

Ausbildung dieser Kauflächen beim Embryo gegeben hat. Diese bereits beim Embryo erfolgende Bildung der glatten Flächen kann aber, da eine Kauthätigkeit oder eine Druckwirkung überhaupt im intrauterinen Leben ausgeschlossen sind, nach Kükenthal nur durch Vererbung erklärt werden. [111]

Stockholm, den 22. Oktober 1901.

## Die Arbeiten von Agassiz über die Korallriffe der Fidschiinseln.

Von R. von Lendenfeld.

Die geologischen Bauverhältnisse und die Korallriffe der Fidschiinseln, sowie die pelagische Fauna der umliegenden Meeresteile sind neuerlich von Agassiz untersucht worden. Er selbst<sup>1)</sup>, sowie Andrews<sup>2)</sup>, welcher in seinem Auftrage die Geologie jener Inseln studierte, haben nun die Ergebnisse dieser Arbeiten veröffentlicht. Im folgenden will ich die wichtigsten derselben wiedergeben, vorher aber einige, das Verständnis erleichternde Bemerkungen über die geomorphologischen und geotektonischen Verhältnisse der Gegend machen, in welcher die Fidschiinseln liegen.

Eine der wichtigsten, geotektonischen Linien der gegenwärtigen Erdoberfläche ist jener „vulkanische Spalt“, welcher von der Nordostspitze Neuseelands über die Kermadekinseln nach NON bis zum Nordende der Tongainseln zieht. Oestlich von dem Nordendteile dieses Spaltes und ganz nahe an demselben liegt ein submariner, der Spalte paralleler Rücken, dessen höchste Punkte über die Meeresoberfläche emporragen. Das sind die Tongainseln. Nach Osten fällt dieser Rücken steil zu jener großen und ungemein tiefen Furehe ab, welche sich, dem Spalt gleichfalls parallel laufend, von 32° bis 5° südl. Br. erstreckt und dessen tiefste Punkte 9180 und 9430 m unter dem Meeresniveau liegen. Im Westen von dem Spaltnordende und etwas weiter von demselben entfernt, erhebt sich aus dem hier gegen 3000 m tiefen Meere zwischen 15° 30' und 19° 30' südl. Br. und 177° östl. Länge und 178° westl. Länge eine Gruppe von Inseln. Das sind die Fidschiinseln. Die meisten von den, diesen Archipel zusammensetzenden größeren und kleineren Eilanden liegen in einem nach Nord konvexen und nach Süd offenen, hufeisenförmigen Bogen. Der Bogen selbst ist

1) A. Agassiz, The Islands and Coral Reefs of Fiji. In: Bull. Mus. comp. Zool. Harvard, v. 33, 167 pp., 112 Taf., 1899.

2) E. C. Andrews, Notes on the Limestones and general Geology of the Fiji Islands with special reference to the Lau Group. Based upon surveys made for Alexander Agassiz. With a preface by T. W. E. David. In: Bull. Mus. comp. Zool. Harvard, v. 38, 50 pp., 39 Taf., 1900.

mit Inseln dicht besetzt und es werden auch einige isolierte Inseln in seinem Inneren angetroffen. Besonders bemerkenswert ist es, dass diese Inseln nicht die höchsten Erhebungen einer breiten, kontinuierlichen Untiefe darstellen, was daraus hervorgeht, dass in der Mitte der Gruppe, im Inneren des Bogens, dem die meisten von den Inseln angehören, das Meer 2370 bis 2730 m tief ist und auch auf dem Bogen selbst stellenweise sehr beträchtliche Tiefen angetroffen werden. So beträgt die geringste Tiefe des Nanukukanales zwischen Naitamba und Ngamia im Nordosten 993 m, während der Kanal zwischen Ngau und Mambulitha 1372 m tief ist.

Dem westlichen Teile des Inselbogens gehört die größte Insel der Gruppe, Viti Levu, dem nördlichen die etwas kleinere Insel Vanua Levu an. Die Inseln des östlichen Bogenteiles, welche die Lau-Gruppe bilden, sind sämtlich klein. Auch die isolierten Inseln im inneren des Bogens erreichen keine bedeutenderen Dimensionen. Das Gesamtareal der Inseln beträgt 20873 Quadratkilometer. Viti Levu ist 11600, Vanua Levu 6400 Quadratkilometer groß.

Geologisch sind die Fidschiinseln besonders deshalb interessant, weil sie zu den wenigen Eilanden des tropischen Pacifik gehören, die nicht ausschließlich aus jungvulkanischem Gestein oder recenten Korallenbauten bestehen. Wiewohl diese Tatsache schon seit längerer Zeit bekannt war, so haben doch erst die hier zu besprechenden Untersuchungen von Agassiz und Andrews genauere Aufschlüsse über die Lagerungsverhältnisse der in den Fidschiinseln anstehenden Gesteine gebracht. David unterscheidet, auf Grund namentlich der Untersuchungen von Andrews, sieben Gesteinsstufen verschiedenen Alters in den Fidschiinseln.

Das älteste dort vorkommende Gestein, welches im Singatokathale auf Viti Levu angetroffen wird, ist ein harter, blaugrauer, geschichteter Kalkstein ohne makroskopisch sichtbare Fossilien. Die aus diesem Gestein bestehenden Schichten sind steil aufgerichtet. Es wurden an ihnen Verflächungswinkel von  $50^\circ$  gemessen. Es ist möglich, dass dieser Kalkstein demselben Horizont angehört wie die Globigerinakalke der Salomoninseln und Neu-Kaledoniens.

Später als dieser alte Kalkstein wurden jene vulkanischen, spherulitischen Rhyolite mit diabasischen Dolerite gebildet, von denen die Rollsteine im Fidschier Seifenstein stammen.

Die dritte Stufe wird durch drei verschiedenartige Gesteine repräsentiert, welche wohl als verschiedene, demselben Horizonte angehörige Facies aufgefasst werden können. Da haben wir zunächst die geschichteten Kalksteine des Singatokathales. Diese haben eine Neigung von  $15^\circ$  und sind reich an Foraminiferen, Nulliporen, Muschelschalen, Seeigelstacheln u. dergl. Dieser Kalkstein ist nicht korallgener Natur und hat eine Mächtigkeit von etwa 460 m.

Derselbe corallenlose, geschichtete Kalkstein nimmt an dem Aufbau der Inseln Mba Vatu und Vanua Mbalavu Teil und bildet in manchen Eilanden der östlichen Laugruppe das Fundament, auf welchem die jüngeren, korallenhaltigen Kalksteine ruhen.

Eine andere, wohl derselben Stufe angehörige Gesteinsart sind versteinерungsführende, kalkige, vulkanische Konglomerate, welche stellenweise in Seifenstein übergehen. Es ist möglich, dass ein Teil dieser Ablagerungen etwas jünger als der oben erwähnte, geschichtete, nicht coralligene Kalkstein ist.

Die dritte Facies dieser Stufe ist der bekannte Fidschier Seifenstein. Es ist das ein submarin gebildeter, vulkanischer Tuff, welcher vielerorts in foraminiferenhaltigen und auch in coralligenen Kalkstein übergeht und mit echten Korallriffen wechsellagert. Dünne Lagen von Lapilli und von Augit und Plagioklaskrystallen kommen — in Suva — in demselben vor. Die untere Grenze dieser Schichtenreihe ist nicht beobachtet worden. Ihre Minimaldicke beträgt 92 m. Sie haben einen Verflächungswinkel von 10°. In diesen Schichten wurden Tridacnascalen und Carcharodonzähne gefunden, welche zeigen, dass sie tertiären, pliocänen oder jüngeren Alters sind.

Ueber diese, aus drei verschiedenen Facies zusammengesetzte dritte Stufe folgt die vierte Stufe, welche aus korallenhaltigem Kalkstein besteht. Diese Stufe ist bedeutend, jedoch in verschiedenen Teilen der Inselgruppe sehr verschieden hoch gehoben worden. Der höchste bisher aufgefundenen Teil dieses Kalksteines liegt 320 m über dem Meeresspiegel. Der kleinere Teil desselben besteht aus Korallenstöcken, der größere Teil scheint aus dem Korallensande und dem kalkigen Getrümmer hervorgegangen zu sein, welches die bewegte See von den Korallriffen loszureißen und in der Umgebung derselben abzulagern pflegt. In Mango, Tuvutha und anderwärts sind die deutlich als solche erkennbaren Korallenstöcke auf die obersten 30—60 m beschränkt. Nach den in Mango beobachteten Aufschlüssen ist die Mächtigkeit dieses Kalksteines, selbst in nahe aneinander gelegenen Orten, recht ungleich. An einzelnen Stellen beträgt dieselbe 244 m. vielerorts ist das Liegende dieses Kalksteines nicht aufgeschlossen, so dass die thatsächliche Maximaldicke der Schicht wohl noch bedeutender sein mag. Die in derselben vorkommenden Korallen gehören denselben Gattungen wie die jetzt im Fidschiarchipel lebenden an und manche von den *Astraea*-, *Maeandrina*- und *Pocillopora*-Arten dieses Korallenkalkes scheinen mit recenten identisch zu sein. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Stöcken sind mit Korallentrümmern, Foraminiferen, Nulliporen etc. ausgefüllt. Auch Muschelschalen und die bekannte rote Erde nehmen Anteil an dem Aufbau dieser Ablagerung. Die Muschelschalen gehören zu den Gattungen *Turbo*, *Cassia*, *Lithophaga*, *Macha*, *Tellina*, *Meretrix*, *Dosinia*, *Chama*, *Pholas* und

Pecten. Dall, welcher sie bestimmte, meint, dass sie tertiär, jünger als eocän, entweder miocän oder pliocän sind. Ob die Korallenstücke dieses Kalksteines sich in situ befinden oder nicht, konnte Agassiz nicht entscheiden.

David unterzieht diesen Fidschiischen Korallenkalk einer Vergleichung mit dem in Funafati erbohrtem und kommt zu dem Schlusse, dass beide einander ähnlich sind, dass sie sich aber in Bezug auf das Verhältnis der fossilen Korallenbänken zu den zwischen denselben liegenden, aus verkitteten kleineren Fragmenten bestehenden Lagen voneinander unterscheiden: im Fidschier Korallenkalk herrschen die letzteren viel mehr vor als im Funati-Bohrkern.

Die fünfte Stufe besteht aus Andesiten und Korallen-Konglomeraten, welche besonders in Mango sehr schön ausgebildet sind. Der Andesit liegt auf dem Korallen-Konglomerat und bildet Lavaströme, welche stellenweise eine Mächtigkeit von 91 m erreichen. Auch einige domförmige Hügel, von denen der größte 213 m hoch ist, bestehen aus diesem Andesit.

Die sechste Stufe wird von Olivin-Basalt dargestellt. Dieser hat ein sehr frisches Aussehen und dementsprechend wohl auch ein geringes Alter. Die Mächtigkeit dieses Basalts ist eine sehr geringe.

Die siebente und jüngste Stufe sind die recenten Riffe.

Die verschiedenen Inseln des Archipels sind insofern sehr verschieden, als die einen aus diesen, die anderen aus jenen von den oben beschriebenen Gesteinen bestehen. Zunächst ist zu bemerken, dass die beiden großen Inseln Viti Levu und Vanua Levu weit älter wie die übrigen sind: der aus steil aufgerichteten Schichten bestehende, alte Kalkstein des Singatokathales ist auf keiner der kleinen Inseln gefunden worden. Die letzteren bestehen entweder nur aus recentem Riffkalk oder sie haben einen älteren, aus vulkanischem Gestein oder aus dem jungen Korallenkalk (Stufe 4), oder aus beiden zusammengesetzten Kern. Die geologische Zusammensetzung kommt in dem landschaftlichen Charakter der Eilande sehr deutlich zum Ausdruck. Die ganz oder vorwiegend aus vulkanischem Material aufgebauten Inseln haben abgerundete Gipfel und sanft gegen die Küste abfallende Abhänge; die ganz oder vorwiegend aus dem Korallenkalk bestehenden haben flache, nicht selten in der Mitte eingesenkte Scheitel und steile, zur Küste jäh absetzende Abhänge.

Die meisten von den kleineren Inseln, namentlich der östlichen Laugruppe sind rundlich und haben eine ungegliederte Küste. Einige von den vulkanischen Inseln, wie Totoya, stellen ein größeres Stück eines Kreisbogens dar und enthalten im Inneren eine Lagune. Die mittelgroßen Inseln sind unregelmäßig gestaltet und haben wenig gegliederte Küsten. Eine reichere Gliederung weisen die Küsten der

beiden großen Hauptinseln auf; nur die Südküste von Viti Levu ist ungegliedert.

Alle Küsten dieser Inseln werden von lebenden Korallriffen eingefasst und außerdem giebt es noch zahllose andere, größere und kleinere, in der Umgebung der Inseln sich erhebende, isolierte Riffe. Den Küsten entlang ziehen Strandriffe von wechselnder Breite, welche vielerorts, weiter vom Ufer sich entfernend, zu Wallriffen werden. Gar nicht selten kommt, namentlich dort, wo das Wallriff sehr weit von der Küste entfernt ist, hinter demselben noch ein, der Küste dicht sich anschmiegendes Strandriff zur Ausbildung, und es erheben sich aus dem Lagunenkanal größere und kleinere, mehr oder weniger isolierte Riffe.

Den Südküsten der beiden Hauptinseln (Viti Levu, Vanua Levu), sowie den Westküsten der östlichen Inseln (Laugruppe) sind keine weiter abstehenden Wallriffe vorgelagert, dagegen finden sich solche vor den Nordküsten der ersteren und den Ostküsten der letzteren. Am weitesten entfernt sich das große Sceriff im Nordwesten von Vanua Levu, vom Lande. Die Lagunen, welche sich hinter den Wallriffen und innerhalb der Atolle ausbreiten, haben zum Teil recht bedeutende Dimensionen. Die Lagune des Argoriffes in der Laugruppe ist gegen 40, jene, welche vom Nanuku- und Nakusemanu-Riff umschlossen wird, 44 $\frac{1}{2}$  km lang. Kleinere und kleinste Lagunen finden sich in großer Zahl. Auch die Tiefe einiger von den Lagunen ist recht beträchtlich; dieselbe ist in großen Lagunen in der Regel bedeutender wie in kleinen. Die erwähnte, große Nanuku-Nakusemanu-Lagune hat eine Maximaltiefe von 95 m, jene der Buddrifflagune eine solche von 85 m, während bei den anderen, kleineren Lagunen meist Maximaltiefen von 42 (z. B. Aiwa) bis 47 m (z. B. Nairai) angetroffen werden. Atolle, welche eine bedeutendere Unterbrechung ihres Ringwalles aufweisen, haben zuweilen, namentlich gegen diese Unterbrechung hin, bedeutend tiefere Lagunen, die Maximaltiefe der Vanua Mblavu-Lagune ist in der Nähe der Unterbrechung ihres Ringwalles über 183, jene der Lagune in der Umgebung der Mbengha- und Yanutha-Insel an der entsprechenden Stelle 256 m tief.

Ueber die Neigungsverhältnisse der äußeren Riffböschungen sagt Agassiz eigentlich nichts. Er selbst ist nicht in der Lage gewesen, äußere Riffböschungsprofile auszumessen. Immerhin lassen die Tiefencoten der Seekarten den Schluss zu, dass vielerorts die äußere Riffböschung hoch und auch ziemlich steil ist. Das Wallriff an der Südostküste von Vanua Levu fällt an einer Stelle auf 3 $\frac{1}{2}$  km Horizontalabstand zu einer Tiefe von 1300 m ab. Außerhalb des Mbenga-Wallriffes wurden  $\frac{1}{4}$  km vom äußeren Riffende Tiefen von 273—365 m und darüber gelothet. Hier giebt es also einen über 45° steilen und über 250 m hohen, submarinen Abhang. Nördlich von Matuku wurde 5 $\frac{1}{2}$  km

vom Riffrande eine Tiefe von 1920 m gefunden. Der Nordostabfall des Aiwariffes senkt sich in  $\frac{1}{2}$  km Horizontaldistanz 345 m tief hinab. Ueber die Kimborriffe sagt Agassiz, dass sie sich direkt aus tiefem Wasser erheben, und an mehreren Stellen seines Buches spricht er von der tiefblauen Farbe des Wassers dicht außerhalb des Riffes, eine Färbung, die stets ein Anzeichen bedeutender Tiefe ist. Wenn wir diese Angaben mit den oben mitgeteilten Messungen und den übrigen aus den Seekarten zu entnehmenden Reliefverhältnissen zusammenhalten, so kommen wir zu dem Schlusse, dass der Neigungswinkel der obersten 200—500 m der äußeren Riffböschungen in der Fidschigruppe zumeist etwa  $35$ — $55^\circ$  beträgt.

Agassiz betont, dass bei den Korallriffen im allgemeinen und besonders auch bei den Riffen des Fidschi-Archipels die Riffkrone nicht in dem Maße wie Dana, ich und andere annehmen, einen wirklichen Damm bildet und nur in verhältnismäßig geringem Grade die Wasserbewegung hemmt. Vielerorts wird sie von größeren und kleineren Breschen durchbrochen, die selbst bei tiefster Ebbe mehrere Meter Wasser haben. Bei mittlerem Wasserstande ist der größte Teil der ganzen Riffkrone völlig überflutet und zur Flutzeit wird sie von nahezu 4 m Wasser bedeckt. Die großen Dünungswellen überschlagen die Riffkronen immer außer zur Zeit der tiefsten Ebbe. So kommt es, dass Wind und Strömungen große Wassermassen in die Lagunen hineinwerfen und dass das Wasser in den letzteren durchaus nicht so ruhig ist, wie die genannten Autoren annehmen. Das über die Kronen und durch die Breschen der Wallriffe hereinstürzende Wasser ist es, welches diejenige pelagische Korallennahrung in den Lagunenkanal hereinbringt, die es den Korallen ermöglicht, sich auch hinter dem Wallriff zu erhalten und hier Strandriffe zu bilden.

Die Breschen in den Strandriffen und den küstennahen Wallriffen pflegen sehr genau den Ausmündungen jener Schluchten am Ufer gegenüber zu liegen, durch welche die Wildwässer zur Regenzeit Schlamm und Sand ins Meer hinausführen.

---

Den Angaben von Agassiz über die Riffauna ist folgendes zu entnehmen.

Die riffbauenden Korallen gedeihen an den inneren Riffböschungen in Tiefen zwischen  $5\frac{1}{2}$  und  $14\frac{1}{2}$  m. An den äußeren Riffböschungen reichen sie bis zu 30 oder  $36\frac{1}{2}$  m herab. Auf beiden Seiten des Riffes dehnt sich sandbestreuter Grund zwischen den Korallenstöcken aus. Nach unten, gegen die untere Grenze der Zone des Riffkorallenwachstums, stehen die einzelnen Korallenstöcke weit voneinander entfernt; nach oben hin drängen sie sich dichter zusammen. Gegen die obere Grenze des von ihnen eingenommenen Gürtels werden sie kleiner.

An der äußeren Riffböschung am Eingange in das Mbenghariff sah Agassiz in einer Tiefe von 11 m große Stöcke von *Madrepora*, *Fungia* und *Pocillopora*, kleine *Porites*, *Astraea*, *Maeandrina* und *Gorgonia*. Die mit 3—4 m Wasser bedeckte Riffkrone des nördlichen Astrolabe Riffes war mit Gruppen von üppig wachsenden *Madrepora*, *Pocillopora*, *Astrae*, *Maeandrina* und wenigen *Gorgonien* bedeckt. Auf weniger hoch mit Wasser bedeckten Riffkronen herrschen tote Korallenfragmente vor, welche hier von üppig gedeihenden Korallinen und Nulliporen überwuchert und miteinander verbunden werden. Auf dem Suva, an der Südküste von Viti Levu, vorgelagertem Riff wurde eine an Arten zwar ziemlich arme, an Individuen aber sehr reiche Fauna angetroffen. Gegen den inneren Rifftrand zu finden sich zahllose, große, schwarze *Ophiotrix*. Dieselben verbergen ihren Körper in Vertiefungen des Gesteins und breiten ihre Arme über die freien Oberflächen aus. Gegen den äußeren Rifftrand hin tritt *Echinometra lucuntur* an Stelle dieses *Ophiotrix*. Diese *Echinometren* bohren hier 5 cm tiefe, anderwärts noch tiefere Löcher in das Riff, in denen sie dann sitzen. Die Löcher liegen so dicht beisammen, dass nur dünne Wände zwischen ihnen übrig bleiben und die ganze Riffoberfläche ein wabiges Aussehen erlangt. Noch weiter draußen beginnen lebende *Madreporen* und *Pocilloporen* aufzutreten. Die Riffkrone wird von korallinen und anderen Algen bekleidet. Zwischen denselben werden *Holothurien*, eine blaue *Linckia* und ein grüner *Goniaster* angetroffen. Große Krabben kriechen über die Felsen hin, kleine, glänzend blau gefärbte Fische beleben die Wasserlöcher und ab und zu sieht man *Muraenen* und *Squillen*. Lebhaft gefärbte *Spongien* wachsen an den Unterseiten vorragender Riffteile. Vielerorts ist der Riffkalk von bohrenden *Mollusken* und *Anneliden* durchtunnelt.

Die pelagische Fauna zeigt keine besonderen Eigentümlichkeiten. In allen Lokalitäten, in denen gefischt wurde, scheinen so ziemlich die gleichen Tiere vorzukommen. Junge Fische, Fischeier, *Salpa*, *Doliolum*, *Alciopiden*, *Copepoden*, *Squilla*, Embryonen von *Maeruren* und *Brachyuren*, *Rhegmatodes*, *Halopsis*, *Agalma*, *Tamoya*, viele *Diphyies*, *Ectopleura*, *Oceania*, *Berenice*, *Liriope*, *Polygordius*, *Tomopteris*, *Octopus*, *Molluskenembryonen*, *Hyalea*, *Atlanta*, *Styliola*, *Tiedemannia* wurden in Tiefen zwischen 0 und 320 m mit dem Tannernetz erbeutet. Im ganzen glich diese pelagische Fauna jener der Strasse von Florida, war jedoch weit weniger reich.

Mit dem Oberflächennetze wurden außerdem noch einige *Schirmquallen*, große *Sagitten*, *Collozoon* und *Foraminiferen* gefangen.

Es ist bemerkenswert, dass die meisten, im Fidschiarchipel gesammelten *Schirmquallen* zu denselben Gattungen wie die *Acalephen* an der Ostseite des Isthmus von Panama gehören. Sie scheinen, ebenso wie viele Genera von *Echinodermen*, *Crustaceen* und *Fischen* der

Westindischen Inseln, auch im Pacifik weit verbreitet zu sein. Von den Medusen- und Siphonophoren-Gattungen des Golfes von Mexiko wurden folgende im Fidschiischen Gebiete gefunden: *Linerges*, *Polyclonia*, *Aurelia*, *Halopsis*, *Tiaropsis*, *Gonionemus*, *Liriope*, *Bougainvillia*, *Eutima*, *Oceania*, *Aglaura*, *Eucharis*, *Idya*, *Agalma*, *Physalia* und *Diphyes*.

Auch den Bololowurm konnte Agassiz beobachten. Er schreibt über denselben folgendes: „Wir waren so glücklich, uns zu derselben Zeit in Levuka zu befinden, als der Bololowurm sich dort zeigte. Am 17. November (1897) begaben wir uns um 3 Uhr früh nach einem etw 5 km südlich von Levuka gelegenen Landvorsprung, welcher Bololopoint genannt wird. Kaum hatten wir diesen Ort erreicht, so griff unser Führer ins Wasser und zog einen Bololowurm heraus. In wenigen Minuten war das Meer voll von Würmern, zahlreiche Boote stießen vom Land ab, Männer, Frauen und Kinder wateten in dem, wegen der herrschenden Ebbe seichten Wasser auf der Riffkrone: mit Netzen und allerlei sonstigen Utensilien ausgerüstet, oblagen sie dem Bololofange. Als der Morgen angebrochen war und das Licht zunahm, bemerkten wir auch eine bedeutende Zunahme des Bololo. Die Würmer waren so massenhaft, dass zu einer Zeit das Wasser in der Umgebung unseres Bootes ganz voll von ihnen war und wie Nudelsuppe aussah. Ein Kübel, mit dem wir schöpften, schien nichts anderes als Bololowürmer zu enthalten. Wir legten eine reiche Bololosammlung an und konservierten die Würmer auf allerlei Art. Wie wir erwartet hatten, fanden wir, dass ihr plötzliches Erscheinen zu der Ablage der Geschlechtsprodukte in Beziehung stand: sie waren gekommen, um hier auf der Riffkrone zu laichen. Es gab Männchen und Weibchen, und alle waren ganz mit reifen Eiern bezw. Spermatozoen gefüllt. Bald nachdem die Würmer gefangen waren, legten sie ihre Geschlechtsprodukte ab, das Wasser in den Behältern wurde milchig trübe und am Boden sammelten sich große Massen von dunklen Eiern an. Sobald sie sich ihrer Geschlechtsprodukte entledigt hatten, kollabierten die Würmer, und nichts blieb von ihnen übrig als eine leere, kaum sichtbare Haut. Das ist der Grund des scheinbaren plötzlichen Verschwindens des Bololo. Die Männchen sind lichtgelblichbraun, die Weibchen dunkelgrün. Ihre Beweglichkeit ist eine ganz außerordentliche, und das Platzen des Tieres, beim Ausstoßen der Geschlechtsprodukte, eine höchst eigentümliche Erscheinung.“

---

Es ist bekannt, dass Darwin, Dana und die meisten Anhänger der Korallrifftheorie des ersteren die Fidschiischen Riffe als Beispiele von Korallenbauten auffassen, welche während einer Periode positiver Strandverschiebung gebildet worden sind. Dementgegen behauptet

Agassiz, dass die recenten Fidschiischen Riffe nicht während einer Periode positiver Strandverschiebung gebildet worden seien und dass die letzte Strandverschiebung, die in jenem Gebiete stattgefunden hat, eine negative war. Wir wollen nun an der Hand der Ergebnisse der neuen Untersuchungen von Agassiz diese beiden, einander widersprechenden Anschauungen kritisch beleuchten.

Die Lage des Fidschiarchipels in der Nähe jener wichtigen, von Neuseeland nach Norden abgehenden Linie geringen Widerstandes, die wiederholt dort ausgebrochenen, zum Teil sehr bedeutenden, vulkanischen Massen, die Ungleichheit der Höhe, bis zu welcher der junge Korallenkalk in verschiedenen Teilen des Archipels erhoben worden ist und endlich die Terrassen und alten Strandlinien, von denen an einer Stelle nicht weniger als fünf übereinanderliegen und welche zeigen, dass die letzte negative Strandverschiebung ruckweise erfolgt ist und von Perioden der Ruhe unterbrochen war, lassen mit ziemlicher Sicherheit schließen, dass die Fidschiinseln im allgemeinen sehr häufigen und bedeutenden Niveauveränderungen und sonstigen tektonischen Störungen ausgesetzt gewesen sein dürften. Ganz sicher ist es, dass seit der Bildung des Korallenkalkes eine oder mehrere negative Strandverschiebungen stattgefunden haben. Agassiz meint, dass zwischen und nach diesen negativen Bewegungen keinerlei positive Bewegung stattgefunden hätte. Dies wird in seinem Buche oft und mit einem gewissen Eifer behauptet, es wird aber keinerlei Thatsache angeführt, welche die Richtigkeit dieser Behauptung zu stützen geeignet wäre. Ich meinerseits sehe durchaus keinen Grund, warum wir nicht annehmen sollen, dass im Fidschiischen Gebiete oscillatorische Bewegungen stattgefunden haben und noch stattfinden, dass dort Perioden positiver Strandverschiebung, deren Spuren bekanntlich oft schwer zu erkennen sind, mit Perioden negativer Strandverschiebung abwechselten und noch abwechseln. Im Gegenteile: manche Eigentümlichkeiten des Bodenreliefes scheinen mir die Annahme jüngst stattgefundenener, positiver Bewegungen höchst wahrscheinlich zu machen.

Es gibt in der Fidschigruppe mehrere, mehr oder weniger hohe und gut erhaltene, alte Vulkane mit breiten, vom Meere erfüllten Kratern. Der am besten erhaltene von diesen ist die Insel Totoya. Dieselbe besteht aus einem drei Vierteile eines Kreises bildenden Kraterwall, der im Südosten durch eine Bresche unterbrochen ist. Im Inneren des Kraters liegt eine durch die erwähnte Bresche mit dem umgebenden, offenen Meere in Verbindung stehende Lagune. Der höchste Punkt des Kraterwalles liegt 365 m über dem Meere. Die Lagune im Inneren des Kraters ist annähernd kreisrund und hat einen Durchmesser von 6 km. Diese Lagune ist bis 64 m tief und hat einen gegen die Bresche zu abdachenden Boden. In der Mitte derselben liegt eine kleine, aus lebenden Korallen bestehende Insel (Kini-Kini). Ein ziemlich schmales Strandriff

umsäumt den Kraterwallrest sowohl auf seiner Innen- wie auf seiner Außenseite. Ferner findet sich ein großes, ausgezeichnet entwickeltes Wallriff, welches fast die ganze Insel einfasst und nur im Norden auf eine größere Strecke unterbrochen ist. Dieses Wallriff ist  $1\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$  km von dem Außenrande des Kraters entfernt. Zwischen Krater und Wallriff liegt eine durchschnittlich 37 m tiefe Lagune. Stellenweise sind Tiefen von 47 und 49 m in derselben gelotet worden. Aus dieser Lagune erheben sich einige wenige kleine Riffe.

Agassiz meint nun, dass diese Insel mit ihren Riffen in folgender Weise entstanden wäre: An der Stelle, wo jetzt Totoya liegt, entstand infolge von Ausbrüchen ein Vulkankegel von beträchtlicher Höhe. Derselbe stellte eine Insel dar, deren Strandlinie durch das heutige Wallriff bezeichnet wird. Infolge von Abrasion wurde, bei gleich bleibendem Meeresniveau, die Insel so weit abgetragen, dass nur der jetzige Rest übrig blieb. Dann siedelten sich Korallen auf den abradierten, submarinen Flächen an und bildeten die jetzigen Riffe.

Dagegen ist einzuwenden, dass die Meeresbrandung nur an den exponierten Küstenstrecken angreifen und hier abradierend wirken kann: die Lagune im Inneren der Insel konnte jedenfalls nicht vom Meere ausgewaschen werden, diese kann nur — sie ist ja 6 km breit — durch die lange anhaltende Thätigkeit der Atmosphärrillen nach vorhergegangener Barrankenbildung, in der Luft also, gebildet worden sein. Sowie einmal das Meer in sie eingedrungen war, musste sie — unverändertes Meeresniveau vorausgesetzt — durch die Anhäufung der von den Innenabhängen des Kraterwalles herabkommenden Sand-, Schlamm- und Schuttmassen immer mehr ausgefüllt, statt weiter vertieft werden; nie könnte sie 64 m tief werden. Hierzu kommt noch die Anwesenheit eines Strand- und Wallriffes. Die Beschaffenheit des Korallenkalkes zeigt uns, dass schon im Jungtertiär Korallenriffe im Fidschigebiete wuchsen. Es giebt keinerlei Grund, anzunehmen, dass das Korallenwachstum dort seit jener Zeit jemals ganz unterbrochen war, nur ab und zu werden die vulkanischen Ausbrüche die Korallen an einzelnen Stellen getötet haben. Auch die Thatsache, dass in jenem tertiären Korallenkalk dieselben Genera, ja teilweise sogar dieselben Arten vorkommen wie in den jetzt lebenden Fidschiischen Riffen spricht für die Kontinuität des Korallenwachstums in dieser Gegend seit jener Zeit. Aus all dem lässt sich wohl mit ziemlicher Sicherheit der Schluss ziehen, dass es Riffkorallen im Fidschigebiete während der Zeit gab, während welcher, nach der Auffassung von Agassiz, die Abrasion des Totoyavulkans stattgefunden hat. Wenn es aber diese ganze Zeit über dort Korallen gegeben hat, so müssen sie auch diese ganze Zeit über nahe dem Strande der Insel gewachsen sein und den Strand selbst im ausgedehntesten Maße vor Abrasion

geschützt haben. Da müsste denn die Abrasionswirkung gar sehr hinter der Wirkung der Atmosphärlilien zurückgetreten sein und sicherlich wären jene bedeutenden Höhen des Kraterwalles viel früher von diesen entfernt worden als das Meer von der Seite her die Insel irgendwie erheblich hätte abtragen können — von der Auswasehung der Lagune gar nicht zu reden. Endlich scheint es schwer begreiflich, warum auf dem — nach Agassiz — durch Abrasion in der Umgebung der Insel entstandenen submarinem Plateau außen ein Wallriff und innen ein Strandriff aufgebaut wurde, während die dazwischen liegenden Teile, welche gegenwärtig von dem Lagunenkanal eingenommen werden, gar nicht oder doch viel weniger wie die äußeren und inneren Randteile von Korallriffmassen überlagert wurden.

Mir scheint, dass die Agassiz'sche Annahme mit den Thatsachen vielfach im Widerspruche steht, dass durch bloße Abrasion (und Atmosphärlilienwirkung) die Erscheinungen, die uns in der Gestaltung von Totoya entgegenreten, nicht erklärt werden können.

Suchen wir also nach einer anderen Erklärung. Es ist oben darauf hingewiesen worden, dass der breite Totoyakrater, dessen gegenwärtiger Rand einen Durchmesser von über 7 km hat, subaerisch von den Atmosphärlilien aus einem einst viel höheren Vulkankegel mit viel engerem Krater herausmodelliert worden ist. Der Boden der inneren Lagune zeigt, wie gesagt, eine deutliche Abdachung gegen die Unterbrechung des Kraterwalles, die einstige Barranke hin, was wohl als Beweis für die Richtigkeit der Annahme einer subaerischen Bildung der inneren Kratermulde angesehen werden kann. Ist aber diese Mulde subaerisch gebildet worden und steht jetzt das Meer 64 m hoch in derselben, so muss seit der Muldenbildung eine positive Strandverschiebung um mindestens 64 m stattgefunden haben. Die Annahme einer solchen erklärt uns aber nicht nur die Gestalt des alten Kraterrestes, sondern auch die Bauverhältnisse des Riffes, welches sich an denselben lehnt.

Unter Annahme einer positiven Strandverschiebung würde die Genesis von Totoya etwa folgende gewesen sein. Lange fortgesetzte Ausbrüche bauten im Meere eine hohe vulkanische Insel von Kegelgestalt mit engem Krater auf. Während der vulkanischen Ausbrüche wurden Staub-, Lapilli- und Lavamassen in der Umgebung der Insel im Meere abgelagert und diese töteten die dort sich ansetzenden Korallen immer wieder. Als dann die Ausbrüche aufhörten, konnten die Korallen sich ungestört entwickeln: alsbald bildeten sie ein Riff, welches die Insel umsäumte. Die Atmosphärlilien nagten die äußeren Abhänge ab und durch die Austiefung einer südöstlich gelegenen Schlucht entstand eine Barranke. Nun wurde der Kraterwall ebenso von innen wie von außen angegriffen. Das Meer stieg und drang durch die Barranke in den von den Atmosphärlilien erweiterten Krater ein. Das

Riff, welches sich um die Insel gelegt hatte und anfangs natürlich ein Strandriff war, wuchs ebenso rasch in die Höhe als der Meeresspiegel anstieg und breitete sich auch seitlich nach aussen etwas aus. Hinter diesem Riff sank der Meeresboden herab und hier konnten, wegen der weniger günstigen Ernährungsbedingungen, die Korallen in ihrem Wachstum mit dem Steigen des Meeres nicht gleichen Schritt halten: trotz des Korallenwachstums und trotz der Ablagerung des von der Insel durch die Atmosphärrilien und die Brandung abgeschwemmten Materials in dieser Zone sank sie immer tiefer unter den Spiegel des Meeres hinab, wodurch der Grund für die Riffkorallen zu tief und eine breite Lagune gebildet wurde, die das Riff vom Inselstrande trennte. Dicht am Strande konnten sich die Korallen trotz der Senkung halten: nach Innen, gegen die Mitte der rückenden Insel vorrückend, fanden sie immer einen, im richtigen Niveau liegenden Fußpunkt. Hier von demjenigen pelagischen Materiale sich ernährend, welches das über die Riffkrone und durch die Riffbreschen eindringende Wasser mitbrachte, bildeten sie jenes Strandriff, das sich heute noch dicht an die Uferlinie des alten Kraterwalles schmiegt.

Jeder, der diese beiden Theorien miteinander vergleicht, wird, glaube ich wohl, zugeben, dass die letztere mit den beobachteten That-sachen viel besser im Einklange steht wie die erstere.

Ausgehend von seinen Beobachtungen an Totoya hält Agassiz es für sehr leicht möglich, dass manche Atolle mit tiefen Lagunen und auch manche von denen, die sich isoliert aus größeren Meerestiefen erheben, in der Weise, wie es einige ältere Autoren angegeben hatten, auf Kraterrändern fußen. Er meint, dass es viele, zum Teil sehr weite Krater gäbe, die nur mit ihrem Rande aus dem Wasser hervorschauen, dass solche dann ganz abradirt würden und eine ringförmige Untiefe bildeten, auf welcher das Riff sich dann ansetzt. Nach meiner Meinung müsste die bewegte See nicht nur die Abrasion des Randes, sondern auch die Ausfüllung des (submarinen) Kraterbeckens herbeiführen und könnte ein größeres Kraterbecken überhaupt nur subaerisch durch Ausspülung des Kraters und Entfernung des Materials durch eine Barranke zu stande kommen. Ohne positive Strandverschiebung könnte es nicht zur Bildung weiter, unterseeischer Kraterbecken kommen, und wenn mit ihrer Hilfe ein solches Becken gebildet worden wäre und sie dann aufhörte, so würde das Becken durch die Wirkung der Abrasion bald wieder ausgefüllt werden.

Es ist oben erwähnt worden, dass der Korallenkalk, welcher die vierte Stufe der in den Fidschiinseln beobachteten Gesteinslagen angehört, stellenweise eine Mächtigkeit von bedeutend über 200 m erlangt. Dieser Kalk, von dem Agassiz glaubt, dass er während der zweiten Hälfte der Tertiärperiode gebildet wurde, ist Riffkalk.

Agassiz selbst sieht ihn als ein erhobenes Riff an und hält es für höchst wahrscheinlich, dass derselbe während einer Periode positiver Strandverschiebung gebildet worden sei. Ihre bedeutende Mächtigkeit lässt es in der That als höchst unwahrscheinlich erscheinen, dass diese bedeutende Kalkmasse nur einem lateralen Wachstum eines auf seinem eigenen Gerölle fußenden und auf diesem immer weiter ins Meer hinaus wachsenden Riff ihre Entstehung verdankt, wie Andrews anzunehmen geneigt scheint. Das Hangende sowohl als das Liegende dieses Korallenkalkes besteht vielerorts aus vulkanischem Gestein, stellenweise das erstere auch aus recenten Riffkalk. Jedenfalls haben vor und nach der Bildung dieses Korallenkalkes vulkanische Ausbrüche im Fidschiischen Gebiete stattgefunden. Gewisse Einlagerungen weisen darauf hin, dass auch während seiner Bildung solche vorkamen.

Auch das recente Riff fußt auf vulkanischem Gestein (wo es nicht direkt dem Korallenkalk aufruht) und auch während seiner Bildung scheinen vulkanische Ausbrüche vorgekommen zu sein. Lithologisch gibt es zwischen dem recenten Riff und jenem alten Korallenkalk keine anderen Unterschiede als eben die, welche auf dem größeren Alter des letzteren beruhen. Wenn nun dieser Korallenkalk „höchst wahrscheinlich“ (Agassiz) während einer Periode positiver Strandverschiebung entstanden ist, warum sollte denn dann der recente Riffkalk nicht auch während einer solchen Periode gebildet worden sein. Stellenweise hat Agassiz gesehen, dass das recente Riff dünn ist. Daraus nun schließt er, dass es nirgends eine bedeutendere Mächtigkeit habe — doch sicher kein zulässiger Schluss.

Eingangs ist gesagt worden, dass die oberen Teile der äußeren Riffböschungen recht steil sind. Agassiz unterlässt es, den Versuch zu machen, diese Steilheit der äußeren Riffböschung auf Grund seiner eigenen Rifftheorie zu erklären. Es ist wohl sicher, dass sie nicht auf einen terrassenförmigen Bau des die Unterlage der Riffe bildenden Meeresbodens beruht, weil solche Terrassen — außer eben durch Riffe — submarin nicht gebildet werden können und weil sie, wenn sie subaerisch gebildet worden sind und dann, infolge einer positiven Strandverschiebung, unter das Meer gelangen, während der Senkung durch die abradierende Wirkung der Brandung zerstört werden müssen.

Es ist bekannt, dass das stetige Vorkommen von Lagunen in den Atolls, und von Lagunenkanälen hinter den Wallriffen, eine der Hauptstützen der Darwin'schen Korallrifftheorie bildet. Lagunen und Lagunenkanäle sind in den Fidschiischen Riffen ausgezeichnet entwickelt. Bei Annahme einer positiven Strandverschiebung während der Bildung der Riffe ist ihre Entstehungsweise natürlich leicht genug erklärt. Anders verhält es sich aber, wenn man von einer positiven

Strandverschiebung absieht. Agassiz sucht ihre Entstehung auf die ausspülende Wirkung des bewegten Meeres zurückzuführen. Er meint, dass die großen Dünungswellen über die Riffkrone hinweg und in die Lagune, bezw. den Lagunenkanal hineinstürzen, dass dabei hinter dem Riff eine etwas nach abwärts gerichtete Strömung zu stande kommt und dass diese, Grundteile mit sich reissend, den hinter dem Riff gelegenen Boden der Lagune austieft.

Dagegen ist zunächst einzuwenden, dass, wenn dies so wäre, in allen Meeren und in allen Breiten, nicht bloß in den von Korallen besiedelten Gebieten, atollähnliche Bildungen zu stande kommen müssten, dass Sandbänke und andere Untiefen auch in der Mitte ausgetieft werden müssten und dass wallriffähnliche Erhöhungen mit dahinter liegenden, lagunenkanalähnlichen Vertiefungen überall dort ausgebildet werden müssten, wo der, von einer Küste herabziehende, submarine Abhang eine nur geringe Neigung hat. Thatsächlich werden aber solche Bildungen nur dort beobachtet, wo lebende, festsitzende Organismen, seien sie nun Korallen, Röhrenwürmer, Kalkalgen oder sonst welche, die solche Vertiefungen ab- oder einschließenden Dämme bilden: nicht mit der überall gleich wirkenden, bewegten Sec, sondern mit den riffbauenden Organismen stehen diese Bildungen in kausalem Zusammenhang. Aber auch nicht jedes von solchen Organismen erbaute Riff schließt eine derartige Vertiefung ein: also ist zu ihrer Bildung nicht allein das Vorhandensein riffbauender Organismen, sondern auch die Mitwirkung noch eines anderen Agens erforderlich, und dieses Agens kann doch wohl nur die positive Strandverschiebung sein. Ferner ist zu bemerken, dass die Wirkung der die Riffkrone überstürzenden Wassermassen naturgemäß auf die dicht hinter dem Riff gelegene Zone beschränkt sein muss. Hier könnten die Wässer allenfalls eine Vertiefung auswaschen, das Material aber, welches von hier entfernt würde, müsste gleich dahinter in Form eines abgerundeten, breiten Dammes wieder abgelagert werden, wie wir das hinter jeder Flusswehre sehen können. Thatsächlich finden sich die tiefsten Stellen der Lagunen aber gar nicht dicht hinter dem Riffdamm, sondern gegen die Mitte oder, wenn eine tiefere Bresche im Riffwall vorhanden ist, gegen diese zu. Endlich muss es als ganz unstatthaft bezeichnet werden, die Austiefung von großen, viele Kilometer breiten Lagunen einer solchen, in ihrer Wirkung bestenfalls räumlich ganz beschränkten, Wasserwirkung zuzuschreiben.

Die meisten von den aus altem Korallenkalk bestehenden Inseln sind, wie oben erwähnt, breit blockförmig und haben steile Seitenabstürze und flache Scheitel. Bei manchen von ihnen, wie Naiau, Tuvutha, Kambara, Wangava und anderen bemerkt man, dass die Scheitelfläche in der Mitte mehr oder weniger stark eingesenkt ist.

Frühere Autoren und jetzt auch David, haben die Ansicht aus-

gesprochen, dass diese Inseln nichts anderes als alte, infolge einer negativen Strandverschiebung trocken gelegte Atolle und die centralen Scheiteldepressionen die Böden ihrer Atolllagunen seien. Dem entgegen ist Agassiz der Meinung, dass diese Senkungen erst sekundär, nachdem die Inseln schon trocken gelegt waren, entstanden sind und zwar infolge der Einwirkung des atmosphärischen Wassers auf den Kalkstein. Er meint, dass das Regenwasser durch den Humus dringend, Kohlensäure auflöst und dass dann dieses kohlensäurereiche Wasser den Kalkstein, welcher die Unterlage der Humusdecke bildet, auflöst. Besonders gefördert würde diese lösende Wirkung dadurch, dass in dem Kalk allerlei Spalten und Höhlen vorhanden sind, in die das kalklösende, kohlensäurehaltige Wasser einzudringen vermag. Soleher Art soll das atmosphärische Wasser die mittleren Teile der (ursprünglich flachen) Inseln entfernen und jene Vertiefungen erzeugen, welche wir jetzt auf ihrem Scheitel beobachten.

Dass das atmosphärische Wasser den Kalk auflöst und entführt, ist natürlich nicht zu bestreiten, dass aber diese Arbeit in den mittleren Teilen der Inseln intensiver und rascher verrichtet werden soll wie am Rande, glaube ich nicht, und doch müsste es so sein, wenn in der That die centrale Depression dieser Ursache ihre Entstehung verdankte. Mir scheint, dass durch diese Agassiz'sche Hypothese die Entstehung solcher Inseln nicht erklärt werden kann: die Auffassung derselben als gehobene Atolle scheint mir entschieden die plausibelste zu sein. Wenn sie aber alte Atolle darstellen, so sind es Atolle, die wegen ihrer Mächtigkeit, ihrer Isoliertheit und ihrer geringen Horizontalausdehnung doch wohl nur während einer Periode positiver Strandverschiebung haben gebildet werden können.

Agassiz hat sich bemüht, durch die Untersuchung der Fidschiinseln den Nachweis zu erbringen, dass die dortigen Korallriffe nicht während einer Periode positiver Strandverschiebung gebildet worden seien. Nach meiner Meinung hat er diesen Beweis nicht nur nicht geliefert, sondern durch die neuen, von ihm mitgetheilten Thatsachen nur neue Beweise für die Richtigkeit der Darwin'schen Senkungstheorie erbracht und ich erblicke in der Unwahrscheinlichkeit der Hypothesen, welche er aufgestellt hat, um die thatsächlich beobachteten Verhältnisse ohne Zuhilfenahme einer positiven Strandverschiebung zu erklären, eine starke Stütze der Anschauung, dass — wie immer andere Korallriffe in anderen Gegenden gebildet worden sein mögen — die Fidschischen Riffe während einer Periode positiver Strandverschiebung aufgebaut worden sind.

[109]

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1902

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Lendenfeld Robert Ingaz Lendlmayr

Artikel/Article: [Die Arbeiten von Agassiz u`ber die Korallriffe der Fidschiinseln. 82-96](#)