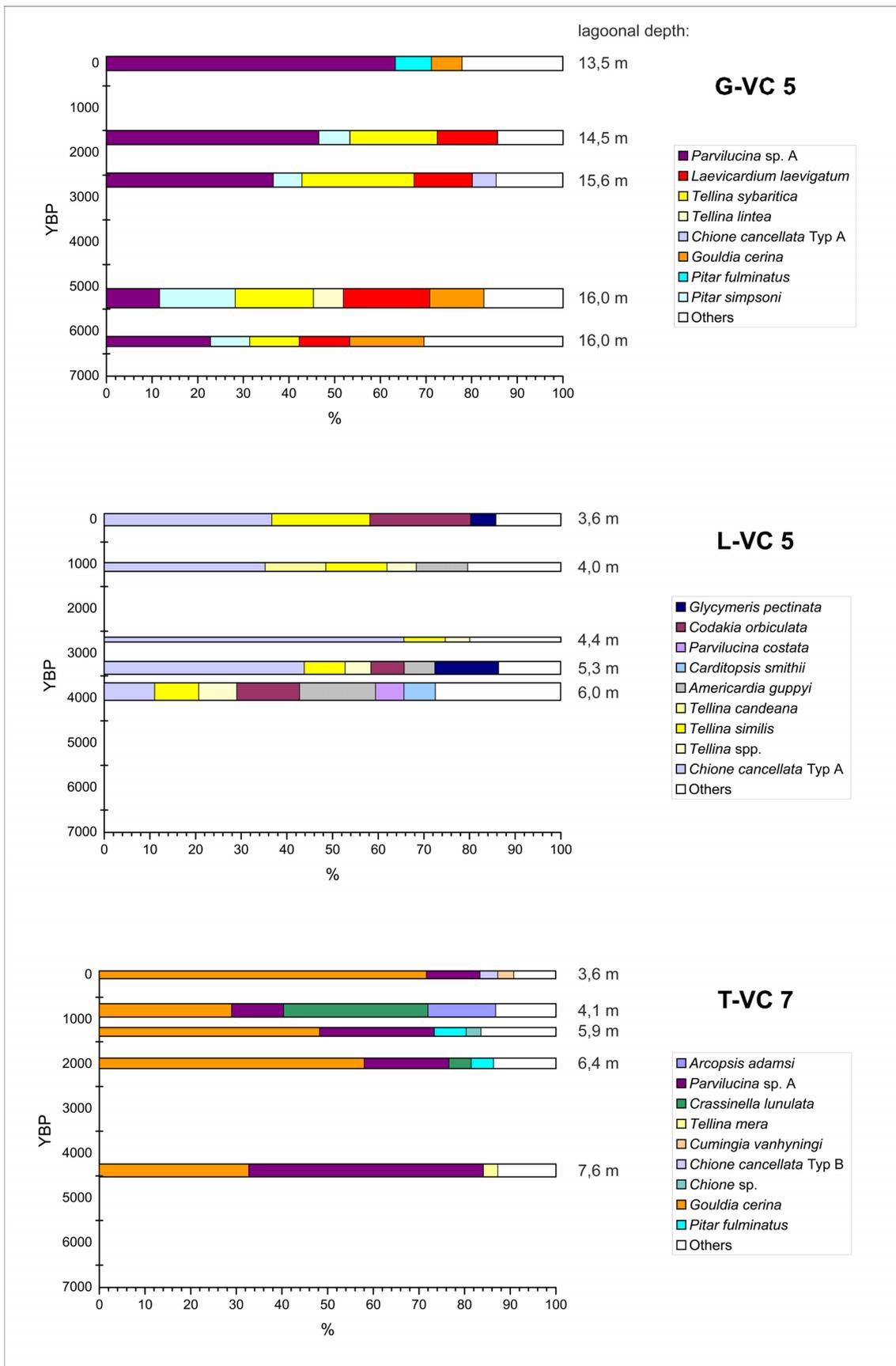


Abb. 49:
Verteilung der häufigsten Bivalven in den Kernen G-VC 5, L-VC 5 und T-VC 7. Der oberste Horizont entspricht nicht dem Bohrkern top, sondern einer benachbarten rezenten Kastengreiferprobe.

Auf Glovers Reef ist seit 5255 YBP eine kontinuierliche Zunahme an *Parvilucina* sp. A zu verzeichnen. Telliniden – hier v.a. *Tellina sybaritica* – nehmen von 6225 bis 2610 YBP zunehmend größere Anteile der Bivalvenfauna ein. 1660 YBP sind sie ebenfalls noch häufig im Sediment vertreten. In der rezenten Kastengreiferprobe G 25, die in unmittelbarer Umgebung der Bohrung genommen wurde, erreichen alle Arten der Gattung *Tellina* zusammengefasst lediglich 5,7 % (s. Anhang 3), weshalb sie im obersten Horizont der Abbildung nicht mehr verzeichnet sind. Einen vergleichbaren Verteilungstrend mit zunehmender Individuenzahl bis 5255 YBP und anschließendem Rückgang zeigt *Laevicardium laevigatum*; die Verteilung von *Gouldia cerina* folgt einem dem gegenläufigen Trend.

In den Bohrkernsedimenten von Lighthouse Reef bestimmen Telliniden und *Chione cancellata* Typ A die Bivalvenfauna. Sie sind im untersten Kernhorizont (3850 YBP) neben verschiedenen anderen Arten gleichmäßig im Sediment verteilt. Im darüberliegenden Horizont (3320 YBP) nimmt *Chione cancellata* Typ A mit 43,8 % einen Großteil der Fauna ein und dominiert diese 2690 YBP mit 65,6 %. Die Telliniden zeigen bis 2690 YBP fast gleichbleibende Anteile. 1060 YBP steigt ihre Individuenzahl auf das Doppelte an, während der Anteil an *Chione cancellata* Typ A merklich abnimmt. Neben diesen beiden Formen sind 1060 YBP *Americardia guppyi* sowie im rezenten Sediment die Arten *Codakia orbiculata* und *Glycymeris pectinata*, die auch in den unteren Horizonten anzutreffen sind, wieder häufiger vertreten.

Im Kern T-VC 7 sind *Parvilucina* sp. A und *Gouldia cerina* die häufigsten Arten. Ihre Verteilung stellt eine Art Wechselspiel dar – zum rezenten Top hin geht der Anteil an *Parvilucina* sp. A allmählich zurück, während die Individuenzahl von *Gouldia cerina* ansteigt. 795 YBP sind daneben auch hohe Anteile an *Crassinella lunulata* (31,6 %) und *Arcopsis adamsi* (14,9 %) zu verzeichnen.

Mit zunehmender Lagunenverflachung von 16 auf 13,5 m (vgl. Tab. 9) verdrängt *Parvilucina* sp. A die übrigen Arten langsam aus ihrem Lebensraum in der Lagune von Glovers Reef. Dies, sowie der Rückgang tief grabender Telliniden spricht für zunehmend sauerstoffarme Lebensbedingungen und somit für eine geringe Tiefe der Redox-Grenze im rezenten Sediment. Im Laufe der Lagunenentwicklung könnte dies auf die Ausbildung eines dichten Riffkamms zurückzuführen sein, der den Wasseraustausch mit dem offenen Meer einschränkt.

Auf Lighthouse Reef lässt die hohe Diversität und gleichmäßige Artenverteilung im unteren Kernhorizont auf optimale Lebensbedingungen und ein noch nicht lange Zeit stabiles Ökosystem schließen (vgl. Kap. 3.4.3). Das Auftreten von *Codakia orbiculata*, *Parvilucina costata* und *Glycymeris pectinata* in den beiden unteren Horizonten spricht für einen gemäßigten Wellen- und Strömungseinfluss. Mit schnell fortschreitender Lagunenverflachung von 6 auf 4,4 m in 1160 Jahren und dadurch erhöhter Wellen- und Strömungsintensität besiedelt *Chione cancellata* Typ A zunehmend das Oberflächensediment und verdrängt die übrigen Arten aus ihrem Lebensraum. Mit der darauffolgend langsamer fortschreitenden Verflachung von 4,4 auf 3,6 m in 2690 Jahren bildet sich wieder eine höher diverse Bivalvenfauna in der Lagune aus. Das erneute Auftreten von *Codakia orbiculata* und *Glycymeris pectinata* im rezenten Sediment deutet auf einen nachlassenden Einfluss von Wellen und Strömung hin. Dies könnte, wie bereits für Glovers Reef vermutet, ebenfalls mit der zunehmenden Ausbildung eines Riffkamms, die mit der Lagunenverflachung einherging, zu begründen sein.

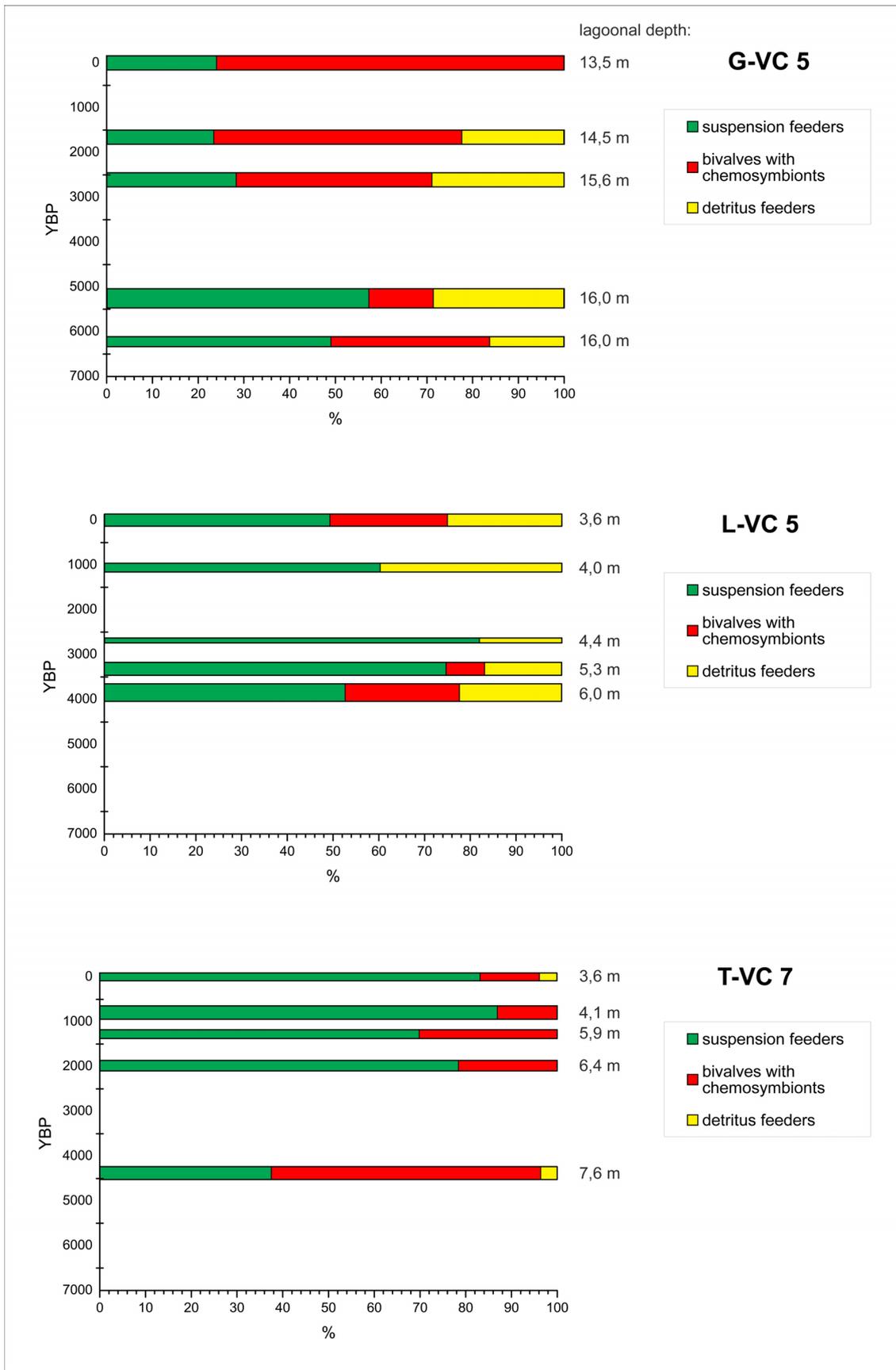


Abb. 50:
Verteilung von Bivalven unterschiedlicher Ernährungsweise in den Bohrkernsedimenten, basierend auf dem trophischen Kern jedes Horizonts.

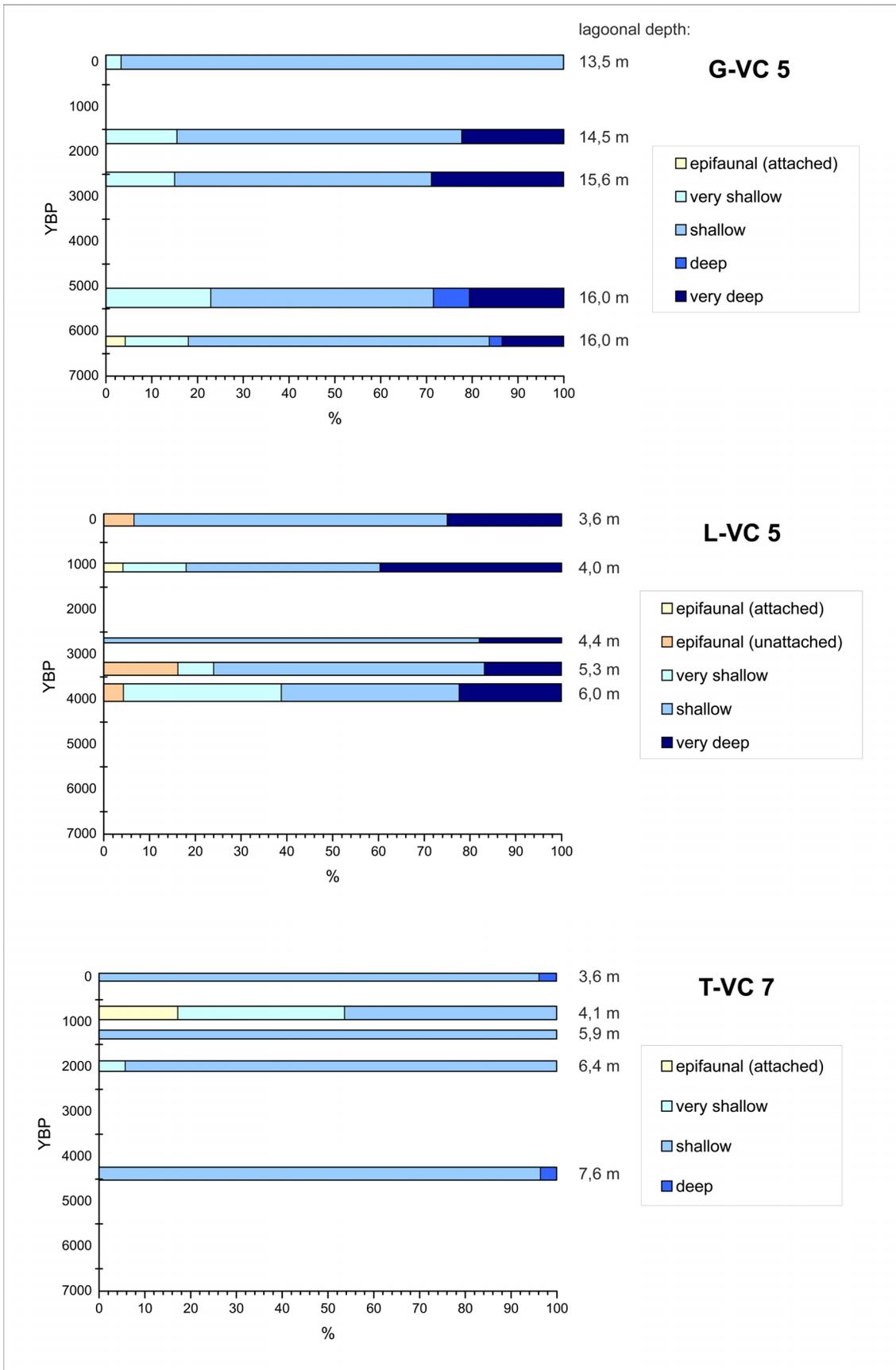


Abb. 51: Verteilung von Bivalven unterschiedlicher Lebensweise bzw. Grabtiefe in den Bohrkernsedimenten, basierend auf dem trophischen Kern jedes Horizonts.

Zu Beginn der Lagunenentwicklung auf Turneffe Islands herrschten lebensfeindliche Bedingungen für viele Bivalven und nur wenige Opportunisten besiedelten das Sediment. Die Chemosymbionten-tragende Art *Parvilucina* sp. A und die flach grabende *Gouldia cerina* lassen eine geringe Tiefe der Redox-Grenze im Sediment vermuten. Mit bis heute fortschreitender Lagunenverflachung geht ein Rückgang an *Parvilucina* sp. A einher, was auf eine Verlagerung der Redox-Grenze nach unten hinweist. Da die Bivalvenfauna nun jedoch von *Gouldia cerina* dominiert wird, kann nicht von einer deutlichen Verbesserung der Lebensbedingungen ausgegangen werden. Die epifaunale Art *Arcopsis adamsi* sowie die sehr flach grabende *Crassinella lunulata*, die 795 YBP gehäuft auftreten, deuten auf die unmittelbare Umgebung von Mangroven zu dieser Zeit hin (vgl. Kap. 4.2.3.1). Trotz abnehmender Wassertiefe und nur schwach ausgebildetem Riffkamm verhindert vermutlich sowohl die Lage im Wind- und Strömungsschatten von Lighthouse Reef als auch der dichte Mangrovensaum um die Lagune von Turneffe Islands einen für bessere Lebensbedingungen und eine höher diverse Fauna nötigen, ausreichenden Wasseraustausch.

4.3.3 Verteilung der Ökotypen in den Bohrkernsedimenten

Abb. 50 und 51 zeigen die Verteilung von Bivalven unterschiedlicher Ernährungs- und Lebensweise in den Bohrkernhorizonten. Wie im rezenten Sediment wurde auch in den Bohrkernsedimenten nur die Bivalvenfauna berücksichtigt, die den trophischen Kern eines Horizonts bildet (vgl. Kap. 4.2.1). Die Verteilung der Ökotypen in den Bohrkernen verdeutlicht die Beobachtungen, die bereits an der Artenverteilung gemacht wurden.

Seit 5255 YBP ist auf Glovers Reef eine Zunahme an Chemosymbionten-tragenden Muscheln zu verzeichnen. Tief bis sehr tief grabende Detritus- und flach grabende Suspensionsfresser werden dagegen zum rezenten Top hin seltener. Beides lässt auf eine Verlagerung der Redox-Grenze nach oben, nahe der Sediment-Wasser-Grenze schließen. Der Grund hierfür könnte die Ausbildung eines dichten Riffkamms um die Lagune sein, der die Wasserzirkulation zunehmend einschränkte, was zeitweise Eutrophierungsphasen mit sich zog.

Auf Lighthouse Reef setzte mit Beginn der Lagunenentwicklung (3850 YBP) bis 2690 YBP eine Zunahme an Suspensionsfressern und eine Abnahme Chemosymbionten-tragender Muscheln ein. Bei den Muscheln mit Chemosymbionten handelt es sich auf diesem Atoll jedoch nicht um *Parvilucina* sp. A, die auf Glovers Reef und Turneffe Islands auf Sauerstoffmangelbedingungen im Oberflächensediment hinweist, sondern um die Arten *Codakia orbiculata* und *Parvilucina costata*. Aufgrund der großen Vielfalt und gleichmäßigen Verteilung der Bivalvenarten in den unteren beiden Horizonten des Kerns L-VC 5 (vgl. Kap. 4.3.2), sowie der Unsicherheit über die chemosymbiontische Lebensweise vieler Luciniden (vgl. Kap. 4.2.1), ist das Vorkommen dieser beiden Arten nicht zwangsweise ein Hinweis auf ein lebensfeindliches, sauerstoffarmes Milieu. Neben den Luciniden finden sich im unteren Kernbereich (bis 3320 YBP) jedoch auch gehäuft epifaunal, frei lebende Muscheln, die zumindest auf eine geringe Wellen- und Strömungsintensität zu dieser Zeit schließen lassen. Damals, zu Beginn ihrer Entwicklung, wurde die mit 5,3-6 m noch vergleichsweise tiefe Lagune vermutlich wie heute Turneffe Islands von einem dichten Saum aus Mangroven umgeben, der einen Wasseraustausch mit dem offenen Meer erheblich einschränkte. Zwischen 2690 und 1060 YBP ist eine Zunahme an sehr tief grabenden Detritusfressern sowie epifaunal festgehefteten Muscheln zu

verzeichnen; epifaunal frei lebende Arten treten in diesen beiden Kernhorizonten nicht auf. Diese Beobachtungen weisen auf eine verbesserte Wasserzirkulation in der Lagune bzw. einen erhöhten Einfluss von Wellen und Strömung mit abnehmender Lagumentiefe auf 4 m (vgl. Tab. 9) hin. Die rezente Bivalvenfauna wird dagegen wieder zunehmend von der Chemosymbionten-tragenden *Codakia orbiculata* sowie der epifaunal frei lebenden *Glycymeris pectinata* bestimmt, was auf einen erneuten Rückgang der Wellen- und Strömungsintensität – vermutlich durch die fortschreitende Ausbildung eines dichten Rifffkamms – schließen lässt.

Im Kern T-VC 7 von Turneffe Islands überwiegen flach grabende Suspensionsfresser; tief grabende Detritusfresser sind in den grobkörnigen, *Halimeda*-Chip-reichen Sedimenten des Bohrkerns selten. Vom untersten Horizont zum rezenten Top nimmt die Anzahl der Suspensionsfresser mit geringfügigen Schwankungen zu. Gegenläufig dazu ist ein Rückgang Chemosymbionten-tragender Muscheln (*Parvilucina* sp. A) zu verzeichnen. Wie in Kap. 4.3.2 bereits beschrieben, muss dies jedoch nicht unbedingt mit einer deutlichen Verbesserung der Lebensbedingungen im Oberflächensediment in Zusammenhang stehen. 795 YBP bestimmen hohe Anteile der epifaunalen, oft an Mangrovenwurzeln festgehefteten Art *Arcopsis adamsi* sowie die sehr flach grabende *Crassinella lunulata*, die ebenfalls häufig in Mangrovennähe anzutreffen ist, die Fauna.

4.3.4 Diversitätsentwicklung der Bivalvenfauna im Holozän

Die Entwicklung von Diversität, Evenness und Richness der Bivalvenfaunen auf Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands im Holozän ist in Abb. 52 dargestellt.

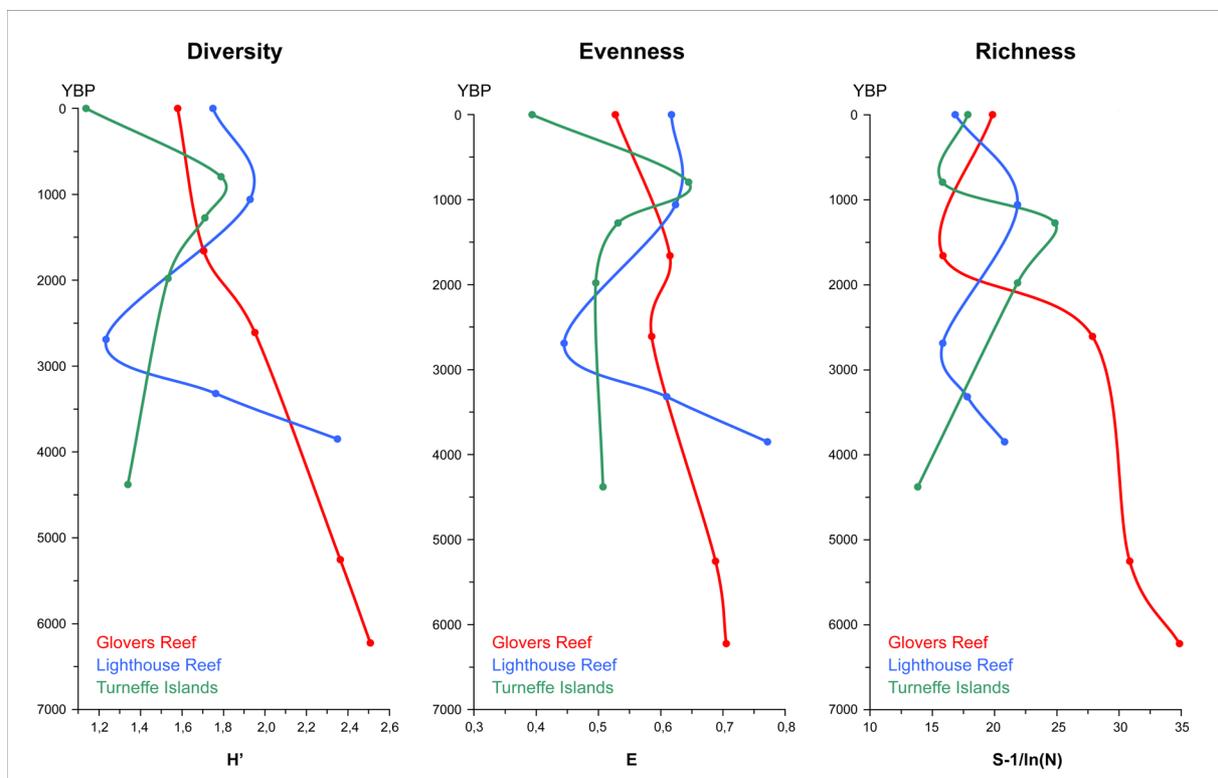


Abb. 52:

Entwicklung von Diversität, Evenness und Richness der Bivalvenfaunen auf den drei Atollen im Holozän.

Auf Glovers Reef geht die Diversität von 2,5 zu Beginn der Lagunenentwicklung 6225 YBP auf 1,6 im rezenten Lagunensediment zurück. Evenness und Richness zeigen ebenso einen abnehmenden Trend, wobei der Artenreichtum zum rezenten Top hin wieder geringfügig ansteigt.

Die Bivalvenfauna auf Lighthouse Reef zeigt von 3850 bis 2690 YBP einen Rückgang in Diversität, Evenness und Richness; danach ist bis 1060 YBP ein Anstieg aller drei Werte zu verzeichnen. Im rezenten Sediment nehmen Diversität, Evenness und Richness wieder geringfügig ab.

Gegenläufig zum Rückgang von Diversität, Evenness und Richness auf Glovers und Lighthouse Reef steigen diese Werte auf Turneffe Islands von Beginn der Lagunenentwicklung (4380 YBP) zunächst an – Diversität und Evenness bis 795 YBP, der Artenreichtum nur bis 1275 YBP; 795 YBP geht die Artenzahl zurück. Im rezenten Lagunensediment ändert sich der Artenreichtum nur geringfügig; Diversität und Evenness zeigen nun jedoch deutlich geringere Werte.

Wie der Anstieg Chemosymbionten-tragender Muscheln, ist auch der Rückgang von Diversität, Evenness und Richness der Bivalvenfauna auf Glovers Reef ein Hinweis auf zunehmend ungünstigere, sauerstoffarme Lebensbedingungen im Oberflächensediment der Lagune. Trotz fortschreitender Lagunenverflachung muss die Wasserzirkulation deutlich eingeschränkt worden sein, was nur mit der Ausbildung eines dichten Riffkamms – besonders auf der Ostseite des Atolls – zu erklären ist, der den Einfluss von Wellen und Strömung weitgehend abschirmt.

Der mit der raschen Lagunenverflachung 3850-2690 YBP einhergehende Rückgang von Diversität, Evenness und Richness auf Lighthouse Reef spricht für zunehmend schlechtere Lebensbedingungen durch die steigende Wellen- und Strömungsaktivität in dieser Zeit. Möglicherweise führten Stürme immer öfter zu regelmäßigen Faunenzusammenbrüchen, nach denen sich bevorzugt *Chione cancellata* Typ A als Erstbesiedler in diesem Milieu ansiedelte und die Bivalvenfauna dominierte. Seit 2690 YBP verflacht die Lagune vergleichsweise geringfügig und die Werte steigen wieder an, was auf eine verbesserte Milieustabilität hindeutet. Vermutlich begann sich zu dieser Zeit ein dichter Riffkamm um die Lagune auszubilden, der Wellen und Strömung zunehmend abhielt, wodurch es seltener zu Faunenzusammenbrüchen kam. Der erneute Rückgang von Diversität, Evenness und Richness im rezenten Sediment könnte den Beginn eines Dominanzstadiums anzeigen (vgl. Kap. 3.4.3).

Auf Turneffe Islands deuten die mit abnehmender Wassertiefe steigenden Diversitäts-, Evenness- und Richnesswerte seit Beginn der Lagunenentwicklung 4380 YBP auf sich zunächst verbessernde Lebensbedingungen für Bivalven hin. Der Grund dafür ist vermutlich ein verbesserter Wasseraustausch durch die Zunahme der Wellen- und Strömungsenergie, die jedoch aufgrund der wind- und strömungsgeschützten Lage des Atolls sowie den die Lagunen umgebenden Mangrovensaum weiterhin vergleichsweise gering blieb, weshalb der höchste Diversitätswert mit 1,8 ebenfalls vergleichsweise niedrig ist. Der Rückgang der Artenzahl in der Umgebung von Mangroven 795 YBP (vgl. Kap. 4.3.2 u. Kap. 4.3.3) könnte ein Hinweis darauf sein, dass nur wenige Arten an dieses Milieu angepasst sind. Ein hoher Nährstoffgehalt in der Nähe der Pflanzen bewirkt dagegen vermutlich die relativ hohen Diversitäts- und Evennesswerte. Durch die Dominanz von *Gouldia cerina* (vgl. Abb. 49) ist im rezenten Lagunensediment ein starker Rückgang von Diversität und Evenness sowie ein geringer Artenreichtum zu verzeichnen. Dies entspricht nicht der zu erwartenden Tendenz zu höheren Werten bei zunehmend offeneren Bedingungen mit anhaltender Lagunenverflachung und könnte daher ein Hinweis auf ein erreichtes Dominanzstadium sein. Die rezente Sedimentprobe wurde nicht in unmittelbarer Umgebung von Mangroven genommen, weshalb auch im Vergleich zum

darunterliegenden Bohrkernhorizont niedrigere Nährstoffgehalte für den Rückgang der Werte verantwortlich sein könnten.

4.3.5 Rekonstruktion der holozänen Lagunenentwicklung

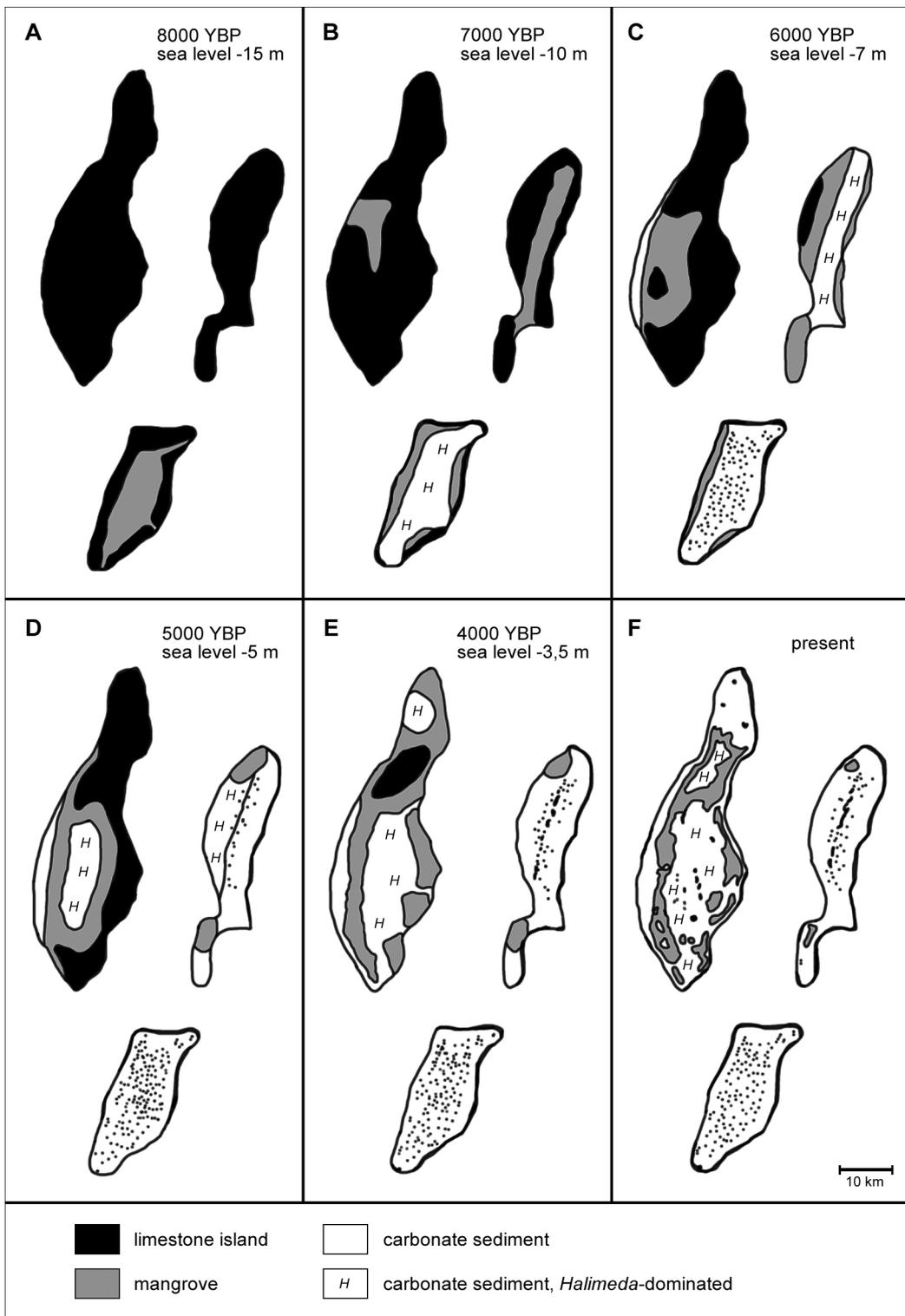


Abb. 53:
Holozäne Entwicklung der drei Atolle (nach GISCHLER 2003).

Wie in den vorangegangenen Kapiteln bereits ansatzweise versucht, können anhand der Bivalvenfaunen in den Bohrkernhorizonten sowie ihrer Diversität, Evenness und Richness Rückschlüsse auf die Lagunenentwicklung der drei Atolle gezogen werden. Es sei hierbei angemerkt, dass diese Rekonstruktionen lediglich auf der Untersuchung eines Bohrkerns je Atoll basieren und der Vergleich mit weiteren Kernen nötig wäre, um fundiertere Aussagen treffen zu können.

In Abb. 53 ist die holozäne Lagunenentwicklung nach GISCHLER 2003 dargestellt. Glovers Reef war die erste der drei früheren Inseln, die ~8000 YBP durch den ansteigenden Meeresspiegel überschwemmt wurde. In ihrem Inneren bildeten sich zu dieser Zeit bereits sumpfige Mangrovenwälder aus. Das Meerwasser drang vermutlich durch schmale Kanäle auf der Ostseite der Karbonatbank ein. Zwischen den Mangroven bildeten sich Karbonatinseln, aus denen sich die heutigen Fleckenriffe entwickelten. Lighthouse Reef und Turneffe Islands lagen damals noch über dem Meeresspiegel. Die Überflutung dieser beiden Karbonatbänke setzte ~7000 YBP ein; auch dort begannen stellenweise Mangroven zu wachsen. Auf Glovers Reef zogen sich die Mangrovenwälder zum Rand hin zurück; in der Mitte setzte die Lagunenentwicklung mit der Sedimentation *Halimeda*-reicher Karbonate ein. Seit ~6000 YBP enthalten die auf Glovers Reef abgelagerten Karbonate weniger Bruchstücke dieser Grünalge, da *Halimeda* bevorzugt Flachwasserzonen besiedelt und die Lagune zu dieser Zeit mit ~16 m (vgl. Tab. 9) bereits zu tief war. Der Mangrovensaum um die Lagune zog sich weiterhin zurück. Auf Turneffe Islands nahmen die Mangrovenwälder zunehmend größere Areale ein; auf Lighthouse Reef verlagerte sich die Mangrovenzone mit fortschreitender Überflutung nach Westen, während im östlichen Teil die Lagunenentwicklung mit *Halimeda*-reicher Karbonatsedimentation einsetzte. ~5000 YBP war die Lagunenentwicklung auf Glovers Reef weitgehend abgeschlossen. Große Teile von Turneffe Islands lagen zu dieser Zeit noch über dem Meeresspiegel. In der Mitte der Karbonatbank bildete sich eine von Mangroven umsäumte Lagune mit *Halimeda*-Bewuchs aus. Lighthouse Reef war bereits vollständig überflutet. Nur im Norden und im Süden blieben kleine Mangrovenwälder erhalten. Mit zunehmender Lagunentiefe verringerte sich der *Halimeda*-Anteil der Karbonate im Osten; im Westen bildete sich eine flache Lagune mit *Halimeda*-Bewuchs aus, die von der östlichen durch einen Fleckenriffgürtel getrennt wurde. Seit ~4000 YBP erreichte auch die westliche Lagune von Lighthouse Reef Tiefen, in denen sich der Bewuchs mit *Halimeda* zunehmend verringerte. Mit Ausnahme einer kleinen Insel im nördlichen Teil von Turneffe Islands, aus der sich die heutige Nordlagune entwickelte, wurden die Landgebiete bei langsam steigendem Meeresspiegel überschwemmt. Heute liegt Turneffe Islands wie die anderen beiden Karbonatbänke vollständig unter Wasser. Anders als bei Glovers und Lighthouse Reef, zeigen die flachen inneren Lagunen jedoch weiterhin einen dichten Bewuchs mit der Grünalge *Halimeda*.

Anhand der holozänen Bivalvenfaunen konnten die in Abb. 54, 55 und 56 zusammengefassten Rückschlüsse auf die Entwicklung der Atolle gezogen werden. Diese sind als vorläufige Ergänzungen zu Abb. 53 nach GISCHLER 2003 anzusehen (s.o.) und betreffen die Entwicklungsstadien der letzten ~5000 Jahre.

Auf Glovers Reef weisen die stetige Zunahme der Chemosymbionten-tragenden *Parvilucina* sp. A, die Abnahme an tief grabenden Telliniden sowie der tendenzielle Rückgang von Diversität, Evenness und Richness seit 6225 YBP auf eine Verlagerung der Redox-Grenze aus dem tieferen Sediment in Richtung Sedimentoberfläche hin. Dies lässt auf einen durch den nachlassenden Einfluss von Wellen und Strömung zunehmend eingeschränkten Wasseraustausch mit gelegentlichen Eutrophierungs-

phasen schließen. Als Ursache dafür wird ein sich stetig verdichtender Rifffamm angenommen, der Wellen und Strömung zusehends abhielt, während die Lagune in dieser Zeit flacher wurde (vgl. Abb. 54).

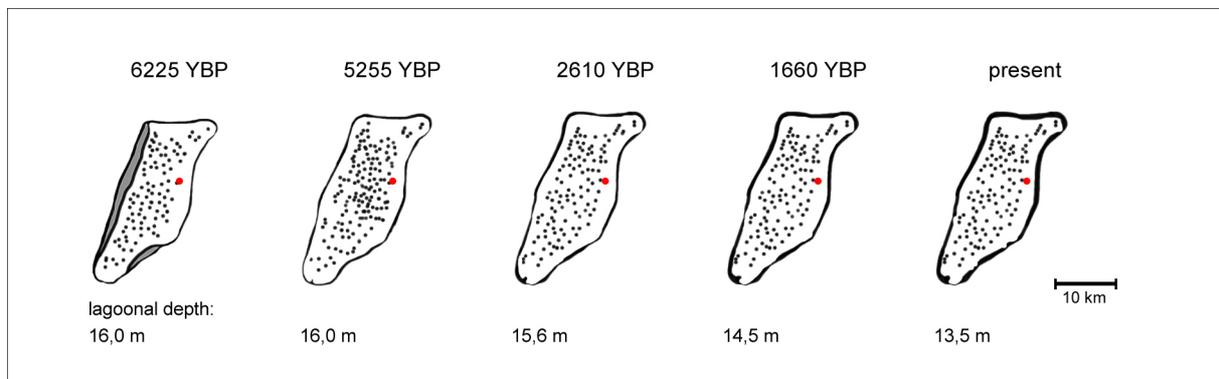


Abb. 54:

Entwicklung von Glovers Reef seit 6225 YBP. Der rote Punkt markiert die Stelle der Bohrung; die Lagunentiefen beziehen sich ausschließlich auf den Bohrpunkt. Erläuterungen im Text.

Hohe Diversitäts- und Evennesswerte der Bivalvenfauna im unteren Horizont des Kerns L-VC 5 (3850 YBP) belegen ein stabiles Ökosystem mit optimalen Lebensbedingungen im Frühstadium der Lagunenentwicklung auf Lighthouse Reef. Zudem weisen die flach grabenden, Chemosymbionten-tragenden Arten *Codakia orbiculata* und *Parvilucina costata* sowie die epifaunal frei lebende *Glycymeris pectinata* in den unteren beiden Kernhorizonten auf einen zunächst gemäßigten Wellen- und Strömungseinfluss bis 3320 YBP hin. Auch die großen, zweiklappig erhaltenen Schalen von *Lucina beliziana* und *Laevicardium laevigatum* im unteren Kernabschnitt (vgl. Abb. 48 u. Tab. 10) sind ein Hinweis auf eine geringe Wasserenergie zu dieser Zeit. Die Ursache dafür könnte zum Einen in der mit 5,3-6 m noch vergleichsweise großen Lagunentiefe, zum Anderen in einem noch vorhandenen, Wellen und Strömung abhaltenden Mangrovenstreifen am Ostrand der Lagune liegen (vgl. Abb. 55). Nach GISCHLER 2003 sind Mangroven bis auf zwei kleine Inseln im Norden und Süden des Atolls jedoch zu dieser Zeit bereits verschwunden (vgl. Abb. 53). Da der untersuchte Bohrkern westlich des Fleckenriffgürtels genommen wurde, könnten auch dichter stehende Fleckenriffe die westliche Lagune vor Wellen und Strömung geschützt haben.

Mit dem Rückgang von Diversität, Evenness und Richness sowie der zunehmenden Dominanz von *Chione cancellata* Typ A verschlechterten sich die Lebensbedingungen in der Lagune bis 2690 YBP. Die rasche Lagunenverflachung von 6 auf 4,4 m in 1160 Jahren und der schwindende Mangrovensaum im Osten hatten einen erhöhten Wellen- und Strömungseinfluss zur Folge, wofür auch die einklappig erhaltenen großen Muschelschalen im mittleren und oberen Kernabschnitt sprechen (vgl. Abb. 48 u. Tab. 10). Starke Wellenbewegung, Strömungen und Stürme trafen somit ungehindert auf das Atoll und sorgten für ein zunehmend instabileres Milieu, das bevorzugt von *Chione cancellata* Typ A besiedelt wurde.

Zwischen 2690 und 1060 YBP belegen steigende Diversitäts-, Evenness- und Richnesswerte sowie die große Häufigkeit tief grabender Telliniden eine Verbesserung der Lebensbedingungen bei vergleichsweise hoher Wellen- und Strömungsenergie. Die Lagune verflachte in dieser Zeit kaum – um 0,4 m in 1630 Jahren – und wurde bereits von einem sich verdichtenden Rifffamm umgeben, wodurch eine höhere Stabilität des Ökosystems eintrat.

Das erneute Auftreten von *Codakia orbiculata* und *Glycymeris pectinata* im rezenten Lagunensediment spricht für einen heute geringeren Wellen- und Strömungseinfluss durch die Ausbildung eines breiten Riffkamms. Der geringfügige Rückgang von Diversität, Evenness und Richness könnte auf ein beginnendes Dominanzstadium in einem bereits lange Zeit stabilen Ökosystem hinweisen.

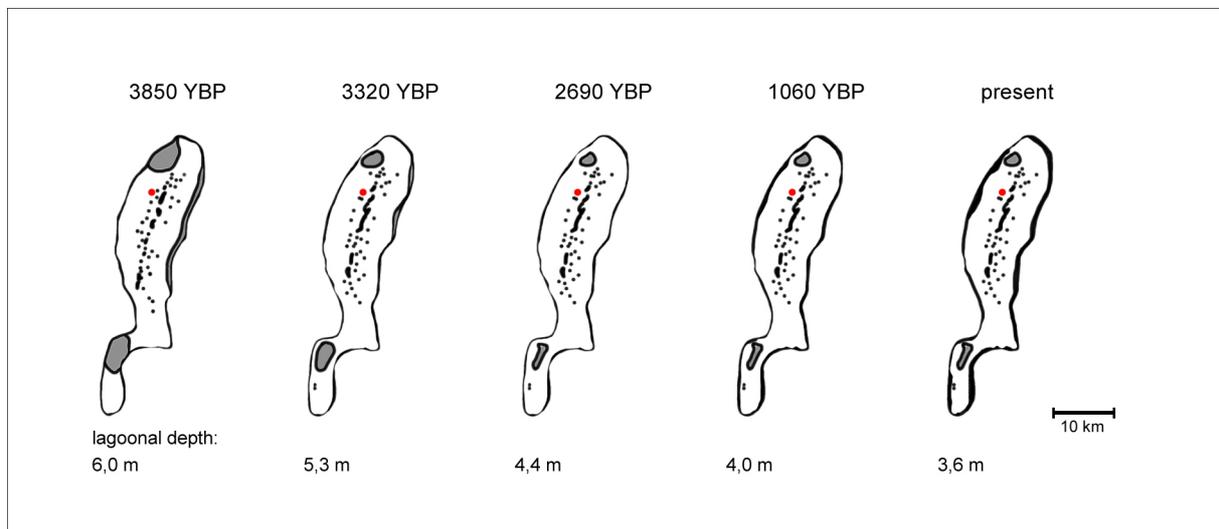


Abb. 55:

Entwicklung von Lighthouse Reef seit 3850 YBP. Der rote Punkt markiert die Stelle der Bohrung; die Lagunentiefen beziehen sich ausschließlich auf den Bohrpunkt. Erläuterungen im Text.

4380 YBP belegen niedrige Diversitäts-, Evenness- und Richnesswerte sowie hohe Anteile der Chemosymbionten-tragenden *Parvilucina* sp. A im unteren Horizont des Kerns T-VC 7 schlechte, zeitweise sauerstoffarme Lebensbedingungen im Oberflächensediment der zentralen Lagune von Turneffe Islands. Auch das spärliche Vorkommen tief grabender Telliniden könnte ein Hinweis auf Sauerstoffmangelbedingungen sein, aber auch mit der grobkörnigen Sedimentbeschaffenheit durch die zahlreichen Chips der Grünalge *Halimeda* zusammenhängen, die das Eingraben erschwert. Die geringe Tiefe der Redox-Grenze im Sediment ist die Folge eines eingeschränkten Wasseraustauschs mit dem offenen Meer, der sowohl durch die wind- und strömungsgeschützte Lage des Atolls als auch durch den die Lagune umgebenden, dichten Mangrovensaum – zu dieser Zeit wie auch heute noch (vgl. Abb. 56) – bedingt ist. Es entstand ein weitgehend geschlossenes Ökosystem, das v.a. von der Niederschlagsmenge und -häufigkeit kontrolliert wird. Wechselnde Salinitäten sowie Eutrophierungsphasen führen zu häufigen Faunenzusammenbrüchen und zu einer überwiegenden Besiedlung durch Opportunisten.

Zwischen 4380 und 1275 YBP weist der Anstieg von Diversität, Evenness und Richness sowie der Rückgang von *Parvilucina* sp. A auf eine leichte Verbesserung der Lebensbedingungen durch eine Verlagerung der Redox-Grenze ins tiefere Sediment hin. Ursachen hierfür sind vermutlich die abnehmende Lagunentiefe und der ausdünnende Mangrovensaum, die einen Wasseraustausch geringfügig begünstigen.

795 YBP lag das Gebiet um den Bohrpunkt zwischen Mangroven, worauf die hohen Anteile der epifaunal, oft an Mangrovenwurzeln festgehefteten Art *Arcopsis adamsi* sowie der infaunal, flach grabenden und häufig in Mangrovennähe lebenden *Crassinella lunulata* schließen lassen. Die

vergleichsweise hohen Diversitäts- und Evennesswerte resultieren vermutlich aus dem Nährstoffreichtum in der Nähe der Pflanzen; der geringe Artenreichtum ist ein Hinweis darauf, dass nur wenige Arten an die Mangrovenumgebung angepasst sind.

Die rezente Bivalvenfauna von Turneffe Islands zeigt sehr niedrige Diversitäts-, Evenness- und Richnesswerte sowie eine Dominanz der flach grabenden *Gouldia cerina*. Dies belegt weiterhin schlechte Lebensbedingungen im Oberflächensediment. Jedoch lassen die vergleichsweise geringen Anteile der Chemosymbionten-tragenden *Parvilucina* sp. A auf eine deutlich tiefere Lage der Redox-Grenze im Sediment schließen als zu Beginn der Lagunenentwicklung.

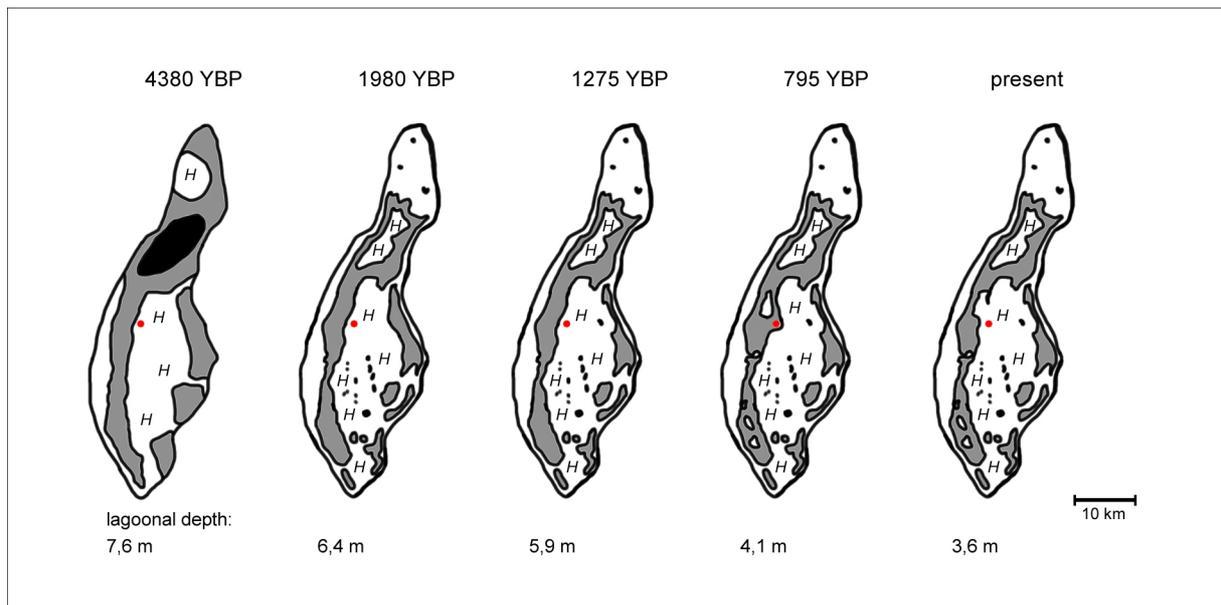


Abb. 56:

Entwicklung von Turneffe Islands seit 4380 YBP. Der rote Punkt markiert die Stelle der Bohrung; die Laguentiefen beziehen sich ausschließlich auf den Bohrpunkt. Erläuterungen im Text.

5. Vergleich mit anderen Arbeiten

5.1 Vergleich mit den Bivalven-Vergesellschaftungen des belizischen Schelfs

Vom 15. Juli bis 2. September 1961 wurden ~350 marine Molluskenarten von 109 Lokalitäten zwischen Chetumal (Mexiko) im Norden und Punta Gorda im Süden entlang der Küste von British Honduras (heute Belize) gesammelt (ROBERTSON 1963; Abb. 57). Die Probennahme erfolgte mittels Auflesen (beim „Waten“ und Schnorcheln) und Dredgen bis zu einer Tiefe von ~55 m. Zusätzlich zu den marinen wurden 40 Land- und Süßwasserarten gesammelt. Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands wurden damals nicht beprobt. Im Rahmen der Arbeit von PURDY et al. 1975 wurden über 500 weitere Sedimentproben entlang der Küste inklusive der drei Atolle genommen und auf Mollusken untersucht. PURDY et al. 1975 übernehmen in ihrer Arbeit die von ROBERTSON 1963 beschriebenen Mollusken-Vergesellschaftungen und ergänzen dessen Ergebnisse.

Abb. 57 und Tab. 11 zeigen die Mollusken- bzw. Bivalven-Vergesellschaftungen des belizischen Schelfs nach ROBERTSON 1963 und PURDY et al. 1975. PURDY et al. 1975 merken an, dass es sich bei den von ihnen beschriebenen Molluskenfaunen vorwiegend um Assoziationen oder sogenannte „PETERSEN communities“ (vgl. PETERSEN 1914) handelt, da in den z.T. hoch energetischen Bereichen des Schelfs dort lebende Arten sehr wahrscheinlich mit zusammengeschwemmten vermischt wurden. Eine Ausnahme bilden die (I) „Freshwater“ und die (IV) „Reef-complex fauna“, die autochthon abgelagerte Vergesellschaftungen darstellen.

Die brackisch bis marine (III) „Bulkhead fauna“ oder „*Chione cancellata* community“ ist sowohl auf dem nördlichen Schelf als auch in den inneren Lagunen von Turneffe Islands vertreten, wo die Salinität weitgehend von der Niederschlagsmenge und -häufigkeit gesteuert wird (Salinitätsschwankungen in den Lagunen von Turneffe Islands: 8,47 ‰ bei Salinitäten von 34,08-42,55 ‰; vgl. Tab. 2). Neben *Chione cancellata* beschreibt ROBERTSON 1963 *Brachidontes exustus* und *Lucina pectinata* als weitere häufige Arten dieser Vergesellschaftung. Die in der vorliegenden Arbeit beschriebene *Gouldia cerina*, die sowohl in der Nord- als auch in der Südlagune von Turneffe Islands in großen Häufigkeiten auftritt, wird von ROBERTSON 1963 und PURDY et al. 1975 nicht erwähnt, was vermutlich mit ihrer großflächigeren Faunenuntersuchung zu begründen ist. Luciniden – wenn auch verschiedene Arten – sind dagegen in der „Bulkhead fauna“ sowie in den Bivalven-Vergesellschaftungen der Nord- und Südlagune von Turneffe Islands, die in dieser Arbeit beschrieben wurden (vgl. Tab. 5), oft zu finden.

Die (IV) „Reef-complex fauna“ wurde nach ROBERTSON 1963 und PURDY et al. 1975 großflächig auch auf den drei Atollen angetroffen, wobei sie auf Turneffe Islands nur die offeneren Randbereiche einnimmt. Vergleicht man die Untervergesellschaftungen dieser Fauna nach ROBERTSON 1963 mit den in der vorliegenden Arbeit beschriebenen Vergesellschaftungen, findet man Übereinstimmungen zwischen der Bivalvenfauna des Barriereriffs und der Hartgrund-Vergesellschaftungen des Riffkamms von Glovers Reef sowie des Übergangsbereichs von Lagune zu Tümpel auf Turneffe Islands. Alle diese Vergesellschaftungen enthalten vorwiegend epifaunale, am Substrat festgeheftet lebende Muscheln, darunter häufig die Art *Barbatia cancellaria*. In den Karbonatsanden des Riffkomplexes beschreibt ROBERTSON 1963 *Lucina pensylvanica* (ähnlich *Lucina beliziana*) und *Codakia orbicularis* als dominierende Arten innerhalb der Bivalvenfauna. Beide Muscheln sind auch in der Thanatozönose

am Riffkamm von Lighthouse Reef in großen Mengen vorhanden, was für eine Anschwemmung aus der näheren Umgebung des Riffs spricht.

Die von ROBERTSON 1963 auch im nordöstlichen Teil der südlichen Lagune von Turneffe Islands beschriebene (V) „Southern-lagoon fauna“ wurde bei den Untersuchungen für die vorliegende Arbeit nicht gefunden. Zwar enthalten die sechs in dieser Region entnommenen Sedimentproben (vgl. Abb. 8) viele Individuen der Art *Gouldia cerina*, die auch in der „Southern-lagoon fauna“ zu den häufigsten Arten zählt, jedoch bleibt die ebenfalls häufige *Chione cancellata* von ROBERTSON 1963 unerwähnt.

Mit nach Norden hin geringeren Salinitätswerten stellten PURDY et al. 1975 eine Abnahme der Artenzahl fest. In dieser Arbeit konnten niedrige Diversitäten in Zusammenhang mit starken Salinitätsschwankungen auf Turneffe Islands nachgewiesen werden, was ebenfalls für eine Abhängigkeit des Artenreichtums vom Salzgehalt des Milieus spricht.

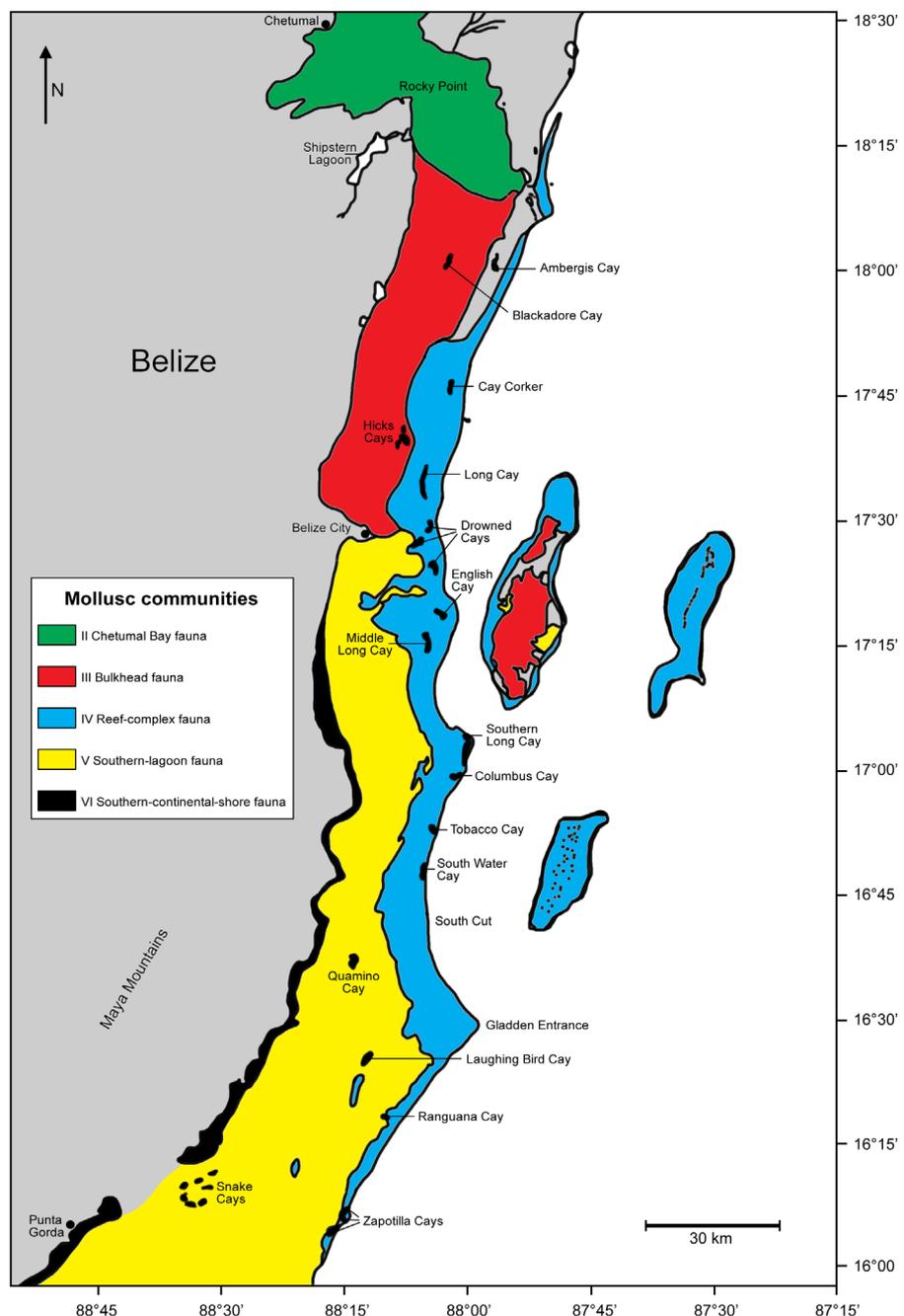


Abb. 57:
M o l l u s k e n -
Vergesellschaftungen des
belizischen Schelfs (nach
PURDY et al. 1975). Die
(I) „Freshwater fauna“
(vgl. Tab. 11) beschränkt
sich auf Süßwasserseen
und ist hier nicht
eingezeichnet.

I	II	III
Freshwater fauna <i>Dreissena sallei</i> community	Chetumal Bay fauna <i>Cerithidea costata</i> community (brackish)	Bulkhead fauna <i>Chione cancellata</i> community (semi-brackish)
<i>Crassostrea rhizophorae</i> (epi)	<i>Brachidontes (Hormomya) exustus</i> (epi)	<i>Brachidontes (Hormomya) exustus</i> (epi)
<i>Pseudocyrena floridana</i> (in)	<i>Lucina ("Phacoides") pectinata</i> (in)	<i>Lucina ("Phacoides") pectinata</i> (in)
<i>Corbicula (Neocorbicula) sp.</i> (in)	<i>Laevicardium mortoni</i> (in)	<i>Codakia (Ctena) costata</i> (in)
	<i>Anomalocardia cuneimeris</i> (in)	<i>Chione (Chione) cancellata</i> (in)
	<i>Macoma constricta</i> (in)	<i>Macra (Mactrotoma) fragilis</i> (in)
		<i>Tagelus divisus</i> (in)
		<i>Cumingia antillarum</i> (epi)
		<i>Tellina (Eurytellina) alternata</i> (in)
		<i>Macoma constricta</i> (in)

most common species

Tab. 11:

Bivalven-Vergesellschaftungen des belizischen Schelfs (nach ROBERTSON 1963 und PURDY et al. 1975). Die häufigsten Arten der Vergesellschaftungen I, II, III und VI sind gelb unterlegt; die Vergesellschaftungen IV und V lassen sich nach ROBERTSON 1963 noch in verschiedene Untervergesellschaftungen einteilen, deren häufigste Arten ebenfalls farblich unterlegt sind (s. Legende). Hinter dem Artnamen ist die Lebensweise der Muschel vermerkt (epi = epifaunal, in = infaunal).

5.2 Vergleichbare Arbeiten über den Schelf von Yucatán

EKDALE (1974, 1977) untersuchte die Molluskenfauna des flachen Schelfs von Yucatán um Isla Contoy, Isla Mujeres und Isla Cancún (Abb. 58). In diesem Gebiet wurden insgesamt 50 quantitative Dredge- und Kastengreifer-Proben in Tiefen bis zu 60 m genommen, die 289 Molluskenarten enthielten. Weitere 27 Arten aus dem Flachwasser- und Intertidalbereich wurden qualitativ gesammelt. Bei den quantitativen Sedimentproben wurden lebende von toten Organismen unterschieden; ihr Verhältnis betrug ungefähr 1:3.

EKDALE (1974, 1977) konnte fünf Zonen anhand ihrer Mollusken-Vergesellschaftungen unterscheiden – den (1) felsigen Intertidalbereich, den (2) Lagunenbereich mit Mangrovenbewuchs, den (3) Rückriffbereich am südlichen Ende von Isla Cancún, die (4) durch starke Strömungen geprägte Meerenge zwischen Isla Contoy und der Küste von Yucatán und den (5) zum Karibischen Meer hin offenen Schelfbereich.

Der (1) felsige Intertidalbereich wird überwiegend von kleinen Gastropoden besiedelt. Im (2) Lagunenbereich des Schelfs, in dem die Wasserzirkulation eingeschränkt ist, dominiert *Chione cancellata* die Bivalvenfauna; daneben treten u.a. *Tellina candeana*, *T. similis* und *Codakia orbiculata* auf. Diese Vergesellschaftung ist vergleichbar mit der der flachen, geschlossenen Lagune von Lighthouse Reef (vgl. Tab. 5). Das (3) Rückriff von Isla Cancún beherbergt u.a. *Arcopsis adamsi*, *Codakia orbicularis*, *C. orbiculata*, *Tellina candeana*, *T. similis* und *Americardia guppyi*, von denen die letzten drei genannten Arten auch häufig im Rückriffbereich von Glovers Reef zu finden sind. In der (4) hoch energetischen Meerenge zwischen Isla Contoy und der Yucatán-Halbinsel gehört *Ervilia nitens* zu den häufigsten Arten. Neben der mit ihr eng verwandten *E. concentrica* ist *E. nitens* auch in der vorliegenden Arbeit ein wichtiger Anzeiger für wellen- und strömungsbeeinflusste Flachwasserzonen wie die offene südliche Lagune von Lighthouse Reef. Im (5) offenen Schelfbereich, der von einer Vielzahl von Mollusken besiedelt wird, wurden nur wenige Sedimentproben genommen, weshalb keine eindeutige Vergesellschaftung für diese Zone definiert werden konnte.

IV Reef-complex fauna (oceanic salinities)	V Southern-lagoon fauna <i>Nuculana cestrota</i> community (mud fauna, usually no vegetation)	VI Southern-continental-shore fauna <i>Tivela mactroides</i> community
<i>Arca imbricata</i> (epi)	<i>Nucula (Ennucula)</i> sp. (in)	<i>Nucula (Ennucula)</i> sp. (in)
<i>Arca zebra</i> (epi)	<i>Nuculana (Saccella) acuta</i> (in)	<i>Nuculana (Saccella)</i> sp. (in)
<i>Barbata cancellaria</i> (epi)	<i>Nuculana (Saccella) vulgaris</i> (in)	<i>Adrana</i> sp. (in)
<i>Arcopsis adamsi</i> (epi)	<i>Nuculana (Saccella)</i> sp. (in)	<i>Arca imbricata</i> (epi)
<i>Anadara (Larkinia) notabilis</i> (in)	<i>Nuculana (Costelloleda) cestrota</i> (in)	<i>Arca zebra</i> (epi)
<i>Glycymeris (Glycymerella) decussata</i> (in)	<i>Yoldia solenoides</i> (in)	<i>Barbata cancellaria</i> (epi)
<i>Glycymeris (Tucetona) pectinata</i> (in)	<i>Anadara (Cunearca) chemnitzii</i> (in)	<i>Arcopsis adamsi</i> (epi)
<i>Modiolus americanus</i> (epi)	<i>Crenella divaricata</i> (in)	<i>Anadara (Larkinia) notabilis</i> (in)
<i>Brachidontes (Hormonmya) exustus</i> (epi)	<i>Pecten (Amusium) laurentii</i> (in)	<i>Anadara (Cunearca) chemnitzii</i> (in)
<i>Musculus lateralis</i> (epi)	<i>Chlamys benedicti</i> (epi)	<i>Anadara (Lunarca) ovalis</i> (in)
<i>Lithophaga (Lithophaga) antillarum</i> (epi)	<i>Chlamys muscosa</i> (epi)	<i>Crenella divaricata</i> (in)
<i>Lithophaga (Lithophaga) nigra</i> (epi)	<i>Chlamys (Argopecten) lineolaris</i> (in)	<i>Modiolus americanus</i> (epi)
<i>Lithophaga (Diberus) bisulcata</i> (epi)	<i>Chlamys (Argopecten) gibba</i> (in)	<i>Brachidontes (Hormonmya) exustus</i> (epi)
<i>Isognomon (Melina) alatus</i> (epi)	<i>Cyclopecten nanus</i> (in)	<i>Brachidontes (Ischadium) recurvus</i> (epi)
<i>Isognomon (Melina) radiatus</i> (epi)	<i>Spondylus americanus</i> (epi)	<i>Musculus lateralis</i> (epi)
<i>Parimallus candeanus</i> (epi)	<i>Ostrea cristata</i> (epi)	<i>Isognomon (Melina) alatus</i> (epi)
<i>Pteria colymbus</i> (epi)	<i>Diplodonta (Felaniella) candeana</i> (in)	<i>Pteria colymbus</i> (epi)
<i>Pinctada imbricata</i> (epi)	<i>Lucina (Lucinica) muricata</i> (in)	<i>Pinctada imbricata</i> (epi)
<i>Pinna carnea</i> (in)	<i>Lucina</i> sp. (in)	<i>Pinna carnea</i> (in)
<i>Atrina (Servatrina) seminuda</i> (in)	<i>Codakia (Ctena) pectinella</i> (in)	<i>Atrina (Servatrina) seminuda</i> (in)
<i>Chlamys sentis</i> (epi)	<i>Echinochama arcinella</i> (epi)	<i>Chlamys benedicti</i> (epi)
<i>Chlamys ornata</i> (epi)	<i>Microcardium tinctum</i> (in)	<i>Chlamys muscosa</i> (epi)
<i>Chlamys imbricata</i> (epi)	<i>Laevicardium laevigatum</i> (in)	<i>Chlamys (Argopecten) gibba</i> (in)
<i>Chlamys muscosa</i> (epi)	<i>Laevicardium pictum</i> (in)	<i>Lima (Limaria) hians</i> (epi)
<i>Chlamys (Argopecten) gibba</i> (in)	<i>Trigoniocardia antillarum</i> (in)	<i>Anomia simplex</i> (epi)
<i>"Lyropecten" antillarum</i> (epi)	<i>Gouldia cerina</i> (in)	<i>Ostrea cristata</i> (epi)
<i>Spondylus americanus</i> (epi)	<i>Pitar (Pitar) aresta</i> (in)	<i>Ostrea frons</i> (epi)
<i>Lima (Lima) lima</i> (epi)	<i>Dosinia (Dosinidea) discus</i> (in)	<i>Crassinella lunulata</i> (in)
<i>Lima (Limaria) hians</i> (epi)	<i>Cyclinella tenuis</i> (in)	<i>Diplodonta (Diplodonta) punctata</i> (in)
<i>Lima (Ctenoides) scabra</i> (epi)	<i>Ventricularia rigida</i> (in)	<i>Diplodonta (Felaniella) candeana</i> (in)
<i>Anomia simplex</i> (epi)	<i>Chione (Lirophora) paphia</i> (in)	<i>Diplodonta (Felaniella) sp.</i> (in)
<i>Ostrea frons</i> (epi)	<i>Anatrina anatina</i> (in)	<i>Diplodonta (Phlyctiderma) semiaspera</i> (in)
<i>Sportella (Fabella) sp.</i> (in)	<i>Solecurtus cumingianus</i> (in)	<i>Lucina ("Phacoides") pectinata</i> (in)
<i>Diplodonta (Diplodonta) punctata</i> (in)	<i>Abra aequalis</i> (in)	<i>Lucina (Lucinica) muricata</i> (in)
<i>Diplodonta (Phlyctiderma) semiaspera</i> (in)	<i>Tellina (Eurytellina) angulosa</i> (in)	<i>Anodontia alba</i> (in)
<i>Lucina (Lucina) pensylvanica</i> (in)	<i>Tellina (Eurytellina) alternata</i> (in)	<i>Codakia (Ctena) orbiculata</i> (in)
<i>Lucina (Parvilucina) multilineata</i> (in)	<i>Tellina (Eurytellina) vespuisiana</i> (in)	<i>Codakia (Ctena) pectinella</i> (in)
<i>Codakia (Codakia) orbicularis</i> (in)	<i>Tellina (Angulus) euvitrea</i> (in)	<i>Divaricella (Divalinga) quadrisulcata</i> (in)
<i>Codakia (Ctena) orbiculata</i> (in)	<i>Tellina (Angulus) consobrina</i> (in)	<i>Pseudochama radians</i> (epi)
<i>Codakia (Ctena) costata</i> (in)	<i>Tellina (Merisca) martinicensis</i> (in)	<i>Echinochama arcinella</i> (epi)
<i>Divaricella (Divalinga) quadrisulcata</i> (in)	<i>Tellina (Phylloclina) perisca</i> (in)	<i>Trachycardium (Dallocardia) muricatum</i> (in)
<i>Chama sinuosa</i> (epi)	<i>Macoma tenta souleyetiana</i> (in)	<i>Papyridea soleniformis</i> (in)
<i>Chama congregata</i> (epi)	<i>Macoma pseudomera</i> (in)	<i>Laevicardium laevigatum</i> (in)
<i>Chama florida</i> (epi)	<i>Macoma tageliformis</i> (in)	<i>Laevicardium mortoni</i> (in)
<i>Pseudochama radians</i> (epi)	<i>Macoma (Cymatoica) orientalis hendersoni</i> (in)	<i>Gouldia cerina</i> (in)
<i>Trachycardium (Dallocardia) muricatum</i> (in)	<i>Corbula (Corbula) limatula</i> (in)	<i>Pitar (Pitar) fulminata</i> (in)
<i>Papyridea soleniformis</i> (in)	<i>Corbula (Caryocorbula) caribaea</i> (in)	<i>Pitar (Lamellichocha) circinata</i> (in)
<i>Laevicardium laevigatum</i> (in)	<i>Corbula (Tenuicorbula) aequivalvis</i> (in)	<i>Macrocallista (Paradione) maculata</i> (in)
<i>Americardia guppyi</i> (in)	<i>Corbula</i> sp. (in)	<i>Tivela mactroides</i> (in)
<i>Americardia media</i> (in)	<i>Gastrochaena hians</i> (epi)	<i>Cyclinella tenuis</i> (in)
<i>Gouldia cerina</i> (in)	<i>Martesia (Martesia) striata</i> (epi)	<i>Chione (Chione) cancellata</i> (in)
<i>Pitar (Pitar) fulminata</i> (in)	<i>Pandora (Pandorella) bushiana</i> (in)	<i>Chione (Chione) intapurpurea</i> (in)
<i>Macrocallista (Paradione) maculata</i> (in)	<i>Cuspidaria</i> sp. (in)	<i>Chione (Chione) granulata</i> (in)
<i>Transenella cubaniana</i> (in)	<i>Cardiomya omatissima</i> (in)	<i>Chione (Lirophora) paphia</i> (in)
<i>Chione (Chione) cancellata</i> (in)		<i>Anomalocardia cuneimeris</i> (in)
<i>Chione (Chione) pygmaea</i> (in)		<i>Petricola (Petricola) lapicida</i> (epi)
<i>Chione (Lirophora) paphia</i> (in)		<i>Mulinia lateralis guadelupensis</i> (in)
<i>Anomalocardia cuneimeris</i> (in)		<i>Mactra (Mactrotoma) fragilis</i> (in)
<i>Petricola (Petricola) lapicida</i> (epi)		<i>Donax striatus</i> (in)
<i>Tagelus divivus</i> (in)		<i>Iphigenia brasiliensis</i> (in)
<i>Semele bellastrata</i> (in)		<i>Tagelus divivus</i> (in)
<i>Cumingia antillarum</i> (epi)		<i>Semele proficua</i> (in)
<i>Arcopagia (Cyclotellina) fausta</i> (in)		<i>Semele purpurascens</i> (in)
<i>Tellina (Tellina) radiata</i> (in)		<i>Cumingia antillarum</i> (epi)
<i>Tellina (Tellinella) listeri</i> (in)		<i>Arcopagia (Cyclotellina) fausta</i> (in)
<i>Tellina (Angulus) mera</i> (in)		<i>Tellina (Eurytellina) punicea</i> (in)
<i>Tellina (Scissula) similis</i> (in)		<i>Tellina (Eurytellina) alternata</i> (in)
<i>Tellina (Acorylus) gouldii</i> (in)		<i>Tellina (Angulus) exerythra</i> (in)
<i>Quadrans linteus</i> (in)		<i>Tellina (Angulus) consobrina</i> (in)
<i>Strigilla mirabilis</i> (in)		<i>Tellina (Merisca) martinicensis</i> (in)
<i>Gastrochaena hians</i> (epi)		<i>Tellina (Phylloclina) perisca</i> (in)
<i>Martesia (Martesia) striata</i> (epi)		<i>Quadrans linteus</i> (in)
<i>Teredo</i> sp. (epi)		<i>Strigilla mirabilis</i> (in)
		<i>Strigilla pisiformis</i> (in)
		<i>Macoma constricta</i> (in)
		<i>Macoma tenta souleyetiana</i> (in)
		<i>Macoma aurora</i> (in)
		<i>Macoma (Cymatoica) orientalis hendersoni</i> (in)
		<i>Corbula (Caryocorbula) sp.</i> (in)
		<i>Corbula (Tenuicorbula) aequivalvis</i> (in)
		<i>Gastrochaena hians</i> (epi)
		<i>Martesia (Martesia) striata</i> (epi)
		<i>Lyonsia</i> sp. (epi)
		<i>Pandora (Pandorella) bushiana</i> (in)
		<i>Cardiomya omatissima</i> (in)

- most common species
- Barrier Reef
- patch reefs
- calcareous sand
- sponge - *Halimeda* - coral bottom
- gorgonians
- Belize Harbour - Main Channel
- Victoria Channel
- Gulf of Honduras mud

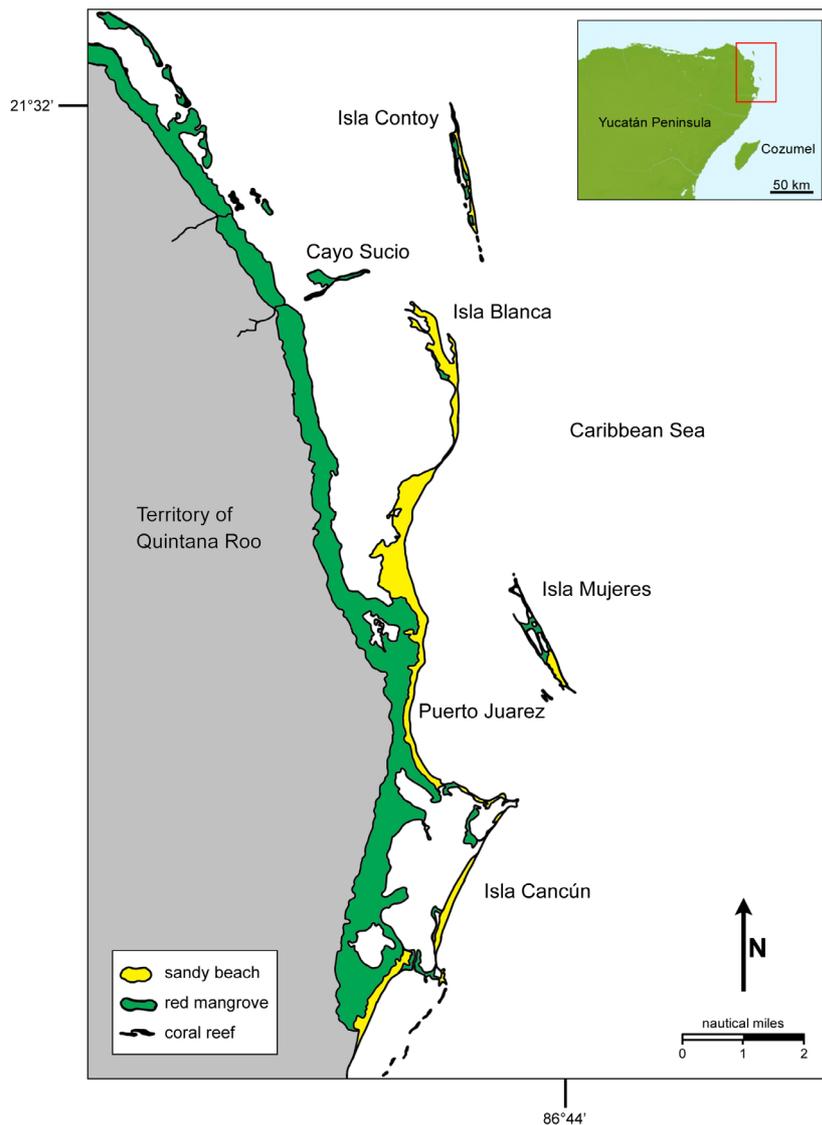


Abb. 58:
Arbeitsgebiet von EKDALE (1974, 1977) auf dem Schelf von Yucatán (nach WARD 1970). Landkarte im Übersichtsfenster nach Der große Kosmos 3D-Globus 2003.

Die Verteilung der Mollusken wird besonders durch das Energieniveau ihres Lebensraums beeinflusst (EKDALE 1977). Weitere wichtige Faktoren sind daneben die Beschaffenheit des Substrats, die Dichte des Seegrasbewuchses sowie die Wassertemperatur und die Salinität.

Bei den Vergesellschaftungen von EKDALE (1974, 1977) handelt es sich um autochthone Ablagerungen. Dies wird v.a. dadurch belegt, dass die lebende Fauna große Ähnlichkeit mit der Vergesellschaftung toter Mollusken in dieser Region aufweist (EKDALE 1977). Auch die Seltenheit fragmentierter und abradierter Schalen sowie die nahezu 1:1-Verteilung rechter und linker Bivalvenklappen sind ein Hinweis auf autochthone Einbettung. Die Schalen von *Chione cancellata* zeigen zudem eine positiv asymmetrische Größenverteilung – durch Strömung transportierte und damit sortierte Schalen würden eine GAUß-Normalverteilung aufzeigen (BOUCOT 1953). In Florida Bay (TURNERY & PERKINS 1972; vgl. Kap. 5.4), Biscayne Bay (MOORE & LOPEZ 1969) und auf den Bahamas (CRAIG 1967) zeigt *Chione cancellata* ähnliche Trends in der Größenverteilung ihrer Schalen wie auf dem Schelf von Yucatán. Auch auf Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands wurde eine positiv asymmetrische Größenverteilung der Bivalvenschalen festgestellt (vgl. Abb. 21).

In benachbarten Sedimentproben weisen die Vergesellschaftungen toter Mollusken untereinander weitaus größere Ähnlichkeit auf als die Lebend-Vergesellschaftungen, was durch den Effekt des Time-averaging hervorgerufen wird (EKDALE 1977). Die Taphozönosen stellen somit durch Time-averaging überprägte Fossil-Vergesellschaftungen dar.

LOGAN et al. (1969) untersuchten ebenfalls die Mollusken-Vergesellschaftungen des Schelfs von Yucatán, jedoch in größeren Tiefen (bis zu >100 m), weshalb ihre Arbeit nicht zum Vergleich mit den Vergesellschaftungen der drei Atolle vor der belizischen Küste herangezogen werden kann.

5.3 Vergleich mit weiteren Arbeiten aus dem karibischen Raum

MACKINNON & JONES (2001) beschrieben sieben unterschiedliche Faziestypen und deren Entwicklung in North Sound (Grand Cayman) südlich von Kuba (Abb. 59). Sie basieren auf der Auswertung von 49 Bohrkernen sowie einiger Oberflächenproben, die an insgesamt 60 Probenpunkten genommen wurden. Die Bivalven-Vergesellschaftungen einiger dieser Faziestypen zeigen Ähnlichkeiten mit denen der drei Atolle vor Belize.

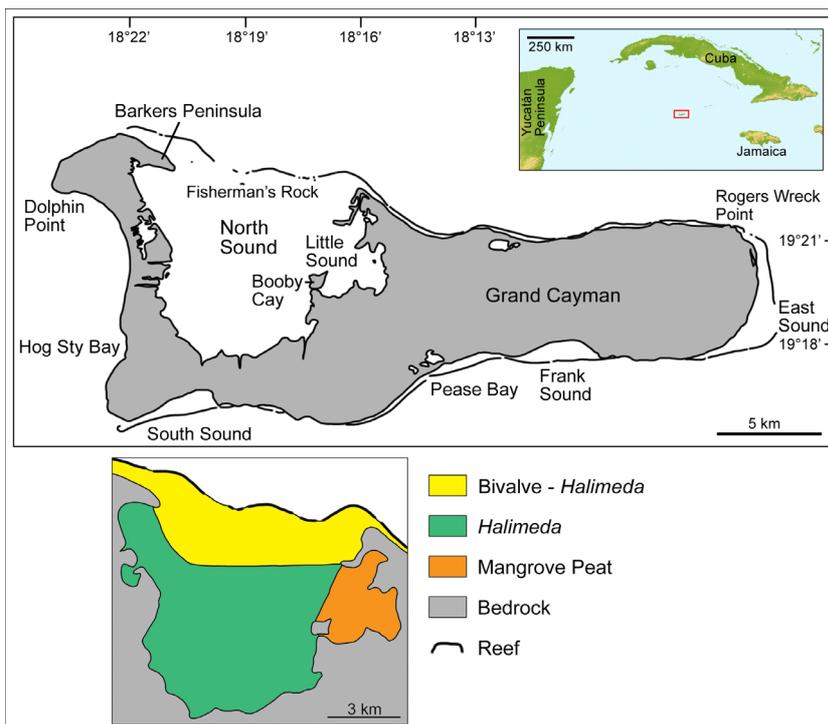


Abb. 59: Arbeitsgebiet von MACKINNON & JONES (2001) in North Sound, Grand Cayman und rezente Faziestypen (nach MACKINNON & JONES 2001). Landkarte im Übersichtsfenster nach Der große Kosmos 3D-Globus 2003.

So weist die „Mangrove Peat Facies“, deren dunkelbraune Sedimente reich an organischer Substanz sind und Holzfragmente von Mangroven enthalten, hohe Anteile an *Chione cancellata* auf. In der vorliegenden Arbeit zeigen die Kanalbereiche im Mangrovensaum von Turneffe Islands mit 51,5 % die höchsten *Chione cancellata*-Anteile (vgl. Tab. 5), was auf vergleichbare Faziesbedingungen hindeutet. MACKINNON & JONES (2001) schließen auf niedrig energetische Bedingungen in einem Mangrovensumpf, was auf den Kanalbereich von Turneffe Islands ebenfalls zutrifft. Da *Chione cancellata* nach ABBOTT (1958) sandige Sedimentsubstrate in klaren, offen

marinen Flachwasserbereichen mit Wassertiefen unter 9 m bevorzugt, gehen MACKINNON & JONES (2001) davon aus, dass die „Mangrove Peat Facies“ den Übergang eines Süß- bis Brackwasser-Regimes zu einem offen marinen Regime kennzeichnet.

Die Sedimente der „Halimeda Facies“ sind mit den rezenten Ablagerungen unter dichten *Thalassia*-Wiesen, die weite Gebiete von North Sound einnehmen, vergleichbar. Sie werden vorwiegend von *Halimeda*-Chips aufgebaut und enthalten hohe Anteile der Bivalven *Chione cancellata*, *Glycymeris?* sp. und *Codakia?* sp.. Die rezenten Sedimente wurden in Zonen mit niedriger bis gemäßigter Wellen- und Strömungsenergie in Wassertiefen unter 6 m abgelagert. Die Bivalven-Vergesellschaftung dieser Fazies ist am ehesten vergleichbar mit der in der offenen Südlagune von Turneffe Islands oder der geschlossenen flachen Lagune von Lighthouse Reef, die beide in Zonen mit gemäßigtem Wellen- und Strömungseinfluss angesiedelt sind.

Die „Halimeda – Benthic Foraminifera – Bivalve Facies“ von North Sound wird sowohl von epifaunalen als auch von infaunalen Bivalven bestimmt. *Codakia?* sp. und *Anadara?* sp. sind die häufigsten Arten dieser Vergesellschaftung. MACKINNON & JONES (2001) gehen von Ablagerungsbedingungen aus, die denen der „Halimeda Facies“ gleichen (s.o.). Für niedrig energetische Bedingungen spricht v.a. der hohe Anteil beidklappig erhaltener Schalen. Eine ähnliche Vergesellschaftung wurde auf den drei belizischen Atollen nur auf Hartgründen, wie am Riffkamm von Glovers Reef oder auf Turneffe Islands im Übergangsbereich von Lagune zu Tümpel in der Umgebung von Mangroven angetroffen. Da epifaunale Arten häufig byssat an Harts substrat festgeheftet leben, ist die Substratbeschaffenheit vermutlich ein wichtigerer Faktor für solche Vergesellschaftungen als die Wasserenergie.

HOSKINS (1964) untersuchte die Mollusken im Golf von Batabano (Kuba; Abb. 60). Aus 84 Bohrkernen, 25 Kastengreifer- und 9 Dredge-Proben wurden insgesamt 210 Molluskenarten erfasst; die Fauna bestand ausschließlich aus toten Individuen. Zur Untersuchung wurden jeweils 300 g der getrockneten Sedimentproben herangezogen.

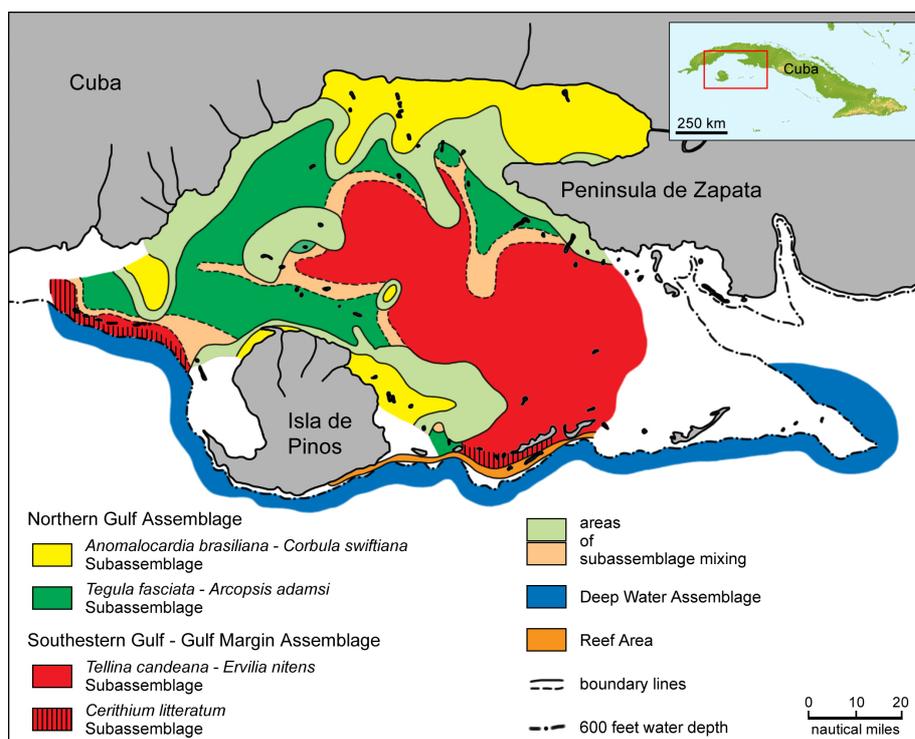


Abb. 60:
M o l l u s k e n -
Vergesellschaftungen im
Golf von Batabano,
Kuba nach HOSKINS
(1964). Landkarte im
Übersichtsfenster nach
Der große Kosmos 3D-
Globus 2003.

HOSKINS (1964) unterscheidet im Wesentlichen zwei Vergesellschaftungen – die „Northern Gulf Assemblage“ und die „Southeastern Gulf – Gulf Margin Assemblage“, die sich beide in weitere Untervergesellschaftungen einteilen lassen.

Die „*Tegula fasciata* – *Arcopsis adamsi* Subassemblage“, eine Untervergesellschaftung der „Northern Gulf Assemblage“, weist hohe Individuenzahlen der Bivalven *Crassinella lunulata*, *Arcopsis adamsi* und *Anodontia alba* auf. Sie ist nach HOSKINS (1964) an schlammiges Substrat, niedrig energetische Verhältnisse, stabile normal marine Salinitäten und vegetationsreiche Gebiete gebunden. Eine vergleichbare Fauna findet sich auf Turneffe Islands im Übergangsbereich zwischen Lagune und Tümpel. Jedoch lebt sie dort in der Umgebung von Mangrovensümpfen auf Hartsubstrat und ist häufig schwankenden Salinitäten ausgesetzt (vgl. Kap. 4.1).

In der „Southeastern Gulf – Gulf Margin Assemblage“ sind viele dickschalige Muscheln vertreten. Die meisten sind grabende oder festgeheftet lebende Formen, die nicht an Seegrasbewuchs gebunden sind und hohen Wellen- und Strömungsenergien standhalten können. Salinitäten, die unter normal marinen Werten liegen, werden von diesen Arten nicht toleriert. Bivalven dieser Vergesellschaftung bevorzugen sandiges Substrat, hohe Salinitäten (35 ‰ und höher) und ausreichende Sauerstoffkonzentrationen. Sowohl in der „*Tellina candeana* – *Ervilia nitens* Subassemblage“ als auch in der „*Cerithium litteratum* Subassemblage“ ist *Ervilia nitens* die die Fauna bestimmende Art. Auf den drei Atollen vor Belize ist sie ebenfalls kennzeichnend für hoch energetische Zonen und tritt neben *E. concentrica* gehäuft in der offenen flachen Lagune von Lighthouse Reef auf.

Nach HOSKINS (1964) sind die Salinität, der Karbonatschlamm-Anteil des Sediments, die Wellen- und Strömungsenergie sowie die marine Vegetation die kontrollierenden Faktoren für die Verteilung von Mollusken. Die Wassertiefe scheint dabei im Golf von Batabano nur eine untergeordnete Rolle zu spielen. Mollusken sind am häufigsten, wo Mangroven, Seegräser und der Einfluss von zuströmendem Süßwasser optimale Lebensbedingungen im Golf von Batabano schaffen; dort ist auch ihre Diversität am höchsten. Abnehmende Individuenzahlen sind in Habitaten mit weniger diversem Pflanzenbewuchs und hohem Wellen- und Strömungseinfluss, der zu einer schnellen Zerstörung der Schalen führt, zu verzeichnen.

5.4 Vergleich mit der Bivalvenfauna von Florida Bay

TURNEY & PERKINS (1972) beschrieben anhand von Mollusken vier Faunazonen in Florida Bay (Abb. 61) – das „Northern“, „Interior“, „Atlantic“ und „Gulf Subenvironment“. Diese Lebensräume unterscheiden sich v.a. in Wasserzirkulation, Salinität, Wassertemperatur, Nahrungsangebot und Sedimentbeschaffenheit.

Die Ergebnisse der Untersuchungen von TURNEY & PERKINS (1972) basieren im Wesentlichen auf Sedimentproben (Volumen: ~7,5 l), die mittels Aufsammeln von Hand beim „Waten“ oder Tauchen genommen wurden; die Entnahmetiefe im Sediment betrug i.d.R. ~15-20 cm. Zusätzlich zu den Oberflächenproben wurden Bohrkerne ausgewertet.

Durch den Süßwassereintrag von Flüssen oder saisonale Niederschläge treten im „Northern“ und „Interior Subenvironment“ hohe Salinitätsschwankungen auf („Northern Subenvironment“: 13-48 ‰, „Interior Subenvironment“: 22-52 ‰). Auch die Wassertemperatur schwankt in diesen Milieus

erheblich (15-38 °C). Ihre Bivalvenfaunen zeigen keine Ähnlichkeit mit den Vergesellschaftungen auf den belizischen Atollen.

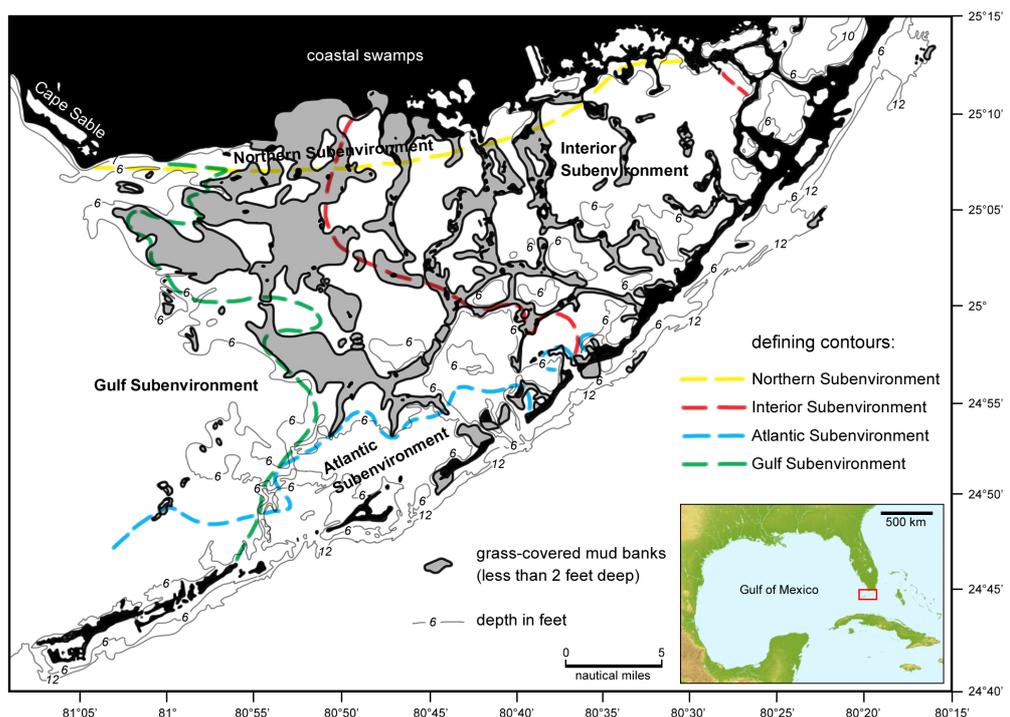
Im „Atlantic Subenvironment“ herrschen nahezu normal marine Bedingungen mit vergleichsweise geringen Schwankungen in Salinität (35-41 ‰) und Wassertemperatur (17-32 °C). Durch die zahlreichen Kanäle zwischen den Florida Keys haben Gezeitenströmungen großen Einfluss auf diesen Lebensraum. Neben *Codakia orbicularis*, die für das „Atlantic Subenvironment“ charakteristische Art, sind u.a. *Barbatia cancellaria*, *Glycymeris pectinata*, *Codakia orbiculata* und *Laevicardium laevigatum* häufige Vertreter der Bivalvenfauna. Die Rifffkamm-Vergesellschaftung von Glovers Reef, die ähnlichen Umweltbedingungen ausgesetzt ist, zeigt eine vergleichbare Artenzusammensetzung aus epifaunal und flach eingegraben lebenden Muscheln.

Auch im „Gulf Subenvironment“ wurden nahezu normal marine Salinitäten und Wassertemperaturen gemessen (genaue Werte liegen in TURNEY & PERKINS (1972) nicht vor). Jedoch liegt diese Region in einem Wind- und Strömungsschatten, der den Wasseraustausch mit dem offenen Meer einschränkt. Die für diese Vergesellschaftung charakteristische Art ist *Tellina similis*. Auf den drei Atollen vor Belize zeigt sie im ebenfalls vor Wellen und Strömung geschützten Rückriffbereich von Glovers Reef mit 42,8 % ihre höchsten Anteile (vgl. Tab. 5).

Sowohl die positiv asymmetrische Größenverteilung der Schalen von *Chione cancellata* (vgl. Kap. 5.2) als auch die nahezu 1:1-Verteilung ihrer rechten und linken Klappen deutet auf ihre In-situ-Ablagerung hin. Zudem belegen kantige Bruchflächen von Schalenfragmenten, dass kein Transport durch Strömung stattgefunden hat.

Vom „Northern“ über das „Interior“ und „Atlantic Subenvironment“ zum „Gulf Subenvironment“ nimmt die Artenzahl und die durchschnittliche Schalengröße von *Chione cancellata* zu. Dies spricht für schlechte Lebensbedingungen in Regionen mit großen Salinitäts- und Temperaturschwankungen und zunehmend bessere im offenen marinen Bereich, der durch weitgehend konstante Salinitäten und Wassertemperaturen gekennzeichnet ist. Vor Belize wurden die kleinsten Artenzahlen und Schalengrößen in den Lagunen von Turneffe Islands verzeichnet – ebenfalls dem Lebensraum, der den größten Schwankungen in Salinität und Wassertemperatur unterliegt (vgl. Tab. 2).

Abb. 61:
Mollusken-
Faunenzonen in
Florida Bay nach
TURNEY &
PERKINS (1972).
Landkarte im
Übersichtsfenster
nach Der große
Kosmos 3D-
Globus 2003.



6. Entwicklung der karibischen Molluskenfauna

Die Bivalven-Vergesellschaftungen von Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands sind Teile einer Fauna, die sich infolge der Schließung des Isthmus von Panama entwickelte. Vor der Bildung dieser Landbrücke fand ein Austausch zwischen der karibischen und ost-pazifischen Fauna durch die Meerenge von Panama statt. Erste Anzeichen für die Heraushebung einer Landbrücke und die zunehmende Einschränkung des marinen Faunenaustauschs zeigten sich vor 3,5 Ma im Mittleren Pliozän in der unterschiedlichen Entwicklung der Mollusken- und Radiolarienfaunen sowie der Gehäusewindungen planktonischer Foraminiferen des West-Atlantiks und Ost-Pazifiks (JONES & HASSON 1985). Belege für die endgültige Schließung des Isthmus lieferte der terrestrische Faunenaustausch zwischen Nord- und Südamerika seit dem oberen Pliozän vor 3 Ma.

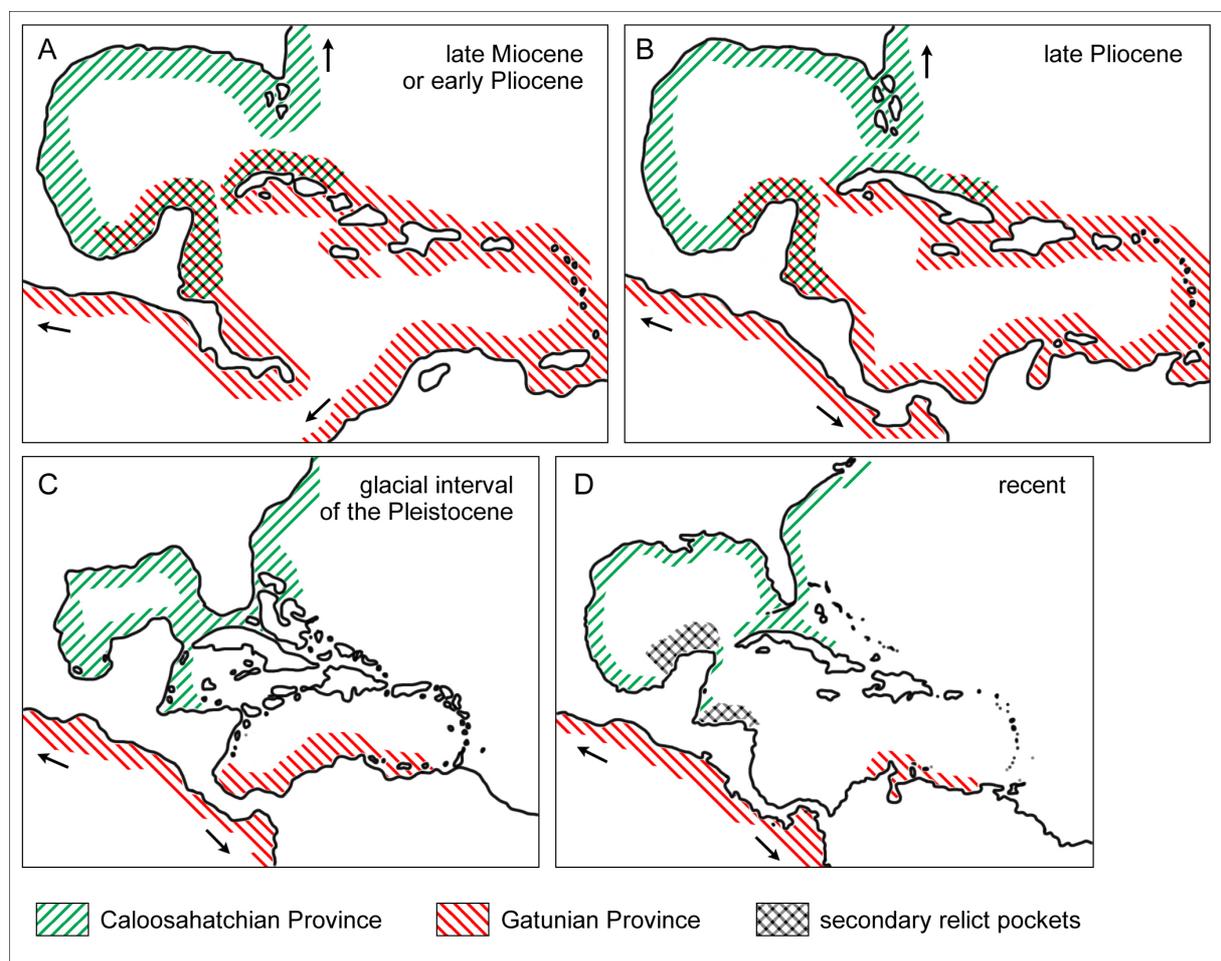


Abb. 62:

Entwicklung der mittelamerikanischen Molluskenfaunen seit dem Pliozän (nach PETUCH 1982). A: Faunenprovinzen im Oberen Miozän oder Unteren Pliozän vor der Ausbildung des Isthmus von Panama. B: Faunenprovinzen im Oberen Pliozän nach der Schließung der Landbrücke. C: Faunenprovinzen während eines Glazials im Pleistozän. D: Rezente Faunenprovinzen mit reliktschen Elementen.

Im Oberen Miozän oder Unteren Pliozän existierten zwei Molluskenfaunen-Provinzen in Mittelamerika – die Caloosahatchian Province im Norden (Florida, Golf von Mexiko) und die

Gatunian Province im Süden (Karibisches Meer, Ost-Pazifik). Um die Halbinsel von Yucatán und im Westen und Norden von Kuba kam es zur Überschneidung der beiden Faunenprovinzen (Abb. 62A). Die Meerenge von Panama ermöglichte einen Austausch zwischen der karibischen und ost-pazifischen Gatunian Province und damit eine gemeinsame Faunenentwicklung (PETUCH 1982). Die Unterschiede zwischen Caloosahatchian und Gatunian Province beruhen auf regionalen Unterschieden in Wassertemperatur, Upwelling, Karbonatgehalt des Sediments und tektonischer Aktivität (PETUCH 1982). So entwickelte sich die Caloosahatchian Province in einem warmen, karbonatreichen Milieu, wie auf den Karbonatbänken und Korallenriffen vor Florida und Yucatán, bei tektonischer Inaktivität und geringer Wasserbewegung. Die Gatunian Province entstand dagegen in vergleichsweise kaltem, durch Upwelling und Strömung bewegtem Wasser, in einem von siliziklastischem Sedimenteintrag dominierten Milieu, das durch die tektonische und orogenetische Aktivität in Mittelamerika und im nördlichen Südamerika geprägt wurde (OLSSON 1972).

Im Oberen Pliozän (Abb. 62B) rief die Schließung der Landbrücke von Panama ein Aussterben vieler mariner Invertebraten und damit einen Rückgang der Diversität in den beiden Faunenprovinzen hervor (VERMEIJ 1978, PETUCH 1982) – die Folge eines unterbrochenen Faunenaustauschs zwischen West-Atlantik und Ost-Pazifik. Daneben bewirkte der Isthmus eine Verstärkung des warmen Golfstroms durch dessen Ablenkung nach Norden, was wiederum zu höheren Verdunstungs- und Niederschlagsraten auf der nördlichen Hemisphäre führte. Der dadurch verstärkte Albedo-Effekt wird als eine Ursache für die Bildung von Gletschereis in den hohen Breiten der Nordhalbkugel angesehen (ARTHUR 1979, KENNETT 1982).

Die fortschreitende Vereisung führte im Pleistozän zum Absinken des Meeresspiegels (Abb. 62C). Die Regionen im West-Atlantik (Golf von Mexiko, Karibisches Meer) waren von dem Meeresspiegeltiefstand stärker betroffen als die im Ost-Pazifik, da sie vergleichsweise kleine Becken mit flachem Schelfrand darstellen. Daher ist in den Faunenprovinzen des West-Atlantiks auch ein größerer Diversitäts-Rückgang zu verzeichnen (PETUCH 1982). Zudem verbesserte das Upwelling im Ost-Pazifik die Überlebenschancen vieler Mollusken (TERANES et al. 1996). Im West-Atlantik herrscht dagegen kaum Upwelling. Die größeren Schwankungen von Wassertemperatur und Salinität im Ost-Pazifik (BENNETT 1966, ROBINSON 1973, D'CROZ et al. 1991) verursachen einen größeren $\delta^{18}\text{O}$ -range in ost-pazifischen Molluskenschalen im Vergleich zu karibischen, die geringeren Temperatur- und Salinitätsschwankungen ausgesetzt sind (LEVITUS 1982).

Das Aussterben vieler Mollusken, das die Unterbrechung des Faunenaustauschs nach der Schließung des Isthmus' sowie die pleistozäne Vereisung mit sich zogen, führte zu einer Neuentwicklung der beiden Faunenprovinzen (JONES & HASSON 1985). Heute erstreckt sich die rezent überprägte Caloosahatchian Province in den gleichen Regionen, wie bereits im Pliozän und schließt zwei Zonen entlang der Yucatán-Halbinsel und im Golf von Honduras ein, in denen die ursprüngliche Fauna reliktsch erhalten ist (Abb. 62D). Die ursprüngliche Gatunian Province existiert heute nur noch entlang der ost-pazifischen Küste und in einem schmalen Streifen vor der Nordküste Südamerikas – Gebiete, in denen sich die Hydrographie kaum änderte. Neben den beiden alten Faunenprovinzen kam es im Post-Pleistozän zur Entwicklung einer neuen karibischen Fauna, die sich heute um den Antillenbogen erstreckt.

Die höchsten Aussterberaten unter den Mollusken verzeichnen die endemischen Taxa mit über 50 % in allen Gebieten. Da die west-atlantische Fauna reicher an endemischen Arten war als die ost-pazifische, war sie auch stärker als diese vom Aussterben betroffen (VERMEIJ & PETUCH 1983).

Korallen zeigen dagegen höhere Aussterberaten unter den ost-pazifischen Arten, da ihre Überlebenschancen im warmen, karbonatreichen Milieu des Karibischen Meers besser waren als im kalten, karbonatarmen des Pazifiks (JONES & HASSON 1985).

7. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Bivalven-Vergesellschaftungen der inneren Lagunen von Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands spiegeln die Unterschiede in Lagunentiefe, Wellen- und Strömungseinfluss, Mangrovenbewuchs, Sedimentbeschaffenheit und Sedimentationsrate auf den drei Atollen wider.

Die geschlossene, tiefe Lagune von Glovers Reef wird überwiegend von *Parvilucina* sp. A, einer Chemosymbionten-tragenden, flach grabenden Art, besiedelt, die auf zeitweisen Sauerstoffmangel im Oberflächensediment durch eine Verschiebung der Redox-Grenze nach oben hindeutet. In den offenen Bereichen der tiefen Lagune herrscht *Parvilucina* sp. A neben den ebenfalls flach grabenden Suspensionsfressern *Chione cancellata* und *Gouldia cerina* vor. Die wellen- und strömungsbeeinflussten, flachen Randzonen der Lagune werden bevorzugt von *Chione cancellata* eingenommen. Im Rückriffbereich ist vermutlich der erhöhte Wellen- und Strömungseinfluss für die Ansiedlung tief grabender Telliniden verantwortlich, die sich von pflanzlichem Detritus ernähren. Auf dem Hartgrund des luvseitigen Riffkamms leben vorwiegend epifaunale, byssat festgeheftete Suspensionsfresser.

In der flachen Lagune von Lighthouse Reef überwiegt – ähnlich wie in den flachen Randzonen von Glovers Reef – die flach grabende Art *Chione cancellata*. Daneben ist die tief grabende *Tellina similis* häufig vertreten. Der offene Bereich der Lagune im Süden des Atolls zeigt eine gleichmäßige Verteilung von vorwiegend flach bis tiefer grabenden Suspensionsfressern. Charakteristisch für diese Zone ist die Gattung *Ervilia*. Bei der Vergesellschaftung des luvseitigen Riffkamms handelt es sich um eine Thanatozönose zusammengeschwemmter Arten aus dem Vorriffbereich.

Am deutlichsten ist die Lagunenzonierung auf Turneffe Islands zu erkennen. Dieses Atoll ist von Wellen und Strömung weitgehend unbeeinflusst, da es im Wind- und Strömungsschatten von Lighthouse Reef liegt. Der von Kanälen und kleinen Tümpeln durchzogene Mangrovensaum umgibt die flachen, inneren Lagunen des Atolls und eröffnet neue, auf Glovers und Lighthouse Reef nicht vorhandene Lebensräume. Die geschlossene Nordlagune wird vorwiegend von den flach grabenden Suspensionsfressern *Gouldia cerina* und *Crassinella lunulata* – eine für Mangrovegebiete typische Art – besiedelt. In der ebenfalls geschlossenen zentralen Lagune ist neben *Gouldia cerina* auch *Parvilucina* sp. A häufig vertreten, was wiederum auf einen zeitweisen Sauerstoffmangel durch eine hoch im Oberflächensediment liegende Redox-Grenze schließen lässt. Die vergleichsweise offene Südlagune zeigt sowohl hohe Anteile an *Chione cancellata* und *Gouldia cerina* als auch an *Parvilucina* sp. A. Im Übergangsbereich zwischen Lagune und Tümpel treten neben den flach grabenden Suspensionsfressern *Gouldia cerina*, *Crassinella lunulata* und *Codakia orbiculata* auch die epifaunalen Arten *Arcopsis adamsi* und *Barbatia cancellaria* auf, die sich auf dem z.T. aus Hartgrund bestehenden Sediment sowie an Mangrovenwurzeln mit Byssusfäden festheften. Der Kanalbereich des Mangrovensaums, in dem eine vergleichsweise hohe Wellen- und Strömungsintensität herrscht, wird bevorzugt von *Chione cancellata* besiedelt. Im Rückriffbereich dominiert die ebenfalls flach grabende *Americardia guppyi* neben *Chione cancellata*. In den feinen Karbonatschlämmen des Atollrands finden sich vorwiegend Vertreter der tief grabenden, von pflanzlichem Detritus lebenden Art *Tellina mera*.

Taphonomische Signaturen auf den Bivalvenschalen erlauben ebenfalls Rückschlüsse auf deren Lebens- und Ablagerungsraum. Die Schalen zeigen auf jedem Atoll eine positiv asymmetrische Größenverteilung, was für eine normale, mit dem Alter der Organismen ansteigende Sterberate spricht (RICHARDS & BAMBACH 1975). Jedoch sind die Muscheln mit Ø 0,53 cm auf Lighthouse Reef, Ø 0,47 cm auf Glovers Reef und Ø 0,36 cm auf Turneffe Islands überwiegend kleinwüchsig. Dies deutet auf Lebensbedingungen hin, die nicht optimal sind. Ursachen dafür könnten zeitweiser Sauerstoffmangel in den Lagunen von Glovers Reef und Turneffe Islands sowie eine zu hohe Wellen- und Strömungsenergie auf Lighthouse Reef sein. Der Anstieg der durchschnittlichen Schalengröße von Turneffe Islands über Glovers nach Lighthouse Reef könnte auf eine Verbesserung der Lebensbedingungen in dieselbe Richtung hindeuten. Die 1:1-Verteilung rechter und linker Klappen spricht für eine generell niedrige Strömungsenergie. Strömungsbedingter Transport ist lediglich im Rückriffbereich von Glovers Reef, der offenen, südlichen Lagune von Lighthouse Reef, an den östlichen Riffkämmen beider Atolle sowie am Atollrand von Turneffe Islands vorhanden, wo aufgrund der erhöhten Wellen- und Strömungsenergie eine Schalenhälfte gegenüber der anderen überwiegt. Bohrspuren von Raubschnecken und Bohrschwämmen, Inkrustationen sowie Fragmentierung und Abrasion der Schalen nehmen von Turneffe Islands über Lighthouse nach Glovers Reef zu. Da in dieselbe Richtung ein Rückgang der Sedimentationsrate festgestellt wurde (GISCHLER 2003), liegt die Vermutung nahe, dass dieser Trend auf Time-averaging beruht. Die auf Glovers Reef entnommenen Sedimentproben umfassen den längsten Ablagerungszeitraum; die in ihnen enthaltenen Schalen lagen vergleichsweise lange an der Sedimentoberfläche, wurden dadurch häufiger von Bohrschwämmen und anderen inkrustierenden Organismen besiedelt und durch Wellen, Strömung, Stürme und Bioturbation mit dem Sediment aufgearbeitet.

Ein ähnlicher Trend zeichnet sich in den Diversitäts-, Evenness- und Richness-Werten der drei Atolle ab. Mit abnehmender Sedimentationsrate nehmen Diversität, Evenness und Richness von Turneffe Islands über Lighthouse nach Glovers Reef zu, was zum Einen mit einer Optimierung der Lebensbedingungen durch verbesserten Nährstoffeintrag und ausgeglichene Strömungsverhältnisse, zum Anderen aber auch mit einer Verstärkung des Time-averaging-Effekts zusammenhängen kann. Sedimente, die innerhalb eines längeren Zeitraums zur Ablagerung kamen, können Faunenelemente verschiedener Milieus enthalten, woraus höhere Diversitäten, eine gleichmäßigere Verteilung einzelner Arten und ein größerer Artenreichtum resultieren.

Vibrationsbohrkerne aus den inneren Lagunen zeigen seit Beginn der Lagunenentwicklung unterschiedliche Bivalven-Faunen auf den drei Atollen. Dies steht vermutlich mit der schnell fortschreitenden Eintiefung der Lagunen in Zusammenhang, wodurch die morphologischen Eigenheiten der Atolle, die im Wesentlichen für die Ansiedlung verschiedener Bivalven-Arten und Ökotypen verantwortlich sind, bereits früh ausgeprägt waren.

Auf Glovers Reef, dem mit ~9000 Jahren ältesten Atoll, deutet die zunehmende Häufigkeit von *Parvilucina* sp. A innerhalb der letzten 5000 Jahre auf eine fortschreitende Schließung der inneren Lagune hin, die vermutlich mit der Ausbildung eines wind- und strömungsabhaltenden Riffkamms einhergeht. Auch die kontinuierliche Abnahme der Diversität seit Beginn der Lagunenentwicklung spricht für die zunehmende Instabilität dieses Lebensraums durch mangelnden Wasseraustausch und zeitweisen Sauerstoffmangel im Oberflächensediment.

Hohe Anteile an *Chione cancellata* und verschiedenen Telliniden auf dem vor ~8000 Jahren entstandenen Lighthouse Reef belegen die Existenz einer vergleichsweise offenen Lagune vor bereits 3000 Jahren. Durch die rasche Abflachung dieser Lagune im Anfangsstadium wird das Ökosystem zunächst instabiler, was abnehmende Diversitätswerte bis 2690 YBP belegen. Seitdem ist bis zum rezenten Stadium mit langsam abnehmender Wassertiefe und zunehmender Diversität eine erneute Stabilisierung des Milieus zu verzeichnen.

Auf Turneffe Islands sprechen die Zunahme von *Gouldia cerina* und die Abnahme von *Parvilucina* sp. A seit Beginn der Lagunenentwicklung vor ~7000 Jahren für die fortschreitende Abflachung einer bereits im Anfangsstadium geschlossenen Lagune. Ein Anstieg der Diversität bis 795 YBP belegt eine Stabilisierung des Lebensraums, bedingt durch einen verbesserten Wasseraustausch mit abnehmender Lagumentiefe. Der darauffolgende Rückgang der Diversität sowie das massenhafte Auftreten von *Gouldia cerina* im rezenten Sediment sprechen für ein erreichtes Dominanzstadium.

8. Ausblick

Zur Erforschung der Lagunenentwicklung auf den drei Atollen sind Untersuchungen weiterer Bohrkerne notwendig. Im Rahmen einer Doktorarbeit wird z.Z. die fossile Foraminiferen-Fauna der Lagunen von Dipl. geol. Sandra Schultz untersucht; eine detaillierte Auswertung der fossilen Molluskenfauna würde daher einen sinnvollen Anknüpfungspunkt bilden. Ebenso wäre die Erforschung der rezenten und fossilen Faunen-Vergesellschaftungen von Banco Chinchorro, Cozumel Island sowie Banco Arrowsmith interessant, die vergleichbare Ökosysteme in der unmittelbaren Nachbarschaft nördlich von Glovers Reef, Lighthouse Reef und Turneffe Islands auf dem Schelf der Yucatán-Halbinsel darstellen (vgl. Abb. 1).

Auch geochemische Untersuchungen der Lagunensedimente sollen in naher Zukunft durchgeführt werden. Hierzu zählen die Ermittlung der Gehalte an TOC (total organic carbon), sulfidischem Schwefel sowie das Verhältnis Kohlenstoff : Stickstoff. Hohe TOC-Werte sprechen für einen unvollständigen aeroben Abbau von organischer Substanz und somit für Sauerstoffzehrung, was v.a. in den Lagunensedimenten von Turneffe Islands zu erwarten wäre. Der Anteil von sulfidischem Schwefel erlaubt Rückschlüsse auf die bakterielle Umsetzung organischen Kohlenstoffs durch Sulfatreduktion; hohe Gehalte an sulfidischem Schwefel sind daher ebenfalls ein Hinweis auf ein weitgehend sauerstofffreies Milieu. Beide Methoden dienen zur Ermittlung der Redox-Grenze im Sediment und kennzeichnen somit die maximale Grabtiefe der Infauna. Eine Aussage über die Herkunft des organischen Materials kann über das Verhältnis Kohlenstoff : Stickstoff getroffen werden – niedrige Werte lassen auf marine Primärproduzenten, hohe Werte auf eingeschwemmtes terrestrisches Pflanzenmaterial schließen. Im Holozän entwickelte sich das Untersuchungsgebiet von einem ehemals weitgehend terrestrischen Milieu von Karbonatinseln über ein Mangrovenstadium zu einem marinen Milieu (vgl. Kap. 4.3.5), was sich auch in wechselnden C/N-Verhältnissen in den Bohrkernsedimenten widerspiegeln dürfte.

Literaturverzeichnis

- ABBOTT, R. T. (1958): The marine mollusks of Grand Cayman Island, British West Indies. – Academy of Natural Sciences of Philadelphia, Monograph, **11**: 1-138.
- ABBOTT, R. T. (1986): Seashells of North America. – 144 S.; New York (Golden Press).
- ARRUDA, E. P., DOMANESCHI, O. & AMARAL, A. C. Z. (2003): Mollusc feeding guilds on sandy beaches in São Paulo State, Brazil. – Marine Biology, **143**: 691-701.
- ARTHUR, M. A. (1979): Paleooceanographic events – recognition, resolution and reconsideration. – Review of Geophysics and Space Physics, **17**: 1474-1494.
- BENNETT, E. B. (1966): Monthly charts of surface salinity in the eastern tropical Pacific Ocean. – Bulletin of the Inter-American Tropical Tuna Commission, **11(1)**: 1-41.
- BOUCOT, A. J. (1953): Life and death assemblages among fossils. – American Journal of Science, **251**: 25-40.
- BROMLEY, R. G. (1981): Concepts in ichnotaxonomy illustrated by small round holes in shells. – Acta Geologica Hispanica, **16(1-2)**: 55-64.
- BROMLEY, R. G. & D'ALESSANDRO, A. (1984): The ichnogenus *Entobia* from the Miocene, Pliocene and Pleistocene of southern Italy. – Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, **90**: 227-296.
- BURKE, R. B. (1982): Reconnaissance study of the geomorphology and benthic communities of the outer barrier reef platform, Belize. – In: RÜTZLER, K. & MACINTYRE, I. G. [Hrsg.]: The Atlantic barrier reef ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize. – Smithsonian Contributions to the Marine Sciences, **12**: 509-526.
- CARRICKER, M. R. (1961): Comparative functional morphology of boring mechanisms in gastropods. – American Zoologist, **1**: 263-266.
- CONNELL, J. H. (1978): Diversity in tropical rain forests and coral reefs. – Science, **199**: 1302-1310.
- CRAIG, G. Y. (1967): Size-frequency distributions of living and dead populations of pelecypods from Bimini, Bahamas, B.W.I.. – Journal of Geology, **75**: 34-45.
- CRAIG, G. Y. & HALLAM, A. (1963): Size-frequency and growth-ring analyses of *Mytilus edulis* and *Cardium edule*, and their paleoecological significance. – Palaeontology, **6**: 731-750.
- DAUPHINEE, T., ANCSIN, J., KLEIN, H. & PHILLIPS, M. (1980): The electrical conductivity of weight diluted and concentrated standard seawater as a function of salinity and temperature. – IEEE Journal of Oceanic Engineering, **5(1)**: 28-41.
- D'CROZ, L., DEL ROSARIO, J. B. & GOMEZ, J. A. (1991): Upwelling and phytoplankton in the Bay of Panama. – Revista de Biología Tropical, **39(2)**: 233-241.
- Der große Kosmos 3D-Globus (2003) – Systema; München (United Soft Media Verlag GmbH).
- DILLON, W. P. & VEDDER, J. G. (1973): Structure and development of the continental margin of British Honduras. – Geological Society of America Bulletin, **84**: 2713-2732.

- DILLON, W. P., EDGAR, N. T., SCANLON, K. M. & GLITGORD, K. D. (1987): Geology of the Caribbean. – *Oceanus*, **30**: 42-52.
- DONOVAN, S. K. & PICKERILL, R. K. (1999): Fossils explained 26: Trace fossils 4 – borings. – *Geology Today*, **5**: 197-200.
- DUNHAM, R. J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. – In: HAM, W. E. [Hrsg.]: Classification of carbonate rocks. – American Association of Petroleum Geologists, *Memoir*, **1**: 108-121.
- EKDALE, A. A. (1974): Marine molluscs from shallow-water environments (0 to 60 meters) off the northeast Yucatán coast, Mexico. – *Bulletin of Marine Science*, **24**: 638-668.
- EKDALE, A. A. (1977): Quantitative paleoecological aspects of modern marine mollusk distribution, northeast Yucatán coast, Mexico. – American Association of Petroleum Geologists, *Studies in Geology*, **4**: 195-207.
- ESKER, D., EBERLI, G. P. & MCNEILL, D. F. (1998): The structural and sedimentological controls on the reoccupation of Quaternary incised valleys, Belize southern lagoon. – American Association of Petroleum Geologists *Bulletin*, **82**: 2075-2109.
- GISCHLER, E. (1994): Sedimentation on three caribbean atolls: Glovers Reef, Lighthouse Reef and Turneffe Islands, Belize. – *Facies*, **31**: 243-254.
- GISCHLER, E. (2000): Riffentwicklung in Belize (Mittelamerika) im späten Quartär. – *Natur und Museum*, **130(12)**: 401-415.
- GISCHLER, E. (2003): Holocene lagoonal development in the isolated carbonate platforms off Belize. – *Sedimentary Geology*, **159**: 113-132.
- GISCHLER, E. & HUDSON, J. H. (1998): Holocene development of three isolated carbonate platforms, Belize, Central America. – *Marine Geology*, **144**: 333-347.
- GISCHLER, E. & HUDSON, J. H. (2004): Holocene development of the Belize Barrier Reef. – *Sedimentary Geology*, **164**: 223-236.
- GISCHLER, E. & LOMANDO, A. J. (1999): Recent sedimentary facies of isolated carbonate platforms, Belize-Yucatán system, Central America. – *Journal of Sedimentary Research*, **69(3)**: 747-763.
- GISCHLER, E. & LOMANDO, A. J. (2000): Isolated carbonate platforms of Belize, Central America: Sedimentary facies, late Quaternary history and controlling factors. – In: INSALACO, E., SKELTON, P. W. & PALMER, T. J. [Hrsg.]: Carbonate platform systems: Components and interactions. – Geological Society, London, *Special Publications*, **178**: 135-146.
- GISCHLER, E., LOMANDO, A. J., HUDSON, J. H. & HOLMES, C. W. (2000): Last interglacial reef growth beneath Belize barrier and isolated platform reefs. – *Geology*, **28(5)**: 387-390.
- GISCHLER, E., HAUSER, I., HEINRICH, K. & SCHEITEL, U. (2003): Characterization of depositional environments in isolated carbonate platforms based on benthic foraminifera, Belize, Central America. – *Palaios*, **18**: 236-255.
- HALLEY, R. B., SHINN, E. A., HUDSON, J. H. & LIDZ, B. (1977): Recent and relict topography of Boo Bee patch reef, Belize. – *Proceedings of the 3rd International Coral Reef Symposium: Miami, RSMAS, University of Miami*, **2**: 29-35.

- HOSKINS, C. W. (1964): Molluscan biofacies in calcareous sediments, Gulf of Batabano, Cuba. – American Association of Petroleum Geologists Bulletin, **48(10)**: 1680-1704.
- HUSTON, M. (1979): A general hypothesis of species diversity. – Ecology, **52**: 81-101.
- JAMES, N. P. & GINSBURG, R. N. (1979): The seaward margin of Belize barrier and atoll reefs. – International Association of Sedimentologists, Special Publication, **3**:1-191.
- JONES, D. S. & HASSON, P. F. (1985): History and development of the marine invertebrate faunas separated by the Central American isthmus. – In: STEHLI, F. G. & WEBB, S. D. [Hrsg.]: The great American biotic interchange. – 325-355; New York, London (Plenum Press).
- KENNETT, J. P. (1982): Marine Geology. – 813 S.; Englewood Cliffs (Prentice Hall).
- KITCHELL, J. A., BOGGS, C. H., KITCHELL, J. F. & RICE, J. A. (1981): Prey selection by naticid gastropods: Experimental tests and application to the fossil record. – Paleobiology, **7(4)**: 533-552.
- KOWALEWSKI, M., SIMÕES, M. G., TORELLO, F. F., MELLO, L. H. C. & GHILARDI, R. P. (2000): Drill holes in shells of Permian benthic invertebrates. – Journal of Paleontology, **74(3)**: 532-543.
- LANESKY, D. E., LOGAN, B. W., BROWN, R. G. & HINE, A. C. (1979): A new approach to portable vibracoring underwater and on land. – Journal of Sedimentary Petrology, **49**: 654-657.
- LANGER, M. R. (1993): Epiphytic foraminifera. – Marine Micropaleontology, **20**: 235-265.
- LARA, M. E. (1993): Divergent wrench faulting in the Belize southern lagoon: Implication for Tertiary Caribbean plate movements and Quaternary reef distribution. – American Association of Petroleum Geologists Bulletin, **77**: 1041-1063.
- LEVINTON, J. S. (1970): The paleoecological significance of opportunistic species. – Lethaia, **3**: 69-78.
- LEVITUS, S. (1982): Climatological atlas of the world ocean. – National Oceanic and Atmospheric Administration Professional Paper **13**.
- LIPPS, J. H. (1975): Feeding strategies and test function in foraminifera. – Benthonics (Abstracts), **75**: 26.
- LIPPS, J. H. (1983): Biotic interactions in benthic foraminifera. – In: TEVESZ, M. J. S. & MCCALL, P. L. [Hrsg.]: Biotic interactions in recent and fossil benthic communities. – 331-376; New York (Plenum Press).
- LOGAN, B. W., HARDING, J. L., AHR, W. M., WILLIAMS, J. D. & SNEAD, R. G.: Carbonate sediments and reefs, Yucatán shelf, Mexico. – American Association of Petroleum Geologists, Memoir, **11**: 1-198.
- MACARTHUR, R. H. & WILSON, E. O. (1967): The theory of island biogeography. – 203 S.; Princeton (University Press).
- MACKINNON, L. & JONES, B. (2001): Sedimentological evolution of North Sound, Grand Cayman – a freshwater to marine carbonate succession driven by Holocene sea-level rise. – Journal of Sedimentary Research, **71(4)**: 568-580.
- MACINTYRE, I. G., LITTLER, M. M. & LITTLER, D. S. (1995): Holocene history of Tobacco Range, Belize, Central America. – Atoll Research Bulletin, **430**: 1-18.

- MARGALEF, D. R. (1958): Information Theory in Ecology. – *General Systems Yearbook of the Society for General Systems Research*, **3**: 36-71.
- MAZZULLO, S. J., ANDERSON-UNDERWOOD, K. E., BURKE, C. D. & BISCHOFF, W. D. (1992): Holocene coral patch reef ecology and sedimentary architecture, northern Belize, Central America. – *Palaios*, **7**: 591-601.
- MEINKOTH, N. A. (1981): *The Audubon Society Field Guide to North American Seashore Creatures*. – 799 S.; New York (Chanticleer Press).
- MIDDLETON, G. V. (2000): *Data Analysis in the Earth Sciences using MATLAB*. – 260 S.; New Jersey (Prentice Hall).
- MOORE, H. B. & LOPEZ, N. N. (1969): The ecology of *Chione cancellata*. – *Bulletin of Marine Science*, **19**: 131-148.
- OLSSON, A. A. (1972): Origin of the existing panamic molluscan biotas in terms of their geologic history and their separation by the isthmian land barrier. – *Bulletin of the Biological Society of Washington*, **2**: 117-123.
- OSCHMANN, W. (1988): Upper Kimmeridgian and Portlandian Marine Macrobenthic Associations from Southern England and Northern France. – *Facies*, **18**: 49-82.
- OSCHMANN, W. (1994a): Der Kimmeridge Clay von Yorkshire als ein Beispiel eines fossilen Sauerstoff-kontrollierten Milieus. – *Beringeria*, **9**: 3-153.
- OSCHMANN, W. (1994b): Adaptive pathways of benthic organisms in marine oxygen-controlled environments. – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, **191(3)**: 393-444.
- OSMAN, R. W. (1977): The establishment and development of a marine epifaunal community. – *Ecological Monographs*, **47**: 37-63.
- OSMAN, R. W. (1978): The influence of seasonality and stability on the species equilibrium. – *Ecology*, **59**: 383-399.
- OWEN, G. (1966): Feeding. – In: WILBUR, K. M. & YONGE, C. M. [Hrsg.]: *Physiology of Mollusca*. – Volume 2: 1-51; New York (Academic Press).
- PATTERSON, R. T. & FISHBEIN, E. (1989): Re-examination of the statistical methods used to determine the number of point counts needed for micropaleontological quantitative research. – *Journal of Paleontology*, **63(2)**: 245-248.
- PERKIN, R. & LEWIS, E. (1980): The Practical Salinity Scale 1978: Fitting the data. – *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, **5(1)**: 9-16.
- PERRY, C. T. (1999): Biofilm-related calcification, sediment trapping and constructive micrite envelopes: A criterion for the recognition of ancient grass-bed environments? – *Sedimentology*, **46**: 33-45.
- PETERSEN, C. G. J. (1914): Valuation of the sea. II. The animal communities of the sea bottom and their importance for marine zoogeography. – Report of the Danish Biological Station to the Ministry of Fisheries, **21**: 1-68.
- PETUCH, E. J. (1982): Geographical heterochrony: Contemporaneous coexistence of Neogene and recent molluscan faunas in the Americas. – *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, **37**: 277-312.

- PIELOU, E. C. (1966): The measurement of diversity in different types of biological collections. – *Journal of Theoretical Biology*, **13**: 131-144.
- PURDY, E. G. (1974): Karst determined facies patterns in British Honduras: Holocene carbonate sedimentation model. – *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, **58**: 825-855.
- PURDY, E. G., PUSEY, W. C. & WANTLAND, K. F. (1975): Continental shelf of Belize: Regional shelf attributes. – In: WANTLAND, K. F. & PUSEY, P. C. [Hrsg.]: *Belize shelf – Carbonate sediments, clastic sediments and ecology*. – *American Association of Petroleum Geologists, Studies in Geology*, **2**: 1-52.
- REDFERN, C. (2001): *Bahamian Seashells. A Thousand Species from Abaco, Bahamas*. – 280 S.; Boca Raton, Florida (Bahamianseashells.com, Inc.).
- REHDER, H. A. (1981): *National Audubon Society Field Guide to North American Seashells*. – 895 S.; New York (Chanticleer Press).
- RICHARDS, R. P. & BAMBACH, R. K. (1975): Population dynamics of some Paleozoic brachiopods and their paleoecological significance. – *Journal of Paleontology*, **49**: 775-798.
- ROBERTSON, R. (1963): The mollusks of British Honduras. – *Philadelphia Shell Club*, **1**: 15-20.
- ROBINSON, M. K. (1973): *Gulf of Mexico and Caribbean Sea. Atlas of monthly mean sea surface and subsurface temperature and depth of the top of the thermocline*. – Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, SIO Reference **73-78**.
- SAVRDA, C. E., BOTTJER, D. J. & SEILACHER, A. (1991): Redox-related benthic events. – In: EINSELE, G., RICKEN, W. & SEILACHER, A. [Hrsg.]: *Cycles and Events in Stratigraphy*. – 524-541; Berlin, New York (Springer Verlag).
- SEILACHER, A. (1990): Abberations in bivalve evolution related to photo- and chemosymbiosis. – *Historical Biology*, **3**: 289-311.
- SHANNON, C. E. & WEAVER, W. (1949): *The Mathematical Theory of Communication*. – 125 S.; Urbana (University of Illinois Press).
- SHINN, E. A., HUDSON, J. H., HALLEY, R. B., LIDZ, B., ROBBIN, I. G. & MACINTYRE, I. G. (1982): Geology and sediment accumulation rates at Carrie Bow Cay, Belize. – In: RÜTZLER, K. & MACINTYRE, I. G. [Hrsg.]: *The Atlantic barrier reef ecosystem at Carrie Bow Cay, Belize*. – *Smithsonian Contributions to the Marine Sciences*, **12**: 63-75.
- SMITH, F. G. W. (1941): Sponge disease in British Honduras, and its transmission by water currents. – *Ecology*, **22**: 415-421.
- STODDART, D. R. (1962): Three Caribbean atolls: Turneffe Islands, Lighthouse Reef and Glover's Reef, British Honduras. – *Atoll Research Bulletin*, **87**: 1-147.
- STODDART, D. R. (1963): Effects of Hurricane Hattie on the British Honduras reefs and cays, October 30-31, 1961. – *Atoll Research Bulletin*, **95**: 1-142.
- STODDART, D. R. (1965): Post-hurricane changes on the British Honduras reefs and cays: Resurvey of 1965. – *Atoll Research Bulletin*, **131**: 1-31.

- SWAN, A. R. H. & SANDILANDS, M. (1995): Introduction to Geological Data Analysis. – 446 S.; Oxford (Blackwell Science).
- TAYLOR, J. D. & GLOVER, E. A. (2000): Functional anatomy, chemosymbiosis and evolution of the Lucinidae. – In: HARPER, E. M., TAYLOR, J. D. & CRAME, J. A. [Hrsg.]: The Evolutionary Biology of the Bivalvia. – Geological Society, London, Special Publications, **177**: 207-225.
- TERANES, J. L., GEARY, D. H. & BEMIS, B. E. (1996): The oxygen isotopic record of seasonality in Neogene bivalves from the Central American isthmus. – In: JACKSON, J. B. C., BUDD, A. F. & COATES, A. G. [Hrsg.]: Evolution and environment in tropical America. – 105-129; Chicago (The University of Chicago Press).
- TURNERY, W. J. & PERKINS, B. F. (1972): Molluscan distribution in Florida Bay. – *Sedimenta*, **3**: 1-37.
- VERMEIJ, G. J. (1978): Biogeography and adaptation: Patterns of marine life. – 332 S.; Cambridge, Massachusetts (Harvard University Press).
- VERMEIJ, G. J. & PETUCH, E. J. (1983): Differential extinction in tropical American molluscs: Endemism, shell architecture and the Panama land bridge. – *American Malacological Bulletin*, **2**: 79.
- WALKER, K. R. (1972): Trophic analysis: A method for studying the function of ancient communities. – *Journal of Paleontology*, **46**: 82-93.
- WALKER, S. H. (1973): Summary of climatic records for Belize. – Land Resources Division, Surbiton, Surrey, England, Supplement No. 3.
- WALLACE, R. J. & SCHAFERSMAN, S. D. (1977): Patch reef ecology and sedimentology of Glovers Reef Atoll, Belize. – In: FROST, S. F., WEISS, M. P. & SAUNDERS, J. B. [Hrsg.]: Reefs and related carbonates. – American Association of Petroleum Geologists, Studies in Geology, **4**: 37-53.
- WARD, W. C. (1970): Diagenesis of Quaternary eolianites of NE Quintana Roo, Mexico. – 207 S.; Ph. D. thesis, Rice University Houston.
- WARMKE, G. L. & ABBOTT, R. T. (1961): Caribbean Seashells. A guide to Marine Mollusks of Puerto Rico and other West Indian Islands, Bermuda and the Lower Florida Keys. – 348 S.; Narberth, Pennsylvania (Livingston Publishing Company).
- WESTPHALL, M. E. (1985): Anatomy and history of a ringed-reef complex, Belize, Central America. – 159 S.; M. Sc.-Thesis, University of Miami.
- WESTPHALL, M. E. & GINSBURG, R. N. (1985): Taphonomy of coral reefs from southern lagoon of Belize. – *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, **69**: 315-316 [abstract].

Anhang 1

Gesamtsedimentmengen der rezenten Proben

Glovers Reef					
Probe	1-5 mm [ml]	>5 mm [ml]	Gesamtsedimentmenge [ml]	1-5 mm [%]	>5 mm [%]
G 1	80,0	0,0	80,0	100,0	0,0
G 2	32,0	48,0	80,0	40,0	60,0
G 3	81,0	26,0	107,0	75,7	24,3
G 4	120,0	41,0	161,0	74,5	25,5
G 5	95,0	21,0	116,0	81,9	18,1
G 6	274,6	42,9	317,5	86,5	13,5
G 7	59,0	19,0	78,0	75,6	24,4
G 8	61,0	20,0	81,0	75,3	24,7
G 9	65,5	46,0	111,5	58,7	41,3
G 10	28,5	20,0	48,5	58,8	41,2
G 11	25,5	5,9	31,4	81,2	18,8
G 12	28,0	19,5	47,5	58,9	41,1
G 13	55,0	16,0	71,0	77,5	22,5
G 14	14,5	7,0	21,5	67,4	32,6
G 15	213,5	92,0	305,5	69,9	30,1
G 16	81,0	55,0	136,0	59,6	40,4
G 17	81,7	22,8	104,5	78,2	21,8
G 18	165,0	19,5	184,5	89,4	10,6
G 19	45,3	22,0	67,3	67,3	32,7
G 20	29,8	25,2	55,0	54,2	45,8
G 21	34,0	15,0	49,0	69,4	30,6
G 22	120,0	0,0	120,0	100,0	0,0
G 23	31,0	31,5	62,5	49,6	50,4
G 24	23,5	55,0	78,5	29,9	70,1
G 25	30,0	8,0	38,0	78,9	21,1
G 26	61,0	12,0	73,0	83,6	16,4
G 27	51,0	13,0	64,0	79,7	20,3
G 28	142,5	8,7	151,2	94,2	5,8
G 29	464,7	85,0	549,7	84,5	15,5
G 30	206,8	115,0	321,8	64,3	35,7
G 31	131,5	46,5	178,0	73,9	26,1
G 32	13,9	13,8	27,7	50,2	49,8
G 33	165,5	119,2	284,7	58,1	41,9
G 34	50,5	33,0	83,5	60,5	39,5
G 35	229,5	20,0	249,5	92,0	8,0
G 36	75,3	10,7	86,0	87,6	12,4
G 37	122,0	53,3	175,3	69,6	30,4
G 38	489,7	40,5	530,2	92,4	7,6
G 39	15,7	39,3	55,0	28,5	71,5
G 40	55,0	22,8	77,8	70,7	29,3
G 41	29,0	36,0	65,0	44,6	55,4
G 42	13,2	8,1	21,3	62,0	38,0
G 43	313,5	22,5	336,0	93,3	6,7
G 44	269,3	96,0	365,3	73,7	26,3

Lighthouse Reef					
Probe	1-5 mm [ml]	>5 mm [ml]	Gesamtsedimentmenge [ml]	1-5 mm [%]	>5 mm [%]
L 1	23,1	172,5	195,6	11,8	88,2
L 2	13,6	12,1	25,7	52,9	47,1
L 3	31,0	15,0	46,0	67,4	32,6
L 4	141,6	12,5	154,1	91,9	8,1
L 5	137,0	37,0	174,0	78,7	21,3
L 6	18,0	10,5	28,5	63,2	36,8
L 7	104,5	34,0	138,5	75,5	24,5
L 8	51,5	11,5	63,0	81,7	18,3
L 9	50,0	26,5	76,5	65,4	34,6
L 10	107,0	109,0	216,0	49,5	50,5
L 11	58,5	16,5	75,0	78,0	22,0
L 12	57,7	46,5	104,2	55,4	44,6
L 13	20,5	8,0	28,5	71,9	28,1
L 14	78,0	58,7	136,7	57,1	42,9
L 15	31,5	25,0	56,5	55,8	44,2
L 16	34,5	24,0	58,5	59,0	41,0
L 17	30,5	14,0	44,5	68,5	31,5
L 18	30,0	12,0	42,0	71,4	28,6
L 19	11,0	12,5	23,5	46,8	53,2
L 20	31,0	3,0	34,0	91,2	8,8
L 21	96,0	92,0	188,0	51,1	48,9
L 22	24,0	8,0	32,0	75,0	25,0
L 23	35,7	15,4	51,1	69,9	30,1
L 24	129,7	81,0	210,7	61,6	38,4
L 25	77,3	22,5	99,8	77,5	22,5
L 26	152,0	16,9	168,9	90,0	10,0
L 27	31,5	19,9	51,4	61,3	38,7
L 28	33,8	8,4	42,2	80,1	19,9
L 29	52,0	9,9	61,9	84,0	16,0
L 30	66,5	14,8	81,3	81,8	18,2
L 31	37,3	8,8	46,1	80,9	19,1
L 32	24,1	6,7	30,8	78,2	21,8
L 33	53,4	9,7	63,1	84,6	15,4
L 34	24,9	8,6	33,5	74,3	25,7
L 35	148,8	1876,0	2024,8	7,3	92,7

Turneffe Islands					
Probe	1-5 mm [ml]	>5 mm [ml]	Gesamtsedimentmenge [ml]	1-5 mm [%]	>5 mm [%]
T 1	88,0	0,0	88,0	100,0	0,0
T 2	73,0	5,0	78,0	93,6	6,4
T 3	8,5	8,0	16,5	51,5	48,5
T 4	30,0	29,0	59,0	50,8	49,2
T 5	282,0	11,0	293,0	96,2	3,8
T 6	130,0	23,0	153,0	85,0	15,0
T 7	119,5	9,0	128,5	93,0	7,0
T 8	106,0	16,5	122,5	86,5	13,5
T 9	244,0	80,0	324,0	75,3	24,7
T 10	28,0	5,0	33,0	84,8	15,2
T 11	90,5	65,0	155,5	58,2	41,8
T 12	24,5	4,0	28,5	86,0	14,0
T 13	61,0	1,0	62,0	98,4	1,6
T 14	14,5	0,0	14,5	100,0	0,0
T 15	94,0	3,0	97,0	96,9	3,1
T 16	67,0	67,0	134,0	50,0	50,0
T 17	110,0	45,0	155,0	71,0	29,0
T 18	89,0	41,0	130,0	68,5	31,5
T 19	165,0	78,5	243,5	67,8	32,2
T 20	119,5	98,0	217,5	54,9	45,1
T 21	43,5	12,0	55,5	78,4	21,6
T 22	35,0	11,0	46,0	76,1	23,9
T 23	130,0	5,0	135,0	96,3	3,7
T 24	102,0	32,0	134,0	76,1	23,9
T 25	59,0	0,0	59,0	100,0	0,0
T 26	116,0	19,0	135,0	85,9	14,1
T 27	117,0	30,0	147,0	79,6	20,4
T 28	94,0	10,0	104,0	90,4	9,6
T 29	72,0	53,0	125,0	57,6	42,4
T 30	96,0	86,0	182,0	52,7	47,3
T 31	12,0	22,0	34,0	35,3	64,7
T 32	62,0	14,0	76,0	81,6	18,4

Anhang 2
Molluskenanteile im rezenten Sediment

Glovers Reef: Fraktion 1-5 mm										
Probe	untersuchte Sedimentmenge [ml]	Anteile im Sediment [%]								
		Rest	Gastropoden-Bruchstücke	Gastropoden	Bivalven-Bruchstücke	Bivalven	Gastropoden (gesamt)	Bivalven (gesamt)	Mollusken (gesamt)	
G 1	80,0	81,3	2,5	10,0	2,5	3,8	12,5	6,3	18,8	
G 2	32,0	78,1	9,4	3,1	3,1	6,3	12,5	6,2	18,7	
G 3	81,0	74,1	11,1	3,7	4,8	6,2	14,8	11,0	25,8	
G 4	120,0	80,0	9,2	3,3	4,2	3,3	12,5	7,5	20,0	
G 5	95,0	72,6	8,4	4,2	6,3	8,4	12,6	14,7	27,3	
G 6	124,6	84,3	4,9	1,6	3,6	5,6	6,5	9,2	15,7	
G 7	59,0	42,3	8,5	1,7	23,7	23,7	10,2	47,4	57,6	
G 8	61,0	67,2	8,2	1,6	11,5	11,5	9,8	23,0	32,8	
G 9	65,5	68,7	10,7	0,8	9,2	10,7	11,5	19,9	31,4	
G 10	28,5	66,7	10,5	18,0	10,5	10,5	28,5	21,0	49,5	
G 11	25,5	54,1	8,6	3,9	19,6	13,7	12,5	33,3	45,9	
G 12	28,0	39,3	17,9	10,7	14,3	17,9	28,6	32,2	60,8	
G 13	55,0	63,6	10,9	5,5	12,7	7,3	16,4	20,0	36,4	
G 14	14,5	69,0	13,8	3,4	6,9	6,9	17,2	13,8	31,0	
G 15	213,5	86,2	7,0	1,4	2,8	2,6	8,4	5,4	13,8	
G 16	81,0	77,8	9,9	2,7	4,9	4,7	12,6	9,6	22,2	
G 17	81,7	59,4	22,0	10,0	3,7	4,9	32,1	8,6	40,6	
G 18	165,0	78,2	9,7	2,4	4,2	5,5	12,1	9,7	21,8	
G 19	45,3	46,4	32,0	4,9	8,2	8,6	36,9	16,8	53,6	
G 20	29,8	26,8	33,6	13,4	10,1	16,1	47,0	26,2	73,2	
G 21	34,0	35,3	32,4	5,9	14,7	11,8	38,3	26,5	64,8	
G 22	120,0	87,5	3,3	1,7	3,3	4,2	5,0	7,5	12,5	
G 23	31,0	45,2	32,3	3,2	9,7	9,7	35,5	19,4	54,9	
G 24	23,5	38,3	12,8	2,1	17,0	29,8	14,9	46,8	61,7	
G 25	30,0	43,3	13,3	3,3	16,7	23,3	16,6	40,0	56,6	
G 26	61,0	73,8	6,6	1,6	9,8	8,2	8,2	18,0	26,2	
G 27	51,0	68,6	7,8	3,9	9,8	9,8	11,7	19,6	31,3	
G 28	66,5	82,7	6,8	1,5	4,5	4,5	8,3	9,0	17,3	
G 29	227,7	85,6	9,6	2,5	1,3	1,0	12,1	2,3	14,4	
G 30	206,8	92,8	4,1	1,7	0,4	1,0	5,8	1,4	7,2	
G 31	131,5	79,1	12,2	3,4	3,0	2,3	15,6	5,3	20,9	
G 32	13,9	61,2	14,4	12,9	5,8	5,8	27,3	11,5	38,8	
G 33	79,5	78,0	7,5	3,1	5,0	6,3	10,7	11,3	22,0	
G 34	50,5	47,5	28,7	9,9	7,9	5,9	38,6	13,9	52,5	
G 35	229,5	85,4	7,6	2,0	2,4	2,6	9,6	5,0	14,6	
G 36	75,3	74,4	15,9	2,7	4,4	2,7	18,6	7,0	25,6	
G 37	122,0	84,4	8,2	2,5	2,5	2,5	10,7	4,9	15,6	
G 38	108,7	85,6	6,4	0,9	3,4	3,7	7,4	7,1	14,4	
G 39	15,7	44,6	12,7	6,4	15,9	20,4	19,1	36,3	55,4	
G 40	55,0	27,3	30,0	7,3	14,5	20,9	37,3	35,5	72,7	
G 41	29,0	32,8	29,3	8,6	13,8	15,5	37,9	29,3	67,2	
G 42	13,2	37,9	30,3	5,3	11,4	15,2	35,6	26,5	62,1	
G 43	72,5	74,2	8,3	0,3	8,3	9,0	8,6	17,2	25,8	
G 44	269,3	77,6	14,5	1,8	3,9	2,2	16,3	6,1	22,4	

Glovers Reef: Fraktion >5 mm										
Probe	untersuchte Sedimentmenge [ml]	Anteile im Sediment [%]								
		Rest	Gastropoden-Bruchstücke	Gastropoden	Bivalven-Bruchstücke	Bivalven	Gastropoden (gesamt)	Bivalven (gesamt)	Mollusken (gesamt)	
G 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
G 2	48,0	83,2	1,1	4,2	1,1	10,4	5,3	11,5	16,8	
G 3	26,0	38,5	7,7	3,8	11,5	38,5	11,5	50,0	61,5	
G 4	41,0	24,4	2,4	14,6	4,9	61,0	17,0	65,9	82,9	
G 5	21,0	47,6	4,8	23,8	9,5	14,3	28,6	23,8	52,4	
G 6	42,9	22,6	7,0	16,3	19,8	34,3	23,3	54,1	77,4	
G 7	19,0	5,3	5,3	5,3	5,3	78,9	10,6	84,2	94,8	
G 8	20,0	5,0	5,0	10,0	5,0	75,0	15,0	80,0	95,0	
G 9	46,0	65,2	2,2	4,3	10,9	17,4	6,5	38,3	44,8	
G 10	20,0	40,0	5,0	5,0	15,0	35,0	10,0	50,0	60,0	
G 11	5,9	5,1	50,8	5,1	5,1	33,9	55,9	39,0	94,9	
G 12	19,5	2,6	5,1	51,3	20,5	20,5	56,4	41,0	97,4	
G 13	16,0	31,3	12,5	12,5	18,8	25,0	25,0	44,3	69,3	
G 14	7,0	28,6	0,0	14,3	14,3	42,9	14,3	57,2	71,5	
G 15	92,0	81,5	4,9	2,7	5,4	5,4	7,6	10,9	18,5	
G 16	55,0	65,5	23,6	0,0	1,8	9,1	23,6	10,9	34,5	
G 17	22,8	11,0	3,5	61,4	2,2	21,9	64,9	24,1	89,0	
G 18	19,5	41,0	8,7	11,8	7,7	30,8	20,5	38,5	59,0	
G 19	22,0	22,7	27,3	31,8	4,5	13,6	59,1	18,2	77,3	
G 20	25,2	7,9	15,9	39,7	2,8	33,7	55,6	36,5	92,1	
G 21	15,0	6,6	6,6	60,0	6,6	20,0	66,6	26,6	93,2	
G 22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
G 23	31,5	1,6	6,4	41,3	3,2	47,6	47,7	50,8	98,5	
G 24	55,0	9,1	9,1	18,2	9,1	54,5	18,2	63,9	82,1	
G 25	8,0	0,0	12,5	62,5	25,0	0,0	75,0	25,0	100,0	
G 26	12,0	8,3	8,3	8,3	8,3	66,7	16,6	75,0	91,6	
G 27	13,0	38,5	7,7	7,7	7,7	38,5	15,4	46,2	61,6	
G 28	8,7	51,7	34,5	2,3	5,7	5,7	36,8	11,5	48,3	
G 29	85,0	76,5	11,8	6,5	1,2	4,1	18,2	5,3	23,5	
G 30	115,0	73,9	9,6	7,4	0,4	8,7	17,0	9,1	26,1	
G 31	46,5	53,8	10,8	30,1	1,1	4,3	40,9	5,4	46,2	
G 32	13,8	7,2	2,9	25,4	2,9	61,6	28,3	64,5	92,8	
G 33	119,2	41,9	2,5	5,0	0,2	50,3	7,6	50,5	58,1	
G 34	33,0	6,1	15,2	24,2	3,0	51,5	39,4	54,5	93,9	
G 35	20,0	10,0	10,0	65,0	0,0	15,0	75,0	15,0	90,0	
G 36	10,7	9,3	4,7	46,7	1,9	37,4	51,4	39,3	90,7	
G 37	53,3	75,0	3,8	18,8	1,9	0,6	22,5	2,4	25,0	
G 38	40,5	17,3	19,8	28,4	9,9	24,7	48,1	34,6	82,7	
G 39	39,3	0,5	0,3	20,4	2,5	76,3	20,6	78,9	99,5	
G 40	22,8	3,5	13,2	43,9	8,8	30,7	57,0	39,5	96,5	
G 41	36,0	22,2	11,1	19,4	5,6	41,7	30,6	47,2	77,8	
G 42	8,1	1,2	12,3	30,9	6,2	49,4	43,2	55,6	98,8	
G 43	22,5	31,1	4,4	2,2	40,0	22,2	6,7	62,2	68,9	
G 44	96,0	78,1	8,3	1,0	5,2	7,3	9,4	12,5	21,9	

Lighthouse Reef: Fraktion 1-5 mm									
Probe	untersuchte Sedimentmenge [ml]	Anteile im Sediment [%]							
		Rest	Gastropoden-Bruchstücke	Gastropoden	Bivalven-Bruchstücke	Bivalven	Gastropoden (gesamt)	Bivalven (gesamt)	Mollusken (gesamt)
L 1	23,1	71,4	26,0	0,9	1,3	0,4	26,8	1,7	28,6
L 2	13,6	88,2	7,4	1,5	1,5	1,5	8,8	2,9	11,8
L 3	31,0	83,9	8,1	1,0	0,6	6,5	9,0	7,1	16,1
L 4	141,6	93,9	4,9	0,2	0,6	0,4	5,2	0,9	6,1
L 5	137,0	82,5	11,7	1,5	2,9	1,5	13,2	4,4	17,6
L 6	18,0	80,6	11,1	0,0	2,8	5,6	11,1	8,3	19,4
L 7	104,5	73,7	12,9	1,4	6,7	5,3	14,4	12,0	26,3
L 8	51,5	80,6	7,8	0,0	4,9	6,8	7,8	11,7	19,4
L 9	50,0	66,0	8,0	4,0	10,0	12,0	12,0	22,0	34,0
L 10	107,0	86,0	9,3	1,9	1,9	0,9	11,2	2,8	14,0
L 11	58,5	82,0	10,3	0,9	1,7	5,1	11,2	6,8	18,0
L 12	57,7	69,3	16,5	6,9	4,3	2,9	23,4	7,3	30,7
L 13	20,5	46,3	14,6	12,2	9,8	17,1	26,8	26,8	53,7
L 14	78,0	76,9	12,9	3,8	3,8	2,6	16,7	6,4	23,1
L 15	31,5	50,8	22,2	4,8	12,7	9,5	27,0	22,2	49,2
L 16	34,5	61,5	9,2	1,5	15,4	12,3	10,7	27,7	38,4
L 17	30,5	59,0	23,0	1,6	9,8	6,6	24,6	16,4	41,0
L 18	30,0	53,3	16,7	3,3	20,0	6,7	20,0	26,7	46,7
L 19	11,0	9,1	27,3	18,2	27,3	18,2	45,5	45,5	91,0
L 20	31,0	58,0	6,5	6,5	16,1	12,9	13,0	29,0	42,0
L 21	96,0	86,4	7,3	2,0	3,1	1,0	9,3	4,2	13,5
L 22	24,0	79,2	8,3	6,3	1,3	5,0	14,6	6,3	20,8
L 23	35,7	50,4	21,6	9,8	11,2	7,0	31,4	18,2	49,6
L 24	129,7	72,1	13,5	3,5	5,8	5,2	17,0	10,9	27,9
L 25	77,3	70,5	10,3	5,8	9,1	4,3	16,2	13,3	29,5
L 26	69,0	82,6	6,1	2,9	5,1	3,3	9,0	8,4	17,4
L 27	31,5	55,6	13,3	7,0	11,1	13,0	20,3	24,1	44,4
L 28	33,8	82,8	5,0	2,1	1,8	8,3	7,1	10,1	17,2
L 29	52,0	55,8	18,8	8,3	9,4	7,7	27,1	17,1	44,2
L 30	66,5	50,4	16,5	4,5	17,3	11,3	21,1	28,6	49,6
L 31	37,3	65,1	13,4	4,8	8,6	8,0	18,2	16,6	34,9
L 32	24,1	60,2	15,4	7,5	8,3	8,7	22,8	17,0	39,8
L 33	53,4	65,5	11,8	1,9	11,2	9,6	13,7	20,8	34,5
L 34	24,9	56,2	8,8	4,0	20,9	10,0	12,9	30,9	43,8
L 35	148,8	85,3	9,7	2,8	1,5	0,5	12,6	2,1	14,7

Lighthouse Reef: Fraktion >5 mm									
Probe	untersuchte Sedimentmenge [ml]	Anteile im Sediment [%]							
		Rest	Gastropoden-Bruchstücke	Gastropoden	Bivalven-Bruchstücke	Bivalven	Gastropoden (gesamt)	Bivalven (gesamt)	Mollusken (gesamt)
L 1	172,5	0,6	0,1	0,2	12,2	87,0	0,3	99,1	99,4
L 2	12,1	82,6	4,1	12,4	0,0	0,8	16,5	0,8	17,4
L 3	15,0	73,3	3,3	13,3	13,3	3,3	16,6	16,6	33,2
L 4	12,5	80,0	8,0	8,0	4,0	0,0	16,0	4,0	20,0
L 5	37,0	37,8	16,2	10,8	10,8	24,3	27,0	35,1	62,1
L 6	10,5	57,1	4,8	28,6	0,0	9,5	33,4	9,5	42,9
L 7	34,0	17,6	1,5	1,5	35,3	44,1	3,0	79,4	82,4
L 8	11,5	43,5	4,3	43,5	4,3	4,3	47,8	8,6	56,4
L 9	26,5	86,8	1,9	1,9	1,9	7,5	3,8	9,4	13,2
L 10	109,0	89,0	3,7	0,9	3,7	2,8	4,6	6,4	11,0
L 11	16,5	48,5	12,1	6,1	3,0	30,3	18,2	33,3	51,5
L 12	46,5	43,0	10,8	28,0	3,2	15,1	38,7	18,3	57,0
L 13	8,0	37,5	37,5	12,5	6,3	6,3	50,0	12,6	62,6
L 14	58,7	39,2	9,4	37,5	2,9	11,1	46,8	14,0	60,8
L 15	25,0	14,0	18,0	36,0	8,0	24,0	54,0	32,0	86,0
L 16	24,0	4,2	8,3	8,3	20,8	58,3	16,6	79,1	95,7
L 17	14,0	14,3	21,4	28,6	7,1	28,6	50,0	35,7	85,7
L 18	12,0	8,7	16,6	8,3	41,5	24,9	24,9	66,4	91,3
L 19	12,5	4,0	0,0	16,0	8,0	72,0	16,0	80,0	96,0
L 20	3,0	33,3	16,7	16,7	16,7	16,7	33,4	33,4	66,8
L 21	92,0	94,6	2,2	1,1	1,1	1,1	3,3	2,2	5,5
L 22	8,0	50,0	2,5	7,5	0,0	40,0	10,0	40,0	50,0
L 23	15,4	1,3	51,9	32,5	1,3	13,0	84,4	14,3	98,7
L 24	81,0	22,2	9,9	1,2	9,9	56,8	11,1	66,7	77,8
L 25	22,5	15,6	37,8	22,2	4,4	20,0	60,0	24,4	84,4
L 26	7,9	63,3	1,3	1,3	0,0	34,2	2,5	34,2	36,7
L 27	19,9	10,1	4,0	35,2	0,5	50,3	39,2	50,8	89,9
L 28	8,4	63,1	4,8	17,9	8,3	6,0	22,6	14,3	36,9
L 29	9,9	2,0	12,1	40,4	0,0	45,5	52,5	45,5	98,0
L 30	14,8	6,8	30,4	5,4	27,0	30,4	35,8	57,4	93,2
L 31	8,8	8,0	31,8	11,4	9,1	39,8	43,2	48,9	92,0
L 32	6,7	10,4	17,9	22,4	19,4	29,9	40,3	49,3	89,6
L 33	9,7	20,6	25,8	5,2	5,2	43,3	30,9	48,5	79,4
L 34	8,6	29,1	29,1	0,0	19,8	22,1	29,1	41,9	70,9
L 35	1876,0	8,0	2,2	0,2	1,6	88,0	2,5	89,6	92,0

Turneffe Islands: Fraktion 1-5 mm									
Probe	untersuchte Sedimentmenge [ml]	Anteile im Sediment [%]							
		Rest	Gastropoden-Bruchstücke	Gastropoden	Bivalven-Bruchstücke	Bivalven	Gastropoden (gesamt)	Bivalven (gesamt)	Mollusken (gesamt)
T 1	88,0	84,9	6,3	1,8	5,4	1,6	8,1	7,0	15,1
T 2	73,0	82,2	8,2	2,7	4,1	2,7	10,9	6,8	17,7
T 3	8,5	11,8	35,3	5,9	23,5	23,5	41,2	47,0	88,2
T 4	30,0	16,7	50,0	10,0	16,7	6,7	60,0	23,4	83,4
T 5	282,0	85,1	7,5	1,4	5,0	1,1	8,9	6,1	15,0
T 6	130,0	62,3	20,8	1,5	11,5	3,9	22,3	15,5	37,8
T 7	119,5	78,7	10,0	0,4	7,5	3,3	10,4	10,8	21,2
T 8	106,0	80,2	9,4	1,9	4,7	3,8	11,3	8,5	19,8
T 9	244,0	98,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	1,6
T 10	28,0	60,7	21,4	7,1	7,1	3,6	28,5	10,7	39,2
T 11	90,5	87,3	8,8	2,2	0,6	1,1	11,0	1,7	12,7
T 12	24,5	24,5	32,7	2,0	20,4	20,4	34,7	40,8	75,5
T 13	61,0	16,4	32,8	6,6	27,9	16,4	39,4	44,3	83,7
T 14	14,5	65,6	13,8	3,4	13,8	3,4	17,2	17,2	34,4
T 15	94,0	93,6	2,1	1,1	2,1	1,1	3,2	3,2	6,4
T 16	67,0	43,3	10,5	6,0	23,9	16,4	16,5	30,3	46,7
T 17	110,0	93,3	2,6	0,4	0,9	2,6	3,0	3,5	6,5
T 18	89,0	53,9	10,1	4,5	14,6	16,9	14,6	31,5	46,1
T 19	165,0	93,9	2,4	0,6	1,8	1,2	3,0	3,0	6,0
T 20	119,5	92,0	3,3	1,7	0,4	2,5	5,0	2,9	7,9
T 21	43,5	78,2	6,9	1,2	4,6	9,2	8,1	13,8	21,9
T 22	35,0	77,0	8,6	2,9	8,6	2,9	11,5	11,5	23,0
T 23	130,0	94,2	2,2	0,7	2,2	0,7	2,9	2,9	5,8
T 24	102,0	75,5	9,8	5,9	4,9	3,9	15,7	8,8	24,5
T 25	59,0	67,8	11,8	3,4	6,8	10,2	15,2	17,0	32,2
T 26	116,0	86,2	4,3	2,6	4,3	2,6	6,9	6,9	13,8
T 27	117,0	85,5	6,8	0,9	3,4	3,4	7,7	6,8	14,5
T 28	94,0	84,0	8,5	1,1	1,1	5,3	9,6	6,4	16,0
T 29	72,0	75,0	5,6	5,6	6,9	6,9	11,2	13,8	25,0
T 30	96,0	85,4	5,2	2,1	3,1	4,2	7,3	7,3	14,6
T 31	12,0	25,0	8,3	8,3	25,0	33,4	16,6	58,4	75,0
T 32	62,0	41,9	19,4	1,6	27,4	9,7	21,0	29,0	50,0

Turneffe Islands: Fraktion >5 mm									
Probe	untersuchte Sedimentmenge [ml]	Anteile im Sediment [%]							
		Rest	Gastropoden-Bruchstücke	Gastropoden	Bivalven-Bruchstücke	Bivalven	Gastropoden (gesamt)	Bivalven (gesamt)	Mollusken (gesamt)
T 1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T 2	5,0	60,0	0,0	0,0	20,0	20,0	0,0	40,0	40,0
T 3	8,0	45,0	15,0	5,0	5,0	30,0	20,0	35,0	55,0
T 4	29,0	0,0	10,3	3,4	79,4	6,9	13,7	86,3	100,0
T 5	11,0	45,5	9,1	27,3	9,1	9,1	36,4	18,2	54,6
T 6	23,0	17,3	13,0	30,4	13,0	26,1	43,7	39,1	82,8
T 7	9,0	77,8	0,0	11,1	11,1	0,0	11,1	11,1	22,2
T 8	16,5	30,3	12,1	6,1	3,0	48,5	18,2	51,5	69,7
T 9	80,0	93,8	1,3	1,3	1,3	2,5	2,5	3,8	6,2
T 10	5,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T 11	65,0	7,7	7,7	30,8	7,7	46,2	38,5	53,9	92,3
T 12	4,0	0,0	25,0	25,0	25,0	25,0	50,0	50,0	100,0
T 13	1,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T 14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T 15	3,0	75,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	25,0	25,0
T 16	67,0	14,9	10,4	7,5	22,4	44,8	17,9	67,2	85,1
T 17	45,0	55,6	4,4	0,0	6,7	33,3	4,4	40,0	44,4
T 18	41,0	24,4	2,4	4,9	36,6	31,7	7,3	68,3	75,6
T 19	78,5	38,2	0,7	1,3	2,5	57,3	2,0	59,8	61,8
T 20	98,0	91,8	1,0	6,1	1,0	0,0	7,1	1,0	8,1
T 21	12,0	41,7	25,0	0,0	16,7	16,7	25,0	33,4	58,4
T 22	11,0	0,0	45,5	18,2	27,3	9,1	63,7	36,4	100,0
T 23	5,0	80,0	0,0	20,0	0,0	0,0	20,0	0,0	20,0
T 24	32,0	62,5	3,1	3,1	15,6	15,6	6,2	31,2	37,4
T 25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T 26	19,0	63,2	15,8	5,3	15,8	0,0	21,1	15,8	36,9
T 27	30,0	40,0	10,0	20,0	3,3	26,7	30,0	30,0	60,0
T 28	10,0	80,0	0,0	10,0	0,0	10,0	10,0	10,0	20,0
T 29	53,0	26,4	7,5	18,9	18,9	28,3	26,4	47,2	73,6
T 30	86,0	2,0	2,3	1,2	1,2	93,0	3,5	94,5	98,0
T 31	22,0	0,0	4,5	31,8	9,2	54,5	36,3	63,7	100,0
T 32	14,0	14,3	7,1	35,7	42,9	0,0	42,8	42,9	85,7

Anhang 3

Bivalvenarten im rezenten Sediment

Glovers Reef	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8	G 9	G 10	G 11	G 12	G 13	G 14	G 15	G 16	G 17	G 18	G 19	G 20	G 21	G 22
<i>Solemya occidentalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nucula calcicola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nucula</i> sp.	0	0	0,6	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Brachidontes domingensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geukensia demissa granosissima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Modiolus americanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0
<i>Modiolus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crenella divaricata</i>	0	0	0,6	0	0	0	0	0	3	0	0,3	0	0	0	0,2	0,8	0	0	0	0	0	0
<i>Botula fusca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gregariella coralliophaga</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Musculus lateralis</i>	0	0	0	0	0,9	0,5	0,3	0,1	0	0,5	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mytilidae (nicht näher bestimmbar)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arca imbricata</i>	0,3	0	0,3	0,9	0	0,6	0	0	0	0	0	0,2	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arca zebra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barbatia cancellaria</i>	0,3	0	1,7	2,3	0	0	0	0	1,2	1	0	1,5	0	12,8	2,5	0	0	1,3	0,3	0	0	0
<i>Barbatia candida</i>	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	2,8	0,9	0,2	1	0	0	0	0	0
<i>Barbatia domingensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barbatia tenera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barbatia</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anadara notabilis</i>	0	0	0	0	0,1	0,9	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3
Arcidae (nicht näher bestimmbar)	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arcopsis adamsi</i>	0	0	1,4	1,2	0,6	0,3	0	0	0,1	2,4	2,4	0	1	0	3,1	0	0	0	0	0	0	1,3
<i>Limopsis antillensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Glycymeris pectinata</i>	2	0,7	2	3,2	0,4	0	0,3	0	0	4,8	0	0	0	6,1	2,1	1,5	0,2	0	0	1	0	0
<i>Pteria</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pinctada imbricata</i>	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0
Ptenidae (nicht näher bestimmbar)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lima caribaea</i>	0	0	0	0,9	0	0	0	0	1,2	0,5	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ctenoides floridana</i>	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0,6	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0
<i>Ctenoides scabra</i>	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0,8	0,7	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limaria pellucida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limatula hendersoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caribachiamys imbricata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Caribachiamys sentis</i>	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spathochlamys benedicti</i>	0	0	0	0,2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Argopecten gibbus</i>	0	0	0	0,7	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Argopecten nucleus</i>	0	0	0	0	1,2	1,5	1,6	0	1,9	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aequipecten acanthodes</i>	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aequipecten muscosus</i>	0	0	0	0	0,3	0,3	0,8	1	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0,3	1	0,3
<i>Lindapecten exasperatus</i>	0	0	0	0	0,4	1,5	1	1,3	0,1	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leptopecten latiauratus</i>	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bractechlamys antillarum</i>	0	0	0	0,4	0,9	0	0,5	0,1	0	0,5	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pectinidae (nicht näher bestimmbar)	0	0	0	0,2	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chama congregata</i>	0	0	0	0,3	0	0	0	0	1,2	0,5	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chama macerophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chama sarda</i>	0	0	0,8	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chama</i> spp.	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0,2	0	0,2	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudochama radians</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudochama</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lucina beliziana</i>	4	21,9	4,8	4,7	0	0	0	0	1,2	0	0	1,5	0	4,4	2,5	1,2	0,2	0	0	0	0	0
<i>Codakia orbiculans</i>	0	0	3,1	2,9	0,1	0	0	0	1,8	0	0	0	0	1,7	1,4	0,6	0,2	0	0,6	0,7	0	0
<i>Codakia orbiculata</i>	1,7	2,9	5,9	8,8	0,7	0,9	0	0,3	0,1	0,6	0	0	0,7	4,4	0,5	0	0	0,3	0	1,3	1,9	1,9
<i>Codakia</i> spp.	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parvilucina costata</i>	10,7	19	9	13,5	6,3	8,7	1,3	0,5	5,7	1,8	1,7	2,8	0,7	5,1	6,7	1,4	20,4	6,6	11,3	20,7	10,5	10
<i>Parvilucina</i> sp. A	5,7	7,3	8,7	5,8	12,3	22,7	38,6	27,6	39,4	4,2	35,2	46,9	0,5	20,3	3,1	0,9	11,2	10,4	26,4	30,4	32,8	24,3
<i>Here sombrenensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anodontia alba</i>	0	0	0	0	0,6	0,3	0,5	0	0	2,1	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0,3	1	0
<i>Divalinga quadrisulcata</i>	1	5,1	0,6	0,3	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	2,5	0,5	0,2	0	0	0	0	0	0
Lucinidae (nicht näher bestimmbar)	0	0,7	0	0,3	0	0	0,5	0,5	0,1	0	0	0	0	1,7	0	0,4	1	0	0	0	0	0
<i>Diplodonta notata</i>	0	0	0,3	0	0,1	0,3	1,8	0,8	0,4	0	0,5	0,6	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0
<i>Diplodonta nucleiformis</i>	0,3	0	0	0,9	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodonta punctata</i>	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erycina penscopiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6,8	0	0	0	0	0
<i>Galeommatid</i> sp. A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galeommatid</i> sp. B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galeommatid</i> spp.	0	0	0	0	0	0,5	0	0,1	0	1	0	0	0	0,3	0	0	0,2	0,3	0	0	0,3	0
<i>Aligena elevata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Planktomya henseni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carditopsis smithii</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0,3	0,2	0	0	0	0	0,3	0	0,4	0	0	0	0	0	0,3
<i>Crassinella lunulata</i>	0	1,5	0	0	0	0	0	0	1,8	0	0	0,2	0	0,8	0	0,2	0	0	0	0	0	0
<i>Crassinella</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Papyridea soleniformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Americardia guppyi</i>	11	4,4	8,1	7,9	7,9	2,9	0,3	2,1	1,9	6	0,2	3,4	12,7	11	9,4	13,3	4,8	6,3	4,2	1,9	4,6	2,9
<i>Americardia media</i>	0	0	0	0,6	0,6	0,3	0,8	0,8	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3
<i>Laevicardium laevigatum</i>	0	0,7	2	0,6	0,8	4,1	5,1	7,5	2,1	1,8	4	4	0	1,7	0	0,2	1,7	4,6	0,3	0,6	0,7	0,3
<i>Mactrotoma</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0
<																						

Glovers Reef	G 1	G 2	G 3	G 4	G 5	G 6	G 7	G 8	G 9	G 10	G 11	G 12	G 13	G 14	G 15	G 16	G 17	G 18	G 19	G 20	G 21	G 22
<i>Timoclea pygmaea</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gouldia cerina</i>	2,3	0,7	7	5,8	5,8	13,1	20,1	29,7	32,1	2,4	9,3	21,1	2,7	1,7	6,4	2,7	7,1	1,7	5,8	6,4	4,3	10,7
<i>Transennella cubaniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Transennella stimpsoni</i>	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pitar fulminatus</i>	1,3	0	2,2	2	3,5	1,2	7,2	5,9	2,9	11,4	6,4	4	2	4,2	0,3	6,6	2,7	3,4	2,9	2,8	5,2	2,6
<i>Pitar simpsoni</i>	0,3	0	0,3	0	0	0	0	0,3	0,7	0	0	1,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pitar</i> spp.	0	0	0,3	0	0	0,3	0	0	0,4	0	0,2	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veneridae (nicht näher bestimmbar)	0,7	0	0	0	0,1	0,6	0,8	0	0,2	0	1,7	0	1	0	0,3	0	2,3	0,5	0	0	0	0
<i>Cooperella atlantica</i>	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Petricola lapicida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Petricola</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0
<i>Gastrochaena</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tiracia</i> spp.	0	0,7	0	0	0,1	0	0,3	0,3	0,1	0	0,5	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0
<i>Asthenothaerus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0
<i>Cardiomya costellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,1	0	3,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonstige (nicht bestimmbar)	0	0,7	0,3	0,3	0,1	0	0,3	0	0,1	0,6	0,2	0	0,2	0	1,7	1,4	0,4	0,2	0	0	0	0

Glovers Reef	G 23	G 24	G 25	G 26	G 27	G 28	G 29	G 30	G 31	G 32	G 33	G 34	G 35	G 36	G 37	G 38	G 39	G 40	G 41	G 42	G 43	G 44
<i>Timoclea pygmaea</i>	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gouldia cerina</i>	8,9	3,6	6,7	3,3	3,3	2,8	5	2,6	2,3	0,9	2,4	1,6	1,5	0,4	4,6	2,3	2,5	2,7	2,5	0,8	30,8	5,9
<i>Transennella cubaniana</i>	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Transennella simpsoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pitar fulminatus</i>	4	3,8	7,9	13,1	5,4	0,7	0	3,4	2,3	0,9	7	1,6	2,1	0,8	0	3,9	9,1	9,1	5,7	2,5	7,3	6,2
<i>Pitar simpsoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	0	0	0	0
<i>Pitar</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veneridae (nicht näher bestimmbar)	0	0	0	0	0	1	2,8	0	0,9	0	0,3	0,8	0,3	0,4	0	0,5	0	0	2,2	0	0,9	2,5
<i>Cooperella atlantica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Petricola lapicida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Petricola</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gastrochaena</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
<i>Tiracia</i> spp.	0	0	0	0,9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0,2	0,5	0	1,4	0	0	0
<i>Asthenothaerus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	0
<i>Cardiomya costellata</i>	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0
Sonstige (nicht bestimmbar)	0	0	0	0	0,5	2,1	2,2	0	1,9	0,9	0	0	0,3	0,8	1,1	0	0	0,3	0	0	0	1,6

Lighthouse Reef	L 23	L 24	L 25	L 26	L 27	L 28	L 29	L 30	L 31	L 32	L 33	L 34	L 35
<i>Nucula</i> sp.	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Modiolus americanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crenella divaricata</i>	0	0	0	2,8	0,3	0	0,8	0,3	0	0	0,4	0	0
<i>Botula fusca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arca imbricata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7
<i>Barbatia cancellaria</i>	0	4,2	0,6	2,8	0,3	0	0	0	0	0	0	0,3	2,9
<i>Barbatia candida</i>	0,8	1,7	0	1,7	0	0	0	0	0	0	0	0,3	1,4
<i>Barbatia domingensis</i>	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,2
<i>Barbatia</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arcopsis adamsi</i>	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,3
<i>Glycymeris pectinata</i>	4,8	9,9	5,6	2,4	0,8	0,8	0	3,8	1,3	0,9	0,2	0	0
<i>Pinctada imbricata</i>	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0
<i>Malleus</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0
<i>Ctenoides scabra</i>	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limaria pellucida</i>	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7
<i>Limatula hendersoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lindapecten exasperatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pectinidae (nicht näher bestimmbar)	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chama congregata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chama macerophylla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chama sarda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chama</i> spp.	0	0,6	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudochama radians</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lucina beliziana</i>	0	2	0	0,3	0,3	0	0	0	0	0	0	1,6	10,1
<i>Codakia orbicularis</i>	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,8
<i>Codakia orbiculata</i>	19,2	2,5	22	5,6	6,4	2,4	9	6,2	3	3,8	3,7	0,3	3,6
<i>Parvilucina blanda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parvilucina costata</i>	0,8	0	0,8	0	0	0	0	1,4	1,3	0,9	0,2	0	0
<i>Parvilucina multilineata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parvilucina</i> sp. A	0,8	0	0	0	0	1,6	0,3	0,3	0,8	2,8	0,9	0,3	0,7
<i>Parvilucina</i> sp. B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Here sombrerensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Divalvinga quadrisulcata</i>	0	0,6	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0,2	0,7	0
Lucinidae (nicht näher bestimmbar)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0,7
<i>Diplodonta notata</i>	0	0	0,6	0,3	0	0	0,5	0	2,1	1,9	0,2	0	0
<i>Diplodonta nucleiformis</i>	0,8	0	1,1	0	0	0	0,3	2,4	0,8	0	0,6	0	0
<i>Cymatocia bibsae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	1,3	0	0
<i>Galeommatid</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyclocardia</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleuromeris tridentata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carditopsis smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crassinella lunulata</i>	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7
<i>Americardia guppyi</i>	1,6	15,8	3,7	4,5	2,4	4,9	6,7	6,2	16,1	9,4	7,1	16,8	5,8
<i>Americardia media</i>	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Laevicardium laevigatum</i>	0	0	1,1	0,3	0,8	0,8	0,5	0	2,5	1,9	1,3	0,7	0
<i>Mactrotoma</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tellina gouldii</i>	1,6	10,2	0,3	0	0	0,8	0	0	0	0	0,9	5,9	0,7
<i>Tellina mera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tellina sybaritica</i>	0	0	0	0,7	1,1	0	1	0	4,2	1,9	2,8	1,3	0,7
<i>Tellina alternata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tellina laevigata</i>	0	0	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tellina magna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tellina aequistriata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tellina lintea</i>	0	0,3	0	0	0	0,8	0	0,3	3,4	0	0,4	0	34,1
<i>Tellina candeana</i>	2,4	0,6	2	1,7	6,7	11,4	1,3	6,8	10,6	15,1	18,5	6,9	0
<i>Tellina similis</i>	18,4	1,4	21,5	15,4	45,3	40,7	24,4	25,3	21,6	20,8	23	8,2	2,2
<i>Tellina listeri</i>	0	0,6	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0,4	1,3	3,6
<i>Tellina</i> spp.	7,2	0,6	0,8	1,4	2,1	3,3	6,9	2,1	2,1	0,9	3,4	8,2	4,3
<i>Macoma pseudomera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Macoma</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leporimetis intastriata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Semele bellastrata</i>	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Semelina nuculoidea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
<i>Cumingia coarctata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,1
<i>Cumingia vanhyningi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ervilia concentrica</i>	0	2,3	0	0	0,3	0	0,3	0	0	0	0	2,6	0
<i>Ervilia nitens</i>	0	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,5	4,3
<i>Ervilia</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Heterodonax bimaculatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tagelus</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chione cancellata</i>	0	2	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chione cancellata</i> Typ A	35,2	24,6	36,7	54,9	33	30,1	44,9	37,7	19,5	36,8	30,5	22	2,9
<i>Chione cancellata</i> Typ B	0	2,8	0	0	0,3	0	0,3	0,7	1,3	0	0,2	0	0
<i>Chione</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Timoclea pygmaea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gouldia cerina</i>	1,6	0,6	1,4	1,4	0	0	0,3	1,7	3	0	1,1	1,6	0,7
<i>Transennella cubaniana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Transennella simpsoni</i>	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Transennella</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pitar fulminatus</i>	0,8	7,1	0,6	0,7	0	0	1	2,1	0	1,9	1,5	4,3	0
<i>Pitar simpsoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,9	0,6	0	0
<i>Pitar</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veneridae (nicht näher bestimmbar)	0	2,3	0,3	0	0	0	0,3	0	0,8	0	0,4	1,6	0
<i>Petricola</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0
<i>Grippina</i> spp.	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyrtopleura costata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Thracia morisoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0
<i>Thracia</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3	1,7	0	0	0	0
<i>Asthenothaerus</i> sp.	0	0	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lyonsia beana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sonstige (nicht bestimmbar)	2,4	2,8	0	0	0	0,8	1	1,7	0	0	0	1,3	1,4

Turneffe Islands	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5	T 6	T 7	T 8	T 9	T 10	T 11	T 12	T 13	T 14	T 15	T 16	T 17	T 18	T 19	T 20	T 21	T 22
<i>Crenella divaricata</i>	0	2,7	0	0	0,7	0	0,2	0,3	0	0	1,8	0,4	0	0	0	0,1	0,9	0	0,9	1,5	0,5	1,2
<i>Musculus lateralis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acra imbricata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Barbatia cancellaria</i>	1,2	0	0	0	10,3	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Barbatia candida</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anadara notabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
<i>Acropsis adamsi</i>	2,4	8,2	0	0	22,1	1,6	0,4	0,3	3,6	0	6,3	7,5	0,3	0	0	0,1	1,5	0	6,8	1,5	0	0
<i>Glycimeris pectinata</i>	3,7	3,3	0	0	3,7	0	0	0	0,9	0,7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8	4,1	2,4
<i>Limatula</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Argopecten</i> sp.	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aequipecten muscosus</i>	0	1,1	0	1,5	0	0	0	0,8	0	0	0,5	0,8	0,6	1,4	0	0,1	0,6	0,2	1,4	0	0	0
<i>Bractechlamys antillarum</i>	0	0	1,1	0,8	0,4	0	0	0,3	0	0	0,3	0	0,9	0,7	0	0,4	0,6	0,2	1,8	0	0	0
<i>Lindapecten exasperatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	1,4	0	0	0
Pectinidae (nicht näher bestimmbar)	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chama congregata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0
<i>Chama</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,3	0	0	0
<i>Lucina beliziana</i>	1,2	0	0	0	0	0	0	0,3	0	1,3	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	2,7	0
<i>Codakia orbicularis</i>	0	0	0	0,8	0	0,3	0	0	0	1,4	0	0	0	0	0,1	0	0,4	2,3	0	0	0	0
<i>Codakia orbiculata</i>	8,5	5,5	5,3	0,8	10,7	1,6	0,4	4,3	4,5	1,3	3,6	4,8	0,3	0	0,1	0,3	0,4	3,2	12,8	0,9	0	0
<i>Codakia</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parvilucina costata</i>	3,7	0	6,4	3	1,5	0,8	0,7	0,8	0,9	1,3	3,6	2,4	1,5	0	6,2	1,5	4,3	0,2	0,9	0,8	1,8	0
<i>Parvilucina</i> sp. A	3,7	21,9	7,4	24,2	5,9	31,6	15,3	38,4	24,3	22	21,7	11,9	23	31,4	6,2	11,8	34,7	18,1	12,3	2,3	0,9	0
<i>Anodontia alba</i>	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Divallina quadrisulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0
<i>Diplodonta notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodonta nucleiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodonta semiaspera</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galeommatid</i> spp.	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleuromeris tridentata</i>	0	0	1,1	0	1,5	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,1
<i>Carditopsis smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crassinella lunata</i>	1,2	7,7	21,3	6,1	17,7	4,5	5,8	2,8	7,2	7,3	1,2	0	2	2,9	3,7	2,4	4	3	5	0	0	0
<i>Americardia guppyi</i>	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	8,3	0	0	0	0	0	0	0	2,3	20,5	10,7	0
<i>Americardia media</i>	0	0	0	0,8	0	0	0,8	0	0	0	0,8	0,6	0,7	0	0,1	0,6	0	1,8	2,3	0	2,4	0
<i>Laevicardium laevigatum</i>	0	0	0	1,5	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0,3	0	0,5	0	0	0	0
<i>Tellina gouldii</i>	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,1	2,4	0
<i>Tellina mera</i>	59,8	2,2	1,1	3,8	0	0	1,4	3,3	0,9	0	2,4	2	4,1	5,7	46,9	1,7	0,3	0,2	0	0,8	0	0
<i>Tellina sybaritica</i>	0	0,5	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	4,9	0	0	0	0	0	0,9	0	0
<i>Tellina lintea</i>	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tellina candeana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	0	0
<i>Tellina similis</i>	0	0,5	1,1	0	0	0	0,7	0,8	0	16	2,3	0	2,9	0,7	2,5	0	0	0	0	0,5	0	0
<i>Tellina listeri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tellina</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,7	0	2,5	0	0	0	0	0	0,9	0	0
<i>Cumingia coarctata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cumingia vanhyningi</i>	1,2	1,6	0	0,8	0	1,9	3,1	1,5	0	0	1,1	0	1,2	2,9	2,5	3,5	0,3	0	0	0	0	0
<i>Cumingia</i> spp.	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ervilia cocentrica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,8
<i>Ervilia nitens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	8,3	0
<i>Chione cancellata</i> Typ A	7,3	19,7	44,7	0	3,7	27	20,1	12,6	25,2	18	36,3	32,5	2	0,7	0	0,8	0	0,6	0,5	37,6	20,5	58,3
<i>Chione cancellata</i> Typ B	0	0,5	1,1	0	0	0,5	3,1	0,3	0	0	0,2	0,4	1,2	2,1	1,2	3,9	0,6	1,5	0	0	0	0
<i>Chione</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Timoclea pygmaea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gouldia cerina</i>	2,4	24	8,5	53,8	21,8	30,2	48,7	24,7	27	20	11,8	27,4	53,6	50,7	23,5	71,6	50,2	74,2	59,4	35,3	0,9	2,4
<i>Pitar fulminatus</i>	1,2	0	1,1	0,8	0	0	0	0	5,4	0,7	0,2	0	1,7	0	0	0,8	0,9	0,2	0,9	0	5,9	0
<i>Pitar simpsoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veneridae (nicht näher bestimmbar)	0	0	0	0,8	0	0	0	0	0	0	0,4	0,3	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cardiomya costellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
Sonstige (nicht bestimmbar)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Turneffe Islands	T 23	T 24	T 25	T 26	T 27	T 28	T 29	T 30	T 31	T 32
<i>Crenella divaricata</i>	0	0,5	0,2	0,6	0,4	0,7	0	0	0	0
<i>Musculus lateralis</i>	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acra imbricata</i>	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0
<i>Barbartia cancellaria</i>	0	0	0	0	0,4	0,5	0	2,4	0	0
<i>Barbartia candida</i>	0	0	0	0	0,4	0,2	0	0	0	0,4
<i>Anadara notabilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Acropsis adamsi</i>	8	6,2	5,5	0,6	1,2	8	4,5	9,8	4,7	1,1
<i>Glycimeris pectinata</i>	0	0	0	0,6	1,2	0,9	0	0	0	0
<i>Limatula</i> sp.	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0
<i>Argopecten</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Aequipecten muscosus</i>	0	0	0,2	0	0	0,7	1,4	0	0	0,7
<i>Bractechlamys antillarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lindapecten exasperatus</i>	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
Pectinidae (nicht näher bestimmbar)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chama congregata</i>	0	0,7	0	0	0	0,2	0	0	0	0
<i>Chama</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lucina beliziana</i>	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0
<i>Codakia orbicularis</i>	0	0	0	0	1,2	0	0	1,7	0	0,4
<i>Codakia orbiculata</i>	0	0,5	1,6	3	0,8	0,9	1,7	6,7	0	0,4
<i>Codakia</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Parvilucina costata</i>	4,5	0	0	21,3	2,9	1,6	2,1	0,7	0	6,6
<i>Parvilucina</i> sp. A	12,4	3,9	12,8	9,1	0,8	6,7	11,3	12,8	3,7	11,7
<i>Anodontia alba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0,4
<i>Divallina quadrisulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodonta notata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodonta nucleiformis</i>	0	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diplodonta semiaspera</i>	1	0,2	0,6	0	0	0,7	0	0	0	0
<i>Galeommatid</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleuromeris tridentata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carditopsis smithii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Crassinella lunata</i>	19,9	27,1	22,2	0	0,4	20,2	9,6	10,4	9,8	10,6
<i>Americardia guppyi</i>	0	0	0	25,6	37	0	0	0,7	0	0
<i>Americardia media</i>	0	0,2	0,3	0	0	0,2	0	0	0	0
<i>Laevicardium laevigatum</i>	0	0,2	0,3	0	0	0	0,3	0	0,5	1,1
<i>Tellina gouldii</i>	0	0	0	0	5,8	0	0	0	0	0
<i>Tellina mera</i>	0	0	0	0	0	0	16,8	0	2,8	6,9
<i>Tellina sybaritica</i>	0	0	0	2,4	0,8	0	0	0	0	0
<i>Tellina lintea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tellina candeana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tellina similis</i>	0	0	0	0	2,1	0	0,3	0	0	1,1
<i>Tellina listeri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tellina</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0
<i>Cumingia coarctata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	0
<i>Cumingia vanhyningi</i>	3	3,4	3,2	0	0	1,8	11,6	0,7	14,4	11,7
<i>Cumingia</i> spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ervilia cocentrica</i>	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0	0
<i>Ervilia nitens</i>	0	0	0	0	6,6	0	0	0	0	0
<i>Chione cancellata</i> Typ A	4	0,2	0,3	11,6	33,3	9,2	17,5	25,3	16,7	9,1
<i>Chione cancellata</i> Typ B	1,5	0	0,2	23,2	0	0	0,7	0,3	0	1,8
<i>Chione</i> sp.	7,5	6,7	5,4	0	0	4,6	0	2,7	12,1	5,5
<i>Timoclea pygmaea</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	3,3	0
<i>Gouldia cerina</i>	38,3	49,5	45,9	0,6	3,7	42,4	21,6	25,3	31,2	28,1
<i>Pitar fulminatus</i>	0	0	0,2	0,6	0	0	0	0	0	2,2
<i>Pitar simpsoni</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Veneridae (nicht näher bestimmbar)	0	0	0	0	0	0	0,3	0	0	0
<i>Cardiomya costellata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4
Sonstige (nicht bestimmbar)	0	0	0	0,6	0	0	0	0	0	0

Anhang 4

Molluskenanteile in den Bohrkernsedimenten

Glovers Reef: Fraktion 1-5 mm									
Tiefe (unkorrigiert)	Sedimentmenge [ml]	Anteile im Sediment [%]							
		Rest	Gastropoden- Bruchstücke	Gastropoden	Bivalven- Bruchstücke	Bivalven	Gastropoden (gesamt)	Bivalven (gesamt)	Mollusken (gesamt)
1,10-1,35 m	17	35,3	8,8	2,9	23,5	29,4	11,8	52,9	64,7
2,31-2,56 m	29,5	27,8	9,5	3,4	27,1	32,2	12,9	59,3	72,2
3,72-3,97 m	33,5	47,8	6	3	26,9	16,4	9	43,3	52,2
4,35-4,55 m	53,5	61,7	4,7	0,9	20,6	12,1	5,6	32,7	38,3

Glovers Reef: Fraktion >5 mm									
Tiefe (unkorrigiert)	Sedimentmenge [ml]	Anteile im Sediment [%]							
		Rest	Gastropoden- Bruchstücke	Gastropoden	Bivalven- Bruchstücke	Bivalven	Gastropoden (gesamt)	Bivalven (gesamt)	Mollusken (gesamt)
1,10-1,35 m	6,1	1,6	0	24,6	24,6	49,2	24,6	73,8	98,4
2,31-2,56 m	51,1	2	0	0	0,2	97,8	0	98	98
3,72-3,97 m	59,1	5,1	0,2	1,7	8,5	84,6	1,9	93,1	94,9
4,35-4,55 m	187,5	10,1	4	1,6	4,3	80	5,6	84,3	89,9

Lighthouse Reef: Fraktion 1-5 mm									
Tiefe (unkorrigiert)	Sedimentmenge [ml]	Anteile im Sediment [%]							
		Rest	Gastropoden- Bruchstücke	Gastropoden	Bivalven- Bruchstücke	Bivalven	Gastropoden (gesamt)	Bivalven (gesamt)	Mollusken (gesamt)
0,45-0,70 m	83	66,3	13,3	4,8	10,8	4,8	18,1	15,7	33,7
1,35-1,60 m	98,5	79,2	11,7	3	3,6	2,5	14,7	6,1	20,8
2,40-2,65 m	45,5	79,1	13,2	2,2	3,3	2,2	15,4	5,5	20,9
3,40-3,65 m	88,5	81,4	12,4	3,4	1,7	1,1	15,8	2,8	18,6

Lighthouse Reef: Fraktion >5 mm									
Tiefe (unkorrigiert)	Sedimentmenge [ml]	Anteile im Sediment [%]							
		Rest	Gastropoden- Bruchstücke	Gastropoden	Bivalven- Bruchstücke	Bivalven	Gastropoden (gesamt)	Bivalven (gesamt)	Mollusken (gesamt)
0,45-0,70 m	67	41,8	16,4	16,4	1,5	23,9	32,8	25,4	58,2
1,35-1,60 m	77	61	5,2	13	1,3	19,5	18,2	20,8	39
2,40-2,65 m	30	45	6,7	26,7	13,3	8,3	33,3	21,7	55
3,40-3,65 m	27,1	55,4	11,1	29,5	0,4	3,7	40,6	4,1	44,6

Turneffe Islands: Fraktion 1-5 mm									
Tiefe (unkorrigiert)	Sedimentmenge [ml]	Anteile im Sediment [%]							
		Rest	Gastropoden- Bruchstücke	Gastropoden	Bivalven- Bruchstücke	Bivalven	Gastropoden (gesamt)	Bivalven (gesamt)	Mollusken (gesamt)
0,55-0,80 m	205,5	98,3	0,5	0,1	0,2	0,8	0,6	1,1	1,7
2,28-2,53 m	184	96,7	0,8	0,5	0,8	1,1	1,4	1,9	3,3
3,55-3,80 m	270	97,4	0,7	0,6	0,6	0,7	1,3	1,3	2,6
5,00-5,25 m	27,5	83,6	3,6	1,8	5,5	5,5	5,5	10,9	16,4

Turneffe Islands: Fraktion >5 mm									
Tiefe (unkorrigiert)	Sedimentmenge [ml]	Anteile im Sediment [%]							
		Rest	Gastropoden- Bruchstücke	Gastropoden	Bivalven- Bruchstücke	Bivalven	Gastropoden (gesamt)	Bivalven (gesamt)	Mollusken (gesamt)
0,55-0,80 m	4,7	85,1	0	0	0	14,9	0	14,9	14,9
2,28-2,53 m	4	87,5	0	12,5	0	0	12,5	0	12,5
3,55-3,80 m	4,1	97,6	2,4	0	0	0	2,4	0	2,4
5,00-5,25 m	10,1	89,1	9,9	0	1	0	9,9	1	10,9

Anhang 5
Bivalvenarten in den Bohrkernsedimenten

G-VC 5	1660 YBP	2610 YBP	5255 YBP	6225 YBP
<i>Musculus lateralis</i>	0,1	0	0,1	0,4
<i>Anadara notabilis</i>	0	0	0,1	0,1
<i>Arcopsis adamsi</i>	0	0	0	0,3
<i>Glycymeris pectinata</i>	0	0	0	0,3
<i>Pinctada</i> spp.	0	0	0,1	0
Pteriidae (nicht näher bestimmbar)	0	0,1	0	0,9
<i>Argopecten nucleus</i>	0	0,2	0,2	3,4
<i>Aequipecten muscosus</i>	0	0	0,6	0
Pectinidae (nicht näher bestimmbar)	0	0	0	0,3
<i>Chama congregata</i>	0	0	0	0,4
<i>Codakia orbiculata</i>	0	0,1	0	0
<i>Parvilucina costata</i>	0	0,4	0,5	0,8
<i>Parvilucina</i> sp. A	46,5	36,5	11,7	22,8
<i>Anodontia alba</i>	0,4	0,6	2,2	2,7
Lucinidae (nicht näher bestimmbar)	0	0	0	0,1
<i>Diplodonta notata</i>	0,8	0,6	2,4	2,3
<i>Diplodonta nucleiformis</i>	0	0,1	0	0,1
<i>Diplodonta</i> sp.	0	0	0,3	0
<i>Erycina periscopiana</i>	0	0	0,3	0
<i>Galeommatid</i> spp.	0,7	0,9	1,8	2,1
<i>Carditopsis smithii</i>	0	0,1	0	0
<i>Crassinella lunulata</i>	0	0	0,2	2
<i>Americardia guppyi</i>	0,1	0,3	0,2	0
<i>Americardia media</i>	0	0	0	0,1
<i>Laevicardium laevigatum</i>	13,3	12,8	18,9	11,1
<i>Tellina gouldii</i>	0	0,1	0	0
<i>Tellina mera</i>	0	0	0	0,3
<i>Tellina sybaritica</i>	19,1	24,6	17,1	10,8
<i>Tellina lintea</i>	2,1	1,2	6,5	2,2
<i>Tellina candeana</i>	3,6	3,2	1,1	0,7
<i>Tellina similis</i>	0,1	1,3	1,1	0,9
<i>Tellina</i> sp.	0	0	0	0,4
<i>Tellina</i> spp.	0	0	0,1	0,1
<i>Macoma orientalis hendersoni</i>	0	0	0,6	0,7
<i>Ervilia concentrica</i>	0	0,1	0,1	0,5
<i>Ervilia nitens</i>	0	0	0,3	1,3
<i>Solecurtus cumingianus</i>	0	0,3	0,1	0,8
<i>Solecurtus sanctaemarthae</i>	0	0,1	0,1	0,7
<i>Chione cancellata</i> Typ A	1,7	5,2	0,6	0,7
<i>Chione cancellata</i> Typ B	2,3	0,3	0	0,5
<i>Chione paphia</i>	0	0,5	1	1,2
<i>Gouldia cerina</i>	1,5	2,1	11,9	16,3
<i>Pitar fulminatus</i>	0	0	0	0,1
<i>Pitar simpsoni</i>	6,8	6,2	16,6	8,6
<i>Cooperella atlantica</i>	0	1,4	1	0,3
<i>Thracia</i> spp.	0,8	0,5	0,5	0
<i>Cardiomya costellata</i>	0	0,1	0,7	0,3
Sonstige (nicht bestimmbar)	0	0,2	0,5	2,5

L-VC 5	1060 YBP	2690 YBP	3320 YBP	3850 YBP
<i>Nucula calcicola</i>	0	0,5	0	0
<i>Nucula</i> sp.	0,2	0	0	0
<i>Nucula</i> spp.	0	0	0,6	1,4
<i>Crenella divaricata</i>	3,5	1,6	0	0,7
<i>Barbatia cancellaria</i>	0,4	0	0	1,4
<i>Barbatia candida</i>	0	0	0,6	0
<i>Arcopsis adamsi</i>	0	0	0,6	2,1
<i>Glycymeris pectinata</i>	2,4	2,1	14	3,4
Pteriidae (nicht näher bestimmbar)	0	0,3	0,6	2,1
<i>Spathochlamys benedicti</i>	0	0	0	0,7
<i>Argopecten nucleus</i>	0	0	0	2,1
<i>Lucina beliziana</i>	0,2	0	0	0
<i>Codakia orbicularis</i>	0	0	0	0,7
<i>Codakia orbiculata</i>	2,6	2,9	7,3	13,8
<i>Parvilucina costata</i>	0,2	0,3	0	6,2
<i>Parvilucina</i> sp. A	0	0	0,6	0,7
<i>Diplodonta notata</i>	2	0	0	1,4
<i>Diplodonta nucleiformis</i>	0,4	0	0	0
<i>Carditopsis smithii</i>	1,8	3,5	1,7	6,9
<i>Americardia guppyi</i>	11,4	4	6,7	16,6
<i>Laevicardium laevigatum</i>	0,7	0,8	0	4,1
<i>Tellina sybaritica</i>	1,8	0,3	2,2	0
<i>Tellina candeana</i>	13,2	1,3	0,6	2,1
<i>Tellina similis</i>	13,4	9,1	9	9,7
<i>Tellina</i> spp.	6,4	5,3	5,6	8,3
<i>Leporimetis intastriata</i>	0	0	1,1	0
<i>Cumingia vanhyningi</i>	0	0	0	0,7
<i>Cumingia</i> spp.	0	0	0,6	0,7
<i>Ervilia concentrica</i>	0,2	0	0	0
<i>Ervilia nitens</i>	0,2	0	0	0
<i>Chione cancellata</i> Typ A	35,2	65,6	43,8	11
<i>Chione cancellata</i> Typ B	0,2	0,3	0	0,7
<i>Timoclea pygmaea</i>	0,2	0,3	0	0
<i>Gouldia cerina</i>	0,2	0	0,6	0
<i>Pitar fulminatus</i>	1,5	0	0	0
<i>Pitar simpsoni</i>	0	0,8	1,7	0
<i>Pitar</i> spp.	0	0,3	0	0
Veneridae (nicht näher bestimmbar)	0	0,3	1,1	1,4
<i>Petricola</i> spp.	0	0	0,6	0
Sonstige (nicht bestimmbar)	1,5	0,5	0,6	1,4

T-VC 7	795 YBP	1275 YBP	1980 YBP	4380 YBP
<i>Modiolus americanus</i>	0	0,2	0,5	0
<i>Modiolus</i> sp.	2,2	0	0	0
<i>Crenella divaricata</i>	0	2,1	2,5	0
<i>Musculus lateralis</i>	0	1	1,1	0
<i>Barbatia candida</i>	0,9	0	0	0
<i>Arcopsis adamsi</i>	14,9	0,5	2,9	0
Pteriidae (nicht näher bestimmbar)	1,8	1,6	1,4	0
<i>Limaria pellucida</i>	0	0,2	0,7	0,4
<i>Limatula hendersoni</i>	0,4	0	0	0
<i>Spathochlamys benedicti</i>	0,4	0,6	0	0,4
<i>Aequipecten muscosus</i>	0,4	2,2	0,9	0,4
<i>Bractechlamys antillarum</i>	2,6	0,2	0,2	0
Pectinidae (nicht näher bestimmbar)	0,4	0	0	0
<i>Codakia orbiculata</i>	0,9	0	0	0
<i>Parvilucina costata</i>	0,4	0,3	0	0
<i>Parvilucina</i> sp. A	11,4	25,2	18,6	51,4
<i>Anodontia alba</i>	0	0	0,2	0
<i>Diplodonta notata</i>	0	0	0,2	1,1
<i>Galeommatid</i> spp.	0	0,2	0,2	0,4
<i>Carditopsis smithii</i>	0	0,3	0,2	0
<i>Crassinella lunulata</i>	31,6	2,7	4,9	0,7
<i>Crassinella</i> spp.	0,4	0	0	0
<i>Americardia guppyi</i>	0	0,8	0,2	0
<i>Americardia media</i>	0,4	1	0,2	0
<i>Laevicardium laevigatum</i>	0	1,3	0,5	1,4
<i>Tellina mera</i>	0	0	0	3,2
<i>Tellina sybaritica</i>	0	0	0,4	2,5
<i>Tellina</i> spp.	0	0,2	0	0
<i>Semele proficua</i>	1,3	0	0	0
<i>Cumingia vanhyingi</i>	0	0,5	0	0
<i>Chione cancellata</i> Typ A	0,4	0,2	0	0
<i>Chione cancellata</i> Typ B	0	0,2	0	2,5
<i>Chione</i> sp.	0	3,2	1,3	0
<i>Gouldia cerina</i>	28,9	48,2	57,9	32,7
<i>Pitar fulminatus</i>	0	7	4,9	2,1
Veneridae (nicht näher bestimmbar)	0	0,2	0	0
<i>Cardiomya costellata</i>	0	0,2	0,2	0,7
Sonstige (nicht bestimmbar)	0	0,2	0	0,4

Anhang 6

Systematik

Unterklasse	Ordnung	Unterordnung	Überfamilie	Familie	Unterfamilie	Gattung	Untergattung	Art
PROTOBRANCHIA	SOLEMYOIDA	SOLEMYOIDEA	Solemyidae			<i>Solemya LAMARCK, 1818</i>		<i>Solemya occidentalis DESHAYES, 1857</i>
PROTOBRANCHIA	NUCULOIDA	NUCULOIDEA	Nuculidae			<i>Nucula LAMARCK, 1799</i>		<i>Nucula callicola MOORE, 1977</i>
PROTOBRANCHIA	NUCULOIDA	NUCULOIDEA	Nuculidae			<i>Nucula LAMARCK, 1799</i>		<i>Nucula sp.</i>
PROTOBRANCHIA	NUCULOIDA	NUCULOIDEA	Nuculidae			<i>Nucula LAMARCK, 1799</i>		<i>Nucula spp.</i>
PTEROMORPHIA	MYTILOIDA	MYTILOIDEA	Mytilidae		Mytilinae	<i>Brachidontes SWAINSON, 1840</i>	<i>Homomya MÖRCH, 1853</i>	<i>Brachidontes dominicensis (LAMARCK, 1819)</i>
PTEROMORPHIA	MYTILOIDA	MYTILOIDEA	Mytilidae		Modiolinae	<i>Gaukensia VAN DER POEL, 1959</i>		<i>Gaukensia demissa granosissima (SOWERBY, 1914)</i>
PTEROMORPHIA	MYTILOIDA	MYTILOIDEA	Mytilidae		Modiolinae	<i>Modiolus LAMARCK, 1799</i>		<i>Modiolus americanus (LEACH, 1815)</i>
PTEROMORPHIA	MYTILOIDA	MYTILOIDEA	Mytilidae		Cremellinae	<i>Modiolus LAMARCK, 1799</i>		<i>Modiolus sp.</i>
PTEROMORPHIA	MYTILOIDA	MYTILOIDEA	Mytilidae		Cremellinae	<i>Crenella BROWN, 1827</i>		<i>Crenella divaricata (DORRIGNY, 1842)</i>
PTEROMORPHIA	MYTILOIDA	MYTILOIDEA	Mytilidae		Cremellinae	<i>Bolita MÖRCH, 1853</i>		<i>Bolita fusca (GMELIN, 1791)</i>
PTEROMORPHIA	MYTILOIDA	MYTILOIDEA	Mytilidae		Cremellinae	<i>Gregarrella MONTEROSATO, 1883</i>		<i>Gregarrella coralliphaga (GMELIN, 1791)</i>
PTEROMORPHIA	MYTILOIDA	MYTILOIDEA	Mytilidae		Cremellinae	<i>Musculus RÖDING, 1798</i>		<i>Musculus lateralis (SAY, 1822)</i>
PTEROMORPHIA	ARCOIDA	ARCOIDEA	Arcoidae		Arcoinae	<i>Arca LINNÉ, 1758</i>		<i>Arca imbricata BRUGIERE, 1789</i>
PTEROMORPHIA	ARCOIDA	ARCOIDEA	Arcoidae		Arcoinae	<i>Arca LINNÉ, 1758</i>		<i>Arca zebra (SWAINSON, 1833)</i>
PTEROMORPHIA	ARCOIDA	ARCOIDEA	Arcoidae		Arcoinae	<i>Barbatia GRAY, 1842</i>	<i>Barbatia s.s.</i>	<i>Barbatia cancellaria (LAMARCK, 1819)</i>
PTEROMORPHIA	ARCOIDA	ARCOIDEA	Arcoidae		Arcoinae	<i>Barbatia GRAY, 1842</i>	<i>Barbatia s.s.</i>	<i>Barbatia candida (HELBLING, 1779)</i>
PTEROMORPHIA	ARCOIDA	ARCOIDEA	Arcoidae		Arcoinae	<i>Barbatia GRAY, 1842</i>	<i>Acar GRAY, 1857</i>	<i>Barbatia dominicensis (LAMARCK, 1819)</i>
PTEROMORPHIA	ARCOIDA	ARCOIDEA	Arcoidae		Arcoinae	<i>Barbatia GRAY, 1842</i>	<i>Fugeria REINHART, 1937</i>	<i>Barbatia tenera (C. B. ADAMS, 1845)</i>
PTEROMORPHIA	ARCOIDA	ARCOIDEA	Arcoidae		Anadartinae	<i>Barbatia GRAY, 1842</i>		<i>Barbatia spp.</i>
PTEROMORPHIA	ARCOIDA	ARCOIDEA	Noetidae		Anadartinae	<i>Anadara GRAY, 1847</i>	<i>Larkinia REINHART, 1935</i>	<i>Anadara notabilis (RÖDING, 1798)</i>
PTEROMORPHIA	ARCOIDA	ARCOIDEA	Noetidae		Stracinae	<i>Alcopsis KOENEN, 1885</i>		<i>Alcopsis adamsi (DALL, 1886)</i>
PTEROMORPHIA	ARCOIDA	LIMPOSCOIDEA	Limposidae			<i>Limopsis SASSI, 1827</i>		<i>Limopsis arillensis DALL, 1881</i>
PTEROMORPHIA	ARCOIDA	GLYCYMERIDOIDEA	Glycymerididae		Glycymeridinae	<i>Glycymeris DA COSTA, 1778</i>	<i>Tuoetona IREDALE, 1931</i>	<i>Glycymeris pectinata (GMELIN, 1791)</i>
PTEROMORPHIA	PTERIOIDA	PTERIOIDEA	Pteridae			<i>Pteria SCOPOLI, 1777</i>		<i>Pteria spp.</i>
PTEROMORPHIA	PTERIOIDA	PTERIOIDEA	Pteridae			<i>Pinctada RÖDING, 1798</i>		<i>Pinctada imbricata RÖDING, 1798</i>
PTEROMORPHIA	PTERIOIDA	PTERIOIDEA	Pteridae			<i>Pinctada RÖDING, 1798</i>		<i>Pinctada spp.</i>
PTEROMORPHIA	PTERIOIDA	PTERIOIDEA	Malleidae			<i>Malleus LAMARCK, 1799</i>		<i>Malleus spp.</i>
PTEROMORPHIA	LIMOIDA	LIMOIDEA	Limidae			<i>Lima BRUGIERE, 1797</i>		<i>Lima caribaea DORRIGNY, 1842</i>
PTEROMORPHIA	LIMOIDA	LIMOIDEA	Limidae			<i>Ctenoides MÖRCH, 1853</i>		<i>Ctenoides fordana (OLSSON & HARRISON, 1953)</i>
PTEROMORPHIA	LIMOIDA	LIMOIDEA	Limidae			<i>Ctenoides MÖRCH, 1853</i>		<i>Ctenoides scabra (BORN, 1778)</i>
PTEROMORPHIA	LIMOIDA	LIMOIDEA	Limidae			<i>Limaria LMK, 1807</i>		<i>Limaria pellicida (C. B. ADAMS, 1846)</i>
PTEROMORPHIA	LIMOIDA	LIMOIDEA	Limidae			<i>Limatula WOOD, 1839</i>		<i>Limatula hendersoni OLSSON & MCGINTY, 1958</i>
PTEROMORPHIA	LIMOIDA	LIMOIDEA	Limidae			<i>Limatula WOOD, 1839</i>		<i>Limatula sp.</i>
PTEROMORPHIA	OSTREOIDA	PECTINOIDEA	Pectinidae		Chlamydrinae	<i>Carbachiomya WALLER, 1993</i>		<i>Carbachiomya imbricata (GMELIN, 1791)</i>
PTEROMORPHIA	OSTREOIDA	PECTINOIDEA	Pectinidae		Chlamydrinae	<i>Carbachiomya WALLER, 1993</i>		<i>Carbachiomya senilis (REEVE, 1853)</i>
PTEROMORPHIA	OSTREOIDA	PECTINOIDEA	Pectinidae		Chlamydrinae	<i>Spathochlamys WALLER, 1993</i>		<i>Spathochlamys benedicti (VERRILL & BUSH, 1897)</i>
PTEROMORPHIA	OSTREOIDA	PECTINOIDEA	Pectinidae		Chlamydrinae	<i>Argopecten MONTEROSATO, 1889</i>		<i>Argopecten gibbus (LINNÉ, 1758)</i>
PTEROMORPHIA	OSTREOIDA	PECTINOIDEA	Pectinidae		Chlamydrinae	<i>Argopecten MONTEROSATO, 1889</i>		<i>Argopecten nubilus (BORN, 1778)</i>
PTEROMORPHIA	OSTREOIDA	PECTINOIDEA	Pectinidae		Chlamydrinae	<i>Argopecten MONTEROSATO, 1889</i>		<i>Argopecten sp.</i>
PTEROMORPHIA	OSTREOIDA	PECTINOIDEA	Pectinidae		Chlamydrinae	<i>Aequipeecten FISCHER, 1886</i>		<i>Aequipeecten acanthodes (DALL, 1925)</i>
PTEROMORPHIA	OSTREOIDA	PECTINOIDEA	Pectinidae		Chlamydrinae	<i>Aequipeecten FISCHER, 1886</i>		<i>Aequipeecten muscosus (WOOD, 1828)</i>
PTEROMORPHIA	OSTREOIDA	PECTINOIDEA	Pectinidae		Chlamydrinae	<i>Leptopecten PETUCH, 1995</i>		<i>Leptopecten exasperatus (G. B. SOWERBY II, 1842)</i>
PTEROMORPHIA	OSTREOIDA	PECTINOIDEA	Pectinidae		Pectininae	<i>Leptopecten VERRILL, 1897</i>		<i>Leptopecten lalauratus (CONRAD, 1837)</i>
PTEROMORPHIA	OSTREOIDA	PECTINOIDEA	Pectinidae		Pectininae	<i>Bractechlamys IREDALE, 1939</i>		<i>Bractechlamys antillarum (RECLUS, 1855)</i>

Unterklasse	Ordnung	Unterordnung	Überfamilie	Familie	Unterfamilie	Gattung	Untergattung	Art
HETERODONTA	VENEROIDA		CHAMOIDEA	Chamidae		<i>Chama</i> LINNÉ, 1758		<i>Chama congregata</i> CONRAD, 1833
HETERODONTA	VENEROIDA		CHAMOIDEA	Chamidae		<i>Chama</i> LINNÉ, 1758		<i>Chama macerophylla</i> Gmelin, 1791
HETERODONTA	VENEROIDA		CHAMOIDEA	Chamidae		<i>Chama</i> LINNÉ, 1758		<i>Chama sarda</i> Reeve, 1847
HETERODONTA	VENEROIDA		CHAMOIDEA	Chamidae		<i>Chama</i> LINNÉ, 1758		<i>Chama</i> spp.
HETERODONTA	VENEROIDA		CHAMOIDEA	Chamidae		<i>Pseudochama</i> Odhner, 1917		<i>Pseudochama radicans</i> (Lamarck, 1819)
HETERODONTA	VENEROIDA		CHAMOIDEA	Chamidae		<i>Pseudochama</i> Odhner, 1917		<i>Pseudochama</i> spp.
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Lucinidae	Lucininae	<i>Lucina</i> Bruguière, 1797		<i>Lucina beliziana</i> J. D. Taylor, 1998
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Lucinidae	Lucininae	<i>Codakia</i> Scopoli, 1777		<i>Codakia orbicularis</i> (Linne, 1758)
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Lucinidae	Lucininae	<i>Codakia</i> Scopoli, 1777		<i>Codakia orbiculata</i> (Montagu, 1808)
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Lucinidae	Lucininae	<i>Codakia</i> Scopoli, 1777		<i>Codakia</i> spp.
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Lucinidae	Lucininae	<i>Parvilucina</i> Dall, 1901		<i>Parvilucina blanda</i> (Dall & Simpson, 1901)
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Lucinidae	Lucininae	<i>Parvilucina</i> Dall, 1901		<i>Parvilucina costata</i> (D'Orbigny, 1842)
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Lucinidae	Lucininae	<i>Parvilucina</i> Dall, 1901		<i>Parvilucina multilineata</i> (Tuomey & Holmes, 1857)
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Lucinidae	Lucininae	<i>Parvilucina</i> Dall, 1901		<i>Parvilucina</i> sp. A
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Lucinidae	Lucininae	<i>Parvilucina</i> Dall, 1901		<i>Parvilucina</i> sp. B
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Lucinidae	Lucininae	<i>Here</i> Gabb, 1866		<i>Here sombrenensis</i> (Dall, 1886)
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Lucinidae	Mithrinae	<i>Anodonta</i> Link, 1807		<i>Anodonta alba</i> Link, 1807
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Lucinidae	Divartellinae	<i>Divalings</i> Chavan, 1951	<i>Pegophysemata</i> Stewart, 1930	<i>Divalings quadrilucata</i> (D'Orbigny, 1842)
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Ungulinidae		<i>Diplodonta</i> Bronn, 1831		<i>Diplodonta notata</i> Dall & Simpson, 1901
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Ungulinidae		<i>Diplodonta</i> Bronn, 1831		<i>Diplodonta nucleiformis</i> Wagner, 1838
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Ungulinidae		<i>Diplodonta</i> Bronn, 1831		<i>Diplodonta punctata</i> (Say, 1822)
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Ungulinidae		<i>Diplodonta</i> Bronn, 1831		<i>Diplodonta semispinosa</i> Philippi, 1836
HETERODONTA	VENEROIDA		LUCINOIDEA	Ungulinidae		<i>Diplodonta</i> Bronn, 1831		<i>Diplodonta</i> sp.
HETERODONTA	VENEROIDA		GALEOMMATOIDEA	Galeommatidae		<i>Cymatolca</i> Berry, 1964		<i>Cymatolca bibsae</i> (Nowell-Usticke, 1969)
HETERODONTA	VENEROIDA		GALEOMMATOIDEA	Galeommatidae		<i>Erycina</i> Lamarck, 1805		<i>Erycina periscopiana</i> Dall, 1899
HETERODONTA	VENEROIDA		GALEOMMATOIDEA	Galeommatidae				<i>Galeommatid</i> sp. A
HETERODONTA	VENEROIDA		GALEOMMATOIDEA	Galeommatidae				<i>Galeommatid</i> sp. B
HETERODONTA	VENEROIDA		GALEOMMATOIDEA	Galeommatidae				<i>Galeommatid</i> spp.
HETERODONTA	VENEROIDA		GALEOMMATOIDEA	Kelliidae				<i>Aligena</i> Lea, 1846
HETERODONTA	VENEROIDA		CYAMITOIDEA	Sportellidae		<i>Aligena</i> Lea, 1846		<i>Aligena elevata</i> (Stimpson, 1851)
HETERODONTA	VENEROIDA		CARDITOIDEA	Carditidae		<i>Planktonya</i> Simroth, 1896		<i>Planktonya henseni</i> Simroth, 1896
HETERODONTA	VENEROIDA		CARDITOIDEA	Carditidae	Carditamerinae	<i>Cyclocardia</i> Conrad, 1867		<i>Cyclocardia</i> sp.
HETERODONTA	VENEROIDA		CARDITOIDEA	Carditidae	Carditamerinae	<i>Pleuromeris</i> Conrad, 1867		<i>Pleuromeris tridentata</i> (Say, 1826)
HETERODONTA	VENEROIDA		CARDITOIDEA	Condylocardiidae	Condylocardiinae	<i>Carditopsis</i> E. A. Smith, 1881		<i>Carditopsis smithii</i> (Dall, 1896)
HETERODONTA	VENEROIDA		CRASSATELLOIDEA	Crassatellidae	Scambulinae	<i>Crassinella</i> Guppy, 1874		<i>Crassinella lunulata</i> (Conrad, 1834)
HETERODONTA	VENEROIDA		CRASSATELLOIDEA	Crassatellidae	Scambulinae	<i>Crassinella</i> Guppy, 1874		<i>Crassinella</i> spp.
HETERODONTA	VENEROIDA		CARDIOIDEA	Carditidae	Trachycardiinae	<i>Papyridea</i> Swainson, 1840		<i>Papyridea soleniformis</i> (Bruguière, 1789)
HETERODONTA	VENEROIDA		CARDIOIDEA	Carditidae	Fraginae	<i>Americardia</i> Stewart, 1930		<i>Americardia guppyi</i> (Thiele, 1910)
HETERODONTA	VENEROIDA		CARDIOIDEA	Carditidae	Fraginae	<i>Americardia</i> Stewart, 1930		<i>Americardia media</i> (Linne, 1758)
HETERODONTA	VENEROIDA		CARDIOIDEA	Carditidae	Laevicardiinae	<i>Laevicardium</i> Swainson, 1840		<i>Laevicardium laevigatum</i> (Linne, 1758)
HETERODONTA	VENEROIDA		MACROIDEA	Macridae		<i>Macrotoma</i> Dall, 1894		<i>Macrotoma</i> spp.
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Tellininae	<i>Tellina</i> Linne, 1758	<i>Acorylus</i> Olsson & Harbison, 1953	<i>Tellina gouldii</i> Hanley, 1846
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Tellininae	<i>Tellina</i> Linne, 1758	<i>Angulus</i> Mühlfeld, 1811	<i>Tellina nera</i> Say, 1834
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Tellininae	<i>Tellina</i> Linne, 1758	<i>Angulus</i> Mühlfeld, 1811	<i>Tellina paramera</i> Boss, 1964
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Tellininae	<i>Tellina</i> Linne, 1758	<i>Angulus</i> Mühlfeld, 1811	<i>Tellina sybaritica</i> Dall, 1881
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Tellininae	<i>Tellina</i> Linne, 1758	<i>Eurytellina</i> P. Fischer, 1887	<i>Tellina alternata</i> Say, 1822
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Tellininae	<i>Tellina</i> Linne, 1758	<i>Lacolina</i> Iredale, 1937	<i>Tellina laevigata</i> Linne, 1758
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Tellininae	<i>Tellina</i> Linne, 1758	<i>Lacolina</i> Iredale, 1937	<i>Tellina magna</i> Spengler, 1798
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Tellininae	<i>Tellina</i> Linne, 1758	<i>Merisca</i> Dall, 1900	<i>Tellina aquisirata</i> Say, 1824
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Tellininae	<i>Tellina</i> Linne, 1758	<i>Merisca</i> Dall, 1900	<i>Tellina lineata</i> Conrad, 1837
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Tellininae	<i>Tellina</i> Linne, 1758	<i>Scissula</i> Dall, 1900	<i>Tellina candeana</i> (D'Orbigny, 1842)

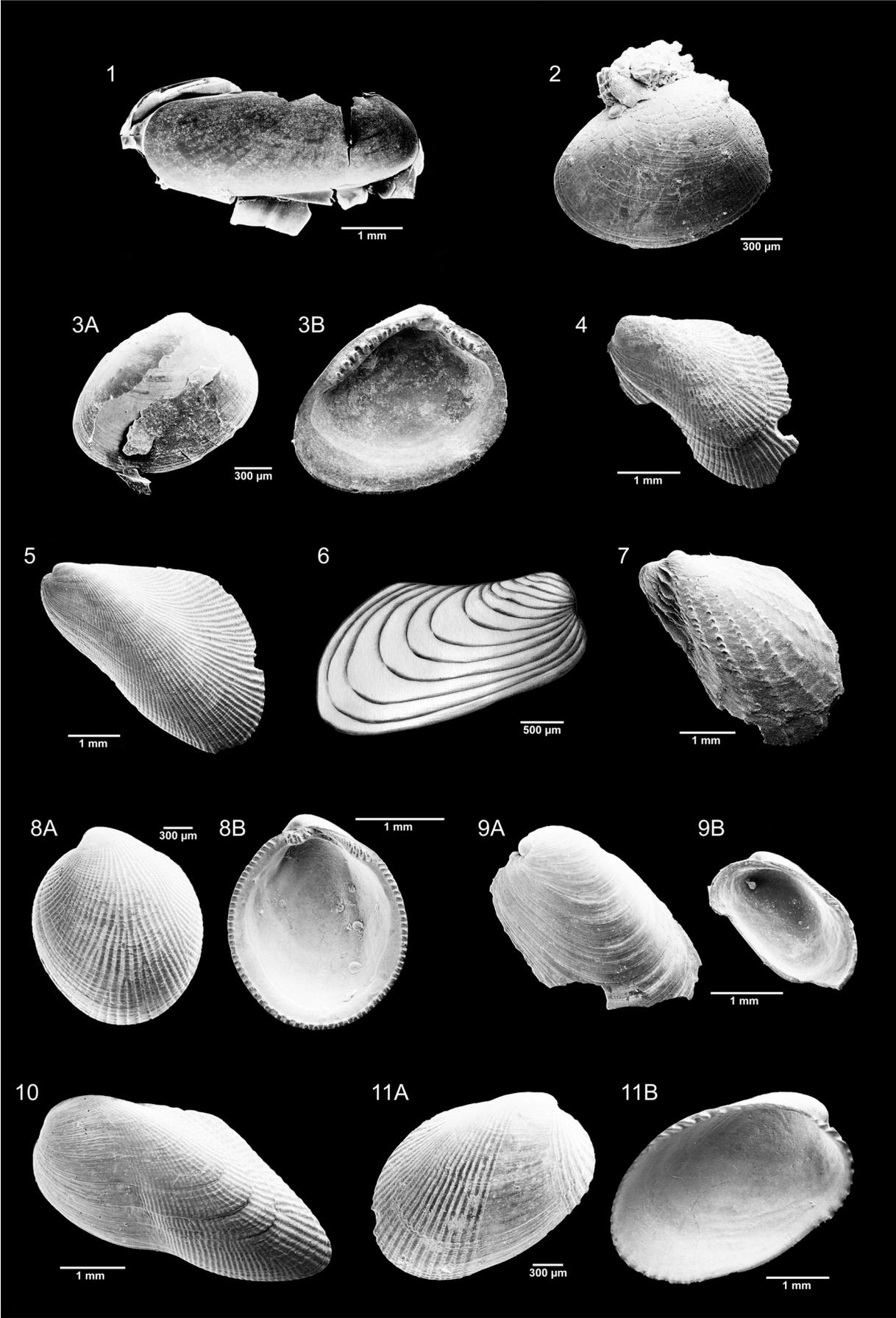
Unterklasse	Ordnung	Unterordnung	Überfamilie	Familie	Unterfamilie	Gattung	Untergattung	Art
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Tellininae	<i>Tellina LINNÉ, 1758</i>	<i>Sciaccia DALL, 1900</i>	<i>Tellina similis</i> J. SOWERBY, 1806
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Tellininae	<i>Tellina LINNÉ, 1758</i>	<i>Tellinella GRAY, 1853</i>	<i>Tellina listeri</i> RÖDING, 1798
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Tellininae	<i>Tellina LINNÉ, 1758</i>		<i>Tellina</i> sp.
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Tellininae	<i>Tellina LINNÉ, 1758</i>		<i>Tellina</i> spp.
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Macominae	<i>Macoma LEACH, 1819</i>		<i>Macoma orientalis hendersoni</i>
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Macominae	<i>Macoma LEACH, 1819</i>		<i>Macoma pseudomera DALL & SIMPSON, 1901</i>
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Tellinidae	Macominae	<i>Macoma LEACH, 1819</i>		<i>Macoma</i> spp.
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Semellidae		<i>Lepornetis REDDALE, 1930</i>		<i>Lepornetis infastrata</i> (SAVY, 1827)
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Semellidae		<i>Semelle SCHUMACHER, 1817</i>		<i>Semelle ballastriata</i> (CONRAD, 1837)
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Semellidae		<i>Semelle SCHUMACHER, 1817</i>		<i>Semelle proficua</i> (PULTENEY, 1759)
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Semellidae		<i>Semella DALL, 1900</i>		<i>Semella nuculoides</i> (CONRAD, 1841)
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Semellidae		<i>Cumingia G. B. SOWERBY I, 1833</i>		<i>Cumingia coarctata G. B. SOWERBY I, 1833</i>
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Semellidae		<i>Cumingia G. B. SOWERBY I, 1833</i>		<i>Cumingia vanhyningi</i> REHDER, 1939
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Semellidae		<i>Ervilla TURTON, 1822</i>		<i>Ervilla concentrica</i> (HOLMES, 1860)
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Semellidae		<i>Ervilla TURTON, 1822</i>		<i>Ervilla nitens</i> (MONTAGU, 1808)
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Semellidae		<i>Ervilla TURTON, 1822</i>		<i>Ervilla</i> spp.
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Psammodidae	Psammodiinae	<i>Gari SCHUMACHER, 1817</i>		<i>Gari circe</i> (MÖRCH, 1876)
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Psammodidae	Psammodiinae	<i>Heterodonax MÖRCH, 1853</i>		<i>Heterodonax bimaculatus</i> (LINNÉ, 1758)
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Solecurtidae		<i>Solecurtus DE BLAINVILLE, 1824</i>		<i>Solecurtus cumingianus</i> DUNKER, 1861
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Solecurtidae		<i>Solecurtus DE BLAINVILLE, 1824</i>		<i>Solecurtus sarcaemarthae</i> DORRIGNY, 1842
HETERODONTA	VENEROIDA		TELLINOIDEA	Solecurtidae		<i>Tagelus GRAY, 1847</i>		<i>Tagelus</i> spp.
HETERODONTA	VENEROIDA		ARCTOICIDEA	Trapezidae		<i>Coralliophaga DE BLAINVILLE, 1824</i>		<i>Coralliophaga coralliophaga</i> (GMELIN, 1791)
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Veneridae	Venerinae	<i>Chione MÜHLFELD, 1811</i>		<i>Chione cancellata</i> (LINNÉ, 1767)
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Veneridae	Venerinae	<i>Chione MÜHLFELD, 1811</i>		<i>Chione cancellata</i> Typ A
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Veneridae	Venerinae	<i>Chione MÜHLFELD, 1811</i>		<i>Chione cancellata</i> Typ B
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Veneridae	Venerinae	<i>Chione MÜHLFELD, 1811</i>		<i>Chione</i> sp.
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Veneridae	Venerinae	<i>Chione MÜHLFELD, 1811</i>		<i>Chione</i> spp.
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Veneridae	Venerinae	<i>Timoclea BROWN, 1827</i>		<i>Chione gappha</i> (LINNÉ, 1767)
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Veneridae	Venerinae	<i>Gouldia C. B. ADAMS, 1847</i>		<i>Timoclea pygmaea</i> (LAMARCK, 1818)
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Veneridae	Venerinae	<i>Transennella DALL, 1883</i>		<i>Gouldia cerina</i> (C. B. ADAMS, 1845)
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Veneridae	Venerinae	<i>Transennella DALL, 1883</i>		<i>Transennella cubantana</i> (DORRIGNY, 1842)
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Veneridae	Venerinae	<i>Transennella DALL, 1883</i>		<i>Transennella simpsoni</i> DALL, 1902
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Veneridae	Venerinae	<i>Pilar ROMER, 1857</i>		<i>Transennella</i> spp.
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Veneridae	Venerinae	<i>Pilar ROMER, 1857</i>		<i>Pilar fulminatus</i> (MENKE, 1828)
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Veneridae	Venerinae	<i>Pilar ROMER, 1857</i>		<i>Pilar simpsoni</i> (DALL, 1895)
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Veneridae	Venerinae	<i>Cooperella CARPENTER, 1864</i>		<i>Pilar</i> spp.
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Petricolidae		<i>Petricola LAMARCK, 1801</i>		<i>Cooperella atlantica</i> REHDER, 1943
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Petricolidae		<i>Petricola LAMARCK, 1801</i>		<i>Petricola lapicida</i> (GMELIN, 1791)
HETERODONTA	VENEROIDA		VENEROIDEA	Petricolidae		<i>Petricola LAMARCK, 1801</i>		<i>Petricola</i> spp.
HETERODONTA	MYOIDA	MYNA	MYOIDEA	Spheniopsidae		<i>Grippina DALL, 1912</i>		<i>Grippina</i> spp.
HETERODONTA	MYOIDA	MYNA	GASTROCHAENOIDEA	Gastrochaenidae		<i>Gastrochaena SPENGLER, 1783</i>		<i>Gastrochaena</i> spp.
HETERODONTA	MYOIDA	PHOLADINA	PHOLADACEA	Pholadidae	Pholadinae	<i>Cyrtopleura TRYON, 1862</i>		<i>Cyrtopleura costata</i> (LINNAEUS, 1758)
ANOMALODESMATA	PHOLADOMYOIDA		THRACIOIDEA	Thraciidae		<i>Thracia DE BLAINVILLE, 1824</i>		<i>Thracia morrisoni</i> R. E. PETTIT, 1964
ANOMALODESMATA	PHOLADOMYOIDA		THRACIOIDEA	Thraciidae		<i>Thracia DE BLAINVILLE, 1824</i>		<i>Thracia</i> spp.
ANOMALODESMATA	PHOLADOMYOIDA		THRACIOIDEA	Thraciidae		<i>Asthenothaenus CARPENTER, 1864</i>		<i>Asthenothaenus</i> sp.
ANOMALODESMATA	PHOLADOMYOIDA		PHANOROIDEA	Lyonisiidae		<i>Lyonisia TURTON, 1822</i>		<i>Lyonisia beana</i> DORRIGNY, 1842
ANOMALODESMATA	PHOLADOMYOIDA		CUSPIDARIOIDEA	Cuspidaridae		<i>Cardiomya A. ADAMS, 1864</i>		<i>Cardiomya costellata</i> (DESHAYES, 1830)

Anhang 7
Fototafeln

Tafel 1

1. *Solemya occidentalis* DESHAYES, 1857
zweiklappige Erhaltung, Aufsicht auf rechte Klappe, fragmentiert; REM-Aufnahme
2. *Nucula calcicola* MOORE, 1977
zweiklappige Erhaltung, Aufsicht auf linke Klappe; REM-Aufnahme
3. *Nucula* sp.
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
4. *Brachidontes domingensis* (LAMARCK, 1819)
Außenseite linke Klappe, fragmentiert; REM-Aufnahme
5. *Geukensia demissa granosissima* (SOWERBY, 1914)
Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
6. *Modiolus americanus* (LEACH, 1815)
Außenseite rechte Klappe; Halbton-Zeichnung
7. *Modiolus* sp.
Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
8. *Crenella divaricata* (D'ORBIGNY, 1842)
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
9. *Botula fusca* (GMELIN, 1791)
A: Außenseite linke Klappe, fragmentiert; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe, fragmentiert; REM-Aufnahme
10. *Gregariella coralliophaga* (GMELIN, 1791)
Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
11. *Musculus lateralis* (SAY, 1822)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme

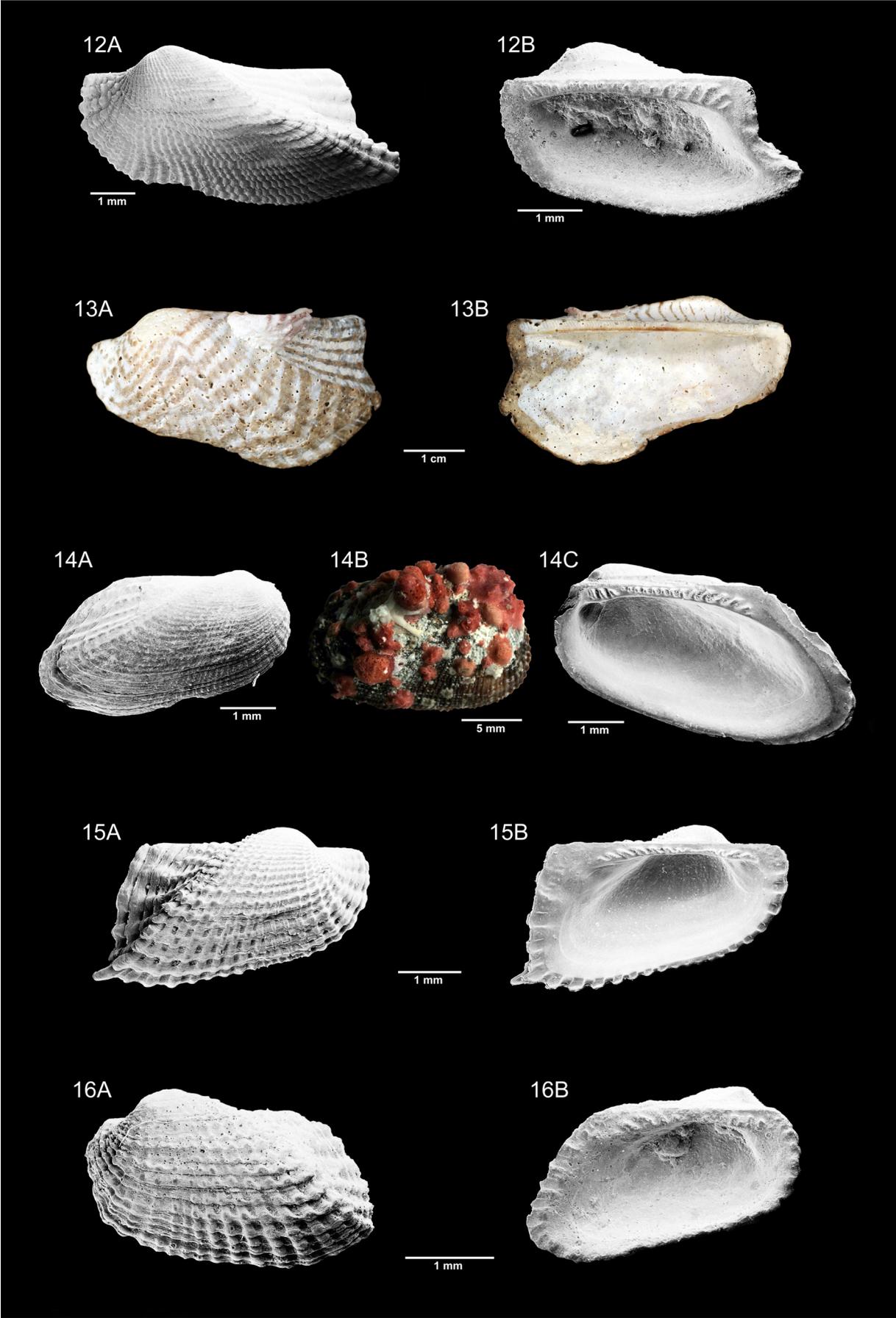
Tafel 1



Tafel 2

12. *Arca imbricata* BRUGUIÈRE, 1789
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
13. *Arca zebra* (SWAINSON, 1833)
A: Außenseite linke Klappe mit *Entobia* isp.; Spiegelreflex-Aufnahme
B: Innenseite linke Klappe mit *Entobia* isp.; Spiegelreflex-Aufnahme
14. *Barbatia cancellaria* (LAMARCK, 1819)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Außenseite rechte Klappe mit *Homotrema rubrum*; Spiegelreflex-Aufnahme
C: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
15. *Barbatia candida* (HELBLING, 1779)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
16. *Barbatia domingensis* (LAMARCK, 1819)
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme

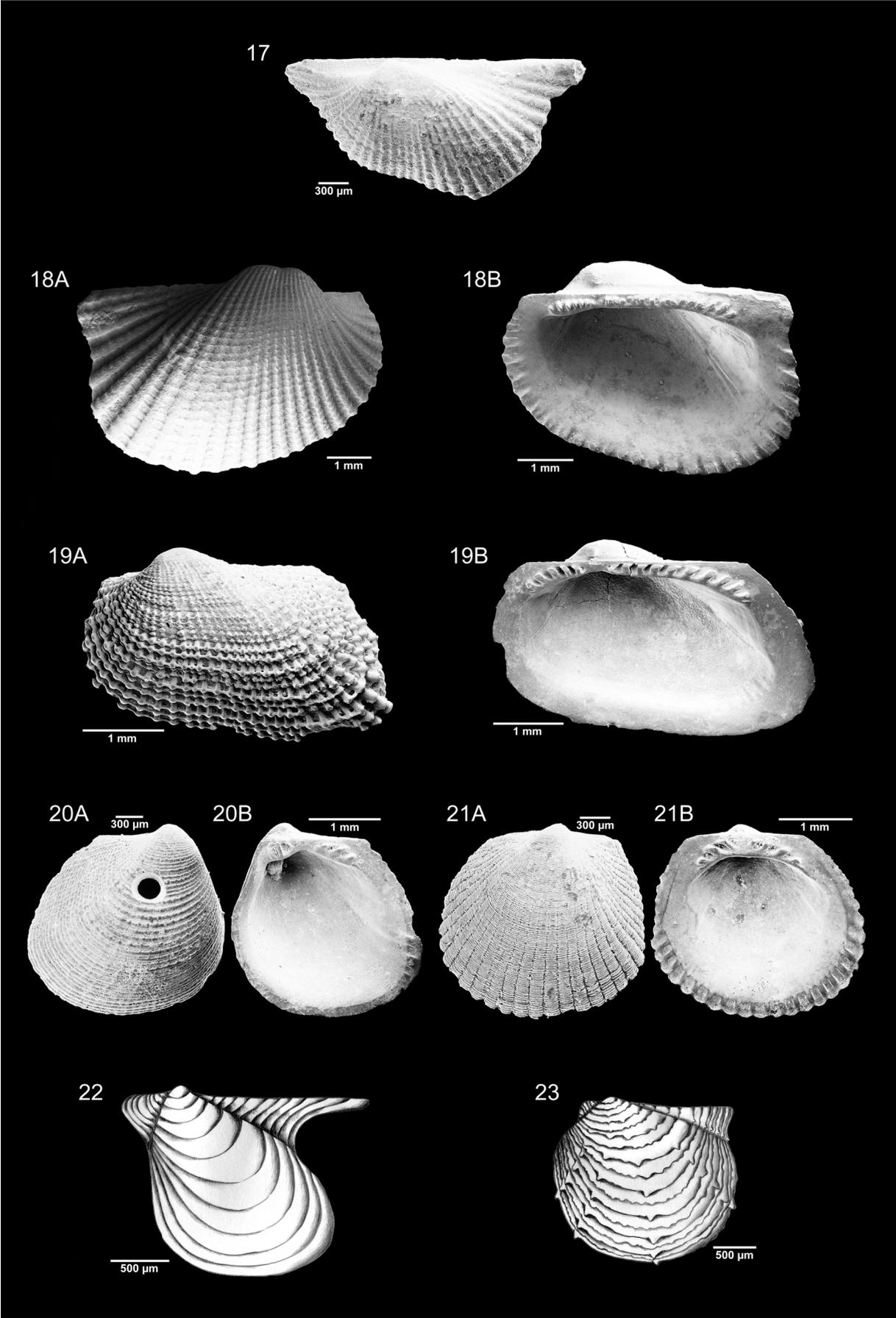
Tafel 2



Tafel 3

17. *Barbatia tenera* (C. B. ADAMS, 1845)
Bruchstück, Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
18. *Anadara notabilis* (RÖDING, 1798)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
19. *Arcopsis adamsi* (DALL, 1886)
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
20. *Limopsis antillensis* DALL, 1881
A: Außenseite rechte Klappe mit *Oichnus paraboloides*; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
21. *Glycymeris pectinata* (GMELIN, 1791)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
22. *Pteria* spp.
Außenseite linke Klappe; Halbton-Zeichnung
23. *Pinctada imbricata* RÖDING, 1798
Außenseite linke Klappe; Halbton-Zeichnung

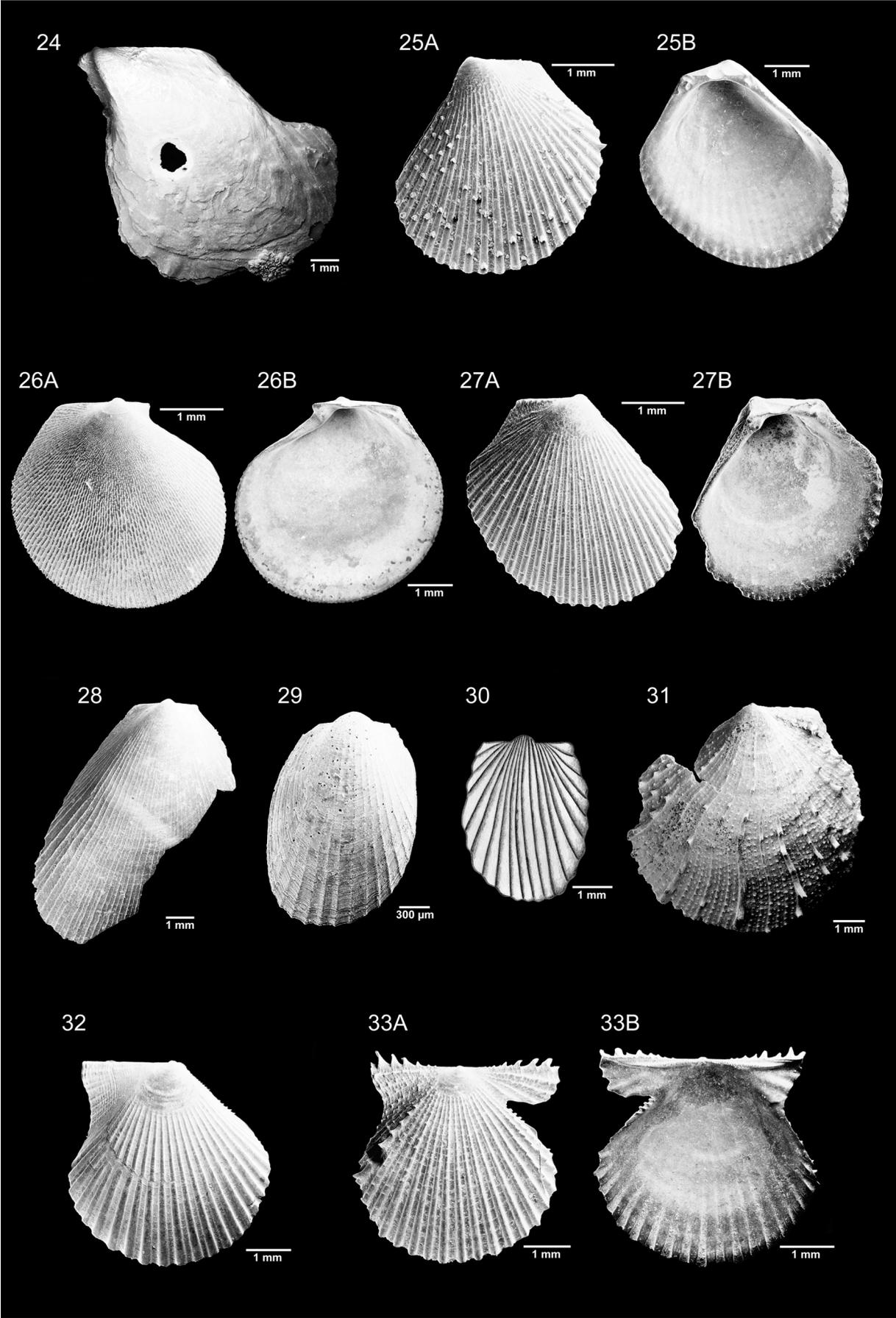
Tafel 3



Tafel 4

24. *Malleus* spp.
Außenseite linke Klappe mit *Oichnus paraboloides*; REM-Aufnahme
25. *Lima caribaea* D'ORBIGNY, 1842
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
26. *Ctenoides floridana* (OLSSON & HARBISON, 1953)
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
27. *Ctenoides scabra* (BORN, 1778)
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
28. *Limaria pellucida* (C. B. ADAMS, 1846)
Außenseite linke Klappe, fragmentiert; REM-Aufnahme
29. *Limatula hendersoni* OLSSON & MCGINTY, 1958
Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
30. *Limatula* sp.
Außenseite rechte Klappe; Halbton-Zeichnung
31. *Caribachlamys imbricata* (GMELIN, 1791)
Außenseite linke Klappe, fragmentiert; REM-Aufnahme
32. *Caribachlamys sentis* (REEVE, 1853)
Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
33. *Spathochlamys benedicti* (VERRILL & BUSH, 1897)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme

Tafel 4



Tafel 5

34. *Argopecten gibbus* (LINNÉ, 1758)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme

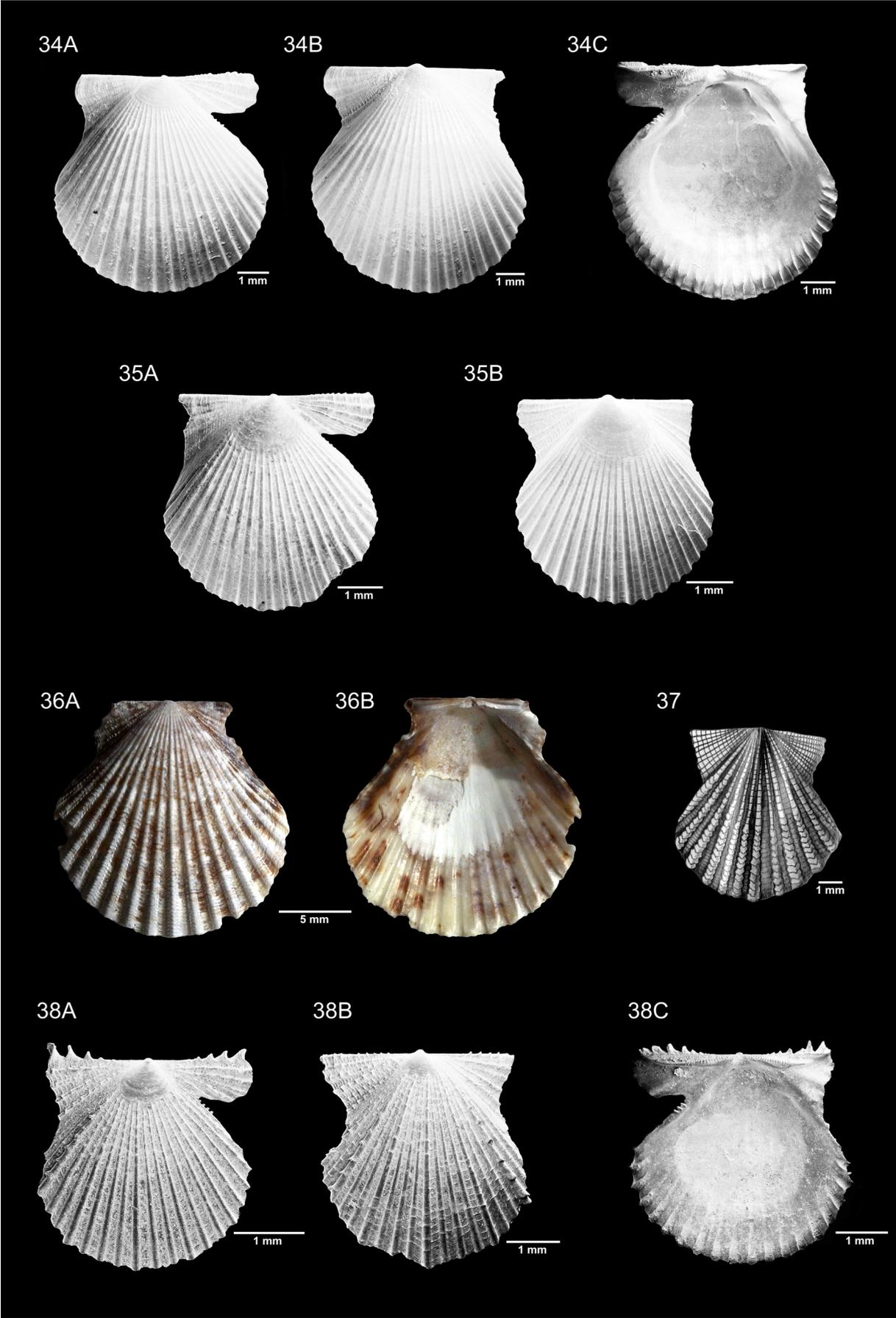
35. *Argopecten nucleus* (BORN, 1778)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme

36. *Argopecten* sp.
A: Außenseite linke Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
B: Innenseite linke Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme

37. *Aequipecten acanthodes* (DALL, 1925)
Außenseite linke Klappe; Halbton-Zeichnung

38. *Aequipecten muscosus* (WOOD, 1828)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme

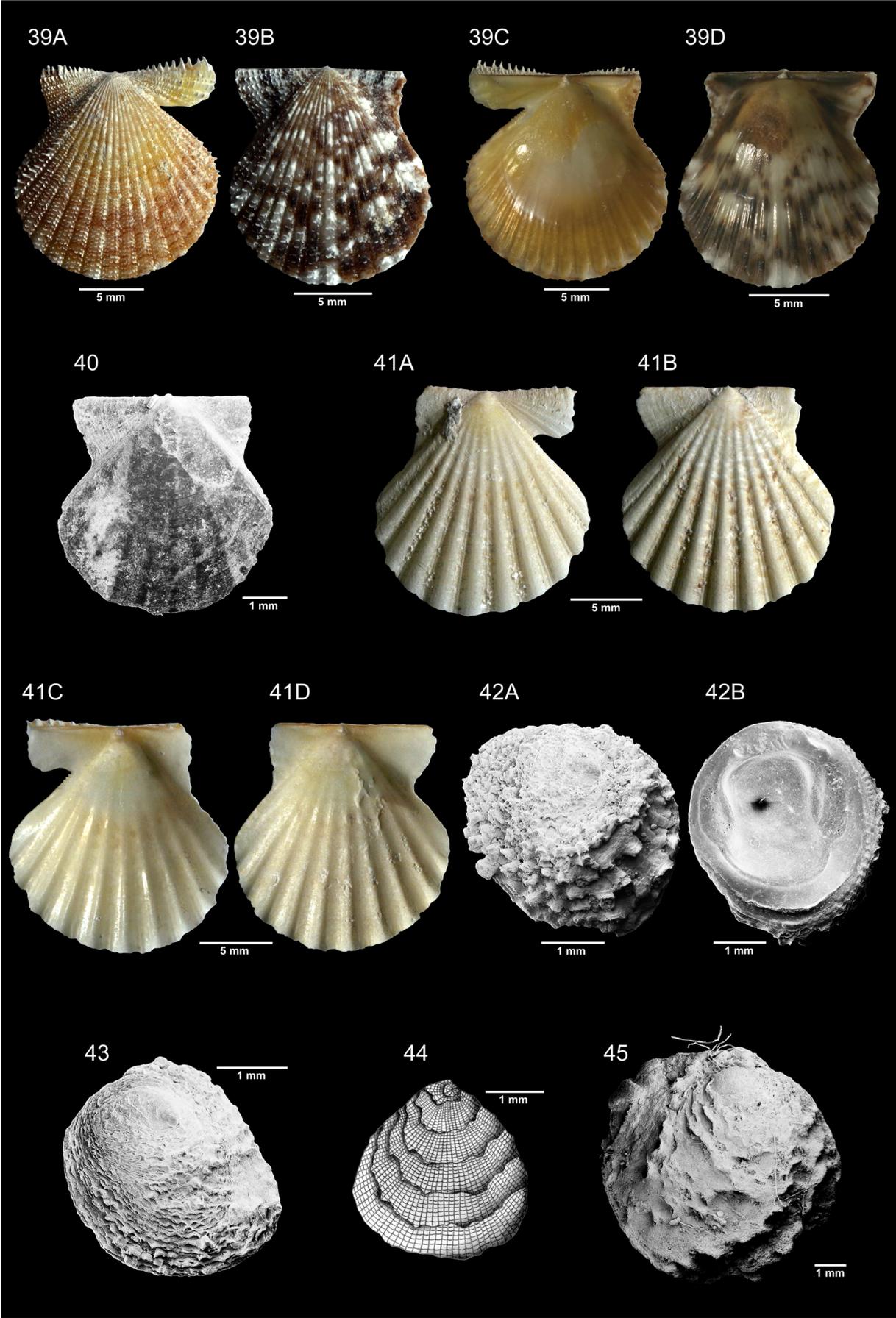
Tafel 5



Tafel 6

39. *Lindapecten exasperatus* (G. B. SOWERBY II, 1842)
A: Außenseite rechte Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
B: Außenseite linke Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
C: Innenseite rechte Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
D: Innenseite linke Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
40. *Leptopecten latiauratus* (CONRAD, 1837)
Außenseite linke Klappe, abradiert; REM-Aufnahme
41. *Bractechlamys antillarum* (RÉCLUZ, 1853)
A: Außenseite rechte Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
B: Außenseite linke Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
C: Innenseite rechte Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
D: Innenseite linke Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
42. *Chama congregata* CONRAD, 1833
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
43. *Chama macerophylla* GMELIN, 1791
Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
44. *Chama sarda* REEVE, 1847
Außenseite rechte Klappe; Halbton-Zeichnung
45. *Pseudochama radians* (LAMARCK, 1819)
Außenseite linke Klappe, abradiert; REM-Aufnahme

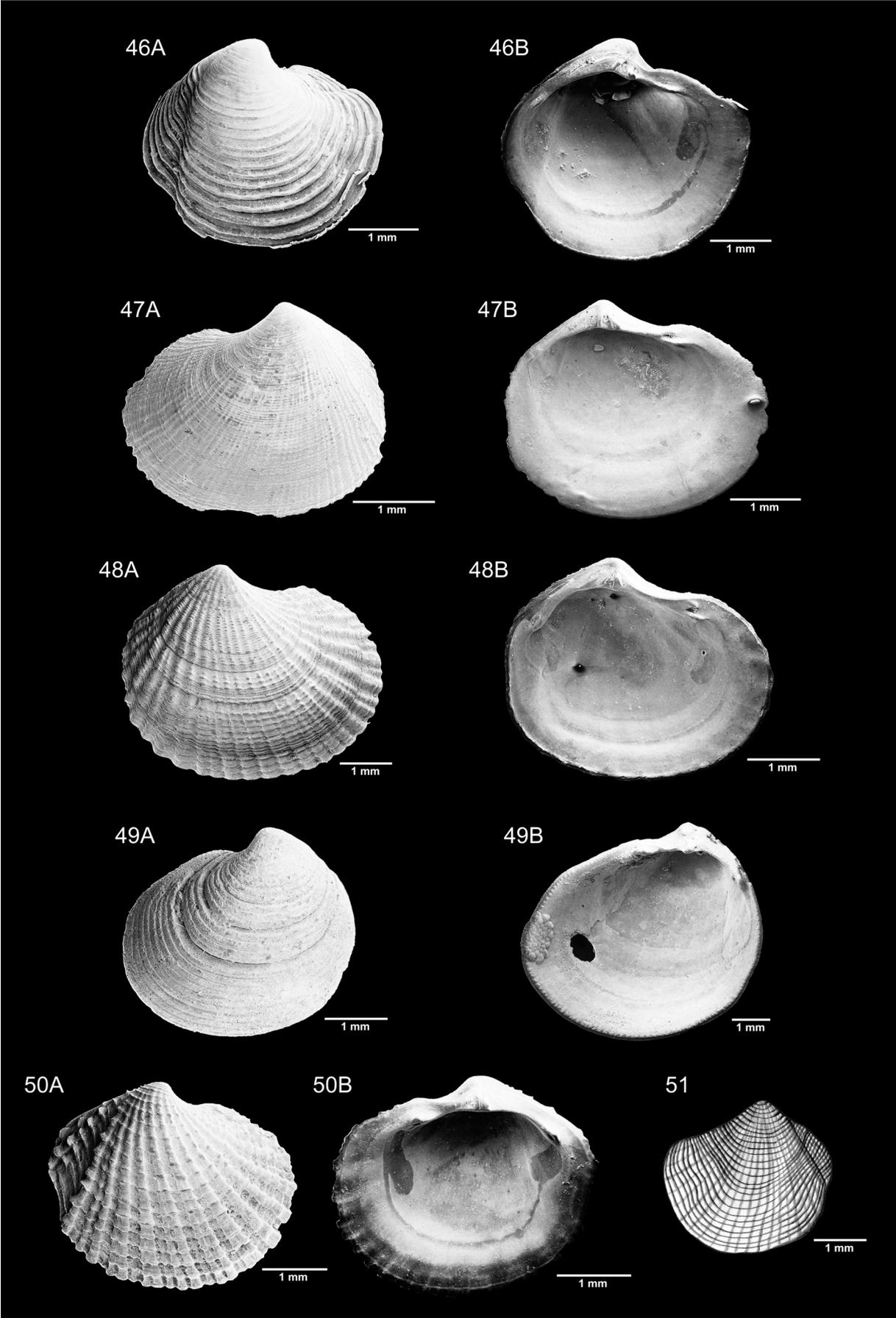
Tafel 6



Tafel 7

46. *Lucina beliziana* J. D. TAYLOR, 1998
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
47. *Codakia orbicularis* (LINNÉ, 1758)
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
48. *Codakia orbiculata* (MONTAGU, 1808)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
49. *Parvilucina blanda* (DALL & SIMPSON, 1901)
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe mit *Oichnus* isp.; REM-Aufnahme
50. *Parvilucina costata* (D'ORBIGNY, 1842)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
51. *Parvilucina multilineata* (TUOMEY & HOLMES, 1857)
Außenseite linke Klappe; Halbton-Zeichnung

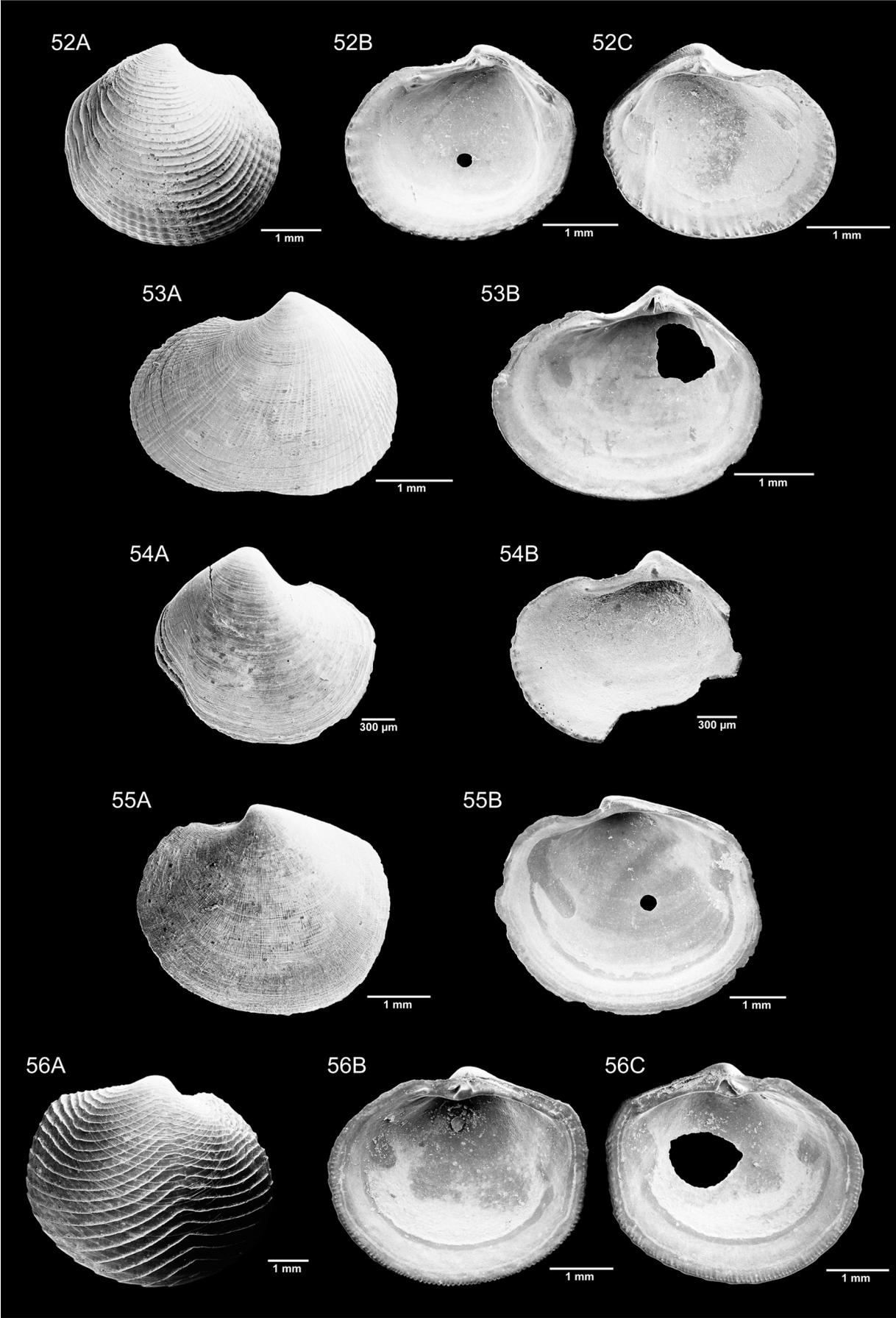
Tafel 7



Tafel 8

52. *Parvilucina* sp. A
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe mit *Oichnus* isp.; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
53. *Parvilucina* sp. B
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe, fragmentiert; REM-Aufnahme
54. *Here sombrerensis* (DALL, 1886)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe, fragmentiert; REM-Aufnahme
55. *Anodontia alba* LINK, 1807
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe mit *Oichnus* isp.; REM-Aufnahme
56. *Divalinga quadrisulcata* (D'ORBIGNY, 1842)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe, fragmentiert; REM-Aufnahme

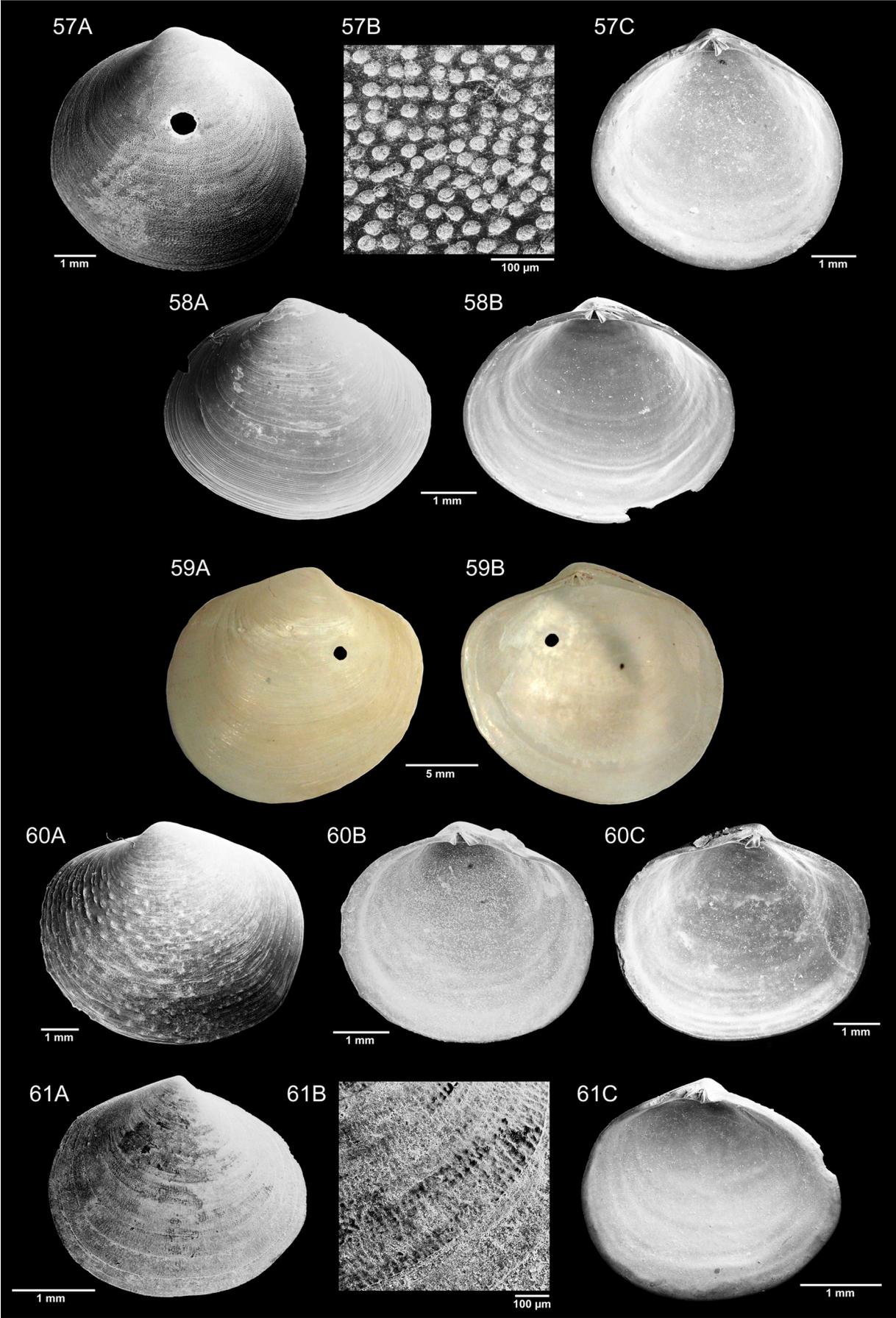
Tafel 8



Tafel 9

57. *Diplodonta notata* DALL & SIMPSON, 1901
A: Außenseite linke Klappe mit *Oichnus paraboloides*; REM-Aufnahme
B: Detail Außenseite; REM-Aufnahme
C: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
58. *Diplodonta nucleiformis* WAGNER, 1838
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
59. *Diplodonta punctata* (SAY, 1822)
A: Außenseite rechte Klappe mit *Oichnus paraboloides*; Spiegelreflex-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe mit *Oichnus paraboloides*; Spiegelreflex-Aufnahme
60. *Diplodonta semiaspera* PHILIPPI, 1836
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
61. *Diplodonta* sp.
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Detail Außenseite; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme

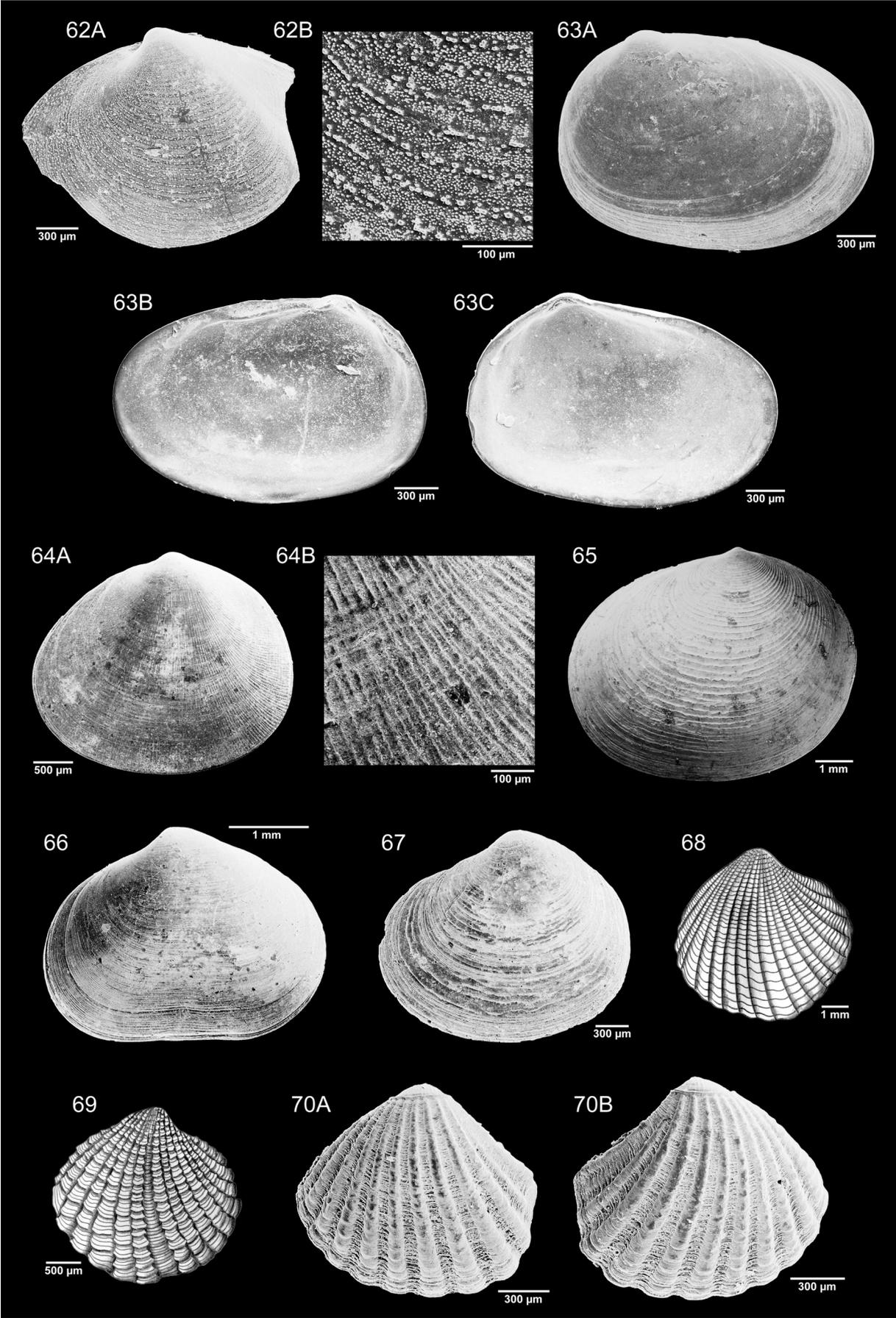
Tafel 9



Tafel 10

62. *Cymatioa bibsae* (NOWELL-USTICKE, 1969)
A: Bruchstück, Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Detail Außenseite; REM-Aufnahme
63. *Erycina periscopiana* DALL, 1899
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
64. *Galeommatid* sp. A
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Detail Außenseite; REM-Aufnahme
65. *Galeommatid* sp. B
Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
66. *Aligena elevata* (STIMPSON, 1851)
Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
67. *Planktomya henseni* SIMROTH, 1896
Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
68. *Cyclocardia* sp.
Außenseite rechte Klappe; Halbton-Zeichnung
69. *Pleuromeris tridentata* (SAY, 1826)
Außenseite rechte Klappe; Halbton-Zeichnung
70. *Carditopsis smithii* (DALL, 1896)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme

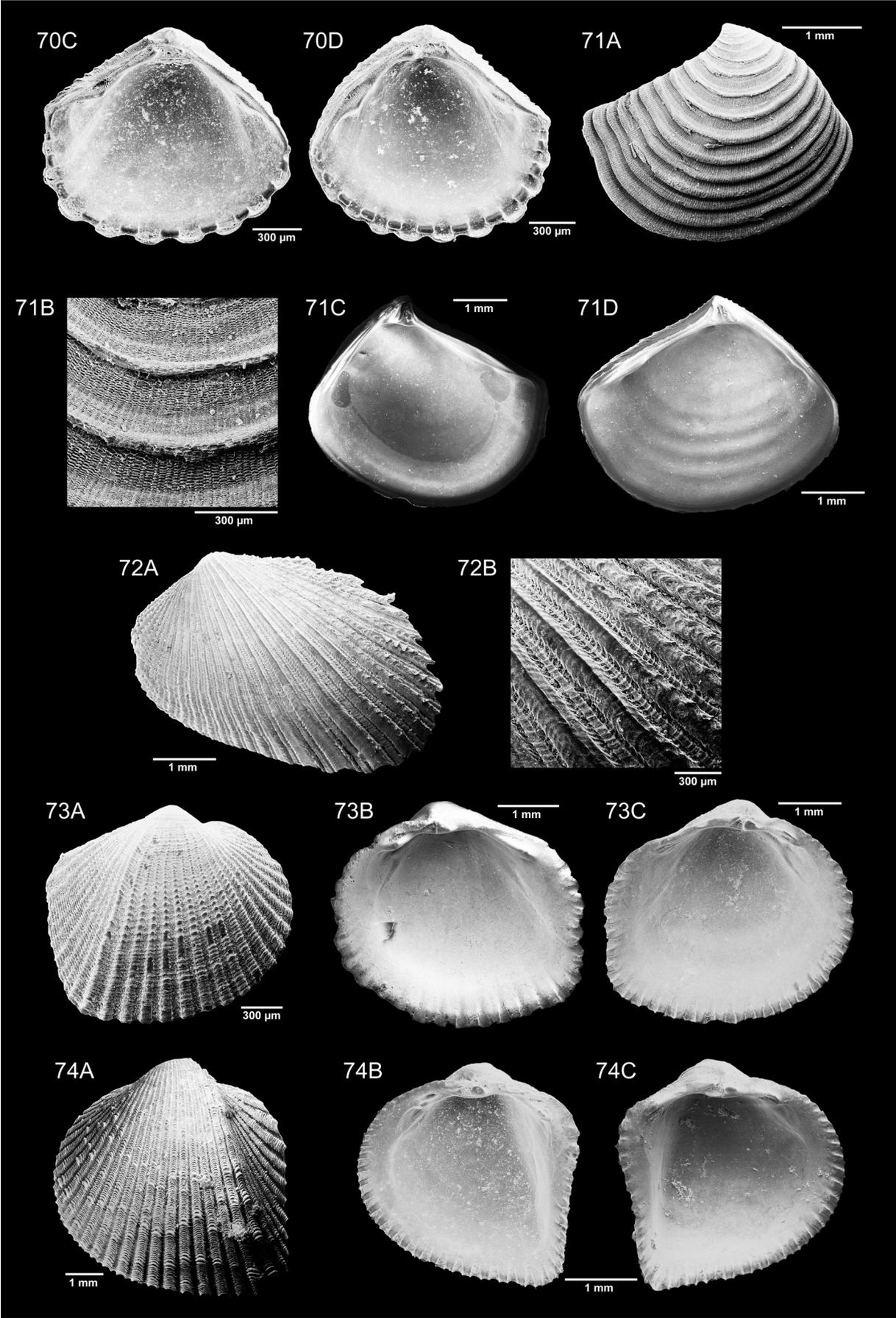
Tafel 10



Tafel 11

70. *Carditopsis smithii* (DALL, 1896)
C: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
D: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
71. *Crassinella lunulata* (CONRAD, 1834)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Detail Außenseite; REM-Aufnahme
C: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
D: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
72. *Papyridea soleniformis* (BRUGUIÈRE, 1789)
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Detail Außenseite; REM-Aufnahme
73. *Americardia guppyi* (THIELE, 1910)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
74. *Americardia media* (LINNÉ, 1758)
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme

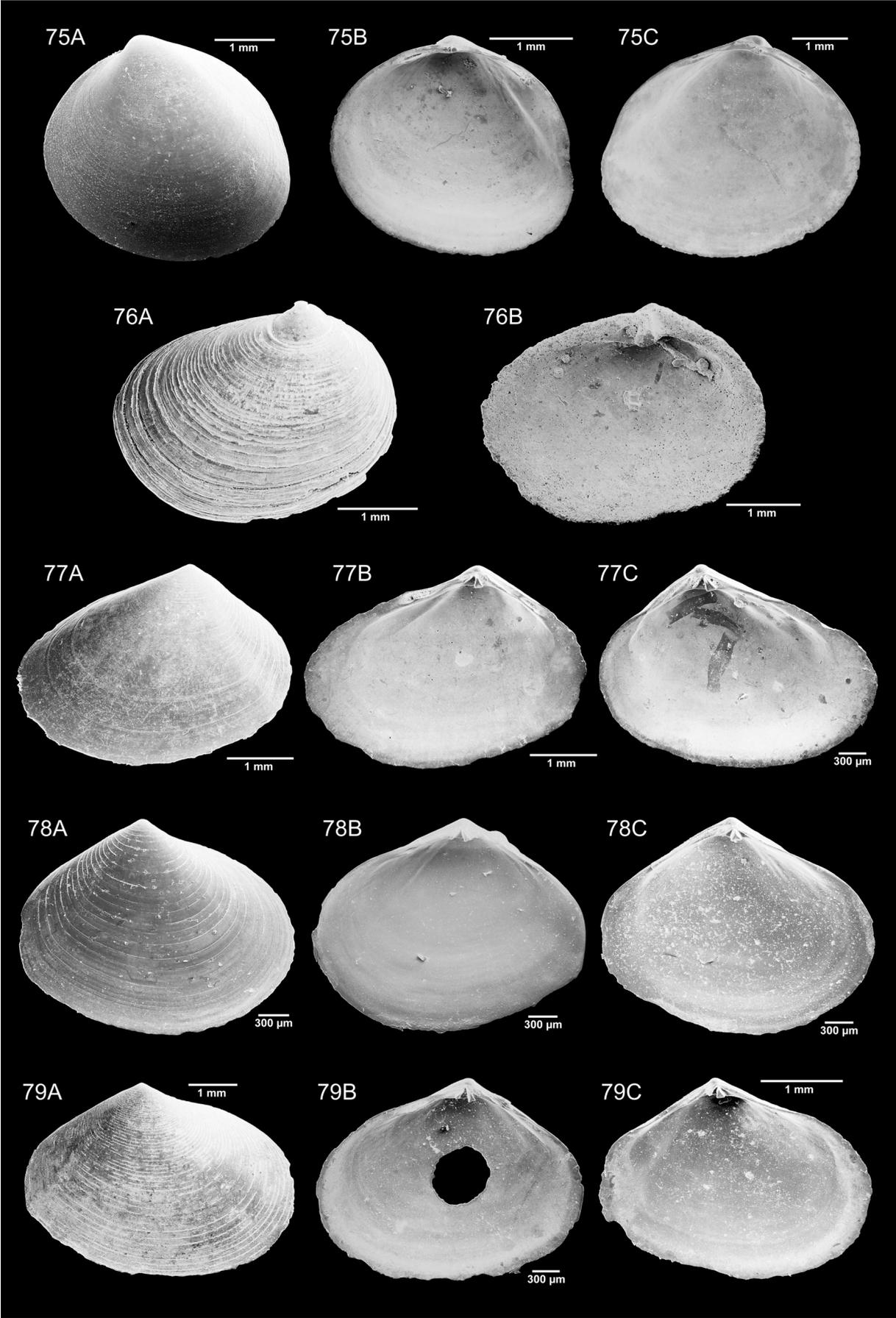
Tafel 11



Tafel 12

75. *Laevicardium laevigatum* (LINNÉ, 1758)
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
76. *Mactrotoma* spp.
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
77. *Tellina gouldii* HANLEY, 1846
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
78. *Tellina mera* SAY, 1834
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
79. *Tellina paramera* BOSS, 1964
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe mit *Oichnus* isp.; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme

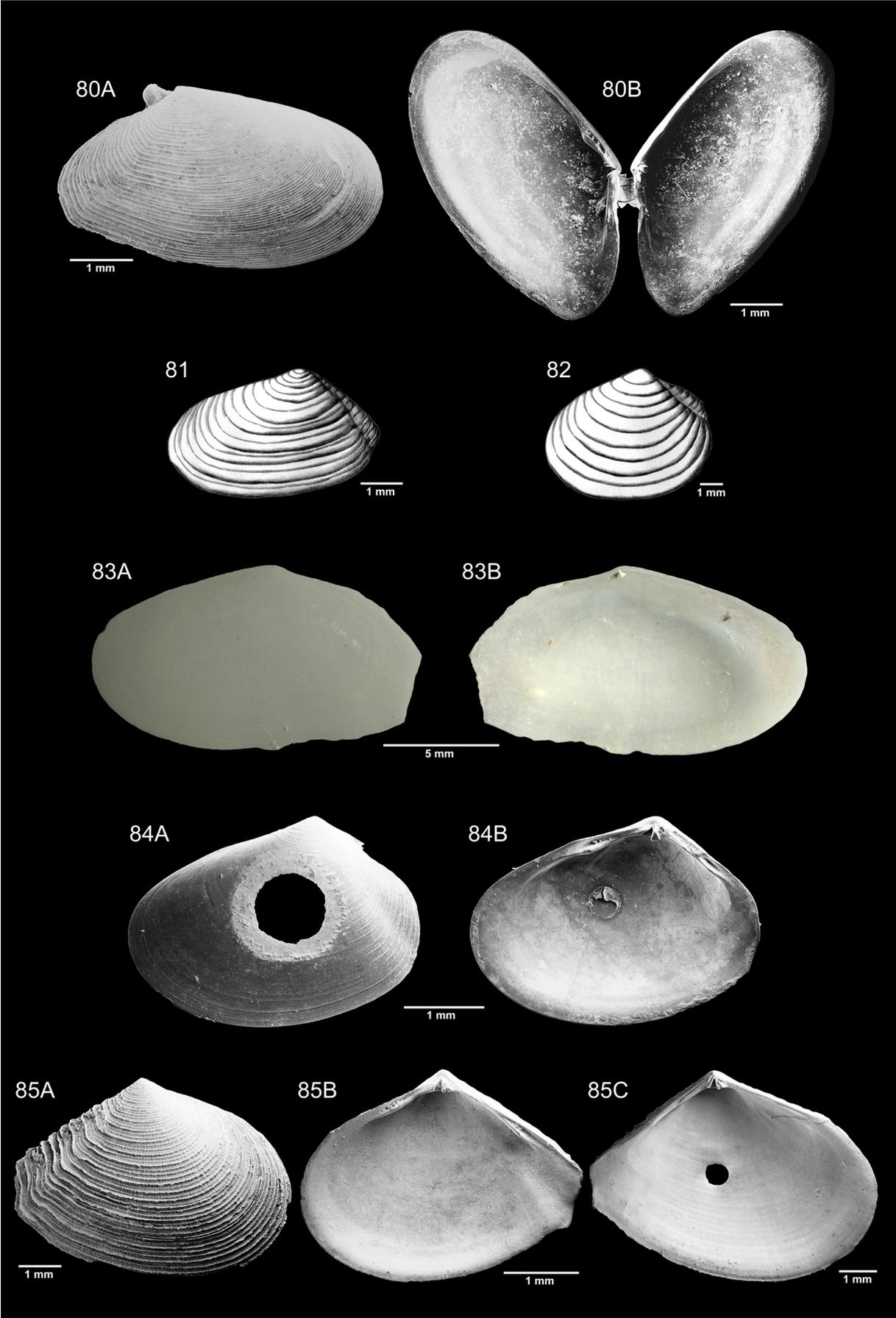
Tafel 12



Tafel 13

80. *Tellina sybaritica* DALL, 1881
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: zweiklappige Erhaltung, Innenseiten; REM-Aufnahme
81. *Tellina alternata* SAY, 1822
Außenseite linke Klappe; Halbton-Zeichnung
82. *Tellina laevigata* LINNÉ, 1758
Außenseite linke Klappe; Halbton-Zeichnung
83. *Tellina magna* SPENGLER, 1798
A: Außenseite linke Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
B: Innenseite linke Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
84. *Tellina aequistriata* SAY, 1824
A: Außenseite linke Klappe mit *Oichnus paraboloides*; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe mit Algenanwuchs; REM-Aufnahme
85. *Tellina linteae* CONRAD, 1837
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe mit *Oichnus* isp.; REM-Aufnahme

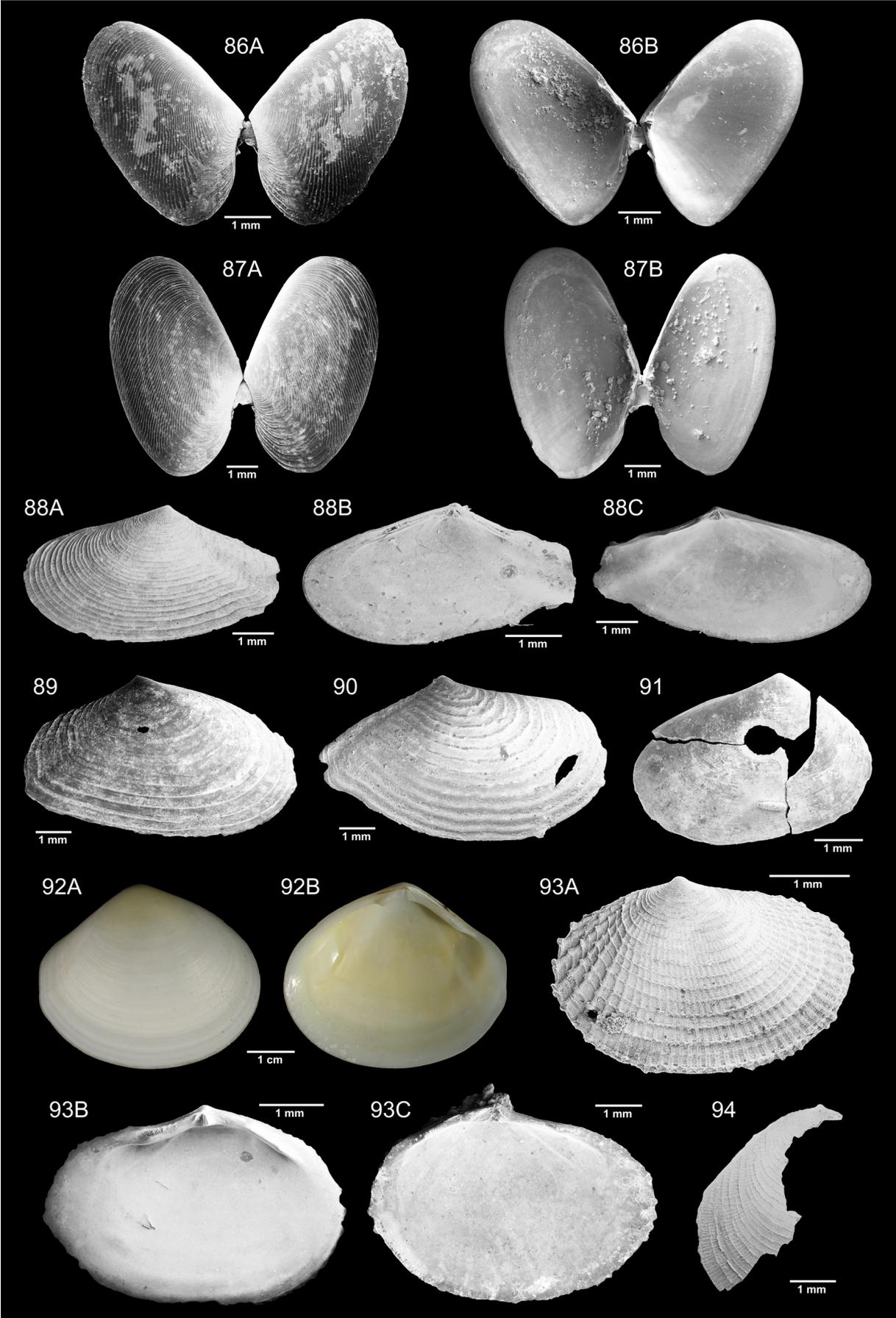
Tafel 13



Tafel 14

86. *Tellina candeana* D'ORBIGNY, 1842
A: zweiklappige Erhaltung, Außenseiten; REM-Aufnahme
B: zweiklappige Erhaltung, Innenseiten; REM-Aufnahme
87. *Tellina similis* J. SOWERBY, 1806
A: zweiklappige Erhaltung, Außenseiten; REM-Aufnahme
B: zweiklappige Erhaltung, Innenseiten; REM-Aufnahme
88. *Tellina listeri* RÖDING, 1798
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
89. *Tellina* sp.
Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
90. *Macoma orientalis hendersoni*
Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
91. *Macoma pseudomera* DALL & SIMPSON, 1901
Außenseite linke Klappe mit *Oichnus paraboloides*, zerbrochen; REM-Aufnahme
92. *Leporimetis intastriata* (SAY, 1827)
A: Außenseite rechte Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
93. *Semele bellastrata* (CONRAD, 1837)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
94. *Semele proficua* (PULTENEY, 1799)
Bruchstück, Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme

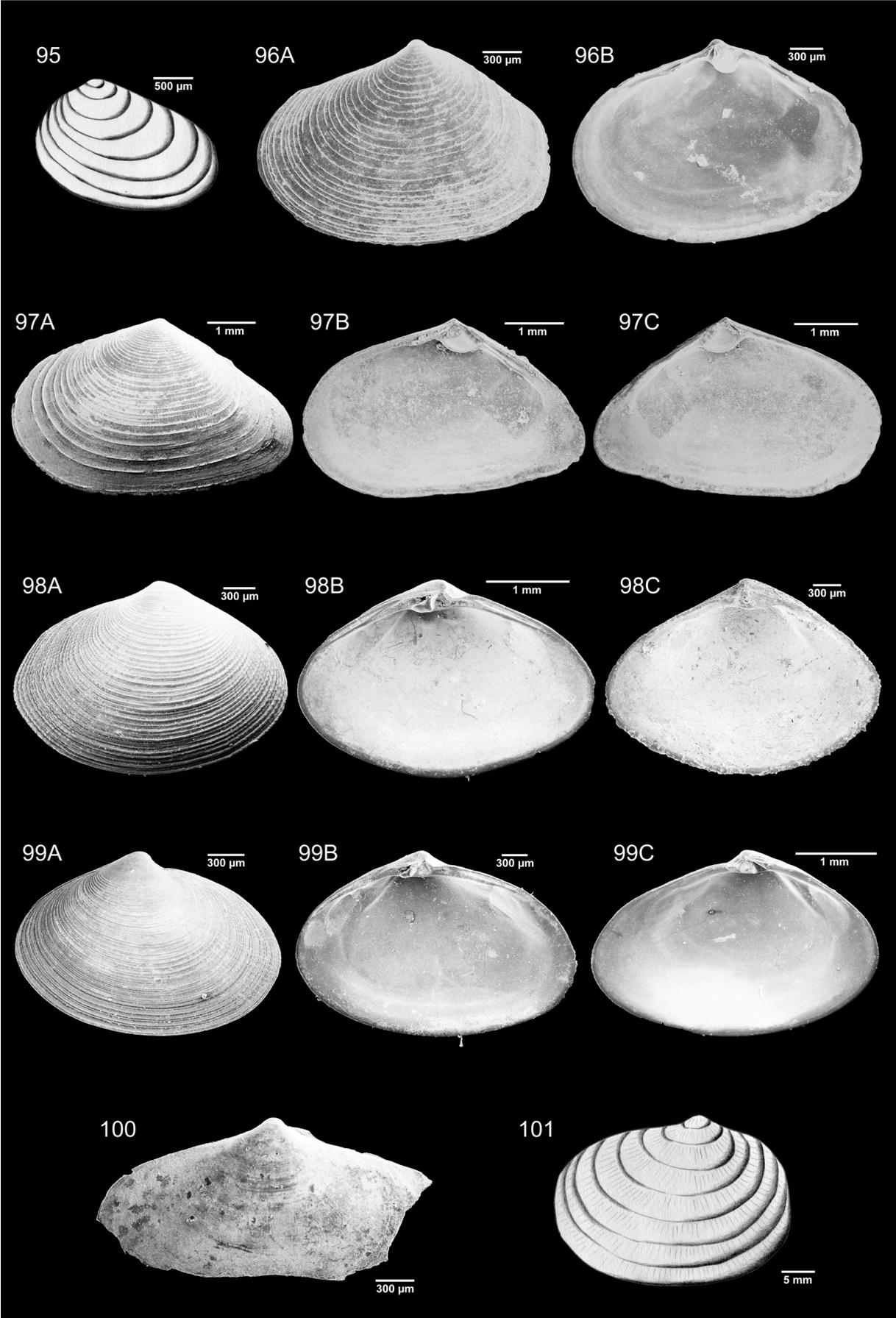
Tafel 14



Tafel 15

95. *Semelina nuculoides* (CONRAD, 1841)
Außenseite rechte Klappe; Halbton-Zeichnung
96. *Cumingia coarctata* G. B. SOWERBY I, 1833
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
97. *Cumingia vanhyningi* REHDER, 1939
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
98. *Ervilia concentrica* (HOLMES, 1860)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
99. *Ervilia nitens* (MONTAGU, 1808)
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
100. *Gari circe* (MÖRCH, 1876)
Außenseite linke Klappe, fragmentiert; REM-Aufnahme
101. *Heterodonax bimaculatus* (LINNÉ, 1758)
Außenseite linke Klappe; Halbton-Zeichnung

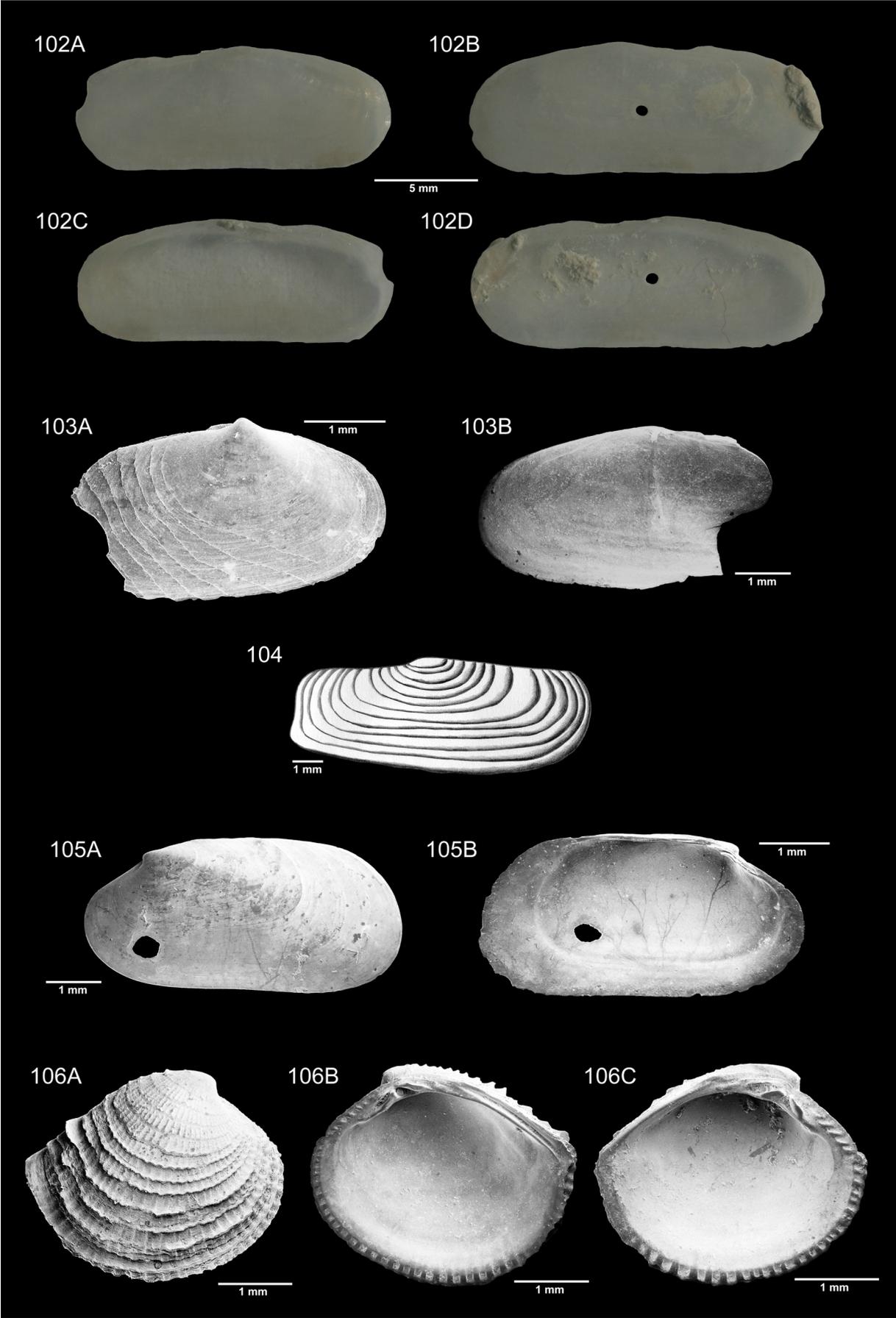
Tafel 15



Tafel 16

102. *Solecurtus cumingianus* DUNKER, 1861
A: Außenseite rechte Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
B: Außenseite linke Klappe mit *Oichnus paraboloides*; Spiegelreflex-Aufnahme
C: Innenseite rechte Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
D: Innenseite linke Klappe mit *Oichnus paraboloides*; Spiegelreflex-Aufnahme
103. *Solecurtus sanctaemarthae* D'ORBIGNY, 1842
A: Außenseite rechte Klappe, fragmentiert; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe, fragmentiert; REM-Aufnahme
104. *Tagelus* spp.
Außenseite rechte Klappe; Halbton-Zeichnung
105. *Coralliophaga coralliophaga* (GMELIN, 1791)
A: Außenseite rechte Klappe mit *Oichnus paraboloides*; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe mit *Oichnus* isp.; REM-Aufnahme
106. *Chione cancellata* Typ A
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme

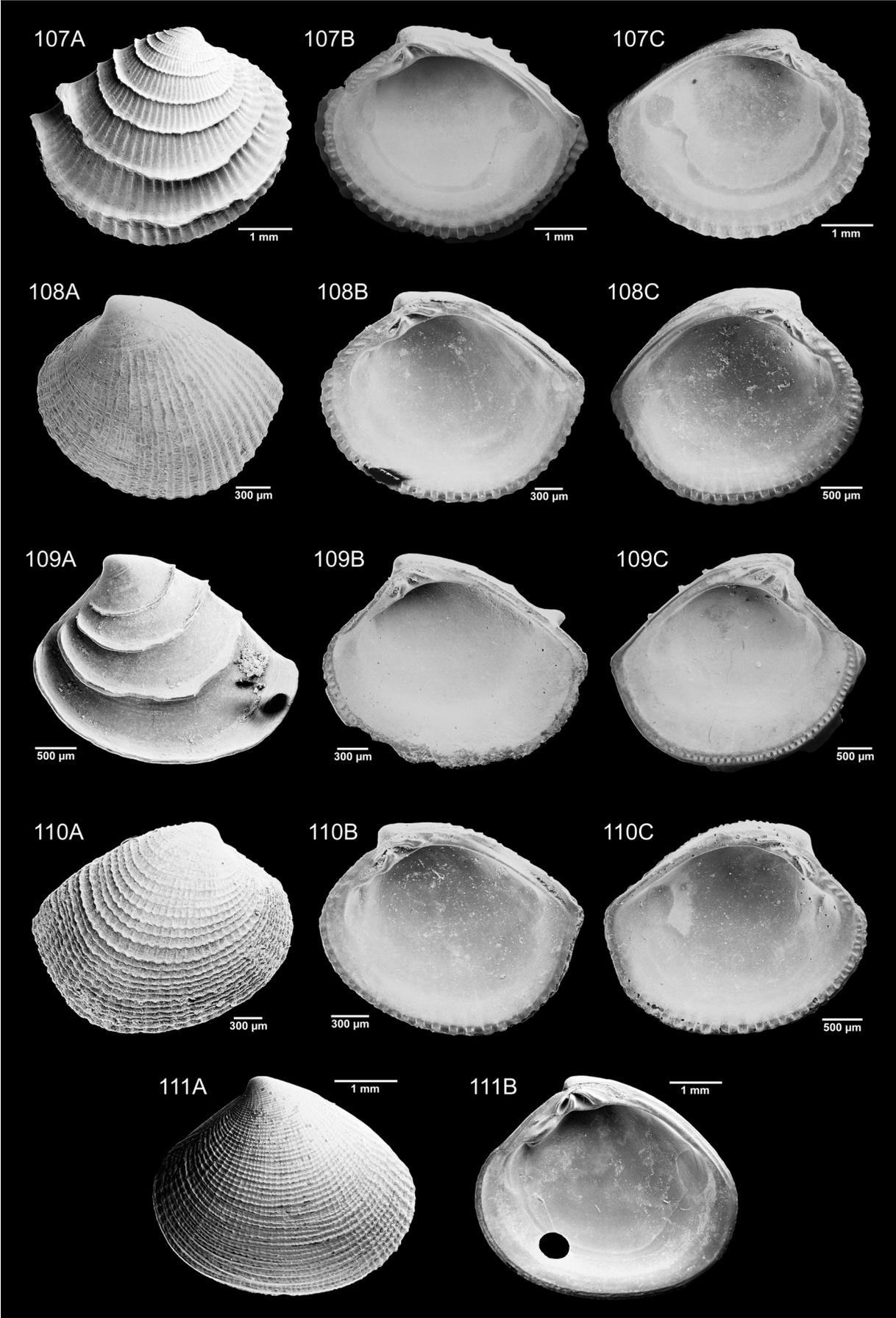
Tafel 16



Tafel 17

107. *Chione cancellata* Typ B
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
108. *Chione* sp.
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
109. *Chione paphia* (LINNÉ, 1767)
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
110. *Timoclea pygmaea* (LAMARCK, 1818)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
111. *Gouldia cerina* (C. B. ADAMS, 1845)
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe mit *Oichnus* isp.; REM-Aufnahme

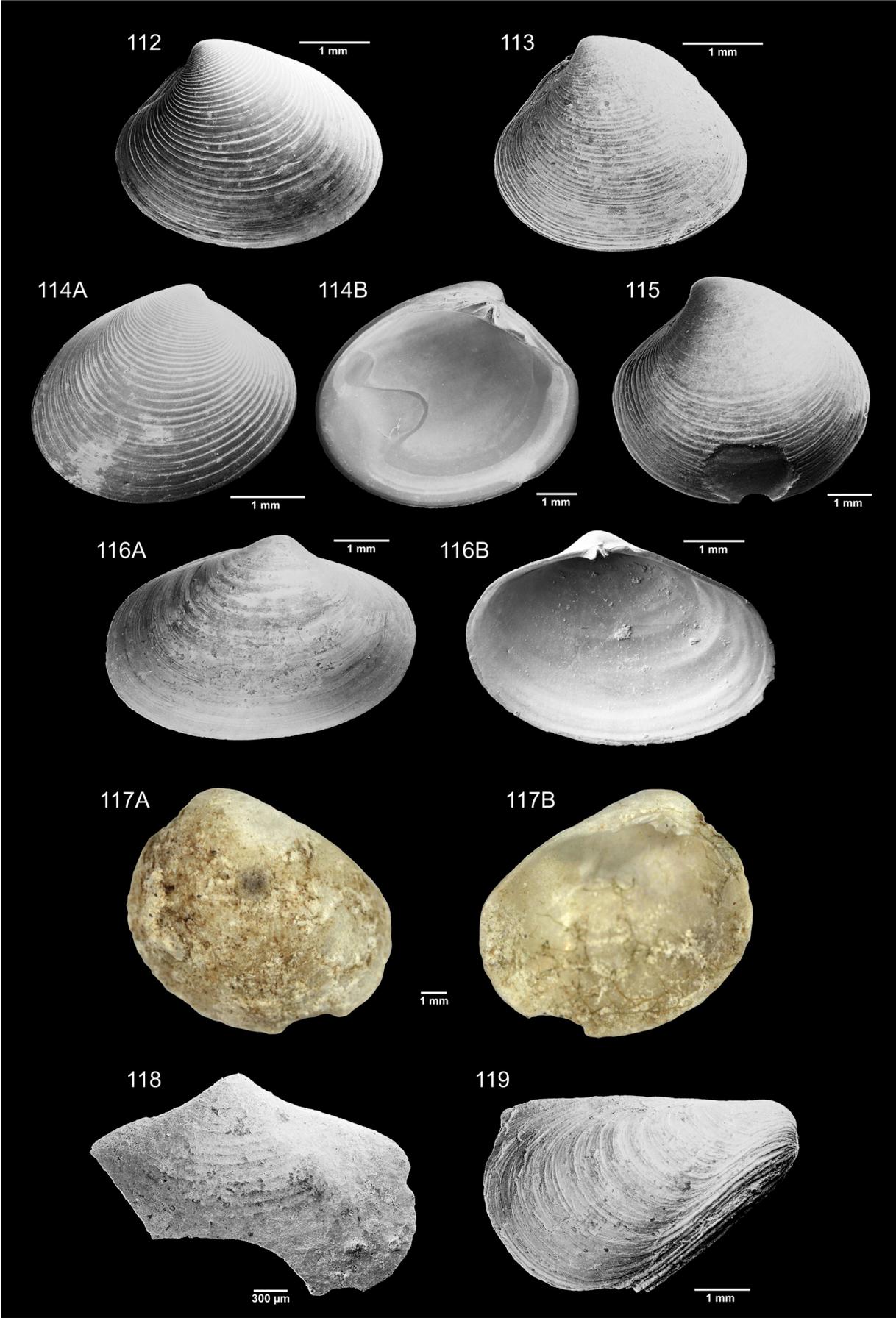
Tafel 17



Tafel 18

112. *Transennella cubaniana* (D'ORBIGNY, 1842)
Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
113. *Transennella stimpsoni* DALL, 1902
Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
114. *Pitar fulminatus* (MENKE, 1828)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
115. *Pitar simpsoni* (DALL, 1895)
Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
116. *Cooperella atlantica* REHDER, 1943
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
117. *Petricola lopicida* (GMELIN, 1791)
A: Außenseite linke Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
B: Innenseite linke Klappe; Spiegelreflex-Aufnahme
118. *Grippina* spp.
Außenseite linke Klappe, fragmentiert; REM-Aufnahme
119. *Gastrochaena* spp.
Außenseite rechte Klappe, fragmentiert; REM-Aufnahme

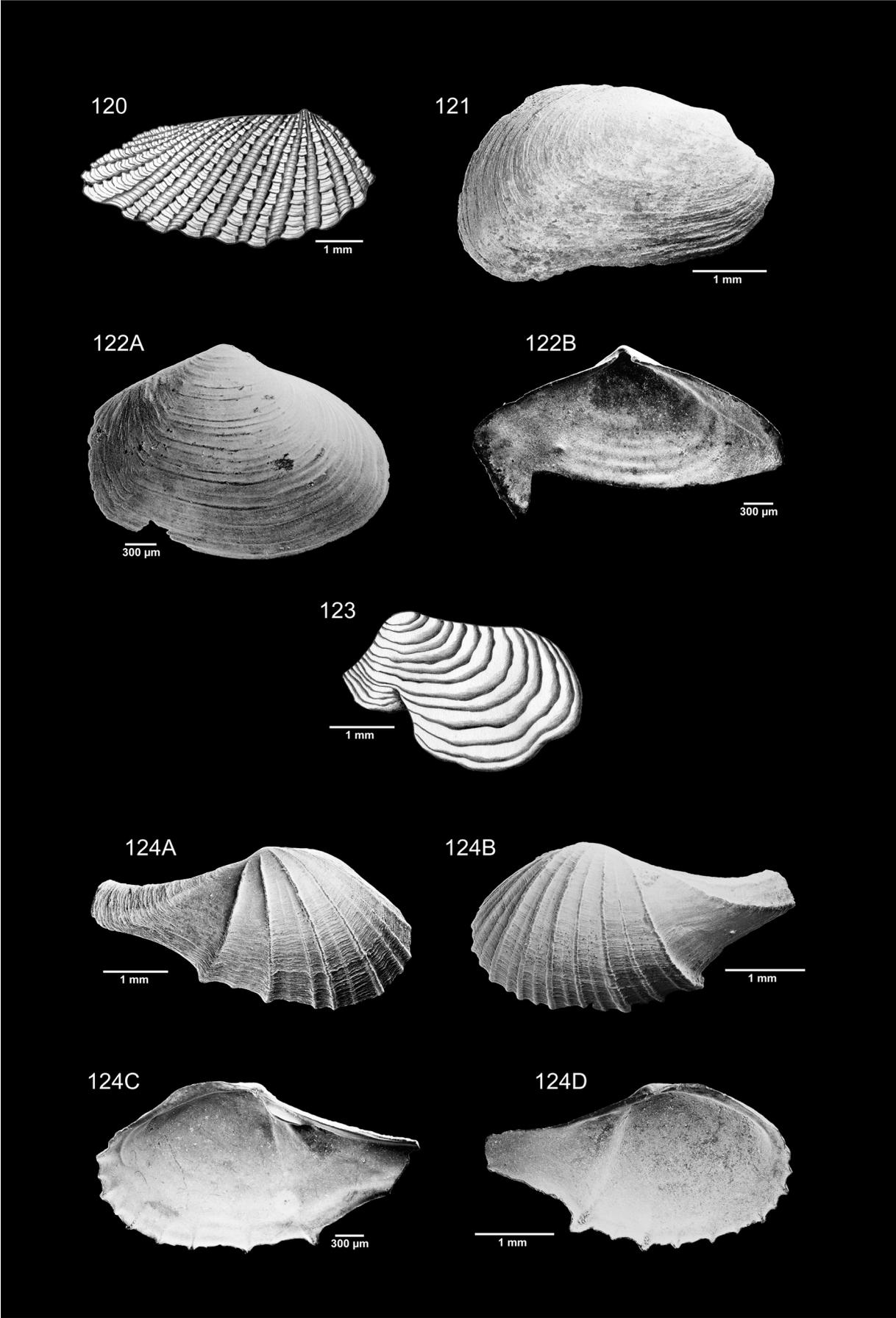
Tafel 18



Tafel 19

120. *Cyrtoleura costata* (LINNAEUS, 1758)
Außenseite rechte Klappe; Halbton-Zeichnung
121. *Thracia morrisoni* R. E. PETIT, 1964
Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
122. *Asthenothaerus* sp.
A: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
B: Innenseite linke Klappe, fragmentiert; REM-Aufnahme
123. *Lyonsia beana* D'ORBIGNY, 1842
Außenseite linke Klappe; Halbton-Zeichnung
124. *Cardiomya costellata* (DESHAYES, 1830)
A: Außenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
B: Außenseite linke Klappe; REM-Aufnahme
C: Innenseite rechte Klappe; REM-Aufnahme
D: Innenseite linke Klappe; REM-Aufnahme

Tafel 19



Ilona Hauser
Geologisch-Paläontologisches Institut (GPI)
Johann Wolfgang Goethe-Universität
Senckenberganlage 32-34
60054 Frankfurt am Main
☎ 069/798-25 142
e-mail: ihauser@stud.uni-frankfurt.de



privat:
Im Sechholder 82
65934 Frankfurt am Main
☎ 069/39 91 44

Lebenslauf

Name:	Ilona Hauser
Geboren:	12. Juli 1973 in Flörsheim am Main
Staatsangehörigkeit:	Deutsch
Eltern:	Irmgard Hauser, Schneiderin Felix Hauser, Gymnasiallehrer
Schulzeit:	1980-1984 Grundschule Niddaschule in Frankfurt-Nied 1984-1990 Gymnasium Helene-Lange-Schule in Frankfurt-Höchst 1990-1993 Oberstufengymnasium Friedrich-Dessauer-Gymnasium in Frankfurt-Höchst
Abitur:	Juni 1993
Prüfungsfächer:	Biologie, Englisch, Religion und Mathematik

Studienbeginn: WS 1993/94 im Fach Geologie/Paläontologie
an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt am Main

Diplom-Vorprüfung: März 1996

Praktika: 21. August – 15. September 2000
Naturmuseum Senckenberg
Abteilung für Graphik
Wissenschaftliches Zeichnen von Foraminiferen

18. September – 13. Oktober 2000
Naturmuseum Senckenberg
Abteilung für Paläontologie und Historische Geologie
Sektion Mikropaläontologie I
Auswertung der Foraminiferen-Fauna von Sedimentproben der Insel
Cozumel im Karibischen Meer

Studentische Hilfskraft: 01. Dezember – 31. Dezember 2001
16. Juni – 15. Juli 2002
Auswertung der Foraminiferen-Fauna von Bohrkernproben aus dem
Arbeitsgebiet Belize

Diplomkartierung: Rhein-Westerwald, TK 25: 5309 Königswinter und 5409 Linz
(Schwerpunkt: ehemalige Blätterkohlen-Grube „Stößchen“ am
Minderberg)

Gutachter: Prof. Dr. Hansmartin Hüßner, GPI Frankfurt am Main
Dr. Michael Wuttke, Landesamt für Denkmalpflege Mainz (Referat für
Erdgeschichtliche Denkmalpflege)

Diplomarbeit: Verteilung rezenter benthischer Foraminiferen auf der isolierten
Karbonatplattform Turneffe Islands, Belize, Zentralamerika

Gutachter: Prof. Dr. Eberhard Gischler, GPI Frankfurt am Main
Prof. Dr. Wolfgang Oschmann, GPI Frankfurt am Main

Diplom-Hauptprüfung: 29. April 2002

Veröffentlichungen:

HAUSER, I. & GISCHLER, E. (2001): Verteilung rezenter benthischer Foraminiferen auf der isolierten Karbonat-Plattform Turneffe Islands, Belize, Zentralamerika. – Schriftenreihe der Deutschen Geologischen Gesellschaft, **13**: 46.

GISCHLER, E., HAUSER, I., HEINRICH, K. & SCHEITEL, U. (2002): Characterization of depositional environments in isolated carbonate platforms of Belize (Central America) based on benthic foraminifera (Poster). – Schriftenreihe der Deutschen Geologischen Gesellschaft, **17**: 75.

GISCHLER, E., HAUSER, I., HEINRICH, K. & SCHEITEL, U. (2003): Characterization of depositional environments in isolated carbonate platforms based on benthic foraminifera, Belize, Central America. – *Palaios*, **18**: 236-255.

HAUSER, I., OSCHMANN, W. & GISCHLER, E. (2005): Charakterisierung von Lagunenzonen anhand rezenter Bivalven auf drei Atollen vor der Küste von Belize (Zentralamerika). – Berichte des Institutes für Erdwissenschaften, Karl-Franzens-Universität Graz, **10**: 36-38.