

Die Korallenriffe Aqabas: Perle Jordaniens am Roten Meer

M. STACHOWITSCH & J. HERLER

Abstract: The coral reefs of Aqaba: Jordan's pearl at the Red Sea. — The coral reefs along Jordan's coast in the Gulf of Aqaba are a unique biological treasure. Building on a long tradition of Austrian researchers in the Red Sea (for example the famed Austro-Hungarian Deep Sea Expeditions of 1896-1898), the University of Vienna's Institute of Ecology and Conservation Biology has for almost a decade been conducting coral reef courses in Aqaba. Beyond introducing new generations of students to the coral reef ecosystem, our work – conducted in small teams concentrating on selected topics – has generated a wealth of data and experience. This is reflected in a series of annual reports, graduate theses, and scientific publications. The demands placed on Jordan's short stretch of coastline are enormous. In the future, Jordan's decision-makers must rely on the advice of professional marine scientists if they wish to achieve a successful balance between commercial interests and fundamental ecological necessities.

Key words: Jordan, Red Sea, coral reefs, nature conservation, SCUBA.

Einleitung

„Das Rote Meer“ – diese Worte reichen aus, um so manchem Kenner das Herz höher schlagen zu lassen. Meeresbiologen, Ozeanographen und Sporttauchern assoziieren – heute wie in der Vergangenheit – dieses Gebiet mit einer außergewöhnlichen Vielfalt und Schönheit an Unterwasserlebensräumen und biologischen Lebensgemeinschaften. Österreich war hier mit der „Pola“, ein als Forschungsschiff umgerüstetes Boot der Kriegsmarine, schon von Anfang an dabei. Bereits im 19. Jahrhundert starteten die erste (1895-1896) und zweite (1897-1898) „Österreichisch-Ungarische Tiefsee Expedition“ ans Rote Meer. Das Rote Meer war durch den Bau des Suez Kanal im Jahre 1869 über den Seeweg in einfache Reichweite Europas gerückt. Die erste Reise führte auch in den Golf von Aqaba, der vorher noch niemals von einem Forschungsschiff besucht worden war (SCHEFBECK 1996).

Mit einer Länge von 2200 km, einer maximalen Breite von 350 km und einer Tiefe von beinahe 3000 m stellt das Rote Meer einen Teil des ostafrikanischen Grabensystems dar. Seine Beckenmorphologie, die nur 27-km-breite Verbindung mit dem Indi-

schen Ozean, die bis zum Meeresboden relativ gleichbleibende, hohe Temperatur (auch eine Entdeckung der „Pola“ Expeditionen!) und der relativ hohe Salzgehalt (hohe Verdunstung, geringe Niederschläge bzw. geringe Süßwasserzufuhr durch Flüsse) machen das Rote Meer zu einem einzigartigen Untersuchungsgebiet.

Der Golf von Aqaba – als nordöstlicher Nebenarm – kann als kleines Abbild des Roten Meeres betrachtet werden: ein tief eingeschnittener Graben, durch eine Meerenge (Straße von Tiran) vom Hauptgraben isoliert und mit Temperaturen von 20°C in über 1000 m Tiefe (nur 3-5°C auf gleicher geographischer Breite im Atlantik und Pazifik) (SCHUHMACHER 1991). Auf Grund der Grabenstruktur sind die Korallenriffe in Form von Saumriffen entlang der relativ schmalen Seichtwasserküstenabschnitte ausgebildet. Die Riffe im Roten Meer werden als eigene, vom Indischen Ozean getrennte Riffprovinz angesehen, die sich auch im Vorhandensein einer Reihe endemischer Arten widerspiegelt. Die Korallenriffe entlang der jordanischen Küste liegen auf 29°30' N und gehören somit zu den nördlichst gelegenen Riffen weltweit (Abb. 1). Aus österreichi-

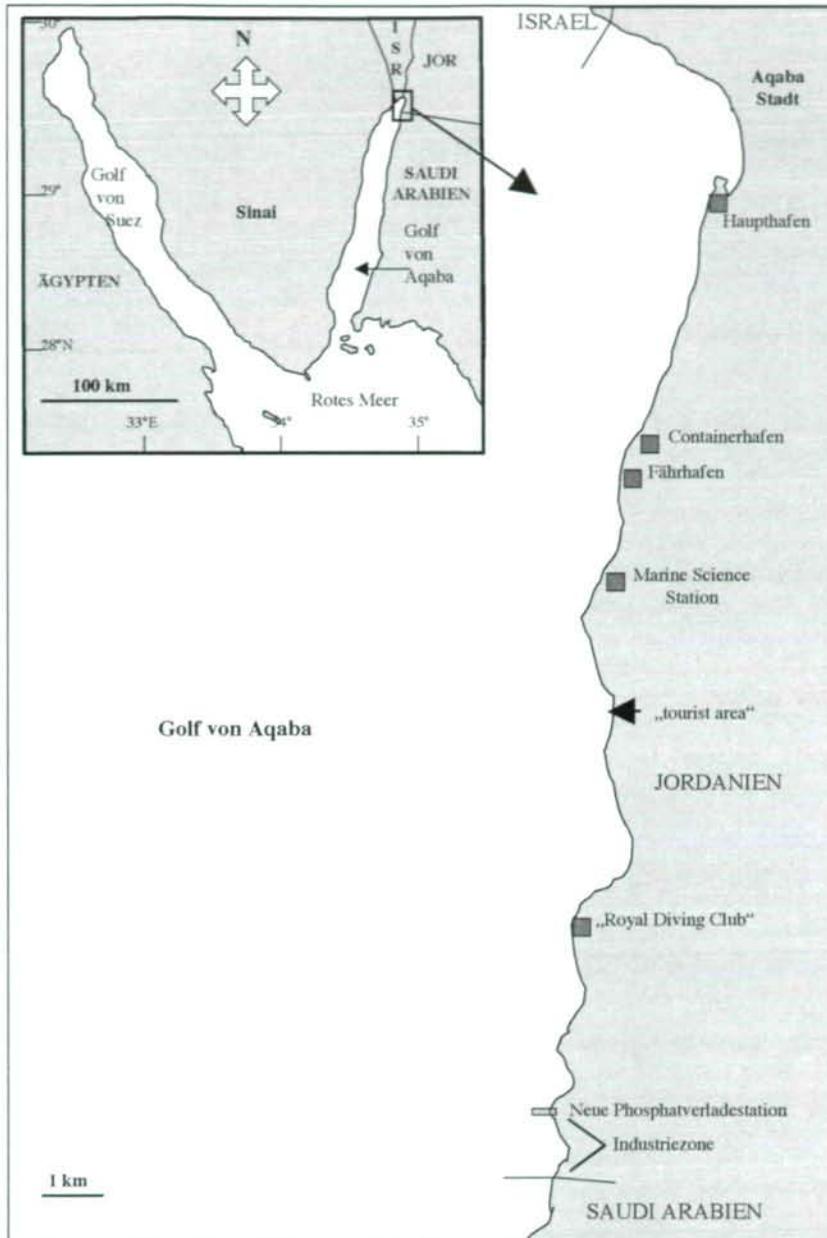


Abb. 1: Jordanische Küste des Golfes von Aqaba, ein „4-Ländereck“ (Jordanien, Saudi-Arabien, Israel, Ägypten).

scher Sicht sind sie auch die am nächsten gelegenen Riffe. Dies mag mit eine Erklärung für die verstärkte Beschäftigung der österreichischen Meeresbiologen mit den jordanischen Korallenriffen in der Forschung und Lehre sein.

Lebensräume und Lebensgemeinschaften

Das fossile Riff

Die Artenvielfalt und Farbenpracht des Korallenriffs sind sprichwörtlich und stellen auf den ersten Blick einen starken Kontrast zu den Sand- und Steinwüsten samt ausgetrockneten Wadis, die entlang der 27 km

langen Küstenstrecke Jordaniens bis zur Wassergrenze reichen. Jedoch auch die unscheinbaren Felserrhebungen knapp hinter der Küstenstrasse sind stumme Zeugen der gewaltigen Wechselwirkungen zwischen Land und Wasser und den sich in geologischen Zeitspannen auflösenden Grenzen zwischen dem terrestrischen und aquatischen Reich. Das auf der Höhe des Royal Diving Clubs großflächig ausgebildete fossile Riff stammt aus dem Pleistozän und dokumentiert die beträchtlichen Meeresspiegelschwankungen in diesem Gebiet. Das Riff wurde vor 300.000-500.000 Jahre während einer zwischeneinszeitlichen Phase mit höherer Meeresspiegellage gebildet. Die Hauptelemente des Riffes – Vorriff, Riffdach, Rückriffbereich, Wellenfraktion – sind noch gut erkennbar und mit reichem Fossilienmaterial belegbar (Abb. 2). So wird das Vorriff zum Beispiel von Austern und zahlreichen Seeigelstacheln dominiert. Im Riffdach hingegen sind die Korallenstöcke in Lebendstellung zu finden. Im vormals seichten Rückriffbereich sind fossile Seeigelscheibenförmige „Sanddollar“ (*Clypeaster*), Muscheln (*Pecten*, *Chlamys*) und Schnecken (*Conus*) gut erhalten. Das fossile Riff und seine Formenfülle stellen eine eindrucksvolle Parallele zum heutigen Riff dar und sind sowohl aus wissenschaftlicher als auch aus pädagogischer Sicht als höchst schützenswert zu betrachten.

Das Korallenriff heute

Die rezenten Korallenriffe Jordaniens zählen für den Naturliebhaber wohl zu den wesentlichsten Gründen für einen Besuch des Landes. Unter Berücksichtigung der Verbreitung von Korallenriffen weltweit finden sich im Roten Meer die nördlichsten Korallenriffe mit bemerkenswerter Artenvielfalt. Die besonderen klimatischen Bedingungen rund um das Rote Meer sorgen für hohe Wassertemperaturen mit ausgeglichener Jahresbilanz. Hier finden Steinkorallen somit günstige Wachstumsbedingungen. Im Sommer wird das Wasser kaum wärmer als 28°C und die geringsten Wintertemperaturen – ein kritischer Faktor für das Korallenwachstum – betragen nicht weniger als 20°C. Genau innerhalb dieser Temperaturbereiche liegen die optimalen Voraussetzungen für die Bildung von Korallenriffen.

Die meist steile Küstenmorphologie entlang des Golfes von Aqaba bedingt die Ausprägung des typischen Riffotyps des Roten Meeres – des Saumriffes. Beinahe lückenlos ziehen Korallenriffe von Aqaba, dem nördlichsten Teil des Golfes, entlang der Küste bis in die Straße von Tiran und weiter um das Hauptbecken des Roten Meeres. Von der Uferlinie weg bis einige Dutzend oder hundert Meter in das Meer hinaus ist es dem Besucher kaum möglich das Wasser zu betreten ohne auf die faszinierende Artengemeinschaft des Korallenriffs zu stoßen. Saumriffe bilden sich entlang der Ufer und wachsen in Richtung offenes Meer. Wenn die Wassertiefe vor der äußeren Riffkante über ein kritisches Maß – meist 30 Meter oder mehr – steigt, kommt das Riffwachstum an der Außenseite schließlich zum Stillstand. Aufgrund der Symbiose mit einzelligen Algen, den so genannten Zooxanthellen (Dinoflagellaten der Gattung *Symbiodinium*) sind nämlich die meisten riffbildenden Steinkorallen an lichtdurchflutete Wasserzonen gebunden. Die im Seichtwasser so hervorragend funktionierende Symbiose begrenzt somit jedoch die Lebensfähigkeit der meisten Korallenarten in der Tiefe. Nur einige wenige Spezialisten (Plattenkoralle *Leptoseris*), die sich durch flächiges Wachstum zur optimalen Lichtausbeute und langsame Wachstumsraten auszeichnen, können noch in Tiefen von über 100 Metern existieren. Andere Arten besitzen keine Zooxanthellen und sind somit auch in großen Wassertiefen zu finden. Zu einer echten Riffbildung kommt es hier aber nicht mehr.

Ein voll ausgebildetes Saumriff gliedert sich in ein Riffdach, das ist jener horizontale Teil, der sich vom Ufer bis zur äußeren Riffkante erstreckt, in einen Riffhang, der mehr oder weniger steil ins Wasser abfällt und in ein seewärts gelegenes Vorriff. Letzteres entsteht durch von der Riffkante und dem Riffhang abbrechende Korallen, die entweder weiter wachsen oder nach ihrem Absterben als günstiges Substrat für die Ansiedelung der planktonischen Steinkorallenlarven dienen oder durch direktes Heranwachsen von Korallen im nicht zu tiefen Wasser. Viele Tauchplätze entlang der jordanischen Küste sind durch weit ausgedehnte Vorriffe charakterisiert, die unter günstigen Licht- und Strömungsbedingungen eine

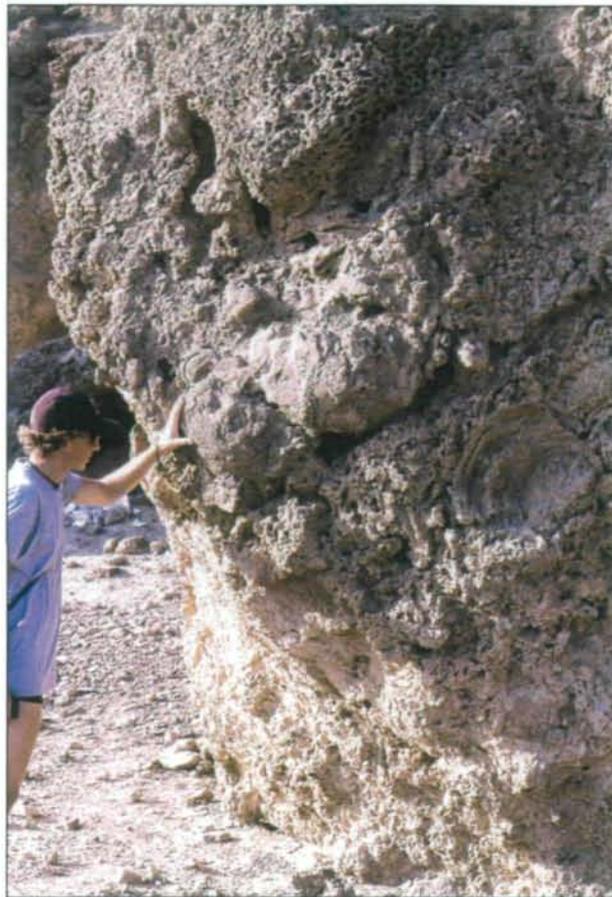


Abb. 2: Fossiles Riff auf der Höhe des Royal Diving Clubs, ein eindrucksvoller Einblick in die Vergangenheit.

meist große Formenvielfalt aufweisen. Das Riffdach ist an den meisten Orten schmal, oft nur wenige Meter lang.

Auf breiteren Riffdächern kann man hingegen den Werdegang eines Saumriffs gut beobachten. Aufgrund der Lichtabhängigkeit der meisten Steinkorallen streben diese der Wasseroberfläche zu, womit sie am Riffdach im sehr seichten Wasser wachsen. Erreicht das Riff die Wasseroberfläche, so verändern sich bei breiten Riffdächern die Wachstumsbedingungen v.a. in den ufernahen Bereichen ungünstig. Trockenfallen bei Niedrigwasser, hohe Schwankungen der Temperatur sowie – durch starke Erwärmung der Ruhigwasserzonen – geringere Sauerstoffversorgung verlangsamen das Korallenwachstum und bringen schlussendlich die Korallen hier zum Absterben. Während das Riff weiter seewärts wächst, kommt es im Rückriff zu einer Reduktion des Riffwachstums und zur sogenannten Bioerosion durch Riffbewohner, die sich von den Algen auf den toten Korallenoberflächen ernähren oder den Korallenkalk durchbohren. Der Taucher kann in diesen Riffabschnitten sehr häufig Papageifische (Scaridae), Doktorfi-



Abb. 3: Der Weihnachtsbaumwurm *Spirobranchus giganteus* ist einer der auffälligsten und buntesten endolithischen Bewohner von massiven Steinkorallen.

sche (Acanthuridae) und Seeigel (*Diadema*, *Echinometra*) beobachten. Vor allem die Papageifische und Seeigel tragen einen wesentlichen Teil zur Bioerosion im Riff bei. In Folge kann es zur leichten Abtragung des Riffdaches hinter dem Rückriff und zur Bildung von seichten Lagunen kommen. Der Korallensand, der in großen Mengen von den bioerodierenden Organismen hinterlassen wird, bildet dann Weichböden. Diese Form des Untergrunds ist für die Besiedelung von Korallenlarven ungeeignet, bedingt aber das Vorkommen anderer wichtiger, mit Korallenriffen assoziierter Lebensräume. Dazu zählen Sandböden und Seegraswiesen (siehe unten).

Abb. 4: Die Irisierende Kammmuschel *Pedum spondyloideum* ist tief und fest in der Koralle eingewachsen und für Feinde kaum zugänglich.



Die Korallenriffe des Roten Meeres werden von über 300 Arten von Steinkorallen aufgebaut (SPALDING et al. 2001) und ein großer Teil dieser Arten findet sich auch im Golf von Aqaba. Bevor jedoch auf die Steinkorallen selbst eingegangen wird, muss hier noch eine Gruppe von Organismen – die im Gegensatz zu den oft mit Pflanzen verwechselten Korallen tatsächlich zu diesen gehören – erwähnt werden: die Kalkrotalgen oder Corallinaceae. Von Tauchern und Schnorchlern meist unbeachtet, weiß der Meeresbiologe jedoch um ihre wichtige Rolle in der Riffbildung. Unspektakulär meist im Hintergrund der Kulisse wachsen diese Kalkkrusten bildenden, meist rosa bis rot gefärbten Algen flächig ausgebreitet und umgeben die Basen von Steinkorallen bzw. überziehen Riffkalke, wodurch dem gesamten Riff erst Stabilität verliehen wird. So kann in manchen Riffabschnitten die von Nicht-Steinkorallen gebildete Kalkmenge jene der Steinkorallen deutlich überschreiten, wobei die Kalkrotalgen einen erheblichen Anteil bilden.

Von den Ökosystemen an Land sind wir meist gewöhnt, alles Festgewachsene zu den Pflanzen gehörend zu zählen, während Tiere meist mobil sind. Durch die Eigenschaft des Wassers, wo Nahrung, Sauerstoff und andere lebensnotwendige Stoffe einerseits und z. B. Geschlechtsprodukte andererseits durch den Wasserkörper transportiert werden und daher Fortbewegung nicht unbedingt notwendig ist, ist diese Regel nur mehr bedingt gültig, in vielen Fällen sogar ins Gegenteil verkehrt. Eine Vielzahl von Tiergruppen hat im Korallenriff festgewachsene (sessile) Vertreter. Zu diesen zählen auch die für das Korallenriff unentbehrlichen Steinkorallen. Innerhalb des primitiven Tierstammes der Nesseltiere (Cnidaria) gehören sie den 6-strahligen Anthozoen (Blumentiere) an. Die Formenvielfalt und die unterschiedlichen Färbungen der einzelnen Arten sind wohl der wesentlichste Grund für den fantastischen Eindruck, den Taucher und Schnorchler bei einem Besuch dieses Ökosystems gewinnen.

Steinkorallen vermehren sich geschlechtlich über planktonische Larven, die über weite Strecken verdriftet werden können um schließlich im seichten Wasser auf

geeigneten Hartböden zu siedeln. Stabiles Substrat ist eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Niederlassung der Larven. Diese bilden schließlich einen Primärpolypen, der bei den meisten Arten durch ungeschlechtliche Vermehrung (Teilung) zur Bildung einer ständig wachsenden Kolonie führt. Mit Ausnahme z. B. der Pilzkorallen (Fungiidae), welche auch bei Aqaba häufig als große scheibenförmige Korallen im Riff oder auch auf Sandböden frei liegend zu beobachten sind, stellen die meisten Steinkorallen Kolonien einer Vielzahl von Polypen dar. Die Größe und Form dieser Polypen ist höchst variabel und kann von nur einem Millimeter bis mehrere Zentimeter reichen. Diese Umstände sind schließlich verantwortlich für das Erscheinungsbild und für wichtige Erkennungsmerkmale der zahlreichen Arten.

Die unterschiedlichen Wuchsformen der Steinkorallen bieten nicht nur dem Beobachter eine interessante Vielfalt sondern haben auch eine wesentliche ökologische Bedeutung. Hoch wachsende verzweigte oder blättrige Formen mit stark 3-dimensionaler Struktur weisen eine Unzahl von Versteckmöglichkeiten für Krebse, Fische und andere Riffbewohner auf. Massive, kugelförmige oder flächig ausgebreitete Formen bieten diese Möglichkeit nicht. Vor allem auf massiv wachsenden Korallen finden sich daher andere Lebensstrategien. Endolithen (im Gestein oder Korallenkalk lebende Organismen), wie der zu den Polychaeten (Vielborster) gehörende Weihnachtsbaumwurm *Spirobranchus giganteus* (Abb.3), mit seinen farbenprächtigen doppelten Tentakelkränzen oder die Kammuschel *Pedum spondyloideum* mit blau-violett irisierendem Mantelrand, lassen sich nach ihrer Ansiedlung als Larve von der Koralle umwachsen (Abb. 4). In diese eingebettet sind sie von Räubern geschützt, können sich aber dennoch mittels filtrierender Lebensweise von Schwebstoffen und Plankton aus dem Wasser ernähren.

Der lebende Anteil der Steinkorallen beschränkt sich auf die Oberfläche der Kolonie, die somit nur von einem dünnen Gewebshäutchen überzogen ist. Darunter liegt ein vom Gewebe abgeschiedenes, hartes Kalkskelett, das über lange Zeiträume gebil-



det wird und den Steinkorallen ihren Namen verleiht und Stabilität verschafft. Die unterschiedliche Morphologie dieses Skeletts charakterisiert die verschiedenen Arten und die Skelettstruktur verleiht den Korallen ökologische Besonderheiten. So finden sich in den Brandungsbereichen, wo hohe physikalische Kräfte herrschen, viele verzweigte Formen der Gattungen *Acropora* und *Pocillopora*, die trotz relativ schnellen Wachstums ein widerstandsfähiges Skelett ausbilden und den Wellen trotzen können. Die stark wellenexponierte Riffkante ist daher meist von solchen Artengemeinschaften charakterisiert. In seichten Bereichen mit nicht allzu starker Wellentätigkeit finden sich auch entlang der jordanischen Küste häufig Feuerkorallen der Gattung *Millepora*, die sich ihren Namen durch zahlreiche, oft schmerzhafte Berührungskontakte mit Schnorchlern und Tauchern verdient haben (Abb. 5). Sie zählen zu den wenigen Nicht-Steinkorallen, die einen nennenswerten Anteil an der Riffbildung mittragen und stammen aus der Klasse der Hydrozoa. Ihr Skelett ist etwas anders aufgebaut als das der Steinkorallen und sie sind leicht an ihrem fächer- oder plattenförmigen Wuchs und ihrer meist gelbbraunen Färbung zu erkennen. Im Gegensatz zu den Steinkorallen machen diese Hydrozoen einen Generationswechsel durch, in dem die festsitzenden koloniebildenden Polypen mit freischwimmenden Geschlechtstieren (Medusen) abwechseln. Die Medusen sind klein und unscheinbar und

Abb. 5: Dichte Bestände der Feuerkoralle (*Millepora dichotoma*) kennzeichnen den seichten, wellenexponierten Küstenstrich der jordanischen Küste.



Abb. 6: Die langgestielten Korallenpolypen der Gattung *Lobophyllia* bilden große Kolonien, die jedoch durch Ankerschäden und ähnliche Beschädigungen in sich zusammenbrechen können (Tauchplatz „Saudi border“).

mit dem freien Auge kaum sichtbar, daher treten diese Nesseltiere für den Riffbesucher stets nur in der Polypenvariante in Erscheinung.

Die Tauchplätze Jordaniens sind aufgrund unterschiedlicher Küstenmorphologie und lokaler Strömungsmuster sehr variabel und die bestandsbildenden Korallen können über nur kurze Strecken sehr verschieden sein. Das Hausriff des Royal Diving Clubs ist z. B. auf seiner Nordseite sehr stark von verzweigten Korallen der Gattungen *Acropora*, *Stylophora* und *Pocillopora* geprägt. Im meist steilen Riffhang bilden außerdem Feuerkorallen große Bestände. Seine etwas geschütztere Südseite charakterisiert sich im Flach-

Abb. 7: Der Kampf um Raum mit chemischen Mitteln führt oft zu einem „Niemandland“ zwischen einzelnen konkurrierenden Korallen. In der Mitte, *Porites lobata*; die braunen Flecken sind Plattwürmer (*Waminoa*).



wasser häufiger durch große Kolonien von massiv wachsenden Bergkorallen (*Porites*) und Arten aus der Familie der Faviidae. Etwas entfernt liegende Tauchplätze, wie etwa die „Saudi Border“ – der südlichste Tauchplatz Jordaniens – zeigen ein häufiges Vorkommen von großen Kolonien der Gattung *Lobophyllia*, die sich halbkugelförmig aus lang gewachsenen Polypen mit mehreren cm Durchmesser zusammensetzen. Diese mehrere Meter großen Kolonien sind im Flachwasser bestandsbildend und empfindlich gegen physikalische Einwirkungen wie z. B. Ankerschäden. Wird ein Teil dieser Kolonie zerbrochen, beginnen die langen, locker aneinander gereihten Polypen nacheinander umzustürzen und die Kolonie fällt langsam in sich zusammen (Abb. 6).

An den Steilwänden der Riffe oder „drop offs“, wie sie in der Sprache der Taucher gerne genannt werden, finden sich vor allem in Tiefen von über 20 Metern oder an schattigen Überhängen Spezialisten unter den Steinkorallen, die mit den geringen Lichtmengen dort gut auskommen. Zur maximalen Lichtausbeute breiten sich Kolonien von z. B. *Pachyseris speciosa* flächig aus und können mehrere Meter breite Flächen bedecken. Entlang von Riffhängen sind die Kolonien oft horizontal ausgebreitet, während sie an senkrechten Wänden in vertikale Positionen gezwungen werden. Neben den Steinkorallen finden sich häufig Riesengorgonien in tieferen Riffabschnitten, deren meist senkrecht stehende Fächer weit aus dem Riffhang hinausragen können. Die Fächer sind stets quer zur Hauptströmungsrichtung ausgerichtet, was den Fang vorbeidriftenden Planktons optimiert. Eine ähnliche Strategie verfolgt die Weichkoralle *Dendronephthya klunzingeri*, die bis zu einem drei Viertel Meter groß aus dem Riffhang in das Wasser ragt. Ihre prächtige dunkelrote bis purpurne Färbung ist in der Tiefe jedoch erst durch Verwendung einer Lampe auszumachen.

Im gesamten Riffbereich prägt die Raumkonkurrenz das Bild. Freie Flächen sind für die vielen sessilen Arten das höchste Gut, und ein erbitterter Kampf findet um jeden Quadratzentimeter statt. In erster Linie tobt der Konkurrenzkampf zwischen den einzelnen Korallenarten selbst. Hier ent-

scheidet eine Vielfalt an Faktoren – darunter Standortbedingungen sowie Wachstumsformen, -geschwindigkeiten und -strategien – welche Art die Oberhand erlangt. Bei den festwachsenden Korallen bestimmt auch oft der chemische Krieg über Sieg und Niederlage. Die Kolonieränder können Abwehrstoffe ausscheiden oder mittels Verdauungsenzymen den heranwachsenden Nachbarn zusetzen, was oft zu klar erkennbaren Trennlinien führt (Abb. 7). Weitere ernste Raumkonkurrenten für Steinkorallen sind Weichkorallen und Schwämme (siehe unten).

Weichkorallen zählen, neben den festen Horn- und Orgelkorallen, zu den 8-strahligen Anthozoen (Octocorallia) und besitzen – wie ihr Name schon sagt – kein starres Skelett. Sie erhalten ihre Stabilität durch einen Druck (Turgor), der durch spezielle Polypen mittels Gewebsflüssigkeit aufgebaut wird. Sehr häufig treten Straußenkorallen der Gattung *Xenia* in Erscheinung, die so genannte Pionierarten repräsentieren und nicht nur auf natürlichen Substraten auftreten, sondern auch auf Unrat wie Aludosen und Plastikflaschen, der sich leider in ausreichender Menge im Meer befindet, wachsen. Diese kleinen, meist weißen, blumenstraubartigen Weichkorallen siedeln rasch und wachsen schnell, so dass sie neu gewonnenes Substrat bald einnehmen und durch Bildung von großen Beständen bedeutende Raumkonkurrenten zu Steinkorallen repräsentieren. Auffälliger ist z. B. die den Golf von Aqaba charakterisierende, nach einem der ersten Rotmeerforscher benannte bereits erwähnte Weichkoralle *Dendronephthya klunzingeri*. Diese Art besitzt zahlreiche weiße Skelettnadeln, die durch das tiefrote Gewebe durchscheinen und ist aufgrund ihrer Unabhängigkeit von Zooxanthellen nicht an lichtdurchflutete Zonen gebunden. Ein ähnliche, aber durch ihre gelbliche Farbe leicht zu unterscheidende Weichkoralle ist *Lithophyton arborea*, die bis zu einem gewissen Maß ihren deutschen Namen „Broccoli-Koralle“ zu Recht trägt. Sie wird bis über einen halben Meter groß und ist häufig an den Riffen Jordaniens an geschützten Riffkanten oder am Riffhang in großen Beständen zu finden. Weichkorallen der Gattung *Sarcophyton* hingegen sind meist grün-braun und ähneln überdimensionalen Pilzen, vor allem wenn ihre Polypen



Abb. 8: Die Polypen der Weichkoralle *Sarcophyton*, links oben offen, rechts unten eingezogen.

eingezogen sind und sie ihre dann glatte Oberfläche präsentieren (Abb.8). Außer ihrer Farben- und Formenvielfalt nehmen Weichkorallen auch eine besondere ökologische Rolle im Riff ein, in dem sie wichtige Raumkonkurrenten zu Steinkorallen darstellen. Neben ihrem raschen Wachstum und ihrer Neigung zur Bildung von ganzen Beständen, können sie durch die Abgabe großer Mengen giftiger Inhaltsstoffe (Terpene) in das Wasser das Wachstum der benachbarten Steinkorallen hemmen. Weiters sind terpenhaltige Weichkorallen weitgehend gegen Fraß durch Fische und andere Riffbewohner geschützt.

Mosaik der Lebensräume im Riffbereich

Die Seegraswiesen

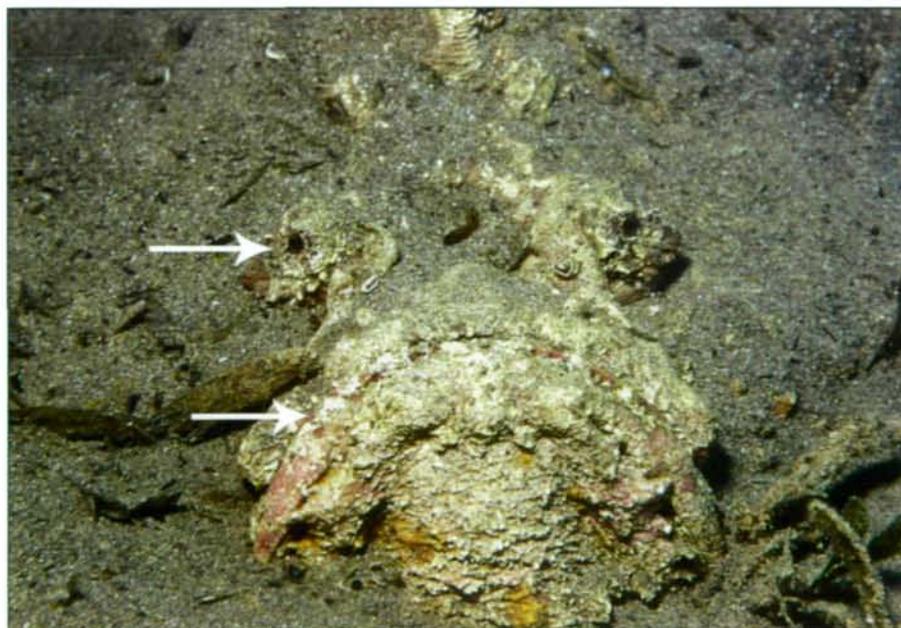
Seegräser (*Halophila*, *Syringodium*) zählen im Gegensatz zu den Algen zu den höheren Pflanzen und repräsentieren die einzige Gruppe von Blütenpflanzen im Meer. Jener Schnorchler oder Taucher, der sich nun erwartet in günstigen Zeiten über ein marines Blütenmeer hinweg schwimmen zu können, wird jedoch enttäuscht werden. Die Blüten der Seegräser sind klein und unscheinbar. Im Vordergrund der Vermehrung steht vielmehr eine ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Ausläufer (Rhizome), die ein dichtes Geflecht unter der Sandoberfläche bilden und sich mit Wurzeln verankern, während die Blätter dem Licht zustreben.



Abb. 9: Ein Schwarm Kaninchenfische (Siganidae) in einer Seegraswiese weidend.

Die meisten Seegrasarten der Tropen sind kurzblättrige Arten und auch bei Aqaba finden sich selten Seegraswiesen, die eine Höhe von 15 cm überschreiten. Dennoch können diese Seegraswiesen enorme Ausdehnungen erfahren und sich über Dutzende bis Hunderte Meter hinweg erstrecken. Sie sind nicht nur in den Lagunen der Riffe sondern auch auf den Sandböden der Vorriffe zu finden, wo sie auch in Tiefen bis über 30 Meter hinabreichen können. Aufgrund ihrer anderen Struktur und Biologie bilden Seegraswiesen in der Nähe von Korallenriffen vollkommen eigene Lebensräume, deren Bewohner aber oft eng mit dem Riff in Beziehung stehen.

Abb. 10: Der Steinfisch *Synanceia verrucosa* – unkenntlich in der Seegraswiese eingegraben. Pfeile zeigen auf Augen und Mund.



Die Blätter der Seegräser selbst, sowie die gesamten Bestände der Seegraswiesen dienen einer Unzahl von Tieren als Lebensraum und Nahrungsgrundlage. Außer den „riesigen“ Einzellern aus der Gruppe der Kammerlinge (Foraminiferen) finden sich kleine Algen und winzige festsitzende Tiere, die auf den Seegrassblättern wachsen. Große Schwärme pflanzenfressender Fische aus den Familien der Doktorfische (Acanthuridae) und der Kaninchenfische (Siganidae, Abb. 9), die sich von den Algen und schlussendlich von den Seegrassblättern selbst ernähren, tragen hier zu den charakteristischen Lebensgemeinschaften bei. Für eine Reihe von eigentlich riffassoziierten Fischen, wie z. B. den Lippfischen (Labridae), bilden Seegraswiesen hervorragende Jugendstuben, in denen ganze Schwärme der Jungfische Schutz suchen. Diese wiederum ziehen eine Reihe von Räubern aus dem Riff an und so sieht man nicht selten Muränen (z. B. *Sideraea grisea*) und Skorpionsfische (Scorpaenidae) ihre typische Riffumgebung verlassen, um in Seegraswiesen zu dinieren. Aus letzterer Gruppe stammt auch der Steinfisch (*Synanceia verrucosa*), ein durch hochgiftige Rückenstacheln geprägter Fisch, der hervorragende Tarnungseigenschaften besitzt (Abb. 10). Im Riff kaum von einem abgestorbenen Korallenblock zu unterscheiden, verfolgt diese Art auf Sandböden und in der Nähe von Seegraswiesen eine andere Strategie. Hier findet (bzw. übersieht) man diesen Lauerjäger bis auf Augen und Maulspalte, die senkrecht nach oben gerichtet ist, eingegraben im Sand. Verirrt sich ein kleiner Fisch in die Nähe des Mauls dieses Fischräubers, dann findet die stundenlange Ruhe ein jähes Ende. Mit ruckartiger Bewegung schnellt der Steinfisch nach vorne und saugt große Mengen von Wasser ein, und mit diesen das Beutetier. Während das Wasser wieder über die Kiemenspalten nach außen gelangt, bleibt für die Beute dieser Ausweg versperrt.

Seegraswiesen zählen zu den hoch produktiven Lebensgemeinschaften im Meer. Ähnlich dem Grasland in terrestrischen Ökosystemen zeichnen sie sich durch schnelle Wachstumsraten und damit verbundener hoher Produktion organischer Substanz aus. Im Gegensatz zu den Landökosystemen geht der Großteil der Produktion

im Meer jedoch nicht in eine Fraß- sondern in eine sogenannte Detritusnahrungskette ein (OTT 1996), in der große Mengen abgestoßener Blattsubstanz vorwiegend von Mikroorganismen aufgearbeitet werden.

Die Sandböden

Rund um Seegraswiesen, zwischen den Riffkörpern, in tiefer gelegenen Zonen und in den seichten Lagunen der Saumriffe erstrecken sich Sandböden über oft wesentlich größere Flächen als das Riff selbst. Vollkommen andere biologische Grundlagen als auf den Hartböden des Riffs führen hier zur Ausprägung einer ganz besonderen Fauna. Die Mobilität (Umschichtung, Sedimentation und Abtragung) der Sandböden erlaubt kaum die Ansiedelung von festsitzenden, sessilen Tieren. Der Vorzug ist hier somit mobilen Arten gegeben, die sich auf der Bodenoberfläche aufhalten oder – wie in den meisten Fällen – im Sand graben. Vor allem Weichtiere (Mollusken), Stachelhäuter (Echinodermaten), Krebse (Crustacea) und Fische spielen als Makrofauna in diesen Lebensgemeinschaften eine bedeutende Rolle. Seegurken der Gattungen *Holothuria* und *Stichopus* liegen vereinzelt auf der Sandoberfläche und scheinen sich kaum fortzubewegen. Tatsächlich wandern diese Tiere jedoch über weitere Strecken, eine Verhaltensweise, die dem Sporttaucher mangels Zeit meist entgeht. Nur durch Markierung der Tiere können ihre Wanderbewegungen inmitten des Riffs beobachtet werden. Eine weitere Gruppe der Echinodermaten findet sich hier in Form der irregulären Seeigel, die ihre 5-strahlige Symmetrie zugunsten einer grabenden Lebensweise aufgegeben haben und deutlich ein Vorder- und Hinterende erkennen lassen. Besonders bemerkenswert sind dabei die Sanddollar (*Clypeaster*), die extrem abgeflacht geformt knapp unter der Sandoberfläche zu finden sind. Um Herzseeigel wie *Lovenia elongata* ans Tageslicht zu befördern, werden vom Unterwasserforscher bereits kleine Schaufeln verlangt. Entlässt man die Tiere wieder auf den Sand, so graben sie sich sofort mit unsichtbaren Bewegungen ihrer Bauchstacheln aber bemerkenswerter Geschwindigkeit wieder ein.

Unter den Fischen findet man hier vor allem Plattfische, die ihre larval noch vor-



Abb. 11: Der Teufelsfisch *Inimicus filamentosus* mit als Warnsignal ausgebreiteten bunten Brustflossen.

handene fischtypische Symmetrie zu Gunsten eines Lebens auf und im Sand aufgegeben haben. Bei den Jungfischen findet eine erstaunliche Entwicklung statt, die dafür sorgt, dass ein Auge im Wachstum auf die gegenüberliegende Körperseite neben das andere Auge wandert. Im Gegensatz zu den Rochen, die von oben nach unten abgeflacht (depress) sind, sind diese Fische seitlich zusammengedrückt (kompress) und kommen somit auf einer ihrer beiden Körperseiten zu liegen. Plattfische, als Meister der Camouflage, sind oft nachtaktiv und halten sich tagsüber regungslos auf der Sandoberfläche auf oder sind darin eingegraben. Auch andere Räuber graben sich bis auf ihre Augen und ihre Maulspalte im Sand ein. Zu ihnen zählen Skorpionsfische wie der schon besprochene Steinfisch *Synanceia verrucosa* und der Teufelsfisch *Inimicus filamentosus* (Abb. 11).

Den größten Einfluss auf die Gestaltung von Sandböden haben an vielen Stellen die Maulwurfskrebse, von denen große Arten wie *Callichirus lauriae* in Aqaba riesige, bis zu 70 cm hohe Hügel mit dem Aushub ihres Grabbaues anlegen (Abb. 12). Neben diesen Hügeln finden sich meist Trichter, die durch die zwischen Hügel und Trichter entstehenden Druckunterschiede im vorbeiströmenden Wasser zur Ventilation des oft mehrere Meter langen Baues beitragen. Diese und verwandte Maulwurfskrebsarten durchlöchern und belüften, ähnlich wie Regenwürmer in der Erde, den Sand. Eine neue Art (*Callianassa*



Abb. 12: Die bis zu 70 cm hohen Hügel des Maulwurfskrebsses *Callichirus laurae*, eine im Roten Meer endemische Art, gestalten den Sandhang vor dem Royal Diving Club.

Abb. 13: Die wunderschöne Färbung des Gehäuses der Kegelschnecke *Conus textile* sollte niemanden dazu veranlassen dieses hochgiftige Tier zu berühren.



aqabensis) konnte vor kurzem von einem Mitglied des österreichischen Teams beschrieben werden (DWORSCHAK 2003). Zu den Wirbellosen mit ähnlicher Funktion („sediment reworking“) zählen auch die Polychaeten (Borstenwürmer), Sipunculiden (Spritzwürmer) und zahlreiche andere wurmartige Bewohner des Sandes. Im mikroskopischen Bereich sind die Sandböden hier, aber natürlich auch weltweit, von einer als Mesopsammon bezeichneten Sandlückenfauna bevölkert. Unzählige wirbellose Kleinstlebewesen aus weniger bekannten Tierstämmen leben mit einem teilweise bis zur Unkenntlichkeit abgeändertem äußeren Erscheinungsbild zwischen den Sandkörnern.

Neben unzähligen anderen Mollusken sind die nicht ungefährlichen und durchaus häufigen Kegelschnecken (Conidae) erwähnenswert, deren Name sich von der Form ihres Gehäuses herleitet. Diese räuberischen Schnecken, deren Radula (Raspelzunge) in einen mit Giftdrüse ausgestatteten Pfeil umgewandelt ist, ernähren sich von Fischen. Dies verlangt natürlich ein hochwirksames Gift um ein Entkommen der viel schnelleren Beute zu verhindern. Das Gift der *Conus textile* (Abb. 13) kann auch für den Menschen tödlich sein, womit von unachtsamem Graben mit bloßen Händen oder in den Sand fassen abgesehen werden sollte.

Fische im Korallenriff

Neben den Korallen selbst ist es wohl die Vielfalt in Form und Farbe der riffbewohnenden Fische, die das Herz der Taucher und Schnorchler höher schlagen lässt. Das Rote Meer beherbergt mehr als 1100 Fischarten (FROESE & PAULY 2004), von denen ein Großteil unmittelbar mit dem Korallenriff assoziiert ist. Die Formenvielfalt der Fische ist einzigartig innerhalb der Gruppe der Wirbeltiere. Die physikalischen Besonderheiten des Wassers, wie die dichtebedingte weitgehende Aufhebung der Schwerkraft und die Viskosität stellen ganz andere Anforderungen an die Morphologie von Tieren, als dies bei am Land lebenden der Fall ist. Die Körperform der Fische ist somit frei von vielen Zwängen und konnte sich im Laufe der Evolution mit der Lebensweise der einzelnen Arten in viele Richtungen ändern. So finden sich im Riff schlangenförmige, langgestreckte Körper vor allem bei Fischen, die Spalten und Hohlräume bewohnen wie Muränen (Muraenidae), Röhrenaale (Ophichthidae) oder Schlangenaale (Heterocongridae). Aber auch Arten des Freiwassers, wie die Flötenfische (Fistulariidae) können diese Körperform annehmen. Letztere ziehen ihren Vorteil nicht aus der Möglichkeit auch engste Spalten bewohnen zu können, sondern vielmehr aus dem geringen Körperquerschnitt, der sie für kleine Beutefische beim frontalen Anpirschen schwerer erkennbar macht.

Den genauen Gegensatz in der Körperform findet man bei den tetraodontiformen (kugelfischverwandten) Fischen, zu denen

neben den Kugelfischen weiters auch Igel- und Kofferfische zählen (Abb. 14). Kugelfische (Tetraodontidae) zeichnen sich durch eine sehr rundliche Körperform aus, die vor allem im Falle eines Angriffs durch einen Räuber durch Wasserschlucken bemerkenswert potenziert wird. Dieselbe Fähigkeit besitzen auch Igel-fische (Diodontidae), bei denen sich zusätzlich noch Knochenstacheln an der Hautoberfläche aufstellen, wodurch ein Hinunterschlingen selbst für große Raubfische unmöglich wird. Diese Fähigkeit stellt jedoch einen physiologisch höchst anstrengenden Vorgang dar. Daher sollte dieses „Aufblasen“ niemals willkürlich von Tauchern provoziert werden. Weiters sind Kugelfische durch ihr bekanntes Gift Tetrodotoxin, welches in Haut und Eingeweiden zu finden ist, sehr „un-schmackhafte“ Beutetiere. Zu ihren wenigen Feinden zählen wohl hauptsächlich japanische Fugu-Lieferanten, die unter strenger Kontrolle für zahlungskräftige Kunden die tödlichen Fischorgane entfernen. Kofferfische hingegen haben einen starren Knochenpanzer aus dem nur einige Bereiche wie Augen, Maul, Kiemen-deckel, After und Flossenansätze ausge-nommen sind. Ihr starrer Hautpanzer ist im Querschnitt quadratisch und im Falle mancher Arten fast 3-eckig (z. B. Pyramidenkof-ferfisch *Tetrosomus gibbosus*). Drückerfische (Balistidae) und Feilenfische (Monacanthidae), die ebenfalls in diese Gruppe gehören sind wiederum eher hochrückig gebaut. Innerhalb der mit einem kräftigen Gebiss ausgestatteten Drückerfische gibt es auch große Arten, wie den Riesendrückerfisch *Balistoides viridescens*, der vor allem in der Fortpflanzungszeit durch seine Aggressivität bekannt ist, die auch zu Angriffen gegen-über Tauchern führen kann. Im Gegensatz dazu sind Feilenfische in den meisten Fällen kleine Arten, die ein spitz zulaufendes Maul besitzen, mit dem sie sich unter anderem auch von Korallenpolypen ernähren.

Zu den bedeutendsten Korallenfressern zählen wohl aber die perciformen (barschar-tigen) Chaetodontidae (Falter- oder Schmetterlingsfische), die wie ihr lateini-scher Name andeutet, mit borstenartigen Zähnen ausgestattet sind und mit ihren klei-nen Mäulern behutsam Korallenpolypen von den verzweigt oder tischförmig wach-senden *Acropora*-Korallen abzupfen. So



kann man diese auffällig gefärbten typischen Korallenriffische oft paarweise oder in klei-nen Gruppen durchs Riff ziehend beobach-ten (Abb. 15), wo sie von Zeit zu Zeit an ei-nem Korallenstock halt machen, um diesen um einige Polypen zu erleichtern. Mit Be-hutsamkeit kann man diesen Fischen als Taucher folgen und ihr Fressverhalten stu-dieren. Nahe Verwandte und ebenso cha-rakteristische Korallenriffische sind die Kaiserfische (Pomacanthidae). Vor allem die großen Arten, wie z. B. der sehr bekann-te Emperor-Kaiserfisch *Pomacanthus impe-rator* zeichnen sich auffallend durch ihre Territorialität aus. Dies führt zu zwei Be-sonderheiten, die diese Fische charakterisie-ren. Einerseits sind sie wesentlich seltener im Riff anzutreffen, da die Territorien, innerhalb derer keine Artgenossen geduldet werden, sehr groß sein können. Andererseits haben die Jungfische eine vollkommen an-

Abb. 14: Kugel-, Koffer- und Igel-fische setzen nicht auf Stromlinienförmigkeit oder Tarnung. Hier ein Gelbgepunkteter Igel-fisch (*Cylichthys spilostylus*).

Abb. 15: Der Rotmeer-Rippelstreifen-Falterfisch ist eine gute Indikatorart für den Riffzustand und trägt den klingenden österreichischen Namen *Chaetodon austriacus*.





Abb. 16: Große Schwärme von Haremfahnenbarschen (*Pseudanthias squamipinnis*) kennzeichnen strömungsexponierte Vorsprünge und sind ein beliebtes Studienobjekt.

dere Färbung, um das Aggressionsverhalten der erwachsenen Tiere zu unterbinden. Diese anderen Farbmuster der Jungtiere brachten frühere Forschergenerationen sogar dazu, diese als eigene Arten zu beschreiben. Sind die Jungfische dann aber herangewachsen und in der Lage ein Territorium zu verteidigen, so wird recht bald die charakteristische Adultfärbung angenommen.

Nicht unerwähnt bleiben dürfen die Lippfische (Labridae) und Papageifische (Scaridae). Während erstere mit einigen Ausnahmen (z. B. der größten Art, dem Napoleon *Cheilinus undulatus*) meist durch kleine, aber farbenprächtige Arten im Riff vertreten sind, können viele Papageifische

Abb. 17: Zwei juvenile Dreifleck-Preußenfische sowie zwei Krabben in einer kleinen Griffelkoralle (*Stylophora pistillata*) versteckt.



über einen halben Meter erreichen. Ihren Namen verdanken letztere ihren zu Platten verwachsenen Zähnen, mit denen sie beträchtliche Teile von Korallenoberflächen abschaben, wobei es sich hier jedoch um Herbivorie von auf toten Korallen wachsenden Algen handelt. Lippfische hingegen gehören in den meisten Fällen zu den Allesfressern und sind unter Forschern als lästige „Abstauber“ im Riff bekannt. Bei jeder auffallenden Tätigkeit im Riff oder auf Sandböden sind sie sofort zur Stelle und fressen alles, was für sie geeignet erscheint – und das ist meist alles. So haben die Crustaceen- und Meergrundelforscher im österreichischen Team zahlreiche frisch gefangene Tiere verloren.

Zu den eindrucksvollen Arten des Riffs zählen neben großen Knochenfischen wie Zackenbarschen (Serranidae) auch die Knorpelfische, die Haie und Rochen mit einschließen. Haie, deren mystische Erscheinung bis heute bei Menschen gleichermaßen Furcht wie Faszination auslöst, sind leider an den Riffen des nördlichen Golfs von Aqaba und an der jordanischen Küste kaum mehr zu beobachten. Die Fischerei, welche die Haipopulationen direkt bzw. durch Wegnahme ihrer Beute, sowie der überall boomende Tauchtourismus und sonstige Aktivitäten am und im Wasser haben diesen majestätischen und ökologisch überaus bedeutenden Tieren die Lebensgrundlage weitgehend genommen. Rochen sind hingegen noch häufiger zu beobachten und treten meist in der Form von Stechrochen (*Taeniura*) oder als mit elektrischen Organen ausgestattete Zitterrochen (*Torpedo*) in Erscheinung. In seltenen Fällen können auch freischwimmende, pelagische Rochen wie Adlerrochen gesichtet werden. Wer im nördlichsten Zipfel des Golfes vor Jordanien jedoch einen Manta sieht, zählt zu den überaus glücklichen Tauchern, da diese Tiere kaum anzutreffen sind.

Somit stellt also die Gruppe der Knochenfische die bei weitem höchste Artenzahl von Fischen am Korallenriff und innerhalb dieser sind es inzwischen meist nur mehr die kleineren, für kommerzielle Nutzung unbedeutenden Arten aus diversen Fischfamilien, die den Eindruck der Fülle an Fischen vermitteln. Große Schwärme von

orangefarbenen Haremfahnenbarschen (*Pseudanthias squamipinnis*) charakterisieren strömungsexponierte Riffabschnitte (Abb. 16). Die Weibchen dieser Fahnenbarsche können sich zu Männchen umwandeln, ein Phänomen, das von vielen marinen Fischen bekannt ist. An solchen Stellen im Riff finden sich auch Schwarmwimpelfische (*Heniochus diphreutes*), die sich im Gegensatz zu ihren korallenfressenden Verwandten aus der Gruppe der Falterfische von Plankton ernähren und große Schwärme im Freiwasser über Riffblöcken bilden können.

Zu den häufigsten Fischen im jordanischen Korallenriff zählen aber wohl die kleinen Riffbarsche (Pomacentridae), eine primär tropische Fischfamilie, die sich durch hohen Arten- und Individuenreichtum an Korallenriffen auszeichnet. Während größere Arten wie die Sergeantenfische der Gattung *Abudefduf* oft in Gruppen im Freiwasser stehen um Plankton zu fressen, verstecken sich junge *Chromis viridis* und kleine Arten wie *Dascyllus marginatus* mit Vorliebe in Gruppen in verzweigten Korallen (Abb. 17). Nur geduldigen Unterwasserfotografen gelingt es diese Schwärme über ihren Korallen stehend abzubilden, da sich diese proportional mit der Annäherung eines Tauchers in ihre Koralle zurückziehen. Besonders kryptische, d. h. versteckt lebende Arten finden sich aber innerhalb der Zwergbarsche (Pseudochromidae) und der Meergrundeln (Gobiidae). Viele Vertreter haben eine sehr enge Bindung zu verzweigten Korallen, z. B. der Gattung *Acropora*. Sie sind nur zu erkennen, wenn man einen tiefen Blick ins Dickicht der Äste der Korallen wirft, was auch tagsüber eine Unterwasserlampe erfordern kann. Wie in vielen Ökosystemen, sind es eben diese kleinen Arten, die kaum sichtbar sind, aber tatsächlich die häufigsten Bewohner darstellen. Innerhalb der Gobiidae ist es vor allem die Gattung *Gobiodon* die durch zahlreiche Arten vertreten einen Großteil der verzweigten *Acropora*-Kolonien bewohnt. Ein einmal ausgewählter Korallenstock wird nur ungern wieder verlassen und so ist es diesen monogamen Fischen bei Verlust ihres Partners möglich das Geschlecht in eine beliebige Richtung zu wechseln. Dies erübrigt eine lange Suche nach einem passenden Geschlechtspartner, da einer der beiden Fische sich ein-



fach in das gerade benötigte Geschlecht umwandeln kann, unabhängig davon, welches Geschlecht die Grundel ursprünglich angenommen hatte. Diese außergewöhnliche Fähigkeit ist auch von wenigen anderen Grundelarten bekannt – z. B. von *Bryaninops yongei*. Diese repräsentiert wohl einen der am höchst angepassten Korallenriffische, da sie nur eine einzige Korallenart als Wohnort akzeptiert – eine gewundene Drahtkoralle namens *Cirripathes anguinea*.

Aber nicht nur im Korallenriff selbst, sondern auch in nahe gelegenen Habitaten wie Seegraswiesen und Sandböden findet sich eine Vielzahl von Fischen. Das Leben auf Sandböden verlangt besondere Anpassungen zum Schutz vor Fressfeinden. Zu den Tarnungsspezialisten zählen die Plattfische (Pleuronectiformes), darunter auch Butte und Seezungen, die ihre Körperfärbung perfekt dem Untergrund anpassen können. Andere Arten haben verschiedenste Wege gefunden um sich unter der Sandoberfläche zu verstecken. Schermesserfische (*Xyrichtis*) und Sandtaucher (Trichonotidae) können blitzschnell in den Sandboden eintauchen und entziehen sich somit herannahenden Räubern. Röhrenaale (Heterocongridae) hingegen ziehen sich bei Gefahr in ihre senkrechten Wohnröhren zurück, aus denen sie nur hervorkommen um aus der Strömung Plankton zu schnappen. „Felder“ von in der Strömung leicht hin und her pendelnden Röhrenaalen zählen für den geübten und aufmerksamen Taucher entlang seichter

Abb. 18: Wächtergrundeln und einige Arten von Pistolenkrebse leben gemeinsam in weit reichenden Gangsystemen in den Sandflächen zwischen den Korallenstöcken.



Abb. 19: Ein Schwarm Meerbarben (*Parupeneus forsskali*) wühlt durch den Sandboden, begleitet von diversen Lippfischen, z.B. dem gelben Zigarrenlippfisch *Cheilio inermis*.

Abb. 20: Schwämme sind erfolgreiche Raumkonkurrenten der Korallen: hier eine strenge Kampflinie zwischen zwei Konkurrenten (Schwamm ist rot gefärbt, rechts *Porites*).



Sandhänge und Seegraswiesen zu den eindrucksvollsten Naturschauspielen im Riff. Verschiedene Meergrundeln wiederum haben verschiedene Wege beschritten um zu Wohnhöhlen im Sand zu kommen. Größere Arten der Gattungen *Amblygobius* und *Valencienna* graben sich diese selbst, in dem sie Sand mit ihrem Maul aufnehmen und aus der Höhle schaffen. Einen wesentlich effizienteren Weg haben Wächtergrundeln (z. B. *Amblyeleotris*, *Cryptocentrus*) gefunden, welche die ausgedehnten Bauten von Pistolenkrebse der Gattung *Alpheus* bewohnen (Abb. 18). Zu den größeren Arten, die häufig über Sandboden zu finden sind gehören auch die Meerbarben (Mullidae), die an ih-

ren langen Unterkieferbarteln zu erkennen sind, an denen sich chemische Rezeptoren zum Auffinden von Kleintieren im Sand befinden. Einzeln oder in Gruppen ziehen sie umher und wühlen große Mengen Sediment auf der Suche nach Nahrung um (Abb. 19). Dieses Verhalten ist häufig z.B. an den Sandhängen vor dem Royal Diving Club zu beobachten und hat große Bedeutung in der Umschichtung und Durchlüftung von Sandböden. Es zieht auch andere Fischarten an, die als Kommensalen („Tischgenossen“) in der Hoffnung auf abfallende Nahrung die Meerbarben begleiten. Zu diesen zählen meist Lippfische oder kleine Drückerfischarten, wie z. B. *Stufflamen albicaudatus*.

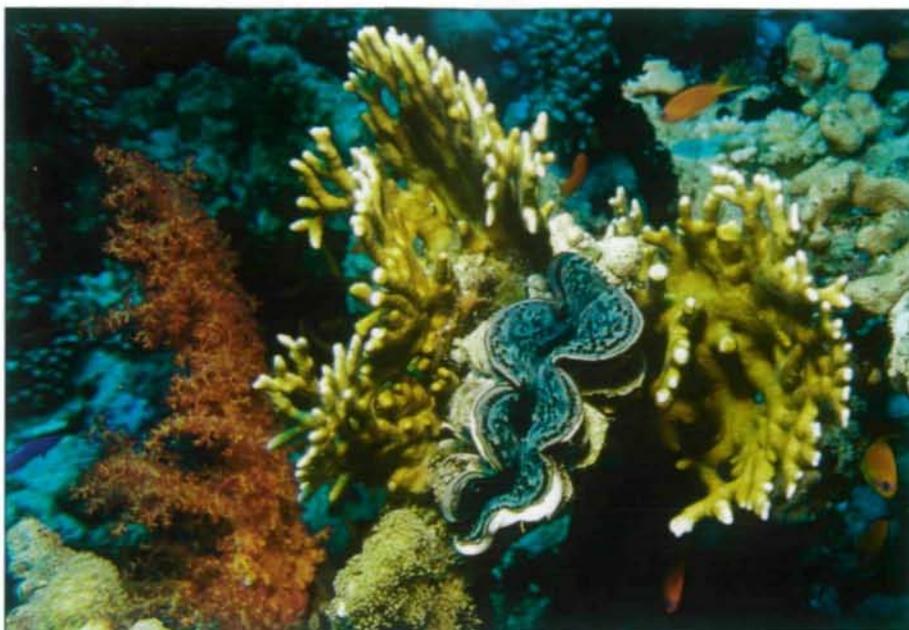
Die Fauna der Wirbellosen

Neben den bestandsbildenden Korallen und dem auffallenden Fischreichtum zeichnen sich die Korallenriffe entlang der jordanischen Küste durch eine umfangreiche Evertebraten- oder Wirbellosen-Fauna aus. So sind hier Vertreter wahrscheinlich aller marinen Tierstämme zu finden. Diese Organismen sind in z. T. charakteristischer Verbreitung in den verschiedenen oben genannten Riffhabitaten (Riffkörper, Sandflächen, Seegraswiesen) aber auch im freien Wasser (Pelagial) verteilt. Ob als mikroskopische Meiofauna im Sandlückenraum, als Plankton im Pelagial, oder als bohrende Arten im Korallengestein – alle spielen eine wichtige Rolle im Fluss von Material und Energie im System und ermöglichen erst die Funktionsfähigkeit und den Fortbestand des Lebensraums Korallenriff.

An erster Stelle können die Schwämme (Porifera) erwähnt werden. Ob in röhren-, vasen- oder krustenförmigen Wuchsformen, zählen die Schwämme zu den Konkurrenten der Korallen. Sie können schneller als die Korallen wachsen und treten daher als Raumkonkurrenten auf. Werden freie Substrate einmal von den Schwämmen besiedelt, haben es die Korallen schwer, die eroberten Flächen wieder zu gewinnen. Hier kann durch verschiedene Faktoren das Gleichgewicht leicht gestört werden, z.B. durch die Korallenbleiche oder durch abnehmende Populationen der Karettschildkröte (die Schwämme, aber keine Korallen frisst). Weitere Arten (Bohrschwämme)

spielen eine große Rolle in riffabbauenden Prozessen. Sie höhlen das Korallengestein chemisch gewissermaßen „von unten“ aus, und ein übermäßiger Befall kann auch als Zeichen eines „Ungleichgewichts“ im Riff gedeutet werden (Abb. 20). Andererseits bieten Schwämme zahlreichen Kleinorganismen (Crustaceen, Polychaeten) Unterschlupf und können wichtige strukturelle Dienste leisten („Kittschwämme“). Nach neuesten Erkenntnissen sorgen die Schwämme durch das Erzeugen von Wasserströmungen auch für den lebensnotwendigen Wasseraustausch in den zahllosen unzugänglichen Ritzen und Spalten der Korallenstöcke – auch ein Erkenntnis, welche im Golf von Aqaba gewonnen wurde (RICHTER et al. 2001).

Eine weitere Großgruppe der Wirbellosen bilden die Mollusken. Zu den sichtbarsten Vertretern der Klasse Bivalvia in Aqaba zählen die Riesenschnecken (*Tridacna*), die hier bis zu einem halben Meter Schalendurchmesser haben können und oft fest in der Riffstruktur eingewachsen mit ihrem auffallend bunten Mantelrand im Korallenriff leuchten (Abb. 21). Kleiner, in rosa und lila Tönen schillernd und in größeren Zahlen vorhanden sind die Irisierenden Kammuscheln (*Pedum*). Diese leben endolithisch, d. h. vollständig in lebende Korallen eingewachsen. Die wenigen, größeren und auffallenden Arten wie Zackenaustern, Stachelaustern oder Flügelaustern stehen einer enormen Zahl von im Sand eingegraben lebenden Arten gegenüber. So wurden erst kürzlich von einem österreichischen Aktuopaläontologen 218 Bivalvenarten aus dem etwas südlicher gelegenen Safaga (Ägypten) beschrieben (ZUSCHIN & OLIVER 2003). Unter den Mollusken bevölkern auch zahlreiche Gastropoden die Korallenriffe Jordaniens. Auf den Hartsubstraten sind es z. B. die große Gezähnte Kreiselschnecke (*Tectus dentatus*) oder die zahlreichen, sehr bunten Nacktschnecken (*Chromodoris*, *Phyllidia*). Auf den Sandflächen sind es die bereits oben erwähnten Kegelschnecken (*Conus*) oder die großen Schnecken aus der Familie der Strombidae. Zuletzt sollten auch die in Wohnröhre lebenden Wurm Schnecken erwähnt werden: die frei oder im Korallenstein eingewachsene Röhre beherbergt „sessile“ Schnecken, die einen Schleimfaden in



die Strömung ausleiten und – bespickt mit verfangenen planktonischen Organismen – wieder einholen.

Abb. 21: Die bei weitem größte Bivalve des Korallenriffs ist die Riesenschnecke (*Tridacna*), welche mit Hilfe von symbiotischen Algen eine ähnliche Biologie wie die Steinkorallen verfolgt.

Zu den formenreichsten Gruppen der Makrofauna entlang der jordanischen Küste zählen die Stachelhäuter (Echinodermata). Am auffälligsten sind die großen Seegurken, wie z. B. die Noppenseegurke *Stichopus monotuberculatus* (bis zu 50 cm) oder die Schlangen-Seegurke *Synapta maculata* (Abb. 22), die eine Länge von bis zu 2,5 m erreicht und sich z. T. auch in den Seegrasswiesen aufhält. Eine dritte Art, die Große Riffseegurke *Holothuria fuscogilva*, konnte in großen Zahlen von unseren Studententeams markiert werden: so war es möglich, die täg-

Abb. 22: Seegurken kennzeichnen alle Lebensräume in und um Korallenriffe. Hier die bis zu 2,5 m lange Wurmseegurke *Synapta maculata*.





Abb. 23: Eine Gruppe Seeigel (*Diadema setosum*) mit Markierungen auf den Stacheln um eine *Acropora* Koralle im Seichtwasserbereich. Vorsicht ist beim Ein- und Ausstieg aus dem Wasser geboten!

lichen Bewegungen und Fressaktivitäten über Wochen zu verfolgen. Nicht wegzudenken aus dem Riff sind die Diademseeigel (*Diadema setosum*, Abb. 23). Die Tiere können sich in Gruppen zusammenrotten, sind aber eher an Hand der sehr langen, dünnen Stacheln zu erkennen, die aus Spalten und von der Unterseite der Korallenstöcke herausragen. Da die Tiere auch Korallengestein abbauen können, wird ihre Anzahl im Rahmen des von uns durchgeführten „Reef Check“ Programms aufgenommen. Eine Vielzahl von anderen Seeigelarten wie die *Asthenosoma varium* (Giftiger Lederseeigel) oder *Tripneustes gratilla* (Pfaffenhutseeigel) sind häufig in Aqaba anzutreffen. Verborgen, jedoch in bestimmten Bereichen der Sandflächen recht häufig, sind die Herzseeigel (*Lovenia*) und „Sanddollar“ (*Clypeaster*). Zuletzt sollten noch die Seesterne erwähnt werden. In diesem Zusammenhang können wir, ausnahmsweise mit Genugtung, vom weitgehenden Fehlen einer Art berichten, nämlich von *Acanthaster planci* (Dornenkronenseesterne). Hier wurden in den vergangenen Jahren nur einzelne Exemplare gefunden, sodass die großflächige Riffzerstörung durch diese Seesterne, wie sie in anderen Gebieten des Roten Meeres dokumentiert wurden, hier nicht stattgefunden hat.

Nicht zuletzt spielen zahlreiche weniger auffällige wirbellose Tiere Schlüsselrollen im System Korallenriff. Dazu gehören viele Garnelenarten, die z. B. Partner in Symbio-

sen sind. Als bekanntestes Beispiel sind die Putzergarnelen (*Stenopus*) erwähnenswert, die in Putzstationen viele Fische – ob groß oder klein – von Unerwünschtem befreien. Sehr häufig sind die Partnergarnelen: sie leben in Symbiose mit Grundeln, deren Grabbauten im Sand sie instand halten. Im Untersuchungsgebiet im jordanischen Abschnitt des Golfes von Aqaba sind die Grundelarten *Amblyeleotris steinitzi* und *A. sungami* mit jeweils bestimmten Garnelen der Gattung *Alpheus* besonders häufig anzutreffen. Während der fast blinde Krebs für die Schaffung enger aber weit reichender Gangsysteme im Sand sorgt, bewacht die Grundel den Bau am Ausgang und warnt den Krebs, der mit Hilfe seiner langen Antennen ständig Kontakt hält. Zum Leidwesen der meisten Fotografen und Biologen funktioniert diese Schutzgemeinschaft dermaßen gut, dass ein Fotografieren oder gar Fangen der Tiere oft unmöglich erscheint. Unter den „unsichtbaren“ Arthropoden in Jordanien zählt die bereits oben erwähnte Hügelgarnele (*Callichirus*) und zahlreiche kleinere Verwandten wobei Vertreter dieser Gruppen auch in den Korallenkalk bohren können und somit einen wichtigen Beitrag (Bioerosion) im Kreislauf des Riffökosystems leisten.

Zusammenleben im Riff

Bei einer derartig großen Arten- und Formenvielfalt wie sie im Korallenriff zu finden ist, ist es nicht verwunderlich, dass eine Unzahl von biotischen Faktoren auf die Riffbewohner Einfluss nimmt. Zu diesen zählt eine Reihe von Lebensbeziehungen, die den Ökologen wie auch Verhaltensforscher gleichermaßen begeistern. Die hohe Diversität im Riff hat im Laufe der Evolution unterschiedliche Wege zum Zusammenleben verschiedenartiger Meeresbewohner gefunden. Eine dieser Beziehungsarten verwirklicht sich im Parasitismus, bei dem einer der beiden Partner (Wirt) durch den anderen (Parasit) einen Nachteil erfährt. In einer sogenannten Karpose hingegen hat einer der beiden einen Vorteil, während der zweite unbeeinflusst bleibt, während aus einer Symbiose – oft auch Mutualismus genannt – beide Partner Nutzen ziehen.

Parasitismus kommt auch im Korallenriff häufig vor und kennt viele fließende Übergänge zur Karpose. Der Säbelzahn-schleimfisch *Plagiotremus townsendi* z. B. ist dafür bekannt, dass er von vorbeischwimmenden Fischen Haut- und Flossenstücke abbeißt und dies von Zeit zu Zeit sogar bei Tauchern versucht, wobei sich hier die Flossen als wenig attraktiv entpuppen. Ein weiterer Vertreter dieser Gruppe ist *Aspidontus taeniatus* welcher diese Verhaltensweise sogar noch perfektioniert hat, indem er das Farbleid des Putzerlippfisches *Labroides dimidiatus* nachahmt. Dies erleichtert ihm die Annäherung an vertrauenselige, vermeintliche „Putzkunden“. Die Putzermutualismen stellen eine der auffälligsten Beziehungen im Riff dar. Im Golf von Aqaba ist *L. dimidiatus* die häufigste Art (Abb. 24). Meist paarweise betreiben diese fingerlangen, blau-schwarz längsgestreiften Fische lokale Putzerstuben, oft in der Nähe von Feuerkorallen oder anderen reich strukturierten Korallen. Durch wippende Körperbewegungen – dem sogenannten „Putzertanz“ – werden andere Fische aufgefordert anzuhalten und dem Putzer Gelegenheit zur Entfernung von Hautveränderungen und Parasiten auf der Haut und den Kiemen zu geben. Im Zuge dieser Tätigkeit werden selbst Raubfische die Zähne und Kiemenbögen von Nahrungsresten befreit. Dabei setzt bei Raubfischen eine Fresshemmung ein und diese befinden sich während der Prozedur in einer Art Lethargie. Durch leichtes, schnelles Schließen des Mauls und der Kiemendeckel signalisieren diese dem Putzer jedoch, dass dieser Zustand auch wieder einmal ein Ende findet und der Putzer sich besser anderen Fischen zuwenden sollte.

Der wichtigste Mutualismus im Riff, obwohl für den Taucher nicht im Detail sichtbar, ist zweifellos jene zwischen den bereits oben erwähnten einzelligen Algen (Zooxanthellen) der Gattung *Symbiodinium* und den Steinkorallen. Durch die in der inneren Gewebsschicht (Entoderm) der Steinkorallen befindlichen Algen ist ein extrem kurzgeschlossener Kreislauf von Nährstoffen, Sauerstoff und Kohlendioxid gewährleistet, welcher in einem nährstoffarmen Ökosystem wie dem Korallenriff die hohe Produktivität und Wachstumsrate vieler Steinkorallen überhaupt erst ermöglicht. Ein Abstoßen



dieser Zooxanthellen unter Stressbedingungen ist weltweit als „coral bleaching“ bekannt, ein Phänomen, das erfreulicherweise bisher im Roten Meer nicht in größerem Ausmaß beobachtet wurde. Dieser Mutualismus hat sich in der Evolution gut bewährt und wurde auch von einer Reihe anderer Tiere eingegangen. Zu ihnen zählen Feuerkorallen, viele Weichkorallen, Anemonen, winzige Turbellarien (Plattwürmer) wie auch die Riesenschnecken der Gattung *Tridacna*.

Forschungsstätte Korallenriff

Korallenriffe, als Hochburgen der Artenvielfalt, haben seit jeher den Menschen fasziniert. So haben europäische Wissenschaftler bereits im 19. Jahrhundert bahnbrechende und heute noch gültige Monographien über die Korallen (KLUNZINGER 1877/79) und Fische (KLUNZINGER 1871, RÜPPELL 1828-1830, 1835-1838) des Roten Meeres publiziert. Die vollständige Erforschung der Korallenriffe wird jedoch weitere Generationen von Meereswissenschaftlern beschäftigen: auch heute bringt jedes Eintauchen ins Korallenriff Neues zutage. Jede Frage, die beantwortet wird, wirft eine Reihe weiterer Fragen auf. Zurzeit werden in Jordanien diese Aufgaben von der Marine Science Station bei Aqaba wahrgenommen. Die Riffe unmittelbar vor der Station wurden bereits in den 1970er Jahren intensiv untersucht (MERGNER & SCHUHMACHER

Abb. 24: Putzersymbiosen zählen zu den am besten bekannten Symbiosen im Korallenriff. Hier der Putzerlippfisch *Labroides dimidiatus*, beschäftigt an einem Riffbarsch (*Pomacentrus trichourus*).

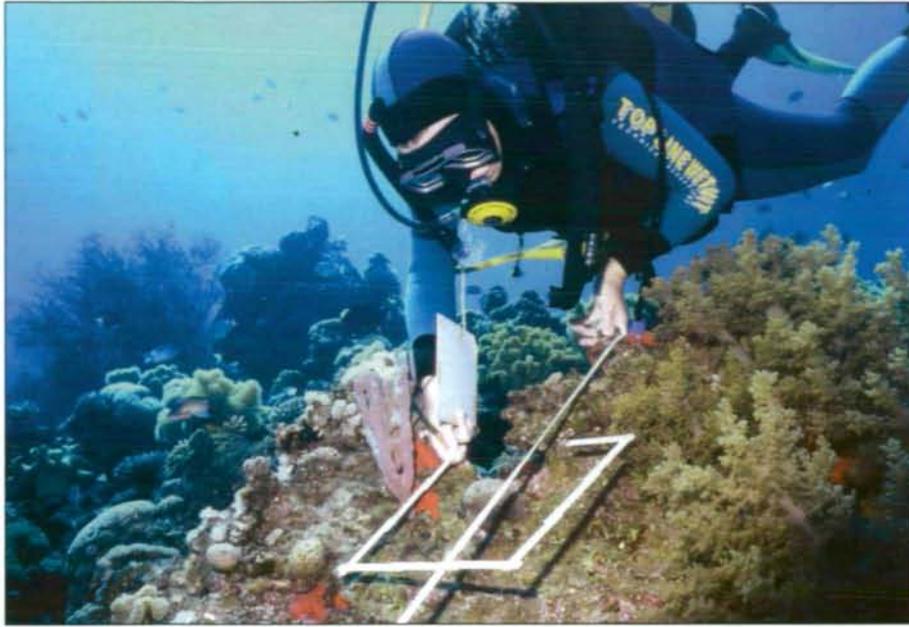


Abb. 25: Die Messung von Korallenwachstum und die prozentuelle Bedeckung durch Korallen sowie die Dokumentation des Verhältnisses zwischen Weich- zu Steinkorallen können Auskunft über den Gesundheitszustand des Riffee geben.

1974) und die gesammelten Arbeiten von in- und ausländischen Wissenschaftlern werden in den „Collected Reprints of Station Contributions to Marine Science Research in the Gulf of Aqaba“ veröffentlicht. Auch österreichische Forscher sind hier beteiligt. So haben Wissenschaftler der Universität Wien eine in der Karibik neu entdeckt und beschriebene Korallenkrankheit (ANTONIUS 1999) im Rahmen einer Diplomarbeit in Aqaba weiter verfolgt (WINKLER 2001). Wissenschaftler der Station und der Universität in Amman haben neuerlich eine Monographie der Fischfauna des Golfes verfasst (KHALAF & DISI 1997) und ein Band über die Meeresstrände Jordaniens ist auch erhältlich (HULINGS & WAHBEH 1988). Der Station ist ein öffentlich zugängliches Meeresaquarium angegliedert, das in zahlreichen Becken die Fauna des Golfes präsentiert und damit z. B. für jordanische Schulkinder eine wichtige erzieherische Aufgabe wahrnimmt.

Die Riffe des Golfes von Aqaba eignen sich wegen ihrer großen Vielfalt an Arten und Lebensbeziehungen, des warmen Klimas und der günstigen Arbeitsbedingungen als „Klassenzimmer Korallenriff“ auch ganz hervorragend zur Durchführung marinbiologischer universitärer Lehrveranstaltungen. So veranstaltete auch das Institut für Ökologie der Universität Wien Korallenriffpraktika in den Jahren 1994 bis 2002 bei Aqaba. In jeweils 2-wöchigen Freilandkursen wurden jährlich 20 Studenten in riffökologische

Methoden und wissenschaftliches Arbeiten eingeführt. Um der überwältigenden Artenvielfalt zu begegnen, werden speziell eingegrenzte Arbeitsthemen formuliert, die von Kleingruppen zu je 4 bis 5 Studenten bearbeitet werden. Neben kurzfristigen Arbeiten wie Verhaltensbeobachtungen oder Ermittlung von Verteilungsmustern von Evertibraten und Fischen wurden auch langjährige Untersuchungen durchgeführt. Dazu zählen z. B. Wachstumsmessungen von Korallen oder das Monitoring bestimmter Riffabschnitte bezüglich der Veränderung in den Artengemeinschaften von Stein- und Weichkorallen (Abb. 25). Die Ergebnisse dieser Arbeiten lassen sich erst durch mehrfache Wiederholungen in den darauf folgenden Jahren auswerten.

Einige der Resultate, die jährlich in einem Arbeitsbericht zusammengefasst werden, besitzen einen über den Kursrahmen hinausgehenden wissenschaftlichen Wert. So wurden im Rahmen von Fischverteilungsuntersuchungen von Studentengruppen über 180 Fischarten, sowie über 190 Muschel- und Schneckenarten alleine im Hausriff des Royal Diving Clubs gezählt. Diese beträchtliche Diversität ist an nur wenigen Riffabschnitten des Golfes von Aqaba gut dokumentiert. Der Kurs hat sich gut bewährt und wird gerne von tauchenden und schnorchelnden Studenten mit entsprechenden marinbiologischen Vorkenntnissen besucht. Einige der Teilnehmer werden im Laufe solcher Praktika dazu motiviert ihre weitere wissenschaftliche Laufbahn auf die Korallenriffökologie zu lenken und kehren als Diplomanden wieder an das Rote Meer zurück. Die daraus gewonnenen Kenntnisse haben für die Absolventen nicht nur große Bedeutung für ihr Studium, sondern auch für ihre weitere Karriere, die sehr oft in den Bereich des Sporttauchens und den Tauchtourismus führt. Biologisch versierte Tauchlehrer und „dive guides“ haben nicht nur einen beruflichen Vorteil, sondern tragen auch viel zur Verbreitung biologischen Wissens innerhalb der Sporttaucher bei. Dies bildet die Basis für Bewusstseinsbildung, welche langfristig in die Erhaltung des Ökosystems mündet: ein bedeutender Schritt im Umweltschutz! Denn wie bei vielen Massentrends, wird der Boom des Tauchsports selbst zu einem zunehmenden Problem, da

gerade Schnorchler und Taucher jenes Ökosystem (mehr durch Unachtsamkeit als durch Mutwilligkeit) negativ beeinträchtigen, das sie selbst in unberührtem Zustand zu erleben wünschen.

Naturschutz und Umwelteinflüsse

Korallenriffe sind weltweit einer Vielzahl von Bedrohungen ausgesetzt, ob natürlichen (Orkane) oder anthropogenen (Dynamitfischen, Taucherschäden, Eutrophierung) Ursprungs (SPALDING et al. 2001, WILKINSON 2002). Auch im Golf von Aqaba muss der Zustand der Riffe mit besonderer Aufmerksamkeit verfolgt werden. Die jordanischen Korallenriffe dürften sich derzeit noch in einem relativ guten Zustand befinden (WINKLER 2001), jedoch drohen Gefahren u. a. durch Fischerei, Verschmutzung, Tauchtourismus und den Bau neuer Großhotelanlagen direkt am Meer. Obwohl in Jordanien die groß angelegte kommerzielle Fischerei mit Schleppnetzen, Dredgen und ähnlichen im unmittelbaren Riffbereich eher keine Rolle spielen dürfte, sind verlorene „Geisternetze“ (Abb. 26), zahlreiche am Meeresboden liegende, abgeschnittene Steinanker sowie der Fischfang mit Reusen ein Indiz für eine rege Fischereitätigkeit der lokalen Bevölkerung.

Der Einfluss der Sporttaucherei hängt von den Besucherfrequenzen in den einzelnen Tauchplätzen sowie vom Ausbildungsgrad der Taucher ab. Eigene Beobachtungen zeigen, dass die Ausbildung (Tariertfähigkeit) im Riff einiges zu wünschen übrig lässt: viele Taucher streifen ungewollt an den Korallenstöcken und brechen dabei Stücke ab. Andere wiederum lassen durch ihren Flossenschlag die Korallen in einer Wolke von Sand ersticken. Die unbelehrbaren Souvenirjäger sind ein eigenes Kapitel, auf das hier nicht näher eingegangen werden kann. Hier könnten eine Reihe von Maßnahmen in Form von verschiedenen „Modulen“ – absichtlich versenkte Wracks, speziell gebaute Übungsplattformen, beschilderte Unterwasser-Naturlehrpfade, oder abgesperrte Reservate – die Taucher von den empfindlichsten Teilen des Riffes „weglenken“. Entlang der jordanischen Küste spielen ein versenkter Frachter (die „Cedar Pride“; Abb. 27) und ein im



seichten Wasser abgestellter Panzer in dieser Hinsicht bereits eine wichtige Rolle. Nicht nur die Taucher sind ein Faktor in der Riffzerstörung. Im seichten Bereich um das Riffdach entstehen auch beträchtliche Schäden durch Schnorchler, die mit wild umherpeitschenden Flossenschlägen ganze Korallenkolonien abschlagen können. Auch das schädigende Ein- und Aussteigen der Schwimmer und Schnorchler quer über das empfindliche Riffdach schädigt die Korallen beträchtlich – abgesehen von der erheblichen, eigenen Verletzungsgefahr. All diese Fehlverhaltensweisen sind längst bekannt und auch, zumindest in der sogenannten „Tourist Area“ (Abb. 1), in umfangreichen Gebots- und

Abb. 26: Verlorene „Geisternetze“ verfangen sich in und beschädigen Korallen und können z.T. Jahre lang unkontrolliert Fische fangen (Tauchplatz „Saudi border“).

Abb. 27: Das Wrack der „Cedar Pride“ ist gezielt als Tauchplatz versenkt worden. Solche „künstlichen Riffe“ sind ein Magnet für Taucher und können, weil sie Taucher vom empfindlichen Korallenriff weglenken, ein wichtiges Managementinstrument für den Riffschutz darstellen.





Abb. 28: Die im „tourist area“ aufgestellten Verbots- und Gebotstafeln lassen die zahlreichen Bedrohungen für Korallenriffe erahnen. Ohne strenge Kontrollen jedoch bleiben aber auch solche „in Stein gemeißelte“ Hinweise wirkungslos.

Abb. 29: Die im orientalischen Phantasie-Stil gehaltene Hotelanlage südlich von Aqaba. Dies könnte den Beginn einer weitgehenden Verbauung der derzeit noch leeren Buchten mit vielen Nachteilen für die Korallenriffe bedeuten.



Verbotstafeln angeführt (Abb. 28). Ohne strenge Kontrolle jedoch bleiben die Maßnahmen oft wirkungslos. In Eilat, in Sichtweite von Aqaba, werden derzeit pro Jahr 250.000 bis 300.000 Sporttauchgänge registriert. Gemessen an der geringen Größe des Gebietes, ist das die weltweit höchste Zahl. Neben zahlreichen anderen Bedrohungen (z. B. ungeklärte Abwässer und starker Schiffsverkehr bei Aqaba, dem drittgrößten Hafen am Roten Meer), hat dies die Riffe schwer beschädigt. Die jordanischen Behörden wären gut beraten, die Entwicklungen im Nachbarland zu verfolgen, bevor ein voller industrieller und touristischer Ausbauplan begonnen wird.

Einerseits ist es Tauchern und Schnorchlern und sogar Wissenschaftlern verboten, die Korallen und andere Lebewesen überhaupt anzugreifen, andererseits werden bestimmte Küstenstriche im Rahmen von Hotelbauten und Industrieanlagenbau mit „Vorsatz“ von Korallen entvölkert. Diese Diskrepanz – der strenge Schutz „im Kleinen“ und die großzügige Auslegung „im Großen“ – prägt die Naturschutzbemühungen weltweit. Die starken Gefährdungen heißen hier Ausbau von Industrieanlagen und Hotelneubauten am Meer. So wurde kürzlich beim Bau eines Hotelkomplexes an der „Tala Bay“ (Abb. 1) im Süden der jordanischen Küste (Abb. 29) eine Sport- und Jachthafenanlage aus der Wüste vor dem Hotel ausgebaggert. Die im Wege stehenden, intakten Korallenstöcke wurden in einer nicht entsprechend geplanten Aktion von der Hafeneinfahrtsschneise abgeschlagen und weiter südlich unsachgemäß und ohne Mitwirkung der örtlichen Meeresbiologen „transplantiert“. Nur wenige Korallenstöcke dürften den Ortswechsel überlebt haben.

Jordanien ist der weltweit drittgrößte Produzent der wichtigen Düngemittel Phosphat und Superphosphat (vergl. Kap. Geologie), welche in Aqabas Hafenanlagen verschifft werden. Die Gefahren, die von den Phosphatverlade-Piers ausgehen – z. B. eine um das 4-5fache erhöhte Mortalitätsrate der Koralle *Stylophora pistillata* – sind seit Dekaden bekannt (WALKER & ORMOND 1982) und dennoch wird die Phosphatfracht nach wie vor offen aus den Eisenbahnwaggons in die Schiffsbäuche gekippt. An solchen Tagen liegt oft ein nebeliger Schleier über der Bucht von Aqaba. Die Eutrophierung der Riffe durch den Phosphatstaub und ein entsprechend gefördertes Algenwuchs stellen ein großes ökologisches Problem dar, welches sich zumindest über längere Zeit auf die Korallenbestände äußerst negativ auswirken wird. Davon wenig beeindruckt, wird das Industriegebiet Aqabas an der Grenze zu Saudi Arabien durch den Bau eines neuen Verladehafens noch vergrößert. Bereits durch die Vorarbeiten sind im Gebiet der als großartigem Tauchplatz bekannten Steilküste der „Saudi border“ schwere Schäden an den Korallenbeständen erfolgt. Die Bedenken lokaler Naturschutzorganisationen und die

warnenden Stimmen von Wissenschaftlern zur Gefährdung der Riffe werden jedoch bislang von der lokalen Behörde ignoriert, amtliche Strandkontrollen erfolgen nur nachlässig oder gar nicht.

Die Korallenriffe stellen eine der Hauptattraktionen an der jordanischen Küste dar. Die Entscheidungsträger sind aufgerufen, die touristische und industrielle Weiterentwicklung an die unabdingbaren ökologischen Bedürfnisse der Riffe anzupassen! Die vorgesehene Erweiterung auch der Tourismusindustrie sieht allerdings eine verstärkte Nutzung der derzeit noch leeren Küstenabschnitte mit ihren intakten Riffsäumen vor, strandnaher Motorbootsverkehr, Scooter- und Windsurfbetrieb eingeschlossen. Am sandigen Nordende des Golfes vor den großen Hotelanlagen hat die Zerstörung der Riffe bereits vor Jahrzehnten stattgefunden. Heute ist kaum mehr vorstellbar, dass die Korallenblöcke dort noch 1965 bis ans Ufer reichten (KARGL 2004, pers. Mitt.). Ein solches Schicksal sollte den Saumriffen im Süden unbedingt erspart bleiben!

Vor nicht einmal 70 Jahren stiegen die ersten Forscher (in den späten 1930er Jahren z. B. der Österreicher Hans HASS) hinab ins Reich der Korallenriffe. Heute ist aber dieser Lebensraum schon weltweit in Gefahr. Zahlreiche vor wenigen Jahren noch unbeschriebene Korallenkrankheiten und die rezenten erheblichen, weltweiten Schäden (Schlagwort: Korallenbleiche) lassen nichts Gutes ahnen. So befassen sich viele Meeresbiologen heute bereits weniger mit den natürlichen Vorgängen im Riff als mit der Beschreibung der Riffzerstörung. Im nördlichsten Teil des Golfes von Aqaba wird derzeit ein Jordanien, Israel und Ägypten umfassender Red Sea Marine Peace Park eingerichtet. Vielleicht bieten solche grenzüberschreitenden, internationalen Initiativen – wenn längerfristig mit finanziellen Mitteln versorgt und mit entsprechenden Kontrollen versehen – die beste Möglichkeit, die empfindlichen Korallenriffe für zukünftige Generationen zu erhalten. Die Entscheidung, die Riffe Aqabas langfristig und bestmöglich zu schützen, muß allerdings rasch getroffen werden!

Diese Feststellung trifft auch für die dringende Notwendigkeit zu, die fossilen

Riffkörper so weit als möglich zu erhalten. Sie sind nicht nur wegen ihrer Größe bedeutsam sondern repräsentieren auch beispielhaft ein wichtiges Kapitel der hier so bewegten historischen marinen Naturgeschichte. Zurzeit jedoch ist ihre Unterchutzstellung zweifelhaft, da sie dem ehrgeizigen Vorhaben, die Küste dem Tourismus zu erschließen, wohl im Wege stehen werden.

Zusammenfassung

Jordaniens Küstenanteil am Roten Meer im nördlichsten Teil des Golfes von Aqaba ist klein, etwa 27 km lang. Dennoch besitzt dieser Landesteil durch die Ausprägung zur Zeit noch gut erhaltener Korallenriffe einen hohen ökologischen und auch ökonomischen Wert. An eine lange Tradition österreichischer Forschung am Roten Meer anknüpfend (z. B. frühe österreichisch-ungarische Tiefseeexpeditionen von 1896-1898), hat das Institut für Ökologie und Naturschutz der Universität Wien fast ein Jahrzehnt lang Korallenriffkurse bei Aqaba abgehalten. Neben der Einführung neuer Generationen von Studenten in die Ökologie der Korallenriffe hat diese Arbeit, welche in auf spezielle Arbeitsthemen konzentrierten Kleingruppen durchgeführt wird, eine Vielzahl von Informationen und Erfahrungen gebracht. Diese wurden in Jahresberichten, Diplomarbeiten und wissenschaftlichen Publikationen schriftlich wiedergegeben. Der folgende Beitrag bezieht sich vorwiegend auf diese Beobachtungen und Erfahrungen entlang der jordanischen Küste, die in den letzten 10 Jahren gemacht wurden. Die Ansprüche an den Küstenabschnitt Jordaniens sind enorm. Neben zahlreichen industriellen Niederlassungen und touristischen Ausbauprojekten soll der jordanische Küstenstrich auch gleichzeitig Beispiel für angewandten Umweltschutz sein. Ob dieses höchst zweifelhafte Vorhaben gelingt, werden die nächsten Jahre zeigen. Jedenfalls wären die jordanischen Entscheidungsträger gut beraten die Vorschläge und Warnungen professioneller Ökologen zu berücksichtigen um einen möglichen und nachhaltigen Kompromiss zwischen der wirtschaftlicher Nutzung und dem Schutz der kostbaren natürlichen Ressourcen der Korallenriffe zu erzielen.

Literatur

- ANTONIUS A. (1999): *Metapeyssonelia corallepida*, a new coral-killing red alga on Caribbean reefs. — *Coral Reefs* **18**: 301.
- DWORSCHAK P.C. (2003): A new species of ghost shrimp from the Gulf of Aqaba, Red Sea Crustacea: Decapoda: Callinassidae). — *Ann. Nat.Hist. Mus. Wien* **104B**: 415-428.
- FROESE R. & D. PAULY (2004): FishBase. World Wide Web electronic publication. — www.fishbase.org, version (07/2004).
- HULINGS N.C. & M. WAHBEH (1988): A guide of the sea shore of Jordan. — The University of Jordan Press, Amman: 1-78.
- KHALAF M.A. & A.M. DISI (1997): Fishes of the Gulf of Aqaba. — The Marine Science Station, Aqaba, Jordan: 1-252.
- KLUNZINGER C.B. (1871): Synopsis der Fische des Rothen Meeres. — *Verh. Zool.-Bot. Ges. Wien* **21**: 441-688, 1353-1368.
- KLUNZINGER C.B. (1877/79): Die Korallthiere des Rothen Meeres, Theil 1-3. — Gutmann, Berlin.
- MERGNER H. & H. SCHUHMACHER (1974): Morphologie, Ökologie und Zonierung von Korallenriffen bei Aqaba (Golf von Aqaba, Rotes Meer). — *Helgoländer wiss. Meeresunters.* **26**: 238-358.
- OTT J. (1996): Meereskunde. — Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart: 1-424.
- RICHTER C., WUNSCH M., RASHEED M., KÖTTER I. & M.I. BADRAN (2001): Endoscopic exploration of Red Sea coral reefs reveals dense populations of cavity-dwelling sponges. — *Nature* **413**: 726-729.
- RÜPPELL W.P.E. (1828-30): Atlas zu der Reise im nördlichen Africa. Fische des Rothen Meeres. — Frankfurt.
- RÜPPELL W.P.E. (1835-38): Neue Wirbelthiere zu der Fauna von Abyssinien gehörig. Fische des Rothen Meeres. — Frankfurt.
- SPALDING M.D., RAVILIOUS C. & E.P. GREEN (2001): World Atlas of Coral Reefs. — Univ. of California Press, Berkeley: 1-424.
- SCHEFBECK G. (1996): The Austro-Hungarian Deep-Sea Expeditions. — In: UIBLEIN F., OTT J. & M. STACHOWITSCH (Eds.), Deep-sea and extreme shallow-water habitats: affinities and adaptations. *Biosystematics and Ecology Series* **11**: 1-27.
- SCHUHMACHER H. (1991): Korallenriffe: Verbreitung, Tierwelt, Ökologie. — BLV Verlag, München: 1-275.
- WALKER D.I. & R.F.G. ORMOND (1982): Coral death from sewage and phosphate pollution at Aqaba, Red Sea. — *Mar. Poll. Bull.* **13**(1): 21-25.
- WILKINSON C. (Ed.) (2002): Status of Coral Reefs of the World: 2002. — Australian Inst. Marine Science: 1-378.
- WINKLER R. (2001): The SEB disease on coral reefs of

Aqaba, Red Sea. — *Ökol. Diplomarbeit Universität Wien*: 1-85.

ZUSCHIN M. & G. OLIVER (2003): Bivalves and bivalve habitats in the northern Red Sea. The northern Bay of Safaga (Red Sea, Egypt). An actiopaleontological approach. VI. Bivalvia. — *Nat. Hist. Mus. Wien*: 1-295.

Abbildungen:

1–28: M. Stachowitsch & J. Herler, 29: W. Waitzbauer

Anschrift der Verfasser:

Dr. Michael STACHOWITSCH
Universität Wien
Abt. Meeresbiologie
Althanstraße 14
A-1090 Wien/Austria
E-Mail: stachom5@univie.ac.at

Dr. Jürgen HERLER
Universität Wien
Institut für Ökologie und Naturschutz

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denisia](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [0014](#)

Autor(en)/Author(s): Stachowitsch Michael, Herler Jürgen

Artikel/Article: [Die Korallenriffe Aqabas: Perle Jordaniens am Roten Meer 479-500](#)