© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

V. Die Verkieselung der Gesteine in der nördlichen Kalahari.

Mittheilung aus dem Königlichen Mineralogisch-Geologischen Museum nebst der Prähistorischen Sammlung in Dresden.

Von Prof. Dr. Ernst Kalkowsky.

(Mit drei Tafeln.)

I. Salzpelit und seine Kruste.
- A. Der Salzpelit.
- B. Die Kruste des Salzpelites.
- C. Genetisches.

II. Kalahari-Kalk.
III. Botletle-Schichten.
- A. Methoden der Untersuchung.
- B. Gesteinsreihen.
- C. Gemengtheile.
- D. Structur.

IV. Reñaka-Schichten.
V. Uebergangsgesteine.
VI. Ngami-Schichten südlich und südöstlich vom Ngami-See.
- A. Kieselige Grauwacke.
- B. Kalkstein und Mergel.
- C. Dolomit.
- D. Contactmetamorpher, granathaltiger Kalkstein.
- E. Kalkstein-Breccie.
- F. Rothsandstein.
- G. Ssakke-Sandstein.

VII. Ngami-Schichten der Kaikai-Berge.
VIII. Dolomite von Gam.
IX. Chanse-Schichten.
X. Eruptive Gesteine.
Erläuterung der Tafeln.

---

1. In den Jahren 1896 bis 1898 durchforschte Herr Dr. Siegfried Passarge in Steglitz bei Berlin das Ngami-Land in Süd-Afrika in geographischer und geologischer Hinsicht. Er wird über die Ergebnisse seiner Reisen in einem grösseren Werke Bericht erstatten; bis jetzt liegen von ihm nur vor sein am 8. April 1898 in Berlin in der Gesellschaft für Erdkunde gegebener Bericht „Reisen im Ngami-Land“ in den Verhandlungen der Gesellschaft, Bd. XXVI, 1899, No. 4 mit einer Kartenskizze, ein Vortrag „Die Hydrographie des nördlichen Kalahari-Beckens“ in den Verhandlungen des

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

VII. Internationalen Geographen-Congresses in Berlin, 1900, mit einer Karte, und eine Abhandlung „Beitrag zur Kenntniss der Geologie von Britisch-Betschuana-Land", Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, Bd. XXXVI, 1901, mit 5 Tafeln. Das Gebiet seiner Reisen lässt sich durch das Dreieck Palapye - Gobabis - Andara begrenzen. Die Entfernungen auf der Karte betragen von der jetzigen Eisenbahnstation Palapye (ungefähr 27° 20′ ö. L. v. Gr. und 22° 40′ s. Br.) bis Gobabis in Deutsch-Süd-West-Afrika (19° ö. L. und 22° 20′ s. Br.) ungefähr 800 km, von Gobabis bis Andara am Okavango (21° 30 ö. L. und 18° s. Br.) in Deutsch-Süd-West-Afrika ungefähr 750 km und von Andara bis Palabye ungefähr 750 km. Der Ngami-See liegt so ziemlich in der Mitte dieses Gebietes, das als nördliche Kalahari seit der Diluvialzeit der Umwandlung in eine Sandsteppe immer mehr anheimfällt.

2. Ueber die geologischen Verhältnisse dieses Gebietes der nördlichen Kalahari schreibt mir Herr Dr. Passarge Folgendes:

„Die Hochfläche des südafrikanischen Continentes ist eine ausgedehnte Ebene, die sich allmählig von Westen nach Osten hinsenkt und nur geringe Niveauunterschiede zeigt, einige isolirte Bergketten ausgenommen. Im Westen wird sie von den hohen Gebirgen des Damara-Landes überragt, die den Rand des Plateaus bilden; im Osten dagegen endet die Hochfläche mit einem scharfen Plateaurand, der zu dem Tschobe- und Sambesi-Thal, dem Schollenland des Betschuanen-Landes und der Limpopo-Ebene hin steil abfällt. Nördlich des Malopo, der nach Westen hin in die Kalahari hineinfliesst, endet das Plateau in nicht näher bekannter Weise. In der Mitte dieses langen von Nord nach Süd streichenden Plateaus finden wir an seinem östlichen Rande eine deutliche Einsenkung, die Maklautsi-Pforte. Sie vermittelt den Uebergang zwischen den Makarikari-Pfannen, der tiefsten Stelle des nördlichen Kalahari-Beckens, und der Limpopo-Ebene.

In dem Plateau haben wir in geologischer Hinsicht zwei verschiedene Componenten zu unterscheiden, das Grundgebirge und die Deckschichten.

A. Das Grundgebirge besteht aus drei verschiedenen Formationen:

1. Die archäische Formation — Gneisse, Granite, alte krystalline Schiefer und Eruptivgesteine — setzt den grössten Theil des östlichen (Maschona-Matabele-Land, Transvaal) und westlichen (Damara- und Nama-Land) Randgebirges zusammen. Auf der Hochfläche wurde sie nur bei Okwa (Granite und Gneisse) und in den Tschorilo-Bergen (glimmerreiche Quarzschiefer) gefunden.

2. Die Chanse-Schichten bestehen aus alten Grauwacken, Grauwackensandsteinen und Sandsteinen. Untergeordnet kommen Kalksteine und Schieferthone vor. Sie sind durchweg steil aufgerichtet, durch Gebirgsdruck transversal zerklüftet und bilden im ganzen Westen der nördlichen Kalahari das Grundgestein. In dem Dreieck zwischen Oas (West), Andara (Nord), Chaina-Feld (Ost) dominiren sie vollständig. Ihrem Alter nach sind sie wahrscheinlich den Swasi-Schichten Transvaals und den Malmesberg-Schichten des Kaplandes gleichzustellen.

Während der Periode der Chanse-Schichten fand die Eruption der Totin-Diabase statt, die durch starke Epidotisirung ausgezeichnet sind. Nach der Gebirgsbildung, die der Ablagerung der Chanse-Schichten folgte, drangen die Quarzporphyre der Mabale-a-pudi-, der Monekau- und Kwebe-Berge südlich vom Ngami-See auf längerer Bruchspalte hervor.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

3. Die Ngami-Schichten liegen als Schollen zwischen den aufgerichteten Chanse-Schichten. Wo sie vollständig entwickelt sind, bestehen sie aus drei Stufen: a) Untere Ngami-Schichten — Sandsteine, Grauwacken und Conglomerate; b) Mittlere Ngami-Schichten — Kalksteine, Dolomite, Kalkmergel und Kalksandsteine; ein auffallend schneller Facieswechsel ist für diese Gruppe charakteristisch; c) Obere Ngami-Schichten — Sandsteine, Conglomerate, Grauwacken.

Die Ngami-Schichten sind den Kap-Schichten gleichzustellen, die ebenfalls in drei Glieder zerfallen; unten liegt der Tafelberg-Sandstein, in der Mitte liegen die Bokkeveld-Schiefer und der Malmami-Dolomit, oben die Zuurberg- oder Ghatsrand-Schichten.

Die Ngami-Schichten finden sich local als Schollen zwischen Grauwacken an dem Südufer des Ngami-Sees und im Schadum-Thal. Ausgedehnte Ablagerungen bilden sie im Gebiet der Kaikai-Berge bis nach Gam hin und bei Gobabis. In ersterem Gebiet sind sie nur als Dolomite und Kalke entwickelt, bei Gobabis aber in typischer Dreitheilung. Ein isolirtes Vorkommen finden wir in der kleinen Makarikari-Pfanne westlich Ntschokutsa (25° ö. L.); dort tritt ein für die mittleren Ngami-Schichten charakteristisches Gestein am Boden des Pfannenrandes zu Tage.

Im Mangwato-Land finden wir zwischen dem Kalahari-Plateau und Palapye eine Formation entwickelt, die höchst wahrscheinlich ebenfalls den Kap-Schichten gleichzustellen ist, und die Mangwato-Schichten genannt werden mag. Sie sind in typischer Dreitheilung entwickelt: unten dickbankige quarzitische Sandsteine (Palapye-Sandstein), in der Mitte sandig-thonige Schiefer (Lotsani-Schiefer), oben mürbe, dickbankige Sandsteine (Ssakke-Sandstein).

Am Ende der Zeit der Ablagerung der Ngami-Schichten erfolgten erhebliche tektonische Bewegungen, die von der Eruption der gangförmig auftretenden Ngami-Aphanite begleitet wurden. Im Mangwato-Land ergoss sich eine gewaltige Decke von Mandelstein (Loale-Mandelstein) über die Mangwato-Schichten.

Es scheint nach jener Periode im heutigen Kalahari-Becken ein Gebirgsland bestanden zu haben, das im Laufe der folgenden Zeiten eine gründliche Denudation erlitt und zwar zur Zeit der permo-triassischen Karroo-Schichten. Wenigstens finden wir von den letzteren in unserem Gebiete keine Spur. Die Denudation bewirkte anscheinend die Bildung einer grossartigen Denudationsebene, pénéplaine. Bis auf eingeklemmte Schollen fielen die Ngami-Schichten der Abtragung zum Opfer. Das Resultat des Processes war die Bildung des plateauförmigen, complicirt aus Schollen zusammengesetzten Grundgerüstes des heutigen Süd-Afrika.

B. Die Deckschichten sind auf der Denudationsfläche des alten Gebirgslandes zur Ablagerung gelangt. Diese jungen Schichten lassen sich in zwei Gruppen gliedern.

1. Die Botletle-Schichten sind vorwiegend Sandsteine mit kieseligem Cement, von oft glasglänzendem Aussehen, die dickbankige klobige Massen bilden. Daneben kommen aber auch gut gebankte Sandsteine ohne „glasiges“ Cement vor. Die Botletle-Schichten sind über das ganze nördliche Kalahari-Becken hin verbreitet. Am östlichen Rande des Kalahari-Plateaus brechen sie mit steilem Abfall ab (Loale bis Mohissa). Sie bilden den Untergrund der östlichen Kalahari bis Tlakani, finden sich im ganzen Botletle-Thal und am Südrande des Ngami-Sees, liegen in Schollen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

auf den Chanse-Schichten des Chanse-Feldes und reichen westwärts bis nach Oas und anscheinend bis nahe an Windhoek heran. Im Kaukau-Feld und an den Popa-Fällen des Okavango haben sie dieselbe Lagerung und Gesteinsbeschaffenheit wie im Süden.

Als besondere Ausbildung der Botletle-Schichten sind aufzufassen die Reñaka-Schichten und die Pfannen-Sandsteine.

a) Die Reñaka-Schichten sind Sandsteine vom Typus der Botletle-Schichten, die sich in der Ebene zwichen Reñaka und Litutwa an der Südseite des Ngami-Sees finden und nur eine besonders mächtige Ausbildung der untersten Partien der Botletle-Schichten vorstellen. Sie liegen dort über den Chanse-Grauwacken, und zwar sind die zu unterst befindlichen Bänke mit eckigen Bruchstücken der Grauwacken erfüllt. Dasselbe kann man überall beobachten, wo Botletle-Schichten auf dem Grundgestein liegen, so z. B. in den zahlreichen Pfannen des Chanse-Feldes, deren Boden von Botletle-Schichten gebildet wird. Es handelt sich hier anscheinend nicht um eine transgredirende Formation mit Abrasion, sondern um eine auf primärer Denudationsfläche in flachen Seebecken, vielleicht auch nur in Sümpfen abgelagerte Schichtenreihe. Dabei bestehen die untersten Glieder aus infiltrirtem und verkittetem Schutt des liegenden Gesteins, vielleicht Wüstenschutt.

b) Die Pfannen-Sandsteine: nach oben hin werden die Botletle-Schichten kalkreicher, kieseliges Cement tritt neben kalkigem auf. In vielen Fällen wird nun letzteres so vorherrschend, dass uns reine Kalksandsteine entgegentreten. Letztere bilden, wo sie vorhanden sind, stets das oberste Glied der Botletle-Schichten und zwar vermitteln sie am Botletle selbst direct den Uebergang zu der unteren Abtheilung der Kalahari-Schichten, dem Kalahari-Kalk. Die Pfannen-Sandsteine bilden in sehr vielen Fällen den Boden und die wasserhaltende Schicht in der Kalahari.

Das Alter der Botletle-Schichten ist nicht festzustellen, wahrscheinlich sind es aber relativ junge Ablagerungen von vielleicht tertiärem Alter.

Interessant und wichtig ist es, dass ein Theil der kieseligen Botletle-Schichten an der Oberfläche in zelligen Brauneisenstein — Laterit von tertiärem Alter — verwandelt worden ist. Die grosse Ausdehnung dieser Lateritdecke wird durch folgende Fundorte genügend charakterisirt: Plateaurand Loale-Mohissa, Oas, Popa-Fälle; wahrscheinlich liegen Botletle-Schichten mit Laterit auch an den Victoria-Fällen des Sambesi.

2. Die Kalahari-Schichten schliessen sich unmittelbar an die Pfannen-Sandsteine an. Sie zerfallen in den Kalahari-Kalk und den Kalahari-Sand.

a) Die Kalahari-Kalke sind sandige oder sandarme Kalke, die in grosser Zahl Conchylien enthalten, die mit den Arten der jetzigen Okavango-Sümpfe vollständig identisch sind; sie dürften also höchstens diluvialen Alters sein. Sie bedecken den grössten Theil des nördlichen Kalahari-Beckens und werden selbst überlagert von dem

b) Kalahari-Sand, einem fein- bis mittelkörnigen Sande.

Es dürfte sich der Nachweis führen lassen, dass die Kalahari-Kalke zum grössten Theile Ablagerungen in Sümpfen sind, und dass der Kalahari-Sand die Ausfüllungsmasse jener Sümpfe durch Flusssande ist.

Wir haben nun zweierlei recente Ablagerungen, die mit den Gliedern der Deckschichten zu vergleichen sind. Einmal haben wir in den Oka-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

vango-Sümpfen und in den vom Botletle gespeisten Becken der grossen Makarikari-Pfannen Ablagerungen von Kalktuff und kalkreichen Sanden — sie entsprechen den Kalahari-Kalken, sodann aber finden sich in zu- und abflusslosen Becken des Makarikari-Gebietes — Ntschokutsa, kleine Makarikari-Pfanne — ganz eigenthümliche kieselsäurereiche Ablagerungen, die an der Oberfläche zu harten Chalcedonmassen erstarrt sind und in vieler Beziehung Aehnlichkeit mit den kieseligen Sandsteinen der Botletle-Schichten haben, so dass man vielleicht berechtigt ist, auch für die entsprechenden älteren Formationen ähnliche Bildungsverhältnisse anzunehmen".

3. Herr Dr. Passarge übergab mir gegen 400 Nummern Gesteine aus diesem Gebiete — weitere Sammlungen sind leider vielleicht endgültig verloren gegangen — zur Durchsicht seiner Bestimmungen. Das schien anfangs eine leichte Arbeit, da es sich fast nur um Grauwacken, Sandsteine und Kalksteine handelte. Allein die flüchtige Untersuchung der Handstücke und einer Anzahl Dünnschliffe ergab bald so eigenartige und schwierige Verhältnisse, dass zu der genauesten und eingehendsten Untersuchung geschritten werden musste. Es stellte sich heraus, dass bei der Bildung und Umbildung der meisten, namentlich aber der jüngeren sedimentären Gesteine Vorgänge eine Rolle gespielt haben, die meines Wissens bisher noch nicht genauer untersucht worden sind. Das vorliegende Material bot aber weiter noch den grossen Vortheil, dass hier recente Bildungen vorlagen, die für die Deutung älterer von wesentlichem Belange sind.

Sedimentäre Gesteine zu untersuchen, die man nicht selbst geschlagen hat, ist eine besonders heikle Sache; soweit wie irgend möglich wurden die Schwierigkeiten durch mehrere Conferenzen mit Herrn Dr. Passarge in Dresden und in Steglitz zu beseitigen gesucht. Doch blieben immer noch Fälle, in denen ich auf Grund der Untersuchungen an dem Material eines kleinen Handstückes zu keinem endgültigen Resultat über die Natur des Gesteins oder seine Zugehörigkeit zu einem bestimmten Schichtenverbande kommen konnte. Herr Dr. Passarge wird sich in seinen Ausarbeitungen auf manche Diagnosen, die ich ihm für alle Vorkommnisse zur Verfügung stelle, stützen und dieselben weiter verwenden können; in dieser Abhandlung berücksichtige ich aber nur solche Stücke, bei denen sich zwischen dem geologischen Feldbericht und der mikroskopischen u. s. w. Untersuchung völlige sichere Uebereinstimmung ergab.

Die Untersuchungen der Gesteine waren recht schwierig und mühsam, und nur langsam konnte zur Erkennung des wahren Sachverhaltes durchgedrungen werden; deshalb wolle man aber auch erst am Schlusse der Arbeit die Ueberzeugung erwarten, dass das Richtige getroffen worden ist. Manche Verhältnisse müssen zunächst ohne strengen Beweis vorgeführt werden, weil sich ein Beweis überhaupt erst aus dem Zusammenhang ergiebt. Ist es hier doch auch meist unmöglich, Gesteinstypen im Einzelnen erschöpfend zu beschreiben und wegen des beständigen Wechsels der Gesteinsbeschaffenheit auch überflüssig: es sollen die einzelnen Phänomene im Allgemeinen und die Erscheinungsweise der Gesteine im Grossen und Ganzen geschildert werden.

4. Die Fundstätten der Gesteine sollen im Folgenden nur gelegentlich angegeben werden unter Andeutung, wo die Localität in diesem weiten Gebiete zu suchen ist. Auf unseren geographischen Karten fehlen meist alle hier in Frage kommenden Ortsbezeichnungen, und selbst auf den an-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

geführten Kartenskizzen des Herrn Dr. Passarge sind sie bei dem kleinen Massstabe derselben nicht sämmtlich verzeichnet. Nach Herrn Dr. Passarge sind in dem Gebiete überhaupt nur Gaunamen das einzig Sichere; gelegentlich kommen die Namen einzelner Häuptlinge als Ortsangaben zur Verwendung. In der Orthographie der Namen folge ich natürlich Herrn Dr. Passarge, jedoch unterdrücke ich alle Schnalzlaute der Buschmannsprachen. Die Schreibweise Ngami ist einmal eingebürgert, obwohl das Wort „Wasser im Allgemeinen" in der Sprache der Hottentotten bedeutend, gami mit einem Schnalzlaute vor dem g lautet; was bei dem einen Namen allgemein angenommen ist, kann in einer geologischen Abhandlung auch für andere neueinzuführende geographische Bezeichnungen billig sein.

I. Salzpelit und seine Kruste.

5. Südwestlich von dem grossen auf unseren Karten verzeichneten Gebiete der Makarikari (d. h. Salzpfannen) liegen nahe an dem Rande des Kalahari-Plateaus noch drei kleine Pfannen, die Passarge auf seiner Reise berührt hat. Nur von einer derselben, der Pfanne von Ntschokutsa, hat er von einer Stelle das derselben eigenthümliche Gesteinsmaterial gesammelt, das aber auch in den beiden anderen gefunden wurde. Den Boden der der Ueberfluthung jetzt nur periodisch ausgesetzten Pfanne bildet nämlich ein Salzpelit von unbekannter Mächtigkeit, der eine dünne harte Kruste trägt. Die Kruste ist unzweifelhaft secundär aus dem Salzpelit entstanden.

Ich erachte es für zweckmässig, die allgemeine und unbestimmte Bezeichnung „Pelit" zu verwenden, da hier zum ersten Male eine Untersuchung dieser offenbar in grosser Masse vorkommenden Substanz ausgeführt worden ist. Nach einigen Notizen von Dr. E. Holub scheint dieselbe Substanz auch in dem weiten Gebiete der grossen Salzpfannen der Makarikari vorzukommen. Es wird vielleicht die Zeit sein, der Substanz einen besonderen petrographischen Namen beizulegen, wenn sie einmal auch von anderen Stellen und an reichlicherem Material erforscht sein wird.

A. Der Salzpelit.

6. Der Salzpelit ist in trockenem Zustande eine dichte, weisse bis ganz lichtgrüne Masse von geringem specifischem Gewicht; er ist feinporös, hängt an der Zunge und saugt Wasser auf. Passarge schnitt Stücke des feuchten und dann noch hellgelblich-braunen Salzpelites mit dem Messer heraus; ausgetrocknet aber ist die Masse ziemlich fest, sie zerbröckelt unter dem Messer; sie färbt nicht ab, fühlt sich nicht wie Thon an, sondern vielmehr ganz schwach fettig etwa wie Bol oder Saponit. In der weissen Masse stecken unregelmässig vertheilt und makroskopisch sichtbar Sandkörner und Oolithkörner; manche der vorliegenden Stücke sind anscheinend frei von diesen Beimengungen, die dem Ganzen eine Art porphyrischer Structur geben. Ferner aber ist der Salzpelit in allen Proben brecciös; es liegen in einer Grundmasse bis einige Centimeter im Durchmesser haltende und viele kleinere Stücke von abweichendem Farbentone und abweichender Festigkeit, meist aber mit scharfen Kanten und deutlichster Bruchstücksform. Die genauere Untersuchung lehrt, dass alle diese Bruchstücke auch selbst Salzpelit sind und nur zum Theil eine von der Haupt-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

masse wenig verschiedene Zusammensetzung haben. Obwohl nur wenig Material zur Untersuchung vorlag, so zeigt dieses doch deutlichst, dass Habitus und Beimischungen des Gesteines schnell wechseln, und dass die brecciöse Structur nicht durch Zusammenschwemmung und Ablagerung von Brocken entstanden ist, sondern durch eine Zerstückelung der Masse in situ, wohl bei ihrer Bildung und Umbildung unter Beihülfe von Salzen.

7. Die Sandkörner in Salzpelit erreichen eine Grösse von 2 bis 3 mm im Durchmesser; die meisten sind jedoch unter einem Millimeter dick, herab bis zu sehr geringen Dimensionen. Das Material ist vorherrschend Quarz, doch finden sich auch Körnchen, die als Sandsteinbröckchen aufzufassen sind. Dazu kommen harte Körner von dichter Beschaffenheit, die als Chalcedon zu deuten sind, eine Bezeichnung, die erst weiter unten gerechtfertigt werden kann. Es mag aber noch angegeben werden, dass diese Chalcedonkörner wesentlich identisch sind mit der Substanz der Kruste des Salzpelites. Unter den Sandkörnern kommen auch solche von dichtem Kalkstein vor, doch ist es hier manchmal sehr schwer zu entscheiden, ob diese Carbonatkörner wirklich Bruckstückchen dichten Kalksteins sind, oder nur missgestaltete und umgewandelte Oolithkörner.

8. Bald in geringerer, bald in grösserer Menge sind in dem Salzpelit isolirte Oolithkörner vorhanden; ihre Gestalt ist kugelförmig bis wenig regelmässig, ihre Grösse beträgt am häufigsten nur 0,1 bis 0,5 mm, doch sind auch grössere bis von über 1 mm Durchmesser nicht gerade selten. Sie bestehen aus lichtbräunlichem Kalk und sind nach mikrochemischer Analyse frei von Magnesia. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass sie die gewöhnliche radiale und concentrisch-schalige Structur besitzen und nicht selten einen fremden Kern enthalten. Löst man die Oolithkörner in stark verdünnter Salzsäure langsam auf, so bleibt ein Skelett von feinstem Thon von der Form der Oolithkörner übrig, das zwar locker, aber lückenlos ist: die Oolithkörner enthalten gleichmässig in ihrer ganzen Masse feinsten Thon, der wohl wirklicher Thon, nicht etwa Salzpelit ist. Mir stand nicht genügend Material zur Verfügung, um eine genauere chemische Prüfung des Lösungsrückstandes vorzunehmen.

Besonders auffällig ist das verhältnissmässig häufige Vorkommen von halbirten Oolithkörnern im Salzpelit; diese halben Körner und noch kleinere Bruchstücke zeigen unter dem Mikroskop dieselbe Beschaffenheit und Structur wie die ganzen vollständigen Oolithkörner. Es dürfte ihre Zerstückelung durch krystallisirende Salze herbeigeführt worden sein. Auch in den norddeutschen Rogensteinen kommen solche halbirten Oolithkörner mit noch weiteren interessanten Erscheinungen vor; ich werde darüber in kurzem in einer anderen Abhandlung berichten und dann Gelegenheit haben, auch auf diese afrikanischen recenten Oolithkörner näher einzugehen.

Im Salzpelit spielen die Oolithkörner nur die Rolle der allothigenen Sandkörner; oolithische Gesteine oder auch nur vereinzelte Oolithkörner kommen sonst nirgends in der nördlichen Kalahari vor.

9. Nicht selten sinken die Bruchstücke von Oolithkörnern zu recht geringen Dimensionen hinab; aber dennoch scheint es, dass die im Salzpelit überdies noch vorkommenden kleinsten Partikelchen von kohlensaurem Kalk nicht als völlig zertheilte Oolithkörner aufzufassen sind, sondern als Carbonat anderen Ursprungs. Solche Partikelchen mögen kurz als Kalkstaub bezeichnet werden, sie sind u. d. M. durchaus alle einzeln wahr-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

nehmbar, aber zweifelhaft bleibt es, ob sie unregelmässige Form oder die Gestalt von Rhomboedern haben. Winzige scharfe Rhomboeder von Kalkspath und von Dolomit werden aus anderen Gesteinen mehrfach zu besprechen sein.

10. Für die Bestimmung der Salze wurde der Salzpelit mit kochendem Wasser behandelt. Vermengt man die wässerige Masse nach dem Erkalten mit frisch gefälltem Eisenhydroxyd, so gelingt es leicht, den Kalkstaub, der sonst, man möchte sagen mit Vorliebe, auch durch das beste Filtrirpapier geht, von der Salzlösung zu trennen. Letztere zeigte starke Reaction auf Chlor und schwächere auf Schwefelsäure; von Erden konnte nur Magnesia festgestellt werden. Die Spectralanalyse zeigte, dass neben reichlichem Natron kein Kali in dem Salzgemisch vorhanden ist. Ebenso fehlte Kohlensäure durchaus in den in Wasser löslichen Salzen der untersuchten Proben. Die mikrochemische Analyse mit Kieselfluorwasserstoff ergab ebenso ein Vorherrschen des Natriums vor dem Magnesium und das Fehlen von Kalium. Die wasserklare wässerige Lösung der Salze wird beim starken Eindampfen gelblich; in den zur Trockne eingedampften Salzen bleibt eine kleine Menge verbrennbarer, organischer Substanz. Es ist also in dem Salzpelit ein geringer Betrag einer in Wasser oder doch in salzhaltigem Wasser löslichen organischen Substanz vorhanden.

Eine quantitative Analyse der Salze wäre werthlos gewesen, denn der Gehalt des Salzpelites an Chlornatrium und an Magnesiumsulfat schwankt sowohl qualitativ wie quantitativ. Nach den Mittheilungen des Herrn Dr. Passarge wird das ausblühende Salz in einer südlich von Ntschokutsa gelegenen kleinen Nebenpfanne von den Buschmännern als Speisesalz gesammelt; andererseits litten seine Lastthiere unter der abführenden Wirkung des Wassers der Pfanne, was ihn schon dort die gelegentliche reichlichere Anwesenheit von Magnesiumsalzen erkennen liess. Jedenfalls aber stecken in dem Salzpelit der Pfanne von Ntschokutsa doch im Ganzen bedeutende Mengen von Salzen.

11. Ein glatt geschabtes Stückchen des Salzpelites wurde mit durch Chloroform verdünntem Canadabalsam bis zur Erhärtung desselben gekocht und dann dünngeschliffen. Während des Kochens schien der Salzpelit sich nicht zu verändern, namentlich auch nicht Wasser zu verlieren. Das Präparat zeigte ausser den Sand- und Oolithkörnern und dem Kalkstaube nun auch die eigentliche Salzpelit-Substanz als eine anscheinend homogene Masse mit sehr schwacher feinkörniger Aggregatpolarisation, in der sonst weiter keine Einzelheiten erkennbar und unterscheidbar waren. Wenn also die Substanz auch entschieden schwach doppelbrechend ist, so kann sie doch als amorphe Masse bezeichnet werden in dem Sinne, in dem der Mineralog wohl den Meerschaum, den Bol u. dergl. als amorphe Mineralien bezeichnet, obwohl sie nicht optisch isotrop sind.

Für die chemische Analyse wurde homogenes Material in folgender Weise gewonnen. Da der Salzpelit in kaltem Wasser nicht völlig zertheilbar ist, so wurde er im Handteller mit wenig Wasser zerrieben, wobei eben möglichst ein Abreiben der Kalkkörner durch die Quarzkörner vermieden wurde. Durch Schlämmen wurden dann die Sand- und Oolithkörner abgesondert. Der zerriebene Salzpelit setzt sich im Wasser nicht völlig zu Boden; ein Theil also musste weggegossen werden, um den Salzpelit mit möglichst wenig Wasser und ohne lösliche Salze auf das Filter zu bringen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Die Poren des Filters aber werden sehr bald verstopft, und das Abfiltriren des letzten Wasserrestes mit Hülfe der Saugvorrichtung auf einem Scheibenfilter nahm viele Stunden in Anspruch; es bleibt auf dem Filter eine ganz hellgrüne filzige Masse zurück. Diese enthält noch etwas Kalkstaub, offenbar auch winzige Quarzsplitter, war aber doch homogen zu nennen und frei von Salzen; nach der chemischen Zusammensetzung des Pelites ist es auch nicht zu vermuthen, dass die beim Decantiren fortgegossenen Partikelchen eine andere Zusammensetzung hatten, als die gewonnene Masse. Doch ist kein Zweifel vorhanden, dass jede andere Probe des Salzpelites, auch wenn dieser direct ohne alles Schlämmen in einer dem Anschein nach von Sandkörnern aller Art freien Partie analysirt worden wäre, andere Zahlen bei der Analyse ergeben haben würden. Da aber gerade ein Stück mit möglichst geringer brecciöser Structur verwendet wurde, so glaube ich behaupten zu können, dass die gewonnene filzige Masse wirklich die Durchschnitts-Zusammensetzung des Pelites ergeben muss.

Diese homogene Silicatmasse ist vor dem Löthrohr schwer schmelzbar, sie wird dabei hart bis zum Glasritzen. Beim Austreiben des Wassers im Platintiegel sintert die vorher zerriebene Masse stark zusammen. Die Mikroanalyse mit Kieselfluorwasserstoffsäure ergab einen Gehalt an Natrium und Magnesium. Das Wasser wurde quantitativ durch Glühverlust bestimmt, da die analysirte Masse nur Spuren von Kohlensäure ergab. Die Kieselsäure wurde durch zwei Analysen bestimmt, das Natrium nur als Verlust. Die sehr geringe Menge von Eisenoxyd besonders zu bestimmen, wurde unterlassen.

Das Silicat ist sowohl in concentrirter Salzsäure wie in concentrirter Kalilauge bei anhaltendem Kochen schwer löslich; kochende Lösungen von Chlornatrium und von Magnesiumsulfat blieben ohne jede Einwirkung.

Die quantitative Analyse ergab folgende Zahlen:

H^2O	18,986
SiO^2	52,799
Al^2O^3	10,643
Fe^2O^3	Spur
MgO	9,650
CaO	Spur
Na^2O	7,922

12. Der Salzpelit der Pfanne von Ntschokutsa ist somit ein Chlornatrium und Magnesium haltiges, an Sand- und Oolithkörnern verschieden reiches, amorphes, wasserhaltiges Natrium-Magnesium-Aluminium-Silicat von einer keinem bisher bekannten Minerale entsprechenden Zusammensetzung, mit brecciöser Structur. Es ist wahrscheinlicher, dass das analysirte Silicat aus lauter einander gleichen Theilchen besteht, als dass es ein Gemisch etwa von Kaolin mit einem Natrium-Magnesium-Silicat ist. Der ganze Salzpelit ist ein Gestein sui generis, dem wohl ein besserer einfacher Name gebührt, als die Verlegenheits-Bezeichnung Salzpelit. Ausdrücklich muss betont werden, dass der Salzpelit durchaus nichts mit irgend einer eruptiven Masse oder ihren Zersetzungsproducten zu thun hat; nach Angabe des Herrn Dr. Passarge spukt in Afrika die Bezeichnung Trachyt für die Masse herum.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

B. Die Kruste des Salzpelites.

13. Der Salzpelit der Pfanne von Ntschokutsa ist von einer Kruste bedeckt, die sich als ein äusserst hartes, zähes und schwer zersprengbares Gestein von grünlicher bis schwärzlicher Farbe darstellt und mit blossem Auge Sandkörner und Oolithkörner wie der Salzpelit erkennen lässt. Vorliegende Handstücke zeigen eine Mächtigkeit von 4 bis 5 cm; an einigen Stücken haftet auch noch der Salzpelit an dieser Kruste, und die Grenze ist recht scharf durch den Farbenunterschied und ebenso durch den Gegensatz zwischen der mürben und der mit dem Messer nicht ritzbaren Masse. Die Kruste hat stets eine ausgesprochen brecciöse Structur; lagert die Kruste nach Passarge's Mittheilungen an einzelnen Stellen in grosse und kleine Schollen zerbrochen auf dem Salzpelit, so hat sie auch noch in diesen Schollen an und für sich eine kleinstückige Zusammensetzung; alle Bruchstücke sind aber oft wieder zu einem festen lückenlosen Gestein verkittet. Unter den Bruchstücken fallen besonders solche auf, die einem unreinen Chalcedon ähneln. In einigen Handstücken sind die Lücken zwischen den Bruchstücken nur theilweise ausgefüllt; kleine Poren mit einem Ueberzug von kohlensaurem Kalk konnten mehrfach beobachtet werden.

14. Dünnschliffe von diesem harten Gestein zeigen zunächst die Quarz-Sandkörner von derselben Grösse und Form wie der Salzpelit. Die Oolithkörner, ebenso regellos und im Ganzen nicht gerade reichlich vertheilt wie im Salzpelit, sind in manchen Präparaten etwas krystallinisch geworden. Sonst finden sich dieselben halbirten Oolithkörner und die kleinsten Bruchstücke von Oolithkörnern, immer noch an ihrer Structur als solche erkennbar, wie im Salzpelit. Kalkstaub ist in der Kruste in stark schwankender Menge vorhanden, in einem Präparat erscheint er geradezu als der beinahe vorherrschende Bestandtheil. Beachtenswerth ist es, dass der Kalkstaub gelegentlich in deutlichen kleinsten und selbst etwas grösseren Calcitrhomboedern auftritt. Einige kleinere und grössere Fragmente zeigen die Structur eines feinkörnigen Chalcedons zwischen gekreuzten Nicols. Opake Eisenerzpartikeln verursachen die dunkele Farbe des Gesteins, obwohl sie gar nicht in besonders reichlicher Menge auftreten.

15. Die Grundmasse nun, die in diesem brecciösen Gestein meist vor allen erwähnten Bestandtheilen vorwaltet, zeigt zwischen gekreuzten Nicols eine schwache, ganz feinkörnige Aggregatpolarisation. Feinste wie Staub erscheinende Partikelchen dürften nur sehr feine Poren sein; sonst ist die Grundmasse aus homogenen Partikeln zusammengesetzt, abgesehen von dem Kalkstaub. Mit Rücksicht auf ihre gleich anzugebende chemische Zusammensetzung und mit Rücksicht auf die Verhältnisse in anderen Gesteinen der nördlichen Kalahari muss diese Grundmasse als Chalcedon bezeichnet werden, als ein unreiner Chalcedon von ganz feinkörniger Structur. Nur selten wird seine Structur dadurch etwas grobkörniger, dass kleine, aber noch deutlich aus einzelnen Körnchen zusammengesetzte Partien beim Drehen des Präparates zwischen gekreuzten Nicols auf einmal das Maximum der Dunkelheit erreichen. Eine Art poikilitischer Structur dürfte diese Erscheinung erklären. Grössere Bruchstücke im Gestein haben im Wesentlichen dieselbe Beschaffenheit wie die ganze Alles verkittende Masse.

Diese Grundmasse ist auch in dünnsten Splittern vor dem Löthrohre unschmelzbar, doch backt das Pulver beim Glühen im Platintiegel noch ein wenig zusammen. Für die quantitative Analyse wurde das pulverisirte

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Krustengestein mit verdünnter Salzsäure entkalkt, um den Vergleich mit der Analyse des Salzpelit-Silicates zu vereinfachen. Die Analyse ergab:

H^2O	2,724
SiO^2	92,614
Al^2O^3 / Fe^2O^3	2,648
MgO	0,500
CaO	—
Na^2O	1,514

16. Die beiden Analysen des Salzpelit-Silicates und der entkalkten Kruste lassen sich aber noch nicht ohne Weiteres vergleichen, da ja aus dem Salzpelit auch der Quarzsand entfernt worden war, was natürlich bei der Kruste unmöglich war. Wenn man aber im Auge behält, dass Material, das direct seiner chemischen Zusammensetzung nach verglichen werden konnte, überhaupt nicht vorlag und nicht präparirt werden konnte, so wird man zugeben dürfen, dass die mitgetheilten Analysen vergleichbar werden, sobald man zu der Zusammensetzung des Silicates des Salzpelites noch einen gewissen Betrag Kieselsäure als dem Quarzsandgehalt der Kruste entsprechend hinzuschlägt. Wie viel Procent Quarzsand aber in dem Krustengestein, das für die Analyse verwendet wurde, drinstecken, lässt sich auch wieder nicht genau angeben. Es müssen deshalb willkürliche Mengen SiO^2 — also wie unten geschehen 30 und 40 Procent als hohe Beträge — zu der Zusammensetzung des Salzpelit-Silicates hinzugerechnet werden:

	Silicat	Silicat + 30% SiO^2	Silicat + 40% SiO^2	Kruste
H^2O	18,986	13,290	11,392	2,724
SiO^2	52,799	66,959	71,679	92,614
Al^2O^3	10,643	7,450	6,386	2,648
Fe^2O^3	—	—	—	
MgO	9,650	6,755	5,790	0,500
Na^2O	7,922	5,546	4,753	1,514

Da nun der Augenschein lehrt, dass die Kruste unzweifelhaft aus dem Salzpelit hervorgegangen ist, und dass ferner die Kruste auch keine wesentlich andere Structur hat als der Salzpelit, so ist bei der Bildung der Kruste viel Kieselsäure und etwas Eisen zugeführt, dagegen Thonerde, Magnesia, Natron und viel Wasser weggeführt worden. Zufuhr von Kieselsäure allein genügt nicht, um die chemische Veränderung zu deuten. Die Kruste ist also ein Kieselgestein, das durch hydatogene Metamorphose aus dem Salzpelit hervorgegangen ist; ihre Chalcedon-Grundmasse ist eine Pseudomorphose nach dem Silicat des Salzpelites.

C. Genetisches.

17. Die Pfanne Ntschokutsa liegt am südlichen Rande des grossen Makarikari-Gebietes. In der Gegenwart wird dieses mehrere Kilometer im Durchmesser haltende Becken nur noch periodisch, z. B. 1898/99, von Ueberschwemmungen überfluthet, wohl aber muss das früher regelmässig der Fall gewesen sein. Dennoch wird Niemand behaupten können, dass der Salzpelit einfach ein primäres Sediment sei. So wenig auch bisher über die Sedimente in Seebecken im Inneren von grossen Continenten und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

in Steppen auf Grund genauer Untersuchung bekannt ist, so erscheint doch die directe Ablagerung eines wasserhaltigen Natron-Magnesia-Thonerde-Silicates nach allen geodynamischen Theorien unmöglich, zumal vulcanisches Material ausgeschlossen ist. Ich bin mir vollkommen bewusst, dass ich über einen Gegenstand zu speculiren im Begriffe bin, den ich in seiner ganzen geologischen Massenhaftigkeit nicht gesehen habe; ja mir standen für die Untersuchung nur kleine Proben und nur von einer Stelle der Pfanne zur Verfügung. Und Herr Dr. Passarge konnte an Ort und Stelle ebenso wenig die winzigen Oolithkörner als solche erkennen, wie auf die Vermuthung kommen, dass der im feuchten Zustande wie Thon aussehende Salzpelit doch kein Thon, sondern etwas ganz Besonderes sei. Deshalb werden auch erst in Zukunft die in Frage kommenden Phänomene genauer studirt und discutirt werden können; es ist aber doch nothwendig, an diesem Orte die theoretischen Vorstellungen darzulegen, die ich mir nach meinen Untersuchungen und nach den Schilderungen Passarge's gebildet habe. Denn die Erkennung der Entstehung der Salzpelit-Kruste giebt den einzigen Anhalt für die Erklärung des Phänomens der Verkieselung von Gesteinen, das uns in der nördlichen Kalahari in einem gewaltigen Gebiete überall entgegentritt. Die Thatsachen liegen schon jetzt vor, ihre theoretische Erklärung wird erst in Zukunft gesichert werden können.

18. Von den Bestandtheilen des Salzpelites sind die Oolithkörner am leichtesten zu erklären. Dass sie vegetabilischen Ursprungs sind, ist in der neueren Zeit erkannt worden; ich werde bald Gelegenheit haben, in einer anderen Arbeit weitere Beweise dafür aus den Oolithen und verwandten Gesteinen selbst beizubringen. Ist also die Ntschokutsa-Pfanne ein Seebecken oder wenigstens periodisch unter Wasser gewesen, so sind die Oolithkörner im Salzpelit einfach primäre Bestandtheile desselben. Die Zerstückelung der Oolithkörner kann am leichtesten durch Auskrystallisiren von Salzlösungen erklärt werden, die in die abgestorbenen Oolithkörner eingedrungen waren. Zweifelhaft, ja unwahrscheinlich ist es, dass auch der Kalkstaub, dass aller Kalkstaub von Oolithkörnern herstammt. Wir wissen vielmehr, dass von vielen niederen Pflanzen auf ihrer Oberfläche, manchmal auch in einer pflanzlichen Gallerte, Körnchen von Calciumcarbonat abgeschieden werden. Auch für den Kalkstaub also können wir pflanzlichen Ursprung annehmen.

19. Die Quarzsandkörner und die selteneren Gesteinsbröckchen haben meist nur geringe Dimensionen; ihre Form lässt keinen sicheren Schluss zu, auf welchem Wege sie in die Pfanne gekommen sind. Einschwemmung ist nicht unmöglich, daneben aber würde ein Transport durch den Wind in Frage kommen. Jedenfalls ist es auffällig, dass die Sandkörner im Salzpelit ganz unregelmässig vertheilt sind.

20. Eingeschwemmt in die Salzpfanne wird eine gewisse Menge von einem thonerdehaltigen Schlick sein. Aber auch in dem Gebiet der grossen Makarikari wuchert an allen Seen und Flussläufen eine üppige Schilfvegetation, ein Vegetationsgürtel namentlich an den Rändern der Becken, der wohl geeignet ist, bei Ueberfluthungen der Becken das trübe Wasser zu filtriren, die Hauptmasse des Schlickes vom Becken fern zu halten, wie wir darüber Berichte auch aus anderen Gebieten Afrikas haben. Die Riedgräser selbst aber sterben auch ab; sie enthalten in ihren Membranen Kieselsäure, die in allerleichtesten Flöckchen und Theilchen im Verein mit

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

organischer Substanz doch in die Becken gelangt. Es ist mir nicht gelungen, in botanischen Lehrbüchern Angaben über die Schicksale der Kieselsäure in abgestorbenen Pflanzentheilen zu finden; irgendwo muss sie doch bleiben oder im festen oder gelösten Zustande hingeführt werden. Von den Diatomeen allein kennen wir den Verbleib der Kieselsäure, und Diatomeen werden wohl auch hier bei der Bildung und Umbildung des Salzpelites eine Rolle gespielt haben, wenngleich ich sie in ihm nicht mehr nachweisen konnte. In den Kalahari-Kalken aber habe ich sie gefunden, wie weiter unten erwähnt werden wird. Ich bin also der Meinung, dass in den Salzpfannen ein an Kieselsäure vegetabilischen Ursprungs reicher Schlick abgelagert wurde, der ebenso reich war an Kalkstaub und der auch organische Substanz in Menge enthielt. Ein bedeutender Theil des Schlickes mag aber auch gar nicht durch Wasser an Ort und Stelle transportirt worden sein, sondern vielmehr eingewehter Staub, ein äolisches Sediment sein.

21. Kohlensaure Alkalien konnte ich in dem Salzpelit nicht nachweisen, er enthält vielmehr nur $NaCl$ und $MgSO^4$. Der Ursprung dieser Salze wird auf dieselbe Weise zu erklären sein, wie der Salzgehalt von Binnenseen — so viel oder so wenig wir davon eigentlich wissen. Hier in diesem Falle dem Ursprung der Magnesiasalze besonders nachzuforschen, würde ein eitles Unternehmen sein. Allein es ist wohl denkbar, dass diese Salze, Chlornatrium und Magnesiumsulfat und vielleicht jetzt nicht mehr vorhandene Alkalicarbonate, im Verein mit Kieselsäure in mehr oder minder leicht löslicher Form und im Verein mit organischer, humoser Substanz im Stande gewesen sind, aus dem Schlick das wasserhaltige Natron-Magnesia-Thonerde-Silicat zu erzeugen. In wie weit hierbei auch noch klimatische und meteorologische Verhältnisse in Frage kommen könnten, entzieht sich vorläufig jeder Beurtheilung. Nach Allem, was mir Herr Dr. Passarge mitgetheilt hat, entsteht der Salzpelit jetzt nicht mehr, er ist entstanden in der allerjüngsten Vergangenheit.

22. Die Entstehung der brecciösen Structur des Salzpelites bietet der Erklärung keine besonderen Schwierigkeiten. Bei periodischer Trockenlegung wird der sich bildende Salzpelit von Spalten durchzogen werden, zu deren Vermehrung und Erweiterung auskrystallisirende Salze noch das Ihrige beitragen: die Breccien sind nicht durch Gebirgsbewegung entstanden, nicht zusammengeschwemmt, sondern eine Bildung in situ bei der Entstehung der Massen selbst.

23. In dem Salzpelit sind aber wahrscheinlich die Bildungsvorgänge mit der Entstehung des Silicates doch noch gar nicht abgeschlossen; es finden noch weitere chemische Processe statt, bei denen Kieselsäure in Bewegung geräth, in Trockenperioden capillar aufsteigt und eine Verkieselung der oberflächlichsten Partien herbeiführt, die Bildung der Kruste verursacht. Die Sonne und die Thiere zerstückeln die sich bildende Kruste, deren Bruchstücke immer wieder von Neuem verkittet werden.

Kieselsäure organischen Ursprungs und ihr Transport bei Gegenwart von Salzen verschiedener Art und organischer, etwa humoser Substanzen, dazu in anderen Fällen Verschleppung dieser Reagentien durch Sicker- und Quellwasser — das sind die Factoren, die in der nördlichen Kalahari das Phänomen der Verkieselung hervorgerufen haben. Geysirphänomene kommen durchaus nicht in Frage.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

II. Kalahari-Kalk.

24. Die jungen Kalahari-Kalke sind mürbe bis ganz feste und harte Gesteine von dichter Structur und hellen bis hellbraunen Farben. Die festen Kalksteine zeigen im Dünnschliff meist fleckige Beschaffenheit durch Herausbildung von Stellen mit etwas gröber krystallinem Korn. Die mikrochemische Analyse wies in einigen Vorkommnissen einen geringen und bedeutungslosen Gehalt an Magnesia nach. Beim Auflösen in verdünnter kalter Salzsäure bleiben übrig feiner Sand, Thon und stets auch Flocken von organischer Substanz. Es wurden nur einige wenige Vorkommnisse untersucht, in mehreren aber doch im Lösungsrückstand Spongillen-Nadeln und Diatomeen, meist in Bruchstücken, in nicht unbeträchtlicher Menge nachgewiesen. Die Diatomeen werden von anderer Seite bestimmt werden. Mit Ausnahme der Oolithkörner enthält also der Kalahari-Kalk alle Bestandtheile, die für das supponirte Substrat des Salzpelites angesetzt wurden, wenn vielleicht auch in anderen Mengenverhältnissen.

Die Kalahari-Kalke haben schon makroskopische Eigenthümlichkeiten der Structur, die dazu führen, diese Kalksteine wesentlich als Kalksinterbildungen in Binnengewässern aufzufassen, als Kalksteine terrestrischen, phytogenen Ursprungs. Diese Auffassung genauer zu begründen, muss an dieser Stelle unterlassen werden.

25. Hier ist es für den Gegenstand der Abhandlung nur von Bedeutung, dass in einem Vorkommniss von Kalahari-Kalk auch der Beginn der Verkieselung mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte. Es ist das der Kalahari-Kalk von der Pfanne Kauganna, östlich von Gam, also westlich vom Ngami-See in der Nähe der Grenze von Deutsch-Süd-West-Afrika. Dieser Kalkstein zeigt in typischer Weise Kalksinterringe von bis 1 cm Durchmesser, innerhalb deren sich zum Theil ein fast ganz sandfreier Kalk vorfindet, während die Masse zwischen den Ringen an Sand sehr reich ist. Stellenweise ist nun an Stelle des Calcites sowohl der Sinterringe wie der innerhalb und ausserhalb derselben befindlichen Gesteinsmasse ein ganz feinkörniger, unreiner Chalcedon getreten mit kleinsten fetzenartigen Relicten des Calcites, Erscheinungen, die weiter unten ausführlicher beschrieben werden sollen. Löst man das Gestein in Salzsäure auf, so bleiben thonreiche Brocken übrig, die leicht zerdrückbar sind. Unter dem Mikroskope findet man in dem in Wasser ausgebreiteten Lösungsrückstand zahlreiche zackig-faserige Aggregate, die Chalcedon sind. Die Bestimmung dieser in kochender concentrirter Salzsäure unlöslichen Aggregate als Chalcedon ergiebt sich aus analogen Verhältnissen in anderen Gesteinen. Die Art der Verkieselung in diesem Kalahari-Kalk ist überhaupt durchaus analog der anderer Kalksteine, weshalb hier nicht weiter darauf eingegangen zu werden braucht.

III. Botletle-Schichten.

A. Methoden der Untersuchung.

26. Die Gesteine der Botletle-Schichten und die aller übrigen Schichtensysteme wurden in Dünnschliffen auf ihre Zusammensetzung und Structur untersucht. Es wurden gegen 350 Schliffe von den verschiedenen Hand-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

stücken angefertigt, ausser von denen, die schon makroskopisch mit Sicherheit die Identität mit anderen Stücken von demselben Fundpunkte erkennen liessen. Es stellte sich aber heraus, dass diese mikroskopische Untersuchung in sehr vielen Fällen zur Erkennung der wahren Sachlage nicht genügte. Zunächst ist es wie bekannt bei den dichten Carbonatgesteinen nicht möglich, unter dem Mikroskope Kalkspath und Dolomit zu unterscheiden; hier, wo es sich meist nur um kleinste Körnchen dieser Mineralien handelt, versagen alle formalen und structurellen Verhältnisse, die man zum Anhalte nehmen möchte. Dann aber verdecken die Carbonspäthe durch ihre starke Doppelbrechung sehr häufig allen Gehalt an Thon und vor Allem auch allen feinvertheilten Chalcedon. Wo es nöthig schien, wurden besondere Dünnschliffe von solchen Kalksteinen angefertigt; die fertig geschliffenen Präparate wurden dann entkalkt, d. h. der Kalkspath wurde langsam durch kalte verdünnte Salzsäure aufgelöst. Verfährt man hierbei behutsam, so kann man ein solches entkalktes Präparat auch auswässern, ohne dass bei den Proceduren irgend wie die Lagerung und der Zusammenhang der unlöslichen Partikeln gestört wird. Das trocken gewordene Präparat wird dann zur Hälfte mit einer Lösung von hartgekochtem Canadabalsam in Chloroform mit einem weichen Pinsel vorsichtig überstrichen. Ist der Lösungsrückstand auf der Canadabalsamschicht sehr gering oder augenscheinlich sehr locker, so lässt man einen Tropfen der Canadabalsamlösung aus dem Pinsel darauf fallen. In jedem Falle ist es nöthig, entkalkte Kalksteinpräparate frei und mit Canadabalsam bedeckt zu untersuchen.

27. Aus allen Schichtensystemen wurden zusammen 135 Proben mikrochemisch untersucht zur Entscheidung, ob Kalkstein oder Dolomit vorliegt. Mit der Untersuchung des Lösungsrückstandes unter dem Mikroskope und mit allen Vorbereitungen nimmt jede Probe ungefähr 20 Minuten in Anspruch, auch wenn 10 bis 20 Proben auf einmal bearbeitet werden. Man schlägt sich kleine Stückchen von etwa 20 bis 30 mm^3, womöglich in Form flacher Scherbchen und möglichst gleich gross von den verschiedenen zu untersuchenden Gesteinen. Diese Stückchen und ihre Lösungen werden ferner stets mit denselben vorbereiteten Reagentien und mit gleich grossen Mengen derselben behandelt, so dass man die Vorgänge mit einander vergleichen kann. Während der Ausführung der Untersuchung wurden sofort die Beobachtungen bei jeder Probe auf einem besonderen Zettel notirt.

Die Stückchen Carbonatgestein wurden in ein Reagenzgläschen gelegt, das zu einem Viertel mit ungefähr 20procentiger kalter Salzsäure gefüllt war. Kalkstein und Dolomit unterscheiden sich dann nur zum Theil durch die Art der Entwickelung der Kohlensäure; es kann auch ein normaler Dolomit in solcher Salzsäure stark aufbrausen, und es kann ein Kalkstein, der reichlich Thon oder feinvertheilten Chalcedon enthält, nur ganz schwache Kohlensäure-Entwickelung aufweisen. Nach der Beobachtung der Einwirkung der kalten Salzsäure wurde diese einmal oder mehrmals bis zum anhaltenden Kochen erhitzt, bis möglichst alle Kohlensäure ausgetrieben war. Die Lösung in dem Reagenzgläschen wurde nun verdünnt bis zur Ausfüllung des Gläschens. Zu einem Tröpfchen dieser verdünnten Lösung auf einem Objectträger wurde dann ein Tröpfchen eines ziemlich verdünnten Gemisches von 50 % Ammoniak, 25 % einer Lösung Natriumphosphat und 25 % einer Lösung von Ammoniumoxalat gebracht. Man muss sich den besten Concentrationsgrad des Reagenzes durch Vorversuche mit Calcit

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

und Dolomit ermitteln. Stehen Lösung und Reagenz in bestem Verhältniss zu einander, dann geht die Reaction auf Kalk beim Fallenlassen des Reagenztropfens augenblicklich und bis zur völligen Ausfällung des Calciumoxalates in den bekannten winzigsten, eine zusammenhängende Haut bildenden Körnchen vor sich. Das Ammonium-Magnesium-Phosphat scheidet sich langsamer ab, doch ist auch diese Reaction in 2 bis 3 Minuten beendet. Die Krystallgruppen des sich bildenden Magnesiumsalzes sind ihrer Form nach abhängig von dem Concentrationsgrade der angewandten Lösungen, in jedem Falle aber höchst charakteristisch und von dem Kalkniederschlag leicht zu unterscheiden. Man wird durch diese Reactionen nicht nur leicht Kalkstein und Dolomit unterscheiden können, sondern auch genügend den Gehalt an Magnesia in mehr oder minder dolomitischen Kalksteinen zu bestimmen im Stande sein.

Ein etwaiger Lösungsrückstand der Proben wurde nun gleich weiter untersucht; es kommt darauf an, ob die Probe eine klare oder trübe Lösung giebt, ob das Stückchen seine Form unverändert beibehält oder in Brocken zerfällt, ob der Rest hart ist oder mehr oder minder leicht zerdrückbar. Pulveriger oder zerdrückter Rückstand wurde stets in Wasser auf dem Objectträger unter dem Mikroskope untersucht; in vielen Fällen aber wurde ein besonders beachtenswerther Lösungsrückstand auch noch nach dem Auswaschen mit Alkohol in Canadabalsam unter Deckglas untersucht.

B. Gesteinsreihen.

28. Es erwies sich bei der Untersuchung und für die Schilderung als nöthig, die Gesteine der Botletle-Schichten und die von Passarge als Pfannen-Sandsteine bezeichneten Vorkommnisse gemeinsam zu behandeln; ich muss es Herrn Dr. Passarge überlassen, auf Grund meiner ihm zur Verfügung gestellten Einzeldiagnosen unter Berücksichtigung des Vorkommens und der Lagerung zu entscheiden, ob durchgreifende Unterschiede zwischen den Gesteinen der beiden Stufen bestehen. Ich vereinige also diese Vorkommnisse unter der Bezeichnung der Botletle-Gesteine. Es wurden 90 sicher zu diesen Schichtensystemen gehörige Gesteine von ungefähr 20 Localitäten untersucht, die sich über das ganze grosse Gebiet vertheilen. Regionale Unterschiede zwischen den Vorkommnissen konnten in geringem Grade festgestellt werden, aber irgend welche Schlüsse daraus auf genetische Verhältnisse zu ziehen, bin ich nicht im Stande gewesen. Deshalb kann ich es auch unterlassen, die einzelnen Localitäten namhaft zu machen, die man ja doch vorläufig noch auf keiner Karte aufsuchen kann. Wie von Herrn Dr. Passarge ein häufiger und schneller Wechsel in der mineralischen Zusammensetzung der Botletle-Gesteine im Grossen beobachtet werden konnte, so wechseln sie auch im Kleinen, im Handstück und sogar im einzelnen Dünnschliff; mehrfach zeigte ein und dasselbe Präparat zwei bis drei ganz verschiedene Structuren und Verhältnisse der Gemengtheile zu einander.

Die Botletle-Gesteine zerfallen in die zwei genetisch getrennten Typen der sandigen Kalksteine und der Chalcedon-Sandsteine, die im Grossen und Ganzen auch den geologischen Abtheilungen der Pfannen-Sandsteine und der eigentlichen Botletle-Schichten zu entsprechen scheinen.

29. Als Typus der sandigen Kalksteine müssen alle diejenigen sehr verschiedenen Gesteine zusammengefasst werden, die primär mehr

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

oder minder kalkreiche Sandsteine und sandige bis reine Kalksteine sind oder waren. Die Gesteine treten jetzt auf als seit ihrer Ablagerung wesentlich unverändert oder als durch hydatogene Metamorphose verändert. Die Veränderungsvorgänge sind die der Dolomitisirung und der Verkieselung, Vorgänge, die einzeln auftreten oder zusammen und dann augenscheinlich doch von einander unabhängig. Es ist allerdings ungemein schwierig, sich hier ein Urtheil zu bilden; ich will auch nur sagen, dass ich im Laufe der Untersuchungen zu der Vorstellung gekommen bin, dass im Wesentlichen eine Dolomitisirung vor der Verkieselung eingetreten ist, ohne dass irgend wie ein geologisch grosser Zeitraum zwischen den beiden Vorgängen gelegen ist. Beide Vorgänge könnten also auch als geologisch gleichzeitig aufgefasst werden; sie sind aber vor Allem von einander unabhängig in ihrem Auftreten.

Die Dolomitisirung befällt die Gesteine so, dass der kohlensaure Kalk nur zum Theil in Dolomit umgewandelt wird, oder dass alles oder fast alles Calciumcarbonat in Dolomit übergeht. Von 50 mikrochemisch untersuchten Proben ergaben 25 nur Calcium, 9 erwiesen sich als mehr oder minder magnesiumhaltig, und in 16 Proben war der Gehalt an Magnesium so hoch, dass das Gestein einfach als Dolomit zu bezeichnen ist, ohne damit das Vorhandensein von geringen Mengen von reinem magnesiafreien Calciumcarbonat in Abrede stellen zu wollen.

Die zweite Veränderung dieses Typus der Botletle-Gesteine, die Verkieselung, ist die, dass in ihnen Calcit und Dolomit in Chalcedon verschiedener Art umgewandelt sind, ein Vorgang, der von einer Spur von Verkieselung bis zur völligen Verkieselung und Verdrängung alles Carbonates durch Kieselsäure fortschreiten kann. Dieser Vorgang soll als Verkieselung bezeichnet werden. Hierbei wird diese Bezeichnung in engerem Sinne gebraucht als in dem Titel der Abhandlung; doch wird dadurch ein Irrthum nicht veranlasst werden.

Zu dem Typus der sandigen Kalksteine gehören auch Vorkommnisse, die eine scheinbare oder echte brecciöse Structur besitzen. Die scheinbar brecciöse Structur wird entweder durch primär sehr ungleichmässig vertheilten und rasch wechselnden Sandgehalt verursacht oder durch ungleichmässig eingetretene Verkieselung. Es ist bisweilen gar nicht leicht, diese scheinbar brecciösen Gesteine im Handstück von den wirklich brecciösen zu unterscheiden. Die echten Breccien aber haben alle eine solche Zusammensetzung und Structur, dass die Breccienbildung auch in situ, ohne Gebirgsbewegung und ohne Zusammenschwemmung in ganz analoger Weise wie bei dem Salzpelit und seiner Kruste vor sich gegangen sein muss.

30. Der Typus der Chalcedon-Sandsteine umfasst Gesteine mit einem Chalcedoncement, von dem an Structur und Art des Auftretens nicht nachweisbar ist, dass es pseudomorph, authigen secundär, an Stelle von Carbonat getreten ist. Hier ist der Chalcedon authigen primär wohl in lockere Sande eingedrungen, diese erst zu einem festen Gestein machend. Dieser Vorgang soll hier von dem der Verkieselung im engeren Sinne als Einkieselung unterschieden werden. Für einen entfernt ähnlichen Vorgang bei der Entstehung der Kohlengesteine hat W. v. Gümbel das Wort Inkohlung gebildet gehabt, das den Vorgang knapp und klar bezeichnet, aber doch sprachlich unrichtig gebildet ist. Das neue Wort Einkieselung ist nach Analogie mit einseifen, einfetten u. s. w. gebildet. Eine scharfe Unterscheidung von Verkieselung und Einkieselung ergab sich mir im Laufe der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Untersuchung; erst als diese beiden Vorgänge als zwei ganz verschiedene Arten der Imprägnation mit Kieselsäure aus einander gehalten wurden, kam Klarheit in die Bestimmung der Natur der Gesteine der verschiedenen Schichtensysteme.

Zu dem Typus der Chalcedon-Sandsteine gehören auch echte Breccien und ferner solche Gesteine, die bei einem reichlichen Gehalt an Brauneisenstein kurz als Eisen-Sandsteine bezeichnet werden können. Einige Vorkommnisse der Chalcedon-Sandsteine, aber auch einige der Kalk-Sandsteine sind als Röhren-Sandsteine entwickelt, d. h. sie sind durchzogen von geraden oder gekrümmten hohlen und mit lockerem Material erfüllten Röhren, die als durch Wurzeln, Schilfstengel und dergleichen verursacht zu erklären sind; genau die gleiche Erscheinung zeigt sich ja auch in jüngeren, lacustren Sandsteinen unserer Gegenden.

31. Die Zahl der petrographisch unterscheidbaren Arten der Botletle-Gesteine ist recht gross; namentlich liefert der Typus der sandigen Kalksteine viel Varietäten, zu deren Bezeichnung nur lange zusammengesetzte Ausdrücke verwendet werden können. Eine recht arge Verirrung würde es sein, wollte man im Bereiche der sedimentären Gesteine der Mode fröhnen, die bei der Beschreibung der Eruptivgesteine im Schwunge ist, wo man womöglich jedem Handstücke einen besonderen „Species"-Namen beizulegen beliebt. Die Botletle-Gesteine gehören genetisch zusammen; es wird nützlich sein, auf kleinem Raume die Varietäten zusammen genannt zu finden, die auf Grund der genauen Untersuchung, aber nicht mit blossem Auge unterschieden werden können. Wahrscheinlich kommen in der nördlichen Kalahari noch andere Varietäten vor, als die sogleich aufzuzählenden, ja man kann annehmen, dass dort alle Varietäten vorkommen, die sich irgend durch die Combination der Begriffe Sand, Kalkstein, Dolomitisirung, Verkieselung, Einkieselung, brecciös, conglomeratisch u. s. w. benennen liessen. Da aber die Bestimmung der einzelnen Vorkommnisse eben nur für die Handstücke gilt, die mir gerade vorlagen, so ist eine genauere Ortsangabe wohl überflüssig; von Bedeutung ist nur die Zahl der Vorkommnisse der unterscheidbaren Varietäten. Es zeigt sich, dass Kalk-Sandstein und Chalcedon-Sandstein am häufigsten als feste primäre Gesteine erscheinen, dass unter den umgewandelten die dolomitisirten seltener sind als die verkieselten. Lockerer Quarzsand und mehr oder minder kalkreicher Sand sind es, die zuerst in Becken oder dergleichen abgelagert worden sind.

I. Gruppe:

1. Kalkstein, Zahl der Vorkommnisse 2,
2. schwach verkieselter Kalkstein 1,
3. schwach verkieselter dolomitischer Kalkstein 1,
4. Dolomit 4.

II. Gruppe:

1. sandiger Kalkstein 1,
2. sandiger dolomitischer Kalkstein 3,
3. halbverkieselter sandiger Dolomit 1,
4. halbverkieselter brecciöser sandiger Kalkstein 5.

III. Gruppe:

1. mürber Sandstein, 3 Vorkommnisse untersucht,
2. Kalk-Sandstein 12,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

3. brecciöser oder conglomeratischer Kalk-Sandstein 6,
4. halbverkieselter Kalk-Sandstein 4,
5. halbverkieselter brecciöser Kalk-Sandstein 1,
6. verkieselte sandige Breccie 1,
7. völlig verkieselter Kalk-Sandstein 6,
8. halbverkieselter dolomitischer Kalk-Sandstein 6,
9. halbverkieselter brecciöser dolomitischer Kalk-Sandstein 1,
10. halbverkieselter Dolomit-Sandstein 1,
11. Dolomit-Sandstein 4,
12. brecciöser oder conglomeratischer Dolomit-Sandstein 4.

IV. Gruppe:

1. Chalcedon-Sandstein 16,
2. Krystall-Sandstein 1,
3. brecciöser Chalcedon-Sandstein 4,
4. Chalcedon-Breccie bis Conglomerat 2,
5. (conglomeratischer) Eisen-Sandstein 1.

C. Gemengtheile.

32. Die Sandkörner in den Botletle-Gesteinen sind stets klein, alle Sandsteine sind als feinkörnig zu bezeichnen. Unter den Sandkörnern waltet der Quarz bei Weitem vor. Die Quarzkörner zeigen durchweg eine Abhängigkeit der Form von der Grösse; die kleinsten Körnchen sind eckig, die mittleren subangular, die grössten stark abgerundet. Im Auftreten dagegen herrscht Regellosigkeit: in manchen Gesteinen sind alle Quarz-Sandkörner gleich gross, in anderen kommen alle Grössen durch einander und ohne jede Sonderung, z. B. nach Lagen, vor. Die Quarz-Sandkörner enthalten oft reichliche und zum Theil grosse Flüssigkeitseinschlüsse, seltener sind die bekannten dünnen opaken Nadeln; es hat den Anschein, dass Granite und Gneisse das Sand-Material geliefert haben. Unter den selteneren Feldspath-Sandkörnern wurden nur Orthoklas und Mikroklin gefunden; Gesteinspartikeln als Sandkörner sind auch nur selten und spärlich vorhanden. Dagegen ist noch besonders hervorzuheben das Vorkommen von „Flint"-Sandkörnern, von Körnern von verkieseltem Ngamikalk (siehe weiter unten). Hieran schliessen sich Fetzen und Bruchstücke von feinkörnigem Chalcedon und Gerölle davon. Es ist bisweilen recht schwer zu entscheiden, ob grössere Stücke solcher Kieselgesteine wirklich Gerölle sind oder nur Bruchstücke, da es wohl denkbar ist, dass unter der Tropensonne von Kieseln Stücke abgesprengt werden, so dass runde Kerne übrig bleiben. Doch kommen hier in den Botletle-Gesteinen auch unverkennbare Rollkiesel vor.

33. Im Allgemeinen enthalten die Botletle-Gesteine nur wenig Thon, der überdies im Dünnschliff meist nicht als solcher erkennbar ist, denn im Kalkspath und im Dolomit verschwindet er durch die starke Doppelbrechung dieser Substanzen, und im Chalcedon ist er in Folge der Zusammensetzung desselben aus kleinen Theilchen auch nur sehr schwer und unsicher zu erkennen. Beim Auflösen von carbonathaltigen Gesteinen in Salzsäure kommt aber der Thon zum Vorschein: als „Thon" gelten dann die unbestimmbar winzigen Stäubchen, deren Verschiedenartigkeit man zum Theil erkennen kann, über deren mineralische Beschaffenheit sich aber weiter nichts aussagen lässt. Leider ist es auch nicht möglich, die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

für genetische Verhältnisse wichtige Frage zu entscheiden, ob vielleicht in dem Thon, wenigstens in den nicht metamorphosirten Kalkgesteinen, organogene freie Kieselsäure in feinster Vertheilung vorhanden ist.

34. Eisenhydroxyd als Brauneisenstein und vielleicht in manchen Fällen Eisenglanz ist in den Botletle-Gesteinen meist nur spärlich vorhanden; seine Menge variirt selbst im einzelnen Handstück, so dass auch einmal kleine Stellen mit reinem Eisen-Bindemittel neben sonst anders beschaffenem Bindemittel vorkommen können. Tritt Brauneisenstein in etwas grösserer Menge auf, so liebt er es, die Quarz-Sandkörner zu umhüllen, oder er erscheint in Fetzen zwischen Chalcedon- oder Calcitkörnern. Als vorherrschendes Cement im Eisen-Sandstein wird das Brauneisenerz im Dünnschliff mit kräftig rothbrauner Farbe durchscheinend; durch chemische Analyse wurde in solchem Brauneisenerz eine nicht unbeträchtliche Menge von Kieselsäure nachgewiesen, die im Dünnschliff nicht als solche hervortritt. Nur selten erscheint Eisenhydroxyd als jüngste Ablagerung in Poren der Gesteine.

35. Bei der Entstehung der Botletle-Gesteine hat sich augenscheinlich zuerst dichter Kalkspath als Bindemittel oder als Gestein gebildet, der also aus allerwinzigsten, kaum unterscheidbaren Körnchen von Calcit besteht. Auch bei aller Umänderung bleibt der Kalk immer doch noch mikroskopisch feinkörnig, namentlich treten in diesen jungen Gesteinen niemals so grosse, von anderen Gesteinsgemengtheilen erfüllte Calcitindividuen auf wie in den älteren Kalksteinen der Ngami-Schichten. Sehr bald ist in den Botletle-Gesteinen der dichte Kalk theilweise bis ganz krystallinisch geworden, d. h. die Componenten des Calcitaggregates sind so gross geworden, dass sie mikroskopisch einzeln deutlich unterschieden werden können. Diese Erscheinung zeigt sich ja in unendlich vielen makroskopisch dichten Kalksteinen; hier in den Botletle-Gesteinen ist es besonders beachtenswerth, dass bei dem Krystallinischwerden des Kalkes öfter runde dichte Partien von geringem Durchmesser übrig bleiben, die dem Dünnschliff eine scheinbar oolithische Structur verleihen können oder Anlass geben, organische Gestalten wie etwa Foraminiferen zu vermuthen.

Man kann behaupten, dass dieser Vorgang des Krystallinischwerdens des Calcites erst durch ähnliche Reagentien bewirkt worden ist, wie sie auch bei der Dolomitisirung in Frage kommen. Abgesehen davon, dass der Dolomit stets mikroskopisch-körnig, nicht dicht, erscheint, besteht kein durchgreifendes Kennzeichen, das gestattete, Calcit von Dolomit u. d. M. zu unterscheiden; allenfalls ist noch für Dolomit charakteristisch das Vorkommen einer äusserst gleichmässigen, mikroskopisch feinkörnigen Structur in grösseren Partien. Recht sonderbar ist beim Calcit wie beim Dolomit das Auftreten einer Structur, die ich nicht besser denn als „plastisch"-körnig bezeichnen kann: die einzelnen Körner heben sich deutlich von einander ab, sie scheinen alle rundliche Conturen zu besitzen, und doch steckt zwischen ihnen keine andere Substanz als eben wieder Carbonat. Haben nun solche Körner des Aggregates nicht kugelige, sondern etwa walzenförmige Gestalt, so erscheint eine Structur, die man nur als ein Geflecht bezeichnen kann. (Vergl. hierzu die Abbildung eines solchen völlig verkieselten Geflechtes Taf. III, Fig. 1).

Mit dem Krystallinischwerden des Calcites und andererseits mit seiner Umwandlung in Dolomit geht Hand in Hand die Bildung von schlecht bis sehr gut und scharf ausgebildeten Rhomboederchen von mikro-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

skopischen Dimensionen, die aber auch gelegentlich relativ gross werden können. Rhomboeder von Calcit und von Dolomit sind u. d. M. nicht von einander zu unterscheiden; es kann auf Zufall beruhen, dass in den untersuchten Gesteinen nur von Dolomit Rhomboeder auftreten, die durch einen Kern und zum Theil durch Anwachszonen ausgezeichnet sind. Poren und Thon sind hier wohl die die Structur verursachenden Elemente. Solche Rhomboeder mit Kern kommen vereinzelt vor, oder sie bilden auch die Hauptmasse des Gesteins, wie in dem der Abbildung Taf. III, Fig. 5 zu Grunde liegenden Vorkommniss von der Pfanne Garu, nordwestlich von Gam.

Die Dolomitisirung kann eine im Dünnschliff hervortretende scheinbar brecciöse Structur erzeugen.

Wird der Calcit oder Dolomit in Chalcedon umgewandelt, so bleiben bisweilen sehr charakteristische fetzenartig zerrissene und zerlappte Partikeln davon übrig, die im Chalcedon regellos vertheilt die eingetretene Verkieselung ganz besonders leicht kenntlich machen. Solche „Relicte" von Carbonat können aber auch mehr geschlossene Formen, wie die rundlicher oder gestreckter Körner besitzen. E. Geinitz hat in seiner Abhandlung „Studien über Mineralpseudomorphosen" im Neuen Jahrbuch für Mineralogie 1876, S. 449 bei der Beschreibung der Pseudomorphosen von Chalcedon nach Kalkspath die Auffassung vertreten, dass solche Partikeln von Kalkspath dort doch eine Neubildung seien. Ich glaube auch, dass die Relicte nicht direct die Reste des ehemaligen Calcites sind ohne Umwandlung oder Umlagerung der Molekeln etwa; aber die Substanz des Carbonates ist eben nicht von aussen hinzugeführt worden, sondern ein Rest des Carbonates, das sonst in Chalcedon pseudomorphosirt ist. Dass aber das Carbonat auch gewiss in molekularer Umlagerung im Chalcedon erscheint, geht schon daraus hervor, dass Calcit und Dolomit auch in kleinsten Partikeln und auch in winzigen Rhomboedern im Chalcedon auftreten.

Als secundär kann derjenige Kalkspath bezeichnet werden, der in kleinen Adern und öfters das Centrum von Poren ausfüllend auftritt; er erscheint meist in viel grösseren Körnern, als in der Gesteinsmasse selbst.

36. Die Erscheinungsweise des Chalcedons und anderer Modificationen der Kieselsäure, die als Stoff der Verkieselung und der Einkieselung auftritt, ist dieselbe in allen Gesteinen der nördlichen Kalahari, welchem Niveau sie auch angehören. Es ist deshalb zweckmässig, an dieser Stelle zusammenfassend Alles anzugeben, was über die Substanz, die im Allgemeinen als Chalcedon zu bezeichnen ist, auszusagen ist. Die Kieselsäure tritt auf als amorpher Opal, als Chalcedon, als Quarz, aber mit so allmählichen Uebergängen, dass es oft nicht möglich ist anzugeben, ob die vorliegende Substanz noch Opal oder schon Chalcedon, ob sie noch Chalcedon oder schon Quarz zu nennen ist. Man könnte wohl behaupten, dass sich amorpher Opal bei schnellem Absatz der Kieselsäure bildet, Chalcedon bei langsamerem und endlich Quarz bei sehr langsamer Zuführung der Kieselsäure in stärkerer Verdünnung. Aber abgesehen davon, dass sich auch ein verschiedener Intensitätsgrad der Metamorphosirung der Gesteine geltend macht, so möchte man in manchen Fällen Andeutungen dafür finden, dass Opal im Laufe der Zeit in Chalcedon, der Chalcedon in Quarz übergehen kann durch Umlagerung der Molekeln und durch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Ausstossung der Wasser-Molekeln. Meines Wissens kennt man bisher weder Opal noch Chalcedon, von dem sich nachweisen liesse, dass er älter ist, als etwa die obere Kreideformation.

In den Gesteinen der nördlichen Kalahari findet sich mehrfach der Chalcedon auch in grösseren Massen und grösseren Stücken; vielfach erscheint er in den Gesteinen, kleine Poren und zum Theil kleine Spalten und Schmitze fast oder ganz erfüllend. Ist er nur allgemein fein vertheilt im Gestein vorhanden, dann verleiht er demselben meist, nicht immer, einen bald schwächeren bald stärkeren Glasglanz auf frischen Bruchflächen; welche Varietät von Kieselsäure dann aber in dem Gestein enthalten ist, lässt sich makroskopisch nicht bestimmen.

37. Die Kieselsäure tritt seltener auf als meist wasserklarer Opal oder Hyalit, vollkommen isotrop auch in den besten Präparaten und bei stärkster Beleuchtung. Entweder findet sich der Opal in Säumen von etwa 0,01 bis 0,02 mm Breite um Sandkörner und andere Bestandtheile der Gesteine sich herumschmiegend, oder in kleinen unregelmässig gestalteten Partien. Die Säume von Opal sind entweder ganz homogen oder aus einzelnen feinsten Lagen zusammengesetzt, die sich mehr oder minder deutlich von einander abheben. Die Trennung einzelner Lagen von Opal von einander wird wohl durch Anhäufungen winzigster Poren verursacht. Im auffallenden Lichte glaubt man auch sonst eine Trübung des Opals auf Poren zurückführen zu können; ist die Trübung stark, dann liegt keine Möglichkeit mehr vor zu entscheiden, ob die Masse noch isotrop ist. In den unregelmässig gestalteten Partien von Opal, die z. B. mitten in anderer Kieselmasse liegen, sieht man ihn namentlich bei starker Vergrösserung von feinen Linien, wohl von Sprüngen durchzogen: der Opal zeigt körnigen Zerfall, wie man sich ausdrücken kann. Die Abbildung Taf. II, Fig. 5 zeigt namentlich in ihrer mittleren Partie die Erscheinung sehr deutlich; die Abbildung Taf. II, Fig. 6 zeigt dieselbe Stelle zwischen gekreuzten Nicols: der Rand der Opalmasse hat ziemlich kräftige Doppelbrechung und Zerfall in faserige Bestandtheile, während im zerstreuten Lichte isotroper Opal und sein doppelbrechender Rand von einander durchaus nicht zu trennen sind; letzterer hat sich augenscheinlich im Laufe der Zeit aus dem Opal entwickelt.

Zwischen gekreuzten Nicols zeigen die Säume von Opal bisweilen stellenweise auch eine ganz schwache Aufhellung: der Opal ist schwach doppelbrechend geworden. So kommt es vor, das zwischen völlig isotropen Lagen von Opal in Säumen sich eine Lage mit schwacher Doppelbrechung einstellt, ein Uebergang von Opal in Chalcedon. Auch sonst kann man Massen von Kieselsäure finden, die zwar die Structur des gemeinen Chalcedons besitzen, aber nur sehr schwache Doppelbrechung aufweisen. Dazu gehören ferner Massen von fein vertheilter Kieselsäure, die erst in entkalkten Dünnschliffen zum Vorschein kommen und in Bezug auf ihr optisches Verhalten erst geprüft werden können, wenn der entkalkte Schliff mit Canadabalsam bedeckt wird. Solche Kieselmassen bleiben aber auch dann noch oft schwer mit Sicherheit erkennbar, während im einfachen Dünnschliff eines zum Theil verkieselten Kalksteins gar nichts von ihnen zu sehen ist.

38. Diese schwach doppelbrechende Kieselsäure führt vom Opal hinüber zu dem Chalcedon, der zunächst einmal in seiner typisch faserig-büscheligen Ausbildungsweise auftritt. Da es sich fast immer um kleine Räume handelt, in denen der Chalcedon sich ablagern konnte, so sind seine Fasern auch niemals so lang, wie manchmal in den grossen Chalcedon-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

massen in grossen Drusen und auf Klüften. Kugelförmige Aggregate, manchmal etwas grösser, meist recht klein, mit gutem, scharfem Interferenzkreuz, wurden nur ausnahmsweise beobachtet. Meist erscheint der faserige Chalcedon in Büscheln, also körperlich in Kegeln, die in bekannter Weise neben einander zu Lagen angeordnet sind. Auffällig war nur das Auftreten von isolirten Chalcedonkegeln von kräftiger Doppelbrechung mitten in völlig amorphem Opal. Auch hier, vergleiche die Abbildung Taf. IV, Fig. 1, erhält man durchaus den Eindruck, dass sich der Chalcedon secundär im Opal entwickelt hat.

Die Büschel von Chalcedon gruppiren sich auch in schmäleren bis breiteren Säumen, die oft im zerstreuten Licht durchaus nicht von Opal zu unterscheiden sind; sie zeigen sich auch ebenso aus z. B. 6 bis 8 Lagen aufgebaut wie der Opal. Ein solcher Chalcedon mit durch die Büschel hindurchgehenden Lagen ist dann also gleich dem Achat in mikroskopischem Massstabe. Man kann hier also etwa den Ausdruck Mikroachat verwenden. Als ein Uebergang von Chalcedon in Quarz ist es dagegen anzusehen, wenn ein zwischen gekreuzten Nicols feinfaserig und stark divergentstrahlig erscheinender Chalcedon sich im zerstreuten Licht aus 12 bis 14 Lagen aufgebaut erweist, die durch allerfeinste Linien von einander getrennt sind von zackigem, Krystallspitzen entsprechendem Verlauf wie beim Festungsachat oder beim Amethyst (vergl. hierzu E. Geinitz l. c.).

Ausser dem feinfaserigen Chalcedon erscheint nun aber auch mehr oder minder grobstengeliger Chalcedon, bei dem die Stengel noch ebenso nach einem Centrum convergiren wie beim feinfaserigen, während man doch schon leichter die einzelnen Constituenten des Aggregates von einander unterscheiden und um so leichter in ihrem optischen Verhalten prüfen kann, je gröber — immer in mikroskopischem Massstabe — sie sind. Da zeigt sich denn, dass die einzeln unterscheidbaren Stengel eine undulöse Auslöschung zwischen gekreuzten Nicols besitzen, als wären sie aus nicht erkennbaren, submikroskopischen Faserbüscheln aufgebaut. In anderen Fällen kann man aber bei den einzelnen Chalcedonstengeln auch ganz homogene Auslöschung constatiren.

39. Querschnitte solchen grobstengeligen Chalcedones erscheinen im Dünnschliff als grobkörniger Chalcedon; doch dürfte auch wirklich Chalcedon vorkommen, der aus Aggregaten von gröberen Körnern, nicht aus Stengeln besteht. In sehr auffälliger Weise sind in solchem grobkörnigen Chalcedon die Grenzen der Körner im zerstreuten Lichte oft gar nicht oder nur mit Mühe zu erkennen. Die einzelnen Körner löschen undulös oder homogen aus; in letzterem Falle ist immer noch ein Unterschied von Quarz festzustellen, erstens durch das Vorkommen von charakteristischen Einschlüssen, wie sie in anderen Arten des Chalcedons auftreten, zweitens durch die schwächere Lichtbrechung des Chalcedons im Verhältniss zum Quarz. Aber alle solche Kennzeichen können auch völlig versagen; es giebt keine scharfe Grenze zwischen einem körnigen Chalcedon-Aggregat und einem Quarzkorn-Aggregat. Ich habe mich im Laufe der Untersuchung mit den Ausdrücken „fast Opal“ und „fast Quarz“ für solche Uebergangsstufen zu behelfen versucht, möchte aber diese unbeholfenen Ausdrücke nicht weiter verwenden. Dass aber auch „echter“ Quarz als Endglied der ganzen Reihe erscheint, ist ganz unzweifelhaft.

40. In ziemlich bedeutendem Gegensatz gegen den mikroskopisch grobkörnigen Chalcedon steht der ganz feinkörnige Chalcedon. Mit

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

recht grosser Sicherheit kann man behaupten, dass bei der Umwandlung von Carbonspath in Kieselsäure eine Beimengung von Thon die Herausbildung von klarem, deutlich faserigem oder stengeligem Chalcedon verhindert. Es tritt dann der Chalcedon in zum Theil äusserst feinkörnigen Aggregaten auf, deren Elemente wahrscheinlich kleinste Büschel sind. Solche Massen können scheinbar, in Folge der Dicke der Präparate, eine sehr schwache Einwirkung auf polarisirtes Licht aufweisen. Wo aber die Körnchen bei starker Vergrösserung noch gut prüfbar sind, zeigt sich ausnahmslos ungleichmässige undulöse Auslöschung. Im zerstreuten Licht können Stellen von recht feinkörnigem und dabei reinem Chalcedon eine gewisse Aehnlichkeit mit Tridymit-Aggregaten haben, ohne dass dabei natürlich an wirklichen Tridymit zu denken ist.

41. Opal und Chalcedon können sich unmittelbar mit scharfer Grenze an die Quarz-Sandkörner ansetzen. Nicht selten aber schliesst sich die neu hinzugeführte Kieselsäure als Quarz mit paralleler Lagerung der Molekeln an die vorhandenen Quarzkörner an, diese ausheilend. Da kann dann eine Lage um die Quarzkörner vorhanden sein, die gegen diese genau dieselbe Auslöschungsrichtung, genau dieselbe Stärke der Doppelbrechung besitzt, während sie nach aussen hin in Körner mit undulöser Auslöschung, in Chalcedon-Aggregate übergeht. In anderen Fällen tragen die Quarz-Sandkörner eine dünne Hülle von unzählig vielen Krystallspitzen in der Richtung der Hauptaxe, von kurzen geradlinig begrenzten Theilchen in der Prismenzone; es haben sich also viele authigene Subindividuen an das allothigene Quarzkorn angesetzt, und das optische Verhalten zeigt auch hier, dass die Substanz wirklich Quarz, nicht Chalcedon ist. Die Abbildung Taf. II, Fig. 4 zeigt solche Krystallspitzen an dem Korn in der Mitte in besonders grossem Massstabe.

Recht interessant ist eine Erscheinung in dem einzigen Krystall-Sandstein zu nennenden Gestein der Botletle-Schichten vom Massarwa-Thal an der Südseite des Ngami-Sees. Hier sind alle Quarze mehr oder minder gut mit gleichmässigen Conturen zu Krystallen ausgeheilt, aber der ausheilende Quarz zeigt oft gekrümmte Anwachsstreifen etwa parallel den Conturen des Sandkornes im schärfsten Gegensatz gegen den oben erwähnten stark divergent-büscheligen Chalcedon mit zackig geradlinigen Anwachsstreifen. Die Abbildung Taf. IV, Fig. 4 zeigt diese nur bei gewisser Beleuchtung hervortretenden Anwachsstreifen auf das Deutlichste. Das Quarz-Sandkorn und die ausheilende Krystallspitze zeigen genau dieselbe Interferenzfarbe und völlig homogene Auslöschung zwischen gekreuzten Nicols; die Sichtbarkeit der Anwachsstreifen muss auf minimalen Unterschieden beruhen. Aber macht nicht das Ganze wieder den Eindruck, als wäre der ausheilende Quarz einst als amorpher Opal abgelagert worden?

42. Der Chalcedon ist öfters feinporös, denn wohl nur als Poren sind die feinsten Pünktchen zu deuten, die im auffallenden Licht weiss, im durchfallenden dunkel erscheinen. Recht charakteristisch für den Chalcedon ist es auch, dass feinere und gröbere Poren in Flocken, an Stellen in grösserer Anzahl erscheinen. Relativ grosse Poren sind ausgezeichnet durch ihre unregelmässigen eckigen Conturen, wodurch sie sich lebhaft auch von den am sonderbarsten gestalteten Poren z. B. in Granit-Quarzen unterscheiden. Durch eine grosse Anzahl winziger Poren wird der Chalcedon im auffallenden Licht milchig weiss, eine Erscheinung, die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

nur selten beobachtet wurde. Die Armuth oder der Reichthum an verschiedenartigen Poren in wesentlich aus Chalcedon bestehenden Massen kann die Ursache einer makroskopisch im Handstück wie im Dünnschliff auffallenden Fleckigkeit sein.

43. In den verschiedenen Gesteinen der nördlichen Kalahari zeigt sich die authigene Kieselsäure bald nur in einer einzigen Ausbildungsweise, bald in mehreren Varietäten, die meist wie verschiedene Generationen nach einander zur Ablagerung gelangt sind. Diese verschiedenen Folgen von „Chalcedon", wie wir kurz sagen wollen, können durch scharfe Grenzen von einander geschieden sein; sie können aber auch in schnellem Uebergang mit verschwimmenden Grenzen mit einander verbunden sein. Die Grenzen sind dann manchmal im zerstreuten Licht, manchmal gerade zwischen gekreuzten Nicols verschwommen; es tritt z. B. der Fall ein, dass eine im zerstreuten Lichte ganz homogene Masse im polarisirten Lichte in einen Kern von völlig amorphem Opal und eine Rinde von kräftig polarisirendem Chalcedon zerfällt, vergl. oben S. 76 und Taf. II, Fig. 5 und 6. Solche Erscheinungen geben immer wieder der Vorstellung Nahrung, dass die einzelnen Varietäten des Chalcedons auch im Laufe der Zeit in einander übergehen können in der Richtung auf Entstehung von Quarz. Unzweifelhaft aber ist hier der oft so schnell zu Hülfe herbeigezogene Gebirgsdruck, die sogenannte Dynamometamorphose, ganz unschuldig an undulöser Auslöschung des Quarzes. Es liegt dann eben kein Quarz vor, sondern ein dem Quarz nahekommender Chalcedon. Aeltere Freiberger Geologen haben z. B. von wasserhaltigem Quarz auf den Erzgängen gesprochen; neuere Untersuchungen liegen darüber noch nicht vor.

Für die Verbindung der Varietäten des Chalcedons unter einander wäre noch die ziemlich häufige Erscheinung zu erwähnen, dass grössere Partien von feinkörnigem Chalcedon von einem unregelmässigen Netzwerk von grobkörnigerem durchzogen zu sein pflegen.

44. Die bisher besprochenen Verhältnisse beziehen sich auf reinen und farblosen Chalcedon. Es kommt daneben, aber doch seltener, auch ein homogener lichtgelb gefärbter Chalcedon vor, der z. B. auch kleinkörnig und dabei mit tridymitähnlichem Habitus erscheinen kann. Gewöhnlicher ist das Vorkommen einer gelblichen, faserig-streifigen Masse, die doch auch Chalcedon, von einer Spur von Eisenoxyd gefärbt, sein muss. In diesem Chalcedon sind niemals Büschel von Fasern vorhanden, die faserigen Elemente sind vielmehr in verschiedener Weise mit einander verflochten, meist mit striemig-streifiger Anordnung; einzelne Fasern treten beim Drehen des Präparates zwischen gekreuzten Nicols in verschiedenen Richtungen besonders hell hervor, und doch kann man im zerstreuten Lichte auch bei starker Vergrösserung und guter Beleuchtung keine fremden Elemente unterscheiden. Eisenhaltig ist die Substanz gewiss, ob auch noch andere chemische Bestandtheile darin vorhanden sind, lässt sich nicht entscheiden.

45. Dagegen tritt auch wirklich Sericit, winzige Partikelchen eines faserigen Glimmers, als Verunreinigung des Chalcedons auf; er ist recht wohl von den Theilchen des Chalcedons zu unterscheiden, doch muss der Nachweis der Sericit-Natur dieser Elemente auf weiter unten verschoben werden. Thon als Verunreinigung des Chalcedons ist als solcher u. d. M. nicht erkennbar, es sind nur Vermuthungen über seine gelegentliche Anwesenheit möglich. Dagegen ist im Chalcedon stets leicht zu er-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

kennen jedes auch noch so winzige Partikelchen von Calcit oder Dolomit. Diese liegen in allen Arten der authigenen Kieselsäure vom amorphen Opal bis zum Quarz. Sehr oft haben dabei Calcit und Dolomit die Form von mehr oder minder scharfen Rhomboedern. Chalcedon und Carbonspäthe erscheinen in allen Zwischenstufen gemischt vom reinen Chalcedon bis zum reinen Carbonspath. Herrscht aber der Carbonspath stark vor, dann ist der Chalcedon u. d. M. oft schwer aufzufinden; erst in dem Lösungsrückstande findet man dann höchst charakteristische Chalcedon-Skelette, die lebhaft an Lithistiden-Skelette erinnern können. Seltener wurde im Lösungsrückstande der Chalcedon in faserig-zackigen porösen Aggregaten gefunden; auch das seltene Vorkommen von einzelnen an die Quarz-Sandkörner angewachsenen Fasern und Zacken von Chalcedon konnte nur im Lösungsrückstande nachgewiesen werden.

46. Eine besonders beachtenswerthe Erscheinungsweise des Chalcedons ist nun noch das Vorkommen von Pseudomorphosen von Chalcedon nach Calcit oder Dolomit in mehr oder minder scharfen Rhomboedern von mikroskopischen Dimensionen im Gesteinsgewebe. Dabei kann der Chalcedon auftreten als feinkörnige Masse, mit faserig-büscheliger Structur, körnig mit undulöser Auslöschung der einzelnen Körner, endlich als einheitliches Korn mit homogener Auslöschung, also quarzähnlich. Diese Pseudomorphosen sind oft wesentliche Hülfsmittel für die Erkennung der eingetretenen Verkieselung, sie werden daher noch mehrfach bei den Gesteinen der einzelnen Schichtensysteme zu erwähnen sein. Es mag hier nur noch auf die Abbildungen Taf. III, Fig. 5 und Taf. IV, Fig. 3 hingewiesen werden.

47. In der Mehrzahl der mikrochemisch untersuchten Gesteine der Botletle-Schichten zeigte sich beim Auflösen derselben in verdünnter Salzsäure ebenso ein Gehalt an organischer Substanz wie im Kalahari-Kalk. Es scheiden sich beim Auflösen leichte Flocken von heller Farbe ab, die sich in der Lösung meist schnell zu Boden setzen, weil sie Thon enthalten. Bei einigen Gesteinen, die sich leicht schon in kalter verdünnter Salzsäure lösen, wurde im Lösungsrückstand die organische Substanz auch als eine Hülle um Quarz-Sandkörner vorgefunden. Die Verbrennbarkeit der Flocken und damit ihre Natur als organische Substanz weist man am leichtesten nach, wenn man den Lösungsrückstand im Uhrglas mit Alkohol auswäscht und die feuchte Masse, in der die Flocken doch zu oberst liegen, anzündet; beim Abbrennen des Alkohols verglimmen dann die Flocken mit einem Ueberrest von Thon. Solche organische Substanz, dem Gewichte nach offenbar eine sehr geringe Menge, kommt sowohl in kalkigen wie in dolomitischen, in den härtesten wie in mürberen Gesteinen vor.

Die Schalen von Gastropoden, die in einigen wenigen Gesteinen vorhanden waren, sind für die vorliegende Untersuchung weiter nicht von Bedeutung; verkieselte Schalen wurden nicht gefunden.

Es mag noch an dieser Stelle erwähnt werden, dass Chlornatrium in einem mürben Sandsteine chemisch in reichlicher Menge nachgewiesen werden konnte in Uebereinstimmung mit der Angabe des Herrn Dr. Passarge. Sonst wurde nach dem Vorhandensein etwa von Spuren von NaCl als ziemlich selbstverständlich gar nicht erst gesucht.

D. Structur.

48. Bei der Entstehung von Sandsteinen aus Ablagerungen von lockerem Sande spielt das sogenannte Porenvolumen der letzteren eine bedeutende

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Rolle. Die leeren Räume zwischen den Sandkörnern werden bei der Entstehung der Sandsteine oft durch ein besonderes Bindemittel ausgefüllt, dessen Menge dem Rauminhalt nach z. B. also gleich dem des Porenvolumens des abgelagerten Sandes sein kann. Da aber ein fester Sandstein immer noch porös sein kann, so empfiehlt es sich, bei der Beschreibung der mikroskopischen Structur von Sandsteinen den Unterschied festzuhalten zwischen Interstitien und Poren. Interstitien mögen die Räume zwischen den einzelnen allothigenen gröberen und feineren Körnern der Sandsteine und ähnlicher Gesteine genannt werden im Gegensatz zu den Poren, die bei der Verfestigung der Sandsteine in den Interstitien unausgefüllt übrig bleiben können. Im lockeren Sand ist also das Interstitialvolumen gleich dem Porenvolumen; es nähert sich dem möglichen Maximum umsomehr, je gleichmässiger gross und je mehr kugelförmig die allothigenen Körner sind. Im festen Sandstein kann nun aber das Volumen des Bindemittels grösser sein, als das Interstitialvolumen des primären körnigen Sedimentes zum Beispiel schon dadurch, dass mit den Quarz-Sandkörnern zugleich Kalkschlamm in grosser Menge zum Absatz gelangte. In einem sandreichen Kalkstein ist also nach der hier vorgeschlagenen Nomenclatur das Bindemittelvolumen, das Interstitialvolumen sehr gross.

Für die Sandsteine der Botletle-Schichten ist es nun in hohem Grade charakteristisch, dass in allen Vorkommnissen, sowohl von Kalk- und Dolomit-Sandsteinen, wie in den verkieselten Sandsteinen und in den Chalcedon-Sandsteinen, das Interstitialvolumen sehr gross ist. Dieses Verhältniss zeigt sich in einfachster Weise darin, dass die Sandkörner sich in den Gesteinen im Allgemeinen, einzelne Punkte natürlich ausgenommen, nicht berühren, sondern Bindemittel zwischen sich haben. Man kann das Verhältniss nur ungenau so ausdrücken, dass man sagt, das Bindemittel herrsche vor den Sandkörnern vor; das kommt auch vor, aber eben nur dann, wenn das Interstitialvolumen ganz besonders gross ist, eine Erscheinung, die bei den Botletle-Sandsteinen, die in mehr oder minder reine Kalksteine oder Dolomite übergehen, natürlich auch vorkommt.

Porös aber sind die Sandsteine der Botletle-Schichten wohl in allen Fällen nur dadurch geworden, dass bei der Verkieselung ein Theil des Cementes weggeführt wurde und dass bei der Einkieselung Theile der Interstitien unausgefüllt blieben.

49. Bei der Besprechung von Kalkspath und Dolomit in 35. ist schon die Structur der zu dem Typus der sandigen Kalksteine gehörigen primären Calcitgesteine und ihrer mehr oder minder dolomitisirten Varietäten genügend mit berücksichtigt worden, da die allothigenen Sandkörner, regellos vertheilt und wie im vorhergehenden Abschnitt erwähnt sich niemals berührend, keine weiteren allgemein beachtenswerthen structurellen Erscheinungen verursachen. Nur das mag noch erwähnt werden, dass in einigen wenigen Vorkommnissen die Sandkörner zunächst von radial gestellten kurzen Stengeln von Kalkspath umgeben werden, die bei der Umkrystallisation des Kalkcementes diese Anordnung erhalten haben. Solche Calcitsäume haben eine grosse Aehnlichkeit mit Chalcedonsäumen.

Die dolomitischen Gesteine haben keine wesentlich andere Structur als die Calcitgesteine.

In den verkieselten Gesteinen erscheint der Chalcedon in den Dünnschliffen an der Stelle der Carbonspäthe, er hat sie verdrängt. Man

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

möchte mit einem etwas krassen aber doch bezeichnenden Ausdruck sagen, in manchen Fällen hat der Chalcedon den Carbonspath aufgefressen. Man findet kleine Partien von reinem Chalcedon, die sich nach aussen in die Carbonspäthe verlieren; diese Partien sind in anderen Vorkommnissen grösser, in einigen wenigen ist eine völlige Verkieselung eingetreten; in letzterem Falle kann nur die Structur des Chalcedons, der Vergleich mit nur stark verkieselten Gesteinen die Auffassung rechtfertigen, dass man es mit verkieselten und nicht mit eingekieselten Gesteinen zu thun hat. Bei der Verkieselung bleiben bald Relicte von Carbonspath übrig, bald vermisst man sie. Im ersteren Falle kann sich auch eine völlige Umlagerung der Carbonate einstellen, und das Bindemittel eines solchen Gesteins ist dann, vielleicht nur an einzelnen Stellen, ein sehr feinkörniges und schwankendes Gemisch von Calcit-(Dolomit-)Körnchen und Chalcedonkörnchen, das unter dem Mikroskop schwer, aber doch noch an den dünnsten Rändern der Präparate auflösbar ist; die bedeutenden Unterschiede in der Doppelbrechung erleichtern die Trennung der beiden Substanzen. Ist aber nur wenig Chalcedon gleichmässig im Carbonspathgemenge vertheilt, dann wird man ihn durchaus nur im Lösungsrückstand in skelettartig durchbrochenen Partikeln, selten in zackigen Aggregaten auffinden.

Wo der Chalcedon in grösserer Partie sich dem Carbonspath nähert, da löst sich letzterer meist in einzelne Körnchen auf, von denen dann einige schon ganz in Chalcedon eingebettet sind, während andere noch mit der primären Carbonatmasse direct zusammenhängen, dabei aber eine etwas andere Form aufweisen als die Körnchen der letzteren. Gar nicht selten ragen von den unumgewandelten Carbonatpartien Krystallspitzen in den Chalcedon hinein; Calcit und Dolomit sind auch in diesen Krystallspitzen nicht von einander zu unterscheiden, und namentlich ist es sicher nicht blos der Dolomit, der solche Spitzen bildet.

Solche Structuren lehren, dass bei der Verkieselung erst der Carbonspath molekulare Umlagerung erleidet und dann in Chalcedon pseudomorphosirt wird. Dieser Verlauf wird noch dadurch nachgewiesen, dass — in den Botletle-Gesteinen allerdings nur ausnahmsweise — auch Pseudomorphosen von Chalcedon in scharfer Rhomboederform auftreten, und dass ferner auch Partien mit so auffälliger Structur wie die eines „plastisch"-körnigen Calcit-Aggregates völlig in Chalcedon metamorphosirt, man darf sagen pseudomorphosirt worden sind.

50. In den verkieselten Botletle-Gesteinen erscheint in den einzelnen Vorkommnissen meist nur eine Art von Chalcedon, und zwar fein- bis feinstkörniger. Dieses Verhältniss erleichtert auch die Erkennung der Verkieselung in völlig verkieselten Gesteinen. In anderen Vorkommnissen können sich auch zwei Generationen von Chalcedon zeigen, die durch ihre Korngrösse oder durch ihre Einschlüsse von einander verschieden sind. So findet sich öfters ein stark poröser Chalcedon zunächst um die Quarzkörner, ohne aber dass diese regelmässig oder ganz von ihm umhüllt werden. Man muss sich beiläufig bemerkt hüten, solchen im auffallenden Lichte weissen, im durchfallenden Lichte trüben Chalcedon mit einem Chalcedon-Calcit-Gemisch zu verwechseln. In den Chalcedonmassen kann man auch Opal im Centrum derselben finden, oder es liegen umgekehrt doppelbrechende Chalcedonpartien im Opal; die Structuren sind eben so verschieden, dass eine erschöpfende Beschreibung nicht gegeben

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

werden kann. Aber niemals finden wir in den verkieselten Gesteinen scharfe Säume von Chalcedon-Varietäten um die Sandkörner; treten diese doch gelegentlich in irgend einer Weise in geringer Menge auf, dann muss man hier ausser der Verkieselung auch noch eine später eingetretene Einkieselung annehmen; zeigt es sich doch, dass bei der Verkieselung grössere Poren im Centrum der Interstitien übrig bleiben können.

Dadurch, dass die Verkieselung meist von einzelnen wenig von einander entfernten Punkten ausgeht, kann ein ganz oder stark verkieseltes Gestein ein kleinfleckiges Aussehen erlangen, das im Handstück entfernt an oolithische Structur erinnert. Auch ein an Brauneisenerz reiches, wahrscheinlich aber dabei auch stets kieselhaltiges Bindemittel stellt sich öfters in kleinen Partien, Flecken erzeugend, ein.

Es ist noch besonders hervorzuheben, dass verschiedene Structuren in verkieselten Gesteinen neben einander vorkommen. So zeigte ein halbverkieselter, stark dolomitischer Kalk-Sandstein von Pompi am Botletle in einem und demselben mikroskopisch stark fleckigen Präparat folgende drei verschiedene Ausbildungsweisen des Bindemittels: 1. dichter Carbonspath (Calcit?) mit Chalcedon im Centrum; 2. Chalcedon mit Carbonspath (Dolomit?) im Centrum; 3. sehr feinkörniges schwankendes Gemisch von Chalcedon und Carbonspath.

51. Bei ungefähr dem vierten Theile aller Botletle-Gesteine, die von Carbonspäthen völlig frei sind, waren die Erscheinungen der Verkieselung nicht nachweisbar; ihr Kieselcement muss durch Einkieselung entstanden sein. In diesen Gesteinen, Typus der Chalcedon-Sandsteine, erscheinen in buntem Wechsel alle Arten von Kiesel vom amorphen Opal bis zum „echten" Quarz und zwar meist zwei Arten zugleich; einartige Kieselmasse kommt nur ausnahmsweise vor. Charakteristisch für die eingekieselten Gesteine ist das häufige Vorkommen von Säumen um die Sandkörner und zwar, wie hervorgehoben werden muss, um alle Sandkörner einzeln, wie das die Abbildung Taf. II, Fig. 1 zeigt. Die Säume heben die Quarzkörner oft sehr scharf von dem übrigen, anders struirten Bindemittel ab und bestehen bald aus Opal, bald aus verschiedenartigem Chalcedon; eine gesetzmässige Aufeinanderfolge der Kieselvarietäten ist nicht zu erkennen. Sandkörner mit Säumen und einem weiteren Kieselcement zwischen sich stellen die genauen Analoga der Ringel- oder Sphärenerze dar. Zu dieser Erscheinung gehört auch das Auftreten von ausheilendem Quarz um die Sandkörner in schmaler continuirlicher Lage oder, aber nur selten, in zahllosen Krystall-Subindividuen. Meist ist die Ausheilung in den Botletle-Gesteinen nur wenig stark entwickelt, doch steigert sie sich in einem Falle bis zur Herausbildung eines Gesteines vom Massarwa-Thal an der Südseite des Ngami-Sees, das nach dem mikroskopischen Befunde nur als Krystall-Sandstein bezeichnet werden kann; in ihm schliessen sich die Quarzkörner sämmtlich mit Ausheilung polyedrisch an einander wie in einem Quarzit. Die gekrümmten Ausheilungszonen wurden oben S. 78 erwähnt. Das Gestein hat kleine Poren, ist sonst von hohlen bis 1 cm starken unregelmässigen Röhren durchzogen, zeigt aber keine Spur von Opal oder Chalcedon.

Ein Staub von Eisenhydroxyd im Chalcedon oder eine dünne oder stärkere Hülle von Eisenhydroxyd um Quarzkörner kommt auch bisweilen in diesen eingekieselten Gesteinen vor.

52. Die eingekieselten Gesteine sind immer, wie schon aus der oben S. 73 gegebenen Aufzählung der Varietäten hervorgeht, typische Sandsteine.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Das Cement ist niemals in vorherrschender Menge vorhanden, aber aus dem Vorkommen von Säumen um die Sandkörner geht schon hervor, dass oft, sogar meist, das Porenvolumen des primären Sandes in den mannigfaltigsten Abstufungen von dem Interstitialvolumen der festen Sandsteine übertroffen wird. Bei den zum Vergleich herbeigezogenen Ringelerzen kann man ja die Entstehung nur so erklären, dass die auskrystallisirenden Gangmineralien die Bruchstücke des Nebengesteins allmählich von einander entfernt haben. Zu derselben Auffassung nöthigt uns auch die Structur der eingekieselten Botletle-Sandsteine; die fertigen Sandsteine haben ein grösseres Volumen, als die primären Sandablagerungen. Hiernach könnte man erwarten, dass solche Chalcedon-Sandsteine entweder bald nach der Ablagerung der Sande entstanden sind, oder dass sie vor der Einkieselung nicht von anderen mächtigen Massen überlagert worden sind. Ich kann hier leider keine genügende Auskunft geben, da Herr Dr. Passarge noch nicht in der Lage gewesen ist, meine Bestimmungen der einzelnen Gesteine mit seinen Beobachtungen in der Kalahari zusammenzustellen. Nur soviel weiss ich, dass die eingekieselten Chalcedon-Sandsteine bisweilen nur Massen innerhalb von lockeren Sandsteinen bilden. Andererseits werden wir bei den Reñaka-Gesteinen, die auch Chalcedon-Sandsteine sind, eine auffällige Verschiedenheit der Structur finden, die auf den Druck überlagernder Massen zurückzuführen ist.

53. Breccien und Conglomerate gehören ihrer Zusammensetzung und ihrem Vorkommen nach zu einem der bereits besprochenen Typen, aber sie geben doch noch Anlass zu einer besonderen Erwägung. Mit Sicherheit kann man zunächst angeben, dass die grösseren Gesteinsstücke in diesen Gesteinen sowohl bei der Verkieselung als auch bei der Einkieselung in Mitleidenschaft gezogen worden sind. So sind Stücke rothen Mergelkalkes in ihrer äusseren Partie ärmer geworden an Eisenhydroxyd, Aederchen von Chalcedon gehen als Fortsetzungen des Bindemittels des ganzen Gesteins in die grösseren Stücke hinein, Gerölle von Chalcedonmasse zeigen eine innere concentrische Lage, die im Schliff trübe und milchig, also porös ist, während die äusserste Partie klarer durchscheinend, also wohl noch weiter von Kieselmasse imprägnirt ist. Aber eben diese Gerölle sind doch schon als wenigstens vorherrschend aus Chalcedon bestehende Massen zur Ablagerung gelangt. Ferner treten mehrfach Bruchstücke von dem älteren Ngami-Kalkstein in den Botletle-Gesteinen auf, die theilweise oder völlig ganz in der Art verkieselt sind, wie es beim anstehenden Ngami-Kalk vorkommt. Darnach will es scheinen, dass die Phänomene der Verkieselung und Einkieselung nicht nur in einem Zeitraume, nicht nur einmal stattgefunden haben, sondern entweder in mehreren Perioden oder längere Zeit hindurch. Es musste doch auch schon erwähnt werden, dass gelegentlich und in geringerem Masse bei den verkieselten Gesteinen auch die Erscheinungen der Einkieselung, und zwar diese immer als spätere Phänomene, vorkommen. Auch weiter unten werden noch Verhältnisse zu erwähnen sein, die gleichfalls für zwei Perioden der Zufuhr von Kieselsäure sprechen. Im vornherein aber kann erklärt werden, dass eine sichere Entscheidung auch weiterhin nicht möglich sein wird; die grossen Verschiedenheiten der Structur werden für diese Frage immer wieder dadurch zum Theil bedeutungslos, dass es sich immer nur wesentlich um eine Substanz, Kieselsäure, handelt. Ueberdies kommen hier speciellere Altersverhältnisse und die genauere Lagerung in Betracht, die ich nicht beurtheilen kann.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

IV. Reñaka-Schichten.

54. Herr Dr. Passarge sah sich bei seinen Aufnahmen am Südufer des Ngami-Sees veranlasst, die liegendsten unter den jungen Sedimenten unter der besonderen Bezeichnung der Reñaka-Schichten zusammenzufassen. Die zunächst darüberliegenden halbverkieselten Dolomit-Sandsteine gehören zu den Typen der Botletle-Gesteine. Die Gesteine der Reñaka-Schichten sind sämmtlich Chalcedon-Sandsteine, von denen weitaus die Mehrzahl im Dünnschliff durch die mikroskopische Untersuchung von den Chalcedon-Sandsteinen der Botletle-Schichten unterschieden werden konnte. Es kommen als Reñaka-Schichten auch mürbe, poröse und also cementarme Sandsteine vor; diese geben aber weiter keinen Anlass zu besonderen Beobachtungen, zumal von ihnen auch nur wenige Proben vorlagen. Wahrscheinlich enthalten auch diese cementarmen Sandsteine ihren Zusammenhalt durch geringe Mengen von Kieselsäure, deren Nachweis u. d. M. kaum möglich ist. Die vorliegenden Sandsteine sind meist sehr spröde und hart, von gleichmässigem Korn und glasig glänzenden Bruchflächen; viele sind kleinfleckig mit in einander verschwimmenden Partien von heller bis bräunlich-violetter Farbe durch verschiedenen Reichthum an Eisenoxyden. Auch drei echte Breccien lagen von den Reñaka-Gesteinen vor; es treten in ihnen scharfkantige bis subangulare Bruchstücke von Chalcedon-Sandstein in einer reichlichen Grundmasse von Chalcedon-Sandstein auf, und immer hat der Chalcedon in den Bruchstücken eine andere Beschaffenheit, als der des Grundmasse-Sandsteins. Es herrscht also dasselbe Verhältniss, wie bei der brecciösen Kruste der Salzpfanne Ntschokutsa; auch die Reñaka-Breccien sind nicht durch Gebirgsbewegungen gebildet, sie zeugen vielmehr nur von einer längeren oder in mehrere Abschnitte zerfallenden Periode der Verkieselung.

55. Die Reñaka-Sandsteine enthalten ganz dieselben allothigenen Quarzkörner wie die Botletle-Gesteine. Dagegen sind ein klein wenig häufiger allothigene Gesteinskörnchen, ein feiner Gesteinsschutt des Liegenden. Dazu gehören auch vereinzelte Körnchen von Epidot. Von den Chalcedon-Varietäten der Reihe Opal bis Quarz kommen als Bindemittel nur gerade diejenigen beiden nicht vor, die in allen Gesteinen der nördlichen Kalahari gern in grösseren Partien erscheinen, nämlich fein- und langfaseriger Chalcedon und solcher mit deutlichen Interferenzkreuzen. Die übrigen Varietäten treten in den einzelnen Vorkommnissen in sehr wechselnden Mengen auf, doch könnte man behaupten, dass Opal relativ spärlich, gelber feinkörniger oder striemig-streifiger Chalcedon verhältnissmässig häufig erscheint. Eisenoxydhydrat, wohl Brauneisenstein, findet sich ebenfalls in wechselnden Mengen, gern Hüllen um die Quarz-Sandkörner bildend.

56. In den Reñaka-Sandsteinen ist das Bindemittel, abgesehen von lockeren besonders cementarmen Vorkommnissen, selten in überreichlicher Menge vorhanden; meist scheint das Cementvolumen dem Interstitialvolumen des primären Sandes an Menge gleichzukommen oder es doch nur wenig zu übertreffen. Damit steht in engem Zusammenhange das Auftreten der authigenen Kieselsäure; es soll versucht werden, hierüber den genetischen Vorgängen, wie sie sich wahrscheinlich abgespielt haben, folgend, zu berichten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

In Anhäufungen lockeren Sandes dringt eine Kieselsäure enthaltende Solution nur spärlich oder in besonders starker Verdünnung ein. Aus der Lösung scheidet sich die Kieselsäure unmittelbar in krystallinischem Zustande als Quarz ab, der sich an die allothigenen Quarzkörner ansetzt, bald in Rinden, bald in zahllosen kleinen Spitzen und Subindividuen; die Bedingungen für diese Verschiedenartigkeit liessen sich nicht erkennen. Die Menge des in dieser Weise ausheilenden Quarzes schwankt sehr, von Spuren, die nur mit Mühe aufzufinden sind, bis zu reichlichen Mengen. Die Neubildung von Quarzsubstanz findet ringsherum um alle Quarzkörner mehr oder minder gleichmässig statt, sie bleibt aber aus, wo auf den Quarz-Sandkörnern Ablagerungen von Brauneisenstein vorhanden waren oder sich vielleicht erst bei dem ersten Zutritt der Kiesellösungen bildeten. Durch die Ausheilung verwachsen vielfach reine Quarz-Sandkörner an den Berührungsstellen so innig, dass sie zwischen gekreuzten Nicols gerade so an diesen Stellen an einander grenzen, wie die Quarzkörner in einem krystallinischen Gestein; die unregelmässige Grenze ist oft im zerstreuten Licht gar nicht zu erkennen. Durch die Verwachsung entstehen Gruppen von zwei und mehreren Körnern, bisweilen kurze Ketten, Formen, die als allothigene Sandkörner unmöglich sind. Die Abbildung Taf. II, Fig. 3 zeigt alle Quarzkörner mit sehr feinzackigen rauhen Conturen und einige durch Ausheilung mit einander verwachsene Sandkörner. Diese Vereinigung von Quarz-Sandkörnern zu Gruppen wurde nur in den Reñaka-Sandsteinen, niemals in den Botletle-Gesteinen gefunden.

Allein die Vereinigung der Quarzkörner konnte nach dem Befunde in einigen Vorkommnissen ausser durch Ausheilung auch noch durch einen anderen Vorgang stattfinden, den ich in meiner Abhandlung „Ueber einen oligocänen Sandsteingang an der Lausitzer Ueberschiebung bei Weinböhla in Sachsen“ (diese Abh. 1897, S. 84) als Verschweissung von Quarzkörnern bezeichnet habe. Es zeigt sich, dass öfters ein Quarzkorn in ein benachbartes eingedrungen ist wie ein Gerölle in ein anderes in der Kalknagelfluh. Die Abbildung Taf. II, Fig. 2 zeigt quer hindurch eine Kette von vier in einander gepressten Körnern ohne Ausheilung. Auch bei den kleinen Sandkörnern findet man meist das Korn oder die Stelle eines Kornes mit kleinerem Krümmungsradius eingedrungen in eine Stelle eines anderen Korns mit grösserem Krümmungsradius; auch hier sind chemische und mechanische Vorgänge in Wechselwirkung getreten. Druck überlagernder Massen und Krystallisationsdruck, der durch das auskrystallisirende Bindemittel erzeugt wird, veranlasst die Erscheinung der Verschweissung. Der Druck wirkt aber nicht nur auf die Berührungsstellen, sondern auch auf die ganzen Körner, die in Folge davon Feldertheilung und undulöse Auslöschung annehmen. Ein unrichtiges Urtheil ist hier gewiss besonders leicht möglich; Feldertheilung und undulöse Auslöschung kann die Substanz der Quarzkörner schon in dem Gestein besessen haben, von dem sie herstammen, und Quarz-Sandkörner mit diesen Eigenschaften finden sich wohl in allen Sandsteinen. Aber in den Reñaka-Sandsteinen ist eben diese Erscheinung besonders häufig, ja sie wurde als besonders auffällig gerade in dem Gestein gefunden, das die stärkste Verschweissung der Quarzkörner erkennen liess.

57. In den Reñaka-Sandsteinen wird die Erkennung der Gruppen von Quarz-Sandkörnern oft noch dadurch erleichtert, dass diese Gruppen sich bei der weiteren Einkieselung wie ein Korn verhalten. Nach der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Bildung des ausheilenden Quarzes, der immer nur in geringer Quantität vorhanden ist, tritt eine Pause ein in der Zufuhr von Lösungen, aus denen sich Kieselsäure abscheiden kann, oder vielleicht nur eine Aenderung der chemischen Zusammensetzung der Lösungen; es scheidet sich nicht mehr Quarz ab, sondern amorpher Opal oder Chalcedon. Oefters tritt diese Generation der Kieselsäure in scharf begrenzten Säumen um die Sandkörner und um die Gruppen von Quarz-Sandkörnern auf, diese letzteren in höchst charakteristischer Weise als Gemengtheil-Einheiten hervorhebend. Bald sind es opal-, bald mikroachatartige Chalcedon-Säume ohne erkennbare Ursache der Verschiedenheit, die diese Structur erzeugen; durch Säume um Gruppen von Körnern unterscheiden sich die Chalcedon-Sandsteine der Reñaka-Schichten lebhaft von denen der Botletle-Schichten. Auf die Säume folgt meist noch eine dritte Generation von Kieselsäure, irgend ein Chalcedon von anderer Structur oder Opal. Andererseits tritt in den Reñaka-Sandsteinen ziemlich häufig in auffallender Weise auch nur eine Art von Chalcedon als Cement auf, z. B. nur sehr feinkörniger und dabei ganz klarer Chalcedon, oder nur grober körniger Chalcedon, oder nur gelber Chalcedon. Dem Absatz dieses einartigen Chalcedons kann Ausheilung der Quarz-Sandkörner vorausgegangen sein oder nicht. Verschiedene Structuren des Cementes in einem und demselben Dünnschliff, z. B. das nur sporadische Auftreten von Säumen, konnten mehrfach beobachtet werden.

Wenn sich aber überhaupt um viele Quarzkörner oder um Gruppen von Quarzkörnern Säume bilden konnten, so muss auch, analog dem Falle bei den eingekieselten Botletle-Gesteinen, eine Volumvergrösserung der Massen bei der Ausscheidung der zweiten Generation von Kieselsäure stattgefunden haben; es ist aber wohl denkbar, dass dieses Phänomen räumlich beschränkt gewesen ist, so dass hieraus kein Widerspruch gegen die Erscheinung der Verschweissung der Quarzkörner zu folgern ist. Die Reñaka-Sandsteine besitzen im Allgemeinen wenig Kieselcement.

58. Bei der Einkieselung konnten in den Centren der Interstitien Poren bleiben, die in einem Falle durch secundären Kalkspath ausgefüllt wurden. Sonst fehlt der Kalkspath den Reñaka-Sandsteinen durchaus und auch Pseudomorphosen von Chalcedon nach einer „plastisch"-körnigen Calcitmasse wurden nur einmal in den Bruchstücken eines brecciösen Chalcedon-Sandsteines gefunden. Es ist doch auch leicht denkbar, dass in den primären Sanden, aus denen die Reñaka-Sandsteine durch Einkieselung entstanden, auch kleinere Partien vorhanden waren mit einem Kalkcement, das dann verkieselt wurde.

59. Höchst auffällig bleibt dabei immer der Unterschied zwischen den Reñaka-Gesteinen und den Botletle-Gesteinen im Grossen; in den ersteren, die ausschliesslich eingekieselte Chalcedon-Sandsteine sind, kommt allein die Verwachsung der Quarz-Sandkörner durch Ausheilung und Verschweissung vor, während unter den Botletle-Gesteinen die primär kalkhaltigen bei Weitem vorwalten und die secundäre Verkieselung eine häufige Erscheinung ist. Die jüngsten Glieder der ganzen vielleicht tertiären Schichtenreihe, die Pfannen-Sandsteine, konnte ich nicht von den Botletle-Gesteinen nach petrographischen Kennzeichen trennen; wohl aber ist die Abtrennung der ältesten Glieder, der Reñaka-Gesteine, möglich. Aber alle diese Gesteine gehören doch zu einer grösseren Einheit zusammen; ihre Entstehung und Metamorphose wird durch die jungen sandigen Kalahari-Kalke und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

den lockeren Kalahari-Sand der Steppe einerseits und die recenten Salzpelite und ihre Kruste andererseits in trefflicher Weise erläutert.

V. Uebergangsgesteine.

60. „Die Deckschichten sind auf der Denudationsfläche des alten Gebirgslandes zur Ablagerung gelangt", so schreibt oben S. 57 Herr Dr. Passarge. Die untersten Deckschichten, die sich unmittelbar auf dem Ausgehenden der älteren Gesteine abgelagert haben, enthalten oft so viel Material von diesen letzteren, dass es bei der petrographischen Untersuchung einigermassen schwer hält, sie mit der unteren Abtheilung, den Reñaka-Schichten, direct zu vereinigen. Dazu kommt noch, dass auch das Grundgebirge selbst in seinem oberflächlichsten Ausgehenden eine andere Art der Metamorphose, andere Phänomene bei der Zufuhr von Kieselsäure aufweisen kann, als die Hauptmasse des Grundgebirges. Ich muss deshalb eine Gruppe der Uebergangsgesteine ausscheiden, die also geologisch entweder zu den Deckschichten oder zu dem Grundgebirge gehören, obwohl die Entscheidung darüber selbst im Felde schwierig sein kann. Wenigstens ergaben sich gerade bei den hier unter dem Namen der Uebergangsgesteine zusammengefassten Vorkommnissen bei meinen Besprechungen mit Herrn Dr. Passarge Meinungsverschiedenheiten über die Zugehörigkeit zu der einen oder anderen Gruppe. Da ein continuirliches Profil durch die oberen Ngami-Schichten am Südufer des Ngami-Sees nicht vorhanden ist, lässt sich die Zusammenfassung etwa eines Dutzends von Vorkommnissen als Uebergangsgesteine wenigstens für die vorliegende Abhandlung rechtfertigen. Sie geben zu einigen wenigen Bemerkungen Anlass.

61. Conglomerate, z. B. Quarzporphyrconglomerate von Tsillinyana am Südufer des Ngami-Sees, die geologisch unzweifelhaft zu den Ngami-Schichten gehören, können eine Menge von ganz besonders reinem Chalcedon zwischen ihren grösseren und kleineren Bestandtheilen enthalten, der bisweilen schon makroskopisch wahrnehmbar ist. Obwohl also die klastischen Bestandtheile nicht selten isolirt im reinen Chalcedon liegen, gehört doch der Chalcedon durchaus nicht etwa der Periode der Ngami-Schichten an, sondern er ist bei der Einkieselung des Gesteins in jüngerer Zeit entstanden. An die Conglomerate schliessen sich dann diejenigen Gesteine an, die als Schutt und Grus von alten Gesteinen mit jungem, meist auch sehr reinem Chalcedon zu deuten sind. Als Uebergangsgesteine sind solche Gesteine deshalb anzuführen, weil in ihnen das alte Gesteinsmaterial, das aufgelockerte, zerklüftete alte Gestein gar keine Aufbereitung erfahren hat; es ist vollständig lockerer, grober Schutt von Kieselmasse durchdrungen worden. Eine dritte Gruppe bilden dann diejenigen Gesteine, die vor der Einkieselung nicht nur zu Schutt, sondern völlig zu Sand aufgelöst worden waren. Hier treten dann dieselben Phänomene auf, wie bei den Deckschichten; Quarzkörner können neuen, ausheilenden Quarz aufweisen, es erscheinen alle Arten von Kieselsäure vom Opal bis zum grobkörnigen Chalcedon, es treten Säume von Kieselsäure von verschiedener Art auf, es können die Partikeln durch die sich verfestigende Kieselsäure von einander entfernt worden sein. Dass dann Zweifel bestehen können, ob man es mit einem Deckgestein oder noch mit einem alten Gestein zu thun hat, ist leicht erklärlich. Schliesslich können aber auch noch feste

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

aber poröse alte Gesteine, z. B. ausgelaugte Kalksandsteine und Grauwacken eingekieselt worden sein, Gesteine also, die ohne eine vorherige Beeinflussung durch die Atmosphärilien unmöglich eingekieselt werden konnten. Dass auch Aederchen und kleine Drusen von Chalcedon in solchen Gesteinen stecken, überrascht nicht weiter.

62. Ist also Einkieselung die herrschende Erscheinung bei diesen Uebergangsgesteinen, so zeigen sich in ihnen doch auch die Phänomene der Verkieselung in ganz derselben Weise, wie bei den alten Gesteinen überall da, wo kohlensaurer Kalk vorhanden war. So sind in solchen hierher gehörigen Conglomeraten und Breccien nicht selten Bruchstücke von verkieseltem Ngami-Kalkstein, die wieder auf den Gedanken bringen, dass zwei getrennte Perioden der Zufuhr von Kieselsäure zu unterscheiden sind, dass die Verkieselung zeitlich der Einkieselung der ganzen Massen vorausgegangen ist. Da es aber wohl denkbar ist, dass bei der Einkieselung vorhandene Kalkstein-Bruchstücke in ganz derselben Weise verkieselt wurden, wie anderswo der anstehende Kalkstein, so liefern auch diese Uebergangsgesteine keinen Anhalt für eine sichere Entscheidung dieser Frage.

VI. Ngami-Schichten südlich und südöstlich vom Ngami-See.

A. Kieselige Grauwacke.

63. Eines der vorherrschenden Gesteine der unteren und der oberen Ngami-Schichten ist die Grauwacke, ein Name, der den betreffenden Gesteinen sowohl nach ihrem Alter wie nach ihren Gemengtheilen und ihrem ganzen Habitus zukommt, wenngleich manche Vorkommnisse mehr einen reinen Quarzsandstein darstellen. In allen diesen Gesteinen herrschen unter den allothigenen Gemengtheilen die Körner von Quarz bedeutend vor. Daneben finden sich aber auch mehr oder minder reichlich namentlich Plagioklas, Epidot und zu Viridit umgewandelte Körnchen, Gemengtheile, die offenbar von basischen Eruptivgesteinen herstammen. Ferner sind allothigene Körner von Gesteinen zu erkennen, z. B. in den Grauwacken der oberen Ngami-Schichten auch Körnchen von Kalkstein.

64. Die Quarz-Sandkörner zeigen in den Grauwacken nun auch die Erscheinungen der Ausheilung, ohne dass diese immer auftritt. Die Quarz-Sandkörner können mit Krystallspitzen oder mit Lagen von Quarz ausgeheilt sein; ganz besonders häufig tritt dabei der Fall ein, dass alle Quarz-Sandkörner so innig mit einander verwachsen sind, oder in so innigem Verbande mit dem gleich zu erwähnenden Cemente stehen, dass das ganze Gestein im Dünnschliff zwischen gekreuzten Nicols den Eindruck eines holokrystallinen Gesteins macht. G. Linck hat zuerst die Aufmerksamkeit auf diese Structur der Grauwacken gelenkt in seiner Abhandlung „Geognostisch-petrographische Beschreibung des Grauwackengebirges von Weiler bei Weissenburg“ in Abhandl. z. geol. Specialkarte von Elsass-Lothringen, Bd. III, 1891, S. 1.

Die „verschwommene Abgrenzung“ der Quarzkörner gegen einander und gegen das Bindemittel lässt sich in den Ngami-Grauwacken mit Sicherheit auf Ausheilungs-Vorgänge zurückführen. Diese Vorgänge sind wesent-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

lich gleich denen in den Deckschichten, sie gehören aber eben alten Zeiten an und haben mit der jungen Verkieselung der Kalahari-Gesteine nichts zu schaffen.

65. Und doch wirkten bei der genaueren Untersuchung der Ngami-Gesteine diese in der Erscheinung ganz gleichen Ausheilungen der Quarze verwirrend, um so mehr, als das Bindemittel dieser Grauwacken erstens oft in überreicher Menge auftritt, und zweitens weil es aus einem Aggregat von Partikelchen besteht, das mit einer feinkörnigen Chalcedonmasse die allergrösste Aehnlichkeit hat. Das Bindemittel erscheint oft in körnerartigen Partien, vielleicht auch eben deshalb, weil die Quarz-Sandkörner sich zunächst durch ausheilenden Quarz zu Gruppen zusammengeschlossen hatten. Die Kieselpartikeln des Bindemittels sind wohl Quarz zu nennen; ist das Bindemittel etwas grobkörniger, so nimmt man in den einzelnen Körnern desselben auch nicht selten undulöse Auslöschung wahr, die wohl auch auf Krystallisationsdruck zurückgeführt werden kann, nicht darauf zurückgeführt zu werden braucht, dass etwa die Quarzkörnchen durch molekulare Umlagerung aus divergent-strahligen Chalcedonkörnern entstanden sind.

Ueberall enthält ferner das Bindemittel der Grauwacken winzige Blättchen und Fäserchen eines glimmerartigen Minerals, das einfach als Sericit bezeichnet werden kann. Etwas grösser waren die Blättchen desselben nur in einem Vorkommniss. Den Sericit werden wir aber merkwürdiger Weise auch in den verkieselten Ngami-Gesteinen in der jungen Kieselmasse wiederfinden.

66. Die Ngami-Grauwacken zeigen gar keine Spuren einer jüngeren hydrochemischen Umwandlung durch Zufuhr von Kieselsäure; in ihnen war eben nichts mehr da weder für eine Verkieselung noch für eine Einkieselung. Durch ihr Bindemittel verlangen die Ngami-Grauwacken ihre specielle Bezeichnung als kieselige Grauwacken; es ist damit möglich, diese alten Gesteine scharf von den jungen Kieselgesteinen getrennt zu halten, mit denen sie merkwürdige Analogien der Structur aufweisen.

B. Kalkstein und Mergel.

67. Die Kalksteine und Mergel der mittleren Ngami-Schichten sind dichte Gesteine von ganz heller bis gelbbrauner, brauner und violetter Farbe; es finden sich darunter ganz reine Kalksteine, mergelige Kalksteine und Mergel. Von 29 mikrochemisch untersuchten Handstücken zeigten nur zwei einen geringen Gehalt an Magnesia, der einen Uebergang zu den Dolomiten dieses Niveaus andeutet. Der Kalkspath zeigt recht oft in diesen mikroskopisch dichten Gesteinen u. d. M. grosse Körner, die, wie schon S. 74 erwähnt, von anderen Gemengtheilen des Gesteins erfüllt sind; dies geht so weit, dass einige Vorkommnisse in den Handstücken grosse, 5—8 mm im Durchmesser haltende, spiegelnde, aber dabei meist gekrümmte Spaltungsflächen des Kalkspaths aufweisen und ganz aus solchen grossen Kalkspath-Individuen bestehen. Diese Kalksteine etwa deshalb grobkörnig zu nennen, will nicht zutreffend erscheinen, denn da gerade sie reich sind an Thon, so bildet in ihnen der Kalkspath gleichsam nur ein in grossen Individuen entwickeltes Cement, aber nicht einen für sich bestehenden Gemengtheil, nach dem die Korngrösse des Gesteins zu bestimmen wäre.

Ein grosser Theil dieser Gesteine ist mergelig, er enthält Sandkörner

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

und Thon. Der Thon ist in einem solchen kalkreichen Gestein kaum nach seinen Bestandtheilen u. d. M. zu bestimmen; in den Lösungsrückständen zeigt er sich bestehend aus feinsten Quarzsplittern, Glimmerblättchen, Eisenhydroxydpartikeln und winzigsten Elementen, die wohl ein Thonerdehydrosilicat sind.

68. Die dichten Ngami-Kalksteine zeigen meistens schon makroskopisch kleine Partien und Schmitzchen von wenigen Millimetern Durchmesser, die aus klarem, kleinkörnigem Calcit bestehen und bald nur spärlich, bald in grösserer Zahl auftreten. Als ein Extrem dieser Herausbildung groben Kornes ist es zu betrachten, wenn einige Vorkommnisse von einem unregelmässigen Geflecht gröberer, meist etwas Eisencarbonat haltiger Adern durchzogen werden. Aber auch in mikroskopischem Massstabe zeigen sich im dichten Kalk kleine, bisweilen auffällig runde Partien von etwas gröberem, klarem Korn in ganz derselben Weise, wie dies bei den Botletle-Gesteinen erwähnt worden ist. Diese Veränderungen haben vielleicht ein hohes Alter und nichts zu thun mit den jüngeren Phänomenen; wahrscheinlich aber können wir als junge Veränderungen des dichten Kalkes die Herausbildung von Rhomboederchen und von radial-strahligen Kalkspathgruppen betrachten, die bei ihrer Entstehung die thonigen, zum Theil eisenreichen Bestandtheile in auffälliger Weise zur Seite drängen. Es wurde schon angeführt, dass die Ngami-Kalksteine öfters unter dem Mikroskope gerade relativ grosse Kalkspathkörner als einheitliches Cement zeigen; in diesen ist regelmässig Thon, Eisenhydroxyd und Quarzsand ganz gleichmässig vertheilt. Die mikroskopisch kleinen Rhomboederchen aber haben sich Platz geschafft im Thon, sie sind concretionäre Gebilde im Thon. Ebenso deutlich ist der seltenere Vorgang, dass radial-strahlige Calcitgruppen, gleichsam grobe Sphärulite, sich Platz geschafft haben; ein eisenreicher mergeliger Kalkstein besteht nur aus solchen Gruppen mit eisenschüssigem Thon als Fülle.

69. Chalcedon erscheint in den Ngami-Kalksteinen zunächst in grosser Menge bei Tsillinyana am Ngami-See, wo die Schichten eine bogenförmige Stauchung erlitten haben und dadurch eine Zertrümmerung; die vorliegenden Handstücke zeigen Bruchstücke von dichtem, gelbem Kalkstein in recht reinem Chalcedon mit klein-sphärulitischer Structur. Die Kalksteinbruchstücke ergaben im Lösungsrückstande kleine Stückchen von Chalcedon-Skeletten. Ausser in diesem Vorkommniss, das bald als Breccie, bald als von Chalcedonadern durchzogener Kalkstein erscheint, findet man den Chalcedon gelegentlich auch in kleinen Schmitzen und in feinen Aederchen schon makroskopisch; u. d. M. bestehen die Aederchen aus einem Gemisch von Calcit und Chalcedon; Calcit-Kryställchen ragen auch von den Seiten in die Chalcedon-Adern hinein, und der Chalcedon seinerseits ist in den Kalkstein eingedrungen.

70. Ein Theil der Ngami-Kalksteine zeigt durch die ganze Masse hin eine Verkieselung, eine Verdrängung des Kalkspathes durch Chalcedon. Es fanden sich einige schwach verkieselte, ein halb verkieselter und zwei stark verkieselte Kalksteine. Mitten im Kalkstein ohne allen Zusammenhang mit Adern treten Stellen von sehr feinkörnigem, schwach polarisirendem Chalcedon auf; in anderen Vorkommnissen kann man den Chalcedon erst im entkalkten Schliff oder im Lösungsrückstande auffinden. Beim Auflösen von Kalkstein-Stückchen bleiben (ausser etwa einem die Lösung trübenden Staube) Stückchen übrig mit ziemlich bedeutendem Zusammenhalt;

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

die beim Zerdrücken auf dem Objectträger knirschen. Der halb verkieselte Kalkstein mit einem geringen Gehalt an Magnesia zeigt u. d. M. einen mittelkörnigen, gleichmässig mit Kalkspathkörnern und länglichen Fetzen von Kalkspath erfüllten Chalcedon, der auch einige Glimmerblättchen enthält. Die Fetzen von Kalkspath geben sich zum Theil wenigstens zu erkennen als Kerne von Pseudomorphosen von Chalcedon nach Kalkspath, wie denn auch im zerstreuten Lichte ganz aus Chalcedon bestehende Pseudomorphosen hervortreten, die sich zwischen gekreuzten Nicols nicht von der übrigen Chalcedonmasse abheben. Pseudomorphosen nach Rhomboedern wurden auch in anderen Vorkommnissen, z. Th. auch in Gesellschaft von nicht veränderten Kalkspath-Rhomboedern aufgefunden. Ein Gestein ergab sich als ein völlig verkieselter eisenschüssiger, stark mergeliger Kalkstein; er hat kleine Poren von gerade solcher Form und Vertheilung, wie sie sonst die makroskopisch sichtbaren Schmitzchen von gröberem Kalkspath aufweisen.

71. Auch die Mergel sind zum Theil verkieselt; in einem Handstück zeigte ein stark eisenschüssiger schiefriger Mergel eine jaspisartige, etwa 1,5 cm mächtige Lage, die sich durch ihre unregelmässigen, die Schichtung durchquerenden Conturen als eine secundär verkieselte Masse erwies; im Schliff verdeckt auch hier noch der Kalkspath stark den Chalcedon, der erst im entkalkten Schliff neben den zahlreichen allothigenen Quarzsplittern hervortritt.

72. Zwei Handstücke eines 3,5 cm mächtigen Ganges von dunkelbraunem Chalcedon bestehen aus grossen, meist grobfaserigen Sphäruliten, die in den centralen Partien von feinem Eisenhydroxydstaub erfüllt und von einander durch zwischengeklemmte blätterige Fetzen von Brauneisenstein getrennt sind. Es hat den Anschein, dass dieser Gang nichts anderes ist als ein verkieselter, in Chalcedon umgewandelter Gang von körnigem, Eisencarbonat haltigem Kalkspath.

C. Dolomit.

73. Nur zwei Vorkommnisse aus den mittleren Ngami-Schichten am Südufer des Ngami-Sees erwiesen sich bei der mikrochemischen Untersuchung als so reich an Magnesia, dass sie als Dolomit bezeichnet werden müssen. Beide Vorkommnisse von Sepote's Dorf sind aber auch in recht beachtenswerther Weise völlige Analoga zweier eben deshalb vorhin und S. 91 beschriebener Kalksteine. Das eine ist ein von grobem Netzwerk von Chalcedon durchzogener Dolomit. Der Chalcedon des Netzwerkes ist sehr rein und zeigt ausser staubartigen Poren nur etwas Eisenerz; er hat schönste grosse Sphärulite im Gemisch mit grobkörniger, fast quarzartiger Masse: im zerstreuten Licht ist von der ganzen Structur recht wenig zu sehen. Der Dolomit liegt im Chalcedon in allerkleinsten bis in grossen Bruchstücken; in die kleinsten ist der Chalcedon stark, in die grossen nur wenig eingedrungen; im Lösungsrückstande der letzteren findet man Chalcedon-Skelette und Pseudomorphosen nach Kalkspath in Rhomboedern: dieser Chalcedon enthält auch noch Carbonatkörnchen als Zeugen seiner pseudomorphen Entstehung.

Das andere Vorkommniss ist ein halb verkieselter Dolomit, der im Handstück grau und verschwommen dunkelfleckig ist und täuschend ähnlich dem vorhin erwähnten halb verkieselten Kalkstein aussieht. Im Schliff

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

liegen kleine Dolomitkörnchen und Kryställchen um alle Brocken einer aus Dolomit und Chalcedon bestehenden Masse, die durch grobkörnigen reinen Chalcedon verkittet sind; die Brocken sind die Reste des Carbonatgesteins in situ, nicht etwa brecciöse Theilchen; in ihnen sind Partien von sehr feinkörnigem Chalcedon mit Partien von feinkörnigem Dolomit durchmengt.

D. Contactmetamorpher, granathaltiger Kalkstein.

74. In der Reñaka-Bucht am Südufer des Ngami-Sees haben Aphanitgänge den von ihnen durchbrochenen Kalkstein der mittleren Ngami-Schichten metamorphosirt. Die Contactmetamorphose hat makroskopisch wahrnehmbare Veränderungen in dem Kalkstein kaum hervorgerufen, so dass es Herrn Dr. Passarge in diesem Falle ganz unmöglich war, sie im Felde zu beachten. Trotzdem liegen glücklicher Weise sieben Handstücke vor, von denen eines ein granathaltiger Kalkstein, ein anderes ein halb verkieseltes und die übrigen fünf völlig verkieselte solche Contactgesteine sind. Sie liefern den handgreiflichen und unwiderlegbaren Beweis, dass die Vorgänge der Verkieselung und Einkieselung als jüngere secundäre Phänomene in der nördlichen Kalahari aufzufassen sind. Stammen die Handstücke auch nicht von einem continuirlichen Profil, sondern von verschiedenen Stellen her, so lassen sie doch in ihrer Gesammtheit alle eingetretenen Veränderungen mit völliger Sicherheit verfolgen; es können deshalb die Erscheinungen zum Theil aus den einzelnen Vorkommnissen combinirt besprochen werden.

75. Der helle, dunkelfleckige contactmetamorphe Kalkstein, der sich bei der mikrochemischen Untersuchung als nur schwach magnesiahaltig erwies, zeigt unter dem Mikroskope eine klare, feinkörnig-krystalline Structur. Er enthält stellenweise reichlich Quarz-Sandkörner, die an anderen Stellen ganz fehlen oder nur vereinzelt auftreten. Eisenoxyde sind in ihm schon vor der Contactmetamorphose vorhanden gewesen; einmal tritt (in einem der verkieselten Vorkommnisse) Eisenglanz als Contactproduct auf. Das hauptsächlichste Contactproduct aber ist farbloser Granat, der aus dem Kalkstein mit Salzsäure leicht isolirt werden konnte. Das isolirte, aber durch Quarzsplitter und etwas Eisenerz verunreinigte Granatmaterial löst sich im Schmelzfluss von kohlensaurem Natron-Kali nur schwer und langsam auf; die qualitative Analyse ergab nur Kieselsäure, Thonerde und Kalk, keine Magnesia. Der Granat ist also ein farbloser Kalk-Thonerde-Granat. Er ist überall in dem Kalkstein vertheilt, und zwar erstens in Gruppen von Körnchen, die wie aus Subindividuen ohne scharfe Krystallform aufgebaut erscheinen; diese Haufwerke sinken zu winzigen Dimensionen herab, die dann besser in isolirtem Granatmaterial untersucht werden. Da A. Sauer kürzlich über Granat-Aggregate aus dem bunten Keuper in Baden (Versammlung des Oberrheinischen geologischen Vereins 1900) berichtet hat, so mag erwähnt werden, dass, nach der Abbildung bei Sauer zu urtheilen, die hier vorliegenden Granatcomplexe gar keine Aehnlichkeit mit den badischen haben. Ferner tritt der Granat in einzelnen Haufwerken aus grösseren, zum Theil als sehr scharfe Rhombendodekaeder ausgebildeten Individuen auf. Zufällig sind die Rhombendodekaeder gerade in den völlig verkieselten Gesteinen besonders schön, scharf und gross, entwickelt; sie er-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

reichen in diesen Gesteinen einen Durchmesser von 0,08 mm. Die Kryställchen sind oft wasserklar und optisch vollkommen isotrop. Auch an solchen grösseren Granaten kann man bisweilen noch die Spuren eines Aufbaues aus Subindividuen erkennen. Die Haufwerke grösserer Granaten pflegen von einem schmalen Saume von Gruppen von winzigen Granatkörnchen umgeben zu sein. In der Abbildung Taf. IV, Fig. 6 nach einem der ganz verkieselten Gesteine erscheint dieser Saum von winzigen Granaten als dunkele Zone, da sich diese nur bei sehr starker Vergrösserung in ihre Bestandtheile auflöst. Drittens erscheint der Granat reichlicher angehäuft in Zügen und Schmitzen, hier besonders mit Eisenerzen vermengt. Auch in dem an Sand reichen (jetzt völlig verkieselten) Kalkstein steckt der Granat wenigstens vereinzelt zwischen den Sandkörnern. Der Granat und die Art seines Auftretens lassen die Gesteine als unzweifelhaft contactmetamorph erkennen.

76. Dieser granathaltige contactmetamorphe Kalkstein ist nun stellenweise in jüngerer Zeit einer hydatogenen Metamorphose unterworfen worden. In dem einen Handstück lässt sich keine Spur von Chalcedon nachweisen, auch nicht in dem Lösungsrückstande. Ein anderes Vorkommnis zeigt im Schliff grössere Partien, die stark, andere, die schwächer verkieselt sind, mit einer Menge Kalkspath in Fetzen als Relicte, weitere Stellen, in denen kein Chalcedon nachweisbar ist. Der Chalcedon hat sich an die Stelle von Kalkspath gesetzt, ihn aufgefressen, ganz wie in den bisher beschriebenen Gesteinen. Dasselbe ist der Fall in den ganz verkieselten Gesteinen; hier ist Kalkspath nur noch in vereinzelten Resten oder gar nicht mehr vorhanden. Die Granaten liegen unverändert in dem Chalcedon mit ganz demselben Verband und Habitus wie in dem Kalkstein, hier im Chalcedon dem Studium noch viel schöner zugänglich als im Kalkstein. Der verkieselnde Chalcedon ist feinkörnig bis grobstengelig und grobkörnig; seine Structur in diesen Gesteinen genauer zu beschreiben, ist überflüssig, doch muss angeführt werden, dass er auch in scharf begrenzten Pseudomorphosen nach Rhomboedern von Kalkspath vorkommt. Neben dem verkieselnden Chalcedon steckt nun aber in diesen völlig verkieselten Gesteinen auch noch ein anderer Chalcedon, der durch Einkieselung an Ort und Stelle gekommen ist; er tritt zum Theil selbst in makroskopisch sichtbaren Schmitzen auf, in den Dünnschliffen in grösseren, völlig reinen Partien. Er bildet auch schmale Säume um andere Gemengtheile, also z. B. um Sandkörner, die in einem Vorkommniss noch mit Krystallspitzen besetzt, ausgeheilt sind. Da bei der Einkieselung der Chalcedon sich in vorhandenen Poren ablagert, so ist es nicht sonderlich auffällig, dass Säume von Mikroachat gelegentlich auch einzelne grössere Granatindividuen umgeben und dass an anderen Stellen der einkieselnde Chalcedon eine Menge winziger Granat-Haufwerke enthält. Der contactmetamorphe Kalkstein ist eben zum Theil oder stellenweise vor seiner Verkieselung schon durch die Tageswässer ausgelaugt und porös geworden, die Granaten aber mussten in den entstehenden Poren liegen bleiben.

E. Kalkstein-Breccie.

77. Im Anschluss an die Kalksteine ist ein Gestein aus der Reñaka-Bucht an der Südseite des Ngami-Sees anzuführen, das gewiss zu der Gruppe der Uebergangsgesteine gehört, aber vorherrschend aus verkieseltem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Ngami-Kalkstein besteht. Das Gestein war ursprünglich eine Breccie aus sehr kleinen Bruchstücken von Ngami-Kalkstein, die durch sandhaltigen Kalk verkittet waren. Jetzt liegt es in völlig verkieseltem Zustande vor mit einer Structur, die jeder erschöpfenden Beschreibung spottet und nur durch die photographische Abbildung veranschaulicht werden kann. Die fünf Abbildungen Taf. III, Fig. 1—5 sind alle nach einem einzigen Präparat von 1,5 qcm Fläche aufgenommen. Das Bindemittel der Breccie besteht neben den bald reichlich vorhandenen, bald ganz fehlenden Quarz-Sandkörnern wesentlich aus Pseudomorphosen von feinkörnigem Chalcedon nach Kalkspath-Rhomboederchen, Taf. III, Fig. 5, die zwischen gekreuzten Nicols nicht einzeln zu unterscheiden sind. Es mag nur erwähnt werden, dass die Structur dieser Pseudomorphosen in einzelnen Fällen übereinstimmt oder wenigstens nahe kommt der von gewissen Vorkommnissen in den Gesteinen der Kaikai-Berge, die weiter unten besprochen werden. Die Bruchstücke von Ngami-Kalkstein aber zeigen jetzt in verkieseltem Zustande die allerverschiedensten Structuren, Taf. III, Fig. 1—4, die sich nur zum Theil als verschiedene Schnittrichtungen einer und derselben Structur deuten lassen. In ihnen kommt stellenweise neben der Verkieselung auch etwas Einkieselung vor. Das ganze Gestein erweckt die Vorstellung, dass Alles, Bruchstücke und verkittender Sandkalk, auf einmal durch einen Process verkieselt worden ist; die Verschiedenheiten der Structur mussten dann auf Verschiedenheiten der molekularen Umlagerung des Kalkspathes zurückgeführt werden, was allerdings auch seine Bedenklichkeiten hat.

Die fünf Abbildungen geben nur eine beschränkte Vorstellung von den Verschiedenheiten der Structur, die überhaupt bei den verkieselten Kalksteinen der nördlichen Kalahari vorkommen.

F. Rothsandstein.

78. Als eine Facies der Kalksteine und Mergel der mittleren Ngami-Schichten treten namentlich in Inseln im Alluvium an der Südseite des Ngami-Sees meist Eisenhydroxyd haltige feinkörnige Sandsteine auf, die von Herrn Dr. Passarge kurz Rothsandsteine genannt wurden. Die mikroskopische Untersuchung zeigte in der That, dass sie zu einem Typus zusammengehören. Die geologischen Beziehungen kommen dadurch auch im Kleinen zum Ausdruck, dass in den Kalksteinen der mittleren Ngami-Schichten gelegentlich auch dünne Lagen von Rothsandstein auftreten und ferner dadurch, dass die Rothsandsteine ursprünglich stets Kalk-Sandsteine waren.

Alle hierher gehörigen Handstücke zeigen eine sehr feinkörnige Sandsteinmasse; das Mikroskop lehrt, dass die Quarz-Sandkörner insgesammt geringe Dimensionen und die Form von scharfkantigen Splittern haben; stark gerundete Körnchen kommen darunter gar nicht vor. Im Dünnschliff erscheinen also alle Quarzkörnchen mit scharfeckigen Conturen, höchstens tritt untergeordnet auch eine gerundete Stelle auf. Solche Körner können gelegentlich auch einmal eine regelmässige, quadratische oder rhombische Gestalt haben. Das ist aber doch ein seltener Ausnahmefall.

Die grosse Mehrzahl der Rothsandsteine enthält Eisenhydroxyd und ist dadurch dunkel gefärbt, es gehören aber auch eisenarme, graue und helle Sandsteine nach der Form ihrer Quarz-Sandkörner zu diesem Typus.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Ursprünglich ist das Bindemittel in allen diesen Rothsandsteinen ein thonhaltiger Kalkspath gewesen; es liegt aber nur ein Handstück vor, das nicht verkieselt ist. In diesem bildet der Kalkspath 1—5 mm im Durchmesser haltende Körner, die mit Thon und den Quarzsplittern nach Art des sogenannten krystallisirten Sandsteins erfüllt sind.

79. Bei der Verkieselung geht diese Structur verloren; ein Handstück, das halb verkieselt ist, zeigt stellenweise nur Chalcedon-Cement, an anderen Stellen reichliche Reste und Fetzen von Kalkspath, die aber nicht mehr zu grösseren Individuen zusammengehören. Alle anderen Handstücke zeigen den Rothsandstein in völlig verkieseltem Zustande; auch kommt bei ihnen stellenweise eine Einkieselung vor, die sich schon makroskopisch durch dünne, wellige Lagen von Chalcedon als Auskleidung von grösseren Hohlräumen kenntlich macht. Im Präparat zeigt sich solcher Chalcedon als rein und von feinfaseriger Structur, während der Chalcedon als Verkieselungsproduct meist sehr feinkörnig, selten etwas grobkörnig ist und ausser Eisenoxyden meist mehr oder minder reichlich und deutlich winzige Blättchen und Fäserchen von Sericit enthält, der sich gewiss erst bei der Verkieselung als authigener Gemengtheil gebildet hat. In recht dünnen Schliffen ist der Serecit im zerstreuten Lichte wie zwischen gekreuzten Nicols namentlich bei stärkerer Vergrösserung leicht im Chalcedon zu erkennen. Dieser aus dem ursprünglichen Thongehalt des Kalkspathes entstandene Sericit, ferner ihrer Natur nach nicht genauer bestimmbare rothbraune Partikelchen einer Eisenoxyd-Verbindung und feinste Poren treten als Trübung des feinkörnigen Chalcedons auf.

80. Winzige, äusserst scharfkantige Rhomboederchen, die selten im Rothsandstein vorkommen, sind ohne Mühe als Chalcedon-Pseudomorphosen zu erkennen. Ausser ihnen gewahrt man aber in den Dünnschliffen aller Rothsandsteine in reichlicher Anzahl grössere Objecte mit im Allgemeinen rhombischen scharfen Konturen, aber oft mit etwas abgerundeten Ecken, die auch als Pseudomorphosen von Chalcedon nach Kalkspath aufgefasst werden müssen. Sie bestehen manchmal deutlichst aus feinkörnigem, feinporösem Chalcedon, dann aber auch aus gröberen Körnern mit stark undulöser Auslöschung mit oder ohne Interpositionen von Sericit und von Carbonatkörnchen, die ja stets leicht an ihrer starken Doppelbrechung zu erkennen sind. Nun kommt aber auch ein einheitliches klares Korn mit völlig homogener Auslöschung als Substanz der auffällig scharf conturirten Dinge vor, das von Quarz kaum zu unterscheiden ist. Solche Körner sehen auf den ersten Blick den allothigenen Quarzsplittern in hohem Grade ähnlich aus, und ihre richtige Deutung ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Ich kann auch nach langem Studium dieser Verhältnisse nicht behaupten, dass ich im Stande wäre, jedes der scharfeckigen und geradekantigen wasserklaren Körnchen in den Schliffen sei es als allothigenen Quarz, sei es als quarzähnliches Chalcedonkorn zu bestimmen. Quarz-Krystalle sind letztere gewiss nicht, da die Auslöschungsrichtungen von den Conturen unabhängig sind, und wahrscheinlich ist ihre Substanz nicht Quarz, sondern ein quarzähnlicher Chalcedon von etwas schwächerer Doppelbrechung als der Quarz. In manchen Vorkommnissen sind solche zweifelhaften Objecte überraschend häufig; das mag aber darin seinen Grund haben, dass dann die primären Gesteine stärker mergelig waren, als die gemeinen Rothsandsteine.

81. Ist es schon für die Deutung der Erscheinungen der Verkieselung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

von Interesse, dass von dem scharf charakterisirten Typus der Rothsandsteine sowohl primäre kalkige, als auch halb und völlig verkieselte Gesteine vorlagen, so kommen nun noch contactmetamorphe Vorkommnisse hinzu, die mit Sicherheit erkennen lassen, dass die Contactmetamorphose vor der Verkieselung eingetreten ist. Die mir von Herrn Dr. Passarge als aus der Nachbarschaft von Aphanitgängen herstammend und als mehr oder minder stark contactmetamorph bezeichneten Vorkommnisse zeigen im Handstück und im Dünnschliff eine dunklere Farbe, weil in ihnen das Eisenhydroxyd in Eisenglanz umgewandelt ist, der deutlich als solcher bestimmbar ist. Mit der Umwandlung des Eisenhydroxydes in Eisenglanz ist zugleich das Kalkspath-Bindemittel krystallinisch-kleinkörnig geworden, wobei die Kalkspath-Körner und Rhomboeder bisweilen den Eisenglanz und die thonigen Bestandtheile deutlich zur Seite gedrängt haben, so dass sie als Fülle zwischen den Kalkspathkörnern auftreten. In einem stark metamorphen Gestein zeigt sich auch Granat in Häufchen von winzigen Körnchen, die im Schliff im auffallenden Licht als weisse Pünktchen erscheinen. Abgesehen davon, dass manchmal ihre Isotropie festgestellt werden konnte, war ihre Bestimmung als Granat natürlich nur möglich auf Grund ihres Vorkommens auch in den oben beschriebenen contactmetamorphen Kalksteinen.

Diese contactmetamorphen Rothsandsteine liegen nur in völlig verkieseltem Zustande vor: Granat und Eisenglanz finden sich eingeschlossen im Chalcedon, der also eine jüngere Bildung sein muss.

82. An die Rothsandsteine reiht sich durch seine Structur ein Vorkommniss von kalkiger Grauwacke aus den unteren Ngami-Schichten an; auch in diesem Gestein liegen die Quarz-(und Feldspath-)Sandkörner von einander getrennt ihrer ein Dutzend und mehr in je einem Kalkspathkorn. Es wiederholt sich also dieselbe Structur in verschiedenen Gesteinen der Ngami-Shichten. Wahrscheinlich liegt in einem anderen Vorkommniss ein verkieseltes Aequivalent auch dieses Typus der kalkigen Grauwacke vor, die Phänomene sind aber darin so wirr, dass ich nicht nur auf eine Beschreibung, sondern sogar auf eine sichere Deutung verzichten muss.

G. Ssakke-Sandstein.

83. Als Aequivalent der oberen Ngami-Schichten fasst Herr Dr. Passarge den Ssakke-Sandstein der Mangwato-Schichten am Loale-Plateau der Kalahari westlich von Palapye auf. Es herrscht als Ssakke-Sandstein ein Quarz-Sandstein mit kieseligem Bindemittel, das in porösen Varietäten zum Theil spärlich vorhanden ist. Die Quarz-Sandkörner zeigen öfters mehr oder minder starke Ausheilung durch Quarz; etwas jünger als der ausheilende Quarz ist dann ein feinkörniges, aus Quarz und Glimmer bestehendes Bindemittel. Dass diese Quarz-Sandsteine auch im Contact mit Melaphyr verändert vorkommen, soll nur beiläufig bemerkt werden; eine jüngere hydrochemische Veränderung ist an ihnen nicht nachweisbar. Dagegen gehört zu diesem Schichtensysteme auch ein hellbrauner Kalk-Sandstein, dessen kleine stark gerundete Quarz-Sandkörner alle mit einer dünnen Haut von Eisenhydroxyd überzogen sind; das Kalkspath-Bindemittel, der Menge nach nicht reichlicher als das Interstitialvolumen verlangt, erscheint auch hier in grösseren, von vielen Sandkörnern durchbrochenen Individuen. Die mikrochemische Analyse ergab neben Kalk

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

nur sehr geringe Mengen von Magnesia; im Lösungsrückstande waren entschiedene Chalcedon-Skelette nachweisbar, die im Dünnschliff durch den Kalkspath völlig verdeckt werden. Das Gestein zeigt, dass auch im äussersten Osten des von Herrn Dr. Passarge durchforschten Gebietes das Phänomen der Verkieselung vorhanden ist, wie in dem nun zu besprechenden westlichen und nördlichen Theil der nördlichen Kalahari.

VII. Ngami-Schichten der Kaikai-Berge.

84. Die Kaikai-Berge bilden ein Hügelland mit einer Erhebung von wenigen hundert Metern über das Kalahari-Plateau, WNW. vom Ngami-See ungefähr unter 19° 45′ südlicher Breite und 21° 15′ östlicher Länge nahe der Grenze gegen Deutsch-Süd-West-Afrika. Ihre Gesteine gehören dem Niveau der mittleren Ngami-Schichten an. Dieselben Massen finden sich auch noch weiter nördlich in Schollen im Schadum-Thal unter 19° südlicher Breite. Die Schichten sind der Hauptsache nach primäre Kalksteine, die hier in ähnlicher Weise wie südlich vom Ngami-See durch hydrochemische Processe metamorphosirt worden sind. Die Phänomene sind hier in diesem westlichen und nördlichen Gebiete unzweifelhaft von demselben Charakter und durch dieselben Reagentien hervorgerufen, aber die Endproducte sind doch etwas verschieden. Zunächst finden wir in diesem Gebiete die Dolomitisirung der Kalksteine in umfangreicherer Weise, dann die ebenfalls in grossem Massstabe auftretende Verkieselung; ob aber diese letztere zugleich mit der Dolomitisirung oder erst nach ihr eingetreten ist, lässt sich mit Sicherheit nicht entscheiden. Das Erstere scheint mir nach allen meinen Studien das Wahrscheinlichere. Herr Dr. Passarge giebt an, dass die kieseligen Massen, in denen wir verkieselte Carbonatgesteine erkennen, in Stöcken, gangartigen Gebilden und Lagern inmitten der Carbonatgesteine erscheinen. Phänomene der Einkieselung konnten nur bei einigen Gesteinen der Ebene zwischen den einzelnen Hügeln festgestellt werden.

85. Nur ein Gestein der Kaikai-Berge erwies sich bei der mikrochemischen Prüfung als magnesiafreier Kalkstein. In dem Dünnschliff des dichten röthlichen Gesteins gewahrt man feinkörnigen Kalkspath zwischen groben Kalkspath-Körnern mit polysynthetischer Zwillingsbildung und ungewöhnlich grossen Rhomboedern von Kalkspath ohne Zwillingsbildung. Sandkörner und vereinzelte Häufchen von Chalcedonkorn-Aggregaten kann man im Schliff wie im Lösungsrückstande beobachten. Aus dem Schadum-Thal liegt ein schwach dolomitischer dichter Kalkstein vor, in dessen Lösungsrückstand einige zum Theil sehr porenreiche Chalcedon-Aggregate und überdies einige Glimmerblättchen und einige Turmalinsäulchen zu beobachten sind. Ein stark mergeliger Kalkstein aus dem Schadum-Thal erwies sich bei der mikrochemischen Analyse als magnesiafrei; wegen des Zusammenhaltes eines mit kochender Salzsäure behandelten Stückchens ist eine geringe Menge von Chalcedon auch in diesem Gestein zu vermuthen.

86. Vierzehn Handstücke von den Kaikai-Bergen (einschliesslich dreier aus dem Schadum-Thal) ergaben bei der mikrochemischen Analyse einen so hohen Gehalt an Magnesia, dass sie als normale Dolomite zu bezeichnen sind, obwohl in einigen auch noch polysynthetisch ver-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

zwillingte Carbonatkörner zu finden waren. Die Dolomite sind unzweifelhaft aus dichten Kalksteinen hervorgegangen, indem sich dabei wie gewöhnlich ein mikroskopisch-krystallinisches Korn herausbildete. Die Veränderung der primären Structur ist öfters ungleichmässig vor sich gegangen, so dass die Dünnschliffe gefleckt aussehen; solche Flecken sind bisweilen stark gerundet, es zeigen sich auch Conturen, die an Oolithkörner oder an organische Reste entfernt erinnern. Tritt noch Verkieselung hinzu, so findet man wohl in einem und demselben Präparat ganz verschieden aufgebaute rund und scharf begrenzte Objecte, z. B. innen aus feinkörnigem und aussen aus grobkörnigem Dolomit bestehend, oder innen Calcit oder Dolomit und aussen ein Chalcedonring, oder innen klarer einheitlicher Chalcedon, aussen ein Ring von stark porösem, dolomithaltigem, sehr feinkörnigem Chalcedon; auch Poren können in der Mitte solcher rundlichen Gebilde vorhanden sein. In der Abbildung Taf. IV, Fig. 5 zeigt die ovale Partie in der Mitte dichten Dolomit mit einer grösseren centralen Pore, darum eine Zone von gröberen Dolomitkörnern, die bisweilen mit Krystallconturen an den klaren Chalcedon anstossen.

Eisenhydroxyd, manchmal Eisenglanz, ist in geringer Menge meist vorhanden; im Lösungsrückstande konnte mehrmals Turmalin in kleinen Säulchen nachgewiesen werden. Besonders hervorzuheben ist der Gehalt der Dolomite an Glimmer, der als authigener Gemengtheil in kleinen Blättchen im Lösungsrückstand isolirt und dann auch im Chalcedon eingewachsen erkannt werden konnte. Absichtlich wird hier das Mineral Glimmer, nicht Sericit genannt.

87. Alle Dolomite enthalten mehr oder minder viel Chalcedon. So sind zunächst mehrere Handstücke makroskopisch aus zum Theil gekrümmten Schalen von Chalcedon im Wechsel mit Schalen von Dolomit zusammengesetzt. Die Grenzen der einzelnen Lagen sind stets etwas unregelmässig, im Kleinen gezackt, zum Zeichen, dass wir es mit Umwandlungen, nicht mit primärer Wechsellagerung zu thun haben. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass Dolomit und Chalcedon niemals scharf getrennt sind, sondern sich in vielen Abstufungen mit einander mischen. Im Chalcedon, der kleinkörnig, stellenweise auch ganz klar quarzähnlich und grobkörnig ist, liegt der Dolomit vielfach in winzigen, ziemlich scharfen Rhomboederchen in unendlicher Anzahl, wie das die Abbildung Taf. IV, Fig. 2 zeigt. Umgekehrt liegen quarzartig klare Körner von Chalcedon mit winzigsten rundlichen Dolomitkörnchen namentlich in ihren centralen Partien in einem vorherrschenden Dolomit-Aggregat.

In anderen Dolomiten findet man den Chalcedon in geringerer oder grösserer Menge erst im Dünnschliff auf; dieser Chalcedon ist stets körnig, niemals tritt faseriger Chalcedon auf, niemals erscheinen Mikroachat- oder Opal-Säume. Der Chalcedon ist äusserst feinkörnig bis ganz quarzartig grobkörnig, öfters porös und mit Dolomit durchwachsen. Meist enthält dieser Chalcedon winzigste Körnchen bis kleine und grössere Rhomboederchen von Dolomit, ferner Eisenhydroxyd-Partikeln und Blättchen von authigenem Glimmer. Diese Einschlüsse erscheinen durchaus auch in dem grobkörnigen Chalcedon, der bald stark undulös, bald ganz homogen auslöscht, aber auch im letzteren Falle eben wegen seiner Einschlüsse eine Neubildung ist, die in diesen Gesteinen noch nicht den Namen „Quarz“ erhalten kann.

88. Obwohl in diesen Dolomiten der Kaikai-Berge bisweilen auch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

grössere Rhomboeder von Dolomit unter dem Mikroskope gefunden werden, und obwohl die Verkieselung oft weit vorgeschritten ist, so liessen sich doch in den Dünnschliffen nirgends Pseudomorphosen von Chalcedon nach Dolomit-Rhomboedern nachweisen. Und doch sind sie in wenigstens der Hälfte dieser Dolomite vorhanden. Man findet sie erst im Lösungsrückstande der Gesteine als höchst auffällige Objecte. Nach dem Studium dieser konnte ich sie auch einmal in einem Dünnschliff mit Sicherheit nachweisen; für gewöhnlich wird ihre Anwesenheit völlig von dem stark doppelbrechenden Dolomit verdeckt. In dem Lösungsrückstand der Dolomite findet man neben Chalcedonkorn-Aggregaten, Glimmerblättchen, Turmalinsäulchen, Eisenerzen und eventuell einigen allothigenen Quarzkörnchen viereckige Plättchen, seltener dickere viereckige Körner von winzigen Dimensionen bis zu etwa 0,03 mm Seitenlänge bald nur vereinzelt, bald in grosser Anzahl. Diese Dinge haben zumeist zwei parallele ganz geradlinige Seiten und zwei dagegen mehr oder minder rechtwinklige Seiten mit nicht geradlinigem, unregelmässigem Verlauf. Es kommen aber diese Dinge auch vor mit vier geradlinigen, paarweise parallelen Seiten, die sich dann stets unter schiefen Winkeln schneiden, also Rhomben bilden; vergleiche Taf. IV, Fig. 3. Besonders gerade an den kleinsten Individuen ist solche rhombische Gestalt zu finden, die ja zu allererst an die Rhomboeder der Carbonspäthe erinnert. Obwohl auch manche dieser Dinge sicher nicht platt, sondern dick sind, habe ich doch nie, auch nicht im auffallenden Licht an der trockenen Substanz gute, leibhaftige Rhomboeder beobachten können. Rührt man den isolirten Staub in Canadabalsam ein, so findet man leicht, namentlich in den grösseren Dingen stets, Partikeln von Eisenhydroxyd, meist auch winzige Körnchen von Dolomit. Form und Einschlüsse sprechen dafür, in diesen Dingen Pseudomorphosen von Chalcedon nach Dolomit zu sehen; vielleicht stellen sie nur verkieselte Stellen der Dolomitkörnchen, man möchte sagen verkieselte Spaltungsstückchen von Dolomit dar. In welcher Weise besonders die kleinsten Plättchen im Dolomit liegen, ob in Dolomitkörnern oder zwischen Dolomitkörnern, das war nicht möglich zu erkennen.

Die Form und Begrenzung dieser Pseudomorphosen, — als solche müssen diese Dinge aufgefasst werden — prüft man am besten nicht an den im Canadabalsam, sondern an im Wasser befindlichen Proben. In beiden Mitteln zeigen sich nun aber auch die höchst auffälligen Polarisationsverhältnisse. Fast alle Vierecke zeigen zwischen gekreuzten Nicols eine Zertheilung in vier Felder nach zwei sich kreuzenden, den Seiten mehr oder minder parallelen Linien. Je zwei Felder über Eck löschen bei derselben Stellung aus; dreht man das Präparat, so kommt man an eine Stellung, bei der alle vier Theilstücke den gleichen Grad von Helligkeit besitzen, während ihre Grenzen gegen einander als ganz feine dunkle Linien hervortreten. Die Feldertheilung ist bisweilen erstaunlich regelmässig; in den meisten Fällen sind die Grenzen sehr unregelmässig und es zeigen sehr oft zwei über Eck liegende Felder eine Brücke zwischen sich, während die beiden anderen dann natürlich ganz von einander getrennt sind wie in der Abbildung Taf. IV, Fig. 3. Diese Pseudomorphosen verhalten sich also etwa wie Durchkreuzungszwillinge. Die Polarisationserscheinungen sind aber doch im Ganzen unregelmässig und zwar umsomehr, je dicker die Pseudomorphosen sind; in dicken sind wohl mehr als vier, wahrscheinlich acht im Raume, Theilstücke vorhanden. Die ganze Structur ist aber

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

durchaus nur eine verhältnissmässig regelmässige Ausbildung der Aggregation von Chalcedonkörnern, wie sie sonst in den Pseudomorphosen von Chalcedon nach Calcit oder Dolomit nur andeutungsweise vorkommt. Die Polarisationsverhältnisse des Chalcedons, wie er in all diesen verkieselten Gesteinen pseudomorph nach irgend welcher Form des Carbonspathes erscheint, im Einzelnen verfolgen und studiren zu wollen, ob sich besondere Gesetzmässigkeiten dabei ergeben, würde eine undankbare und wohl auch zwecklose Aufgabe sein.

Als auffällig ist es noch besonders hervorzuheben, dass diese über Kreuz auslöschenden Chalcedon-Partikeln nur in den Dolomiten der Kaikai-Berge gefunden wurden.

89. Aus den Kaikai-Bergen liegen ferner ungefähr zehn Handstücke vor, die so geringe Mengen von Carbonspäthen enthalten, dass es nicht möglich ist zu entscheiden, ob es verkieselte Kalksteine oder verkieselte Dolomite sind. Die wahre Natur dieser Kieselgesteine lässt sich auch nur im Zusammenhang mit den nicht völlig verkieselten Carbonatgesteinen erkennen. Ihr Chalcedon ist wieder feinkörnig bis grobkörnig-quarzartig in den verschiedensten Mischungen und Uebergängen. Partikeln von Eisenoxyden, Blättchen von Glimmer, Staub von Carbonspath und Poren sind überall in wechselnden Mengen im Chalcedon vorhanden. Selten sind relativ grosse Pseudomorphosen von Chalcedon in Rhomboederform, wobei der Raum bisweilen nur zum Theil erfüllt ist. Makroskopisch zeigen diese Kieselgesteine bald homogene dichte Beschaffenheit, bald sind sie kleinfleckig; einige Vorkommnisse sind wahre Breccien.

Es mag an dieser Stelle noch erwähnt werden, dass unter den Gesteinen der Kaikai-Berge auch solche mit Quarz-Sandkörnern vorkommen, in denen die Sandkörner durch Quarz derart ausgeheilt sind, dass sie zwischen gekreuzten Nicols ganz in die Hauptmasse des Kieselgesteins durch Auflösung in kleine Körnchen überzugehen scheinen. Ein solcher nur zum Theil verkieselter sandhaltiger Dolomit zeigt die ausgeheilten Sandkörner mitten im Dolomit, an einer Stelle des Präparates aber in Kieselmasse; die ausheilende Quarzsubstanz enthält in beiden Fällen zahlreiche winzige Rhomboederchen von Dolomit.

90. In dem südwestlichen Theil des von Herrn Dr. Passarge durchforschten Gebietes, zu Gobabis in Deutsch-Süd-West-Afrika unter 22° 10′ südlicher Breite und 19° östlicher Länge, erscheint in mittleren Ngami-Schichten ein reiner, sehr feinkörniger Dolomit, in dessen Lösungsrückstand einige Chalcedontheilchen, darunter einige wenige gute Pseudomorphosen von Chalcedon nach Dolomit-Rhomboedern nachgewiesen werden konnten. Es lag nur ein Vorkommniss aus diesem Gebiete vor.

VIII. Dolomite von Gam.

91. Südlich von den Kaikai-Bergen in der Umgebung von Gam in Deutsch-Süd-West-Afrika und über die Grenze hinaus erscheinen als Vertreter der mittleren Ngami-Schichten feinkörnige, zum Theil zuckerkörnige bis grobkörnige Dolomite. Alle elf Handstücke von bis ungefähr 23 km weit von einander entfernten Punkten erwiesen sich bei der mikrochemischen Prüfung als normale Dolomite; nur ausnahmsweise wurden unter dem Mikroskope vereinzelte Körner mit polysynthetischer Ver-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

zwillingung gefunden. Die Dolomite enthalten Einsprenglinge von Spatheisenstein und Körner und Pentagondodekaeder von Pyrit.

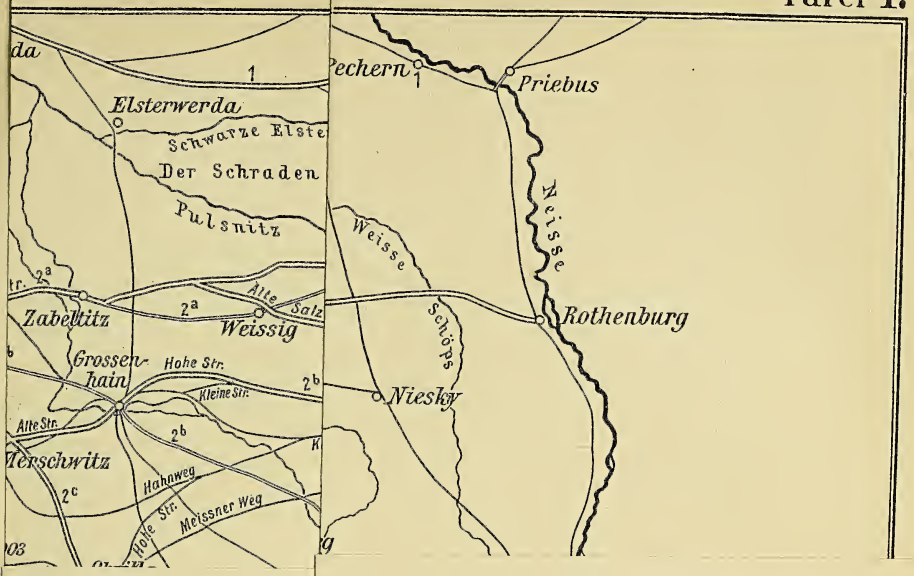
Diese Dolomite, die so ganz andere Beschaffenheit besitzen als wie die sonst dichten Dolomite der Ngami-Schichten, sind doch auch wieder nichts anderes als umgewandelte dichte Kalksteine. Aber hier bei Gam hat sich die Umwandlung in wieder anderer Weise vollzogen als in den Kaikai-Bergen. Die Gesteine sind zu körnigen Dolomiten geworden, in denen als authigene Gemengtheile noch Quarz und Phlogopit erscheinen, überdies noch zum Theil auch Rutil und Apatit; eine umfangreichere Verkieselung ist nicht eingetreten.

92. Im Dünnschliff wie im Lösungsrückstand findet man den Phlogopit bald spärlich bald reichlicher in bis 0,5 mm im Durchmesser haltenden Körnchen und Blättchen; letztere eignen sich für die Bestimmung des Winkels der optischen Axen, der immer klein gefunden wurde; doch zertheilt sich das Kreuz im Axenbild stets deutlich in Hyperbeln. Die Blättchen haben am Rande und die Körnchen überall eine grosse Zahl von Scheinflächen, die durch die Dolomitkörner hervorgerufen sind. Spalbarkeit nach der Basis ist an den isolirten Blättchen wie im Dünnschliff leicht zu erkennen. Mit Kieselfluorwasserstoffsäure ergab der Phlogopit reichliche Kryställchen des Kali- und des Magnesiumsalzes. Die Bestimmung dieses farblosen Glimmers als Phlogopit ist also sicher. Er enthält bisweilen als Einschlüsse stark doppelbrechende gelbe Nädelchen mit Neigung zur Zwillingsbildung, die also wohl als Rutil gedeutet werden können, und meist Körnchen von Dolomit. Beachtenswerth sind in ihm oft grosse rundliche Gaseinschlüsse, eine für Glimmer sehr ungewöhnliche Erscheinung. Das Vorkommen von Phlogopit in den Dolomiten von Gam dient in vortrefflicher Weise zum Beweise, dass auch die Bestimmung der Blättchen und Fäserchen in dem Chalcedon anderer Gesteine als Glimmer resp. als Sericit zutreffend ist; wie hier die Phlogopite isolirt im Dolomit liegen oder nur verwachsen mit Quarz vorkommen, so sind auch die Glimmer und Sericite in den anderen Gesteinen stets vor dem Chalcedon gebildet worden, in dem sie als Einschlüsse erscheinen; hier ist noch die gelegentliche Anhäufung der Glimmer um allothigene Quarzkörner zu erwähnen.

93. Die isolirten authigenen Quarzkörner zeigen im trockenen Lösungsrückstand oder in Wasser eingerührt stets eine Begrenzung durch eine grosse Anzahl von Scheinflächen, die sich in scharfen Kanten und Ecken schneiden. Diese Form ist höchst charakteristisch und dabei beweisend für authigene Natur. Letztere ergiebt sich auch aus den Einschlüssen; als solche erscheinen selten Rutilnadeln, fast immer Partikeln von Brauneisenstein und von Dolomit. Die Quarze zeigen entweder homogene Auslöschung oder seltener schwache Feldertheilung und undulöse Auslöschung. Ein negatives Kennzeichen ist bei den Quarzen noch besonders beachtenswerth: sie zeigen niemals erkennbare Flüssigkeitseinschlüsse. E. Geinitz schreibt l. c. S. 463 bei „Hornstein und Kalkspath“: „alle Quarze sind frei von Flüssigkeitseinschlüssen“. Das ist nun aber auch das charakteristische Merkmal aller Varietäten von Chalcedon; es ist deshalb hier noch besonders zu betonen, dass ich nur in diesen makroskopisch-krystallin gewordenen Dolomiten von Gam an den authigenen Quarzkörnern so gar nichts mehr gefunden habe, was noch die Bezeichnung als Chalcedon gerechtfertigt hätte; alle diese Körner sind einheitliche selbständige Individuen und das Bischen undulöse Auslöschung, das ich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Tafel I.



© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Skizze
der
ältesten Wege
in
Sachsen
in der Zeit
um 800-1200 n. Chr.
Auf Grund des Oberreit'schen Atlas
des Königreichs Sachsen
entworfen von HUGO WIECHEL.
Wege und Pfade in der Zeit
etwa 800 bis 1200 n. Chr.
thunlichst nach Alter und
Bedeutung unterschieden.
Massstab
10 5 0 10 20 Kilom.
Halle
Leipzig
Merseburg
Naumburg
Zeitz
Gera
Plauen
Zwickau
Chemnitz
Freiberg
Dresden
Meissen
Bautzen
Görlitz
Zittau
Reichenberg
Prag (879 Centralisation Böhmens)
Weissenberg
Saale
Elbe
Mulde
Weisse Elster
Pleiße
Parthe
Lausitzer Neisse
Spree
Schwarze Schöps
Weisse Schöps
Moldau
Eger
Lober
Polzen
Iser
Bela
Löcha
Kamenz
Sanz
Burberg
Radeberg
Radeburg
Pirna
Königstein
Schandau
Tetschen
Aussig
Teplitz
Karlsbad
Eger
Marienbad
Plauen
Zwickau
Chemnitz
Annaberg
Zittau
Bunzlau
Brandeis
Melnik
Budin
Raudnitz
Leitmeritz
Lobositz
Kostial
Trebnitz
Brozan
Libochowitz
Libus
Pernutz
Worasitz
Launi
Postelberg
Schlan
Wissozan
Hawran
Eidlitz
Kolomuth
Krima
Sonnenberg
Radis
Kralup
Kupferberg
Klösterle
Pressnitz
Schlössl
Dürrenberg
Salzung
Gökau
Brüx
Bilin
Milleschau
Dux
Ossegg
Riesenburg
Teplitz
Welbine
Berine
Bünau
Türmitz
Kunai
Weiss Aujezd
Wellemin
Elbogen
Karbitz
Kulm
Kulmitz
Hohenstein
Graupen
Kostergrab
Ilzed
Drakowa
Wiklitz
Liegewiese
Drschberg
Purschenstein
Moldau
Zaunhaus
Zinnwald
Mückenthurm
Altenberg
Lauenstein
Breitenau
Olsen
Petrswalde
Raitza
Königswald
Nollendf.
Eulau
Regeberg
(Deutsch Kahn)
Schlaupitz
Sandau
Leipa
Nimes
Mikenhain
Hünerwasser
Strassdf.
Hirschberg
Pösig
Kl. Pösig
Zolldorf
Mscheno
Podol
In der Drehe
Mohelnitz
Münchengrätz
Turnau
Eisenbrod
Liebenau
Oschitz
Gablonz
Reichenberg
Rubenstein
Kratzau
Schelleberg
Gabel
Kunnersdf.
Bürgstein
Haida
Kamnitz
Tetschen
Tollenstein
Kreibitz
Ditterbach
Landbrücke
Grottau
Kettenpass
Gravenstein
Geiersberg
Friedland
Hirschfeldt
Schönlinde
Rumburg
Gersdorf
Zeidler
Sebnitz
Hohnstein
Hemmhübel
Zickard
Bahnhofstr.
Kamnitz
Schluckenau
Neusalza
Neustadt
Stolpen
Bischofswerda
Radeberg
Radeburg
Rossendorf
Dresden
Pirna
Lohmen
Pirna
Zehista
Meisegang
Sayda
Dippoldiswalde
Luchau
Lauterstein
Zöblitz
Frauenstein
Seyda
Dörnthal
Sayda
Rechenberg
Moldau
Zaunhaus

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

einzig und allein — wenn das überhaupt nöthig ist — auf Krystallisationsdruck zurückführen muss, kann dem ganzen Habitus gegenüber nicht ins Gewicht fallen. Dass sonst der mikroskopisch gröber körnige Chalcedon quarzähnlich im höchsten Grade sein kann, ist ja öfters angegeben worden und mehr wie einmal ist mir der Zweifel rege geworden, ob ich nicht geradezu Quarz statt Chalcedon sagen müsste. Die letztere Bezeichnung ist gewählt worden, um die Zusammengehörigkeit auch solcher „quarzähnlicher" Massen nach Habitus und Entstehung mit dem „typischen" Chalcedon hervorzuheben.

94. Herr Dr. Passarge hatte bei Koanagha, östlich von Gam, auch Dolomite geschlagen, die ihm durch die grosse Anzahl von harten Körnern, „Sandkörnern", die auf der Verwitterungskruste übrig bleiben, aufgefallen waren. Dieses Vorkommniss erweist sich als an authigenem Glimmer und Quarz und deren körnigen Anhäufungen überreich; ihnen gegenüber tritt der Dolomit in manchen Lagen zurück, so dass er nur in einzelnen Körnern dem Quarz-Glimmer-Gemenge eingelagert ist. Neben Phlogopit und Quarz und Würfelchen von secundär in Brauneisen umgewandeltem Pyrit enthält dieses Gestein auch in reichlicher Menge kurze, dicke und nicht von ebenen Krystallflächen begrenzte Prismen von Apatit. Phosphorsäure wurde chemisch qualitativ in Menge nachgewiesen. Die Apatite haben eine dünne äussere Schicht von farbloser Substanz, die Hauptmasse ist intensiv gefärbt mit überraschend starkem Pleochroismus: die Basisfarbe ist bräunlich-grün, die Prismenfarbe blass bräunlich.

In diesem Gesteine stecken nun auch zwischen den authigenen Quarzen und Phlogopiten noch Körner von Orthoklas, Mikroklin und von Quarz mit grossen Flüssigkeitseinschlüssen wie unerwartete Fremdlinge. Sie liefern den untrüglichen Beweis, dass auch die Dolomite von Gam aus Kalksteinen entstanden sind, die stellenweise oder schichtenweise auch Sandkörner enthielten; die Körnchen von Dolomit im authigenen Quarz und im Phlogopit beweisen die Entstehung dieser Gemengtheile aus den erdigen Beimischungen des Kalksteins; das Fehlen der Flüssigkeitseinschlüsse im authigenen Quarz beweist, dass er ganz ähnlichen Ursprung hat wie sonst der Chalcedon.

IX. Chanse-Schichten.

95. Aus dem tiefsten Schichtensystem der nördlichen Kalahari, den Chanse-Schichten, lagen nur wenige Handstücke aus verschiedenen Gebieten zur Untersuchung vor. Es gehören zu diesen Schichten phyllitartige Schiefer, an Feldspath reiche und kalkhaltige Arkosen mit einem weiteren Bindemittel aus einem Quarz-Glimmer-Gemenge, Grauwacken von anscheinend krystallinem Gefüge, zum Theil mit deutlich erkennbar ausgeheiltem Quarz und mit einem Bindemittel auch aus Quarz und Glimmer. Durch Contactmetamorphose veränderte Gesteine kommen auch vor. Nur einen Kalkstein aus den Chanse-Schichten konnte ich untersuchen, und dieser zeigt sich von Chalcedon durchdrungen, in einzelnen Fleckchen ziemlich stark verkieselt. Die mikrochemische Analyse ergab einen geringen Gehalt an Magnesia. Beim Kochen eines Stückchens in verdünnter Salzsäure behält dieses in der gelben, schwach trüben Lösung seine Form unverändert, es ist dann aber leicht zerdrückbar. Im Lösungsrückstand, im

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

entkalkten Dünnschliff und im gewöhnlichen mikroskopischen Präparat zeigt sich der Chalcedon in einzelnen Körnern und in zusammenhängenden Massen; überall gehört er der grobkörnigen Varietät an. In dem Lösungsrückstand und in dem entkalkten Schliff findet man auch unzweifelhafte Pseudomorphosen, die sich zwischen gekreuzten Nicols aus kleinen Partikeln mit wandernden Schatten zusammengesetzt erweisen. Manche derselben zeigen fast dasselbe Verhalten, wie die über Kreuz auslöschenden Pseudomorphosen aus den Kaikai-Gesteinen.

X. Eruptive Gesteine.

96. Unter den zahlreichen Diabasen und Diabasaphaniten der nördlichen Kalahari, die ich untersucht habe, befindet sich auch ein Aphanit aus der Reñaka-Bucht an der Südseite des Ngami-Sees, der von winzigen, ganz unregelmässig verlaufenden Aederchen und kleinen Partien von Chalcedon durchzogen ist. In einem etwas breiteren Aederchen zeigten sich scharf begrenzte winzige Pseudomorphosen von Chalcedon in Rhomboederform. Kleine Partien von Chalcedon sitzen fast überall mitten in den leistenförmigen Plagioklasen und an ihren Rändern. Auch dieses Gestein ist also verkieselt; der Chalcedon hat nichts an sich, was an Chalcedondrusen erinnerte, deren Substanz von der Zersetzung des Gesteins herstammt. Hier hat sich unzweifelhaft bei der Zersetzung des Aphanites nur Kalkspath gebildet; an seine Stelle ist später der Chalcedon getreten ganz ebenso wie in den sedimentären Gesteinen.

Neben den Diabasen des Ssané-Hügels am Loale-Plateau westlich von Palapye schlug Herr Dr. Passarge ein Handstück, das er für einen gefritteten Sandstein dicht neben dem Eruptiv-Gestein hielt. Das kleinfleckige Gestein ist hart und splitterig. Im Dünnschliff erkennt man nur vereinzelte Quarz-Sandkörner, dann kleine Partikeln und Partien von Ferrit und einer serpentinartigen, nicht näher bestimmbaren Substanz — alles Uebrige, die Hauptmasse, ist unreiner Chalcedon. Die Structur der Masse ist höchst sonderbar, und ich kann sie nur in folgender Weise erklären. Das Gesteinsmaterial war ursprünglich eruptives Magma, das im Contact mit alten Sandsteinen eine Menge Sandkörner aufgenommen hatte; es erstarrte zu einem etwa einem Variolit ähnlichen Gestein, in dem je ein Sandkorn zum Mittelpunkt eines sphärulitartigen Gebildes wurde, das sich aus Plagioklasleisten aufbaute. Dieses Gestein wurde zersetzt unter massenhafter Bildung von Kalkspath. Endlich wurde die ganze Masse in Chalcedon verwandelt, verkieselt, und zwar so, dass die ganze Umgebung eines Quarz-Sandkornes dieselbe optische Orientirung erhielt, die das Quarzkorn besitzt. Zwischen gekreuzten Nicols zerfällt also das ganze Präparat in grössere ausgezackte Körner, die zum Theil von einander durch Ferrit und serpentinartige Masse getrennt sind. Eine bessere Auskunft kann über das einzelne vorliegende Handstück nicht gegeben werden, die Verkieselung aber ist unzweifelhaft.

Die weite Verbreitung des Chalcedons in Süd-Afrika ist bereits seit längerer Zeit bekannt; W. H. Penning hat schon 1885 (Quart. Journ. of the

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

Geol. Soc. of London, Bd. XLI, S. 576) den Namen „Chalcedolite" benutzt offenbar für Gesteine, die als verkieselt zu deuten sein werden. Und erst kürzlich spricht Dantz in einem vorläufigen Bericht über seine Reisen in Deutsch-Ost-Afrika in der Zeitschrift d. Deutschen Geol. Ges. Berlin, 1900, Bd. 52, S. -45- von „Chalcedon führenden, sandigen Kalksteinen südöstlich Ujiji". Es ist somit zu erwarten, dass das Phänomen der Verkieselung in einem sehr grossen Theil von Süd-Afrika durch weitere Forschungen und Studien nachgewiesen werden wird. Dass die Chalcedon führenden Gesteine und die Dolomite Phänomene der Umwandlung darbieten, ist auch schon von anderen Forschern angedeutet und erörtert worden. Doch glaube ich in dieser Abhandlung zuerst den Beweis geliefert zu haben, dass in der nördlichen Kalahari die Erscheinung der Verkieselung mit oder ohne Dolomitisirung als eines der grossartigsten Phänomene der hydatogenen Metamorphose an Gesteinen jeden geologischen Alters auftritt, in denen Kalkspath als Haupt- oder Uebergemengtheil vorhanden ist oder war.

Erläuterung der Tafeln.

Tafel II.

Fig. 1, Seite 83.

Chalcedon-Sandstein der Botletle-Schichten am Südrande der Reñaka-Bucht an der Südseite des Ngami-Sees.

Einkieselung. Alle Sandkörner sind meist völlig umgeben von sehr schwach doppelbrechenden Säumen von Mikroachat. Das Centrum der Interstitien ist wasserklarer, kleinbüscheliger Chalcedon. Vergrösserung 60.

Fig. 2, Seite 86.

Chalcedon-Sandstein der Reñaka-Schichten, östlich von Bolibing in der Reñaka-Bucht an der Südseite des Ngami-Sees.

Einkieselung. Verschweissung der Quarz-Sandkörner. Quer durch die Abbildung vier zu einer Kette vereinigte Sandkörner. Die Interstitien sind erfüllt von schwach doppelbrechendem, sehr feinkörnigem Chalcedon von tridymitartigem Habitus. Vergrösserung 60.

Fig. 3, Seite 86.

Chalcedon-Sandstein der Reñaka-Schichten vom Kap Reñaka an der Südseite des Ngami-Sees.

Einkieselung. Die Quarz-Sandkörner sind durch schwache Ausheilung mit viel winzigen Subindividuen mehrfach mit einander verwachsen, wodurch Formen entstehen, die für freie Sandkörner unmöglich sind. In den Interstitien schwach doppelbrechender, sehr feinkörniger Chalcedon. Vergrösserung 60.

Fig. 4, Seite 78.

Chalcedon-Sandstein, Uebergangsgestein der untersten Reñaka-Schichten aus der Reñaka-Bucht an der Südseite des Ngami-Sees.

Einkieselung. Die direct aus der Grauwacke der Chanse-Schichten herstammenden Quarz-Sandkörner zeigen Ausheilung durch Krystallspitzen,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

besonders das mittelste Korn in der Abbildung. Alle Sandkörner sind von Säumen von Mikroachat ganz umgeben, der im auffallenden Licht weiss erscheint. Die Interstitien sind erfüllt von ganz klarem feinfaserig-feinbüscheligem Chalcedon. Vergrösserung 60.

Fig. 5 und 6, Seite 76 und 79.

Chalcedon-Sandstein der Botletle-Schichten östlich von Totin im Bett des Ngami-Flusses.

Einkieselung. Die Interstitien zeigen sich im zerstreuten Licht in Fig. 5 von Opal „mit körnigem Zerfall" erfüllt, der vom Rand bis zum Centrum keinerlei Verschiedenheiten aufweist. Zwischen gekreuzten Nicols aber in Fig. 6 zeigen die äusseren Partien der Interstitialmassen kräftige Aggregatpolarisation. Vergrösserung 60.

Tafel III.

Fig. 1 bis 5, Seite 95, 74, 80.

Verkieselte Kalkstein-Breccie; Uebergangsgestein aus Schutt von Kalkstein der mittleren Ngami-Schichten aus der Reñaka-Bucht an der Südseite des Ngami-Sees.

Verkieselung. Alle fünf Figuren zeigen Stellen nur eines Präparates. Vergrösserung 60.

Fig. 1: Ein „plastisch"-körniges Geflecht von länglichen Calciten ist völlig verkieselt.

Fig. 2: Ein grob radialstrahliges Aggregat von Calciten ist völlig verkieselt.

Fig. 3: Völlig verkieselter Kalkstein; die Masse ist ein trübes gekröseartiges Geflecht von Strängen von Chalcedon mit kleineren Partien von reinem Chalcedon; einige an Eisenhydroxyd reichere Flecke.

Fig. 4: Völlig verkieselter, schwach sandiger Kalkstein; die Stränge von Chalcedon erinnern mit ihren Krümmungen und Windungen an Skelette von Lithistiden; die hellen Stellen in der Abbildung sind meist reiner Chalcedon, seltener Quarz-Sandkörner.

Fig. 5: Bindemittel der Breccie, bestehend aus Quarz-Sandkörnern (vier vom Rande her in die Abbildung hineinragend) und einem Aggregat von Pseudomorphosen von Chalcedon nach Rhomboedern von Calcit (oder Dolomit); die dunkleren Flecke in der Mitte der Pseudomorphosen werden erzeugt durch etwas trüben Chalcedon in sehr feinen concentrischen Schalen.

Fig. 6, Seite 75.

Brecciöser Dolomit-Sandstein der Botletle-Schichten nordwestlich von der Pfanne Garu unter 20° s. Br. in Deutsch-Süd-West-Afrika.

Die Abbildung stellt ein Bruchstück von Dolomit dar, das aus Rhomboedern zusammengesetzt ist, die oft einen dunkelen, eisenhaltigen, thonigen Kern enthalten. Vergrösserung 60.

Tafel IV.

Fig. 1, Seite 77.

Halbverkieselter Kalk-Sandstein der Botletle-Schichten von Meno a kwena am Ufer des Botletle-Flusses.

Die dunkelen Stellen der Abbildung sind dichter Calcit, die hellen sind Opal. In der Mitte der Abbildung um eine centrale Pore eine Partie

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

von Opal, in der, wie auch an anderen Stellen der Abbildung, isolirte Büschel (Kegel) von stark doppelbrechendem Chalcedon liegen. Vergrösserung 60.

Fig. 2, Seite 99.

Halbverkieselter Dolomit mit Lagen von fast reinem Chalcedon aus den mittleren Ngami-Schichten der Kaikai-Berge.

Die Abbildung giebt eine Partie von Chalcedon mit reichlichem „Staub" von Dolomit-Rhomboederchen; einige Eisenglanzkryställchen. Vergrösserung 60.

Fig. 3, Seite 80 und 100.

Isolirte Pseudomorphose von Chalcedon nach einem Carbonspath aus einem schwach verkieselten Dolomit der mittleren Ngami-Schichten der Kaikai-Berge.

Die Pseudomorphose ist in Wasser zwischen fast gekreuzten Nicols photographirt. Vergrösserung 220.

Fig. 4, Seite 78.

Ausgeheiltes Quarz-Sandkorn aus dem Krystall-Sandstein der Botletle-Schichten vom Massarwa-Thal an der Südseite des Ngami-Sees.

Die obere ausheilende Krystallspitze zeigt genau dieselben Interferenz-Farben zwischen gekreuzten Nicols wie das untere Sandkorn, dabei aber doch bei schiefer Beleuchtung sehr feine gekrümmte, dem Umriss des Sandkorns parallele Anwachsstreifen; an der rechten Seite gehen Anwachsstreifen auch parallel der Krystallfläche. Vergrösserung 220.

Fig. 5, Seite 99.

Stark verkieselter Dolomit der mittleren Ngami-Schichten der Kaikai-Berge.

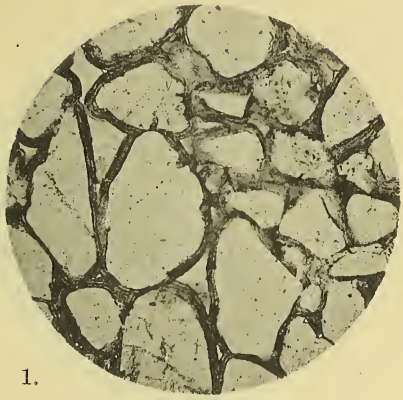
Verkieselung. Die dunkleren Stellen der Abbildung sind Dolomit, die ganz hellen sind Chalcedon; um eine Pore im Centrum der Abbildung zunächst feinkörniger Dolomit, dann eine Zone von gröberkörnigem Dolomit, von der aus einzelne Krystallspitzen in den Chalcedon hineinragen. Vergrösserung 60.

Fig. 6, Seite 94.

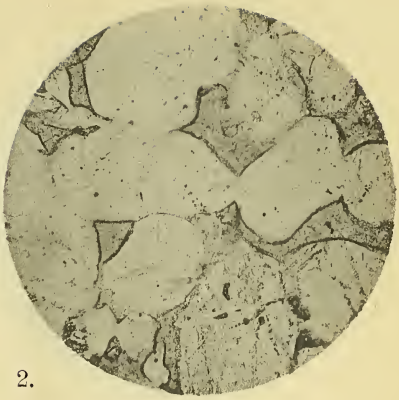
Völlig verkieselter, contactmetamorpher, granathaltiger Kalkstein der mittleren Ngami-Schichten in der Reñaka-Bucht an der Südseite des Ngami-Sees.

Verkieselung. Grössere Rhombendodekaeder (von circa 0,07 mm Durchmesser) von farblosem Granat liegen gedrängt in klarem Chalcedon und sind umgeben von einer Zone von winzigen, aus Subindividuen zusammengesetzten Granaten; das Ganze liegt im Chalcedon. Vergrösserung 60.

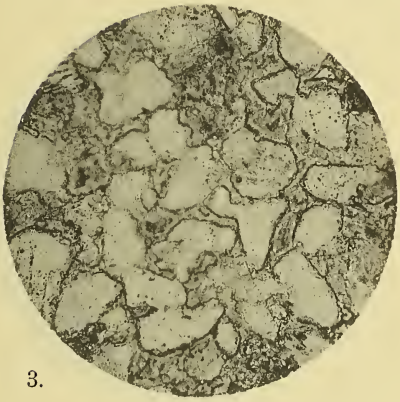
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at



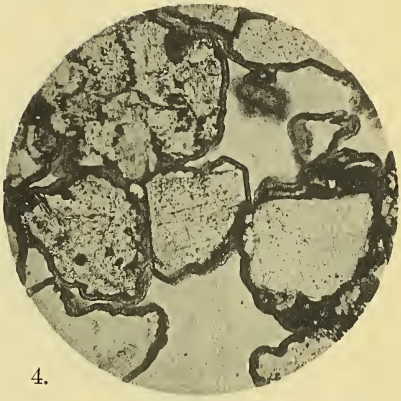
1.



2.



3.



4.

5.

6.

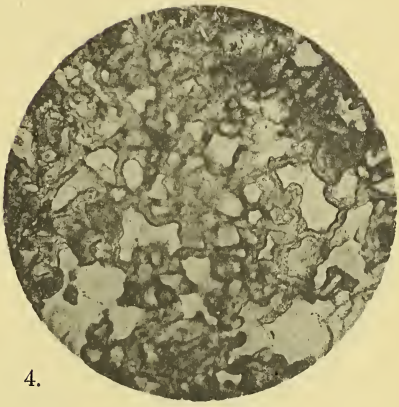
Phot. v. Verf.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at

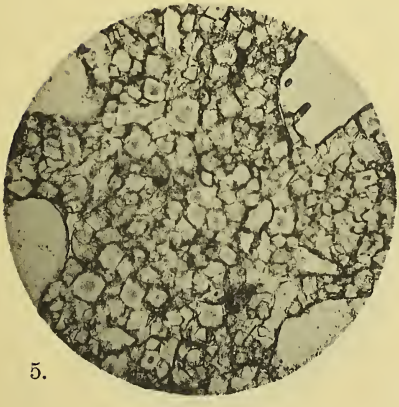
1.

2.

3.



4.

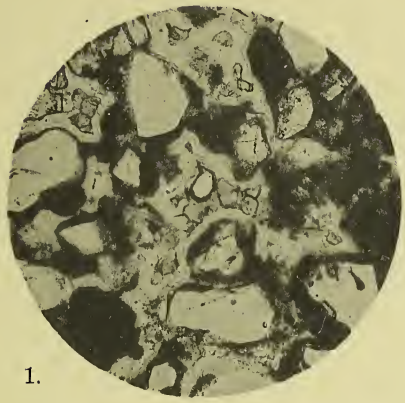


5.

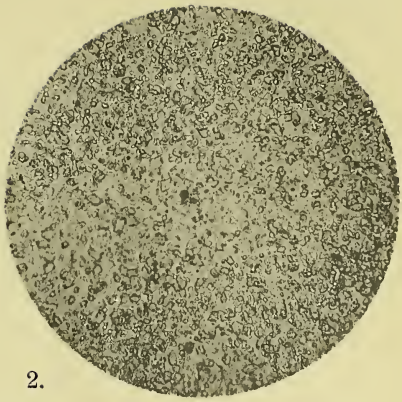
6.

Phot. v. Verf.

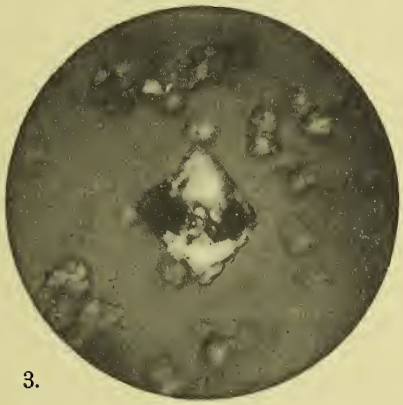
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;www.zobodat.at



1.



2.



3.

4.

5.

6.

Phot. v. Verf.