



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Häufigkeit und Verbreitung der mit Korallen assoziierten
Mollusken *Coralliophila* (Gastropoda, Muricidae) und
Tridacna (Bivalvia, Cardiidae) im nördlichen roten Meer,
Dahab (Ägypten)

verfasst von

Barbara Babacek

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 444

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Diplomstudium Ökologie

Betreut von:

Univ.-Prof. Mag. Dr. Martin Zuschin

In liebem Gedenken an Andy Tischer



INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	3
ZUSAMMENFASSUNG	5
1 EINLEITUNG	7
1.1 Das Rote Meer	9
1.2 Golf von Aqaba	9
1.3 Ziele dieser Arbeit	11
2 ÖKOLOGIE DER UNTERSUCHTEN TAXA	12
2.1 <i>Coralliophila</i> spp.	12
2.2 <i>Tridacna</i> spp.	14
3 MATERIAL UND METHODEN	17
3.1 Standorte	17
3.2 Datenaufnahme	20
3.3 Auswertung	22
4 ERGEBNISSE	24
4.1 Verteilungsmuster von <i>Coralliophila</i> spp.	24
4.2 <i>Tridacna</i> spp.	30
4.3 Vermessung von Leerschalen von <i>Tridacna</i> spp.	35
5 DISKUSSION	36
5.1 Altersstruktur, Verteilung und Häufigkeit von <i>Coralliophila</i> spp.	36
5.2 Häufigkeit, Verteilung und Größenklassen von <i>Tridacna</i> spp.	43
6 CONCLUSIO	49
7 DANKSAGUNGEN	52
LITERATURVERZEICHNIS	54
CURRICULUM VITAE.....	60

Abstract

The distribution and abundance of coral-reef associated molluscs allows assumptions on the health status of coral reefs. This work is dealing with two indicator-species (*Coralliophila* and *Tridacna*) studied on fringing reefs in the Gulf of Aqaba (northern Red Sea). Seven sites with three transects each (providing a total of 336 square metres) have been investigated – six sites at reef slopes with transects at 2, 5 and 10m water depth. One site located at the reef flat has been sampled in 5, 10 and 15m distance to the reef crest. While *Coralliophila* shows an equal or higher abundance compared to previous studies from the northern Red Sea, *Tridacna* is comparably scarce.

As *Porites* matches the requirements for *Coralliophila*'s perfect prey, which are corals with small polyps, data on the relationship of these two genera were gathered. Of 199 individuals counted ($4,13 \pm 0,23(\text{SE})$ individuals per square metres) an overall preference for the settlement and accumulation at coral margins occurred. *Coralliophila* also proved very abundant on the midst of coral heads in five metres water depth. Number of *Coralliophila* seems to be linked to *Porites* coverage and shallow reef zones.

A puzzling fact is the high density of *Coralliophila* is not only caused by extensive coral coverage. Small irregularly shaped corals exhibit wide surfaces for possible predation. The reef top, an environment under constant physical stress, displays more than half of the *Porites* population suffering from parasitism. With only a small area covered by the genus *Porites*, it still shows the second largest occurrence of *Coralliophila*.

The symbiotic zooxanthellae of the second genus under investigation, *Tridacna*, require the same conditions for photosynthesis as reef building corals. Of 153 individuals ($0,53 \pm 0,05$ individuals per square metres) counted throughout all sections, the smallest in number was found in 10 metres depth. An overall higher abundance could be noticed in the nature reserve "Ras Um el Sid" belonging to the protected area of Ras Mohammed national park. Total occurrence of *Tridacna* is smallest in number at Suliman – the site that also provided the highest occurrence of *Coralliophila*. The size-frequency of *Tridacna* shows a mean size of $6,28 \pm 0,31\text{cm}$ and wide differences between sites and depths. However, a tendency for bigger shells to occur in deeper habitats can be observed. Sections showing smaller shells are likely to display higher mortality rates.

Zusammenfassung

Die Verbreitung von Mollusken, die mit dem Korallenriff assoziiert sind, lässt Rückschlüsse auf den Zustand eines Riffes zu. Diese Arbeit beschäftigt sich mit zwei Indikator-Spezies (*Coralliophila* und *Tridacna*) an Saumriffen des Golf von Aqaba im nördlichen Roten Meer. An sieben Standorten wurden jeweils drei Transekte untersucht (entspricht einer Fläche von 336m²), davon sechs Riffhänge in den Wassertiefen 2, 5 und 10m und ein Riffdach, mit den Abständen 5, 10 und 15m von der Riffkante. Während die Abundanz von *Coralliophila* im Vergleich zu früheren Arbeiten gleich oder sogar größer war, zeigte *Tridacna* eine eher geringe Abundanz.

Die Korallen-Gattung *Porites* erfüllt perfekt die Nahrungsanforderungen von *Coralliophila*, welche auf kleinpolygige Korallen spezialisiert ist. Daher wird die Beziehung der beiden Gattungen untersucht. Der größte Teil von insgesamt 199 Individuen ($4,13 \pm 0,23(\text{SE})$ Individuen pro m²) zeigte eine Präferenz für die Besiedlung von Korallenrändern und die Akkumulation mehrerer Schnecken. In 5m Wassertiefe wurde aber auch eine relativ große Anzahl von *Coralliophila* mitten auf den Kolonien sitzend beobachtet. Die Anzahl von *Coralliophila* scheint an die Korallenbedeckung durch *Porites* gebunden zu sein und an seichte Zonen im Riff. Aber eine hohe Bedeckung durch die Wirtskoralle zeichnete nicht allein verantwortlich für eine hohe Anzahl an *Coralliophila*. Kleine irregulär geformte Kolonien besitzen einen höheren Anteil an angreifbaren Randflächen für die Schnecken. Am Riffdach, wo Korallen durch eine ständige physikalische Belastung gestresst werden, wurden mehr als die Hälfte der *Porites*-Kolonien parasitiert. Obwohl die Bedeckung durch *Porites* gering war, wurde hier dennoch die zweithöchste Schneckendichte festgestellt.

Die zweite Gattung in dieser Untersuchung, *Tridacna*, benötigt für die Photosynthese ihrer symbiontischen Zooxanthellen ähnliche Bedingungen wie Riff-bildenden Korallen. Von insgesamt 153 Individuen ($0,53 \pm 0,05$ Individuen pro m²) die in allen Transekten gezählt wurden, kamen die wenigsten in 10m Wassertiefe vor. Die höchste gemessene Dichte von *Tridacna* wurde im Naturschutzgebiet "Ras Um el Sid" festgestellt, welches zum Nationalpark "Ras Mohammed" gehört. Die kleinste Anzahl trat am Standort Suliman auf - wo *Coralliophila* im Gegenzug die größte Anzahl besaß. Die Ergebnisse der Größenverteilung von *Tridacna* zeigen, dass eine durchschnittliche Schalenlänge von $6,28 \pm 0,31\text{cm}$ vorliegt und dass es große Unterschiede zwischen Lokalitäten und Wassertiefen gibt. Dennoch konnte festgestellt werden, dass die Schalenlänge tendenziell mit größerer Tiefe zunimmt. Standorte mit durchschnittlich kleineren Schalen lassen auf eine höhere Mortalität schließen.

1 Einleitung

Korallen-dominierte Lebensräume (moderne Riffe) sind extrem nischenreich und beheimaten daher einen Großteil der im Meer vorkommenden Arten (Loya 1972, Yonge 1974, Hughes 1997; Rotjan & Lewis 2008). Besonders die Mollusken zeichnen sich als Besetzer vieler ökologischer Nischen im Riff-assoziierten Hartsubstrat aus (Zuschin et al. 2001).

Doch diese empfindlichen Ökosysteme sind weltweit mit der ansteigenden Bedrohung konfrontiert, welche mit dem Klimawandel und dem immer stärker werdenden menschlichen Einfluss einher geht (Jameson et al. 1999; Risk et al. 2001; Rotjan & Lewis 2008). Der stetige Verfall von Korallenriffen hat zur Folge, dass Habitate verloren gehen und sich die Zusammensetzung von assoziierten Wirbellosengemeinschaften dadurch verändert (Khalaf & Kochzius 2002). Damit hängt auch das Verschwinden charakteristischer Riffbewohner wie *Tridacna* zusammen, die wegen Ihrer Abhängigkeit von Korallenriffen als Lebensraum, als Indikator-Spezies gelten (Yonge 1974).

Störungen die durch den Menschen verursacht werden führen zu einem '*phase shift*', d. h. dass ein vormals vorherrschendes System von Klimax-Arten, durch ein von opportunistischen Arten dominiertes verdrängt wird (Mergner 1981, Hughes 1997). Dies geht auch aus Studien von Khalaf (2002) hervor, die besagen, dass auf Riffabschnitten, die von Störungen beeinflusst sind, Detritivore in höherer Abundanz vorkommen, als auf unbeeinflussten. Ähnliche Beobachtungen ließen sich auch nach Hurricane Allen machen, der großflächig Korallenriffe in Jamaika verwüstete. Korallenbruch und eine hohe Sedimentation führten zu einer starken Mortalität von Korallen und assoziierten Riffbewohnern und die darauffolgende Wiederbesiedlung ging mit einer starken Veränderung der Artengemeinschaft einher (Woodley et al. 1981). Ebenfalls wurde eine höhere Dichte an herbivoren Riffbarschen festgestellt, die von dieser Veränderung profitierten. Die betroffenen Riffe wandelten sich von einem Korallen dominierten hin zu einem von Algen dominierten System (Hughes 1997).

Nur in wenigen Fällen findet die Erholung eines Gebietes so statt, dass die auftretende Artengemeinschaft in Anzahl und Zusammensetzung, die vor der Störung aufgetretene widerspiegelt ('*phase shift reversal*') (Woodley et al. 1981). Viel wahrscheinlicher ist es, dass durch das Auftreten von Opportunisten, wie zum Beispiel schnell wachsenden Algen, der Druck auf die verbleibende ursprüngliche Artengemeinschaft zunimmt und sich Gebiete daher weitgehend und längerfristig verändern (Hughes 1997). Das veränderte Ökosystem hat einen alternativen stabilen Zustand erreicht, und es kann mitunter nicht

reichen äußere Bedingungen, die zu dem *phase shift* geführt haben, wieder auf die vormals vorherrschenden, zurückzusetzen (Nynström et al. 2012).

Auch von einem vermehrten Auftreten von Korallivoren, wird immer öfter im Zusammenhang mit biotisch oder abiotisch verursachten Schäden des Riffs berichtet. Knowlton et al. (1990) beobachteten auf einem Riffabschnitt, welcher durch ein Massenaufreten des korallen-vertilgenden Seesterns *Acanthaster planci* beschädigt wurde, eine auffällig größere Dichte der korallivoren Schnecke *Drupella cornus*, als auf intakten Abschnitten. Brawley und Adey (1982) beobachteten, dass Falterfische mehr Korallengewebe fressen, wenn andere Korallivore, wie zum Beispiel *Coralliophila* spp., vorhanden sind. Im sogenannten CDI (Coral damage index) wird anhand von Korallenbruch ein Vergleich zwischen sehr stark und wenig beeinträchtigten Untersuchungsgebieten durchgeführt, wobei unter anderem das Ausbleiben von Prädation an Korallen als Grund für die Einstufung als unbelastetes Gebiet herangezogen wird (Jameson et al. 1999).

Abgesehen von Krankheiten oder Umwelteinflüssen, gehen also große Schäden und das Verschwinden von Korallengewebe auf Prädation zurück, wodurch das Wachstum und die Überlebensrate von Korallen eingeschränkt werden (Knowlton et al. 1988; Rotjan & Lewis 2008). Es ist außerdem bekannt, dass all diese Effekte zusammenspielen, und einander begünstigen. Rotjan & Lewis (2008) berichten zum Beispiel, von Fällen, wo verschiedene Korallenkrankheiten, durch Korallivore übertragen werden.

Andere Arbeiten, welche sich mit Bioindikatoren beschäftigen, nehmen Vergleiche der Korallendeckung von verschiedenen beeinträchtigten Riffen und die Anzahl der darauf (parasitierenden) Assoziierten vor, oder konzentrieren sich auf das Vorkommen bestimmter Indikatorarten (e.g. Knowlton 1990, Risk et al. 2001, Khalaf & Kochzius 2002, Rotjan & Lewis 2008, Scaps & Denis 2008). Gründe für den Ausbruch einer parasitierenden Art sind wenig erforscht, bringen aber meist die bereits angegriffenen Korallenbestände in Zusammenhang mit der Vermehrung einer oder mehrerer Prädatoren (Knowlton 1990, Schuhmacher 1992, Risk et al. 2001, Scaps & Denis 2008, Schoepf et al. 2010).

Durch Populationsdaten, wie die Individuengröße und Abundanz, soll in der vorliegenden Arbeit mehr über die Beziehung zwischen den Korallen und den zwei vergesellschafteten Taxa, *Tridacna* oder *Coralliophila*, ermittelt werden.

1.1 Das Rote Meer

Die größte biogeographische Provinz der Welt ist der tropische Indo-Pazifik, wozu auch das relativ junge Rote Meer gehört, welches den Nord-Osten Afrikas und die Arabische Halbinsel trennt (Head 1987; Sheppard & Sheppard 1991)

Die Tierwelt des Roten Meeres spiegelt die des Indischen Ozeans wieder, obwohl das Mittelmeer sehr nah ist und sogar eine Verbindung durch den Suezkanal gegeben ist (Head 1987). Wind bläst meist das ganze Jahr hindurch mit einer Stärke von ca. 4 Bft. (20-28km/h); gelegentlich treten Stürme auf (Head 1987). Die Niederschläge im Norden sind nie über 180mm pro Jahr, wodurch relativ wenig Süßwasser im Gegensatz zur hohen Verdunstung nachkommt. Durch die Evaporation entsteht eine hohe Salinität und damit ein Dichteunterschied des Wassers des Roten Meeres und des indischen Ozeans; das führt zu einem oberflächlichen Einströmen von leichterem Wasser aus dem indischen Ozean und einem Ausströmen des schweren und tiefen Wassers aus dem Roten Meer in die Gegenrichtung (Maillard & Soliman 1986). Die oberflächlichen, Wind beeinflussten, Schichten strömen Richtung SSO (Maillard & Soliman 1986).

Die Kombination aus der hohen Temperatur des Tiefenwassers, mit bis zu 20°C, und einer extremen Salinität bis zu 40‰ führt dazu, dass im nördlichen Teil die meisten Taxa weniger divers sind als im restlichen Roten Meer, manche sogar fehlen (Edwards 1987, Head 1987).

1.2 Golf von Aqaba

Der Golf von Aqaba (siehe Abb. 1) ist nur ca. 30km breit, erreicht aber bis zu 1800m Tiefe und ist in seiner Form dem Roten Meer an sich sehr ähnlich; er kann daher wie ein kleines Modell des gesamten Roten Meeres gesehen werden (Head 1987).

Mergner (1981) bringt hier einen wichtigen Gedanken ein, dass umschlossene kleine Meere, feinfühlig auf verschiedene Störungen durch den Menschen, oder Naturkatastrophen reagieren und deren Auswirkungen schneller sichtbar werden, als im offenen Ozean. Er schließt daraus, dass an Riffen in räumlich kleineren Wasserkörpern, so die Ursachen und Effekte von solchen drastischen Veränderungen besser untersucht werden können, auch was die Zusammensetzung der Biozönose angeht.



Abb. 1: Satellitenaufnahme des Roten Meeres, der Pfeil markiert das Untersuchungsgebiet im Golf von Aqaba in Ägypten.

Zu den größten Bedrohungen für Korallenriffe im Golf von Aqaba zählen: die durch den weltweiten Klimawandel verursachten globalen Stressfaktoren Ansauerung und Erwärmung der Ozeane, Korallen-Krankheiten (Mohammed et al. 2012), Nährstoffeintrag (Hughes 1997), urbane und industrielle Verschmutzung (Fishelson 1973, Mergner 1981, Al-Horani et al 2006), Schäden durch Schiffe und (Tauch-)Tourismus (Riegl & Velimirov 1991, Jameson et al. 1999) und Korallivorie (e.g. Hadfield 1976, Schuhmacher 1992, Al-Moghrabi 1997, Schoepf et al. 2010). Starke Bauaktivitäten in Strandnähe, aufgrund von zunehmendem Reichtum als Konsequenz des Rohöl-Handels, erweitern diese Liste (Head

1987, Mergner 1981). Die chronische Belastung einer oder mehrerer genannter Faktoren führt dabei zu schlimmeren Schäden, und weniger Chance auf Erholung eines Riffs, als ein einmaliges kurzfristiges Störungsereignis (Fishelson 1973).

Charakteristisch für den Golf von Aqaba sind Saumriffe. Die hier vorkommenden Mollusken sind von besonderem Interesse, da sie eine Vielzahl von Nischen besetzen, eingeschlossen: Filtrierer, Weidegänger, Detritivoren, Aasfresser und spezialisierte Carnivoren (Head 1987).

Viele Mollusken sind in Ihrer Verbreitung auf seichte Wasserzonen beschränkt, und einige sind direkt und obligat an lebende Korallen gebunden (Hadfield 1976). Eine Reihe von Studien haben sich mit der Zusammensetzung von assoziierten Riffbewohnern oder ökologischen Lebensgemeinschaften von Riffen im Roten Meer befasst (Yonge 1974, Hadfield 1976, Mastaller 1978, Mergner 1981, Taylor & Reid 1984, Zuschin & Piller 1997a, Zuschin et al. 2001).

In dieser Arbeit werden zwei dieser Vertreter herausgegriffen, *Tridacna* spp. (Röding 1798) und *Coralliophila* spp. (Lamarck 1816) und ihr Verteilungsmuster auf verschiedenen Riffabschnitten wird untersucht.

1.3 Ziele dieser Arbeit

Ein Ziel dieser Untersuchung ist es, anhand eines vermehrten oder verminderten Vorkommens dieser Schlüsselgruppen eine Aussage über die Gesundheit eines Riffabschnittes treffen zu können. Wegen der hohen Relevanz ihrer symbiontischen Algen, ist die Muschel *Tridacna* eng an das Habitat von photosynthetisch aktiven Korallen gebunden und es wird daher erwartet, dass ihre Häufigkeit in sauberen, klaren und intakten Riffabschnitten größer ist. Im Gegensatz dazu, wird angenommen, dass die von einer vorangegangenen Schädigung des Riffs profitierende und auf Korallen parasitierende Schnecke *Coralliophila* an jenen Standorten eine höhere Abundanz aufweist, die unter höherer biotischer oder abiotischer Schädigung leiden.

Die Ziele dieser Arbeit sind wie folgt:

- (1) Das Aufzeigen von Unterschieden zwischen verschiedenen beeinflussten Saumriffen im Golf von Aqaba im nördlichen Roten Meer anhand von Verteilungsmustern von Riff-assoziierten Mollusken, Schnecken der Gattung *Coralliophila* und Muscheln der Gattung *Tridacna*.
- (2) Die Erhebung der Abundanz dieser beiden Indikator-Taxa

2 Ökologie der untersuchten Taxa

2.1 *Coralliophila* spp.

Coralliophila spp. aus der Unterfamilie Coralliophilinae (Chenu, 1859), gehört zur großen Gruppe der Muricidae, welche dem Phylum der Neogastropoda zuzuordnen sind (Oliverio 2009). Die Unterfamilie ist weltweit in temperaten und tropischen Meeren verbreitet (Oliverio 2009) und die ihr angehörenden Arten weisen eine sehr unterschiedliche Schalenmorphologie auf. Die meisten Muricidae sind Räuber von Bivalvia oder Cirripedia, aber *Coralliophila* ist bekannt als parasitierender Nahrungsspezialist von *Anthozoa*, meist kleinpolygoniger Steinkorallen (Taylor & Reid 1984, Barco et al. 2010). Assoziationen sind bekannt mit: *Alcyonacea*, *Gorgonacea*, *Antipatharia*, *Actiniaria*, *Corallimorpharia*, *Scleractinia* und *Zoantharia* (Oliverio 2009).

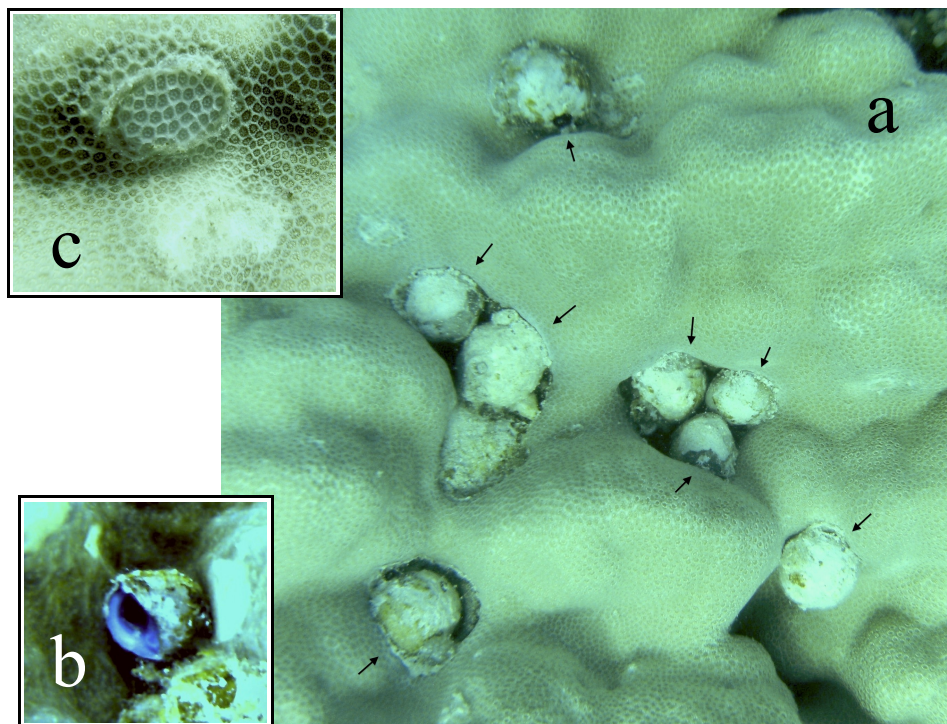


Abb. 2: a) *In-situ* Aufnahmen von *Coralliophila* spp. Die Schnecke hat eine kugelige Schale (niedriger Apex), ohne Stacheln und ist auf Grund ihres sessilen Lebensstils oft mit Algen bedeckt. Daher ist sie im Riff auf ihren Wirtskorallen nicht leicht zu entdecken b) *Coralliophila violacea* (Lamarck, 1816) besitzt eine purpurne Apertur c) nach der Entfernung einer Schnecke von Ihrer Wirtskoralle, wird eine typische Fraßnarbe sichtbar

Ihre parasitische Lebensweise bedingt einige Veränderungen in der Anatomie, welche hauptsächlich die Mundregion betreffen. Da die *Coralliophiliden* generell keine Radula besitzen, verwenden sie ihren verlängerbaren Rüssel um einen Polypen anzubohren bzw. daran zu saugen und ernähren sich von dessen Gewebe und/oder Mageninhalt (Schuhmacher 1992, Oliverio & Mariottini 2001). Das darunter liegende Skelett bleibt unversehrt. Das verletzte Korallengewebe erscheint auf Grund ihrer Fraßaktivität oft pink und geschwollen (Oren et al. 1998), bevor es abstirbt und komplett verschwindet. Dass eine Ausbeutung lebender Polypen stattfindet, wurde bei einigen Sektionen am Magen der Schnecken herausgefunden, die Nematocysten und Zooxanthellen von abundantem Korallengewebe enthielten (Ward 1965 in Hadfield 1976).

Es geht aus der Literatur nicht hervor, ob die Schnecke einen Schutz gegen die Nematocysten besitzt, oder deren Funktion außer Kraft setzen kann. Von Hadfield (1976) beobachtete *Epitonium ulu* (Caenogastropoda), kriechen nur auf dicken Schleimschichten über das Korallengewebe, weil dadurch die Eindringtiefe des Stilettts reduziert oder die Entladung der Nesselzelle an sich verhindert wird. Dieselbe Beobachtung konnte Robertson (1970), an der Schnecke *Drupella*, machen. Es wird angenommen, dass durch akzessorische Speicheldrüsen eine dicke Mucusschicht produziert wird, und ein kutikularisiertes Schild auf dem Proboscis einen Schutz vor den Nesselkapseln bietet. Allerdings besitzt *Coralliophila* keine solchen akzessorischen Speicheldrüsen (Barco et al. 2010). Die Schnecke besitzt aber offenbar eine Vorliebe für bereits geschwächte Korallen (Schuhmacher 1992). Henry & Hart (2005) stellen fest, dass Verteidigungsmechanismen gegen Prädatoren nach einer Verletzung der Koralle oft nicht mehr funktionieren. Rotjan & Lewis (2008) beobachteten, dass Korallen die durch vorangegangene Prädation beeinträchtigt waren, viel zugänglicher für Infektionen, das Überwachsen durch Epiphyten oder weitere Prädation waren und empfiehlt weitere Studien zu Verbindungen zwischen Korallivorie und anderen Stressoren. Dieser Aspekt macht auch ohne Schutzmechanismus, ein Kriechen über lebendes Korallengewebe, und damit die Besiedlung des Zentrums einer Koralle, leicht möglich.

Die am häufigsten vorkommende Art im Golf von Aqaba ist *Coralliophila violacea* (Kiener, 1836) (Schuhmacher 1992). Forschungen von Zuschin et al. (2001) ergaben, dass der Anteil von *Coralliophila violacea* in von *Porites*-dominierten Korallenriffen im Roten Meer, 57% der Mollusken-Gemeinschaft ausmachte. Die Dominanz dieser Art wurde auch bereits zuvor von Taylor & Reid (1984) und A- Moghrabi (1997) beobachtet. Die Dringlichkeit vermehrt an korallenfressenden bzw. parasitierenden Organismen zu

forschen, wird auch von Knowlton et al. (1988) und Rotjan & Lewis (2008) betont, die Korallivorie als einer der Hauptstörfaktoren in der Genesung von Korallen ansehen auf Grund dessen ein Ansteigen der Mortalität verursacht wird.

2.2 *Tridacna* spp.

Riesenmuscheln können Schalenlängen von bis zu 1m erreichen und werden mitunter mehrere Jahrzehnte bis Jahrhunderte alt (Watanabe et al. 2004).

Das nördliche Rote Meer wird als das nördlichste Verbreitungsgebiet der Tridacnidae betrachtet, und die beiden häufigsten lokalen Vertreter sind *Tridacna maxima* (Röding 1798) und *Tridacna squamosa* (Lamarck 1819) (Kilada et al. 1998, Richter et al. 2008).

Tridacnidae haben dieselben Ansprüche an Ihre Umwelt wie Korallen, dies sind: seichte, lichtintensive Standorte und eine hohe Temperatur(von 24-30°C); ca. 30°C sind notwendig, um das Abbläichen zu initiieren (Yonge 1974). Diese Bedingungen werden in den Oberflächenwassern der mittleren Tropen erreicht (Yonge 1974). Dennoch ist eine Besiedlung der Riesenmuschel bis hin zu tieferen benthischen Habitaten möglich (Richter et al. 2008), artspezifisch für *Tridacna maxima* bei etwa 17m, *Tridacna squamosa* bis zu etwa 42m (Jantzen et al. 2008).

Tridacna sp. ernährt sich typischerweise durch Filtration, und durch die Beiprodukte der Photosynthese durch Ihre Zooxanthellen (Hamner 1978).

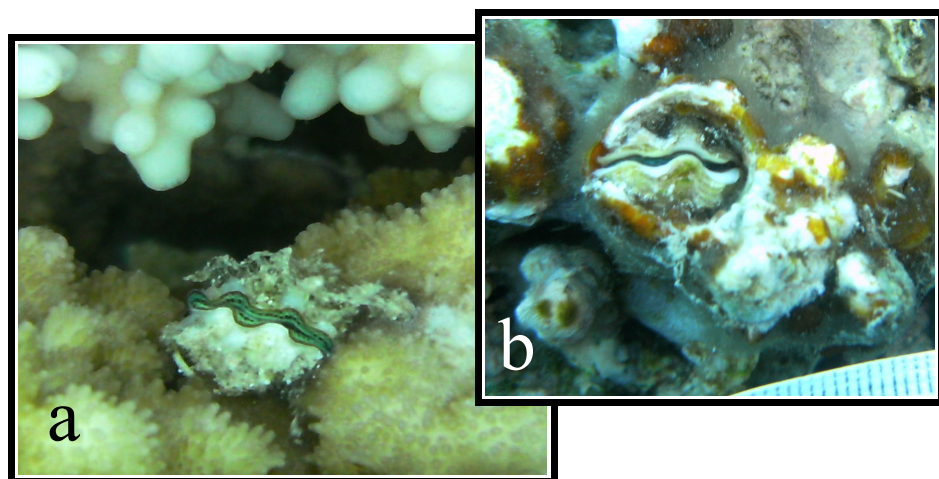


Abb. 3: a) junge *Tridacna* siedeln auf oder zwischen lebenden Korallen, da diese die gleichen Umweltbedingungen benötigen b) bei der Besiedlung wird darauf geachtet, dass die junge Muschel von so vielen

Blickwinkeln wie möglich vor Prädatoren geschützt ist, wie in dieser verlassenen Wohnröhre

Die erste Aufnahme von Zooxanthellen passiert bei ca. 22 Tage alten Juvenilen, wobei dies von Art zu Art variieren kann. Die Zooxanthellen werden in Warzen gesammelt, welche als undurchsichtige Flecken am Mantelrand erscheinen (Jameson et al. 1999), typischerweise dunkelblau, -grün, oder -braun. Damit diese Algen der Gattung *Symbiodinium* möglichst effizient produzieren, werden genügend Licht und Nährstoffe benötigt (Yonge 1974).

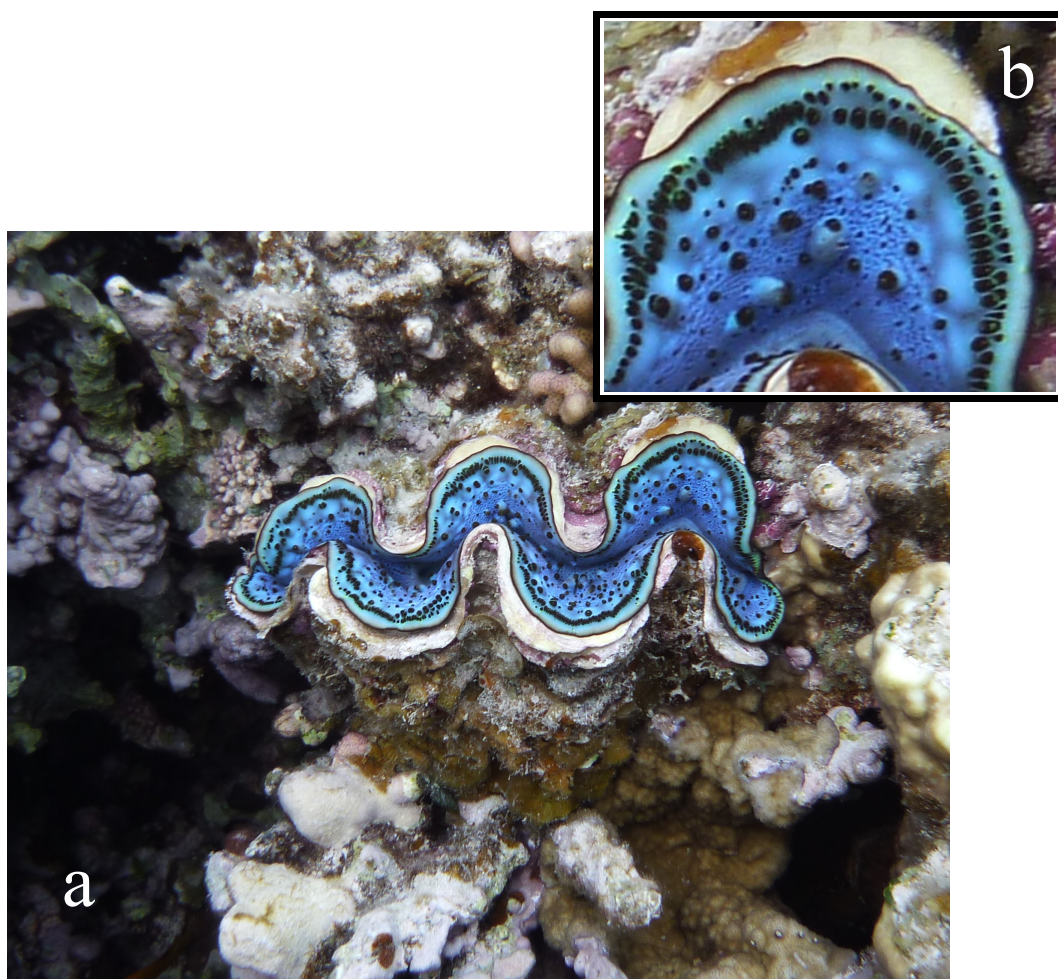


Abb. 4: a) *Tridacna maxima*, das farbige Pigment dient dem Schutz der intensiven Sonneneinstrahlung b) Die dunklen Punkte am Mantelrand beinhalten die Zooxanthellen, und die Lichtsinnesorgane

Die Wachstumsrate von *Tridacna* erhöht sich drastisch mit der Aufnahme der Zooxanthellen (Jameson 1976) und es ist der Grund warum die Muschel fast ausschließlich seichte und lichtdurchflutete Zonen im Riff besiedelt (Zuschin & Piller 1997a). Ausschlaggebend bei der Suche eines geeigneten Substrates ist allerdings auch das Relief des Substrats. Korallenreiche, strukturierte Gebiete schneiden in der Habitatwahl besser ab, da juvenile *Tridacna* sp. thigmotaxisch auf ihr Umfeld reagieren (Jameson 1976). Das heißt, es scheint für die jungen Muscheln sehr wichtig zu sein, dass sie von so vielen Blickwinkeln wie möglich vor Prädatoren geschützt sind (Neo & Todd 2011).

Da dieses Taxon fast ausschließlich mit lebenden Korallen vergesellschaftet ist, tragen aktuelle Daten zu Abundanz und Verbreitung zur Veranschaulichung der derzeitigen Situation um die Korallenriffe und Überfischung im Roten Meer bzw. der Indopazifischen Provinz bei (Kilada et al. 1998, Al-Horani et al 2006, Richter et al. 2008).

3 Material und Methoden

Die Studie wurde von März bis April 2011 im Dahab Marine Research Center (DMRC) im Golf von Aqaba im nördlichen Roten Meer, in und nahe der Stadt Dahab (Ägypten), durchgeführt. Zusätzliche Daten wurden am Riffdach im April 2012 aufgenommen.

3.1 Standorte

Für die Datenaufnahme von *Tridacna* spp. wurden 5 verschiedene Untersuchungsplätze ausgewählt. Standort 1 ist am Rick's Reef (nahe dem Blue Hole), Standort 2 am Napoleon Reef, Standort 3 ist Ras Um El Sid, welcher im Nationalpark Ras Mohammed liegt, Standort 4 ist am Tauchplatz The Islands im sogenannten Pool III und Standort 5, Suliman, ist direkt am Riff vor der Forschungsstation, dem DMRC, gelegen. Als Standort 6 wurde das Riffdach am Napoleon Reef ausgewählt.

Vier Plätze wurden für die Beobachtung von *Coralliophila* spp. gewählt, wobei sich 3 davon mit den bereits genannten überlappen. Das sind die Standorte 4, 5 und 6: The Islands, Suliman und das Riffdach des Napoleon Reef. An diesen drei Standorten konnten die Daten für beide Gattungen jeweils im selben Transekt aufgenommen werden. Standort 7 liegt auf der Außenriff-Seite des Tauchplatzes The Islands.

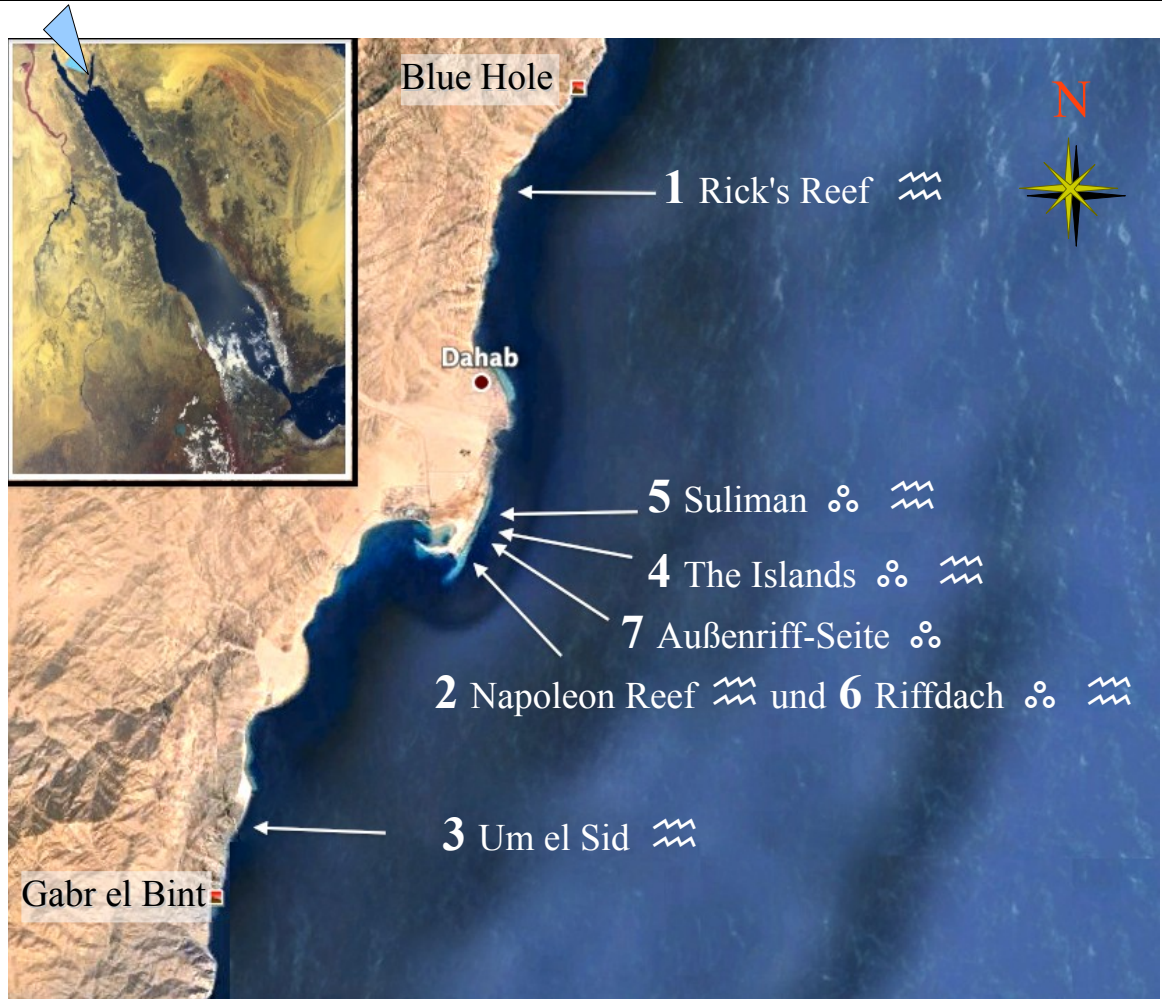


Abb. 5: Google Earth-Aufnahme des Untersuchungsgebietes, im Raum der Stadt Dahab (Ägypten) im Golf von Aqaba, *Tridacna* (🐚) wurde an Standorten 1-6 aufgenommen, *Coralliophila* (🐚) an Standorten 4-7

Standort 1:

Rick's Reef: es ist der nördlichste aller Standorte, welcher in der Nähe des beliebten Tauchplatzes „Blue Hole“ liegt. Das Riff fällt hier etappenweise in die Tiefe ab, wobei bis ca 15m ein Steilhang etabliert ist, der dann stark abflacht und durch ein Patch-Reef auf Sand unterbrochen ist, danach wieder etwas steiler abfällt wobei sich die

Korallendeckung wieder erhöht. Wind und Wellen treffen ungehindert auf das Riff auf. Es ist ein beliebter Tauchspot, aber moderat frequentiert.

Standort 2:

Das **Napoleon Reef** liegt in der Nähe der Dahab Blue Lagoon und stellt den äußersten Teil einer lang gezogenen Riffwand dar. Durch sein ausgedehntes Riffdach, ist der Steilhang schwer zugänglich, und wird daher eher selten von Tauchern besucht. Wind und Wellen treffen ungehindert auf das Riff auf und es treten stellenweise umgefallene *Acropora*-Tischkorallen auf.

Standort 3:

Ras **Um el Sid** ist ein beliebter Tauchplatz im Naturschutzgebiet Ras Mohammed, welcher viele frequentierte Tauchrouten beinhaltet. Obwohl der anthropogene Einfluss, trotz der Klassifizierung als Naturschutzgebiet, hier nicht ganz ausbleibt, stellt dennoch dieser Standort den naturbelassensten von allen gewählten dar.

Standort 4:

The Islands ist durch zwei Riffkörper geschützt, die dem eigentlichen Riff vorgelagert sind, und so Wind und Wellen auf ein Mindestmaß reduzieren. Vor den Riffkörpern erstreckt sich erneut ein Patch-Reef auf Sandboden, wobei auch Seegraswiesen mitunter vorkommen. Das eigentliche Riff ist besonders im seichten Bereich charakterisiert durch große *Acropora*-Tischkorallen, durchsetzt mit *Millepora dichotoma* und *Millepora platyphylla*, sowie *Porites*-Blöcken (Kleemann pers. obs.). Der Riffhang reicht gerade bis 10 Meter hinunter, danach erstreckt sich eine Fläche die mit Sandboden bedeckt ist. Dieser „Bassin“ wird als Pool III bezeichnet. Bei den gelegentlich auftretenden Stürmen kann wie bei allen anderen Standorten, trotz der schützenden Riffkörper, dadurch eine mehr oder weniger starke Trübung des Wassers auftreten. Korallen in 10m Wassertiefe sind einer stetigen Sedimentation ausgesetzt. The Islands sind besonders wegen ihrer guten Erreichbarkeit, einfachen Betauchbarkeit auch bei harschen Konditionen und einem Korallen-Labyrinth, welches sich zwischen den Pools und den Riffkörpern erstreckt, ein beliebter Tauchspot.

Standort 5:

Suliman ist dem Standort The Islands sehr nah, besitzt aber keine vorgelagerten Riffkörper und ist daher ungeschützt vor Wind und Wellen. Das Riff erstreckt sich bis in etwa 15-20m Tiefe und es folgt ebenfalls ein Patch-Reef auf Sandboden. Das Riffdach erstreckt sich relativ weit, ist aber nicht so ausgedehnt wie jenes am Napoleon Reef. Die

seichten Zonen des Riffhangs sind wieder durch *Acropora* und *Millepora*-Gemeinschaften charakterisiert. Im darunter liegenden Bereich treten teils größere *Porites*-Böcke auf. In der Nähe des Riffes liegt eine Abwasserleitung der umliegenden Hotel-Anlagen.

Standort 6:

Das einzige mit einbezogene **Riffdach**, ist jenes **des Napoleon Reef**. Es erstreckt sich ungefähr 100m weit von der Riffkante weg bis zum Strand. Der diurnale Tidenhub beträgt etwa 0,7m. Der Wasserstand ist bei Ebbe an manchen Tagen sehr niedrig, und durch Sonneneinstrahlung und eine hohe Wellenenergie ist der Bereich einer großen physikalischen Belastung ausgesetzt. Das Phänomen des Coral Bleaching trifft einige hier etablierte Korallen-Kolonien. Das Korallenvorkommen schnellwachsender Arten ist in diesem Bereich manifestiert, vor allen Dingen sind es *Stylophora-Pocillopora-Acropora*-Gemeinschaften, die dominieren. Das Napoleon Reef wurde in die Datenaufnahme miteinbezogen, um Unterschiede in den Häufigkeitsmustern oder Größenverteilungen, zwischen dem Riffhang und dem Brandungsbereich festzustellen.

Standort 7:

Die **Außenriff-Seite von The Islands** weist einen Riffhang auf, der bis zu 20-30m abfällt. Einzelne Riffkörper stehen oft säulenartig vor diesem Hang und sind nicht selten von *Porites* oder *Montipora* bewachsen. Wind und Wellen treffen ungehindert auf das Riff. Die Korallen-Gemeinschaft ist vergleichbar der von Suliman und The Islands Pool III. Taucher bleiben eher im benachbarten farbenfrohen Labyrinth von The Islands, wodurch sich der Korallenbruch fast ausschließlich auf durch Wellenenergie verursachte Schäden beschränkt.

3.2 Datenaufnahme

Eine Serie von Leinentransekten wurde an Riffhängen mit lebenden Korallen durchgeführt, in den Wassertiefen 2, 5 und 10m, welche jeweils parallel zueinander, zur Küste und zur Riffkante orientiert waren. Die Transekte des Riffdaches wurden von der Riffkante ausgehend gelegt und befanden sich zu ihr in 5, 10 und 15m Entfernung, ebenfalls parallel zueinander.

Jedes Transekt umfasste 16 Quadrate. Ein 1m x 1m Aluminiumrahmen mit Gewichten und durch eine Neonleine in Viertel unterteilt, wurde dazu entlang eines 50m Maßbandes gelegt.

Ein einzelnes Transekt für *Tridacna* resultierte in einer Fläche von 16m². Dazu wurde der Rahmen zu 1m² entlang der maximalen Ausdehnung der 50m Transektleine, auf vorher determinierten cm-Markierungen, 16 mal aufgelegt. Für die Aufnahme der *Coralliophila* wurde jeweils der erste ¼ m² des oben beschriebenen Rahmens und dieselben Markierungen verwendet, sodass ebenfalls 16 Quadrate pro Transekt resultierten, mit einer Gesamtfläche von 4m². Exakt gleich wurden die Transekte des Riffdaches durchgeführt. Die Aufnahme der Daten war hier allerdings stark wetterabhängig und nur bei Windstille oder geringem Wellenhub möglich.

Landmarken wie zum Beispiel ein großer hervorstehender Block, wurden an jedem Riff als Ausgangspunkt gewählt, um für einen besseren Vergleich, für jedes Transekt an einem Standort denselben Start- und Endpunkt zu erhalten.

Durch die Zusammenarbeit von 2 Tauchern, konnten beide Gattungsaufnahmen pro Wassertiefe in der Zeit eines Tauchgangs von ca. 1 Stunde aufgenommen werden. Während beide Taucher die Beobachtungen desselben Quadrates gemeinsam durchführten, wurden die anderen Aufgaben aufgeteilt. Die Aufnahme der Notizen und Fotografien wurde vom ersten Taucher, die Größenmessungen der Tiere vom zweiten übernommen.

Korallen der Gattung *Montipora*, *Porites* und *Goniopora* wurden laut der vorigen Literaturrecherche als Wirtskorallen identifiziert (Al-Moghrabi 1997, Kleemann pers. comm.). Die Form, Länge und Breite jeder Koralle wurde notiert, wobei bei größeren Exemplaren nur jener Teil innerhalb des Rahmens (¼ m²) vermessen wurde, auf 1cm genau. Korallen wurden in situ auf Gattungsniveau bestimmt, zusätzlich wurden Bilder mit einer Unterwasserkamera angefertigt, um dies in der späteren Analyse zu verifizieren. Da Korallen erst ab einer gewissen Größe von ca. 10 cm Durchmesser gut bestimmt werden können, wurden kleinere Kolonien nicht berücksichtigt. Individuen von *Coralliophila* spp, falls auf einer Wirtskoralle vorhanden, wurden gezählt und in zwei Größenklassen eingeteilt; Exemplare von 0-1cm wurden als juvenil und >1cm als adult eingestuft. Diese Einteilung wurde nach dem Vorbild von *Drupella cornus* in Schoepf et al. (2010) durchgeführt. Einer Kolonie zugeordnet, wurden alle Individuen welche am Rand, oder direkt auf dem lebenden Gewebe dieser Koralle vorgefunden wurden. Insgesamt stehen 9 Transekte in den Tiefen 2, 5, und 10m und an drei verschiedenen Standorten gegenüber 3 Transekten des Riffdaches.

Jedes Individuum von *Tridacna* spp., das sich mit mindestens 50% des Körperrumfangs innerhalb des Quadrats befand, wurde notiert und vermessen. Dabei wurde die Schalenlänge und- breite mit einer Schublehre, einem Zollstock oder Maßband zur

nächsten 0,5cm Marke vermessen. Außerdem wurden, bis auf wenige Ausnahmen, alle Tiere mit einer Unterwasserkamera (Sealife DC800 oder Panasonic DMC-FX40) in situ fotografiert. Einige Leerschalen im Untersuchungsgebiet wurden für spätere Analysen an Land gesammelt. Hierbei wurden die Tiere vermessen und bestimmt (Oliver 1992). Insgesamt stehen 15 Transekte in den Tiefen 2, 5, und 10m und an fünf verschiedenen Standorten, 3 Transekten des Riffdaches gegenüber.

Das Verhalten einer adulten *Coralliophila* von ca. 3cm wurde über einige Tage beobachtet. Ein sphärischer Korallenblock von etwa 30cm Durchmesser, welcher bis auf eine kahle Fläche an der Oberseite von *Porites* überwachsen war, wurde in einem Kübel beobachtet. Das Wasser wurde 2x täglich erneuert und die Schnecke wurde, ähnlich dem Replacement-Experiment von Miller (2001), einmal täglich auf dem Korallenblock versetzt.

3.3 Auswertung

Für die Analyse der aufgenommenen Rohdaten wurde das Programm OpenOffice.org Calc verwendet.

Die Daten wurden nach Standorten und den jeweiligen Wassertiefen für *Coralliophila* und *Tridacna* eingeteilt. Anschließend wurden die Abundanzaufnahmen für *Coralliophila*, *Tridacna* und *Porites* gemittelt und auf 1m² berechnet bzw. hochgerechnet. Für die Berechnung der mittleren Individuenzahl pro m² wurden zuerst die Einzelindividuen summiert und dann durch die Anzahl der Quadrate (konstant 16) und Transekte dividiert.

Als Whisker für die Graphiken wurde der Standardfehler(SE), als Varianz des arithmetischen Mittels, berechnet.

Für die Berechnung der Bedeckung durch *Porites* wurden die Flächen je *Porites*-Kolonie aus dem Produkt von Längen- und Breiten-Messungen gebildet, zu einer Gesamtfläche summiert und als Mittel pro m² angegeben.

Für die Ermittlung der Besiedelung durch *Coralliophila* in Abhängigkeit von der Korallengröße wurde die Anzahl vorhandener Schnecken pro *Porites*-Kolonie erhoben. Die Größe der Kolonien wurde wieder durch die Produkte der Längen- und Breiten-Messungen bestimmt, und auf m² umgerechnet und durch die Anzahl der Quadrate dividiert. Eine Regression wurde durchgeführt, um den Zusammenhang zwischen der Koloniegröße und der Besiedlungsdichte von *Coralliophila* zu sehen.

Die mittlere Größe von *Tridacna* wurde erhoben, indem zuerst die Schalenlänge (größte Ausdehnung von anterior nach posterior) jeder Muschel auf 0,5 cm genau vermessen

wurde. Die Daten der Schalenlängen von *Tridacna* wurden dann als Mittelwert $\pm$ Standardfehler(SE) angegeben.

4 Ergebnisse

4.1 Verteilungsmuster von *Coralliophila* spp.

Insgesamt wurden an allen Standorten 199 *Coralliophila* spp. gefunden, mit einer mittleren Dichte von $4,13 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,23)$, davon waren 123 adulte und 76 juvenile.

Bis auf drei Exemplare wurden alle *Coralliophila* spp. auf *Porites* spp. gefunden; von den drei Schnecken, die nicht mit *Porites* assoziiert waren, wurde eine auf *Psammocora* und eine auf einer Koralle der Gattung *Montipora* verzeichnet. Die dritte befand sich auf steinigem Untergrund ohne Wirtskoralle.

Die Verteilung von *Coralliophila* spp. zeigt Unterschiede hinsichtlich der verschiedenen Untersuchungsgebiete. Die größte Anzahl bot sich am Suliman Reef mit 102 Individuen gesamt oder $8,5 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,72)$ (siehe Abb. 6). Sowohl juvenile mit $3,4 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,31)$, als auch adulte Schnecken mit $5,1 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,47)$, waren hier am häufigsten. Die Häufigkeiten an den übrigen Standorten war ähnlich: Bei The Islands $2,8 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,37)$, an der Außenriff-Seite von The Islands wurden $3,3 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,36)$ und am Riffdach am Napoleon Reef $2,0 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,2)$ gezählt. Insgesamt wurden mehr adulte Tiere als juvenile vorgefunden. Am wenigsten juvenile (insgesamt 5 Individuen oder $0,42 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,04)$), traten am Riffdach des Napoleon Reef auf.

Im Besiedlungsverhalten (am Rand oder mittig auf der Koralle sitzend) zeigten sich keine Unterschiede zwischen adulten und juvenilen *Coralliophila*, aber sehr wohl zwischen den Standorten (siehe Abb. 6). Die meisten Tiere welche direkt aufsitzend auf lebendem Korallengewebe vorgefunden wurden, befanden sich am Suliman-Reef, adult: $0,9 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,1)$, juvenil: $0,8 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,83)$ und an der Außenriff-Seite von The Islands adult: $1,2 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,19)$, juvenil; $0,8 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,1)$. Herausstechend ist jenes Ergebnis am Standort The Islands, an welchem alle Schnecken am Rand der Kolonien siedelten und keine direkt darauf zu finden war.

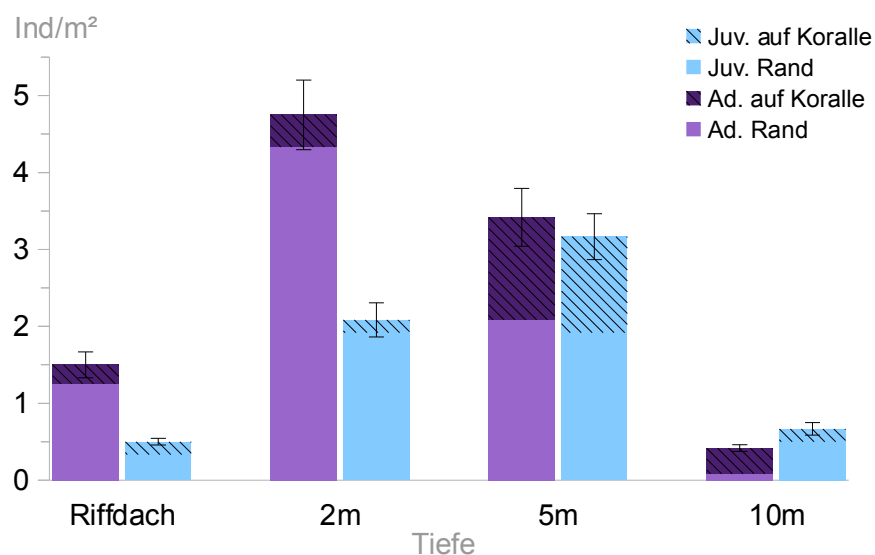
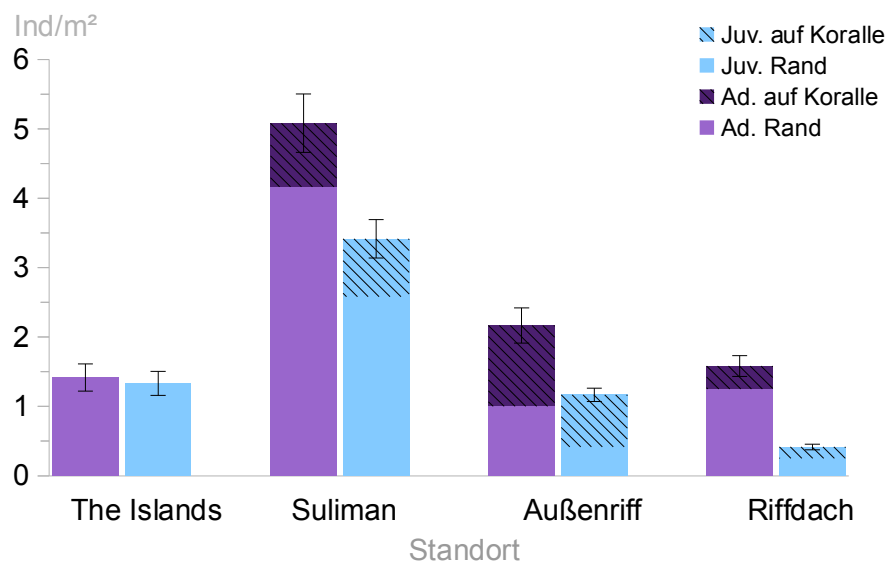


Abb. 6 und 7 : Individuen pro m^2 dargestellt, aufgegliedert nach juvenilen (=Juv.) und adulten (=Ad.) Tieren, inklusive Whisker (SE). Schraffierte Teile der Säulen zeigen den Anteil jener Schnecken, welcher inmitten einer Korallenkolonie (=auf Koralle) vorgefunden wurde. Alle übrigen befanden sich am Rand (=Rand) der Kolonie. Abb. 6: alle Tiefen bzw. Abstände nach Standorten unterteilt, Abb. 7: die Tiefenzonierung über alle Standorte

Im Tiefenvergleich zeigt sich, dass auch in allen Wassertiefen eine Präferenz von *Coralliophila* für das Parasitieren an Korallenrändern besteht (siehe Abb. 7). Schnecken welche direkt auf lebendem Korallengewebe vorgefunden wurden, waren besonders häufig in den Transekten in 5m Tiefe: adult 1,3 Individuen $\text{m}^{-2} \pm \text{SE}(0,38)$, juvenil 1,3 Individuen $\text{m}^{-2} \pm \text{SE}(0,3)$.

Die größte Anzahl an *Coralliophila* trat in den zusammengefassten Transekten in 2m Wassertiefe, mit 82 Individuen oder 6,8 Individuen $\text{m}^{-2} \pm \text{SE}(0,61)$, auf. Dicht gefolgt von den Transekten in 5m Tiefe mit 6,6 Individuen $\text{m}^{-2} \pm \text{SE}(0,64)$. Im Vergleich dazu ist die Besiedlung am Riffdach, mit 2,0 Individuen m^{-2} , eher gering. Das Vorkommen der Schnecken dünnt aber in 10m Wassertiefe noch weiter aus, wo nur noch 1/6 der Anzahl aus 2m Tiefe, 1,1 Individuen $\text{m}^{-2} \pm \text{SE}(0,09)$, auftritt.

Die, in Summe, größte Fläche an verfügbaren Wirtskorallen der Gattung *Porites* befand sich an den untersuchten Tauchplätzen auf 5m Tiefe. Der mittlere Grad der Bedeckung von *Porites* pro m^2 liegt in den drei Transekten in 5m Tiefe, The Islands, Suliman und Außenriff von The Islands, bei 14,67% (siehe Abb. 8). Auf 2m sind es nur noch 11,29%, auf 10m 10,56% und am Riffdach sinkt der Wert drastisch auf 2,63%.

Die Standorte zeigen ebenfalls einen unterschiedlichen Grad der Bedeckung. Die meiste Bedeckung weist Suliman auf, mit durchschnittlich 19,72% *Porites* pro m^2 .

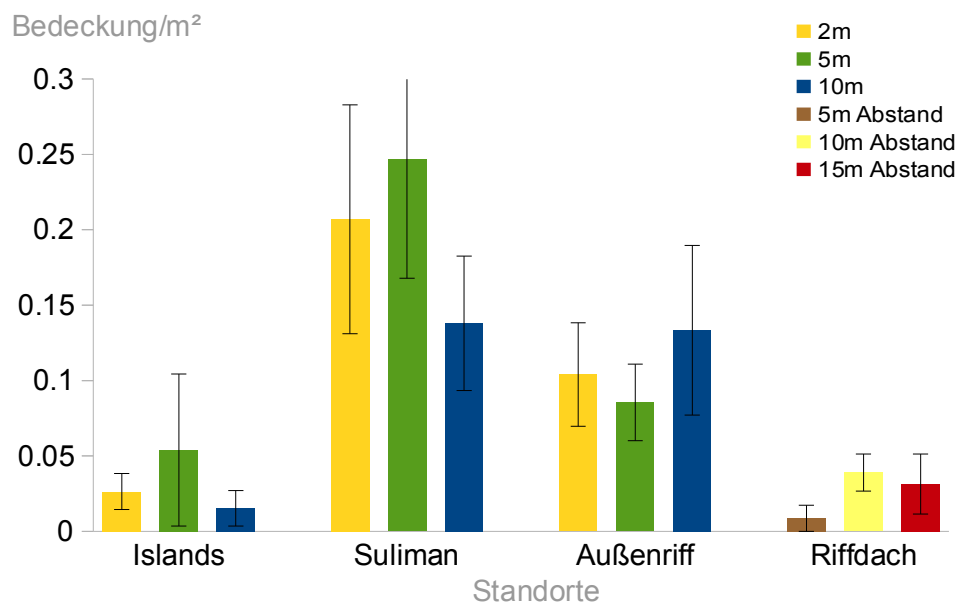


Abb. 8: Dargestellt ist die mittlere Bedeckung pro m^2 der Wirtskoralle *Porites*, nach Standorten und Wassertiefen unterteilt. Die Whisker zeigen den Standardfehler.

Bezugnehmend auf die verfügbare Fläche an *Porites*, gab es Unterschiede in der Siedlungsdichte von *Coralliophila* spp. An der Außenriff-Seite von The Islands waren 40% der vorhandenen *Porites*-Kolonien von zumindest einer Schnecke befallen. Die mittlere Deckung von *Porites* beträgt hier $0,12\text{m}^2 \pm \text{SE}(0,03)$. Ebenfalls ein Befall von 40% der Kolonien wies der Standort The Islands auf, bei einer viel geringeren Deckung durch *Porites* von $0,03\text{m}^2 \pm \text{SE}(0,2)$. Am Wellen-exponierten Riffdach wurden immerhin 57% der vorhandenen Wirtskorallen befallen, wobei die mittlere Deckung hier auch nur $0,03\text{m}^2 \pm \text{SE}(0,01)$ beträgt. Der höchste Wert wird am Suliman Reef mit fast 60% erreicht, welcher jedoch auch die höchste Bedeckung durch *Porites* von $0,20\text{m}^2 \pm \text{SE}(0,04)$ aufweist.

Tabelle 1: die erste Spalte enthält die Summen der Flächen aller im Transekt wachsenden *Porites*-Kolonien; die zweite Spalte die mittlere prozentuelle Deckung pro m^2 ; und die dritte und vierte Spalte die mittlere Anzahl der Kolonien und von *Coralliophila* pro m^2

	Tiefe	Porites cm^2	% pro m^2	Kolonien/ m^2	<i>Coralliophila</i> / m^2
Islands	2m	743	1.86%	1.5	6.5
	5m	2157	5.39%	0.5	1.75
	10m	610	1.53%	0.5	0
Suliman	2m	8280	20.70%	2	11.25
	5m	12032	30.08%	3.5	11.75
	10m	5521	13.80%	3	2.5
Außenriff	2m	4162	10.41%	2.5	2.75
	5m	3420	8.55%	3.25	6.25
	10m	6546	13.35%	5	0.75
Riffdach	5m	345	0.86%	0.25	0
	10m	1560	3.90%	2.5	3.75
	15m	1254	3.14%	0.75	2.25

Die größte Anzahl an *Porites*-Kolonien, wurde über alle Standorte betrachtet in 10m Wassertiefe vorgefunden, mit 44 Kolonien oder $3,7 \text{ Individuen } \text{m}^{-2} \pm \text{SE}(0,14)$. Diese nahmen eine durchschnittliche Fläche von $0,11 \text{ m}^2 \pm \text{SE}(0,03)$ ein. Das Transekt in 10m Tiefe welches an der Außenriff-Seite von The Islands ausgewertet wurde, umfasst mit 20 Kolonien oder $5 \text{ Individuen } \text{m}^{-2} \pm \text{SE}(0,29)$ die meisten *Porites*-Kolonien über alle Standorte und Wassertiefen hinweg. Die Bedeckung durch *Porites* ist mit $0,13 \text{ m}^2 \pm$

SE(0,06) im Mittelfeld des Untersuchungsgebietes.

Dennoch ist die Besiedelungsrate durch *Coralliophila* sp. mit durchschnittlich 0,75 Individuen $m^{-2} \pm SE(0,1)$ hier eine der geringsten (siehe Tabelle 1 und Abb. 9).

Am Riffdach des Napoleon Reef waren im Mittel 1,2 *Porites*-Kolonien $m^{-2} \pm SE(0,08)$, mit einer mittleren Bedeckung von $0,03m^2 \pm SE(0,01)$ und einer Schneckendichte von $2,0m^{-2} \pm SE(0,2)$, vorhanden. Durchschnittlich 2,75 Individuen $m^{-2} \pm SE(0,37)$ waren bei The Islands, bei einer mittleren Korallendeckung von ebenfalls $0,03m^2 \pm SE(0,2)$, vorhanden. Im Vergleich dazu ist die auftretende Individuenzahl von *Coralliophila* an der Außenriff-Seite von The Islands mit 3,25 Individuen $m^{-2} \pm SE(0,36)$, bei einer größeren mittleren Bedeckung von $0,12m^2 \pm SE(0,03)$ und durchschnittlich 20 *Porites*-Kolonien m^{-2} , gering. Bei Suliman kommen auf $0,15m^2 \pm SE(0,04)$ Bedeckung durch *Porites* 8,5 Schnecken $m^{-2} \pm SE(0,72)$.

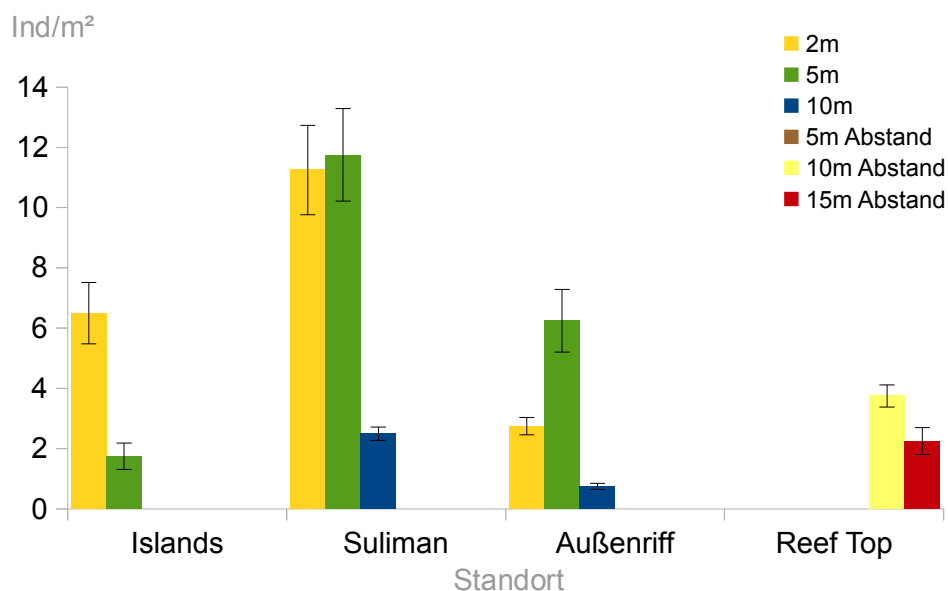


Abb. 9: dargestellt ist die mittlere Verteilung von *Coralliophila* nach Tiefen je Standorte unterteilt. Die Whisker kennzeichnen den Bereich des Standardfehlers.

Die Verteilung von *Coralliophila* ist an den verschiedenen Standorten und Wassertiefen sehr unterschiedlich (siehe Abb. 9). Während am stark besiedelten Sulimanriff etwa gleich viele Schnecken auf 5m wie auf 2m auftreten, ist das Verhältnis bei The Islands stark verschoben in Richtung des Transekts in 2m Wassertiefe, und im Gegensatz dazu in

Richtung des Transekts in 5m Wassertiefe am Standort 7 der Außenriff-Seite von The Islands. Am Riffdach sind mehr Schnecken im Abstand von 10m zur Riffkante vorhanden, als im Abstand von 15m und es ist ein generelles Fehlen von *Coralliophila* im Abstand von 5m auffällig. Dies spiegelt ebenfalls das Verteilungsmuster an verfügbaren Wirtskorallen der Gattung *Porites* wieder mit einer mittleren Bedeckung von 4% im Abstand von 10m, 3% im Abstand von 15m und weniger als 1% im Abstand von 5m.

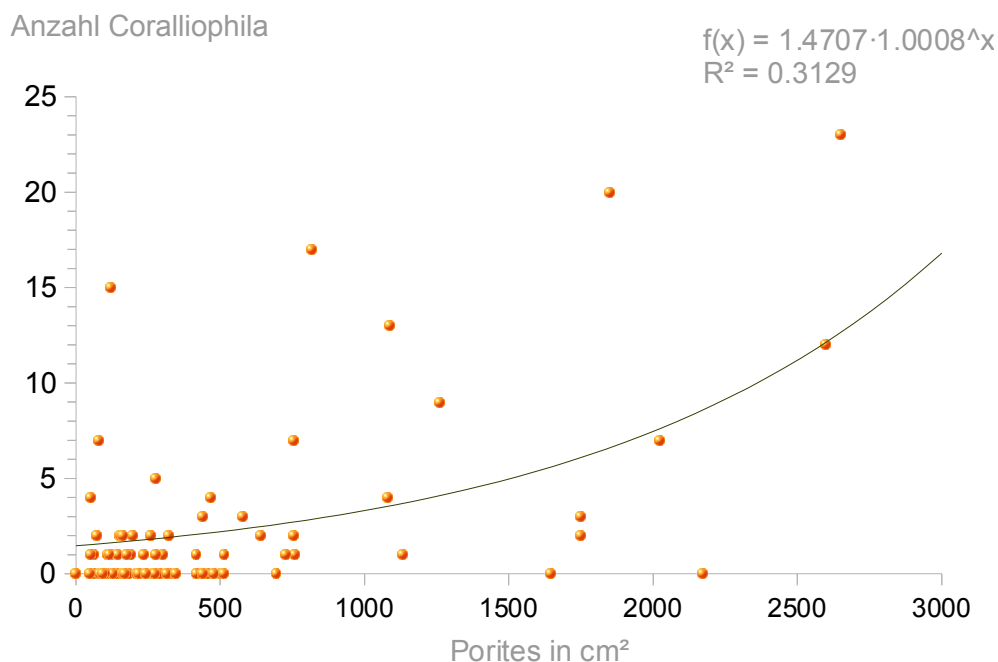


Abb. 10: Besiedlung durch *Coralliophila* in Abhängigkeit der Koloniegröße einer Wirtskoralle. Eine exponentielle Regressionskurve stellt den Zusammenhang der Einzelwerte dar.

Abgesehen von der Fläche die *Porites* pro m² durchschnittlich einnimmt, wurde die Abhängigkeit der Besiedlungsdichte von der Größe einer Kolonie untersucht.

Tendenziell nimmt die Anzahl der Schnecken mit der Koloniegröße zu. Aufgrund der starken Streuung der Einzelwerte liegt allerdings nur ein schwacher Zusammenhang vor.

4.2 *Tridacna* spp.

Insgesamt wurden *in situ* 153 *Tridacna* spp., auf einer Fläche von 288m² gezählt, das entspricht einem Mittelwert von 0,53 Individuen m⁻² $\pm$ SE(0,05).

Alle Transekte des Riffdachs wiesen eine höhere Abundanz auf, als jene am Riffhang. Die meisten Individuen traten im Abstand von 15m zur Riffkante auf und die mittlere Anzahl 2,75 Individuen m⁻² $\pm$ SE(0,54) ist mehr als doppelt so hoch als im Abstand von 5m, 1,19 $\pm$ SE(0,31) und 10m 0,81 Individuen m⁻² $\pm$ SE(0,21).

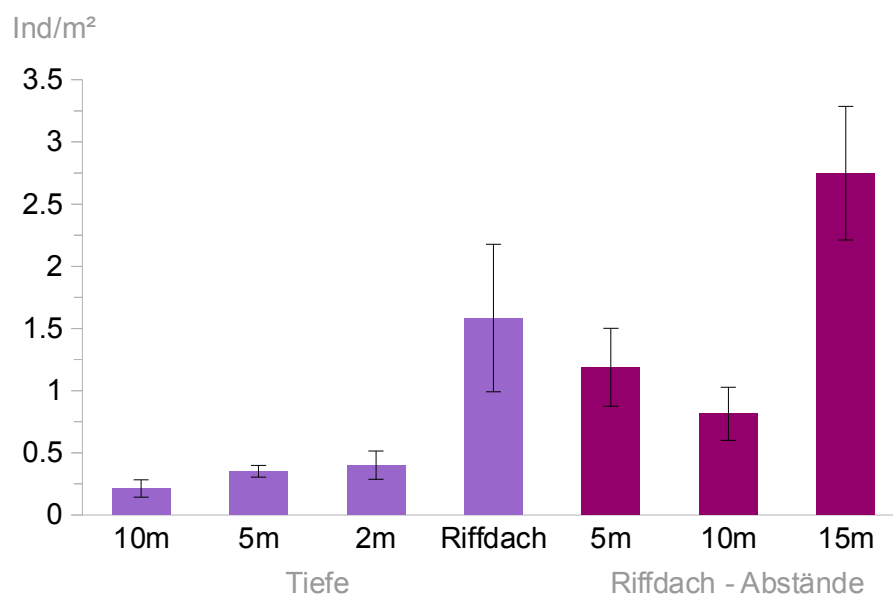


Abb. 11: Dargestellt wird die mittlere Verteilung, inklusive Whisker (SE) von *Tridacna* spp. pro m² links nach Wassertiefen, rechts nach Abständen zur Riffkante am Riffdach des Napoleon Reef.

Durchschnittlich ist die Anzahl von *Tridacna* in 2m Wassertiefe größer, als in 5m oder 10m (siehe Abb. 11). Allerdings ist bei Betrachtung des Tiefenprofils der einzelnen Standorte, nur in Um el Sid die Individuenzahl in 2m Tiefe, mit 0,81 Individuen m⁻² $\pm$ SE(0,26), wirklich klar erkennbar am größten (siehe Abb. 12). Bei Rick's Reef und The Islands sind die Transekte in 5m Wassertiefe jeweils am stärksten besiedelt, 0,5 $\pm$ SE(0,16) und 0,38 $\pm$ SE(0,15) Individuen m⁻², unterscheiden sich aber minimal von denen in 2m Tiefe 0,44 $\pm$ SE(0,2) und 0,31 $\pm$ SE(0,15) Individuen m⁻². Suliman sticht mit einer niedrigen mittleren Anzahl an *Tridacna*, mit je 0,13 Individuen m⁻² $\pm$ SE(0,09)

sowohl in 2m als auch in 10m Tiefe, heraus, und hier wurden ebenfalls in 5m Wassertiefe die meisten Muscheln, $0,25 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,14)$, gezählt. Zwischen den Transekten des Napoleon Reef sind kaum Unterschiede im Verteilungsmuster der Wassertiefen 2, 5 und 10m aufgetreten: $0,31, 0,25$ und $0,31 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,15; 0,19 \text{ und } 0,18)$.

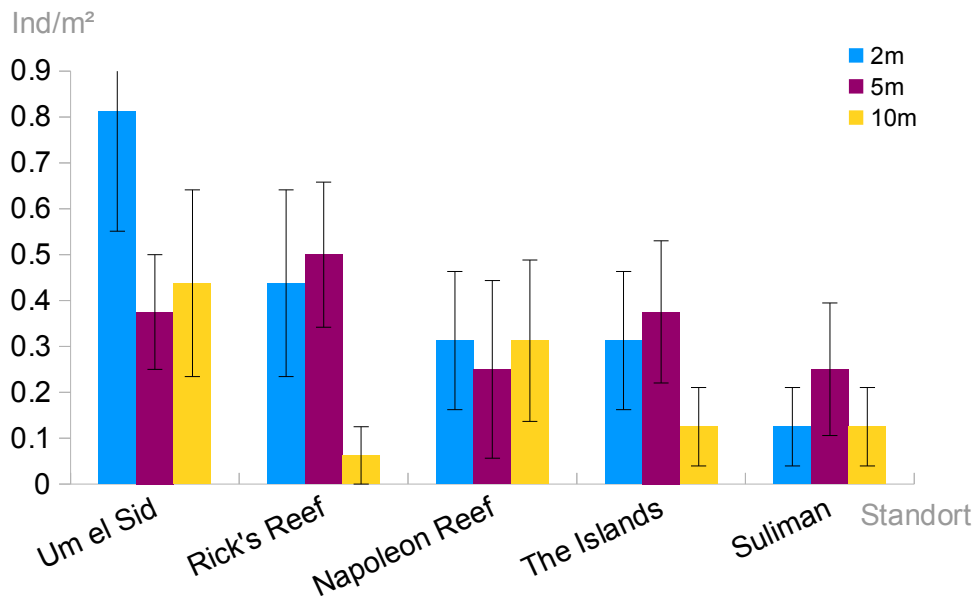


Abb. 12: gezeigt wird die mittlere Verteilung von *Tridacna* spp. nach Tiefen je Standort, inklusive Whisker (SE)

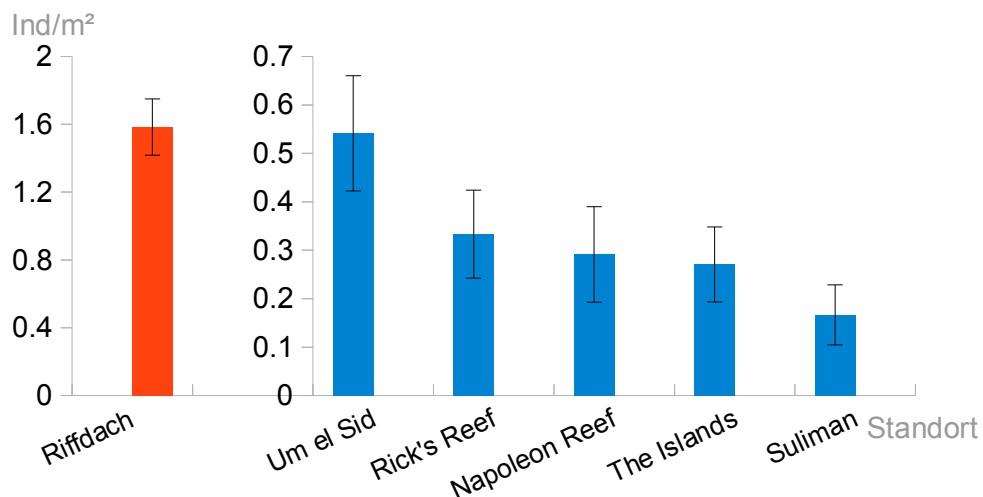


Abb. 13: mittlere Besiedlungsdichte pro m^2 von *Tridacna* spp. nach Standorten; die Wassertiefen wurden zusammengefasst, inklusive Whisker (SE). Die linke Säule zeigt die Dichte am Rifdach, mit veränderter Skalierung der y-Achse.

Vergleicht man die Standorte untereinander, wie zuvor schon im Tiefenvergleich über alle Standorte, zeigt sich ein Trend hin zu einem Absinken der Anzahl von *Tridacna* spp. vom Riffdach, mit $1,58 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,17)$, zum Rifffhang (Abb. 12, 13).

Die Transekte des Rifffhangs im Naturschutzgebiet Um el Sid wiesen eine höhere mittlere Anzahl der Muscheln auf, mit $0,54 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,12)$, als alle anderen Standorte.

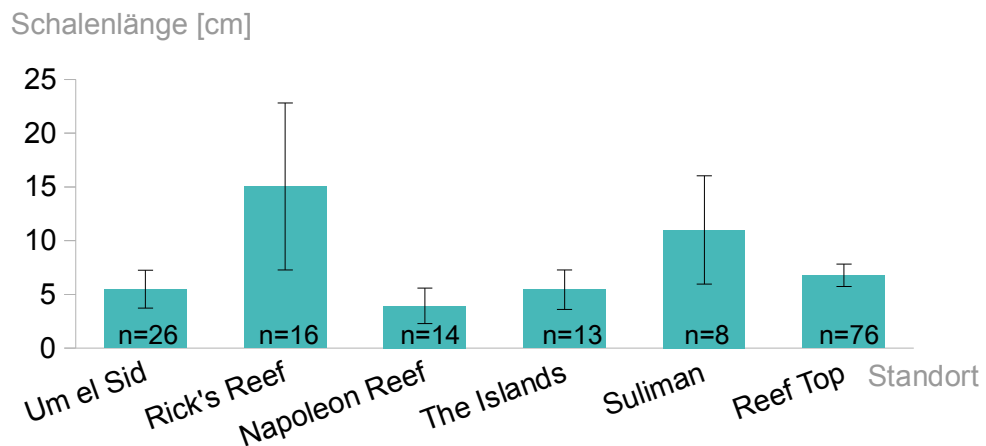


Abb. 14: dargestellt ist die Größenverteilung von *Tridacna* spp., anhand der mittleren Schalenlänge, inklusive Whisker (SE), die Tiefen je Standort wurden zusammengefasst. Die Zahlen in den Säulen stellen die Stichprobengröße (n) dar.

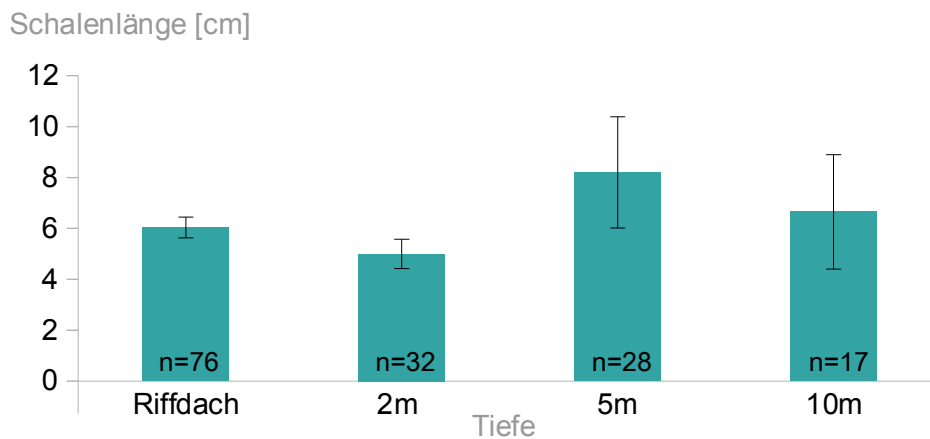


Abb. 15: Die Größenverteilung von *Tridacna* spp. anhand der mittleren Schalenlängen, inklusive Whisker (SE). Die Standorte je Wassertiefe wurden zusammengefasst. Die Zahlen in den Säulen stellen die Stichprobengröße (n) dar.

Ebenfalls unterschiedlich sind die durchschnittlichen Schalenlängen der gewählten Standorte. Es fällt auf, dass besonders am Rick's Reef die mittlere Schalenlänge von *Tridacna* mit 15cm sehr hoch ist, ebenso aber der Standardfehler, mit $\pm 7,8\text{cm}$ (siehe Abb. 14). In etwa dasselbe Bild zeigt sich für den Standort Suliman, bei einer durchschnittlichen Schalenlänge von $11\text{cm} \pm \text{SE}(5,0)$.

Die Größenverteilung nach den Wassertiefen, zeigt einen Trend hin zu größeren Schalen mit zunehmender Tiefe (siehe Abb. 15). Am Riffdach ist die mittlere Schalenlänge, $6,03\text{cm} \pm \text{SE}(0,41)$, ein wenig größer als in den Transekten in 2m Tiefe mit $5,00\text{cm} \pm \text{SE}(0,58)$

Größer sind die Schalen in 5m und 10m Wassertiefe, mit $8,20\text{cm} \pm \text{SE}(2,18)$ und $6,65\text{cm} \pm \text{SE}(2,25)$. In den 10m Transekten ist wieder ein Sinken der mittleren Schalenlänge zu beobachten. Hier wurden am wenigsten Individuen gefunden, die zudem eine große Bandbreite an Schalenlängen aufwiesen.

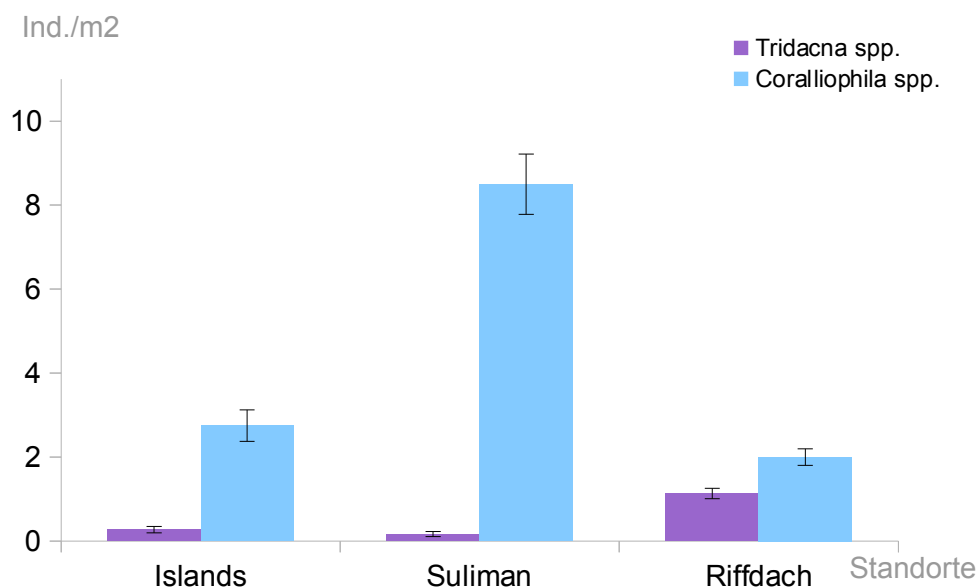


Abb. 16: Die Individuendichte von *Coralliophila* spp., und *Tridacna* spp. pro m² im Vergleich. An drei der sieben Standorte wurde das Vorkommen der beiden Mollusken verglichen. Die Whisker zeigen den Standardfehler.

An insgesamt drei der sieben Sites, The Islands, Suliman und am Riffdach des Napoleon Reef, wurden sowohl *Tridacna* spp. als auch *Coralliophila* spp. aufgenommen (siehe Abb. 16). Es zeigt sich im Vergleich der beiden Gattungen, dass am Standort Suliman die Anzahl von *Coralliophila* pro m^2 am größten ist, mit $8,5 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,72)$, während die Anzahl von *Tridacna* hier die kleinste gemessene ist, mit $0,17 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,06)$. The Islands zeigt eine immer noch relativ geringe Besiedlung durch *Tridacna* $0,27 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,08)$ und *Coralliophila* liegt auch nur noch bei $2,75 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,37)$. Relativ ähnlich ist das Verhältnis der beiden Gattungen am lichtdurchfluteten Riffdach. Während die Individuendichte pro m^2 von *Tridacna* den höchsten Wert aller drei Standorte annimmt mit $1,13 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,12)$, ist jener von *Coralliophila* bei $2 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(0,2)$ der kleinste. Obwohl im Vergleich zum Standort The Islands mehr Kolonien der Wirtskoralle pro m^2 für die parasitäre Schnecke, zur Verfügung stehen, als am Standort The Islands.

4.3 Vermessung von Leerschalen von *Tridacna* spp.

Da die lebenden Individuen lediglich in situ bestimmt werden sollten, wurden diese auf Gattungsebene aufgezeichnet. Die im Bereich der Transekte vorgefundenen Leerschalen wurden hingegen entnommen und auf Art-Niveau bestimmt. Hierbei wurden 27 Exemplare bestimmt, wobei 26 Individuen als, die im Untersuchungsgebiet häufige, *Tridacna maxima* bestimmt wurden. Ein Individuum wurde der Art *Tridacna squamosa* zugeordnet.

5 Diskussion

5.1 Altersstruktur, Verteilung und Häufigkeit von *Coralliophila* spp.

Da die Schnecken lediglich *in situ* beobachtet werden sollten, wurde von einer Bestimmung auf Artniveau abgesehen. Hinsichtlich der Auswahl der Wirtskoralle und dem Besiedlungsverhalten, weisen die Beobachtungen aber stark darauf hin, dass es sich bei der untersuchten *Coralliophila* sp., um die Art *Coralliophila violacea* handeln dürfte. Die Präferenz von *Coralliophila violacea* für *Porites* ist auf eine Nahrungsspezialisierung auf Polypen dieser Korallen-Gattung zurückzuführen (Robertson 1970, Schuhmacher 1992, Mastaller 1978, Al-Moghrabi 1997, Zuschin et al. 2001). Demnach steht und fällt offenbar ein Vorkommen von *Coralliophila violacea* mit der Verfügbarkeit Ihrer Wirtskorallen (Al-Moghrabi 1997, Johnston & Miller 2007, Oliverio 2009, Zuschin et al. 2001). Während der Feldarbeiten für diese Arbeit wurde lediglich eine Schnecke ohne Wirtskoralle, eine auf *Psammocora* und ein Exemplar auf einer Koralle der Gattung *Montipora* verzeichnet. Da die Beobachtungen keine Analyse des Fressverhaltens der Tiere beinhalten, kann nicht festgestellt werden, ob tatsächlich ein Parasitieren auf *Psammocora* oder *Montipora* stattgefunden hat. Alle anderen Tiere okkupierten die Ränder oder Zentren einer Korallenkolonie der Gattung *Porites*.

Mehrere Faktoren dürften zusammenspielen, da die Anzahl der Schnecke nicht proportional zum zunehmenden Vorkommen der Wirtskoralle ansteigt, wie die Ergebnisse bezüglich der Bedeckung von *Porites* und der Anzahl darauf parasitierender *Coralliophila* gezeigt haben. Die Dichte der Schnecken kann zwischen 7,8% und 75% mit unterschiedlichen Wirten variieren, und nimmt an beeinträchtigten Korallenriffen zu (Knowlton 1990, Baums et al. 2003). Im nördlichen Roten Meer wurde für *Coralliophila neritioidea* auf *Porites*-Gemeinschaften eine Dichte von 57% festgestellt (Zuschin et al. 2001), in dieser Arbeit waren es zwischen 40% und 59% und im Mittel $4,13 \text{ Individuen m}^{-2} \pm \text{SE}(4,03)$. Die unterschiedliche Verbreitung von *Coralliophila* kann auf die unterschiedlichen Umweltbedingungen der untersuchten Riffe zurückzuführen sein.

Das Riffdach ist ein Lebensraum, welcher besonders raue und wechselnde Bedingungen aufweist und Tiere in diesem Bereich müssen daher entweder sehr robust sein, oder das Potential für ein schnelles Wachstum besitzen. Untersucht wurde der Bereich hinter der Brandungszone, wobei die Wucht auflandiger Wellen mit der Entfernung zur Rifffkante

schwächer wird.

Durch die starke Brandung und das zeitweise Trockenfallen wird die Struktur des Riffdaches stark beeinflusst. Aus diesen Gründen sterben Korallen immer wieder teilweise oder ganz ab. Dadurch kann ein Anreiz für *Coralliophila* bestehen, diese lädierten Kolonien in der Besiedlung anderen vorzuziehen (Knowlton 1990, Schuhmacher 1992, Baums et al. 2003). Laut Brawley and Adey (1982) wird außerdem durch eine hohe Wellenenergie die Prädation von Fischen auf die Schnecken eingedämmt, wodurch weniger natürliche Feinde vorhanden sind. Die Schnecken zeigen in Beobachtungen eine größere Konsumation bei einer Abwesenheit, als bei einem Vorhandensein von Prädatoren (Brawley and Adey 1982, Johnston & Miller 2007). Beide Aspekte könnten erklären, warum die Schnecken des Riffdaches im Vergleich zur Fläche von *Porites* ein höheres Aufkommen als auf anderen Standorten zeigen.

Das Transekt in der Entfernung von 5m von der Riffkante wies lediglich eine *Porites*-Kolonie auf und *Coralliophila sp.* war hier abwesend. Auch in anderen Studien wurde ein Fehlen von *Coralliophila violacea* in Riffabschnitten ohne *Porites* beobachtet (Al-Moghrabi 1997). Die hohe Wellenenergie erzeugt in diesem Bereich am Riffdach eine große mechanische Belastung, wodurch nur an diese Zone angepasste Korallen häufig sind, wie zum Beispiel die für das Rote Meer typischen *Stylophora-Pocillopora*- (Taylor & Reid 1984) und *Acropora*-Gemeinschaften. *Porites* bevorzugt lichtintensive Bereiche des Riffs, die durch mäßig starke Strömung, aber geringe Energie charakterisiert sind (Zuschin et al. 2001). Dies ist hauptsächlich am seichteren Riffhang, bis zu ca. 30m Wassertiefe, wo die Attenuation des Lichtes ausschlaggebend ist, gegeben (Loya 1972).

Loya (1972) schließt aus den unsteten und harschen Bedingungen des Riffdaches, dass dadurch das Korallenwachstum limitiert wird, und generell kleinere Kolonien als am Riffhang auftreten.

Diese Limitierung an *Porites* könnte die - im Vergleich zu anderen Standorten - eher niedrige Gesamtanzahl der gefundenen *Coralliophila sp.* am Riffdach erklären. Oliverio (2009) vermutet ebenfalls, dass eine niedrigere Anzahl an Coralliophilinae durchaus am Effekt der Marginalisierung liegen kann. Das heißt, dass weniger Schnecken vorhanden sind, weil das Angebot an Wirtskorallen begrenzt ist. Demnach würde eine vermehrte Besiedlung von *Coralliophila* nur stattfinden, wenn ein moderates Angebot an Wirtskorallen verfügbar ist. Betrachtet man allerdings die geringe Bedeckung der Wirtskoralle *Porites* am Riffdach des Napoleon Reef in Relation zur durchschnittlichen Individuenzahl von *Coralliophila*, erhält man die zweithöchste Schneckendichte der gewählten Standorte. Ein größeres Angebot allein kann also nicht den entscheidenden Faktor für ein vermehrtes Aufkommen der Schnecke darstellen. Auch die Koloniegröße

stellt offenbar nur einen Faktor mit beschränkter Auswirkung auf die Anzahl von *Coralliophila* dar, wie die Daten dieser Untersuchung gezeigt haben. Einige kleine Kolonien von nur 0,05m² wiesen bis zu 15 *Coralliophila* auf; 0,1m² große Kolonien sogar bis zu 18 Individuen. Dies stimmt mit den Ergebnissen der Studie von Baums et al. (2003) überein, wo die Besiedelung der Schnecken umgekehrt proportional zur Dichte der Wirtskoralle war. Bei Korallenstöcken welche einen niedrigeren Anteil an lebendem Korallengewebe aufwiesen ist eine höhere Anzahl an *Coralliophila*, von 1-23 Individuen, aufgetreten. In dieser Arbeit sind erst auf größeren Kolonien ab 0,1m² bis zu 23 Schnecken aufgetreten, aber ebenso waren einige von großer Ausdehnung nur gering besiedelt. Daher resultiert nur ein schwacher Zusammenhang der Koloniegröße und der Dichte von *Coralliophila* (Abb. 10). Eine höhere Besiedlung war in dieser Arbeit nicht ausschließlich auf eine größere Dichte an Wirtskorallen der Gattung *Porites* zurückzuführen. Eher ist es die Form und der Zustand einer Kolonie, die sich stärker auswirken, aber darauf wird noch eingegangen.

Ein weiterer Aspekt betrifft die Symbionten der Korallenpolypen. In lichtintensiveren Bereichen kommt es zu einer stärkeren Vermehrung und Aktivität der Zooxanthellen (Hamner 1978) und vermutlich findet auf Grund dessen eine größere Akkumulation von Verbindungen, die aus Photosynthese resultieren, statt. Demnach würden in diesen Bereichen mehr Metabolite erzeugt, die den Schnecken zur Ausbeutung zur Verfügung stehen. Die Population von *Coralliophila* kann unter anderem durch die Qualität des verfügbaren Korallengewebes beeinflusst werden bzw. durch die Futtermenge (Baums et al. 2003, Johnston & Miller 2007). Je mehr Kohlenstoff oder Stickstoff akkumuliert ist, desto wertvoller ist das Gewebe der Wirtskoralle und desto stärker ist das Wachstum von *Coralliophila* (Baums et al. 2003). Eine Präferenz von lichtdurchfluteten Bereichen könnte demnach diesem Mechanismus zugrunde liegen und die stärkere Besiedlungsdichte des Riffdaches und der Transekte in 2m Wassertiefe durch *Coralliophila* sp. erklären.

Das Experiment, welches über mehrere Tage in kleinem Rahmen, unter Beobachtung einer 3cm großen *Coralliophila* auf einer *Porites*-Kolonie in einem Kübel durchgeführt wurde, lehnt sich an diese Theorie an. Egal wohin auf der beobachteten *Porites*-Kolonie die Schnecke versetzt wurde, sie kehrte immer zur selben Stelle an der Oberseite, an den Rand der Kolonie, zurück (siehe Abb. 17). Dabei kroch sie in wenigen Stunden mehrere cm. Um tatsächlich ein aussagekräftiges Ergebnis zu erhalten, müsste dieses Experiment selbstverständlich unter kontrollierten definierten Bedingungen wiederholt werden. Dennoch untermauert der Versuch eine Vermutung, dass mehr als nur das Vorhandensein eines geeigneten Wirtes, für die Wahl ihrer Position verantwortlich ist, und die Tiere durchaus Distanzen in Kauf nehmen, um ihr Ideal zu erreichen.

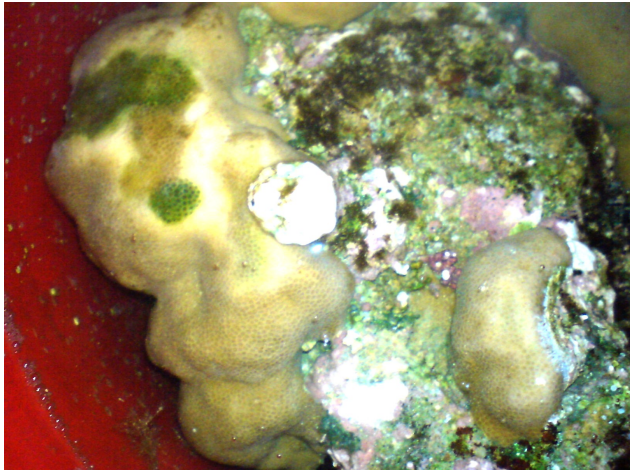


Abb. 17:

Coralliophila sp. beim Umsetzungs-Experiment, das Tier kehrt nach jedem Mal versetzen wieder an seine randständige Position an der Oberseite der *Porites*-Kolonie zurück

Die Auswertung des Besiedlungsverhaltens hat ergeben, dass sich sowohl in allen Wassertiefen, als auch an allen Standorten im Schnitt mehr Tiere am Rand einer Kolonie, als direkt darauf aufhielten. Dieses Ergebnis entspricht ebenfalls der bisher vorhandenen Literatur für die Gattung *Coralliophila* (Mastaller 1978, Brawley and Adey 1982, Schuhmacher 1992, Oren et al. 1998, Miller 2001).

Bei sogenannten „*Energy sinks*“ handelt es sich um den Transport von Energie innerhalb einer Koralle, zwischen benachbarten Polypen hin zu einem konzentrierten Punkt (Oren et al. 1997, Oren et al. 1998). Die parasitären Schnecken nutzen diesen Transport, der auch bei der Regeneration der Gewebe stattfindet, durch die Verletzung der Korallenränder. Dadurch ist die Schnecke in der Lage, Photosynthese-Produkte, die vom inneren der Koralle zum Rand (zur Verletzung) transportiert werden, direkt aufzunehmen ohne weite Strecken zurücklegen zu müssen (Oren et al. 1998). Von Vorteil für die Schnecken sind größere Verletzungen, da diese eine größere Menge an Energieflüssen in Gang setzen. Für *Coralliophila abbreviata* wurde eine ungefähre Konsumationsrate von ca. 16cm² pro Tier an Korallengewebe täglich ermittelt (Brawley and Adey 1982). Für die Art *Coralliophila violacea* dagegen wird eine viel kleinere Konsomationsrate von 0,25cm² festgestellt (Oren et al. 1998). Um dennoch den Vorteil eines größeren Gewebeschadens zu nutzen, bilden sich Aggregationen an Schnecken. Die Beobachtungen des Populationsverhaltens in der vorliegenden Arbeit koinzidieren mit früheren, wobei festgestellt wurde, dass *Coralliophila violacea* präferiert in Konglomeraten auftritt (Mastaller 1978, Taylor & Reid 1984, Oren et al. 1998, Zuschin et al. 2001). Auch in dieser Untersuchung wurden oft Schnecken Tier an Tier nebeneinander sitzend und an

derselben Stelle der Koralle fressend beobachtet (siehe Abb. 18).



Abb. 18: Coralliophiliden bevorzugen die Aggregation, die Kolonie wird zumeist an einer Stelle von mehreren Individuen beweidet, meist handelt es sich dabei um die Ränder einer Koralle

Die Koralle büßt, besonders durch diesen Raubdruck, einen großen Anteil ihres Regenerationsvermögens ein, wenn auch noch keine Beobachtungen dokumentiert wurden, wonach eine Kolonie tatsächlich durch die Penetration von *Coralliophila* abstirbt. Die Dauer der Regeneration einer Koralle hängt von der Menge des beschädigten Gewebes ab (Meesters et al. 1997).

Geht die Reduktion von Korallengewebe aber zu schnell von statten, wird das nackte Skelett relativ schnell durch konkurrierende Algen überwachsen (Brawley and Adey 1982). Durch den Gewebeverlust also, der durch die korallivore Schnecke ausgelöst wird, wird der Weg für andere Kompetitoren frei. Zudem wird eine Art der Prädation dazu führen, dass andere Prädatoren auf die bereits geschwächte Kolonie aufmerksam werden. So führen Brawley und Adey (1982) ebenfalls an, dass eine von Ihnen beobachtete Koralle, welche bereits 60% Gewebeverlust durch *Coralliophila* sp. eingebüßt hatte, von da ab, bis zu Ihrem Absterben, ständig von Falterfischen der Gattung *Cheatodon* beweidet wurde.

Angenommen wird, dass die Tiere mehr oder weniger sessil sind (Robertson 1970,

Mastaller 1978; Schuhmacher 1992, Oren et al. 1998). Ein weiterer Grund der daher für die Strategie der Schnecken spricht, die Ränder zu parasitieren, ist der bereits erwähnte Algenaufwuchs kahler Stellen, welcher die Präsenz der Schnecke verbirgt (Brawley and Adey 1982). Dennoch wurde in dieser Untersuchung ein nicht so geringer Anteil an Tieren beobachtet, welcher sich in der Mitte der Kolonie sitzend befand. Ein Grund hierfür, kann eine durch andere Faktoren eingetretene Schwächung des Korallengewebes darstellen, oder die Abwesenheit von Prädatoren. Zu bedenken ist aber, dass die Schnecken in dieser Untersuchung, von Ihrem Siedlungspunkt nicht entfernt wurden. Es ist daher nicht nachvollziehbar, ob die Individuen in den Korallenzentren, vielleicht auf einer Korallennarbe sitzen, verursacht durch Bioerosion oder Bioabrasion, zum Beispiel durch *Scaridae*, die relativ große Fraßspuren hinterlassen. Die Tiefenverteilung zeigt, dass die meisten Tiere, welche inmitten der Korallen saßen, vermehrt in 5m Wassertiefe aufgetreten sind. Mehr Aufschluss könnte auch das unterschiedliche Tag-/Nacht-Verhalten der Schnecke geben - es wird vermutet, dass die Schnecke sogenannten 'food trails' folgt (Brawley and Adey 1982). Die meisten Korallen entfalten Ihre Polypen in der Dämmerung bzw. Nacht, um Plankton zu erbeuten (Yonge 1974). Laut Brawley und Adey, 1982, konnte die meiste Prädation durch *Coralliophila* in der Nacht beobachtet werden.

Am Suliman-Reef wiesen die meisten vorhandenen Wirtskorallen einen Befall durch *Coralliophila* auf. Außerdem beträgt die durchschnittliche Individuenzahl pro m² hier ein Vielfaches mehr, als jene der anderen, mit *Tridacna sp.* übereinstimmenden Standorte The Islands und das Rifdach des Napoleon Reef.

Dennoch zeigt sich anhand der Individuendichte, gemessen an der Deckung von *Porites*, eine starke Akkumulation der Schnecke am Standort The Islands. Offenbar bestimmen weitere Faktoren eine verstärkte Besiedlung mit. Das Ergebnis berücksichtigt zum Beispiel nicht die Verteilung der Altersgruppen. Denn während das Verhältnis zwischen Juvenilen und Adulten bei The Islands fast gleich war, wurden bei Suliman mehr adulte Tiere vorgefunden, was auf eine höhere Konsumation an diesem Standort schließen lässt. Es ist außerdem auffallend, dass alle Individuen bei The Islands an Korallenrändern vorgefunden wurden, während die anderen Standorte auch Tiere inmitten der Kolonien aufwiesen.

Das könnte darauf zurückzuführen sein, dass sich Stressfaktoren wie anthropogene Verschmutzung bei langsam wachsenden, kleinpolypigen Korallen, wie *Porites*, gravierender auswirken und diese dadurch leichter angreifbar sind. Zudem können, durch eine im Vorfeld auftretende Schwächung des Gewebes, die Waffen der Korallen außer Kraft gesetzt bzw. ihre Wirkung vermindert sein (Henry & Hart 2005). Es wäre für weitere Studien interessant, an welchen Standorten Schnecken eher solitär vorkommen,

wo sich Konglomerate bilden und wodurch die Platzwahl auf der Koralle bestimmt wird, und diese Untersuchungen mit einer Beeinträchtigung zu verknüpfen.

Die Daten zeigen jedenfalls, dass es für die Siedlungsdichte nicht entscheidend ist, ob besonders große Flächen von *Porites* zur Verfügung stehen, oder eine besonders hohe Anzahl. Im Gegenteil, der Trend zeigt, dass die Schnecken eher auf kleineren Kolonien, dafür in nicht so großer Anzahl, siedeln. Dies könnte damit zusammenhängen, dass eine kleine Kolonie im Vergleich mit einer großen, einen höheren Anteil an Rändern besitzt, und daher mehr Angriffsflächen bietet. Ebenso ist die Abweichung von der geschlossenen rundlichen Kolonieform ein Nachteil, da durch Lücken im Gefüge wieder neue „Ränder“ für die parasitierenden Schnecken frei werden (siehe Abb. 19)

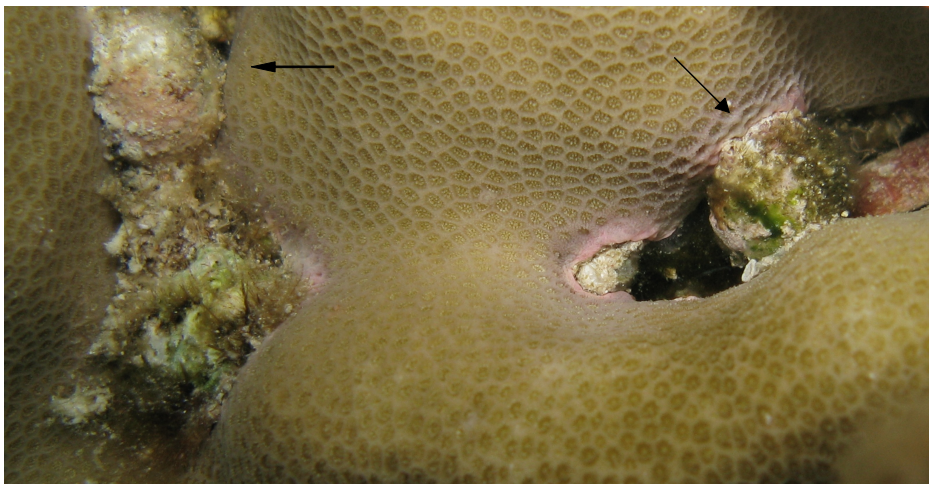


Abb 19: *Coralliophila* besiedelt die Ränder von *Porites*, die rosa Farbe des Korallengewebes im Bereich des Sitzplatzes der Sckecke ist ein Zeichen von gestressten Polypen; die weißen Stellen darüber sind bereits abgegraste Polypen, typischerweise bleibt das Skelett intakt; oft findet man mehrere Individuen von *Coralliophila* sp. nebeneinander am selben Rand einer Wirtskoralle parasitieren.

Dieser Hypothese spricht allerdings wieder entgegen, dass an der Außenriff-Seite von The Islands in 10m sehr viele eher kleine Kolonien vorkommen, dieses Transekt allerdings nicht sehr dicht besiedelt ist. Möglicherweise ist doch die Affinität zu lichtdurchfluteten Teilen des Riffs gewichtiger, da die Siedlungsdichte der Schnecken vom Rifdach bis in 10m Tiefe konstant abnimmt.

Außerdem können sich Sedimentationsraten stark auf die Korallenzusammensetzung auswirken, denn große krustige Korallen werden leichter von Sediment bedeckt, als fingerförmige Korallen (Loya 1972).

Eine immer wieder auftretende Trübung des Wassers durch die vorgelagerten Sandflächen, von Stürmen oder durch Taucher ausgelöst, bewirken Stress für die Korallen aller untersuchten Standorte. Eine ständige Regeneration für horizontal wachsende Formen wird dadurch notwendig, etwa durch die Abstoßung von Mucus zur Reinigung. Durch solche regenerativen Vorgänge, werden Ressourcen für kompetitive Prozesse einer Koralle limitiert (Henry & Hart 2005); ebenso tritt dieses Phänomen bei *Tridacna sp.* auf (Elfving et al. 2001). Das könnte ein Grund für die stärkere Besiedlung der Korallen-Zentren in Suliman und an der Außenriffseite von The Islands sein, da die Korallen hier offenbar leichter angreifbar sind. Außerdem könnte es eine Begründung dafür sein, dass mehr Kolonien, als an den anderen beiden Standorten, dem Riffdach bzw. The Islands, parasitiert waren.

Zusätzlicher Druck kann auf den Korallen lasten, durch weitere nicht miteinbezogene Faktoren, wie zum Beispiel Korallenbruch (Riegl & Velimirov 1991, Rotjan & Lewis 2008), oder dem El Nino Phänomen (e.g. Knowlton 1990, Attrill et al. 2004).

5.2 Häufigkeit, Verteilung und Größenklassen von *Tridacna* spp.

Tridacna hat die nördlichste Verbreitung des indo-pazifischen Raums im nördlichen Roten Meer. Besonders häufig sind *Tridacna maxima* und *Tridacna squamosa* (Jantzen et al. 2008) und die bestimmten Leerschalen, welche im Untersuchungsgebiet gefunden wurden, konnten jenen 2 Arten zugeordnet werden. Wahrscheinlich ist, dass auch *Tridacna crocea* im Untersuchungsgebiet vorhanden war, da einige kleinere Individuen fast bis zum Schalenrand im Substrat steckten und diese Art dafür bekannt ist, sich während ihres Wachstums tiefer ins Substrat zu vergraben (Hamner 1978).

Die Abundanz von *Tridacna* sp. ist zufolge der bereits existierenden Literatur in den oberen Bereichen des Riffs stärker (Yonge 1974, Richter et al. 2008). Die Wassertiefe hat also einen signifikanten Effekt auf die Population und die meisten Muscheln siedeln zwischen Riffdach und 5m Tiefe (Kilada et al. 1998). Dieselbe Aussage kann man anhand der Ergebnisse dieser Arbeit machen. Die deutlich stärkste mittlere Gesamtanzahl von *Tridacna* war am Riffdach vorhanden und fällt um mehr als 50% in den nachfolgenden Transekten in 2m Tiefe. Zwischen 2m und in 5m Wassertiefe kann dagegen kaum ein Unterschied festgestellt werden, die mittlere Anzahl sinkt aber wieder in den nachfolgenden Messungen in 10m Tiefe.

Nicht immer war dieses Schema im Bezug auf die untersuchten Standorte zutreffend, da bei Rick's Reef, Suliman und The Islands jeweils mehr Muscheln in 5m als in 2m Tiefe aufgetreten sind.

Das Besiedlungsverhalten der Jungtiere könnte darüber mehr Aufschluss geben. Juvenile Tiere von *Tridacna* sp. neigen zu einer Aggregation bei der Ansiedlung ans Substrat und dürften sich dabei an bereits etablierte größere Individuen halten (Hamner 1978). Dadurch wird eine Besiedlung von bereits bevölkerten Riffabschnitten begünstigt. Dies würde suggerieren, dass die Besiedlung nach dem Vorhandensein von Artgenossen gewählt wird, egal in welcher Wassertiefe die meisten bereits etablierten Muscheln existent sind, weil dort offenbar die besten Bedingungen herrschen. Lichtdurchflutete Abschnitte schneiden, bei den Ergebnissen dieser Arbeit, im Vergleich, aber fast immer besser ab, als tiefere Lagen. Dieses Verhalten ist hauptsächlich auf die symbiontischen Dinoflagellaten, die Zooxanthellen, ausgerichtet (Fitt & Trench 1981, Kilada et al. 1998), im Hinblick auf die zukünftige photosynthetische Aktivität (Hamner 1978). Es wurden kaum Muscheln gefunden, welche direkt Schale an Schale im Substrat siedelten, so wie es unter stark kompetitiven Verhältnissen bereits beobachtet wurde (Hamner 1978). Das

kann vor allen Dingen an der eher geringen Dichte von *Tridacna* im Untersuchungsgebiet hängen, wodurch ein Wettkampf um vorhandene Ressourcen und das Verdrängen von Artgenossen kaum notwendig ist.

Belastetes Wasser enthält Nährstoffe, die wie Dünger für planktonische und benthische Algen wirken. In solchen Gebieten kommt es zur Algenblüten und das Wasser wird trüb und weniger lichtdurchlässig. Dort wo die Belastung des Wassers generell niedriger ist, können die Bedingungen in allen untersuchten Wassertiefen als ungefähr ebenmäßig betrachtet werden, mit Ausnahme der Lichtintensität und der Beschattung durch hervorstehende Riffkörper. Die Attenuation des Lichts, wie sie für Korallen bedeutsam ist (Loya 1972), müsste auch für *Tridacna* erst ab einer gewissen Wassertiefe gewichtig sein. Dort wo das Wasser sehr klar ist, kann ein gehäuftes Vorkommen von *Tridacna sp.* auch bis in 15m Tiefe beobachtet werden (Kilada et al. 1998). Angenommen wird so eine Situation im Naturschutzgebiet Um el Sid. Tatsächlich wurden hier auch in 10m Wassertiefe mehr Muscheln als an den übrigen Standorten festgestellt. Nach etwa 40 Tagen, nachdem das Festsetzen der Veliger stattgefunden hat, kommt die Lichtintensität eines Standorts zum Tragen, da dann die meisten Jungmuscheln bereits ihre ersten Zooxanthellen erworben haben (Jameson 1976). Ab dann steigt auch die Wachstumsrate rasant an. Ab etwa 4-5cm Länge oder dem Erreichen der ersten 1-2 Jahre, spielt, nach Ausschluss anderer Faktoren, die innerartliche kompetitive Verhaltensweise eine große Rolle (Hamner 1978). Die Anzahl der Muscheln bei Um el Sid und auch am Riffdach ist im Vergleich zu anderen Standorten viel höher (0,54 und 1,58 Ind/m²), die mittlere Schalenlänge aber eher durchschnittlich (5,49cm und 6,77cm). Der limitierende Faktor für das Wachstum ist unter günstigen Bedingungen, in Lagen mit einer hohen Abundanz von *Tridacna*, also das Angebot an verfügbaren Nährstoffen und Raum (Jameson 1976).

An zwei der untersuchten Standorte, Um el Sid und Riffdach des Napoleon Reef, trat eine höhere Dichte an Muscheln auf, durchschnittlich mit geringer Schalenlänge was für ein geringes Alter vorhandener Exemplare spricht. Dies kann für eine erhöhte Mortalität von Jungmuscheln, auf Grund des Wettkampfs um Ressourcen, sprechen (Hamner 1978).

Allerdings muss hier noch ein anderer wichtiger Faktor bedacht werden, dass Schäden durch die Fischerei oder den Handel mit *Tridacna sp.* in der dieser Untersuchung nicht berücksichtigt wurden (Richter et al. 2008).

Trotz der größten gemessenen Anzahl an Muscheln in Ras Um el Sid, wird in den Abundanzaufnahmen von Kilada et al. (1998), dieser Standort als vergleichsweise wenig

besiedelt angesehen. Dies wird auf die starken Strömungsverhältnisse zurückgeführt, die für die Verteilung der Larven eine entscheidende Rolle spielen, weil die Larven von *Tridacna*, welche als planktonische Veliger passiv umhertreiben, von der gegebenen Strömung abhängig sind. Noch geringer sind die Riesenmuscheln an der nördlichen Spitze des Golf von Aqaba vertreten (0.3 - 0.5 Individuen m^{-2}) und es wird dies auf das Klima, die Überfischung und die Urbanisierung zurückgeführt (Roa-Quiaoit 2005).

Tatsächlich gibt es Aufzeichnungen über *Tridacna sp.*, wonach in einer Lage mit Top-Besiedelung eine Dichte von immerhin 100 Individuen m^{-2} erreicht wird (Hamner 1978), aber sogar bis zu 500 Individuen m^{-2} (Gilbert et al. 2006) möglich sind. Die Abundanz sollte demnach bei geeigneten Bedingungen in geschützten Habitaten größer sein, allerdings wurde am relativ gut geschützten Standort The Islands kein überdurchschnittlich vermehrtes Vorkommen von *Tridacna* beobachtet. Im Vergleich zur Studie von Zuschin et al. (2001), deren mittlere Dichte der Muschel bei 0,76 Individuen m^{-2} liegt, betrug die mittlere Anzahl von *Tridacna* in dieser Untersuchung nur etwa zwei Drittel.

Generell ist die Abundanz aller gewählten Standorte im Untersuchungsgebiet als eher gering anzusehen, da insgesamt nur eine Anzahl von 153 Muscheln vorhanden war, was einer Dichte von $0,53 \pm 0,041$ Individuen pro m^2 entspricht.

Betrachtet man weiters die Größenverteilung aller beobachteten Wassertiefen, so fällt auf, dass diese keinem offensichtlichen Trend zu folgen scheint. Der Mittelwert in den tiefen 10m Transekten wurde beispielsweise beeinflusst durch eine geringe Anzahl an Individuen und eine große Streuung, da diese entweder überdurchschnittlich große oder kleine Schalen besaßen. Besonders deutlich ist dies am Rick's Reef zu beobachten. Hier wurden durchschnittlich zwei davon die längsten Schalen überhaupt aufwiesen, mit 55cm und 30cm Länge. Dasselbe Bild zeigt sich für den Standort Suliman, an welchem zwei Exemplare mit je 30cm und 20 cm Schalenlänge ebenfalls den Mittelwert heben; die gesamte Stichprobe umfasst außerdem die niedrigste Anzahl an gefundenen Muscheln.

Anstatt allerdings wie erwartet die größte mittlere Schalenlänge auf 10m Tiefe vorzufinden, nimmt zum Wert der Transekte in 5m Tiefe wieder etwas ab, mit 6,65cm im Vergleich zu 8,20cm. Dies liegt vermutlich an der Ungleichheit der Gruppe. Die Gründe hierfür könnten mit der Akquirierung der Zooxanthellen zusammenhängen. Da die Muscheln dazu in der Lage sind, ihre einmal erworbenen Zooxanthellen zu vermehren (Yonge 1974, Hamner 1978), haben jene Individuen in tieferen Lagen einen Vorteil, die

bereits über Symbionten verfügen. Die Muscheln haben zwar die alternative Möglichkeit der heterotrophen Ernährungsweise, dennoch ist im Roten Meer das Angebot an Phytoplankton sehr spärlich und die Entwicklung einer beträchtlichen Größe ist nur mittels Ihrer Zooxanthellen möglich (Yonge 1974). In den tieferen weniger besiedelten Lagen ist der Druck durch den innerartlichen Wettkampf gering und es bleiben den einzelnen Individuen mehr Nährstoffe, und damit eine bessere Chance auf Wachstum und Langlebigkeit. Das könnte eine Erklärung der wenigen großen Exemplare im Untersuchungsgebiet darstellen. Eine Anhäufung an großen Individuen von *Tridacna*, in größeren Wassertiefen, kann nur durch eine bessere Wasserqualität (Gilbert et al. 2006), also geringer Turbidität erreicht werden.

Durch die, in mittlerer oder geringer Distanz, vorgelagerten Sandflächen im Untersuchungsgebiet, tritt überall eine, mitunter über Tage persistierende, Trübung des Wassers nach Stürmen auf und macht daher vermutlich die seichteren Riffzonen automatisch attraktiver für die Besiedlung. Nicht nur ist die Lichtintensität in geringer Wassertiefe höher, auch sind die oberflächennahen Lagen strömungsreich und daher muss weniger Energie in die Reinigung der Manteloberfläche gesteckt werden, wodurch mehr Ressourcen für Wachstum oder Reproduktion bleiben (Elfving et al. 2001). Außerdem dringt unter diesen Umständen das Licht weniger tief ein, was zusammen mit der Thigmotaxie (Jameson 1976) den Hauptfaktor der Platzwahl der Jungmuscheln ausmacht. Vorstellbar ist auch, dass in größerer Wassertiefe durch eine zu lang anhaltende Trübung und somit Verschattung, die Zooxanthellen absterben (Yonge 1974), wodurch die Muschel mit einer Nahrungsknappheit zu kämpfen hat (Leggat et al. 2003). Auf lange Sicht gesehen, kann das für eine erhöhte Mortalität ausschlaggebend sein.

Eine zusätzliche Belastung des Standortes Suliman dürfte aber für die, bezeichnend niedrige, Anzahl an Muscheln in diesen Transekten verantwortlich sein. Es wurde dokumentiert, dass chemische Verschmutzung, zum Beispiel durch Schwermetalle oder Abwasser, einen erheblichen Störfaktor für die Entwicklung von *Tridacna* darstellt (Elfving et al. 2001). *Tridacna* reagiert demnach direkt auf eine erhöhte Beeinträchtigung und die Populationsdichten geben wie erwartet Aufschluss über den Zustand eines Riff-Abschnitts.

Das Riffdach ist in seinen Konditionen sehr instabil (Hamner 1978). Im Brandungsbereich findet generell weniger Besiedlung statt, weil das Wasser zu unruhig ist und physikalischer Stress nachteilig auf das Vorkommen von *Tridacna* wirkt.

Zu starke Wasserbewegungen verhindern, wie bereits erläutert, die Möglichkeit der

Larven sich anzusiedeln. Die Besiedlung ist also dort am niedrigsten, wo man die Wellenenergie als am Größten annehmen kann. Dies ist in dieser Untersuchung der Fall im Abstand von 10m zur Riffkante und hängt vermutlich mit der besonderen Beschaffenheit des Riffdaches des Napoleon Reef zusammen. Die Kante ist dabei etwas tiefer, als der dahinter liegende Bereich. Dort ist ein Anstieg zu verzeichnen, und das 10m Transekt ist von einigen empor stehenden, und bei Ebbe aus dem Wasser ragenden, Riffstrukturen gekennzeichnet. Danach verläuft das Riffdach ebenmäßig und die stärkste Wellenenergie wurde hier bereits herausgenommen. Das wirkt sich einerseits positiv auf die Abundanz von *Tridacna* sp. aus, andererseits aber auch auf das Vorkommen empfindlicherer Korallen-Gattungen wie *Porites*. Die bezeichnend größte Anzahl an Muscheln findet man, ab der beruhigten Zone, im Abstand von 15m zur Kante.

Erneut muss erwähnt werden, dass der Druck auf die Population durch lokale Fischerei und die Entnahme durch Touristen, am Riffdach besonders groß ist. Wegen Ihrer leichten Zugänglichkeit, werden diese Muscheln gerne entnommen, zur Verwendung Ihrer wertvollen Schalen und der relativ großen Menge an essbarem Gewebe (Richter et al. 2008, Jameson 1976), wie Muskeln, Adduktoren und Gonaden (Gilbert et al. 2006).

6 Conclusio

Die beobachtete *Coralliophila* sp. dürfte nach ihrer Wirtsspezifität für *Porites* spp. zu urteilen, der Art *Coralliophila violacea* angehören. Lediglich 3 Individuen wurden nicht auf *Porites* beobachtet. Anzahl und Dichte der Schnecken unterscheidet sich einerseits mit dem Vorkommen der Wirtskoralle, andererseits sind auch die Bedingungen des Rifffabschnitts ausschlaggebend. Eine größere Schneckendichte war zum Beispiel am stark abiotisch und biotisch belasteten Riffdach bemerkbar.

Dennoch bleibt die größte Dichte von *Coralliophila* dem am stärksten mit *Porites* bewachsenen Rifffhang vorbehalten. Während am Suliman Reef und am Riffdach die größte Schneckendichte vorzufinden ist und mehr der vorhandenen *Porites*-Kolonien parasitiert werden, akkumulieren die Schnecken eher an anderen Standorten. Am Außenriff von The Islands saßen relativ viele Individuen in der Mitte von Korallenkolonien direkt auf dem lebendem Gewebe, obwohl *Coralliophila* eher für die Besiedelung der Grenzflächen an den Korallenrändern bekannt ist. Dies offenbar wegen der besseren Tarnung. Der Grund für ein gehäuftes Auftreten von *Coralliophila* oder auch für ein verändertes Besiedlungsverhalten hinsichtlich dem Abweichen von den Rändern in die Mitte der Kolonien, kann auf ein Fehlen von Prädatoren (durch Überfischung) oder auf eine Störung der Korallen zurückzuführen sein, deren Verteidigungsmechanismen (Nematocysten) dadurch außer Funktion sind.

Obere lichtdurchflutete Bereiche im Riff werden von *Tridacna* bevorzugt. Vom Riffdach bis in 10m Wassertiefe nimmt die Individuendichte ab. Unterschiedliche Verbreitungsmuster an den verschiedenen Standorten im Untersuchungsgebiet lassen sich anhand der vorherrschenden Bedingungen erklären. Was die Lichtintensität betrifft ist das Riffdach klar im Vorteil. Die Muscheln präferieren Standorte an denen die Zooxanthellen, welche sie im Gewebe des Mantelrandes beherbergen, am effizientesten produzieren. Die Muscheln ernähren sich von den Photosynthese-Produkten Ihrer Zooxanthellen, und daher waren seichte Transekte höher besiedelt als tiefere. Auffällig unterschiedlich war hingegen die Verteilung über die Standorte. Im Naturschutzgebiet Um el Sid, welches die besten Bedingungen hinsichtlich Wasserbelastung und Turbidität aufweisen müsste, wurde tatsächlich die höchste Individuenzahl aller Standorte festgestellt. Größenklassen erlauben eine Altersbestimmung dieser Bivalven, und deuten auf eine niedrige Altersstruktur der Muscheln auf diesem Standort hin. Das würde bedeuten, dass die Mortalität von Jungmuscheln hier höher ist, als an anderen Standorten und könnte auf

verstärkte innerartliche Konkurrenz oder Prädation (Fischerei ist hier nicht erlaubt) hindeuten (Hamner 1978, Gilbert et al. 2006). Dennoch kann man nicht ausschließen, dass durch den Handel mit *Tridacna* auch hier, vor einer Entnahme der größeren und wertvolleren Individuen nicht Halt gemacht wird.

Der Standort The Islands blieb hinsichtlich der Abundanz von *Tridacna* sp. hinter dem Erwartungswert und fiel auch aus der Rolle der erwarteten(niedrigen) Siedlungsdichte von *Coralliophila* sp. Möglicherweise wurden Faktoren zu wenig berücksichtigt, welche aber maßgebend den Zustand eines Riff-Abschnitts mitbestimmen, wie zum Beispiel die Schädigung durch Taucher (Riegl & Velimirov 1991). Ein Fehlen von *Coralliophila* sp. hingegen, kann in dieser Arbeit lediglich auf das Fehlen der Wirtskoralle zurückgeführt werden. Dennoch weicht die Schnecke offenbar nicht auf andere Wirte aus, womit zumindest im Zusammenhang mit *Porites*, durch ihr vermehrtes oder vermindertes Auftreten die Klassifizierung eines Standortes möglich sein könnte. Einen direkten Zusammenhang zwischen einem vermehrten Auftreten von *Coralliophila* sp. bzw. einem verminderten Aufkommen von *Tridacna* sp. scheint es nicht zu geben. Möglicherweise sind die ausgewählten Standorte, welche für den Vergleich der beiden Taxa herangezogen wurden, hinsichtlich Ihrer Konditionen zu ähnlich, um durch die Individuenzahlen auf den Gesundheitszustand des Riffs rückschließen zu können. Für weitere Studien ist es daher empfehlenswert, viel ungestörtere und sehr beeinträchtigte Standorte im Roten Meer in die Untersuchung miteinzubeziehen.

7 Danksagungen

Für die Unterstützung bei der Realisierung dieses Projektes und bei der anschließenden Entstehung dieser Arbeit möchte ich meinem Professor Dr. Martin Zuschin herzlich danken. Weiters bedanke ich mich bei der Universität Wien, der Universität Suez-Kanal und bei Dr. Magdy El-Awani, sowie dem Dahab Marine Research Center für die Möglichkeit der Forschung am Roten Meer, und dem Forschungsservice u. Nachwuchsförderung für die Bewilligung eines Auslandsstipendiums.

Einen großen Dank auch an das Team des DMRC, besonders an Andy Tischer[†] (PADI Instructor 907256) für seine Ratschläge und Hilfsbereitschaft. Ein großes Dankeschön gebührt auch Herrn Matthias Gold, welcher mich bei den meisten Tauchgängen begleitet und bei der Datenaufnahme tatkräftig unterstützt hat.

Weiteren Dank möchte ich an alle anderen Mitwirkenden richten, welche einen Beitrag zur Entstehung dieser Arbeit geleistet haben:

Für die Mitentwicklung des Konzeptes für diese Untersuchung und den Großteil der Organisation der Forschungsreise, sowie die Aufrechterhaltung einer guten Stimmung: Verena Schulmeister; für das abwechselnde zur Verfügung stellen ihrer Unterwasserkameras: Florian Wehrberger und Verena Schulmeister; für die Hilfe bei der Korallenbestimmung: Dr. Karl Kleemann; für die Ratschläge zu Problemstellungen vor Ort in Dahab: Dr. Jürgen Herler; weitere Begleiter bei Tauchgängen: Candice Ba'an, Linda Rudin, Marc Steinegger, Moustafa Elfar; für die Hilfe bei der Datenauswertung: David Fischinger, für viele inhaltliche Anregungen: Claudia Pogoreutz, für die Hilfe bei Formulierung und Übersetzung ins Englische: Eric Wolfgring; für die Hilfe bei Formatierung und Gestaltung: Marcus Meisel, Nora Demcisin und für viele gemeinsame Stunden in der Bibliothek: Fay Remi. Danke auch all meine lieben Freunde, die mir immer wieder neuen Antrieb und Motivation gegeben haben.

Ein besonderes Dankeschön an meine Mutter, für ihre immer währende Unterstützung und Geduld. Du hast schon früh meine Liebe zur Biologie geweckt und trägst einen maßgeblichen Anteil an meinem bisher erreichten Erfolg.

Literaturverzeichnis

- Al-Horani FA, Al-Rousan SA, Al-Zibdeh M, Khalaf MA (2006) The status of coral reefs on the Jordanian coast of the Gulf of Aqaba, Red Sea. *Zoology in the Middle East* 38(1):99-110
- Al-Moghrabi SM (1997) Bathymetric Distribution of *Drupella Cornus* and *Coralliophila Nerioidea* in the Gulf of Aqaba (Jordan). *Proc 8th Int Coral Reef Sym* 2:1345-1350
- Attril MJ, Kelmo F, Jones MB (2004) Impact of the 1997-98 El Niño event on the coral reef-associated echinoderm assemblage from northern Bahia, northeastern Brazil. *Climate Research* 26:151-158
- Barco A, Claremont M, Reid DG, Houart R, Bouchet O, Williams ST, Cruaud C, Couloux A, Oliverio M (2010) A molecular phylogenetic framework for the Muricidae, a diverse family of carnivorous gastropods. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 45:1025-1039
- Baums IB, Miller MW, Szmant AM (2003) Ecology of a corallivorous gastropod, *Coralliophila abbreviata*, on two scleractinian hosts. I: Population structure of snails and corals. *Marine Biology* 142:1083-1091
- Brawley SH, Adey WH (1982) *Coralliophila Abbreviata*: A significant Corallivore. *Bulletin of Marine Science* 32(2):595-599
- Edwards FJ (1987) Climate and oceanography. Key environments: the Red Sea. Oxford: Pergamon Press p:45-69
- Elfwing T, Plantman P, Tedengren M, Wijnblad E (2001) Responses to temperature, heavy metal and sediment stress by the giant clam *Tridacna squamosa*, Marine and Freshwater Behaviour and Physiology. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 34(4):329-248
- Fishelson L (1973) Ecology of Coral Reefs in the Gulf of Aqaba (Red Sea) Influenced by Pollution. *Oecologia (Berl.)* 12:55-67
- Fitt WK, Trench RK (1981) Spawning, Development, and Acquisition of Zooyanthellae by *Tridacna Squamosa* (Mollusca, Bivalvia). *Biol. Bull.* 161:213-235
- Gilbert A, Andréfouët S, Yan L, Remoissenet G (2006) The giant clam *Tridacna maxima* communities of three French Polynesia islands: comparison of their population sizes and structures at early stages of their exploitation. *ICES Journal of Marine Science* 63:1573-1589

- GOOGLE EARTH, Source: "Dahab." (2004) 28°30'28.71"N, 34°30'47.22"
O. August 6, 2004: November, 2013
- Hadfield MG (1976) Molluscs Associated with Living Tropical Corals.
Micronesia 12(1):133-148
- Hamner WM (1978) Intraspecific Competition in *Tridacna crocea* a
Burrowing Bivalve. Oecologia 34(3):267-281
- Head SM (1987) Introduction, Red Sea: Key environments. Oxford:
Pergamon Press p:1-22
- Henry LA, Hart M (2005) Regeneration from Injury and Resource
Allocation in Sponges and Corals – a Review. Internat. Rev. Hydrobiol.
90(2):125-158
- Hughes TP (1997) Catastrophes, Phase Shifts, and Large-Scale
Degradation of a Caribbean Coral Reef. Science, New Series
265(5178):1547-1551
- Jameson SC (1976) Early Life History of the Giant Clams *Tridacna crocea*
Lamarck, *Tridacna maxima* (Röding), and *Hippopus hippopus*
(Linnaeus). Pacific Science 30(3):219-233
- Jameson SC, Ammar MSA, Saadalla E, Mostafa HM, Riegl B (1999) A coral
damage index and its application to diving sites in the Egyptian Red
Sea. Coral Reefs 18:333-339
- Jantzen C, Wild C, El-Zibdah M, Roa-Quiaoit HA, Haacke C, Richter C
(2008) Photosynthetic performance of giant clams, *Tridacna maxima*
and *T. squamosa*, Red Sea. Mar Biol 155:211-221
- Johnston L, Miller MW (2007) Variation in life-history traits of the
corallivorous gastropod *Coralliophila abbreviata* on three coral hosts.
Mar Biol 150:1215-1225
- Khalaf MA, Kochzius M (2002) Changes in trophic community structure of
shore fishes at an industrial site in de Gulf of Aqaba, Red Sea. Mar
Ecol Prog Ser 239:287-299
- Kilada R, Zakaria S, Farghalli ME (1998) Distribution and Abundance of
the Giant Clam *Tridacna Maxima*(Bivalvia: Tridacnidae) in the
Northern Red Sea. Bull. Nat. Inst. of Oceanogr. & Fish., A.R.E 24:221-
240
- Knowlton N, Lang JC, Keller BD (1990) Case Study of Natural Population
Collapse: Post-Hurricane Predation on Jamaican Staghorn Corals.
Smithonian Contributions to the Marine Sciences 31:1-25
- Knowlton N, Lang JC, Keller BD (1988) Fates of Staghorn Coral Isolates on
Hurricane-Damaged Reefs in Jamaica: The Role of Predators.

Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium, Australia
2:83-88

Leggat W, Buck BH, Grice A, Yellowlees D (2003) The impact of bleaching on the metabolic contribution of dinoflagellate symbionts to their giant clam host. *Plant, Cell and Environment* 26:1951-1961

Loya Y (1972) Community structure and species diversity of hermatypic corals at Eilat, Red Sea. *Marine Biology* 13:100-123

Maillard C, Soliman G (1986) Hydrography of the Red Sea and exchanges with the Indian Ocean in summer. *Oceanologica Acta* 9(3):249- 269

Mastaller M (1978) The Marine Molluscan Assemblages of Port Sudan, Red Sea. *Zoologische Mededelingen* 53(13):117-144

Meesters EH, Pauchli W, Bak RPM (1997) Predicting regeneration of physical damage on a reef-building coral by regeneration capacity and lesion shape. *Mar Ecol Prog Ser* 146:91-99

Mergner Hans (1981) Man-Made Influences on and Natural Changes in the Settlement of the Aqaba Reefs (Red Sea). *Proceedings of the Fourth International Coral Reef Symposium* , Manila 1:193-207

Miller MW (2001) Corallivorous snail removal: evaluation of impact on *Acropora palmata*. *Coral Reefs* 19:293-295

Mohamed AR, Abdel-Hamid AMA, Abdel-Salam HA (2012) Status of coral reef health in the northern Red Sea, Egypt. *Proceedings of the 12th International Coral Reef Symposium*, Cairns, Australia, 9-13 July 2012 :1-5

Neo ML, Todd PA (2011) Predator-induced changes in fluted giant clam (*Tridacna squamosa*) shell morphology. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 397:21-26

Nyström M, Norström AV, Blenckner T, de la Torre-Castro M, Eklöf JS, Folke C, Österblom H, Steneck RS, Thyresson M, Troell M (2012) Confronting feedbacks of degraded marine ecosystems. *Ecosystems* 15(5):695-710

Oliver PG (1992) *Bivalved Seashells of the Red Sea*. Verlag Christa Hemmen, Germany p:127-129

Oliverio M (2009) Diversity of Coralliophilinae (Mollusca, Neogastropoda, Muricidae) at Austral Islands (South Pacific). *Zoosystema* 31(4):759-789

Oliverio M, Mariottini P (2001) Contrasting morphological and molecular variation in *Coralliophila meyendorffii* (Muricidae, Coralliophilinae). *J. Moll. Stud.* 67:243-246

- Oren U, Benayahu Y, Loya Y (1997) Effect of lesion size and shape on regeneration of the Red Sea coral *Favia favius*. Mar Ecol Prog Ser 146:101-107
- Oren U, Brickner I, Loya Y (1998) Prudent sessile feeding by the corallivore snail, *Coralliophila violacea* on coral energy sinks. Proc. T. Soc. Lond. B 265:2043-2050
- Richter C, Roa-Quiaoit H, Jantzen C, Al-Zibdah M, Kochzius M (2008) Collapse of a New Living Species of Giant Clam in the Red Sea. Current Biology 13:1349-1354
- Riegl B, Velimirov B (1991) How many damaged corals in Red Sea reef systems? A quantitative survey. Hydrobiologia 216/217:249-256
- Risk MJ, Heikoop JM, Edinger EN, Erdmann MV (2001) The Assessment 'Toolbox': Community-Based Reef Evaluation Methods coupled with Geochemical Techniques to identify Sources of Stress. Bulletin of Marine Science 69(2):443-458
- Roa-Quiaoit HAF (2005) Distribution, Abundance, Size And Growth Of Giant Clam (Tridacnidae) In The Northern Gulf Of Aqaba, Red Sea. Dissertation Chapter 2:20-46
- Robertson R (1970) Review of the Predators and Parasites of Stony Corals, with Special Reference to Symbiotic Prosobranch Gastropods. Pacific Science 24:42-54
- Rotjan RD, Lewis SM (2008) Impact of coral predators on tropical reefs. Mar Ecol Prog Ser 367:73-91
- Scaps P, Denis V (2008) Can Organisms associated with live Scleractinian Corals be used as Indicators of Coral Reef Status?. Atoll Research Bulletin 566:1-18
- Schoepf V, Herler J, Zuschin M (2010) Microhabitat use and prey selection of the coral-feeding snail *Drupella cornus* in the northern Red Sea. Hydrobiologia 641:45-57
- Schuhmacher H (1992) Impact of Some Corallivorous Snails on Stony Corals in the Red Sea. Proceedings of the Seventh International Coral Reef Symposium, Guam 2:840-846
- Sheppard CRC, Sheppard ALS (1991) Corals and Coral Communities of Arabia. Fauna of Saudi Arabia 12:3-169
- Taylor JD, Reid DG (1984) The abundance and trophic classification of molluscs upon coral reefs in the Sudanese Red Sea. Journal of Natural History 18(2):175-209
- Watanabe T, Suzuki A, Kawahata H, Kan H, Ogawa S (2004) A 60-year

isotopic record from a mid-Holocene fossil giant clam (*Tridacna gigas*) in the Ryukyu Islands: physiological and paleoclimatic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 212:343-354

Woodley JD, Chornesky EA, Clifford PA, Jackson JBC, Kaufman LS, Knowlton N, Lang JC, Pearson MP, Porter JW, Rooney MC, Rylaarsdam KW, Tunnicliffe VJ, Wahle CM, Wulff JL, Curtis ASG, Dallmeyer MD, Jupp BP, Koel MAR, Neigel J, Sides EM (1981) Hurricane Allen's Impact on Jamaican Coral Reefs. *Science, New Series* 214(4522):749-755

Yonge CM (1974) Coral Reefs and Molluscs. *TREASO* 69:147-166

Zuschin M, Hohenegger J, Steininger FF (2001) Molluscan assemblages on coral reefs and associated hardsubstrata in the northern Red Sea. *Coral Reefs* 20:107-116

Zuschin M, Piller WE (1997) Molluscan Hard-Substrate Associations in the Northern Red Sea. *Marine Ecology* 18(4):361-378

Schlagwörter:

Coralliophila, Tridacna, Nördliches Rotes Meer, Häufigkeit, Saumriff, Porites

key words:

Coralliophila, Tridacna, northern Red Sea, abundance, fringing reef, Porites

Curriculum vitae

Personal Information

Name: Barbara Babacek
Nationality: Austria
E-Mail: b.babacek@gmail.com



Education

Since 2005	Study at the University of Vienna (Ecology)
2003-2005	Study at the University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna (agricultural sciences)
1994 - 2003	Grammar school, BRG Wiedner Gürtel

Research experience

2011, 2012	Internship in Dahab, Practical part for the diploma thesis on <i>Coralliophila</i> and <i>Tridacna</i>
2010	Coral Reef Course and terrestrial Excursion in Dahab, Egypt
2009	Ecosystematic field course to the desert of Jordan
2007	Marine Ecology course at STARESO: Research on <i>Nebalia bipes</i> and its symbionts, <i>Seison</i> , at Calvi, Corse
2007	Waddensea Field Course to the North Sea: Research of disturbed tidal flats and within behavior of its mesopsammon in Sylt, Germany
2006	Field course in marine ecology of the Mediterranean in Rovinj, Croatia

Other skills:

2012	Rescue Diver (PADI)
Sept. 2011-Mai 2013	Aquarium keeper at REEFNESS, Vienna
Languages	English advanced, French basic