

## Werk

**Titel:** Entstehung, Bildung und Lagerung des Phosphats auf Nauru

**Untertitel:** Verwaltungsbezirk der deutschen Marshallgruppe

**Autor:** Hambruch, Paul

**Ort:** Berlin

**Jahr:** 1912

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657\\_1912|LOG\\_0159](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?391365657_1912|LOG_0159)

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

vor der Frage gestanden, ob es Menschen oder Waren ausführen sollte<sup>1)</sup>; die Industrie hat bei uns bewirkt, daß für die Waren entschieden wurde, und daß das deutsche Reich schon zu einem Einwanderungsland geworden ist. Italien ist allerdings arm an Eisen und gänzlich bar der Kohlen, aber es besitzt auch im Süden in seinen Wasserkraften, vor allem im Kalkgebirge, einen mächtigen und noch fast ungehobenen Schatz. An Projekten, sie für industrielle Zwecke auszunützen, fehlt es nicht, die Ausführung ist nur durch die hohen Kosten bisher meist verzögert worden. In der näheren und weiteren Umgegend von Neapel hat man bereits, wenn auch größtenteils mit ausländischem Kapital, begonnen, und ebenso versieht die Società idroelettrica della Sicilia orientale viele Orte im Osten der Insel mit Licht und elektrischer Kraft. Besonders großartig ist der Plan des Ingenieurs Omodeo, der an der Sila von der eigenartigen Bodenkonfiguration, dem terrassenförmigen Bau in der Weise Nutzen zu ziehen vorgeschlagen hat, daß eine Reihe großer künstlicher Seen geschaffen werden soll, die den Abfluß des Wassers zu regeln gestatten und andererseits elektrische Energie zu erzeugen vermögen, deren Wert auf 200 000 Pferdekräfte geschätzt wird. Aber nicht in einer einseitigen Bevorzugung der Industrie kann das Heil Italiens gefunden werden, denn es wird allezeit in der Hauptsache ein ackerbautreibendes Land sein müssen. Niemals wird eine völlige Verdrängung durch die Industrie eintreten können, und daher muß der Ackerbau auch in der Zukunft die Grundlage der italienischen Wirtschaft bleiben.

---

### **Entstehung, Bildung und Lagerung des Phosphats auf Nauru.**

(Verwaltungsbezirk der deutschen Marshallgruppe).

Von Dr. Paul Hambruch.

Abteilungsvorsteher am Museum für Völkerkunde in Hamburg.

Naurus wirtschaftlicher Wert beruht auf seinem Phosphat. Dieser Phosphat ist der beste, der bisher auf der Erde aufgefunden wurde. Es ist bekannt, daß gerade die Südsee-Phosphate am phosphatreichsten von allen Lagerstätten der Welt sind; und unter ihnen steht der Nauru-Phosphat mit 83% bis 90% Trikalziumphosphat an erster Stelle. Er zählt zu den Phosphaten organischer Entstehung.

Nauru selbst ist daher auf Grund der Stutzer'schen<sup>2)</sup> Einteilung der Phosphatlagerstätten zu den metasomatischen Lagerstätten zu rechnen,

---

<sup>1)</sup> Die wirtschaftliche Grundlage und die Entwicklung der Deutschen Auswanderung seit 1871. Verh. d. Deutschen Kolonial-Kongresses, Berlin 1903, S. 607.

<sup>2)</sup> O. Stutzer: Die wichtigsten Lagerstätten der „Nicht-Erze“. Berlin 1911, I. Teil.

die durch chemische Umlagerung sedimentärer Phosphate entstanden, vornehmlich durch Auslaugung von Guano.

Über Naurus Phosphate ist bisher wenig bekannt geworden. Die Mitteilungen, welche F. Danvers Power<sup>1)</sup> von ihnen macht, geben nur ein unvollkommenes und in manchen Punkten verzerrtes, irriges Bild von den wirklichen Verhältnissen. Bei der ungemeinen Wichtigkeit dieses Minerals, das die Insel zu einem der wirtschaftlich wichtigsten und wertvollsten Teile deutschen Kolonialbesitzes stempelt, ist es nötig, die Nauru-Phosphate eingehend zu schildern.

Die Oberfläche dieser gehobenen Koralleninsel ist bei einem Umfang von 16,90 km auf 2271 ha berechnet worden, von der ca.  $\frac{1}{5}$ , d. h. 464 ha vom Strande, dem Kokospalmgürtel und den gehobenen Korallenschuttwällen der ehemaligen Atolle eingenommen werden, die übrigen 1806 ha enthalten abbaufähiges Phosphat, dessen Mächtigkeit von wenigen Centimetern bis zu (bisher erbohrt) 15 m wechselt; es sind aber noch Lager von größerer Mächtigkeit vorhanden, so daß bei einer mittleren Tiefe von 10 m ca. 180 600 000 m<sup>3</sup> Phosphat auf Nauru vorhanden wären. Diese Zahl ist eher zu niedrig als zu hoch gegriffen.

Der Abbau erfolgt in recht einfacher Weise durch die Englisch-deutsche Pacific Phosphate Co. Lim. Nachdem unter Mitwirkung der kaiserlichen Station die in Abbau zu nehmenden Ländereien von den Eingeborenen angekauft sind (jeder Fruchtbaum muß besonders mit 10—20 Mark bezahlt werden), erfolgt die Abholzung des Geländes und die Fortnahme der spärlichen Humus- und der oberflächlichen, z. T. zersetzten Phosphatschichten. Karolinen-Eingeborene, besser noch Chinesen, werden als Arbeiter beschäftigt. Unter der Aufsicht weißer Beamten der Gesellschaft befreien sie mit Hacke, Schaufel, gelegentlich auch durch Sprengen, den Phosphat aus dem umgebenden wertlosen Nebematerial, meist Korallenkalk.

Der so gewonnene lose Phosphat wird zu kleinen Häufchen aufgeschichtet, die mehrmals gewendet werden, um den Phosphat von der überschüssigen Feuchtigkeit zu befreien. Bei schlechtem Wetter, Niederschlägen, geschieht dies nach vorangegangenem Zerstampfen durch Trocknen in besonderen Apparaten, aus denen der versandfähige Phosphat dann mit Feldbahnen in große Speicher oder direkt auf die Ladebrücken gefahren wird, um in Kähne und von dort aus in die Phosphatdampfer entladen zu werden.

Ca. 100 000 Tonnen Phosphat werden so alljährlich auf Nauru ge-

---

<sup>1)</sup> F. Danvers Power, Phosphate Deposits of Ocean and Pleasant Islands. Trans. Austral. Inst. of Mining Engineers. Vol. X. Nr. 137.

wonnen und verschifft. Doch läßt sich die Produktion ohne Schwierigkeit auf das Dreifache steigern.

Diese Phosphate kommen auf Nauru in zweierlei Lagerstätten vor.

1. Primär, als Ausfüllmasse im festen Korallenkalk.
2. Sekundär, als Ausfüllmasse der Hohlräume der ehemaligen Lagunen.

Die primären Lagerstätten wurden eingehend von Power beschrieben, der die sekundären vernachlässigte und verkannte, bis 1910 Elschner, der technische Leiter der Abbaugesellschaft in Nauru, diese Lagerstätten nochmals untersuchte. Auf Grund vieler Bohrungen stellte er nicht allein die Powerschen Untersuchungen richtig, sondern wies energisch auf die Bedeutung dieser sekundären Lagerstätten hin, deren Phosphate hochprozentiger, deren Tiefe erheblich größer und Gewinnung einfacher und leichter ist als bei den Phosphaten der primären Lagerstätten, die heute abgebaut werden.

Die hier erfolgenden Veröffentlichungen über die Phosphate lehnen sich nun eng an die Elschnerschen Ausführungen an, die ich von ihm gelegentlich unserer gemeinschaftlichen Spaziergänge durch die Insel erhielt, gleichzeitig sind meine eigenen Untersuchungen darin verarbeitet. Eingehender und ausführlicher wird der Nauru-Phosphat auf seine petrographischen und chemischen Eigenschaften hin von dem Mineralogisch-Geologischen Institut in Hamburg auf Grund meiner umfangreichen Sammlung von Handstücken bearbeitet werden, welche die Metasomatologie des Phosphats erläutert.

Phosphat sieht im frischem Zustande schwarz graubraun bis violett-sepiafarben aus, im auffallenden Lichte irrisierend. Frische Bruchstücke verlieren an der Luft rasch diese Farbe; sie trocknen oberflächlich aus und nehmen dann eine weiße Farbe an. Vom schneeweißen Korallenkalk ist er durch sein erheblich schwereres Gewicht und seine Farbe leicht zu unterscheiden. Ein weiteres Erkennungszeichen ist das Vorkommen bestimmter Flechtenarten auf phosphathaltigen Gesteinsstücken; reine Korallensteinblöcke lassen diese Flechten nicht gedeihen.

Der primäre Phosphat tritt in drei Ausbildungen auf:

1. als metamorphosierter Korallenkalk, der mehr oder minder die korallinische Struktur behalten hat;
2. als geschichteter Phosphat;
3. als Nauruit<sup>1)</sup> als blattförmiger, schellackähnlicher Phosphat.

Der sekundäre Phosphat zeigt sich ebenfalls in drei Formen:

1. als loses Geröll;
2. als oolithischer Phosphat;
3. als Phosphatbreccie.

<sup>1)</sup> Von Elschner entdeckt, untersucht und benannt.

Diese verschiedenen Ausbildungen der Phosphate entstanden wie die der übrigen pazifischen Phosphatinseln aus dem Guano, den Exkrementen von Vögeln.

Heute fehlt die Vogelwelt auf den Phosphatinseln. Auf manchen anderen Inseln kann man jedoch einen Begriff davon erhalten, wie es einst auf ihnen ausgesehen hat. Taongi (Gaspar Rico) in den Marshall-Inseln, Makür der Ueito-Gruppe, West-faju in den West-Karolinen besitzen eine Vogelwelt, wie sie uns sonst nur von wenigen Ländern der Erde geschildert ist. Fregattvögel, Bootsmänner, Albatrosse, Möwen usw. hausen hier in einem wirren Durcheinander, oft so dicht zusammengedrängt, daß eine Landung z. B. auf Faju auf unvermutete Hindernisse stößt und erschwert wird<sup>1)</sup>.

Diese Vögel holen sich ihre Nahrung aus den fischreichen Lagunen und der See; ihre Ausscheidungen häufen sich auf dem Korallenkalkboden an. Regen und Sonnenhitze wechseln stetig miteinander ab, laugen den Guano aus und verändern ihn mannigfach. Das Endprodukt ist der „Guanophosphat“, dessen Aussehen in Farbe und Ausbildung, weniger in seiner chemischen Zusammensetzung, recht verschieden ist.

Für die Entstehung des Guanophosphats auf Nauru darf man annehmen, daß zu Beginn der Tertiärzeit die heutigen gehobenen Kliffe von Nauru von einer ungeheuren Vogelwelt bewohnt waren. Damals war Nauru ein kleines Atoll, wie sie von den Marshall- und Gilbert-Inseln her bekannt sind, ähnlich beschaffen wie das erwähnte Taongi. Es waren niedrige, flache, steinige, mit Sand und Geröll bedeckte Schuttwälle, die einige seichte und zwei große, breite, tiefe, mit querliegenden Riffbrücken durchzogene Lagunen einschlossen, von denen eine nach Osten weithin offen stand.

Das offene Meer und diese Lagunen bildeten ausgezeichnete Fischgründe für die dort heimische Vogelwelt.

Langsam hob sich das Atoll aus dem Wasser immer mehr heraus, versank wieder, um sich von neuem zu heben. Und nochmals sank die Insel, um dann bei einer neuen und letzten Hebung, die in zwei (vielleicht drei) Perioden stattfand, ihre heutige Form anzunehmen.<sup>2)</sup>

Diese reiche Entwicklungsgeschichte von Nauru ist aus der Wechselagerung von Korallenkalken und Phosphaten abzulesen, denn jeder Hebung entspricht die Bildung einer Phosphatschicht, jeder Senkung die Entwicklung von Korallenkalk.

<sup>1)</sup> Ein Vogel produziert während der Brutzeit 25—30 Pfd. Exkremente.

<sup>2)</sup> Nach Elschners Ansicht muß Nauru bei nahezu vollendeter Hebung wie die heutigen Guanoinseln Perus ausgesehen haben, wo stellenweise die Höhe der Exkrementenschichten die Tiefe des Phosphats in Nauru, nach Metern gemessen, übertrifft.

Nur langsam gingen diese Veränderungen von statten. Bei der dritten Hebung war diese im Westen im allgemeinen stärker als im Osten; die Lagunen wurden kleiner, die Landfläche wuchs und gleichzeitig konnte die Vogelwelt zunehmen. Beim Zusammenschrumpfen der Lagunen schnürten die trocken gelegten Querbänke in ihnen kleine Lagunen ab. Die Tatsache nur, daß im Gebiete der stärksten Hebung in Dänigomodu und Jangor diese Querbänke stellenweise gewaltige Lücken aufweisen, deren Füllungen man in der Nähe als große Korallen und Phosphatblöcke wiederfindet, weist darauf hin, daß zeitweilig die Hebungerscheinungen katastrophenartig vor sich gegangen sein müssen. Gewaltige Wassermassen drückten hier gegen die Querbänke, um sich einen Ausweg und Abfluß zu verschaffen.

Einige Lagunen wurden abgeschlossen und trockneten völlig aus. Die vordem durch die Kraft der Brandung zerriebenen und gekörnten Phosphatteilchen konnten sich in diesen Pfannen zusammen mit dem im Wasser suspendierten und gelöstem Phosphat niederschlagen und bildeten den feingebänderten und geschichteten Phosphat. Seine verschiedenartige Färbung und schwankende Bandbreite bzw. Schichtstärke ist vielleicht meteorologischen Faktoren, starken Regen, die mit Trockenzeiten abwechselten, zuzuschreiben.

Diese geschichteten Phosphate sind zuweilen mit Bändern voolitischen Phosphats durchsetzt, den man jedoch meist als Decke des erstgenannten Phosphats antrifft. Die Entstehungsursachen sind für beide Lagerstätten dieselben.

Kleine Korallenkalkfragmente oder Organismenreste bilden den Kern solcher Oolithen, deren Größe von der Kleinheit eines Stecknadelkopfes bis zu 5 cm Durchmesser wechselt. Der Wellenschlag hielt diese Fragmente in dauernder Bewegung, ebenso die Gezeiten. Sie rollten die Oolithenkerne in dem immer zäher werdenden Phosphatschlamm hin und her und gaben ihnen so die charakteristische konzentrische Struktur. Häufig sind diese Oolithen mit einem Mantel aus Nauruit umgeben oder durch dies Material miteinander verkittet.

Die Oolithenbänder erklären sich so, daß ausgetrocknete Lagunenteile von neuem mit phosphathaltigem Wasser überschwemmt wurde, an denen sich der Austrocknungsprozeß wie vorher wiederholte.

Das meiste und wertvollste Phosphat Naurus bildet loses Geröll, das die ehemaligen Lagunen ausfüllt und auch die geschichteten Phosphate überdeckt. Es hat das Aussehen von grobem Kies, in den große zusammengekittete Phosphatbreccien (aus Oolithen, zerbrochenem geschichteten Phosphat) eingelagert sind.

Die Wasserbewegung, die Gezeiten trennten die schweren Phosphat-

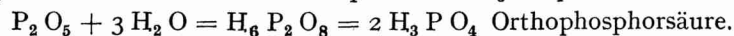
stückchen von den leichten Korallenstücken und sortierte sie in die Höhlungen und Mulden des Lagunenreliefs hinein, wo sie sich gegenseitig abrollten, zerrieben und bisweilen in derselben Weise wie oben verkittet wurden. Offene Passagen, unterirdische Zugänge hielten lange Zeit während der Hebungsperioden den Zusammenhang zwischen Lagunen und Meer aufrecht.

Die Umwandlung des Guano in Phosphat geschieht in folgender Weise, bei der gleichzeitig die Metamorphose des Korallengesteins und die Entstehung des Nauruits beschrieben werden sollen.

Sonne und Regen sind die tätigen Faktoren bei dem Umwandlungsprozeß der Exkreme. In einer niederschlagreichen Periode muß er vor sich gegangen sein, denn wäre die Insel an Regen arm gewesen, so wäre das Endprodukt ein stickstoffhaltiger Guano gewesen. So vervollkommneten die Niederschläge die Verwesung der organischen Substanz und laugten sie aus.  $\text{Ca H P O}_4$ ,  $\text{Ca}_3 \text{ P}_2 \text{ O}_8$ ,  $\text{Ca C O}_3$  wurden zum Endprodukt der Umwandlung, das nur durch etliche geringfügige Beimengungen verunreinigt war.

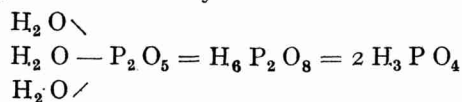
Zum Verständnis dieser Umwandlung des Guano mögen kurz die wirksamen chemischen Prozesse erläutert werden.

Die gesättigte Verbindung von P (Phosphor) mit O (Sauerstoff) ist  $\text{P}_2 \text{ O}_5$ , Phosphorpentoxyd; mit drei Teilen  $\text{H}_2 \text{ O}$  (Wasser) ergibt dies die gewöhnliche dreibasische Phosphorsäure  $\text{H}_3 \text{ P O}_4$ .

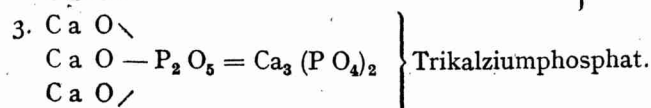
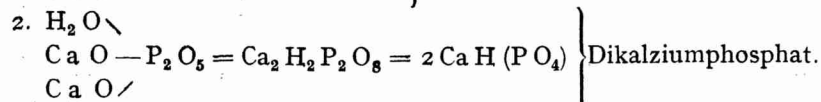
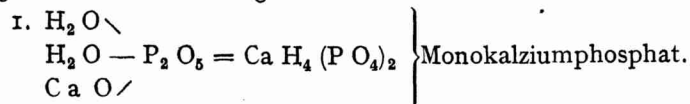


Diese Verbindung ist zumeist ein Kunstprodukt und tritt nur selten natürlich auf.

In  $\text{H}_3 \text{ P O}_4$  kann nun H (Wasserstoff) einmal, zweimal und dreimal durch entsprechend basisch wertige Elemente ersetzt werden; z. B. durch Ca O, Kalziummonoxyd. Man erhält daher aus der Orthophosphorsäure:



folgende drei Verbindungen mit Ca O:



$\text{Ca H}_4 (\text{P O}_4)_2$  ist als Mineral unbekannt und der wertvolle Bestandteil des in der Düngerindustrie wohlbekannten Superphosphats. Von den drei genannten Verbindungen besitzt es die größte Löslichkeit in Wasser.

$\text{Ca H} (\text{P O}_4)$  ist weniger in Wasser löslich; nur bei Anwesenheit von schwachen Säuren, z. B. Kohlensäure ( $\text{H}_2 \text{C O}_3$ ), erhöht sich die Löslichkeit beträchtlich.

$\text{Ca}_3 (\text{P O}_4)_2$  bildet den Hauptbestandteil der animalischen Knochen- substanz. Im Wasser ist diese Verbindung sehr wenig löslich; bei An- wesenheit von  $\text{C O}_2$  erhöht sich auch hier die Löslichkeit erheblich. Da nun  $\text{Ca}_3 (\text{P O}_4)_2$  eine große Neigung besitzt, andere Verbindungen in sich aufzunehmen, so findet man bei allen Phosphaten der Gruppe  $\text{Ca}_3 (\text{P O}_4)_2$  diese selten rein; meist haben sie  $\text{Ca Fl}_2$  (Fluorkalzium),  $\text{Ca Cl}_2$  (Kalzium- chlorid),  $\text{Ca O}$  (Kalziumoxyd) aufgenommen, so daß die Formel heißen muß:



Kommen die drei ebengenannten Verbindungen zugleich vor, so haben wir den „Apatit“.

Dieser mineralische Apatit ist unter gewöhnlichen Umständen un- löslich, doch hat die Anwesenheit von mehr oder minder großen Mengen von  $\text{Ca O}^1$ ) einen wesentlichen Einfluß auf seine Löslichkeit bzw. Unlös- lichkeit.

Die Untersuchung ergab für Nauru, daß der dort vorhandene Phosphat fast zum Apatit geworden ist; auf ca. 94,32%  $\text{Ca}_3 (\text{P O}_4)_2$  kommen dort 5,68%  $\text{Ca O}$ .

Die Bildung der Phosphorsäure und ihrer Kalziumsalze, der Phosphate geht auf folgende Weise vor sich:

Das Ausgangsmaterial sind die  $\text{Ca}_3 (\text{P O}_4)_2$  enthaltenden Seetiere und Fische aller Art, die von den Vögeln gefressen wurden. Die Magensäfte der Vögel enthalten neben Pepsin große Mengen von  $\text{H Cl}$  (Salzsäure), die aus dem Salzgenuß resultieren. Die Darmsäfte reagieren dagegen leicht alkalisch.

Salzsäure löst beim Verdauungsprozeß das dreibasische Kalzium- phosphat auf, das in den von den Vögeln gefressenen Fischgräten enthalten ist.

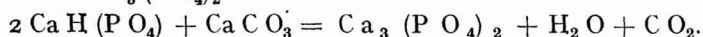
Gelangt das Magenprodukt in den Darmtraktus, so wird infolge der alkalischen Reaktion der Darmsäfte  $\text{Ca H} (\text{P O}_4)$  niedergeschlagen. Neben dem z. T. ungelöst durchgehenden  $\text{Ca}_3 (\text{P O}_4)_2$  bildet sich auch  $\text{Ca H}_4 (\text{P O}_4)_2$ . Da die Lagunenwässer an organischen Verbindungen reich sind, so sind sie ein ausgezeichnetes Lösungsmittel für  $\text{Ca H} (\text{P O}_4)$ .

<sup>1)</sup> Den Nauruphosphaten ist ein Überschuß an  $\text{Ca O}$  eigen, der aus der Auf- nahmefähigkeit des  $\text{Ca}_3 (\text{P O}_4)_2$  für  $\text{Ca Cl}_2$ ,  $\text{Ca Fl}_2$ ,  $\text{Ca O}$  resultiert. Dieser Überschuß von  $\text{Ca O}$  ist bei der späteren Verarbeitung des Phosphates sehr nützlich; obwohl mehr Schwefelsäure zum Aufschließen gebraucht wird, fallen andererseits jedoch auch die häßlichen Nebenwirkungen beim Heraustreiben der Flußsäure fort.



Die abgestorbenen Korallen, die gesteinsbildenden Elemente eines Atolls bestehen aus  $\text{CaCO}_3$  (kohlsaurer Kalk). Als anstehendes Gestein, lockeres, mehr oder weniger grobes Geröll und feiner Korallensand findet er sich auf den Inseln.

Das ausgelaugte und wassergelöste  $\text{CaHPO}_4$  infiltriert nun das poröse Korallengestein; die schwache  $\text{H}_2\text{CO}_3$  (Kohlensäure) wird dabei durch die  $\text{H}_3(\text{PO}_4)$  verdrängt, ausgetrieben und entweicht als  $\text{CO}_2$ . Es entsteht dabei  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .



Die durch das Wasser absorbierte  $\text{CO}_2$  erhöht die Löslichkeit des  $\text{CaH}(\text{PO}_4)$ . Diese Eigenschaft birgt in sich ein wichtiges morphologisches Moment. Bei dem Abbau des Phosphats in einem alten Lagunenteile fällt dem Beschauer die Spärlichkeit und geringe Höhe der Korallenkalkpfeiler auf, während andererseits Phosphatpfeiler in solchen Lagunen häufiger anzutreffen sind. Elschners Theorie hat daher allerlei für sich, wenn er die lösende, fressende, forträumende Tätigkeit des gelösten  $\text{CaH}(\text{PO}_4)$  als Ursache der geringen Häufigkeit von Korallenkalkpfeilern annimmt und der gleichen Ursache die Bildung eines Teiles der Phosphatpfeiler zuschreibt.

Der oben auseinandergesetzte Umwandlungsprozeß hält auch heute noch an. Bei den Gängen unter der Insel, den Wanderungen durch die unterirdischen, z. T. mit Wasser erfüllten Höhlenwindungen trifft man häufig freie  $\text{CO}_2$  am Boden an. Mehrfach erlosch die mitgenommene Lampe am Boden, und einmal wäre mir beinahe ein Junge bei solchem Ausfluge erstickt.

Bei Bohrungen und Ausschachten von Gruben über 4 m Tiefe sammeln sich am Boden rasch  $\text{CO}_2$  Gase an, die in zwei Fällen für die Arbeiter verhängnisvoll geworden sind.

An einer systematisch gesammelten Reihe von Phosphatstücken, die sich jetzt im Mineralogisch-Geologischen Institut in Hamburg befinden, kann man die Metamorphose des Korallenkalkes deutlich verfolgen. Der ursprünglich weiße Kalk, der vielfach noch seine ursprüngliche Struktur beibehält, überzieht sich oberflächlich zunächst mit einer zarten gelben Phosphatschicht; je tiefer dann das  $\text{CaH}(\text{PO}_4)$  in den Kalk eindringt, wandelt er ihn in Phosphat um, ohne zunächst die Struktur zu verändern; so daß ein unbefangener Betrachter Phosphat und Koralle nicht auseinander zu halten vermag. Ist das gesamte Korallenstück in Phosphat umgesetzt, so beginnt allmählich die Ausfüllung der porösen Koralle mit Phosphat. Das Endresultat ist ein homogenes Gebilde, dem keinerlei Struktur mehr anhaftet. In der gleichen Weise wird das Geröll und der Sand zu Phosphat umgewandelt und intensiv zu einem festen Gestein verkittet.

Große Riffe, Bänke und Pfeiler wurden in derselben Weise aus Korallenkalk zu Phosphat umgebildet.

An der Ostseite der Insel im Gau Anibari liegt eine solche Stelle offen zutage. Hier wurde eine Lagune völlig mit Geröll ausgefüllt, das zu Phosphat umgebildet, damit verkittet wurde und heute ein weites Plateau bildet. Dort, wo der Weg auf das Plateau hinaufführt, kann man interessante Lagerungsverhältnisse beobachten, denn hier sind Phosphat und alte Koralle von junger Koralle überwachsen. Stauchungen des Bodens, Verwerfungen machen es wahrscheinlich, daß das erwähnte Plateau, die alte Lagune, lokal, eine besonders starke Hebung erfahren hat.

In der Nähe finden sich auf dem heutigen Riffe hohe, völlig aus Phosphat bestehende Pfeiler neben den hohen Korallenkalkpfeilern. Power sieht diese Phosphatpfeiler als die Füllmasse vieler gehobener Spritzlöcher an, deren Mantel vom Seewasser aufgelöst wurde, während das unlösliche Phosphat übrig blieb. In manchen Fällen mag das der Fall sein; meistens wird jedoch dafür der oben beschriebene Prozeß der umgestaltenden Wirkung des  $\text{CaH}(\text{PO}_4)$  verantwortlich zu machen sein. Das Vorkommen dieser z. T. 7 m hohen Phosphatpfeiler auf dem heutigen Riffe läßt es vermuten, daß die Anibari-Bucht eine alte Lagune ist, deren größten Teil die See im Osten fortnahm; ergaben doch Bohrungen auf dem Riffe bei Jangor, daß auch unter dem heutigen Riffe noch Phosphatschichten anzutreffen sind.

Die Kalkpfeiler zeigen deutliche Strandlinien, von denen sich zwei, sehr gut abheben. Die eine liegt  $3\frac{1}{2}$  m, die andere 5 m über dem Riffplateau. Diese Erscheinung stimmt völlig mit den Strandlinien überein, die an dem hohen alten Riffende zwischen Jangor und Meneng zu beobachten sind; auch korrespondieren sie mit den doppelten Terrassen, welche man im Innern um die Buadalague herum findet.

Phosphat- und Kalkpfeiler haben gleiche Formen, doch verschiedenes Aussehen. Die ersten sind mit einer grünen Moos-, gelben Algen- oder weißen Flechtenflora überzogen. Das kundige Auge unterscheidet daher schon von weitem die rötlich-violettbraunen Phosphatblöcke und Pfeiler von den schwarzen, grauen, scharfkantigen und zackigen Kalkpfeilern, die eine Flora tragen. Auch besitzt ein Phosphatpfeiler nie schneidende, spitze Kanten und Flächen.

Besonders eigentümlich ist Nauru der von Elschner entdeckte und von ihm benannte „Nauruit“, ein Mineral, das Power noch als Silikat ansprach. Elschner teilte mir darüber folgendes mit:

„Das Bindematerial zwischen Phosphatstücken sandiger, körniger, auch ehemals suspendierter und abgesetzter Phosphatschichten entsteht durch das Einwirken von  $\text{CaH}(\text{PO}_4)$  auf  $\text{CaCO}_3$ . Gleichzeitig oder abwechselnd durchtränken sie Phosphate oder Korallenkalk. Geht dies nun

unter starkem Druck von  $\text{CO}_2$  vor sich und hört dieser Druck aus irgendwelchen Ursachen später auf, so scheidet sich eine spröde, harte, glasige, durchscheinende Masse, der Nauruit  $3(\text{Ca}_3 + (\text{PO}_4)_2) + (\text{CaO} + \text{CaCO}_3 + \text{CaF}_2)$  aus. Äußerlich sieht es wie Harz aus, hat einen klingenden Ton, ist gelblichweiß bis braun und leicht fluoreszierend.<sup>1)</sup>

Die Entstehung der *a c h a t g e b ä n d e r e n*, sedimentären, mit „Nauruit“ zementierten Phosphate, die nach ihrer Ablagerung durch mannigfache äußere Ursachen, mechanisch, die verschiedensten Veränderungen erfuhren, erklärt sich folgendermaßen:

Alles Wasser, das unter Druck steht, sei er durch Luft, Wasser oder vor allem  $\text{CO}_2$  Druck veranlaßt, hält einen bedeutenderen Prozentsatz Phosphate in Lösung, als es im normalen Zustande der Fall ist. Läßt denn dieser Druck aus irgendwelchen Ursachen nach oder hört er ganz auf, so schlägt sich der Überschuß an gelösten Phosphaten als ein fein verteilter Niederschlag zu Boden. Hier erhärtet er zu einem festen Gestein. Der Vorgang wird beschleunigt, wenn das Lösungsmittel allmählich verschwindet.

In A i u o bohrte man z. B. einen Brunnen. Die oberen Schichten wurden abgegraben und hernach mit Steinbohrern ein Schacht durch den festen Korallenkalk hindurch getrieben. Dabei wurde ein Wasserbecken angeschlagen, das unter starkem  $\text{CO}_2$ -Druck stand. Wie in einer Fontäne wurde das Wasser hell und klar hoch in die Luft geworfen. Rasch verringerte es seine Fallhöhe, trübte sich, wurde milchig und schließlich ganz weiß. Die Untersuchung ergab nachher, daß im Springquell unter starkem Druck  $\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2$  gelöst gewesen war. Der Ausgleich zwischen dem äußeren Luftdruck und der über dem Wasserbecken angesammelten  $\text{CO}_2$  führte zur Ausscheidung des Phosphates.

Die Phosphatlösungen ( $\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2$  und  $\text{CO}_2$  in  $\text{H}_2\text{O}$ ) wirken auf das Phosphat oder  $\text{CaCO}_3$  nicht ein; sie sickern durch das Gestein hindurch und treten in große Hohlräume ein, wo sie Gebilde formen, welche die unterirdischen Räume als *Tropfsteinhöhlen* erscheinen lassen.

#### Analysen des Nauruphosphates.

Probennummer . . . . .	51 a	51 b	104	286
Feuchtigkeit . . . . .	3,59%	2,95%	1,94%	0,96%
Verbrennungsverlust . . . . .	3,95%	3,74%	2,90%	—
Kohlensäure ( $\text{CO}_2$ ) . . . . .	1,65%	1,91%	1,74%	0,50%
Phosphorsäure . . . . .	38,36%	38,46%	38,79%	40,33%
Calciumoxyd ( $\text{CaO}$ ) . . . . .	51,16%	51,39%	52,46%	53,57%
Überschuß von $\text{CaO}$ über $\text{CaCO}_3$ und $\text{Ca}_3 (\text{PO}_4)_2$ . . . . .	3,08%	3,46%	4,38%	5,22%

<sup>1)</sup> Eine ausführliche Beschreibung Elschners hierüber steht noch aus.