

Copyright ©

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Die Schrift darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Kiel

Die Strandzonen des Roten Meeres und ihre Tierwelt

(Ergebnisse Nr. 1)

Von A. REMANE und E. SCHULZ

A. Einleitung

Das Rote Meer nimmt innerhalb der Meeresgebiete eine Sonderstellung ein, die für den Biologen manche Fragen aufwirft. So ist es das salzreichste Meer, da der Salzgehalt 40‰ übersteigt und lokal 45‰ erreicht. Höhere Salzgehalte finden wir noch in Lagunen und Binnensalzseen, aber diese weichen in ihrer Struktur von dem typischen Lebensraum „Meer“ schon so stark ab, daß sie biologisch nur mit Strandseen und Haffern verglichen werden können, nicht mit echten Meeresbezirken, zu welchen aber noch das Rote Meer gerechnet wird. Eine genaue Untersuchung seiner Fauna und Flora kann also die Frage entscheiden, ob der gegenwärtige Durchschnittswert des Salzgehalts der Meere (ca. 35‰) das Optimum für die Entfaltung mariner Lebewesen ist, von dem aus die Artenzahl nach beiden Seiten hin gleichmäßig abfällt, oder ob eine Asymmetrie des Verhaltens besteht, d. h. ob die Artenzahl sich bei Steigerung über 35‰ anders verhält als bei Senkung unter 35‰. Die bisherigen Beobachtungen lassen vermuten, daß tatsächlich eine solche Asymmetrie existiert in dem Sinne, daß die Artenzahl im Roten Meer viel größer ist als in einem entsprechenden Meeresbezirk mit 25‰.

Die zweite Besonderheit des Roten Meeres ist die hohe Temperatur des Tiefenwassers. Sie könnte bewirken, daß tertiäre Tiefenformen des Meeres hier eine Reliktextistenz führen. Ein Beispiel, das in diese Richtung weist, ist der Seeigel *Pericostmus akabanus* MORTENSEN, dessen nächster Verwandter, *P. schweinfurthi*, im Alt-Tertiär lebte.

Die dritte Eigenart betrifft die extremen Außenbedingungen für den Gezeitenbereich. Wüste und Meer treffen hier direkt aufeinander in einem extrem ariden, sonnenscheinreichen Klima, so daß folgende Fragen sich aufdrängen: Wie reagiert auf diese Umweltbedingungen die Vegetation und die Mikrofauna des Gezeitenbereichs? Ist das Küstengrundwasser, das hier nicht brackig sondern salzreich sein muß, in gleicher Weise belebt wie an anderen Meeresküsten, wo sich in ihm Meer- und Süßwasser mischen?

Diese letzteren Fragen sollten auf einer Forschungsreise bearbeitet werden, die wir im März/April 1956 unternahmen. Der Deutschen Forschungsgemeinschaft verdanken wir die finanzielle Unterstützung dieser Reise. Besonderer Dank gebührt auch Herrn Professor Dr. H. A. F. Gohar von der Gizah-Universität Kairo, der uns in jeder Weise unterstützte und uns an der Station Al Ghardaqa Arbeitsmöglichkeiten gab.

Die vorliegende Arbeit gibt zunächst eine ökologische Übersicht über das Eulitoral bei Al Ghardaqa.

1. Die Anwurfzone (Wrack-Region)

An den Meeresküsten werden, ebenso wie an Seen und z. T. Flußufern, losgerissene Wasserpflanzen, vermischt mit gestrandeten Wassertieren, am Ufer abgelagert und bilden hier oft einen ausgedehnten kompakten, mehr oder weniger hohen Wall aus abgestorbenen Pflanzen und Tieren des Wassers. Diese „Anwurfzone“ des Meeres wurde ökologisch und faunistisch zuerst von DÜRKOP (1934) an der Kieler Bucht, später ökologisch ausführlicher von BACKLUND (1945) an den Küsten Schwedens und Finnlands beschrieben. BACKLUND bezeichnet die Tierwelt dieses Lebensraumes als „wrack-fauna“.

Am Roten Meer bei Al Ghardaqa war auch eine Anwurfzone deutlich ausgeprägt; sie erreichte allerdings nicht die Höhe, wie sie an europäischen Küsten dort erreicht wird, wo Massen von *Zostera*, *Posidonia* und *Fucus* am Strande bis zu 70 cm Höhe abgelagert werden. Da Großtange, wie Laminarien und Fucaeen im Roten Meer, wie in allen warmen Meeren fehlen, wird der Anwurf hauptsächlich von mittelgroßen Algen gebildet, vor allem *Sargassum*, *Turbinaria*, *Digenia*, *Cystoseira*, vereinzelt *Caulerpa* u. a.; ihnen beigemischt sind beblätterte Zweige der Blütenpflanze *Halophila stipulacea*, die im Sublitoral Wiesen bildet. Größere Tiere, etwa Fisch- und Vogelkadaver, sind selten, der pflanzliche Anwurf dominiert also an Masse.

Obwohl der äußere Aspekt der Anwurfzone am Roten Meer dem der europäischen Küsten ähnlich ist, ist ihre Besiedlung ganz abweichend. 1. Die Anwurfzone der europäischen Küsten ist artenreich, die des Roten Meeres artenarm. DÜRKOP fand im Anwurf der Kieler Bucht über 700 Tierarten, BACKLUND zählt für Schweden und Finnland 449 auf (die Acari wurden von BACKLUND nicht bearbeitet). Demgegenüber fanden wir am Roten Meer nur 19 Arten. Sicher haben wir den Artenbestand nicht voll erfaßt, da wir diesen Lebensraum nur in zweiter Linie, allerdings in klimatisch günstiger Zeit, untersuchten; selbst bei Hinzuzählung weiterer Neufunde wird die Artenzahl bei Al Ghardaqa kaum 50 übersteigen, also höchstens $\frac{1}{10}$ der Artenzahl im gleichen Lebensraum Nordeuropas erreichen. Der Unterschied ist nicht nur rein quantitativ sondern auch qualitativ. An erster Stelle stehen zwar auch am Roten Meer die Käfer; unter ihnen treten aber die Staphylinidae, die im Norden an Arten- und Individuenzahl dominieren, zurück, nur 3—4 Arten wurden in einzelnen Exemplaren gefunden (bei DÜRKOP 164, bei BACKLUND 123 Arten). Es waren vorwiegend Vertreter der am Meeresstrand weit verbreiteten Gattung *Cafius*, und zwar *C. sericeus* HOLME, *C. martini* FAUV. und *C. ragayi* GESTRO, jede Art nur in 1 Exemplar, ferner 2 Exemplare von *Myrmecopora sulcata* KIESSW. Ebenso reich an Arten, aber dominierend an Individuen sind die Tenebrionidae. Das Charaktertier der Region ist *Phaleria aegyptiaca*, nicht selten war auch *Diphyrrhynchus aenescens*. In Einzel-exemplaren wurden noch gefunden *Acrilus punctum* (Histeridae), *Cercyon arenarius* RAY (Hydrophilidae), *Acrotrichis* spec. (Ptiliidae), *Holoparamesus (Tomyrium) similis* BEL. Häufig war eine Coccinellide auf dem Anwurf, die in großer Zahl in den *Zygophyllum*-Beständen des Inlandes auftrat, also vom Meer verdriftet war. Es war *Coccinella 11-punctata* a. *menetriesi* MULS, (*aegyptiaca* ROHE), der nach Mitteilung von Herrn Dr. G. A. Lohse als schwach halobiont zu betrachten ist.

Die Dipteren, die zu jeder Jahreszeit einen auffallenden Bestandteil unserer Anwurfzone bilden, traten an der Küste des Roten Meeres ganz in den Hintergrund. Wir fingen nur eine *Tachista* spec. und, auf Fischkadavern sitzend, *Tethinia griseola* v. d. WULF, also Vertreter, die auch von der europäischen Meeresküste bekannt sind. Eine *Limosina*-Art hatte früher Herr E. F. Fittkau hier bei Al Ghardaqa gesammelt. Häufig waren Lepismatidae, Collembola und an Spinnentieren eine unserer *Molgus titoralis* habituell ähnliche Art, daneben kleinere Milben und ein grauer Pseudoskorpion.

Von Crustacea dominierten Landasseln, nicht selten war ein Strandamphipode (*Talorchestia* spec.), außerdem natürlich *Ocyropa aegyptiaca* und Landeinsiedlerkrebse. Diese beiden Decapoden unternehmen nachts, wie die Spuren zeigen, ziemlich weite Ausflüge ins anschließende Wüstengebiet.

In eingegrabenen Formalinfallen (Marmeladengläser mit 6 cm Durchmesser der Öffnung) ergaben sich folgende Fänge:

A. Anwurfzone an der obersten Flutgrenze (Springtidengrenze). Fangdauer 2 Tage: 20 *Phaleria aegyptiaca*, 5 *Diphyrrhynchus aenescens*, 1 kleiner Staphylinide, 2 Ameisen, 3 kleine Fliegen, zahlreiche Collembolen, 215 *Talorchestia*, 66 Landasseln, 2 kleine Spinnen.

B. In der Anwurfzone. Fangdauer 3 Tage: 25 Phaleria, 1 *Diphyrrhynchus*, 7 kleine Käfer, davon 2 Staphylinidae, ca. 500 Collembolen, anscheinend 2 Arten, 20 rote Milben cf. *Molgus litoralis*, ca. 50 andere Milben, 1 Pseudoskorpion, 7 *Talorchestia*, 23 Landasseln.

C. In einer Hochwanne. Fangdauer 2 Tage: 2 *Phaleria*, 1 *Diphyrrhynchus*, 1 Lepismatide, 5 *Talorchestia*.

D. Auf dem sandigen Kamm eines Prallhanges. Fangdauer 3 Tage: 1 *Diphyrrhynchus*, 3 Spinnen.

Die Gründe für den auffallenden Unterschied dieser Strandbesiedlung gegenüber dem europäischen Strandanwurf sind offenbar vielfältig. Zunächst ist der Anwurf am Roten Meer quantitativ geringer, da, wie oben erwähnt, die Laminarien und die großen Fucales fehlen und hier die kleineren Tange wie *Sargassum*, *Digenia*, *Turbinaria*, *Cystoseira* den Anwurf bilden. Es fehlen ferner hier die großen Seegrassmassen von *Zostera* und *Posidonia*, und nur *Halophila* und *Diplanthera* waren in geringem Maße vertreten. Weiterhin bewirkt das aride Klima ein rasches Trocknen der angespülten Algen, so daß eine allmähliche Zersetzung in einem feuchten Raum nicht stattfindet, sondern die Algen schnell mumifizieren. Dabei werden die festeren kugelförmigen Luftbehälter von *Sargassum* oft isoliert und bilden einen eigenen Spülsaum; von hier werden sie, wie ihr häufiges Vorkommen in aufgestellten Fallen fern vom Ufer beweist, in großer Zahl vom Wind landeinwärts transportiert. Die Blätter von *Halophila stipulacea* wiederum sind schnell zu weißlichem Papier gedörrt. Diese rasche Austrocknung des Lebensraumes ist wohl für das Fehlen der Oligochaeten und die Armut an Dipteren und Staphyliniden verantwortlich. Die dominierenden Tiergruppen werden daher durch trockenresistente Tenebrioniden, Lepismatiden und Landasseln vertreten. *Talorchestia* ist kein spezifischer Bewohner des Anwurfes, sondern wie viele Amphipoden des Küstensaumes auch in sandigen Uferstreifen verbreitet. Am Strande des Mittelmeeres bei Alexandria, wo *Posidonia* größere und länger durchfeuchtete Anhäufungen bildete, waren schon Vertreter der üblichen Anwurffauna nachweisbar, wie das Dipter *Fucellia* spec., der Staphylinide *Cafius xantholoma* und der Histeride *Saprinus apricarius*. Unter den festgestellten Kleintieren ist die Besonderheit des Anwurfs bei Al Ghardaqa nicht so auffällig zu konstatieren, da wie üblich Collembolen und z. T. auch Milben zahlreich waren, diese Formen aber sich in den feuchteren Sand zurückziehen und so der Austrocknung entgehen können.

Eine besondere Form des Anwurfs existiert noch in Gebieten der *Avicennia*-Mangrove, die wir auf der Insel Abomingar (bei Giftun el Shagir) sahen. Hier waren die Blätter von *Avicennia officinalis* (Verbenaceae) zu einem hohen Strandwall aufgetürmt, er war aber staubartig trocken und nahezu ohne tierische Besiedler. Nur 1 Exemplar des Tenebrioniden *Clitobius ovatus* wurde gesehen. Reicherer Leben an Bodeninsekten zeigte das *Salicornia*-Gebiet mit buschartigem *Arthrocnemum* und *Halicnemum*. Habituell glich diese Formation sehr der *Salicornia*-Buschregion der Camargue, obwohl die Herkunft des Bodens auf der Koralleninsel Abomingar eine völlig andere ist (aufgearbeiteter Korallenkalk mit eingeschwemmtem Detritus). Die Tierwelt dieser Zone wurde nicht untersucht. Auf die Artenzahl im Anwurf bei Al Ghardaqa hat sicher auch das Fehlen von anschließenden Vegetationsdecken Einfluß. Die Besiedlung eines Lebensraumes besteht bekanntlich aus folgenden Gruppen: (vergl. A. REMANE 1940, W. TISCHLER 1949): a) Biotopeigene Arten (Indigenae), diese Biotopeingesessenen vollenden ihren Lebenszyklus oder eine Entwicklungsphase im Biotop; b) Nachbarn (Vicini), sie dringen infolge ihrer Vagilität von den benachbarten Lebensräumen zufällig, aber doch regelmäßig, in den Biotop ein und sind in ihm vorübergehend anwesend; c) Besucher (Hospites), sie dringen zielstrebig z. B. auf der Nahrungssuche oder zur Überwinterung in den Lebensraum ein; d) Irrgäste (Alieni), sie sind aus entfernten fremden Lebensräumen verschlagen und können meist nur kurze Zeit im Biotop existieren.

E 1

Die Anwurfzone ist nun ein Lebensraum, in dem die Irrgäste und Nachbarn einen ungewöhnlich hohen Prozentsatz des Faunenbestandes ausmachen. Schwärmende Insekten z. B. werden vom Wind aufs Meer verdriftet und landen schließlich von den Wellen herangeführt als Irrgäste in der Anwurfzone, wo sie eine Zeitlang existieren können. Oder es dringen aus nahen oder entfernteren Lebensräumen (z. B. Atriplicetum und Zygophylletum) agile Tiere wie Carabiden zufällig in die Anwurfzone ein. Diese Nachbarn verschwinden ebenso plötzlich bald wieder, wie sie gekommen sind. BACKLUND hat sich bemüht, die Zahl der Biotopfremden (Xenocoene), also der Irrgäste, Nachbarn und Besucher zu ermitteln und nennt 76% der Arten, so daß für die biotopeigenen Arten (Eucoene und Tychocoene) nur 24% übrig bleiben. Diese Zahl der Biotopeigenen ist allerdings wohl zu niedrig, da die Milben (Acari) und Schlupfwespen (Hymenoptera) fortgelassen sind, Gruppen, die hier einen hohen Prozentsatz biotopeigener Arten aufweisen, so daß die wirkliche Zahl sicher über 30% liegt.

Das Küstengrundwasser

Dieser höchst eigenartige und von vielen spezifischen Tierarten besiedelte Lebensraum wurde erst vor wenigen Jahrzehnten entdeckt (REMANE und SCHULZ, 1934) und seitdem mancherorts eingehender bearbeitet (s. DELAMARE-DEBOUTTEVILLE, 1960).

Der Lebensraum des Küstengrundwassers entsteht überall dort, wo am Strand Meerwasser in sandigen oder kiesigen Boden einsickert und das Lückensystem zwischen den Sandkörnern erfüllt. In Regionen, in denen das Küstengebiet auch von dem süßen Wasser des Bodens infiltriert wird, entsteht zwischen marinem und limnischem Gebiet unterirdisch ein Mischungsbereich, eine Brackwasserzone. Wie weit der marine oder brackige Bereich landeinwärts reicht, hängt von der Intensität des Eindringens marinen Wassers ab. Dieses ist bedingt durch die Korngröße des Sandes und durch die Niveauschwankungen des Meeresspiegels. In offenen Meeren erfolgen diese schon durch die Gezeiten, so daß jede Tide das Küstengrundwasser mit neuem Meerwasser versorgt; zur Zeit des Niedrigwassers fließt ein Teil des Wassers an der unteren Zone des Prallhangs wieder ab. Es bildet sich hier die Region der Mikroquellen (Quellhorizont). Die wesentlichen Wasserbewegungen sind aus Abb. 1 zu ersehen.

Die verschiedene Infiltration des Strandgebietes mit Wasser bewirkt auch ein verschiedenes Eindringen von Luft in den porösen Boden. Bei niedrigem Wasserstand dringt Luft zwischen den Sandkörnern in den Boden, und in der „Feuchtzone“ des Sandes oberhalb des Grundwasserspiegels liegen kleine Luftbläschen zwischen den Sandkörnern, die ihrerseits mit einer Wasserschicht überzogen sind. Die Luft im Boden wird keineswegs bei jeder Flut verdrängt; es können Luftbläschenschichten im Boden bestehen bleiben. Besonders auffällig ist dies im „Porenluflhorizont“, den zuerst WOHLLENBERG (1937) beschrieben hat.

Das Küstengrundwasser bietet also in enger Nachbarschaft Existenzmöglichkeiten für marine, limnische, terrestrische Arten, neben denen spezifische Arten des Brackwassers vorhanden sein können. Das Besondere der Besiedlung dieses Lebensraums liegt in der unerwartet hohen Artenzahl und in der hohen Zahl spezifischer Arten und Gattungen.

Am Roten Meer war ein marines Küstengrundwasser mit hohem Salzgehalt zu erwarten, da der jährliche Niederschlag bei Al Ghardaqa nur 60 mm beträgt. Diese Erwartung wurde auch bestätigt. Der Salzgehalt wurde im Grundwasser mit 45–46‰ gemessen; dieser Wert wird im Sommer zur Zeit stärkster Sonneneinstrahlung wahrscheinlich noch übertroffen.

Die topographischen Bedingungen für die Ausbildung eines Küstengrundwassers sind direkt bei der Station Al Ghardaqa nicht günstig, denn die Küste besteht hier bis weit

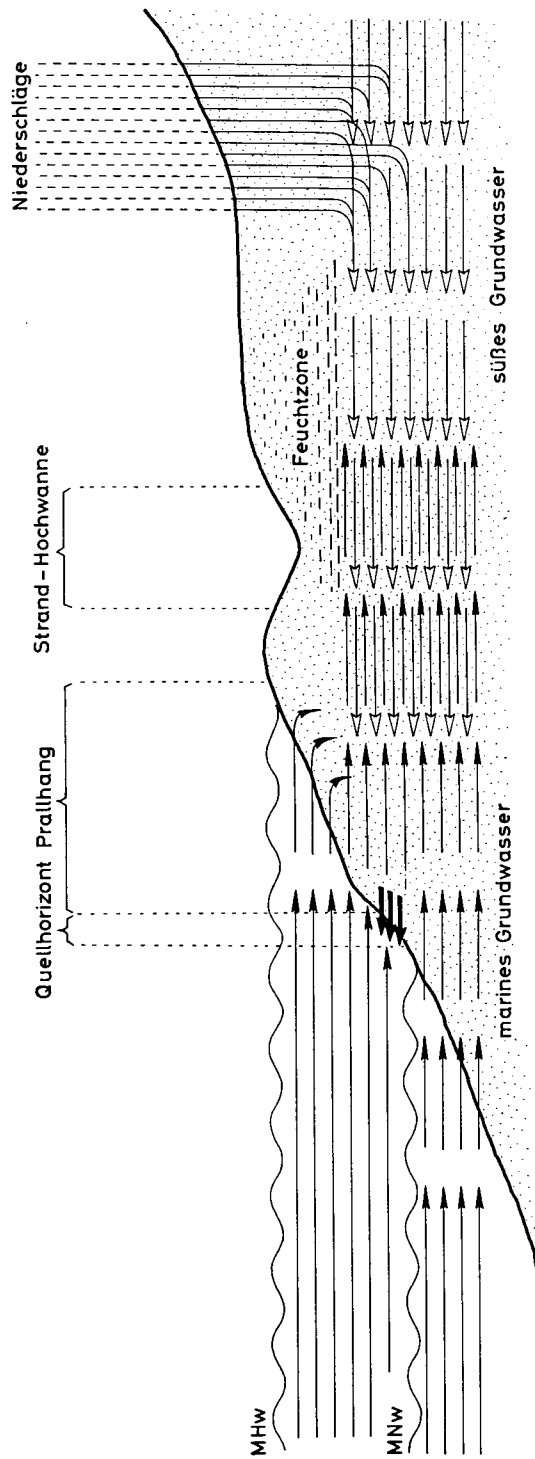


Abb. 1: Schema der Wasserzirkulation an einem sandigen Meeresstrand.

Tafel 1 (zu A. Remane u. E. Schulz)



Abb. 2 und 3: Trümmer von subfossilem, durch Erdbewegung gehobenen Korallenriff an der ägyptischen Rote Meer-Küste (photogr. Schulz).



Tafel 2 (zu A. Remane u. E. Schulz)

ins Land hinein ganz aus Korallenkalk, der einst von Korallen bei verschiedenen Niveauständen des Meeres aufgebaut wurde (Abb. 2, 3). Daher schließt sich unmittelbar an das „Felswatt“ des Eulitorals ein steiles Kliff von ca. 1 m Höhe an (Abb. 4, 5), an dessen Aufarbeitung sich intensiv kalkzerstörende Cyanophyceen beteiligen, die eine dunkelgefärbte Zone an diesem Kliff bilden. Nur in Buchten lagert sich Sand ab, hier aber in der typischen Ausbildung mit Prallhang, Quellhorizont und Hochwannen. Zwei Faktoren beeinträchtigen aber auch hier die optimale Ausbildung der Region. Erstens: die Amplitude der Gezeiten ist gering (ca. 1 m), so daß die Infiltration des Strandes durch Meerwasser relativ gering ist; zweitens: die Sandmassen liegen auf Kalkfelsen, die sie nur etwa 1 m hoch bedecken. Nach den bisherigen Erfahrungen sind in solchen Gebieten nur Assoziationsfragmente zu erwarten. Besser waren die topographischen Bedingungen am Sandstrand einer Bucht südlich des Ortes Ghardaqa (Abb. 6), gegenüber der Insel Abomingar. Dort konnten wir aber nur einmal am Prallhang bei mittlerem Wasserstand Proben entnehmen und ein paar Messungen vornehmen.

Bei einer Wassertemperatur des Meeres von 22° C betrug am 27. 4. die Temperatur des Bodenwassers am unteren Teil des Prallhanges (Otoplanenzone) um 11 Uhr 24,5° C, um 13 Uhr 28°, 2 m höher im Feuchtsand des Prallhanges um 11 Uhr 25,5°, um 13 Uhr 25°. Die Lufttemperatur zur gleichen Zeit war 20° C. Diese Temperaturen werden im Sommer sicher noch übertroffen.

Trotz der extremen Bedingungen des Milieus war das Küstengrundwasser relativ reich und in typischer Weise besiedelt. Die terrestrische Komponente war in der Feuchtzone durch Milben (Acarina) und Collembolen (Apterygota) vertreten. Unter den Acarina war eine neue Rhodacaride (*Rhodacaroides aegyptiacus* WILLMANN 1959) interessant. Vertreter dieser Familie wurden schon bei den ersten Untersuchungen dieses Biotops in der Kieler Bucht gefunden (WILLMANN, 1935). Einer von uns, A. Remane, hat sie am Strand verschiedener Meere gefunden, so auch an den Küsten Brasiliens (Ilhabela im Staate Sao Paulo). Sie gehören also zu den charakteristischen Bewohnern der Feuchtzone. Weiterhin wurde noch eine Uropodide (*Dendrouropoda schulzi* WILLMANN) und eine Oribatide (*Selenoribates foveiventris* STRENZKE, STRENZKE 1961) in der Feuchtzone gefunden. Da alle diese Arten neuen Genera angehören, ist es wahrscheinlich, daß der terrestrische Anteil der Fauna des subterranean Küstenbereichs regional stärker verschieden ist als der marine Anteil. Viele marine Arten des Küstengrundwassers haben sich als Genera und sogar als Spezies weltweit verbreitet erwiesen.

Zwischen der terrestrischen, thalassogenen und limnogenen Komponente des Küstengrundwassers stehen die Oligochaeten. Es wurden bei Al Ghardaqa vier Arten gefunden (det. Dr. Thekla von Bülow). Die Enchytraeidae sind durch eine *Michaelsena* spec. vertreten sowie durch einen nicht näher bestimmbareren *Enchytraeus*. *Michaelsena* ist eine vorwiegend marine Gattung, die im Lückensystem des Sandes vorkommt. Überraschend war das Vorkommen zweier Tubificidae bei einem derartig hohen Salzgehalt, denn die Familie ist ganz überwiegend limnisch. Die eine Art gehört zur Gattung *Tubifex* selbst und steht dem im Brackwasser weit vordringenden *T. costatus* nahe, die andere Art, die nur in unreifen Exemplaren gefunden wurde, gehört eventuell zu *Rhyacodrilus*.

Die marine Komponente dieser Zone war wie überall durch Polychaeten, Nematoden, Turbellarien, Copepoden, Ostracoden und Gastrotrichen vertreten. — Siehe darüber die Einzelbearbeitungen S. A. GERLACH Nematoda, G. HARTMANN Ostracoda, G. HARTMANN-SCHRÖDER Polychaeta, H. V. HERBST Cyclopoida, W. NOODT Copepoda. — Die Polychaeten sind artenreich und reichen von großen typischen Nereiden bis zu kleinen Protodriliden und Sylliden. Eine große *Nereis* vom Subg. *Neanthes*, die 15 cm Länge erreichte, war bei Al Ghardaqa nördlich der Mole zahlreich im Sand des Prallhanges vorhanden. Diese Region wird nicht nur von einer Mikrofauna, sondern auch

von einem vagilen Endopsammon besiedelt, das analog wie die Regenwürmer (Lumbricidae) im Erdboden lebt. Es sind Polychaeten verschiedener Familien, die diesen Schritt zu einer subterranean Lebensweise vollzogen haben. Am bekanntesten ist *Ophelia radiata*, die im Mittelmeergebiet häufig ist, an den Küsten „subterranean“ lebt und von den Fischern ausgegraben und als Angelköder verwendet wird. An der Nordsee fanden wir auf der Insel List (Ellbogen, Königshafen) eine große *Nephtys*-Art im Inneren des Prallhanges. *Nereis* bewahrt von diesen drei Gattungen am meisten den normalen Polychaetentyp. Die verbreitete *Nereis diversicolor* zeigt an ihrem vielseitigen Verhalten bereits die Fähigkeit, im Eulitoral Wohngänge zu bauen, die unter Steinen bis weit unters Eulitoral reichen. *Ophelia* bohrt mit ihrem spitzen Vorderende und dem stark schwellbaren Vorderkörper, *Nephtys* ähnlich oder durch Vorwerfen und Einziehen des papillenbesetzten Rüssels (= Pharynx). Diese Fälle demonstrieren, daß ein Eindringen einer marinen Makrofauna direkt in das subterranean Gebiet prinzipiell möglich ist.

Ein zweiter Lebensformtyp der Polychaeten, der bis ins subterranean Gebiet (Prallhangregion, Mikroquellen) vordringt, ist der Ammotrypanentyp (= Sandbohrer-Typ). *Ammotrypane* selbst ist eine Opheliide, die ohne Parapodienschlag schnell schlängelnd schwimmen kann und sich ähnlich wie *Branchiostoma* schwimmend in den Sand einbohrt, in dem sie sich stemmschlängelnd unter Beiseitedrücken der Sandkörner weiterbewegen kann. Außer *Ammotrypane* gehören noch der kosmopolitische *Polyophthalmus* und *Armandia* hierher. Aus der Bewuchszone dringen bei Al Ghardaqa *Polyophthalmus pictus* und *Armandia leptocirris* in den Bereich des Prallhanges und ins Küstengrundwasser vor (HARTMANN-SCHRÖDER, 1960).

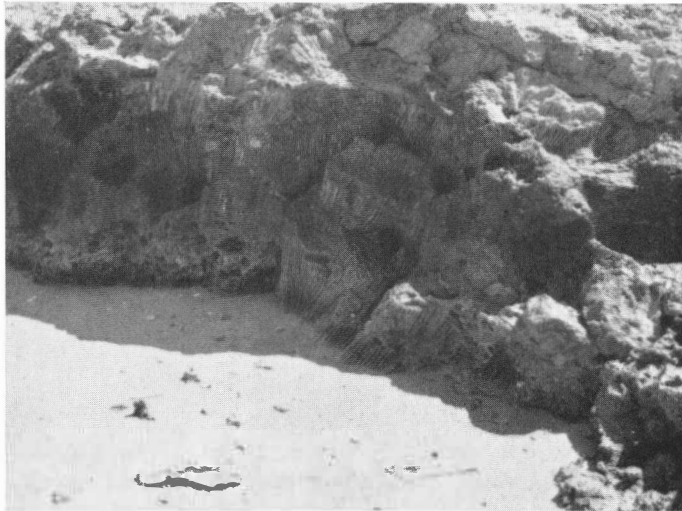
Die eben genannten Gattungen waren Opheliiden. Die Berechtigung, von einem Lebensformtyp (*Ammotrypane*-Typ) zu sprechen, ergibt sich erst aus der Tatsache, daß in anderen Familien sich ein gleichartiger Typ ausbildet. Das ist in der Familie der Pisionidae der Fall. Die Gattung *Praegeria*, die in grobem Sand lebt, besitzt noch den normalen Polychaetentyp mit Parapodien usw., und nur die große Klebfähigkeit und vielleicht der Greifapparat der vorderen Parapodien können als Anpassungen an das Leben im Sandboden gedeutet werden. Die Gattung *Pisionidens* wurde erst 1940 von ALYAR & ALIKUNHI an der indischen Küste entdeckt, später aber auch an den Küsten Brasiliens, Perus und von San Salvador gefunden (siehe SIEWING, 1954). Sie trat auch im Sande des Prallhanges bei Al Ghardaqa und gegenüber Abomingar auf, und zwar in der bekannten Art *Pisionidens indica*, die in warmen Meeren offenbar weltweit verbreitet ist; bei ihr ist die Cuticula verdickt, und die Parapodien sind reduziert. Lebendbeobachtung zeigte uns, daß *Pisionidens* in gleicher Weise schwimmt und sich in den Sand einbohrt wie *Ammotrypane*; sie kann sich aber auch wie ein Tau aufrollen.

Übrigens schließt sich an diesen *Ammotrypane*-Lebensformtyp *Polygordius* an mit seiner Reduktion der Parapodien und Verstärkung der Cuticula. Durch geringere Größe und geringe Fähigkeit zum Schwimmen durch Schlängelbewegung ist er bereits den Lebensbedingungen im interstitiellen Lückensystem des Sandes angepaßt. Interessant ist, daß auch eine Goniadide im Prallhang bei Al Ghardaqa nachgewiesen wurde. Diese Polychaetenfamilie, die der Makrofauna angehört, ist im sublitoralen Sand und Schill verbreitet, im Eulitoral ist sie, soweit uns bekannt, noch nicht nachgewiesen. Im Roten Meer lebt hier *Goniadides aciculata*. n. g. n. sp., und zwar im groben Sand des Prallhanges nahe der Region der Mikroquellen (siehe HARTMANN-SCHRÖDER, 1960).

Ebenfalls im Sand des Prallhanges und im sublitoralen Sand lebt die Syllide *Ehlersia cornuta* und die Phyllodocide *Steggoa magalhaensis*. Vereinzelt traten im Prallhang bzw. in Hochwannen Isopoden aus der Verwandtschaft von *Eurydice* und *Sphaeromidae* auf, also die beiden Isopodenfamilien, die z. T. in den Sand eingewühlt das Eulitoral vieler Meere besiedeln.



Abb. 4 und 5: Kliff von subfossilem Korallenkalk bei Al Ghardaqa am Roten Meer (photogr. Schulz)



Tafel 3 (zu A. Remane u. E. Schulz)



Abb. 6: Sandstrand sdl. des Hafens Ghardaqa (Hurghada) (photogr. Schulz).



Abb. 7: Blick über das „Algenwatt“ bei Niedrigwasser, im Hintergrund die ägyptische Küste bei Al Ghardaqa (photogr. Schulz).

Tafel 4 (zu A. Remane u. E. Schulz)

Die Mikrofauna im weiteren Sinne war mit allen typischen Gruppen vertreten, bei Al Ghardaqa geringer, am Strand gegenüber Abomingar in größerer Anzahl. Den örtlichen Gegebenheiten, bzw. den Probenentnahmen entsprechend gehörten die gefundenen Formen vorwiegend dem zirkulierenden Wasserbereich des Prallhanges und des Quellhorizontes (s. Abb. 1) an.

Unter den Polychaeten war im kiesigen Sand des Prallhanges und vor allem in der Region der Mikroquellen *Saccocirrus* in enormen Mengen vorhanden, anscheinend in zwei Arten (bestimmt wurde von Dr. G. Hartmann-Schröder *S. papillocerus*).

Es ist jetzt sicher, daß *Saccocirrus* dem Lückensystem grober, kiesiger Sande angehört, also zur interstitiellen Fauna gehört. Die alten Angaben „unter Steinen“ treffen nur dann zu, wenn diese Steine einem kiesigen Grund angehören. In dieser Region der „Mikroquellen“ bzw. der Otoplanenzone ist *Saccocirrus* weltweit verbreitet. Doch scheint er wie viele eulitorale Tiere kalte Meere mit temporärer Eisbildung am Strand zu meiden; an den deutschen Küsten der Nordsee war er nirgends zu finden.

Saccocirrus steht innerhalb der Polychaeten am Beginn einer Umwandlungsreihe, die einen anderen Lebensformtyp repräsentiert. Die Hauptform dieses Typus ist die Gattung *Protodrilus*. Ebenso wie bei dem schon oben erwähnten *Ammotrypane*-Typ werden die Parapodien reduziert, sie sind bei *Saccocirrus* noch in einfacher Form vorhanden, fehlen aber bei *Protodrilus* völlig. Die terminalen Haftorgane, die bei jenem Lebensformtyp erst in der Endform *Polygordius* in mäßiger Ausbildung vorhanden sind, sind hier bei *Saccocirrus* als deutliche Haftlappen vorhanden. Ganz abweichend ist in dieser Reihe die Lokomotion; sie wird von dem ventralen Wimperfeld übernommen, während die Schlängelbewegung reduziert wird und bei vielen *Protodrilus*-Arten fast völlig fehlt. *Saccocirrus* war der einzige Protodrilide, den wir im Bereich des eulitoral Mesopsammal am Roten Meer häufig fanden; an anderen Meeresküsten leben *Protodrilus*-Arten ziemlich regelmäßig nicht nur in der Otoplanenzone bzw. in der Mikroquellenregion des Prallhanges (*Pr. rubropharyngeus* JÄGERSTEN, *Pr. flavocapitatus* ULJANIN) und im benachbarten Feinsand (*Pr. symbioticus* GIARD), sondern auch im eigentlichen Küstengrundwasser (z. B. auf der Insel Sylt, Nordsee). Bei Al Ghardaqa begegnete uns im Grundwasser nur eine schlanke *Protodrilus*-Art ohne Augen, deren Haftlappen durchaus in der Verlängerung des Körpers lagen, also nicht verbreitert waren. Diese Tiere fielen noch dadurch auf, daß sie sich weder an Sandkörner noch am Untergrund oder in der Pipette festhefteten, wie das ihre verwandten Arten an europäischen Küsten zumeist musterhaft können. Diese Beobachtung entspricht den früher gemachten (1934), wo wir auf die geringer entwickelte Fähigkeit sich festzuheften bei manchen Grundwasserbewohnern hinwiesen (cf. besonders *Diurodrilus subterraneus* REMANE, REMANE 1934). Die sonst in dieser Region verbreiteten Dinophiliden-Gattungen *Trilobodrilus* und *Diurodrilus* haben wir am Roten Meer nicht gesehen.

Unter den Hesionidae war die für mittlere und grobe Sande charakteristische *Hesionides arenaria* an beiden Untersuchungsstellen (Al Ghardaqa und an der Küste gegenüber Abomingar) sowohl im Bereich des Prallhanges wie im Küstengrundwasser vorhanden. Sie wurde 1937 von FRIEDRICH von der Insel Sylt (Nordsee) beschrieben, später an der Mittelmeerküste (Banyuls s. m., Neapel), auf den Bahama-Inseln und an der Pazifik-Küste (El Salvador) gefunden. Ihr Vorkommen im Roten Meer zeigt, daß es sich auch hier um eine weltweit verbreitete Art handelt. — Eine zweite Art (*H. gohari*) fanden wir im Feinsand (G. HARTMANN-SCHRÖDER, 1960).

Biologisch gehört *Hesionides* zu einem besonderen Typ des Mesopsammal. Die beiden hinteren Haftlappen teilt sie allerdings mit vielen Bewohnern dieses Biotops. Die Parapodien werden aber nach Art der Arthropodenbeine bewegt, wobei die Borsten funk-

tionell die Krallen ersetzen. *Hesionides* bewegt sich also ohne Schlängeln allein durch die Parapodien.

Erwähnenswert sind noch folgende Bewohner des Prallhanges, Quellhorizontes und des Grundwassers. Bei Al Ghardaqa trat mehrfach eine Art der Gattung *Ototyphlonemertes* (Nemertini) auf, die bisher aber nicht näher bestimmt wurde. Unbestimmt blieben auch die Otoplanidae und Monocelidinae (Turbellaria Proseriata) und eine Adenorhynchide (Turbellaria Neorhabdocoela), die hier in geringerer Anzahl vorhanden waren als in gleichartigen Biotopen der europäischen Küste, sowie die Kalyptorhynchia (z. B. eine Schizorhynchide) und die Acoela.

Gastrotrichen fanden wir nur vereinzelt, so eine *Turbanella*-Art (ähnlich *T. petiti* REMANE) mit mäßigen Kopffortsätzen, ca. 20 Hafröhrchen an jeder Körperseite und einen Pharynx von $\frac{1}{4}$ Körperlänge, eine *Paraturbanella*-Art, an der aber die markanten seitlichen Hafröhrchen nicht gesehen wurden; sehr wahrscheinlich handelt es sich hier um eine besondere Art des Grundwassers mit reduzierten Hafröhrchen. Ferner noch eine *Macrodasys*- und *Tetranchyroderma*-Art.

Die eulitorale Vegetationszone

Wie in allen tropischen Meeren ist im Roten Meer die Algenvegetation in ihrer Biomasse und in ihrem Deckungsgrad viel geringer ausgebildet als an den Felsstränden kalter Meeresgebiete. Wie in warmen Meeren üblich, stellen Buschalgen der Gattungen *Digenia*, *Laurencia*, *Sargassum* und *Cystoseira* auch im Roten Meer den Hauptbestand dar. Nahe der unteren Grenze des Eulitorals bildete die Braunalge *Hydroclathrus cancellatus* = Gitteralge einen höheren Bestand. Im oberen Eulitoral überwog die Rotalge *Digenia simplex*, die hier bestandsbildend auftrat. So liegt im Gegensatz zu der üblichen Zonierung an anderen Meeresküsten hier im Roten Meer die Rotalgenzone höher als die Braunalgenzone.

Ganz gegen die Erwartung ergab die Untersuchung der Buschalgenzone eine quantitativ und qualitativ unerwartet reiche Besiedlung an Amphipoden, Isopoden, Polychaeten, Ostracoden, Copepoden, Kinorhynchen. Es zeigte sich bald, daß diese reiche Fauna sich auf Algen konzentrierte, die dicht mit Sand und kleinen Fremdkörpern bedeckt waren. Für die Grünalge *Valonia* ist diese Bedeckung mit Sand in der Literatur erwähnt. Die Hauptmasse dieser auf den Buschalgen festgehaltenen Fremdkörper trägt aber die Floridee *Digenia simplex*. Obwohl diese Alge in warmen Meeren verbreitet ist und auch im Mittelmeer vorkommt, haben wir keine Angabe gefunden, die über eine derartige Umhüllung der Alge mit kleinen Fremdkörpern berichtet. Dabei handelt es sich nicht um zufällig in die Zwischenräume der fädigen Thalli hineingeratene Sandkörner und Fremdkörper, die dort passiv in dem Gewirr der Algenfäden hängen bleiben. Diese Fäden wachsen vielmehr an den Fremdkörpern fest und binden diese dadurch so fest, daß selbst von der Brandung ans Ufer geworfene *Digenia*-Büschel einen beträchtlichen Bestand dieser Fremdkörper noch mit sich tragen. — Wir nannten sie deswegen für unser Protokoll kurz „Sandalgen“, oder auch das daraus eingesammelte Material „aus Algenwatt“ und „Algenschlick“ (Abb. 7, 8).

Wie umfangreich diese Bedeckung ist, zeigen die Abbildungen 9 und 10. Zur genaueren Feststellung dieser bedeckenden Schicht wurden zwei solcher *Digenia*-Algenzweige in schwachem Formalin fixiert (Abb. 11, 12) und nach Rückkehr dann der Besatz im Labor näher untersucht (ausgeführt von Herrn Dr. M. Bilio). Auch nach dem weiten Transport war ein großer Teil der Fremdkörper an den Algenfäden haften geblieben, nur ein Teil lag am Boden der Glastube. Von einem Zweig, dessen Länge einschließlich der terminalen



Abb. 8: „Sandalgen“ auf erodiertem, subfossilem Korallenriff bei Al Ghardaqa (photogr. Schulz).

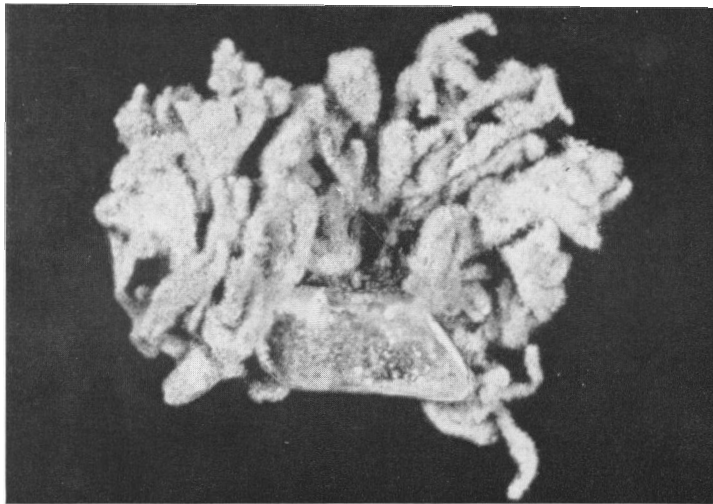


Abb. 9: *Digenia simplex* bedeckt mit Sand und Fremdkörpern (photogr. Dr. B. Heydemann).

Tafel 5 (zu A. Remane u. E. Schulz)

Algenfäden 2,5 cm betrug, wurde das noch anhaftende Material abgekratzt (Abb. 13) und die Organismen wie auch epiphytische Kalkalgen aussortiert, wovon nur die Foraminiferenschalen ausgenommen wurden, und drei Tage bei 105° getrocknet. Das abgelöste Material hatte ein Gewicht von 88 mg. Das lose Material, das während des Transportes abgefallen war, wog 190 mg; da es von zwei gleichlangen Ästen stammte, gehörte sehr wahrscheinlich auch die Hälfte zu dem einen präparierten Zweig. Demnach betrug das Gewicht für die gesammelten Fremdkörper eines 2,5 cm langen *Digenia*-Astes 183 mg. Ein am Strand mehr landeinwärts liegender trockener *Digenia*-Busch trug noch 5,6 g Fremdkörper bei einer Gesamtlänge seiner Äste von 333 cm. Nach Ausmessen von 2460 Fremdkörpern des in Formalin fixierten Zweiges ergaben sich folgende Gewichtsprozent: Grobes Material 4%, mittleres 26%, feines 39%, Trübe 13%, Detritus 18%. Diese Anteile bestanden im groben Material völlig aus Kalkstrukturen, im mittleren zu $\frac{3}{4}$, im feinen zu $\frac{5}{12}$, in Trübe zu $\frac{1}{2}$.

Auch aus dem Material, das sich während des Transportes von den beiden Zweigen gelöst hatte, wurden 2260 Fremdkörper ausgemessen. Es ergaben sich folgende Gewichtsprozent: Schill 9% (alles Kalkstrukturen), grobes Material 10% (alles Kalkstrukturen), mittleres 45% ($\frac{1}{7}$ Kalkstrukturen), feines 25% ($\frac{3}{5}$ Kalkstrukturen) und Trübe 11% ($\frac{4}{5}$ Kalkstrukturen). In der Trübe befanden sich auch noch zahlreiche kleine Dreistrahler von Kalkschwämmen.

Die *Digenia*-Büschel sind also beachtliche Sammler von Fremdkörpern innerhalb des Gezeitenbereichs.

Soweit dieses an den Algenbüschen haftende Material mit seinem Substrat von der Brandung losgerissen und an die Küste transportiert wird, kann es mit dem Wind dann weiter landeinwärts verdriftet werden.

Daß diese Umhüllung mit Fremdkörpern für die Algen eine biologische Bedeutung hat, kann nur vermutet werden.

Im Laboratorium wuchsen in den Glasschalen die feinen Zweige von *Digenia* sofort durch die Umhüllung hindurch; im natürlichen Biotop geschieht das nicht so auffällig. Vielleicht bietet die mit dem Zweig wachsende Hülle für diese im Gezeitengebiet wachsenden Algen sowohl einen Schutz vor Austrocknung wie einen Insolationsschutz; oder vielleicht verhindert umgekehrt die austrocknende Wirkung während der Niedrigwasserzeit und die hohe Insolation das Auswachsen der feinen Algenfäden über den umhüllten Bereich hinaus. Weitere Experimente und Beobachtungen müssen da noch aufklärend wirken.

Viel wichtiger ist diese Fremdkörperhülle der Algen für die tierische Besiedlung, denn durch sie wird ein Lückensystem geschaffen, das einer interstitiellen Fauna in großem Umfang eine Existenzmöglichkeit gibt. Ferner können sich röhrenbauende Formen wie Amphipoden, Tanaidaceen, Polychaeten zwischen die radiär gestellten Algenfäden einschieben und hier ihre Röhren bauen. So fanden wir in diesen Algenbeständen 8 Amphipodenarten, von denen 3 neu für die erythräische Fauna waren (s. RUFFO, 1959), ferner Vertreter von Familien, die sonst nur Gänge im Meeresboden bauen, z. B. Maldanidae (s. HARTMANN-SCHRÖDER, 1960). Schließlich existieren hier auch noch Phytalbewohner, denen die wasserhaltende Hülle während der Ebbezeit ein weites Vordringen in das Gezeitengebiet gestattet. Wir finden also in der reichen Fauna gerade dieses eigenartigen Lebensraumes eine Mischung von mannigfaltigen Arten, wie sie in dieser Zusammenstellung sonst von keinem anderen Biotop des Meeresstrandes bekannt ist.

Vergleichsproben von Algen des Eulitorals ohne Fremdkörperhülle, z. B. *Sargassum* und *Hydroclathrus*, ergaben einen nach Biomasse und Artenzahl nur geringen Bruchteil des Bestandes der in oben erwähnten „Sandalgen“ festgestellten Organismen. So stehen

E 1

z. B. ca. 35 Polychaetenarten in den sandbedeckten Buschalgen nur 5 Arten im *Hydroclathrus*-Bereich gegenüber, obwohl die *Hydroclathrus*-Zone länger überflutet wird und seltener trockenfällt als die *Digenia*-Zone. Die Situation ist bei Copepoden und Ostracoden die gleiche. 23 Ostracoden-Arten aus den sandbedeckten Buschalgen stehen 4 aus *Sargassum* und 2 aus *Hydroclathrus* gegenüber. Alle mit Buschalgen (*Digenia*, *Valonia*), Algenschlick, Sandalgen bezeichneten Proben stammen aus diesem *Digenia-Valonia*-Bereich. Die Ansammlung von Fremdkörpern auf der Grünalge *Valonia* ist etwas abweichend. Alge + Sand bilden nämlich kugelige oder halbkugelige Polster; die peripheren Thallusenden der Alge reichen bis an die Oberfläche und wirken hier wie grüne Fenster. Das festgehaltene Material besteht mehr aus Feinsand und Detritus, und an ihm wachsen Cyanophyceen, Diatomeen und sogar kleine Ceramien (Florideen). Die Fauna in dem lockeren Material ist gleichfalls reich an Nematoda, Copepoda, Ostracoda, Polychaeta und einer Tanaidacee. Im ganzen ist die Fauna der *Valonia*-Hüllen sehr ähnlich der von *Digenia*-Hüllen. In einem Punkt besteht jedoch ein Unterschied. Im Inneren der *Valonia*-Polster befinden sich nämlich größere Hohlräume, in welchen sich Kalkschwämme vom Typ *Sycandra*, Hydroidpolypen und Laich von Opisthobranchiern fanden.

Außer den genannten Tiergruppen, die diese *Digenia*-Büsche und *Valonia*-Polster mit ihrer Sandumhüllung besiedeln, sind auch vagile, schwimmende Arten in diesem eigenartigen Lebensraum zu finden. Der Copepode *Pseudocyclops gohari* NOODT (NOODT, 1958) umschwärmt die Büsche fast wie eine Sphingide eine blühende Pflanze und schwimmt zeitweise in das Lückensystem hinein.

Hier sei auch noch eine Beobachtung über die Lebensweise einer Art der eurytopen und euryhalinen Harpacticidengattung *Metis* angeführt (*Metis ignea*). Die zuweilen intensiv roten Arten dieses Genus leben oft im Eulitoral, doch wurden sie meist nur vereinzelt gefunden. Auch im Roten Meer begegneten uns in verschiedenen Biotopen Angehörige dieser Gattung; die Tiere bewegen sich kriechend mit abwechselnder Bewegung der kräftigen Antennen. Diese Bewegung ist bereits den Larvenstadien eigen. *Metis* erinnert dadurch an die limnische Gattung *Iliocryptus* unter den Cladoceren.

Recht häufig waren hier auch Wassermilben (Hydrachnellae). Diese im Süßwasser so reich entfaltete Gruppe hat einige Vertreter ins Meer entsandt, obwohl sie insgesamt ebenso salzfeindlich ist wie die meisten limnischen Gruppen und sogar in weiten Bereichen des Brackwassers in der Ostsee bzw. in Nordeuropa fehlt. Aber ebenso wie viele limnische Organismen, welche die Brackwasserschranke überwunden haben (s. REMANE, 1958), dringen die Hydrachnellae des Meeres dann bis in hohe Salzgehalte vor; das beweist hier erneut ihr häufiges Vorkommen im Roten Meer. Es handelt sich um *Pontarachna punctulum* PHILIPPI, die bisher von den westeuropäischen Küsten des Atlantik, dem Mittelmeer und aus dem Schwarzen Meer bekannt war, und um *Litarachna denhami* (LOHMANN), die bisher nur an der Küste West-Australiens gefunden wurde (s. VIETS, 1959).

Zur Makrofauna, die wir nicht eingehender untersuchten, sei schließlich noch erwähnt, daß man zwischen den Algenbüschen bei Niedrigwasser in Resttümpeln häufig Schlangensterne, Seeigel und Seewalzen sieht, die offensichtlich hier auch ihre Nahrung finden (s. Abb. 14).

Diese reiche Besiedlung der sandtragenden Algenzone auf dem eulitoral-subfossilen Korallenriff bei Al Ghardaqa zeigt auf das deutlichste, daß die Biomasse eines Lebensbezirkes nicht allein von dem chemischen Nährstoffangebot des umgebenden Wassers abhängig ist, sondern wesentlich auch von der Struktur des Bodens. Gerade am Mee-

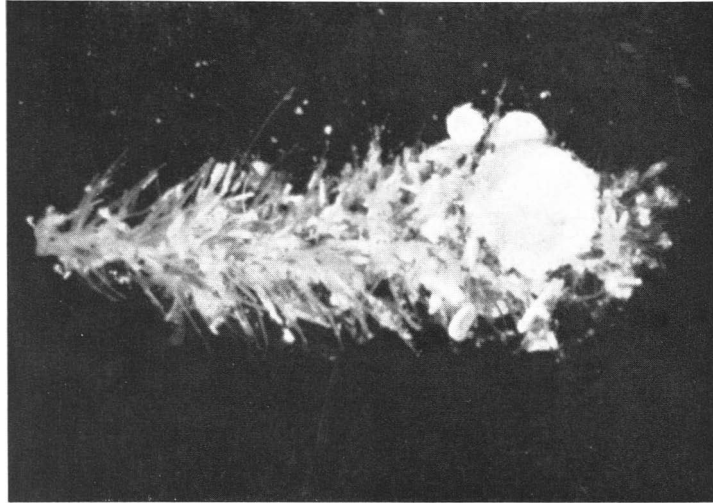


Abb. 12: Isolierter *Digenia*-Zweig, vergrößert (photogr. Dr. B. Heydemann).

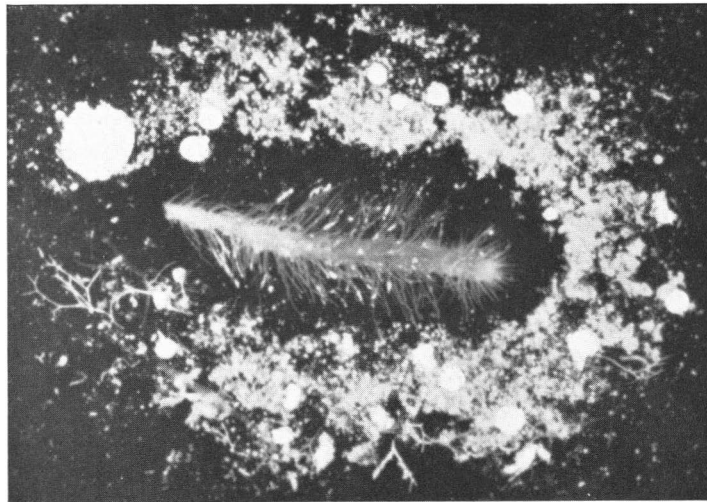


Abb. 13: *Digenia*-Zweig; ringsherum abgekratzte Fremdkörper (photogr. Dr. B. Heydemann).

Tafel 7 (zu A. Remane u. E. Schulz)

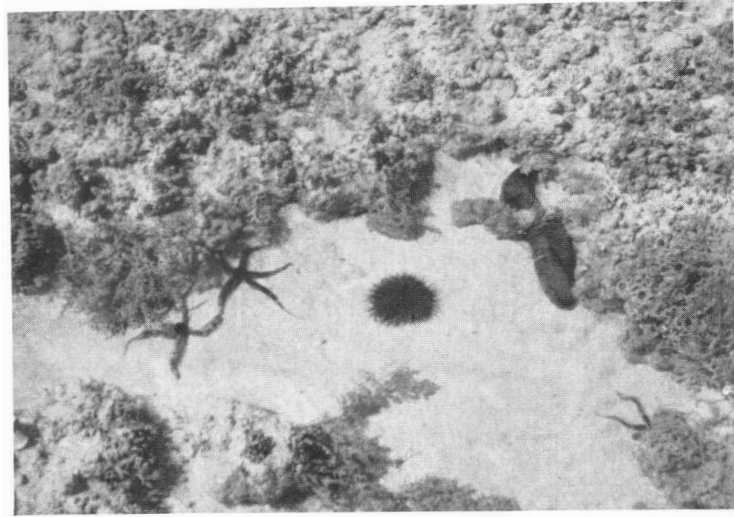


Abb. 14: Echinodermata (Schlangenstern, Seeigel, Seewalze) in Resttümpel zwischen den Sandalgen auf dem erodiertem Korallenriff (photogr. Schulz).



Abb. 15: „Sandbucket“ = durch Cyanophyceen verklebte Sandkörner (photogr. Schulz).

Tafel 8 (zu A. Remane u. E. Schulz)

resboden ist die Abhängigkeit der Arten- und Individuenzahl eines Siedlungsraumes durch die Struktur des Biotops in hohem Maße gegeben.

Die Sandböden des Eulitorals

Unser Hauptuntersuchungsgebiet am Roten Meer lag im Bereich von Korallenriffen, und gerade das Eulitoral befand sich im Bereich eines alten Korallenriffs, dessen Kalkmassen durch Cyanophyceen (besonders im Supralitoral), durch bohrende Muscheln (*Lithodomus*) und die Gezeitenwirkung intensiv aufgearbeitet wird. Zwischen diesem in Aufarbeitung begriffenen Korallenriff und dem nächsten noch lebenden Riff erstreckt sich eine tiefere Rinne mit muddigem Untergrund und bewachsen mit *Halophila stipulacea*.

Hier waren nur local sandige Flächen im Eulitoral vorhanden, die für eine Mikrofauna Siedlungsmöglichkeiten boten. Auf Feinsandgebieten waren oft braune Stellen vorhanden, die zur Hauptsache von gelbbraunlichen Cyanophyceenfäden gebildet wurden, aber auch *Pleurosigma* und andere Diatomeen, lokal zahlreiche flache Peridineen enthielten. An manchen Stellen wurden durch den Bewuchs zahlreiche Buckel von ca. 5 cm Durchmesser und 1—2 cm Höhe gebildet (s. Abb. 15). Diese Buckel sind oft nach Wasserbedeckung mit Wellengang verschwunden, können aber, wenn sie trocken liegen, bei Sonneneinstrahlung so hart werden, daß sie später als Ganzes von der Unterlage gelöst und weiter strandwärts angespült werden. Die Verkittung der Sandkörner erfolgt durch die Schleimhüllen der Cyanophyceen. Solche braunen Stellen niederer Vegetation auf Sandboden enthalten eine reiche Fauna, viel reicher als man nach der häufigen Zerstörung dieses Lebensbezirkes erwarten sollte. Hier waren zahlreiche Ciliaten der Gattungen *Trachelocerca* und *Frontonia* vertreten und Hypotrichen vom Typ *Stichotricha* und *Euplotes*, ferner der Euplotide *Discocephalus rotatorius*, der von EHRENBERG im Roten Meer an der Sinai-Küste vor 125 Jahren entdeckt wurde, lange unbeachtet blieb, aber weltweit verbreitet ist. Auffallend war eine schwarze *Stentor*-Art, die A. Remane im Eulitoral anderer Meere noch nicht gesehen hatte. Zahlreich waren auch die Turbellarien, vor allem die Acoelen; unter ihnen eine Art mit Zoochlorellen ähnlich der *Convoluta roscoffensis*, ferner ein Acoel mit verlängertem und terminal löffelförmig verbreitertem Hinterende, dann eine Macrostomide mit langem schwanzartigen Hinterkörper und Kalyptorhynchier vom Typ *Gnathorhynchus* und *Acrorhynchus*, eine Trigonostomide u. a.

Eine Nemertine, die habituell der *Prostoma melanocephala* des Eulitorals der deutschen Küsten glich, wurde beobachtet, außerdem eine Cephalothricide, habituell dem *Procephalothrix rufifrons* ähnlich. Rotatoria waren nicht selten, außer *Eucentrum*-Arten, die überall in derartigen Biotopen vorkommen, auch ein Vertreter der Bdelloidea mit Trochalscheiben, der bei diesen hohen Salzgehalten unerwartet war. Die Gastrotrichen waren sowohl mit Macrodasyoidea (*Macrodasyus* spec.) als auch mit Chaetonotoidea (*Aspidiophorus* spec.) vertreten und die Kinorhynchen mit einer *Pycnophyes*-Art. Nematoden waren hier nur mäßig zahlreich. Unerwartet reich war aber die Anneliden-Fauna. Unter den sedentären Polychaeten fanden wir hier eine neue *Fabricia*-Art (*F. acuseta* BANSE), eine neue *Fabriciola* (*F. ghardaqa* BANSE), *Oriopsis armandi* (CLAP.) (S. BANSE 1959) und eine *Polyophthalmus*-Art. Die erranten Polychaeten waren mit einer *Staurocephalus*-Art und mehreren kleinen Syllidae vertreten. Außerdem lebte hier eine Oligochaeten-Art. Copepoden und Ostracoden waren relativ artenarm, doch lokal individuenreich vorhanden, die oben erwähnte *Metis*-Art zeigte sich häufiger, ferner wurde eine Cumacee notiert.

Sandgebiete an der unteren Grenze des Eulitorals fanden wir nahe der Station meereswärts des erodierten Korallensockels. Hier hatten sich Feinsandflächen mit Rippelmarken gebildet, in deren Rinnen Foraminiferen-Schalen angehäuft waren: Es fehlte infolge der intensiveren Wasserbewegung die Mikrophytenvegetation mit Cyanophyceen und Diatomeen, die die oben geschilderten Sandbiotope charakterisierte; dafür existierte lokal eine Makrophytenvegetation mit einer schmalblättrigen *Diplanthera*-Art, die habituell unserer *Zostera nana* ähnelt, sie gehört jedoch einer anderen Familie an, den Hydrocharitaceae. Diese Ähnlichkeit von *Diplanthera* und *Zostera* ist also Ähnlichkeit eines Lebensformtypus, zugleich sind sie ökologisch „stellenvikariant“. Wie bei *Zostera* sind die *Diplanthera*-Siedlungen durch das Ansammeln von Sand und Detritus am Boden ihres Vorkommens charakterisiert. Auf ihren Blättern siedelten Foraminiferen und Hydroiden; die zahlreichen kleinen Schnecken (Hydrobien), die die *Zostera*-Zone sonst bevölkern, fehlten hier. Zwischen den *Diplanthera*-Pflanzen lagen jedoch große schwarzblaue Holothurien. Zu den Makrophyten dieser Region gehört noch die kleine *Halophila ovalis* und eine *Caulerpa*-Art (Chlorophyta). Diese Vegetationsstellen sind aber nur fleckenartig im Feinsandgebiet verteilt. Die Sandfauna bestand aus den vielfältigen Formen, die in diesem Lebensraum zu erwarten waren: Unter den Amphipoden eine neue *Siphonectes*-Art (s. RUFFO, 1959), ferner eine kleine Cumacee, unter den Copepoden Arten vom Typ *Canuella* und *Longipedia*, Gastrotrichen mit 2 Thaumastodermatiden und 1 *Urodasys*-Art, dann zahlreiche Nematoden und eine Tardigraden-Art. Von Polychaeten *Hesionides*, *Myxides* und kleine Sylliden. Überraschend war das zahlreiche Auftreten einer neuen Pantopoden-Art hier im Sand, *Anoplodactylus arescus* (s. DU BOIS-REYMOND MARCUS, 1959).

In geringer Individuenzahl fand sich hier eine außergewöhnliche Tierform: Der sackförmige Körper trug ein hakenbesetztes Vorderende, ähnlich dem der Priapuliden-Larve. Der Rumpf war aber nicht wie bei dieser in Platten gegliedert, sondern trug eine Anzahl typischer Haftröhrchen. Das gefundene Material reichte nicht aus, um diese interessante Gattung näher zu untersuchen.

Das Sublitoral

Die Untersuchung des Sublitorals lag nicht im Arbeitsplan, jedoch wurden einige Korallenstücke von rezentem Korallenriff in schwache Formalinlösung geworfen, um die an ihnen lebenden Tiere (Copepoden, Polychaeten, usw.) zu erhalten.

Eine interessante sublitorale Sandfläche wurde bei der Insel Abomingar gefunden. Durch Tauchen vom Boot aus wurde der in 2—3 m Tiefe liegende leuchtend weiße Sand emporgeholt, der zumeist aus Foraminiferenschalen und anderen zoogenen Kalkbruchstücken bestand. Er enthielt zahlreiche Vertreter der typischen interstitiellen Fauna, z. B. *Branchiostoma* und von Amphipoden je eine Art der Gattungen *Perioculodes* und *Guernera* (s. RUFFO, 1959). Die Gastrotrichen waren durch eine echte *Paraturbanella* und Thaumastodermatidae, ferner eine mit *Chaetonotus pleuracanthus* verwandte Art vertreten. Auch Rotatorien kamen mit mehreren *Encentrum*-Arten vor, und die Archianneliden traten mit 2 Arten der Gattung *Protodrilus* auf. Die Schnecken der interstitiellen Fauna waren durch eine neue Philinoglossacee, *Sapha amicorum* vertreten (s. MARCUS, 1959). Der Artenreichtum dieser Foraminiferensandprobe zeigte, daß die interstitielle Fauna des Meeressandes im Roten Meer ebenso reich entwickelt ist wie in anderen Meeren.

Daß der Artenreichtum des Sublitorals größer sei, als der des Eulitorals, wie man bisher allgemein annehmen kann (s. GERLACH, 1963), dürfte nach unseren orientierenden Untersuchungen für das Rote Meer auch gelten, da, wie wir zeigen konnten, die Anwurfzone am Roten Meer geringer besiedelt ist als an anderen daraufhin untersuchten

Küsten, und die eulitorale Buschalgenzone des Roten Meeres mit ihrer überraschend großen Artenzahl bei diesem Vergleich den Unterschied in der Zahl der Arten allenfalls ausgleicht.

Anhangsweise sei erwähnt, daß in der Innenbucht der Koralleninsel Abomingar sich ein sapropelartiger Detritus angesammelt hatte. Eine mit einem Saugheber von der Oberfläche entnommene Probe enthielt in erster Linie Copepoden (ca. 4 Arten, unter ihnen *Metis*); eine Harpacticiden-Art war in riesiger Menge vorhanden. Die Probe enthielt außerdem einige Nematoden und Arten der Ciliatengattungen *Coleps*, *Trachelocerca* und *Condylostoma*. Auffallend waren noch Medusen der Gattung *Cladonema*, offenbar 2 Arten.

Zusammenfassung

Das Eulitoral des Roten Meeres ist trotz des extrem ariden Klimas, der hohen Insolation und des hohen Salzgehaltes von einer reichen Mikrofauna besiedelt. Die stärkste Artenentfaltung liegt im Bereich der sandsammelnden Rotalge *Digenia simplex*, die bisher noch nicht bekannte Lebensbedingungen im Eulitoral schafft. Die Sandregionen haben eine interstitielle Fauna, die in Zusammensetzung und Artenreichtum der übrigen Meere ähnelt. Auch das subterrane Küstengrundwasser, das hier nur aus salzreichem Wasser besteht, enthält ebenfalls eine reiche Fauna. Die Anwurfzone (Wrack-Region) der Küste ist dagegen infolge der raschen Austrocknung des angespülten Pflanzenmaterials artenarm.

Literaturverzeichnis

- BACKLUND, H. (1945): Wrack Fauna of Sweden and Finland; Lund Suppl.-Entomol. — BANSE, K. (1959): *Fabricia acuseta* n. sp. *Fabriciella ghardaga* n. sp. und *Oriopsis armandi* (Clap.) aus dem Roten Meer; K.Mf. XV. — DU BOIS-REYMOND MARCUS, E. (1959): Ein neuer Pantopode aus Foraminiferensand; Kieler Mf. XV. — DELAMARE DEBOUTTEVILLE, Cl. (1960): Biologie des eaux souterraines littorales et continentales; Paris, Hermann. — DÜRKOP, H. (1934): Die Tierwelt der Anwurfzone der Kieler Förde; Schr. Naturwiss. Ver. Schleswig-Holstein 20. — FRIEDRICH, H. (1937): Polychaetenstudien I—III; K.Mf. 1. — GERLACH, S. A. (1963): Ökologische Bedeutung der Küste als Grenzraum zwischen Land und Meer; Naturw. Rdsch. 6. — HARTMANN-SCHRÖDER, G. (1960): Polychaeten aus dem Roten Meer; Kieler Mf. XVI. — MARCUS, E. (1959): Eine neue Gattung der Philinoglossacea; Kieler Mf. XV. — NOODT, W. (1958): *Pseudocyclops gohari* n. sp. aus dem Eulitoral des Roten Meeres (Cop. Calanoida); Zool. Anz. 161. — REMANE, A. und SCHULZ, E. (1934): Das Küstengrundwasser als Lebensraum; Schr. Naturw. Ver. Schl.-Holstein 20. — REMANE, A. (1934): *Diurodrilus subterraneus* n. sp., ein Archannelid aus dem Küstengrundwasser; l. c. 20. — REMANE, A. (1940): Einführung in die zoologische Ökologie der Nord- und Ostsee; Tierwelt Nord- u. Ostsee Ia. Akad. Verl. Ges. Leipzig. — REMANE, A. (1958): Das Brackwasser als Siedlungsraum, in REMANE, A. und SCHLIEFER, C.: Die Biologie des Brackwassers. Schweizerbart, Stuttgart. — RUFFO, S. (1959): Contributo alla conoscenza degli anfipodi del Mar Rosso. Bull. 20, Sea Fish. Res. Station Haifa. SIEWING, R. (1954): Zur Verbreitung von *Pisionidens indica* (AIYAR & ALIKUNHU); Kieler Mf. X. — STRENZKE, K. (1961): *Selenoribates foveiventris* n. g., n. sp., eine neue Oribatide aus der unterirdischen Feuchtzone des Roten Meeres (Acarina: Oribatei); Kieler Mf. XVII. — TISCHLER, W. (1949): Grundzüge der terrestrischen Tierökologie; Fr. Vieweg & Sohn, Braunschweig. — VIETS, K. (1959): Einige marine Wassermilben (Hydrachnellae, Acari) aus dem Roten Meer; Kieler Mf. XV. — WILLMANN, C. (1935): Über eine eigenartige Milbenfauna im Küstengrundwasser der Kieler Bucht; Schr. Naturwiss. Ver. Schleswig-Holstein 20. — WILLMANN, C. (1959): Zwei neue Milben aus dem Küstengrundwasser des Roten Meeres; Kieler Mf. XV. — WOHLBERG, E. (1937): Die Wattenmeer-Lebensgemeinschaften im Königshafen von Sylt; Helgoländer Wiss. Meeresunters. 1.

Anschrift des Verfassers:

A. Remane, Professor, D. phil. Dr. rer. nat. h. c. Zoologisches Institut und Museum der Universität, Kiel, Hegewischstr. 3

Anschrift des Verfassers:

E. Schulz, Dr. phil. Zoologisches Institut und Museum der Universität, Kiel, Hegewischstr. 3