4. Zur Kenntniss der jüngeren Ablagerungen im tropischen Ost-Afrika.

Von Herrn Emil Werth in Berlin.

Das Tief- und Hügelland, welches in unserer ostafrikanischen Kolonie die altkrystallinen Gebirgsmassive des Hinterlandes von der Küste trennt, wird von mesozoischen und z. Th. auch paläozoischen Schichten eingenommen, welche jedoch in grosser Ausdehnung von ganz jungen (quartären) Bildungen überlagert werden. Diese letzteren stellen vornehmlich einen grobsandigen, stellenweise stark thonigen Lehm im Verein mit hellen oder bräunlichen losen Sanden, zwischen welche in unmittelbarer Küstennähe sich marine Kalke einschieben, dar. Diese jungen Ablagerungen, die trotz ihrer weiten Verbreitung von den bisherigen Reisenden kaum eine Würdigung erfahren haben, sind in neuerer Zeit durch Bornhardt [1]) eingehender behandelt und nach ihrem Vorkommen, ihrer Entstehung und Gliederung dargestellt worden. Während Bornhardt's Forschungen sich nur in grossen Zügen über weite Länderstrecken ausdehnten, war es mir nur in einigen engumgrenzten Gebieten, namentlich in der Gegend von Dar-es-salaam und auf der Insel Sansibar, vergönnt, meine Untersuchungen anzustellen. Da dieselben jedoch gerade deshalb vielleicht etwas mehr in's einzelne gehen konnten, so sei es mir gestattet, an dieser Stelle in aller Kürze das allgemein geologische Resultat meiner Untersuchungen bekannt zu geben, während ich im Uebrigen auch auf meinen Aufsatz über „Lebende und jungfossile Korallenriffe in Ostafrika“ [2]), sowie auf eine noch in Arbeit befindliche längere Abhandlung über Geologie und Gestaltung der Insel Sansibar hinweisen möchte.

Die besagten jungen Ablagerungen sind ebenso wie im Küstengebiete auch auf den grösseren Inseln: Pemba, Sansibar und Mafia wieder in verschiedenen Ausbildungen anzutreffen, die zahlreichen kleineren Inseln: Kwale, Yambe, Karange, Makatombe,

[1]) Zur Oberflächengestaltung und Geologie Deutsch-Ostafrikas. Berlin 1900.

[2]) Zeitschr. Gesellschaft für Erdkunde Berlin, 1901.

Koma, Songa-songa und viele andere, bestehen jedoch fast durchweg nur aus jungem, marinem Kalke. Wo nicht die grösseren Flüsse ihre Alluvionen als Deltas in die See vorschieben, oder ein niedriges Vorland alluvialer, mariner Sande das Meeresufer umgürtet, bilden jene älteren quartären Ablagerungen, je nach ihrer Ausbildung in steiler Rampe oder unterwaschener Felsmauer abfallend, ein für die ostafrikanische Küste überaus charakteristisches Kliffufer. Die durch dasselbe freigelegten Profile können, zumal bei dem fast gänzlichen Mangel künstlicher Aufschlüsse, in erster Linie maassgebend sein für die Gliederung der in Betracht kommenden Ablagerungen.

Die nebenstehende Uebersicht von Uferprofilen zwischen Ras Rongoni und Ras Makabe bei Dar-es-salaam, auf der Südseite der südwestlich und ungefähr senkrecht zur Hauptrichtung der Dar-es-salaamer Aussenküste verlaufenden Hafeneinfahrt dieser Stadt, machen uns gleich mit den charakteristischsten Profilen bekannt. Das erste, ganz in der Nähe des vorspringenden Ras Rongoni entnommene, zeigt uns zwei verschiedene, durch eine scharf ausgeprägte Grenze von einander getrennte Kalke, die sich durch ihre Fossilführung als Riffkalke zu erkennen geben; einen unteren festeren und einen oberen bröckeligen, kreidigen, welch' letzterer sich schon durch diese seine Beschaffenheit als jüngerer darthut. Der obere Kalk wird noch von einem rothbraunen, lehmig-

Uferprofile bei Dar-es-salaam zwischen Ras Rongoni und Ras Makabe.

Am Ras Rongoni.		Ost-Fähr-Huk.	Ras Makabe.	
Rothbrauner gefestigter, lehmig-sandiger Boden.	Rothbrauner, gefestigter, lehmig-sandiger Boden.	Schmutziggelber, feinkörniger, lockerer Sand.	Gelblichbrauner, etwas gefestigter Sand.	Jüngste Riffkalke u. Terrassensande.
Bröckeliger, etwas kreidiger Kalk, fossilführend.	Bröckeliger, schmutziger Kalk mit vielen Quarzkörnern, fossilführend.		Loser, weisser Sand.	
Fester, ziemlich dichter, gelbgrauer Kalk, fossilführend.	Bräunliche, feste Kalkbänke (umgeänderter Korallensandstein).	Grobsandiger, grünlichgrauer, rostig gefleckter Lehm.	Grobsandiger, grünlichgrauer, rostig gefleckter Lehm.	Aeltere Kalke und Mikindani-Schichten.

sandigen Boden überlagert. Gleichartige Profile bietet uns die Steilküste am Ras Upanga und am Ras Tschokir nördlich von Dar-es-salaam. Abgesehen von dem, den oberen Riffkalk überlagernden sandigen Boden, der auf den kleineren Inseln stets fehlt, was jedoch, wie wir weiter unten sehen werden, zunächst unwesentlich ist, beobachtete ich das durch zwei ungleiche Riffkalke gebildete Profil auch am Ras Mbueni auf Sansibar, sowie auf den Inseln Kendua und Kimbumbuu bei Dar-es-salaam. Namentlich an dem 12 m hohen Steilabsturze der Nordspitze der letztgenannten Felsinsel ist das Profil in prächtiger Weise ausgebildet und zeigt in dem jüngeren Kalke schön erhaltene Exemplare von Korallenstöcken und Muscheln.

Was die petrographische Beschaffenheit und die Fossilführung der beiden Riffkalke angeht, so stellt der untere in der Regel einen ziemlich gleichmässigen, festen, gelblichen Kalk dar mit mattem bis krystallglänzendem Bruche. Er ist von der Meereswelle an der Oberfläche schwammig zerfressen und zeigt eine schön ausgebildete Brandungskehle oder tiefgehende, buchtförmige Höhlungen. Der untere Riffkalk ist relativ arm an organischen Resten, was vorhanden ist schlecht erhalten und daher specifisch kaum bestimmbar.[1]) Ich besitze aus demselben Korallenreste und Echinidenstacheln, und von Mollusken:

Cardium (vielleicht *multispinosum* Sow.),
Arca rugifera Dkr.,
Natica (vermuthlich *mamilla* L.),
Conus (vermuthlich *arenatus* Hwass.),
Cypraea (vermuthlich *carneola* L.),

welche Arten auch heute noch im Indischen Ocean leben.

Der obere Riffkalk stellt zumeist einen bröckeligen, kreidigen, mehlig abfärbenden, weissen Kalk dar; seltener ist er etwas fester und körnig, häufig jedoch mehr oder weniger unrein und mit Quarzkörnern durchsetzt. In der Masse hat er wenig Zusammenhalt, leidet keine Unterwaschung und Höhlenbildung durch die Brandungswelle und stürzt in senkrechten Wänden ab. Dieser jüngste Riffkalk ist sehr reich an Versteinerungen, dieselben sind jedoch ebenfalls grösstentheils schlecht erhalten. Die ästigen Korallen finden sich nur in Bruchstücken, die stark abgeschliffen oder durch theilweise Auflösung ihre feinere Structur

[1]) Bei der Bestimmung der von mir in Ost-Afrika gesammelten Fossilien wurde ich in liebenswürdigster Weise von den Herren Geh. Rath Prof. Dr. v. Martens, Prof. Dr. Jaekel, Dr. Meissner, Dr. Weltner, Dr. Wolff und Dr. Philippi unterstützt, wofür ich denselben an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

verloren haben; die Mollusken sind fast durchweg als Steinkerne vorhanden und daher ebenfalls specifisch unbestimmbar. Aus der grossen Zahl der gesammelten Stücke kann ich daher nur folgende mehr weniger gut bestimmbare Formen anführen.

Kalkalgen:

Halimeda spec. (Ostküste Sansibars).

Korallen:

Galaxea irregularis M. Edw. u. H.
Mussa corymbosa Forsk.
Coeloria arabica Klzgr.
Verschiedene *Favia* - Arten.
Goniastraea serrata Ortm.
Leptastraea immersa Klzgr.
Orbicella spec.
— *laxa* Klzgr.
Cyphastraea spec.
Solenastraea spec.
Fungia spec.
— *patella* Ell. u. Sol.
Tubipora purpurea Pall.

Würmer:

Serpula spec.

Echinodermen:

Clypeaster (wahrscheinlich *placunarius* Lam.)
Cidaris (wahrscheinlich *baculosa* [Lam.])
— *verticillata* (Lam.)

Muscheln:

Ostrea hyotis L.
Pecten porphyreus Chemn.
— spec.
Arca ventricosa Sow.
— *rugifera* Dk.
Lucina globosa Forsk.
Chama spec.
Tridacna gigas Lam.
Plicatula multiplicata Desh.

Schnecken:

Conus (vielleicht *coronatus* Dillw.)
— spec.
Semifusus citrinus Gm.
Fusus spec.

Cypraea spec.
— (wahrscheinlich *lynx* L.)
Strombus spec.
Turbo (vermuthlich *nivosus* Rv.)
— (vermuthlich *coronatus* Gm.)
Trochus (vielleicht *Mauritianus* Gm.)

Sämmtliche der Art nach angeführte Thierformen kommen heute noch lebend im Indischen Ocean (mit Einschluss des Rothen Meeres) vor.

Kehren wir zurück zum Ras Rongoni (vergl. die vorstehende Uebersicht), so sehen wir in dem zweiten Profile den unteren Riffkalk durch bräunliche, feste Kalkbänke ersetzt, die augenscheinlich einen durch Kalkauflösung und Wiederausscheidung umgeänderten, d. h. ziemlich gleichmässig und dicht gewordenen, Korallensandstein darstellen. Ein Gegenstück zu diesem Profil treffen wir auf der Südseite der Insel Tschapuani vor der Rhede von Sansibar an. Hier sehen wir den gewöhnlichen älteren Kalk von ganz jungem Korallensandstein überlagert. Der letztere setzt scharf gegen den Riffkalk ab, entspricht also stratigraphisch vollkommen dem jüngsten, kreidigen Riffkalke. Solch' junge Korallensandsteine finden sich häufig, auf dem Festlande sowohl, wie auf den kleinen Kalkinseln; doch sind die Lagerungsverhältnisse nicht immer so klare, wie hier auf Tschapuani, und möglicherweise ist derselbe an dem einen oder anderen Orte, wo er unmittelbar am Strande in geringer Mächtigkeit ansteht, als alluviale Bildung aufzufassen.

Der Korallensandstein besteht in seiner jugendlichen Form aus den durch Kalk verkitteten sandartigen Fragmenten von Korallen, Schnecken, Muschelschalen u. s. w. Je nach der Grösse des Kornes und dem lockereren oder dichteren Gefüge sind die organischen Reste mehr oder weniger deutlich zu erkennen. Zuweilen ist das Gestein sehr dicht und die einzelnen Bruchstücke wie an einander geschweisst. Wie der jüngste Riffkalk, so enthält auch der Korallensandstein nicht selten Quarzkörner. Das Gestein hat eine gelblichgraue Farbe, es ist stets deutlich geschichtet und ohne grössere Fossileinschlüsse. Nur im Südosten der Insel Tschapuani fand ich in einem bräunlichgrauen, ebenfalls quarzhaltigen Korallensandsteine, an dessen Oberfläche theilweise ausgewittert, ziemlich gut (die Mollusken auch als Schalen, nicht als Steinkerne) erhaltene Fossilien. Sie gehören noch lebenden Arten an, z. Th. gerade solchen, die heute an der Hochwassergrenze, wohin ich die Bildung des Korallensandsteins verlegen möchte, sich aufhalten oder häufig dorthin ausgeworfen

werden. Ich kann von diesem Fundorte folgende Formen anführen.

Korallen:
Goniastraea retiformis Lmk.
Fungia patella Ell. u. Sol.
Echinodermen:
Schizaster spec.
Muscheln:
Pecten spec.
Arca uropygmelana Bory.
Cardium rugosum Lam.
Schnecken:
Conus (wahrscheinlich *millepunctatus* Hwass).
Murex inflatus Lam.
Cypraea (vielleicht *caurica* L.).
Cerithium tuberculatum Born.
Nerita quadricolor Gm.
— *plicata* L.

Betrachten wir nunmehr die beiden letzten Profile der vorstehenden Uebersicht, welche mehr landeinwärts, entfernter von der allgemeinen Aussenküste sich finden, so fällt uns sofort das Fehlen des Kalkes auf. Es sind ziemlich übereinstimmende lehmige und sandige Bildungen, welche die Profile zusammensetzen. Doch macht sich auch hier, wie beim Ras Rongoni, eine deutliche Zweitheilung des Schichtenaufbaues bemerkbar. Wir haben unten einen grobsandigen, grauen Lehm, der nach oben hin scharf gegen die mehr oder weniger lockeren Sande abgrenzt.

Dem Profil am Ras Makabe schliesst sich unmittelbar das folgende, beim Brunnenbau auf dem Grundstücke des Bierbrauers Schultz (links vom Wege nach dem Gouvernements-Hospital, gegenüber der Post) zu Dar-es-salaam beobachtete an. Dasselbe ergab von oben nach unten folgende Schichten:

Geringe Humus-Schicht. Bräunlicher, etwas lehmiger Sand. (Bei $2^1/_4$ m Tiefe) loser, weisser Sand.	Terrassensande.
(Bei 3 m Tiefe) ziemlich feinkörniger, weisslicher bis grobkörniger grauer, sandiger, kalkfreier Lehmboden, (bei 8 bis $8^1/_4$ m Tiefe) allmählich in gelbbraunen, feinkörnigen Lehm, durchsetzt von Partieen eines dem oberen gleichartigen Bodens, übergehend.	Mikindani-Schichten.

(Der Brunnen ergab schon bei $2^1/_2$ m Tiefe, also unmittelbar über dem schwer durchlässigen, thonigen Lehmboden, Wasser.) Auch bei diesem Profile macht sich wieder dieselbe scharfe Grenzlinie bemerkbar, welche den grauen Lehmboden von den überlagernden Sanden trennt. Ich will bemerken, dass dieselbe überall ungefähr im gleichen Niveau auftritt mit derjenigen zwischen den unteren und oberen Kalken der vorher betrachteten Profile, und wir können hieraus schon mit einiger Sicherheit schliessen, dass die überlagernden Sande am Ost-Fähr-Huk und am Ras Makabe sowie in dem eben betrachteten Brunnenprofil zeitlich äquivalente Bildungen mit den jüngsten kreidigen Kalken und den auflagernden sandigen Böden sind.

Wir wollen jedoch bei diesen jüngsten Ablagerungen noch etwas stehen bleiben und dabei uns zunächst zwei weitere Profile ansehen, die ich ebenfalls bei Brunnenbauten in Dar-es-salaam kennen lernte, und bei welchen nur die obere Stufe ausgebildet ist. Der eine dieser Brunnen, links vom Wege nach Upanga gelegen, der bei meinem Besuche noch kein Wasser ergeben hatte, zeigte folgende Schichten:

Humus ($^1/_2$ bis 1 m mächtig). Rothbrauner, ziemlich gefestigter Sandboden (ca. 3 m mächtig); allmählich übergehend in gefestigten, weisslich-bleigrauen, ziemlich feinkörnigen Sandboden (ca. 3 m mächtig). Bröckeliger, kreidiger, weisser bis gelblicher Kalk mit Quarzkörnern.	Terrassensande und jüngste Riffkalke.

Der andere, an der Barra Rasta, gegenüber dem Grundstücke der Deutsch-ostafrikanischen Gesellschaft, angelegte Brunnen liess folgendes Profil erkennen:

Humus. Bräunlicher, etwas lehmiger Sand. Fast vollkommen loser, weisser Quarzsand. Kreidiger Kalk mit Quarzkörnern und sandig-lehmigen Partieen (Muschel- und Korallenreste).	Terrassensande und jüngste Riffkalke.

Wir sehen also die obere Stufe der Schichtenfolge einmal aus bröckeligem, kreidigem, fossilführendem Kalke, das andere Mal aus verschieden gefärbten, losen oder mehr oder weniger gefestigten Sanden gebildet. Da wo Farbe und sonstige Beschaffenheit der letzteren innerhalb eines Profiles wechselt, findet stets ein ganz allmählicher Uebergang statt. Zum dritten aber sehen

wir, wie am Ras Rongoni (vergl. die betr. Profile), beiderlei Bildungen, die kalkigen und die sandigen, gemeinsam die obere Stufe zusammensetzen. Wir können nun nicht zweifelhaft sein, dass zunächst alle die sandigen Bildungen der oberen Stufe unter einander geologisch gleichwerthig sind. Derselbe rothbraune, lehmig-sandige Boden, der am Ras Rongoni die jüngsten Kalke bedeckt, bildet weiter landeinwärts, da wo die Felswand zu Ende ist, allein die ganze Ueberböschung; andererseits tritt er an verschiedenen Stellen über dem, die untere Stufe bildenden grobsandigen, grauen Lehme auf. Derselbe Uebergang von bräunlichem, etwas gefestigtem Sande in ganz losen weissen Sand, den wir am Ras Makabe und in dem Brunnen auf dem Schultz'schen Grundstücke über dem grobsandigen grauen Lehme ohne Zwischenschaltung von Kalk wahrnehmen, tritt uns auch wieder in dem Brunnenprofil an der Barra Rasta entgegen, hier jedoch den kreidigen jungen Kalk überlagernd.

Hier in diesem Brunnen erkennen wir auch deutlich eine theilweise Mischung der sandigen und kalkigen Ablagerungen, indem letztere Quarzkörner enthalten und sandige Partieen umschliessen. Quarzkörner gewahren wir auch in dem Kalke des Brunnens am Wege nach Upanga und demjenigen des zweiten Profils am Ras Rongoni. Zwischen diesem und dem ersten dortigen Profile nun schiebt sich ein weiteres ein, bei dem wir einen ganz allmählichen Uebergang des bröckeligen, kreidigen Kalkes in den überlagernden rothbraunen, sandigen Boden wahrnehmen.

Erscheint es hiernach schon mehr als sicher, dass die sämmtlichen, die obere Stufe unserer Profile aufbauenden Schichten, die kalkigen und die sandigen, eine einheitliche geologische Ablagerung bilden, so werden wir dennoch auch eines letzten leisen Zweifel überhoben durch ein Profil, welches sich uns an der Kliffküste am Ras Mbueni auf der Insel Sansibar darbietet. Die vorspringende Spitze des Ras selbst (vergl. die nebenstehende Uebersicht) zeigt den uns schon bekannten Aufbau, welcher als untere Stufe den festen älteren, als obere den kreidigen jüngsten Riffkalk zeigt. Dieses obere, jüngere Riff lässt sich ununterbrochen annähernd 300 m weit nach Süden verfolgen bis zu der Stelle, dem das Profil II. entnommen ist. Wir sehen hier, den älteren Kalk vetretend, einen weichen, glimmerhaltigen, gelben Kalksandstein die untere Stufe bilden. Doch interessirt uns zunächst der obere Theil des Profils. Die Sohle des kreidigen Riffkalkes wird hier von einer nur wenige cm mächtigen Muschelbank gebildet, die wieder von einem festen, mattrothen Kalksandsteine unterlagert wird. Dieser, Muschelbank und Riff keilen sich landeinwärts aus und werden von den sandigen Ge-

bilden der oberen Stufe umfasst, so zwar, dass ein sandiger, rothbrauner Lehm, der nach links weit über den Riffkalk übergreift, in der rechten Profilhälfte nach unten allmählich in einen gelblichen, sandig-lehmigen Boden übergeht, der seinerseits etwas unter die auskeilenden, kalkigen Schichten vorgreift.

Nachdem wir so die sämmtlichen Bildungen der oberen Stufe unserer Profile als zeitlich äquivalente erkannt haben, interessirt es uns zu erfahren, wie dieselben zur Ablagerung gelangt sind. Hierüber giebt uns Auskunft die Art ihres Auftretens und ihrer Verbreitung, welche uns erkennen lassen, in welchem Maasse diese Ablagerungen an der Ausgestaltung der Oberflächenformen des ostafrikanischen Küstenlandes betheiligt sind. Begeben wir uns auf die Höhe des Steilufers, dessen Profile wir bisher betrachtet haben, und schreiten landeinwärts, so bewegen wir uns auf einer sanft ansteigenden, im Uebrigen fast vollkommenen ebenen Landfläche. Dieselbe wurde schon längst als ehemalige Strandterrasse erkannt. Solcher Terrassen lassen sich mit aller Schärfe zwei über und hinter einander liegende an der Küste des Festlandes und auf den vorgelagerten grösseren Inseln

Profile am Ras Mbueni, südlich der Stadt Sansibar.

I.	II.	
Bröckeliger, kreidiger, weisser Kalk, fossilführend.	Rothbrauner, sandiger bis grandiger Lehmboden mit kleinen Geröllen, Bröckeliger, kreidiger, weisser Kalk, fossilführend.	Jüngste Riffkalke etc. u. Terrassensande.
	Muschelbank (wenige cm mächtig).	
	Mattrother, fester Kalksandstein (50—70 cm mächtig).	
	gelben, bis gelbbraunen, ziemlich lockeren, sandig-lehmigen Boden mit kleinen Geröllen.	
Gelblichweisser, härterer, gleichmässiger Kalk, fossilführend.	Gelber, wenig harter, glimmerhaltiger Kalksandstein, stellenweise durchsetzt von festeren Bänken eines unreinen Kalkes mit Quarzkörnern.	Aeltere Kalke und Kalksandsteine.

allmählich auskeilend übergehend in

erkennen. Die untere, jüngere reicht bis 25 m Seehöhe; sie wird auch da, wo sie wie bei Dar-es-salaam in weichem Boden ausgebildet wurde, an ihrem oberen Ende von einer deutlichen Terrainstufe begrenzt. Hier bei Dar-es-salaam sehen wir die Oberfläche der Terrasse von sandigem Boden gebildet, eben demselben losen oder mehr oder weniger lehmig gefestigtem Sande, dessen Ausgehendes die Profile am Ras Rongoni, Ras Makabe, Ras Tschokir, Ras Upanga u. s. w. als oberste Schicht abschliesst. Gelegentlich treten in der Gegend von Dar-es-salaam auch die jungen Korallenkalke so dicht an den oberen Abschluss des Profils heran, dass sie auf der Terrassenoberfläche hie und da zu Tage treten. Doch ist dieses nur ganz in der Nähe der heutigen Küste der Fall, weiter landeinwärts suchen wir hier Kalke vergebens. Anders an der Ostküste der Insel Sansibar, wo die Oberfläche der unteren Terrasse bis zur Höhe der, als steil abgebrochene Wand besonders scharf ausgebildeten, die Terrasse abschliessenden Terrainstufe (das alte ehemalige Steilufer) von jungem Riffkalke gebildet wird, während hier sandige Ablagerungen, ebenso wie auf den kleinen Kalkinseln, gänzlich fehlen.

Sehen wir nun einerseits an den verschiedensten Punkten der Festlandsküste und auf den grösseren Inseln das Steilufer in gleichmässiger Weise mit der Terrassenfläche abschliessen, andererseits aber unterhalb der letzteren das Profil des Ufers durch eine scharfe, an den verschiedensten Orten in annähernd gleichem Niveau gelegenen Grenzlinie in zwei Stufen getheilt, so drängt sich uns ohne weiteres die Ueberzeugung auf, dass die untere Stufe den eigentlichen Sockel, die obere aber die auf demselben erfolgten Ablagerungen der Terrasse darstellen. Während einer Periode positiver Niveauverschiebung arbeitete die fortschreitende Meereswelle in den vorhandenen älteren Ablagerungen (zumeist einem festen Riffkalke oder einem grobsandigen Lehme) eine Brandungsterrasse aus, die sich bei weiterem Ansteigen des Wasserspiegels alsbald mit Sedimenten bedeckte. Das Material zu den letzteren wurde zum grossen Theil durch Zerstörung der älteren Ablagerungen gewonnen, zum Theil aber auch durch die Thätigkeit der riffbildenden Korallenthiere neu geschaffen. So wurden da, wo die Abrasionsterrasse, wie es im Osten und Norden der Insel Sansibar der Fall ist, nur in älterem kalkigen Gesteine ausgearbeitet wurde, nur kalkige Sedimente auf derselben abgelagert. Dort aber, wo der fortschreitenden Brandungswelle neben älteren Kalken auch sandig-lehmiges Gestein zum Opfer fiel, kam es zur Ablagerung kalkiger und sandiger Massen, von denen die ersteren als Riffkalk mehr seewärts, zumal auf dem

festen Sockel der älteren Kalke, sich finden, während die letzteren landeinwärts jene vertreten und beim Rückzuge des Meeres noch weit über das junge Riff ausgebreitet wurden. So erklären sich die Thatsache, dass in den verschiedenen angeführten Profilen der Sand bald scharf gegen den Riffkalk abgrenzt, bald aber unmerklich in ihn übergeht, sowie die eigenthümlichen Lagerungsverhältnisse im Profil II. am Ras Mbueni, von selbst.

Eine höhere Terrasse erstreckt sich von etwa 35—55 m Seehöhe und ist gleichfalls an der Festlandsküste wie auf den Inseln wahrnehmbar. Bei Dar-es-salaam wird der Sockel derselben, der bei Mtoni, südöstlich der Stadt an der Gabelung des Hafenkricks in fast 50 m hohem Steilabsturze aufgeschlossen ist, ebenfalls von jenem grobsandigem, grünlichgrauem, rostig gefleckten Lehme gebildet, dem eine mehrere Meter mächtige Schicht rothbraunen, sandigen Bodens als Terrassendecke aufgelagert ist. Im Osten und Norden von Sansibar ist auch diese Terrasse zum grössten Theil in älterem Kalke ausgearbeitet, trägt aber gleichwohl, da sie landeinwärts in das Gebiet der lehmigen Ablagerungen hinanreicht, eine Decke von rothbraunem, lehmig-sandigem Boden. Ueber Beschaffenheit und Fossilführung der diesem letzteren vermuthlich auch hier unterlagernden jüngeren Kalke vermag ich, da ich geeignete Aufschlüsse nicht aufgefunden habe, leider nichts zu berichten.

Während also die, die obere Stufe unserer Profile bildenden Sedimente als Terrassendecke augenscheinlich erst mit der letzten wesentlichen Ausgestaltung der Oberflächenform des ostafrikanischen Küstenlandes abgelagert sind, haben die den Sockel der Terrassen bildenden älteren Gebilde, zumal die in grosser Verbreitung auftretenden lehmigen Schichten bereits wieder in erheblichen Umfange eine Denudation erfahren und ragen daher vielfach als Inseln aus den jüngeren Ablagerungen hervor. Diese älteren lehmigen Sedimente, die ich nach Bornhardt als Mikindani-Schichten bezeichnen will, obwohl es mir noch keineswegs sicher scheint, dass alle die Bildungen, welche genannter Forscher mit diesem Namen belegt, wirklich als einheitliche Ablagerung aufgefasst werden müssen, bestehen an allen von mir untersuchten Stellen aus einem petrographisch gut übereinstimmenden, sandig-lehmigen, kalkfreien Boden von grünlichgrauer bis weisslicher Farbe. Das Gestein ist in der Regel rostig gefleckt und geht an der Oberfläche durch vollständige Oxydation in einen rothbraunen, lateritartigen Boden über. Stellenweise ist das Gestein ziemlich grobkörnig oder zeigt, als einzige Andeutung einer Schichtung, horizontal verlaufende Schnüre von Geröllen. Diese letzteren sind meist nicht über wallnussgross

und bestehen aus Quarzen, verschiedenen Gneissen, sowie in seltenen Fällen aus Porphyr.

Bornhardt hält auch die Mikindani-Schichten für marine Bildungen und nimmt eine ihrer Verbreitung entsprechende Transgression des Meeres bis über 500 m Höhe an. Die thonige Beschaffenheit und die Geröllführung des Gesteins sprechen dagegen meiner Ansicht nach eher für eine fluviatile Entstehung. Am sichersten dürfte vielleicht eine genauere geologische Kartierung eines geeigneten beschränkteren Gebietes uns über die Bildungsweise dieser Ablagerungen Auskunft gewähren. Ebenso dürfte es sich dabei auch entscheiden lassen, ob die von Bornhardt als „junge Deckschichten" bezeichneten sandigen Bildungen unseren Terrassensanden wie dieser Forscher es will, gleichzustellen sind.

Nicht so sicher, wie die Altersgleichheit der Gebilde der oberen Stufe unserer Ausgangsprofile am Steilufer des Meeres, vermögen wir diejenige zwischen dem älteren Riffkalke und dem grobsandigen grauen Lehme der Mikindanischichten nachzuweisen. Nur auf indirectem Wege gelingt es uns, eine relative zeitliche Aequivalenz beider festzustellen. Ausgehend von der Erkenntniss, dass sie beide älter sind als die Gebilde der oberen Stufe, bleibt uns nachzuweisen, dass sie beide auch jünger sind als eine weitere Schichtenfolge von Kalken, Kalksandsteinen und Mergeln, die ich zwar nicht an der Festlandsküste, wohl aber auf der Insel Sansibar in schönster Weise ausgebildet fand. Hier treten die fraglichen Gesteine im verschiedensten Niveau bis 100 m ansteigend auf. Es sind einerseits harte, klingende Kalke von gelblicher, gelblichgrauer oder auch fleischrother Farbe und ziemlich dichtem Bruche, zum anderen aber mürbe, feinkörnige, weissliche, gelbe oder röthliche Kalksandsteine. Die letzteren gehen in unmittelbarer Schichtenfolge in festere Kalksandsteine über, und zwischen diesen und den reinen Kalken finden sich in weiter Verbreitung mannigfache Zwischenstufen in Form mehr oder weniger quarzhaltiger Kalksteine. Desgleichen zeigt der Kalksandstein stellenweise durch seine lockere Beschaffenheit bei gleichzeitiger ganz geringer Quarzführung grosse Aehnlichkeit mit dem mürben, kalkig-mergeligem Gestein, wie es durch Fossilreichthum ausgezeichnet, namentlich bei Dunga und Uleso auftritt. Ich bin daher zu der Ueberzeugung gelangt, dass diese ganzen Gebilde eine einheitliche Ablagerung darstellen. Maassgebend für diese Auffassung waren mir vor Allem auch drei, nahe bei einader befindliche, jedoch leider nicht unmittelbar in Verbindung zu bringende Profile, die mir einige zur Steingewinnung angelegte Gruben auf der Höhe von Ueleso, nördlich der Stadt Sansibar, boten, und

in welchen die drei Gesteinsarten in gleichem Niveau und in gleicher Weise von lehmigen Gebilden überlagert auftreten und sich überdies durch Fossilführung und petrographische Beschaffenheit einander nähern.

Was nun die Lagerungsverhältnisse und das Alter dieses Schichtencomplexes gegenüber den Kalken und Lehmen der unteren Stufe unserer Profile am Meeresufer anbetrifft, so kennzeichnet sich der reine dichte Kalk zunächst beim Vergleich mit dem unteren Kalke jener Profile als ein noch älterer Riffkalk. Seine Härte und gleichmässige Structur, die Seltenheit von Fossileinschlüssen, das Aufgewachsensein grosser Kalkspathkrystalle, das Vorkommen ausgedehnter Höhlen und Grotten im Gebiete dieses Gesteins beweisen zur Genüge die starken Veränderungen, denen dieser Kalk unterworfen gewesen ist, und charakterisiren ihn ebenso sicher dem, den Sockel der unteren Terrasse bildenden Riffkalke gegenüber als älteres Gebilde, wie dieser wieder sich als älter erweist als der bröcklige, kreidige Kalk der Terrassendecke. Ueberdies weist allein das Vorkommen des harten klingenden Kalkes bis 100 m Seehöhe darauf hin, dass er in der Zeit einer weit höheren und damit älteren Meeresüberfluthung abgelagert wurde, als jene Kalke am heutigen Meeresufer, da anders die niederen Terrassen, an deren Aufbau und Ausarbeitung die letzteren betheiligt sind, nicht so gut und scharf uns hätten erhalten bleiben können. Der graue Lehm der Mikindanischichten reicht auf Sansibar ebenso hoch, ja noch etwas höher hinauf, als die zu behandelnden kalkigen Schichten. Klare Profile, welche uns über die gegenseitigen Lagerungsverhältnisse Auskunft geben könnten, habe ich nirgends gefunden. Zwar lagern, wie ich andeutete, in den erwähnten Aufschlüssen von Ueleso und ebenso in einer kleinen Steingrube bei Dunga, inmitten der Insel Sansibar, über den Kalken, bezüglich Kalksandsteinen oder Mergeln, ein grauer oder rothbrauner Lehmboden. Doch bin ich keineswegs sicher, dass wir es in diesen wenig mächtigen, mehr oder weniger sandigen Lehmen nicht auch mit einer jüngeren Terrassendecke zu thun haben Ganz in der Nähe der Profile von Uleso steht der typische, grobsandige, grüngraue Lehm der Mikindanischichten in grösserer Mächtigkeit an und reicht hier in den Thalfurchen in ein weit tieferes Niveau herab, als die kalkigen Bildungen. Doch wäre es auch verkehrt, nun hieraus auf ein Auflagern der letzteren zu schliessen. Die Verhältnisse, wie ich sie namentlich bei Mkokotoni im Norden Sansibars antraf, wo das kalkige Gestein sowohl die schroff abfallende Nordspitze des Mkokotoni-Hügels bildet, als auch wieder in den tief eingeschnittenen Erosionsfurchen der östlich und westlich des Hügels ver-

laufenden Bäche fast im Niveau des Meeres zu Tage tritt, während im Uebrigen der, in den oberflächlichen Schichten stets zu einem rothbraunen Boden oxydirte, Lehm der Mikindanischichten ansteht, lassen es mir als zweifellos erscheinen, dass der letztere mehr oder weniger mantelförmig den kalkigen Bildungen an- und aufgelagert, und somit jünger ist als diese. Diese ältesten Kalke stellen dann also, wo sie die Spitzen der Hügel bilden, Durchragungen dar. Solche Hügel zeichnen sich im Landschaftsbilde durch ihre steilen, schroffen Formen, wie wir sie beim Hatajwa-, Mkokotoni-, Uëmba-, Kidoti-Hügel u. s. w. wahrnehmen, vor den gerundeten Kuppen der weichen Bodenarten aus.

Was nun die Fossilführung dieses als ältest erkannten Schichtencomplexes von Kalken, Kalksandsteinen und Mergeln angeht, so ist der harte, reine Korallenkalk sehr arm an organischen Resten. In einem wahrscheinlich hierher zu zählenden Kalke bei Dunga fand ich ausser dem Steinkern einer Muschel auch einige Korallen, die ich als

Orbicella spec.,
— *(annularis?)*,
Coeloria (arabica?).

bestimmt habe. In den mehr oder weniger unreinen Kalken und Kalksandsteinen verschiedener Oertlichkeiten findet sich *Operculina complanata* Defr. Besonders massenhaft tritt diese Foraminifere in dem Kalksandsteine von Mkokotoni und in den kalkig-mergeligen Schichten von Dunga und Ueleso auf. Die letzten beiden Fundstellen sind überhaupt, wie schon angedeutet, reich an Fossilien, die allerdings zu einem nicht unerheblichen Theile wieder gänzlich unbestimmbare Steinkerne darstellen. Im Uebrigen gehören die von mir gesammelten folgenden Gattungen bezüglich Arten an.

Foraminiferen:

Operculina complanata Defr.

Echinodermen:

Clypeaster (wahrscheinlich *placunarius* Lam.)
Cidaris spec.
— (vermuthlich *verticillata* Lam.)
vermuthlich *Salmacis* spec.

Muscheln:

Ostrea hyotiformis E. Phil.
Pecten Werthii E. Phil.
— *porphyreus* Chemn.

Pecten (cf. *opercularis* L.)
— *pleuronectes* L.
— (cf. *varius* L.)
Arca uropygmelana Bory.
Tapes (*textrix* Chemn.?)

Schnecken:
Conus (vermuthlich *arenatus* Hwass.)
Semifusus citrinus Lam.
Cypraea (vermuthlich *carneola* L.)
Natica spec.
Strombus urceus L.
Turritella spec.
Ancillaria (vermuthlich *ampla* Gm.).

Die specifisch sicher bestimmbaren Formen unter den angeführten stellen heute aus dem Indischen Ocean lebend bekannte Arten dar, mit Ausnahme von *Ostrea hyotiformis* E. Phil. und *Pecten Werthii* E. Phil., die als neu beschrieben werden mussten[1]), und welche vielleicht eine Zurechnung der betreffenden Schichten zum Tertiär rechtfertigen.

Es erübrigt noch, auch den alluvialen Bildungen unseres Gebietes einige Worte zu widmen. Wir haben bei der Betrachtung unserer Ausgangsprofile gesehen, dass an sehr vielen Stellen das Meeresufer durch eine Kliffküste gebildet wird. Das Vorhandensein dieses Steilufers, ferner die Thatsache, dass die vorspringenden Kaps regelmässig aus härterem Gesteine bestehen, und die tief in das Land einschneidenden fjordartigen Buchten, die sich als überfluthete Flussthäler darthun, beweisen zur Genüge, dass die Strandlinie gegenwärtig in positiver Bewegung begriffen ist. Aber dennoch können wir nicht überall eine Küstenverminderung wahrnehmen. Der grossen Menge des von den lebenden Korallenriffen gelieferten Trümmermaterials ist es vornehmlich zu verdanken, dass auch vielenorts ein nicht unerheblicher Landzuwachs durch marine Ablagerungen allerjüngsten Datums möglich gewesen ist. Die von den lebenden Riffen stammenden Trümmer, die wir im verkitteten Zustande bereits als Korallensandstein kennen gelernt haben, stellen den sog. Korallensand dar. Es ist dieses ein sandartiges Gemenge von Fragmenten von Muschel- und Schneckenschalen, Korallen u. s. w., von röthlich- bis graugelber Farbe, im Korn von fast Bohnengrösse bis zu beinahe staubfeinen Partikelchen wechselnd. Dieser Korallensand findet sich in weiter Verbreitung dem Abfall der unteren Terrassenfläche vorgelagert, zu-

[1]) Siehe Anhang.

weilen wenige Meter hohe Dünenreihen bildend. Da wo lehmige oder sandige Gesteine im Bereiche der Brandungswelle vorkommen und der Abrasion unterliegen, ist der Korallensand des Flachstrandes mehr oder weniger quarzhaltig oder bei dem Fehlen eines nahen lebenden Riffes durch reinen Mineralsand ersetzt. Ein solcher vom Ufer der Mbuenibai, südlich der Stadt Sansibar, enthält neben Quarz Glimmerschüppchen. Magneteisenkörnchen (stellenweise sehr viel) und farblose Feldspäthe, welche Mineralien auch alle in dem dort den Sockel der unteren Terrasse bildenden grauen Lehme der Mikindanischichten, dessen Zerstörung jener Sand sein Dasein verdankt, zu finden sind.

Erwähnt seien ferner auch fein- bis grobkörnige Kalksandsteine, welche bei Dar-es-salaam sowohl, wie bei Sansibar in seewärts leicht geneigten Bänken am Strande auftreten und grösstentheils auch wohl recente Bildungen darstellen dürften.

Neben diesen marinen Ablagerungen jüngsten Alters spielen auch die Alluvionen der Flüsse eine nicht unbedeutende Rolle. Das Vorücken des Meeresspiegels hat nicht nur ein Eindringen des Meeres in die Flussmündungen zur Folge gehabt, sondern gleichzeitig auch ein Aufstauen des Flusses weit aufwärts und damit eine Verminderung des Gefälles und eine erhebliche Sedimentablagerung. Wir sehen daher in den, in die plateauartigen Terrassenflächen eingeschnittenen Thälern meist verschwindend kleine Flüsschen die breite, aus einem dunkelgrauen, zur Regenzeit morastigen, zur Trockenzeit aber durch zahlreiche Spalten in einzelne Schollen zerlegten, sandig-erdigen Boden bestehende Thalsohle durchfurchen.

Im Rufiji-Delta sammelte ich von dem steilen Ufer des Flusses bei Usimbe:

a. einen leichten, papierdünn geschichteten, feinen, sandig-erdigen, braunen, gefestigten Boden;
b. einen dunkelbraunen, glimmerhaltigen, sandig-erdigen Boden;
c. einen sehr glimmerreichen, etwas grobkörnigen und weniger festen, sandig-erdigen Boden.

Alle drei wechseln in scharf hervortretender Schichtung mit einander ab.

Bornhardt[1]) vertritt nach seinen Beobachtungen im südlichen Theile des Rufiji-Deltas die Ansicht, dass das Delta während eines höheren Meeresstandes, d. h. in der Zeit der Entstehung der niederen Strandterrassen, gebildet sei. Nach dem, was ich im nördlichen, jetzt vornehmlich der Entwässerung die-

[1]) a. a. O. S. 394 ff.

nenden Gebiete des Deltas gesehen habe, möchte ich mich dieser Ansicht anschliessen, und zwar aus folgenden Gründen: Die Oberfläche der Delta-Ablagerungen ist weit höher, als die Sohle der benachbarten kleinen, in die untere Strandterrasse eingeschnittenen Thäler; während die seitlichen Ränder der letzteren scharf geschnitten sind, ist die seitliche Grenze der Terrasse gegen das Delta zwar deutlich erkennbar, jedoch durch einen ganz sanften und geringen Abstieg gebildet. Im Bereiche von Ebbe und Fluth sind die grösseren, zwischen den breiten Armen des Flusses vorhandenen Delta-Inseln nur an ihren oft recht steilen Ufern von Mangrowen umsäumt, im Innern aber trocken und gleichwie die untere Strandterrasse von Kulturen oder Buschsteppen-Vegetation bedeckt. Dass dabei durch die gegenwärtig herrschende positive Strandverschiebung, nicht, wie es die untere Strandterrasse zeigt, ein Abbruch an der Front des Deltas zu beobachten ist, erklärt sich wohl aus der ausgleichenden Wirkung der unaufhaltsamen Sedimentzufuhr des Flusses. Weiter einwärts im Delta sind, namentlich an den Curven des Flusses, Steilufer von 2—3 m Höhe überall zu beobachten.

Nachschrift.

Erst nachdem ich das Manuscript der vorstehenden Abhandlung bereits aus den Händen gegeben hatte, erschien die Bearbeitung[1]) einer Serie von Bodenproben, die einer bis 162 m Tiefe getriebenen Tiefbohrung hinter der Boma von Dar-es-salaam entstammen und neuerdings an die königl. preuss. geol. Landesanstalt gelangten, wo es mir durch den Bearbeiter der Sammlung, Herrn Dr. W. Wolff, gütigst gestattet wurde, dieselbe einzusehen. Die Proben geben bis zu einer Tiefe von ca. 15 m ein Profil wieder, wie wir es am Ras Makabe und in dem Brunnen des Schultz'schen Grundstückes kennen gelernt haben. Der mehr oder weniger gefestigte, kalkfreie, thonige Sand ist dann weiterhin bis annähernd 60 m Tiefe wieder zu finden, zeigt jedoch eine mehrfache Einschaltung von fossilführenden marinen, bezüglich brackischen und Sumpfbildungen nicht unbedeutender Mächtigkeit. Gleich die oberste der marinen Schichtengruppen, zwischen 18 und 28 m Tiefe, zeigt einen Riffkalk, der in seiner Beschaffenheit sehr gut mit dem unteren Kalke unserer Profile am Meeresufer übereinstimmt, worin ich eine gewisse Bestätigung unserer Ansicht der Gleichaltrigkeit der Kalke und Lehme der unteren Stufe dieser Profile sehen möchte. Sicher bestimmbare

[1]) W. Wolff, Fauna aus einer Tiefbohrung in jungen Küstenbildungen zu Dar-es-Salâm. Jahrb. k. preuss. geol. L.-A. f. 1900.

Fossilien waren in diesem Kalke nicht zu finden. Dass er erst in einem ca. 15 m tieferem Niveau auftritt, als der untere Kalk am Meeresufer, fällt, zumal es sich um Riffkalke handelt, wohl kaum gegen unsere Ansicht in's Gewicht.

Anhang.

Diagnosen.

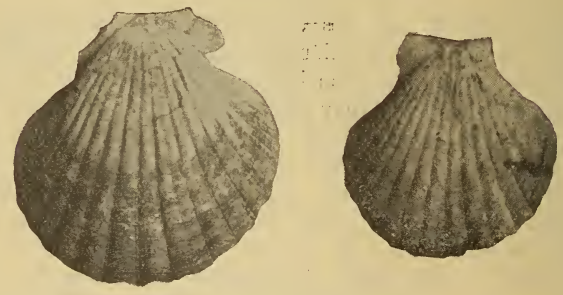
Von Herrn Emil Philippi.

Pecten Werthii n. sp.

Fig. 1, 2.

Pecten Werthii gehört zu der gleichklappigen, byssustragenden Gruppe der Pectiniden, für welche jetzt ziemlich allgemein die Bezeichnung „*Aequipecten* Fischer“ angenommen worden ist. Von den meisten Formen dieser Gruppe unterscheidet sich jedoch unsere Art durch das fast vollständige Fehlen der radialen Secundärsculptur, welche für die Mehrzahl der jüngeren *Aequipecten*-Typen sehr charakteristisch ist.

Fig. 1. Fig. 2.



Pecten Werthii Phil. $^1/_1$.

Pecten Werthii erinnert im Umriss lebhaft an den bekannten *P. scabrellus* der europäischen Meere, ist aber flacher als dieser. Beide Schalen zieren 14 — 16 flache Rippen, welche nur einen schmalen Zwischenraum zwischen einander freilassen; häufig wird dieser intercostale Raum von einer schmalen, linearen Zwischenrippe eingenommen. Die äusseren Rippen, sowohl auf der Vorder- wie auf der Hinterseite, werden durch schmale Furchen zu Rippenbündeln zerlegt, es deutet sich also hier eine Secundärberippung an, die auf den mittleren Theilen, von den Intercostalrippen abgesehen, völlig fehlt. Die äussersten Theile, in der Nachbarschaft der Ohren, entbehren jeder Radialberippung. Sehr dicht ste-

hende, kräftige Anwachsstreifen rufen auf der ganzen Schale eine deutliche Longitudinalsculptur hervor. Das Byssusohr entspricht in seiner Form dem von *P. scabrellus*, der Byssusausschnitt ist mässig vertieft.

Von fossilen Formen steht *Pecten miocenicus* Mich. aus dem piemontesischen Unter-Oligocän der unserigen am nächsten. Jedoch sind die Rippen bei jener bedeutend höher, die Intercostalräume breiter. Von den lebenden Pectiniden des Indischen Oceans erinnert in seiner Form und im Sculpturtypus *Pecten tranquebaricus* Gm. an die ostafrikanische Art, unterscheidet sich aber von jener ebenfalls durch höhere und weiter stehende Rippen.

Dunga, in mehreren, ziemlich vollständigen Exemplaren.

Bei Uleso fanden sich Bruchstücke eines secundär berippten *Aequipecten* und einer *Chlamys*, die sich nicht näher bestimmen liessen.

Ostrea hyotiformis n. sp.

Fig. 3.

Bei Dunga und Uleso fand sich in Menge eine Auster,

Fig. 3. *Ostrea hyotiformis* Phil. $^1/_1$.

welche der verbreiteten *Ostrea hyotis* des Indischen Oceans nahe steht. Sie unterscheidet sich jedoch von ihr durch ihre Dickschaligkeit, die bereits bei ziemlich kleinen Exemplaren sehr bedeutend ist, und durch ihre, wie es scheint, schwächere Berippung. Jedenfalls hat man es mit einer nahen Verwandten von *Ostrea hyotis* zu thun.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: 53

Autor(en)/Author(s): Werth Emil

Artikel/Article: 4. Zur Kenntniss der jüngeren Ablagerungen im tropischen Ost -Afrika. 287-306