Ueber das Vorkommen von Jadeit in Ober-Birma.

Von

Fritz Noetling in Calcutta[1].

Mit Taf. I.

I. Einleitung.

Es ist eine bemerkenswerthe Erscheinung, dass Länder, welche sich vom Verkehr mit der Aussenwelt abschliessen und nur von wenigen kühnen Reisenden durchzogen wurden, gewöhnlich den Ruf geniessen, sich eines ganz aussergewöhnlichen Mineralreichthumes zu erfreuen. Der Grund hiervon ist leicht einzusehen. Nur in den seltensten Fällen besitzt der Reisende die nöthige geologische Schulung, um irgend ein Mineralvorkommen nach seinem wirklichen Werthe bemessen zu können. Findet er z. B. verschiedentlich in den Geschieben der Flüsse Kohlenstücke, so ist das Land „ungemein reich an Kohle", gleichgültig, ob nun die Stücke von einem abbauwürdigen Flötz herrühren oder nicht. Wird im Flusssande Gold gewaschen, so muss doch dasselbe irgendwo im Oberlaufe gefunden werden, folglich ist das Land reich an Gold u. s. w.

Ober-Birma, das noch bis zum Jahre 1886 eines der wenigst gekannten Gebiete Asiens war, ist ein ganz ausgezeichnetes Beispiel für diese Regel. Wenn man die älteren Reisebeschreibungen durchliest, so müsste man meinen, dass dieses Land einen geradezu unerschöpflichen Reichthum an Erzen, edlen Gesteinen und brennbaren Fossilien besässe.

---

[1] Erschien ursprünglich in englischer Sprache im XXVI. Bd. der Records of the Geological Survey of India. Die hier folgende Übersetzung ist bedeutend erweitert und umgearbeitet.

Die seit der Annexion systematisch vorgenommene geologische Untersuchung von Ober-Birma, mit der Verfasser seit Anfang des Jahres 1888 beschäftigt war, hat jedoch gerade das Gegentheil festgestellt.

Es ist selbstverständlich, dass sich bei einem neuerschlossenen Lande, wie Ober-Birma, das einen Flächenraum von 112 290 engl. Quadratmeilen[1] bedeckt, also nahezu so gross ist, wie das ganze Königreich Preussen, in einem Zeitraume von ein paar Jahren die geologische Untersuchung auf bereits bekannte Mineralvorkommen beschränken musste. Dass diese Untersuchungen durch die feindselige Haltung der Eingeborenen und durch die physikalische Beschaffenheit des Landes, das zum grossen Theil eine undurchdringliche Wildniss ist, noch erschwert wurden, mag nur nebenbei erwähnt sein. Wir können also noch nicht sagen, dass Ober-Birma in seiner geologischen Beschaffenheit bis ins Detail erforscht ist, allein die Grundzüge seiner Geologie haben sich feststellen lassen. Dabei hat sich denn ergeben, dass Birma, das zum überwiegenden Theil aus Schichten der Tertiärformation aufgebaut ist, mit Mineralschätzen nichts weniger als gesegnet ist; denn abgesehen vielleicht von Petroleum, dessen Production sich aber innerhalb sehr bescheidener Grenzen hält, und auch vielleicht Rubinen, kann es als ziemlich sicher gelten, dass nur wenig andere nutzbare Mineralien in abbauwürdiger Menge vorhanden sind.

Unter den letzteren ist es namentlich jenes prächtig grüne Mineral, das unter den verschiedensten Namen, wie „Edler Serpentin“, „Jade“ etc. bekannt ist, welches seit langer Zeit einen hervorragenden Platz einnimmt. Fabelhafte Preise sollen selbst für kleine Stücke von den Chinesen, die es besonders hoch schätzen, bezahlt werden, allein genaue Berichte über das Vorkommen des Jadeits waren nicht vorhanden. Das hing natürlich mit den unendlichen Schwierigkeiten zusammen, welche sich einem Besuch der Gegend, in welcher der Jadeit gewonnen wurde, entgegenstellten. Denn hatte ein Reisender einmal das Misstrauen der früheren birmesischen Beamten überwunden und war glücklich bis Mogoung vorgedrungen, so

[1] Inclusive der diesseits des Salwin liegenden Schanstaaten; ohne dieselben bedeckt Ober-Birma einen Flächenraum von 72 990 engl. Quadratmeilen.

galt es sich noch mit den räuberischen Katschinstämmen jener Gegend abzufinden.

Soviel mir bekannt, sind bis zur Zeit der Annexion von Ober-Birma die Jadeitgruben nur von einem einzigen Europäer, Dr. Griffiths, besucht worden. Bis frühestens 1889 waren sicherlich keine Europäer mehr dort und auch seither sind nur eine ganz geringe Zahl von Localbeamten dort gewesen. Auch mir wäre es kaum möglich gewesen, dahin vorzudringen, wenn nicht im Winter 1892/93 eine militärische Expedition zur Unterwerfung der in jener Gegend hausenden Katschinstämme ausgesandt worden wäre. Es ist natürlich selbstverständlich, dass bei einer solchen Gelegenheit, in feindlichem Lande, das überdies noch von beinahe undurchdringlichem Urwalde bedeckt wird, geologische Untersuchungen ungemein schwierig auszuführen sind, ganz abgesehen davon, dass die Voraussetzung einer genauen geologischen Untersuchung, eine gute topographische Karte, überhaupt fehlte, und solche erst während der Expedition aufgenommen wurde.

Die nachfolgende Mittheilung beansprucht also durchaus nicht, den Werth einer genauen geologischen Untersuchung zu besitzen, dieselbe muss vielmehr als eine vorläufige Mittheilung über das Vorkommen des Jadeit gelten, und in Anbetracht der schwierigen äusseren Umstände mit Nachsicht aufgenommen werden. Es ist möglich, dass in kommenden Jahren, wenn erst die Eisenbahn bis nach Mogoung vorgedrungen und das Land dem Verkehr besser eröffnet ist, eine erneute Untersuchung unter günstigeren Umständen[1] vorgenommen werden kann, allein bis dahin enthält die nachfolgende Mittheilung alles, was über das Vorkommen des Jadeits festgestellt werden konnte.

Die erste Nachricht, welche ich über das Vorkommen von Jadeit kenne, findet sich in Captain Hannay's Reiseroute einer Tour von Ava nach der Grenze von Assam[2]. Während seines Aufenthaltes in Mogoung erhielt Captain Hannay mehrere Stücke eines prächtigen grünen Minerals, welches die Bir-

[1] Dahin rechne ich unter anderem den Bedarf an Nahrungsmitteln, die ich für die ganze Dauer meiner mehrmonatlichen Reise für mich selbst, meine Dienerschaft und die Transportthiere mitzuführen hatte.

[2] Journal of the Asiatic Society of Bengal. vol. VI. 1837. p. 265 ff.

mesen „Kyouk-tsein“ nannten, während es bei den Chinesen „Yueesh“ hiess[1].

Captain Hannay hält das Mineral für Nephrit und bemerkt, dass die Chinesen mit Vorliebe solche Stücke kaufen, welche eine rauhe und schmutzig gefärbte Kruste besitzen, da diese gewöhnlich im Innern schön grün gefärbte Theile besässen. Diese werden sorgfältig herausgeschnitten und zu Ringsteinen und anderen Schmuckgegenständen, welche als Amulete dienen, verarbeitet. Der Yueesh, welchen die Chinesen exportiren, wird an einem Platze gefunden, der fünf Tagemärsche in nordwestlicher Richtung von Mogoung liegt; allerdings findet sich das Mineral auch noch an anderen Plätzen, aber in geringerer Güte.

Ausführlichere Mittheilungen über den Fundort des „Kyouk-tsein“ wird man in Dr. Griffiths' Buch[2] finden. Es scheint, dass dieser der erste Europäer war, welcher den Fundort des Jadeits wirklich aufgesucht hat, denn die Distanzangaben seiner Reise von Kamaing nach den Jadeitgruben sind ziemlich genau, obgleich Dr. Griffiths wahrscheinlich einen Umweg gemacht hat, da nach ihm die Entfernung zwischen beiden Plätzen 51 engl. Meilen beträgt, während sie thatsächlich nur 31 engl. Meilen ist.

Ich gebe hier Dr. Griffiths' Beschreibung des Fundortes wörtlich wieder, da sein Buch ziemlich selten ist. Dr. Griffiths, der das Mineral für Serpentin hält, schreibt darüber wie folgt:

„These celebrated Serpentine mines occupy a valley of somewhat semi-circular form, and bounded on all sides by thickly wooded hills of no great height. To the north the valley passes off into a ravine, down which a small streamlet that drains the valley escapes, and along this, at a distance

[1] Ich gebe hier, um Missverständnisse zu vermeiden, diese beiden Namen genau in Captain Hannay's Schreibweise wieder; ein Deutscher würde die Namen Dchiauk-tseïn und Yuisch geschrieben haben. Soweit mir bekannt, ist gegenwärtig nur der birmesische Name gebräuchlich, welcher wörtlich übersetzt nicht anderes als „Grünstein“ (Kyouk = Stein, Felsen, tseïn = grün) bedeutet. Der chinesische Name, dessen Bedeutung mir unbekannt ist, wird kaum gebraucht.

[2] Journal of Travels in Assam, Burma, Butan etc. Calcutta 1847. p. 132.

of two or three miles, another spot of ground affording Serpentine is said to occur. The valley is small: its greatest diameter, which is from East to West being about three-quarters of a mile, and its smallest breadth varying from 460 to 600 or 700 yards.

The whole of the valley, which appears formerly to have been occupied by rounded hillocks, presents a confused appearence, being dug up in every direction, and in the most indiscriminate way: no steps being taken to remove the earth etc., that have been thrown up in various places during the excavations. Nothing in fact like a pit or shaft exists, nor is there anything to repay one for the teadiousness of the march from Kamein.

The stone is found in the form of more or less rounded boulders mixed with other boulders of various rocks and sizes imbedded in a brick-coloured yellow or nearly orange-coloured clay, which forms the soil of the valley, and which is of considerable depth. The excavations vary much in form, some resembling trenches; none exceed 20 feet in depth. The workmen have no mark by which to distinguish at sight the Serpentine from the other boulders; to effect this fracture is resorted to, and this they accomplish, I believe, by means of fire. I did not see the manner in which they work, or the tools they employ, all the Shans having left for Kamein, as the season had already been over for some days. No good specimens were procurable."

Dr. Griffiths fügt weiterhin noch einige Bemerkungen über den Transport der gewonnenen Steine hinzu, welche von keinem besonderen Interesse sind.

Die Bemerkungen, welche Captain Yule[1] über das Vorkommen des Jadeits macht, sind ganz augenscheinlich auf die Mittheilungen der beiden oben genannten Autoren basirt.

Angesichts dieses kann man nicht gut verstehen, warum Dr. Anderson, obgleich er Dr. Griffiths beinahe wörtlich citirt, behauptet[2], dass „die Jadegruben, welche den wichtigsten

[1] Yule, Narrative of the Mission to the court of Ava. London 1858. p. 146.

[2] Report on the expedition to Western Yunan, Bhamo, via Calcutta. 1871. p. 66.

Charakterzug des Mogoung-Districtes bilden, in einem halbkreisförmigen Thale in der Nachbarschaft eines Berges, etwa 25 Meilen südwestlich von Meinkhoon, liegen".

Diese Ortsangabe ist natürlich gänzlich falsch und man kann nur nicht verstehen, wie angesichts der klaren und bestimmten Angaben von Griffiths über die Lage der „Serpentin"-Gruben und des Hukongthales, in welchem der Ort Meinkhoon[1] liegt, Dr. Anderson eine solche Confusion machen konnte. Er hat nämlich einfach die Bernsteingruben im Hukongthale[2] mit den Jadeitgruben im Uruthale verwechselt. Die Folge davon war, dass schliesslich Niemand mehr wusste, wo eigentlich die Fundorte für Jadeit und Bernstein in Ober-Birma waren, abgesehen von der etwas nebelhaften Angabe, dass dieselben irgendwo in der Umgegend von Mogoung seien.

Der letzte litterarische Hinweis auf Jadeit findet sich im 4. Bande der ersten Ausgabe des Manual of Geology of India p. 95, wo Mallet zeigte, dass das Mineral als Jadeit bezeichnet werden müsse.

2. Das Vorkommen des Jadeits.

Soweit unsere gegenwärtigen Kenntnisse reichen, ist das Vorkommen des Jadeits in Ober-Birma auf einen engbegrenzten Fleck am Oberlaufe des Uruflusses[3] beschränkt. Ob derselbe sich noch anderwärts findet, lässt sich gegenwärtig noch nicht sagen, obschon dies meiner Ansicht nach gar nicht unwahrscheinlich ist. Jadeitgerölle sollen sich angeblich in den Irrawaddigeschieben oberhalb von Myitkyina gefunden haben. Falls sich diese Mittheilung bestätigen sollte, so würde dies auf ein Vorkommen des Jadeits am obern Irrawaddi hindeuten, allein es dürfte eine geraume Zeit vergehen, bis dasselbe entdeckt werden würde. Es beschränken sich daher die nachfolgenden Bemerkungen nur auf das Vorkommen am Uru. Als Mittelpunkt des Jadeit producirenden Landstriches kann man ungefähr das Dorf Tammaw annehmen, das etwa unter 25° 44′ nördl. Breite und 96° 14′ östl. Länge

---

[1] Die neuere Schreibweise ist: Maingkhwan.

[2] Siehe: Noetling, On the occurrence of Burmite, a new fossil resin from Upper Burma. Records Geological Survey of India. Vol. XXVI. p. 31 ff.

[3] Auch Uyu geschrieben.

liegt. Es muss allerdings bemerkt werden, dass Tammaw keine permanente Niederlassung bildet, sondern zur Regenzeit von den Arbeitern verlassen wird. Eine permanente Ansiedelung ist das etwa 6 Meilen östlich davon gelegene Katschin-Dorf Sanka. Innerhalb des benannten Gebietes wird Jadeit in zweierlei Weise gewonnen, nämlich aus den Alluvionen des Uruflusses und durch Steinbruchsarbeit in der Nähe von Tammaw.

Auf eine Länge von 15—20 engl. Meilen unterhalb des Dorfes Sanka sind die Flussufer auf beiden Seiten durchwühlt, um das kostbare Material zu gewinnen, und obschon dieser Betrieb wahrscheinlich schon Hunderte von Jahren alt ist, so sind die alluvialen Geröllablagerungen doch noch nicht erschöpft.

Zur Zeit meiner Anwesenheit hatte ein unternehmender Chinese mehrere, mit der modernsten Ausrüstung versehene Taucher beschäftigt, welche in tiefen, sonst unzugänglichen Stellen des Flusses die Geröllablagerungen[1] ausbeuteten und dabei, wie mir der Unternehmer versicherte, einen sehr guten Erfolg hatten.

Es muss nun hervorgehoben werden, dass oberhalb Sanka die Flussgerölle nicht jadeitführend sind, ebenso wie derselbe weiter stromabwärts so selten wird, dass sich die Gewinnung nicht mehr lohnt. Daraus glaube ich schliessen zu dürfen, dass die ursprüngliche Lagerstätte, von der alle die in den Alluvionen abgelagerten Gerölle herstammen, nicht oberhalb Sanka existiren kann, sondern, wenn man die Länge der kleinen Zuflüsse auf beiden Seiten des Uru in Betracht zieht, sich innerhalb eines Kreises von höchstens 15 engl. Meilen Radius, der einen etwa 10 Meilen unterhalb Sankas gelegenen Ort zum Mittelpunkt hat, finden muss.

Innerhalb des vorbeschriebenen Gebietes ist Jadeit bisher nur an einem Platze anstehend gefunden worden, und zwar in der Nähe des bereits erwähnten Ortes Tammaw.

---

[1] Ich möchte hierbei bemerken, dass manchesmal, wenn auch ziemlich selten, Jadeitgerölle in den Lateritablagerungen des Uruthales gefunden werden. Diese sind bis auf ziemliche Tiefe von Eisenlösungen durchtränkt und daher schön rothbraun gefärbt. Solche Stücke werden von den Chinesen besonders hoch bezahlt.

Es darf als ziemlich sicher gelten, dass die Auffindung des Jadeits im Anstehenden nicht älter als 15 Jahre ist, und dass in früheren Zeiten derselbe ausschliesslich aus den alluvialen Ablagerungen des Uru gewonnen wurde. Wie der anstehende Jadeit gefunden wurde, habe ich nicht ermitteln können, allein es muss der reinste Zufall gewesen sein, der dazu führte, denn der Platz liegt auf einem, von dem dichtesten Dschangl bewachsenen hohen Plateau, in erheblicher Entfernung vom Uru. Es ist kaum anzunehmen, dass die dortigen Eingeborenen eine systematische Nachforschung nach der ursprünglichen Lagerstätte des Jadeit angestellt haben, wenn ihnen der Gedanke überhaupt je gekommen sein konnte, sondern es ist vielmehr anzunehmen, dass ein herumstreifender Jäger den Platz zufälliger Weise auffand.

Diese Ansicht ist meiner Auffassung nach deswegen wichtig, weil mit Sicherheit daraus zu schliessen ist, dass der schneeweisse Jadeit in Form einer Kuppe oder irgend einer Erhöhung über die benachbarten Schichten herausgeragt hat, denn wäre die Oberfläche desselben im gleichen Niveau mit den umgebenden Schichten gewesen, so wäre sie wohl wie jetzt mit einer dicken Humusschicht bedeckt gewesen. Es wird nun nützlich sein, bevor ich das Vorkommen des Jadeits im Detail beschreibe, eine kurze Zusammenfassung der geologischen Umrisse jener Gegend zu geben, soweit sich dieselben bei einer einmaligen Begehung feststellen liessen. Wenn dieselben lückenhaft sind, so mag das damit entschuldigt werden, dass die gewaltige Vegetation in jenen Gegenden eine geologische Untersuchung des Untergrundes als beinahe hoffnungslos erscheinen lässt. Nur hier und da ragt ein verwitterter, mit einem dichten Moosteppich bedeckter Felsen aus der dichten Humusschicht heraus, und wenn es auch im Laufe der Zeit gelingt, eine Fülle von Einzelbeobachtungen so zu combiniren, dass man ein ungefähres Bild des geologischen Aufbaues erhält, so ist die Festlegung von genauen Grenzlinien ein Ding der Unmöglichkeit, wie Jeder, der sich einmal mit geologischen Untersuchungen in tropischen Urwäldern beschäftigt hat, zugeben wird.

3. Stratigraphischer Theil.

Soweit bekannt, nehmen am Aufbau des Landes zwischen Irrawaddi im Osten und dem Urufluss im Westen[1] die folgenden Formationen theil:

a) Krystallinische Schiefer,
b) Kalksteine, stellenweise in Marmor umgewandelt von wahrscheinlich carbonem Alter,
c) Miocän, ausschliesslich Sandsteine und Thone,
d) Alluvium, Laterit und Geröllablagerungen.
e) Eruptivgesteine: Serpentin und Jadeit (?), Basalt.

a) Krystallinische Schiefer. Die krystallinischen Schiefer, welche sich am Irrawaddi finden, erstrecken sich für eine ziemliche Distanz westlich über Mogoung hinaus. Es scheint, dass ihre Westgrenze ungefähr mit der plötzlichen Umbiegung des Mogoungflusses zusammenfällt, der bis ungefähr 20 Meilen westlich von Mogoung einen südwärts gerichteten Lauf besitzt, sich dann aber plötzlich unter einem rechten Winkel nach Osten wendet. Man kann an dieser Stelle beobachten, dass am linken Flussufer die krystallinischen Schiefer anstehen, während auf dem rechten, allerdings in einiger Entfernung vom Fluss, miocäne Sandsteine und Kohlenflötze auftreten. Es ist somit ganz klar, dass an dieser Stelle eine Verwerfungslinie existirt, die theilweise mit dem Flusslaufe zusammenfällt und wahrscheinlich NNO.—SSW. verläuft.

Es ist ferner ganz möglich, dass senkrecht zu dieser Hauptbruchlinie eine zweite, secundäre existirt, welche die krystallinischen Schiefer gegen Süden hin abschneidet, denn südlich von Mogoung erstreckt sich ein grosses, breites mit Alluvium erfülltes Thal, das in seiner südlichen Fortsetzung den Irrawaddi in der Gegend von Htygaing schneidet.

Westlich der grossen Bruchlinie habe ich krystallinische Schiefer nicht beobachtet, weder hier noch weiter südlich in der Gegend von Wuntho. Das letzte südliche Vorkommen auf der rechten Seite des Irrawaddi befindet sich bei Htygaing, wo dieselben in Form von steil nach Osten geneigten Glimmerschiefern auftreten und einen NNW. gerichteten Hügelzug bilden.

---

[1] Ich bemerke hierbei, dass der Uru ein Zufluss des Chindwin ist, der selbst wiederum in den Irrawaddi mündet.

Zwischen Sinbu (= Senbo) und Mogoung treten bei Yinbat Quarzite und quarzitische Schiefer von rothbrauner Farbe auf, welche ungefähr nordwestliches Streichen besitzen und unter 85° nach Osten einfallen. Weiter westwärts in der Gegend von Mogoung treten rothe Thonschiefer auf, welche sich wahrscheinlich bis zur Verwerfung hin erstrecken.

Im Süden bei Htygaing finden sich, wie bereits erwähnt, Glimmerschiefer, welche nach Osten hin einfallen. In welcher Beziehung die Glimmerschiefer zu den Quarziten und Thonschiefern stehen, lässt sich vorläufig noch nicht feststellen, es scheint mir aber nicht zweifelhaft, dass sie alle Glieder einer Gruppe sind.

b) Carbon-Formation. Die hierher gehörigen Schichten bestehen ausnahmslos aus mächtigen Kalkablagerungen, welche stellenweise metamorphosirt und in krystallinischen Kalk umgewandelt sind. Im letzteren Falle enthält derselbe vielfach accessorische Mineralien wie Glimmer, namentlich aber Spinelle und Rubinen.

Versteinerungen sind sehr selten und bis jetzt nur einmal von mir gefunden worden und zwar an Orten, welche ausserhalb des hier betrachteten Gebietes liegen.

Auf Grund dieser Versteinerungen, ein *Orthoceras* und ein *Echinosphaerites*-artiges Fossil, hatte ich diese Kalke ursprünglich als Silur betrachtet und in der englischen Ausgabe dieser Arbeit wird man dieselben als fragliches Silur bezeichnet finden. Ich habe aber seither Versteinerungen, welche aus diesen Kalken stammen, erhalten, die unzweifelhaft darthun, dass die gesammten Kalkablagerungen, welche sich östlich des grossen Einbruchsbeckens des Irrawaddi erstrecken und deren nördliche Fortsetzung die hier beschriebenen Vorkommen sind, als zweifelloses Carbon anzusehen sind[1].

Zum ersten Mal treten die Carbonkalke westlich von Bhamo auf, wo sie auf dem rechten Flussufer eine gewaltige steil abfallende Klippe bilden. Dann tritt die Grenze etwas vom Fluss zurück, allein oberhalb Bhamo stehen die Kalke wieder zu beiden Seiten jenes engen Erosionsthales an, das unter dem Namen erstes Defilé geht.

---

[1] Siehe Records of the Geological Survey of India. Vol. XXVI. p. 96 ff.

An dieser Stelle sind häufige Durchbrüche eruptiver Gesteine zu beobachten, die ich jedoch Mangels an Zeit nicht genauer studiren konnte.

Oberhalb von Sinbu sind die Carbonschichten abgeschnitten und das bisher so enge Flussthal weitet sich ganz plötzlich in ein grosses, seeartiges Becken aus, das mit Alluvialablagerungen erfüllt ist. Eine beträchtliche Ausdehnung des Carbons nach Osten sowohl als nach Westen hin ist ausgeschlossen; in letzterwähnter Richtung muss man baldigst auf die krystallinischen Schiefer stossen, die sich von Norden in der Richtung nach Htygaing erstrecken. Es ist also in hohem Grade wahrscheinlich, dass an der Grenze zwischen Carbon und krystallinischen Schiefern eine Spalte existirt, auf welcher eruptive Gesteine zu Tage getreten sind.

Zum zweiten Male treten die Carbonschichten westlich von Kamaing auf, und zwar kann man dieselben zuerst auf dem rechten Ufer des Endawgyiflusses beobachten; von hier aus erstrecken sich dieselben auf eine Breite von etwa 20 engl. Meilen bis westlich von dem Dorfe Nanyazeik. Hier verschwindet das Carbon mit einem Male und im gleichen Niveau treten Tertiärschichten auf. Man muss also annehmen, dass die Grenze zwischen Carbon und Tertiär ebenfalls durch eine Verwerfung bezeichnet wird.

Dieses schmale Band von Carbonschichten erstreckt sich nun ziemlich weit nach Süden und als seine letzten Ausläufer müssen wir wohl die krystallinen Kalke des Hmawgundaingpasses, westlich von Htygaing, ansehen[1].

Östlich von Nanyazeik sind die Carbonkalke in Marmor umgewandelt, welche in der Nähe dieses Dorfes reich an Rubinen sein sollen. Westlich vom erwähnten Dorfe sind dieselben in ihrer ursprünglichen Gestalt als dunkelblaue oder graugrüne thonige Kalke entwickelt. Es ist nicht anzunehmen, dass noch weiter nach Westen hin die Carbonkalke wiederum auftreten, wenigstens habe ich nirgendswo Spuren davon gefunden.

c) Tertiär. Die Schichten der Tertiärformation bestehen ganz ausschliesslich aus weichen, gelblichen Sandsteinen

---

[1] Der Kleinheit des Maassstabes wegen nicht auf der Karte verzeichnet.

mit untergeordneten graugrünen Thonen und stellenweise dünnen Kohlenflötzen. Nach meinen anderweitigen Erfahrungen müssen dieselben ihrem ganzen Habitus nach mit solchen Schichten im südlichen Birma als äquivalent angesehen werden, welche dort das Unter- und Obermiocän repräsentiren. Die Kohlenflötze und weiterhin auch das Burmitvorkommen müssen als Untermiocän betrachtet werden, während die darüberlagernden gelben Sandsteine mit verkieseltem Holz obermiocän sind.

Zum ersten Male treten Tertiärschichten in dem Einbruchsgebiet zwischen Mogoung und Kamaing auf, wo dieselben zwischen krystallinische Schiefer im Osten und carbonen Kalken im Westen eingeklemmt sind. Dieselben erstrecken sich weiterhin nach Norden und begrenzen höchst wahrscheinlich die Ostseite der grossen fruchtbaren Niederung, welche unter dem Namen des Hukongthales bekannt, das Hauptquellgebiet des Chindwinflusses bildet. Wie weit dieser Zug sich nach Süden fortsetzt, ist schwer zu sagen, wahrscheinlich ist, dass er den Irrawaddi südlich von Htyaing erreicht.

Zum zweiten Male treten die Tertiärschichten ganz plötzlich wieder auf der Westseite des Carbon von Nanyazeik auf und es muss bemerkt werden, dass an der Grenze zwischen Carbon und Tertiär langgestreckte Eruptivmassen erscheinen, die nach Herrn Bauer (p. 46 dieses Hefts) echte Feldspathbasalte sind. Von ihrer Ostgrenze habe ich die Tertiärschichten ca. 25—30 Meilen nach Westen verfolgt, weiter westlich konnte ich nicht vordringen, da ich aus Mangel an Provisionen umkehren musste. Es unterliegt aber für mich keinem Zweifel, dass dieselben sich noch weiterhin nach Westen bis zum Chindwin hin erstrecken. In ihrer nördlichen Fortsetzung bilden dieselben die Bergketten auf der Westseite des Hukongthales, während sie im Süden wohl allmählich in die Tertiärablagerungen von Central-Birma übergehen.

d) Alluvium. Dasselbe kann mit wenig Worten abgethan werden; es besteht zumeist aus fetten Thonen, welche die Thalbecken und Flussniederungen ausfüllen und einen fruchtbaren, zum Reisbau geeigneten Boden bilden. Im Gebiete des Irrawaddi sind natürlich auch Sande und Geröll-

ablagerungen häufig. Hie und da, namentlich im Gebiete des Uruflusses, finden sich auch Gehängelaterite.

e) Eruptivgesteine. Eruptive Massen treten innerhalb des hier betrachteten Gebietes, namentlich in der Nähe des Irrawaddi sehr häufig auf; doch habe ich dieselben nicht untersucht, da das betreffende Gebiet von meinem Collegen Griesbach bereist wurde. Soweit ich aber zu beurtheilen vermag, können mit Sicherheit zwei Gruppen, ältere und jüngere Eruptivgesteine, unterschieden werden. Die älteren sind ausschliesslich an die Carbonschichten gebunden, und zwar fanden die Ausbrüche, wie ich in einer anderen Arbeit auszuführen gedenke, gleichzeitig mit der Ablagerung der Carbonkalke statt. Als besten Repräsentanten können wir das gewaltige Dioritmassiv des Maingthong-Gebirges in Wuntho ansehen, allein kleinere Gänge von geringer Ausdehnung durchsetzen die Carbonschichten namentlich im Gebiet des ersten Defilés.

Die jüngeren Eruptivgesteine, echte Basalte, durchsetzen an vielen Orten das Obermiocän und sind deshalb geologisch relativ jungen Alters. In unserem Gebiete treten sie hauptsächlich in der Nähe von Sanka auf, allein auch nördlich von Sinbu finden sie sich an vielen Orten.

Ausser diesen zweifellosen Eruptivgesteinen kommt noch an zwei Stellen Serpentin, und an einem Platze, Tammaw, damit verbundener Jadeit vor, deren Stellung vorläufig als zweifelhaft angesehen werden muss. Bei der Bedeutung, welche diese Frage für den wahrscheinlichen Ursprung des Jadeit hat, wird es nützlich sein, die beiden Vorkommen ausführlicher zu beschreiben.

Der eine Fundort für Serpentin liegt auf der Höhe der niedrigen Kette, welche das Thal des Mezaflusses, die südliche Fortsetzung der oben besprochenen Mogoungsenke, von dem Entwässerungsgebiet des Muflusses trennt.

Die niedrige Kette, über welche der Hauptweg von Htigyaing nach Wuntho über den Hmawgundaingpass führt, erhebt sich 1329 m über dem Meere, auf beiden Seiten von weiten mit Alluvium erfüllten Senken begrenzt.

Am Fusse des Ostabhanges trifft man zunächst auf metamorphosirten carbonen Kalk, und weiter nach Westen zu

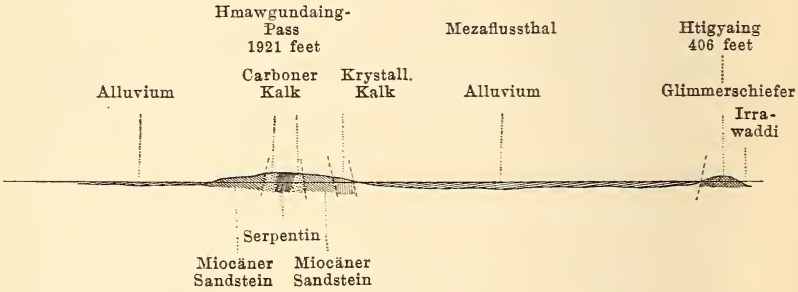
obermiocäne Sandsteine, die nach Westen einfallen, aber auf der Passhöhe plötzlich verschwinden, während nicht metamorphosirte steil nach Osten geneigte Kalksteine an ihre Stelle treten. Das Centrum der Kette wird von einem breiten Serpentingang eingenommen, der auf der Westseite wiederum von Kalksteinen begrenzt wird, auf die dann wieder nach Osten geneigte Sandsteine tertiären Alters folgen. Es ist ganz klar, dass unter diesen Umständen zum allermindesten drei Spalten existiren müssen, gegen welche die carbonen Kalke und tertiären Sandsteine absetzen.

Etwas weniger klar ist das Verhältniss des Serpentines zu den ihn umlagernden Kalksteinen, da die Grenze zwischen beiden nicht beobachtet werden konnte, allein es hat den Anschein, als ob der Serpentin durch den Kalkstein emporgedrungen sei.

Die folgende Skizze giebt ein Bild der eben beschriebenen Verhältnisse zwischen dem Irrawaddi und dem Hmawgundaingpass.

Profil vom Irrawaddi nach dem Hmawgundaing-Pass.

Maassstabe 1 Zoll = 8 engl. Meilen.
Höhen und Längen in gleichem Maassstabe.



Das zweite Serpentinvorkommen, welches uns hier am meisten interessirt, befindet sich westlich von dem Dorfe Sanka, auf der Höhe eines Plateaus, das soweit bekannt ausschliesslich aus tertiären Sandsteinen besteht. Der Serpentin tritt hier ganz plötzlich in Gestalt einer niedrigen Kuppe zu Tage, die allerdings nur noch an der Ostseite des Steinbruches sichtbar ist, und scheinbar nach Osten unter die Tertiärschichten einschiesst.

Unterhalb des Serpentines, aber von demselben durch eine etwa ½ m breite Kluft, welche mit mulmigem weichem Gestein erfüllt ist, getrennt, tritt der Jadeit auf, welcher durch sein blendendes Weiss einen scharfen Gegensatz zu dem tiefdunklen Serpentin bildet.

Durch die Steinbruchsarbeiten ist eine etwa 100 m lange, von Ost nach West gerichtete Grube entstanden, deren Wände leider mit Ausnahme der Westseite verstürzt sind. Ich konnte deshalb nicht genau feststellen, welches Gestein auf den anderen Seiten anstehend war[1], allein nach den Erkundigungen, welche ich einzog, wollen die Arbeiter ganz besonders auf der Westseite, nachdem der Jadeit durchbrochen war, wieder auf das schwarze Gestein gestossen sein. Eines war ganz deutlich sichtbar: der Steinbruchbetrieb bewegte sich hauptsächlich in Richtung nach Osten vorwärts, wobei die Sohle der Grube sich allmählich in gleicher Richtung senkte. Ich denke, dass hierdurch der Beweis geführt ist, dass der Jadeit wenigstens in dieser Richtung unter den Serpentin einschiesst.

Die scharfe Kluft, welche mit ebenfalls östlichem Einfallen Serpentin und Jadeit trennt, und auf der viel Wasser zu Tage tritt, scheint jedoch auf eine tektonische Störung hinzuweisen, die darthut, dass der Verband zwischen Serpentin und Jadeit durchaus nicht ein so inniger ist, als es auf den ersten Augenblick erscheinen möchte.

Aus obigen Untersuchungen ergeben sich somit einige ganz bestimmte Schlussfolgerungen, nämlich:

1. Der Jadeit tritt unterhalb des Serpentines zu Tage, allein wenigstens auf einer Seite durch eine Kluft von demselben getrennt.
2. Serpentin und mit ihm also auch der Jadeit werden auf allen Seiten von tertiären Sandsteinen umgeben, ohne dass jedoch der Contact beider beobachtet werden konnte.

Dies Vorkommen lässt zweierlei Deutungen zu. Man könnte einmal annehmen, dass Jadeit und Serpentin zur Zeit des Absatzes der tertiären Schichten bereits eine Kuppe bil-

---

[1] Ausserhalb der Grube machte undurchdringliches Gestrüpp jede Untersuchung unmöglich.

deten, um welche sich die miocänen Sandsteine herum ablagerten. Diese Auffassung berührt auf keine Weise das Verhältniss zwischen Jadeit und Serpentin, es wäre damit nur die Existenz der Jadeit-Serpentinkuppe in tertiärer Zeit festgestellt.

Nimmt man aber andererseits einen eruptiven Ursprung des Serpentins an, so wäre damit zunächst nur festgestellt, dass derselbe in posttertiärer Zeit erfolgt sei. Damit ist aber durchaus noch nicht die Genesis des Jadeits nachgewiesen; man könnte einmal annehmen, dass derselbe eine durch die Serpentineruption aus grösserer Tiefe mit emporgerissene Scholle sei, die allseitig von Serpentin umhüllt ist, oder aber, dass an der gleichen Stelle wie der Serpentin nachher eine Jadeiteruption erfolgt sei, die den Serpentin durchbrochen habe. In diesem Falle müsste dann der Jadeit als ein sehr junges Eruptivgestein angesehen werden. Der Nachschub zweier so grundverschiedener Eruptivmassen auf einer und derselben Spalte innerhalb verhältnissmässig kurzer Perioden — beide Ausbrüche müssten naturgemäss in postmiocäner Zeit erfolgt sein — wäre allerdings sehr merkwürdig.

Wenn man aber auf der anderen Seite den Serpentin und den Jadeit als Glieder einer prätertiären Schichtenreihe auffasst, sagen wir einmal dieselben zur krystallinischen Schichtengruppe zählt, so ist damit noch lange nicht die merkwürdige Art des Vorkommens, umgeben von tertiären Schichten, auf eine befriedigende Art und Weise erklärt.

Die Annahme einer prätertiären Kuppe hat ja an sich etwas sehr Bestechendes, allein sind wir dann genöthigt, die gleiche Annahme auf die anderen Serpentinvorkommen, z. B. das oben beschriebene am Hmawgundaingpass zu übertragen? Ich gestehe, gerade im letzteren Fall fällt es mir ungemein schwer, den gangförmigen Serpentinkern nicht als eine intrusive Masse aufzufassen. Dass ich mit dieser Anschauung nicht allein dastehe, beweisen Theobald's Untersuchungen in Nieder-Birma[1]. Theobald hat an vielen Stellen im Gebiete der Arrakan Yoma Serpentinvorkommen beobachtet, welche

---

[1] On the Geology of Pegu. Memoirs of the Geological Survey of India. Vol. X. Art. 3.

ganz zweifelsohne Intrusivmassen sind, die durch eocäne Schichten hindurchbrachen. Was also für die Serpentinvorkommen im südlichen Birma gilt, dürfte auch wohl für dieselben im nördlichen Birma zu Recht bestehen, zumal wenn man das Vorkommen am Hmawgundaingpass studirt. Giebt man aber die eruptive Natur der sämmtlichen Serpentinvorkommen in Birma zu, so wäre es doch zum mindesten gewagt, das Vorkommen von Tammaw ausschliessen zu wollen.

Wird aber die intrusive Natur aller der Serpentinvorkommen zugegeben, eine Hypothese, die durch schwerwiegende Beweisgründe gestützt ist, so erscheint das Vorkommen des Jadeits in Verbindung mit dem Serpentin nur um so räthselhafter. Ist es möglich, dass der Jadeit vielleicht nur eine unter besonderen Umständen erfolgte Abkühlungsmodification des Serpentins darstellt, oder ist derselbe nichts anderes als eine emporgerissene Scholle?

Es ist bedauerlich, dass die lückenhaften Beobachtungen uns auf diese Fragen keine Antwort zu geben vermögen, und vorläufig müssen wir uns damit begnügen, die Genesis des Jadeitvorkommens in Ober-Birma als eine sehr räthselhafte anzusehen, denn welcher Ansicht wir uns auch zuneigen, ob wir den Jadeit als ein intrusives Gestein auffassen oder demselben einen anderen Ursprung zuschreiben, in beiden Fällen begegnen wir Problemen, die vom rein geologischen Standpunkte aus schwer zu erklären sind. Hoffentlich wird in nicht allzu ferner Zukunft eine erneute Untersuchung unter mehr günstigen Bedingungen möglich sein, welche diese Fragen einer endlichen Lösung entgegenführt.

Der Jadeit und die anderen Gesteine der Jadeitlagerstätte von Tammaw in Ober-Birma.

Von

Max Bauer in Marburg in Hessen.

Im Folgenden sind die Gesteine beschrieben, die Dr. Fritz Noetling bei seinem Besuch der Jadeitgruben bei Tammaw gesammelt und in den Sammlungen der Geological Survey of India in Calcutta niedergelegt hat. Es ist nicht nur der Jadeit selber, der an jener Stelle in grossen Massen gesteinsbildend auftritt, sondern auch die ihn begleitenden Felsarten. Von diesen ist der Serpentin weitaus die wichtigste. daneben findet sich ein Albit-Hornblendegestein und ein Hornblende-(Glaukophan-)Schiefer, die aber beide nicht wie der Jadeit und Serpentin anstehend beobachtet, sondern nur in Form von losen, z. Th. abgerollten Stücken angetroffen worden sind.

Dieses Jadeitvorkommen ist um so wichtiger, als es das einzige ist, wo man das Mineral zweifellos anstehend kennt in so grossen Massen, dass die Gewinnung lohnend erscheint. Der Jadeit begleitet ja wohl den Nephrit auf seinen Lagerstätten in Ost-Turkestan, aber doch nur in geringer, technisch unbedeutender Menge. Andere Fundstellen sind zweifellos noch vorhanden, aber sie sind so gut wie unbekannt, so dass der Jadeit, was die Kunde von seinem natürlichen Vorkommen betrifft, hinter dem Nephrit weit zurücksteht. Die Art des Auftretens der Gesteine auf der in Rede stehenden Lagerstätte ist in dem vorhergehenden Aufsatz von Fr. Noetling (dieses Heft p. 1) eingehend geschildert worden und hierauf

muss hier verwiesen werden. Frühere Mittheilungen NOETLING's über denselben Gegenstand siehe: Records, Geological Survey of India, Calcutta. 25. 1892. p. 131—135 und 26. 1893. p. 26—30, sowie: Notes on the mineral resources of Upper Burma, Rangoon 1893.

Wir werden zunächst die Gesteine selber kennen lernen und dann aus ihrer Beschaffenheit die Schlüsse ziehen, die sich bezüglich der Natur der Lagerstätte am naturgemässesten zu ergeben scheinen.

1. Der Jadeit. Der Jadeit bildet feinkörnige, in der Hauptsache weisse Massen, die beim ersten Anblick eine gewisse Ähnlichkeit mit Marmor zeigen. Die Grösse des Kornes ist nicht überall dieselbe. Bald ist dieses so fein, dass man die einzelnen Körner kaum noch mit blossem Auge neben einander erkennen kann, bald ist es etwas gröber. In diesem Falle tritt die verlängert prismatische Gestalt der einzelnen kleinen Zusammensetzungsstücke und eine deutliche Spaltbarkeit derselben deutlich hervor. Leider war es wegen der immer noch sehr geringen Grösse derselben nicht möglich, einzelne Individuen abzulösen und für sich zu untersuchen. nur das Mikroskop vermochte näheren Aufschluss zu geben. zuerst soll aber die äussere Erscheinung des Jadeits geschildert werden.

Die Farbe ist bei allen zur Untersuchung vorliegenden Stücken auf dem grössten Theil der frischen Bruchflächen mehr oder weniger ausgesprochen schneeweiss, stellenweise wird aber das einförmige Weiss durch schön smaragdgrüne Stellen unterbrochen, die den eigentlich werthvollen und bei besonders schöner und reiner Farbe recht kostbaren Theil des ganzen Materials bilden. Sie haben sehr verschiedene Grösse; bald sind es nur linsen- bis erbsengrosse Fleckchen, bald sind es umfangreichere Partien bis zur Grösse von mehreren Quadratcentimetern. Die Färbung ist meist ziemlich intensiv, vielfach auch blasser, dann geht sie wohl wie ein zarter grüner Hauch über grössere oder kleinere Oberflächentheile weg. Die Grenze gegen das Weisse hin ist nicht vollkommen scharf, doch findet stets ein ziemlich rascher Übergang statt, worin aber immerhin gewisse Unterschiede an verschiedenen grünen Flecken oder auch wohl an verschie-

denen Randstellen eines und desselben Flecks vorhanden sind. Die grüne Farbe rührt von einem kleinen Chromgehalt her. Pulver von intensiv grünen Flecken giebt vor dem Löthrohr eine unzweifelhafte Chromreaction, die von schwächer grünen Stellen undeutlicher ist und bei Anwendung ganz weisser Substanz vollkommen fehlt.

Der Glanz ist im Innern der Stücke, wo sie frisch sind, glasartig. Gegen aussen hin werden sie in Folge beginnender Verwitterung matter. Hier ist die Farbe rein schneeweiss.

Der Bruch ist uneben und splitterig. Die Härte übertrifft etwas die des Feldspathes, erreicht aber nicht die des Quarzes. Die Zähigkeit der vorliegenden Stücke ist nicht besonders gross, an einzelnen Stellen lassen sich sogar ziemlich leicht Splitter abschlagen. Sie ist aber an verschiedenen Stücken und an verschiedenen Stellen desselben Stückes grösser und geringer, was zum grössten Theil mit der nach aussen zunehmenden Verwitterung, zum Theil aber auch wohl mit der ausgezeichneten Kataklasstructur zusammenhängt, die, wie wir unten ausführlicher sehen werden, dem Jadeit von Tammaw eigen ist.

Der Bestimmung des specifischen Gewichts wurde besondere Sorgfalt gewidmet, da neben dem gewöhnlichen normalen Gewicht des Jadeits, das etwa 3,3 beträgt, bei dem Jadeit von Bhamo — zweifellos identisch mit dem von Tammaw[1] — abnorm niedrige Werthe gefunden worden sind. So ist von Issel das specifische Gewicht zweier Stückchen grünen Jadeits von Bhamo zu 3,10 bestimmt worden und Damour hat ähnliche Zahlen gefunden. Mallet giebt für den Jadeit von Tammaw das specifische Gewicht zu 3,24 an.

Zu meinen Bestimmungen hatte ich sechs Stücke von verschieden grobem Korn und verschieden reichlicher grüner Substanz zur Verfügung; bei allen ist das specifische Gewicht normal und von 3,3 wenig verschieden, bald etwas höher, bald etwas niedriger. Mittelst der hydrostatischen Wage und dem Pyknometer wurden für die sechs Stücke die Zahlen:

---

[1] Von Bhamo am Irrawaddi aus findet die Verschiffung des in Ober-Birma gewonnenen Materials auf dem genannten Strome statt, weshalb jene Stadt wohl auch zuweilen fälschlicherweise für den Fundort angesehen wird; factisch kommt in deren Nähe kein Jadeit vor.

3,338; 3,332; 3,330; 3,329; 3,327; 3,325 gefunden. Eine Beziehung zwischen dem Gewicht und der mehr oder weniger grobkörnigen Structur war nicht zu erkennen, die Differenzen beruhen wahrscheinlich auf kleinen Verschiedenheiten in der chemischen Zusammensetzung. Wie aber die grossen Abweichungen, die Issel, Damour und Andere festgestellt haben, zu erklären sind, ist vorläufig noch unklar. Hiezu sind noch weitere Untersuchungen des specifischen Gewichts, der chemischen Zusammensetzung und der mikroskopischen Beschaffenheit der betreffenden Stücke erforderlich, und zwar müssen alle diese Eigenschaften je für ein und dasselbe Stück festgestellt werden. Man hat versucht, die niedrigen Werthe auf eine theilweise Uralitisirung der Jadeitsubstanz zurückzuführen.

Von dem grobkörnigsten Stück (G. = 3,332) hat Herr Dr. C. Busz eine Analyse angefertigt und zwar mit einer möglichst frischen und reinen Partie desselben von weisser Farbe. Er hat dabei die Zahlen unter I. erhalten und ausdrücklich die Abwesenheit von Chromoxyd und Eisen (Oxyd und Oxydul) constatirt.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure	58,46	59,27	57,63	58,99	59,45
Thonerde	25,75	25,33	24,10	24,77	24,32
Eisenoxyd	—	—	—	0,32	0,36
Kalk	0,63	0,62	0,62	0,14	0,22
Magnesia	0,34	0,48	0,48	Spur	Spur
Eisenoxydul	—	0,71	0,71	—	—
Natron	13,93	13,82	13,82	14,51	14,42
Glühverlust	1,00	—	—	1,14	1,15
	100,11	100,23	97,36	99,87	99,92

Diese Zahlen (I.) stimmen sehr nahe mit den an einem Jadeit aus Asien von Damour gefundenen, die unter II. zum Vergleich mitgetheilt sind. Der vorliegende Jadeit würde also wie der von Damour analysirte bei Zugrundelegung der Annahme von E. Cohen (dies. Jahrb. 1884. I. 71) ungefähr bestehen aus 90,1 % $Na_2O . Al_2O_3 . 4 SiO_2$; 4,59 $MgO . Al_2O_3 . 4 SiO_2$; 1,28 $CaO . SiO_2$, dagegen fehlt das Silicat $FeO . SiO_2$, das sonst in den meisten Jadeiten angenommen werden kann, hier vollständig; in dem erwähnten Jadeit aus Asien ist davon 1,30 % vorhanden. Legte man diese Zahlen zu Grunde, so

würde man ein Mischungsverhältniss aller dieser Grundverbindungen erhalten, das zu der unter III. angegebenen procentischen Zusammensetzung führt. IV. und V. geben die sehr nahe übereinstimmenden Zahlen, die Oliver C. Farrington[1] bei der Analyse des Jadeits von Mogoung erhalten hat, der ebenfalls mit dem hier in Rede stehenden identisch ist.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass die Masse in der Hauptsache ein Aggregat wirr durcheinander liegender, an beiden Enden unregelmässig begrenzter, seitlich jedoch vielfach von ganz geraden Linien eingefassten Prismen darstellt. Diese sind in der Grösse ziemlich verschieden. Die Länge und auch die Dicke steigt bis zu 1 mm und einzelne Körner haben diese beiden Dimensionen. Meist sind es aber langgezogene Säulchen, deren Länge die Dicke um das Mehrfache übertrifft. Unter 0,1 mm sinkt aber auch die Dicke selten herunter.

Die Masse des Jadeits ist vollkommen rein, keine Spur von Beimengung irgend eines fremden Minerals ist vorhanden. Dadurch unterscheidet sich der birmanische Jadeit sehr wesentlich von dem Materiale der europäischen Jadeitwerkzeuge, in denen dem Jadeit fremde Mineralien zuweilen in grosser Menge eingelagert zu sein pflegen. Die Prismen sind meist vollkommen farblos und durchsichtig; nur auf der Grenze zweier Individuen und auf kleinen Spalten und Klüften bemerkt man, wohl in Folge der Infiltration von Verwitterungsproducten, eine schwache Trübung von brauner Farbe. Die grünen Partien der Stücke erscheinen auch im Schliff noch grün, aber in den dünnen Präparaten stets sehr blass, auch wenn die Farbe im Stück recht kräftig war. Dichroismus ist nicht erkennbar, wenn die Farbe des Schliffes blass ist. Ist sie dagegen in dickeren Präparaten etwas lebhafter, dann tritt auch ein schwacher Dichroismus hervor; die Farben schwanken dann beim Drehen des Objecttisches zwischen einem etwas bläulichen und einem etwas gelblichen Grün. Nicht immer sind die ganzen Prismen grün; dies ist nur im Inneren der grünen Partien der Fall. An deren Rand, an der Grenze

---

[1] Proceedings U. S. Natural Museum. Washington 1894. 17. No. 981. p. 29—31 (dies. Jahrb. Ref. in diesem Heft p. -19-).

gegen das umgebende Weisse sind die Individuen dagegen vielfach halb grün, halb weiss, mit allmähligem Übergang der einen in die andere Farbe. Die grünen Flecken in der weissen Masse kommen also nicht dadurch zu Stande, dass von Hause aus grüne Mineralkörner an einzelnen Stellen zwischen den in der Hauptsache überwiegenden weissen angehäuft sind, sondern es hat eine locale Imprägnation der letzteren durch einen grünen, wie wir oben gesehen haben, chromhaltigen Farbstoff stattgefunden, der die Prismen ganz gleichmässig durchzieht, ohne auch bei der stärksten Vergrösserung in Form bestimmt umgrenzter Theilchen hervorzutreten. Die dilut gefärbten grünen Prismen haben in jeder Hinsicht dieselbe Beschaffenheit wie die weissen, mit Ausnahme der Farbe.

Eine Sculptur der Oberfläche ist nicht zu bemerken; diese erscheint vollkommen glatt und das Lichtbrechungsvermögen ist daher nicht bedeutend. Flüssigkeitseinschlüsse von stets sehr geringer Grösse sind stellenweise reichlich vorhanden. An einzelnen Stellen sind sie zu ganzen Scharen angehäuft, noch häufiger fehlen sie ganz.

Sehr deutlich tritt vielfach die charakteristische Spaltbarkeit des Augits hervor. Auf Querschnitten stehen zwei Blätterbrüche annähernd auf einander senkrecht; der Winkel der Spaltungsrisse ist von der Lage der Schliffläche abhängig und mit dieser wechselnd. Nach meinen Beobachtungen ist ein Unterschied in der Vollkommenheit der beiden prismatischen Blätterdurchgänge nicht zu constatiren; sie erscheinen überall vollkommen gleich, so dass auf die Spaltbarkeit, wenigstens nach dem mir vorliegenden Material, eine Zuweisung des Jadeits zum triklinen System nicht gegründet werden kann.

Zuweilen trifft man neben der prismatischen noch eine pinakoidale Spaltbarkeit oder Absonderung in der Richtung der Querfläche. Noch häufiger ist jedoch ein Blätterbruch oder eine Absonderung quer zur Prismenzone, ähnlich der, die beim Diopsid und bei anderen Pyroxenen bekannt ist. Der Winkel der in dieser Richtung verlaufenden Risse mit den prismatischen ist nahe gleich 90° — ich habe bis 96° gemessen — und selbstverständlich wieder mit der Lage der Schliffläche wechselnd. Durch diese Risse werden die Prismen

vielfach in einzelne Segmente getheilt, die dann Querschnitten von Prismen zuweilen nicht unähnlich sind, sich von ihnen aber dadurch unterscheiden, dass die Querrisse viel weniger regelmässig sind, als die prismatischen. Hier tritt ein Unterschied der Spaltbarkeit in beiden Richtungen deutlich hervor, nicht aber, wie erwähnt, auf den wirklichen Querschnitten der Prismen, die man mit jenen anderen Schnitten nicht verwechseln darf.

Im polarisirten Licht zeigen die Prismen meist sehr lebhafte Interferenzfarben, doch sieht man auf Querschnitten keine höheren Farben als das Eisengrau I. Ordnung und bei der Drehung findet fast gar kein Wechsel zwischen hell und dunkel statt. Hier steht eine optische Axe mehr oder weniger genau auf der Schliffläche senkrecht, wie auch die Beobachtung im convergenten Licht zeigt. Die Auslöschungsschiefen auf Längsschnitten, in denen nur ein einziges System von unter einander parallelen Spaltungsrissen hervortritt, steigt bis zu sehr hohen Beträgen; ich habe bis 40^0 gegen die letzteren gemessen. In zahlreichen Längsschnitten ist die Auslöschung aber auch ganz gerade; eine Schwingungsrichtung ist den Spaltungsrissen parallel, die zweite zu ihnen senkrecht.

Im convergenten Licht erhält man in der vollkommen durchsichtigen Substanz vielfach sehr schöne und klare Interferenzbilder, deren enge Ringe im Verein mit den lebhaften Polarisationsfarben im parallelen Licht in Anbetracht der geringen Dicke der Schliffpräparate auf starke Doppelbrechung hinweisen. Je nach der Lage der Schliffflächen in den einzelnen Jadeitindividuen zeigen diese Figuren die bekannten Verschiedenheiten in der Form. Stets beobachtet man jedoch auf Längsschnitten mit gerader Auslöschung, von denen soeben die Rede gewesen ist, den Austritt einer oder auch beider Axen mit grossem Axenwinkel in der Weise, dass die Ebene der optischen Axen auf der Schliffläche senkrecht ist und den Spaltungsrissen parallel geht.

Setzt man den Jadeit monoklin voraus, dann sind die erwähnten Schnitte der Symmetrieaxe parallel und die Axenebene entspricht der Symmetrieebene; das erwähnte optische Verhalten steht in nothwendigem Zusammenhang mit dem Krystallsystem. Es stimmt auch überein mit den optischen

Eigenschaften aller anderen monoklinen Pyroxene, die der Parallelität der Axenebene mit der Symmetrieebene entsprechend ausnahmslos geneigte Dispersion zeigen; diese direct zu beobachten hindert allerdings beim Jadeit der grosse Axenwinkel.

Wäre dagegen der Jadeit triklin, dann wäre sein Verhalten in optischer Beziehung eine eigenthümliche Zufälligkeit. Es scheint mir daher auch nach dem optischen Verhalten durchaus unwahrscheinlich, dass das Mineral dem triklinen Krystallsystem angehört.

Auf den Querschnitten sind die Auslöschungsrichtungen allerdings vielfach nicht ganz symmetrisch zu den beiden Spaltungsrichtungen. Dies trifft aber bei monoklinen Krystallen nur dann zu, wenn die Schliffläche der Symmetrieaxe parallel ist. Ist dies nicht der Fall, dann machen die Auslöschungsrichtungen verschiedene Winkel mit den beiden Systemen von Spaltungsrissen und die Differenz dieser Winkel hängt ab von der mehr oder weniger symmetrischen Lage der Schliffläche zu den Flächen des Spaltungsprismas. Die optische Unsymmetrie ist darnach kein sicherer Beweis für die Zugehörigkeit zum triklinen System und hat jedenfalls den oben angeführten Verhältnissen gegenüber keine ausschlaggebende Kraft, um so mehr als man auch Querschnitte mit symmetrischer Lage der Auslöschungsrichtungen zu den Prismenflächen findet.

Im Vorstehenden ist im Wesentlichen die Beschaffenheit eines einzelnen Jadeitindividuums dargestellt. Diese letzteren sind entweder kreuz und quer durch einander gewachsen, oder es bildet auch wohl manchmal zunächst eine Anzahl der langen Prismen etwas divergentstrahlige Gruppen, die einander durchdringen und so mit jenen einzelnen zusammen in vollkommen lückenloser Continuität ohne alle Hohlräume die Masse des Jadeit aufbauen. Keine Richtung ist dabei vor der anderen ausgezeichnet, in keiner sind die Prismen mit ihrer Längsrichtung vorzugsweise oder in grösserer Zahl angeordnet, als in einer anderen; es liegt also ein Aggregat mit vollkommen richtungsloser Structur vor.

Aber diese ursprüngliche Structur ist in keinem einzigen Präparat mehr über die ganze Fläche weg unverändert die-

selbe. Sie tritt wohl vielfach und stellenweise sehr deutlich hervor, jedoch sehr häufig ist sie auch mehr oder weniger erheblich gestört. Dann sind die Prismen nicht mehr gerade, sondern in verschiedenem Maasse gekrümmt. Nicht selten sind sie auch geknickt und abgebrochen längs mehr oder weniger feinen Spältchen, und die Bruchstücke sind nicht selten etwas gegen einander verschoben. Auf diesen Spältchen hat sich dann Jadeitsubstanz von anderer Orientirung eingedrängt oder sie haben sich mit Neubildungen vielleicht von Quarz erfüllt. An nicht wenigen Stellen sieht man auch noch das Korn des Aggregats, das durch seinen Gegendruck ein Prisma zum Abbrechen veranlasst oder geknickt und gebogen hat, wie es auch sonst so häufig an den geknickten und zerbrochenen Krystallen der Fall ist. Die geknickten Jadeitprismen zeigen an den Enden auch manchmal eine Art Auffaserung, die wie die Knickung eine Folge der erlittenen mechanischen Einwirkung ist.

Das Resultat dieser Einwirkung bleibt nun aber nicht bei der Biegung und Knickung, bei dem Abbrechen und der Auffaserung an den Enden stehen, sie geht weiter bis zur vollständigen localen Zertrümmerung der ganzen Masse. Diese besteht dann nicht mehr ausschliesslich aus den langgezogenen Prismen, sondern sie stellt ein aggregatpolarisirendes Haufwerk kleiner Körnchen dar, die nichts anderes sind als zerriebene und zermalmte Prismen. Einzelne solche oder Gruppen von solchen liegen noch in dem feinkörnigen Aggregat; sie zeigen dann meist durch Biegung, Knickung und Brüche die erlittene Deformation deutlich. Mehrfach sind auch Übergänge grösserer Prismen in die feinen Körnchen zu erkennen, die durch die mehr oder weniger vollständige Zertrümmerung der Prismen zu Stande kommen. Es liegt mit einem Wort eine ausgezeichnete Kataklasstructur vor, ein Verhalten, das nicht anders als durch heftige Pressung und dadurch bewirkte Zertrümmerung des fertig gebildeten Gesteins durch die bei der Gebirgsbildung thätigen Kräfte erklärt werden kann.

Diese Kataklasstructur ist in den verschiedenen Präparaten mit verschiedener Vollkommenheit ausgebildet. Wo sie deutlich entwickelt ist, treten in den einzelnen erhalten gebliebenen Jadeitprismen noch zwei Erscheinungen auf, die

offenbar auf dieselben Ursachen wie die Kataklasstructur selber zurückzuführen sind und die daher ebenfalls als ein Anzeichen dieser gelten können.

Das eine ist eine nicht selten auftretende undulöse Auslöschung, die offenbar auf einer grösseren oder geringeren Deformation der Jadeitprismen beruht. Das andere ist eine Zusammensetzung einzelner Prismen aus einer Anzahl parallel zu einander verlaufenden Lamellen, also eine polysynthetische Zwillingsbildung, die ganz der der Plagioklase entspricht. Man kann auf den ersten Blick sehr leicht Jadeitprismen von dieser Ausbildung mit Plagioklaszwillingen verwechseln, aber verzwillingte Partien von Jadeitprismen gehen ganz allmählich in vollkommen einheitlich gebaute derselben Prismen über, und das Gesamtverhalten der verzwillingten Körner in optischer und sonstiger Hinsicht ist dem der einfachen Jadeitkrystalle, abgesehen von der Zwillingsbildung, so vollkommen gleich, dass an der Identität, an der Zugehörigkeit der polysynthetischen Zwillinge zum Jadeit nicht gezweifelt werden kann. Die Zwillingslamellen sind nie sehr breit, meist sogar sehr schmal und fein; ihre Zahl ist stets sehr gross, namentlich in dem letzteren Falle. Verzwillingte Prismen sind besonders häufig mit allen ihren Lamellen mehr oder weniger gebogen und nicht selten an den Enden aufgefasert, auch scheint es, dass diese Zwillingsbildung um so häufiger ist, je stärker die Masse im Ganzen zertrümmert ist, und dass sie so gut wie ganz fehlt, wo die Kataklasstructur zurücktritt. Man muss daraus schliessen; dass der Gebirgsdruck und ebenso natürlich auch jeder andere Druck unter günstigen Umständen in dem Jadeit eine ähnliche Umlagerung der Molecüle in die Zwillingsstellung bewirken kann wie beim Kalkspath, wenn auch weniger leicht, da, wie es den Anschein hat, die Erscheinung beim Jadeit selten ist. Was die Zwillingsfläche anbelangt, die hier dann wahrscheinlich die Bedeutung einer Gleitfläche haben würde, so ist es, wie einzelne Krystalle deutlich gezeigt haben, die Querfläche, also dieselbe Fläche, die auch sonst beim Pyroxen so häufig als Zwillingsfläche auftritt; nicht aber die Endfläche, nach welcher zuweilen bei anderen Gliedern der Pyroxengruppe polysynthetische Zwillingsbildung stattfindet.

2. Der Serpentin. Die Hauptmasse des Serpentins ist dicht, sie erscheint vollkommen homogen und hat eine ziemlich dunkle, etwas ins Bräunliche gehende grüne Farbe, die ziemlich gleichmässig über die ganze Oberfläche weggeht. Auf Grund der Farbe und des ganzen Aussehens überhaupt ist dieses Gestein früher zum Theil für einen Basalt gehalten worden; wir werden sehen, dass in der Nähe der Jadeitlagerstätte auch echter Basalt vorkommt. Der Bruch ist uneben und splitterig und die Härte übersteigt nicht unerheblich die des reinen Serpentins; Apatit wird manchmal noch deutlich geritzt.

Unter dem Mikroskop erkennt man sofort die Ursache dieses Verhaltens. Man sieht, dass man es mit einem veränderten Olivingestein zu thun hat, dessen Umwandlung in Serpentin zwar sehr stark vorgeschritten, aber doch weitaus noch nicht vollendet ist, bei dem aber der Serpentinisirungsprocess ganz in der gewöhnlichen Weise von Spalten aus vor sich gegangen ist.

Der Olivin ist im Dünnschliff vollkommen farblos und durchsichtig, nur in dicken Präparaten scheint er schwach grünlichgelb durch. Er bildet ein Aggregat ziemlich grosser Körner, die z. Th. einen Durchmesser von mehr als einem Centimeter haben. Diese sind stets unregelmässig rundlich oder eckig begrenzt, niemals bemerkt man Andeutungen von Krystallflächen. Zwischen den einzelnen grösseren auf ihrer ganzen Fläche gleichzeitig hell und dunkel werdenden Individuen liegen da und dort Aggregate ganz kleiner wirr durch einander gemengter verschieden orientirter Körnchen, die ganz den Eindruck erwecken, als wären hier grössere Olivinkörner zerrieben und zermahlen. Man hat es offenbar mit einer Erscheinung zu thun, die ganz der beim Jadeit in so ausgezeichneter Weise entwickelten Kataklasstructur entspricht, und zweifelt daran um so weniger, als, wie wir sehen werden, in dem Serpentin auch sonst Erscheinungen zu beobachten sind, die durchaus nicht anders wie als Folgen des Gebirgsdrucks aufgefasst werden können.

Die Olivinindividuen und die aus den kleinen Körnchen gebildeten Aggregate sind nun in der allgemein bekannten Weise von Serpentinschnüren von grünlichgelber Farbe durch-

zogen, die die charakteristische Maschenstructur bedingen. Diese Schnüre zeigen vielfach eine deutliche nicht besonders feine Faserung, die in den meisten Fällen parallel, seltener senkrecht zu den Wänden der kleinen Spältchen geht. Es ist ein Faserserpentin ähnlich dem Chrysotil, der auch wie der letztere lebhafte Polarisationsfarben, bei den von mir untersuchten Dünnschliffen bis zum Blau der zweiten Ordnung, zeigt, die aber auch durch Compensation mehrerer übereinander liegender Fasern bis zum Eisengrau der ersten Ordnung heruntersinken können. In allen Fasern ist die eine Auslöschungsrichtung der Faserrichtung parallel und diese entspricht der der kleinsten Elasticität des Äthers, wie das stets beim Chrysotil der Fall ist. Diese Schnüre laufen meist ganz unregelmässig durch einander, nicht selten durchschneiden sie sich aber auch ziemlich geradlinig und in ziemlich gleichen Entfernungen unter vielfach nahezu rechten Winkeln, so dass, namentlich wenn der zwischenliegende Olivin im polarisirten Licht auf Dunkel eingestellt ist, eine eigenthümliche, regelmässig mosaikartige, fensterähnliche Zeichnung bemerkbar wird. Man wird dabei an die Structur der aus Pyroxen entstandenen Serpentine erinnert, mit einem solchen hat man es aber hier nicht zu thun, wie man deutlich daran sieht, dass die zwischenliegende unveränderte Substanz kein Pyroxen, sondern Olivin ist.

Zwischen den noch zum Theil aus Olivin bestehenden Partien des Gesteins ziehen sich mehrfach breite bandartige Zonen reinen Serpentins hindurch, der aus Fasern und Faserbündeln besteht und in dem keine Spur von Olivin zu finden ist. Die Faserbündel sind aus parallel verlaufenden Fasern zusammengesetzt; sie liegen zuweilen kreuz und quer durch einander oder ziemlich parallel neben und hinter einander, und schmiegen sich nicht selten um zwischenliegende Magneteisenkörner herum in einer Weise, dass man an Fluidalstructur erinnert wird, von der in Wirklichkeit hier natürlich nicht die Rede sein kann. Die Polarisationsfarbe ist meist das Eisengrau, höchstens das Gelb der ersten Ordnung, nur einzelne zwischenliegende Faserbüschel zeigen zuweilen höhere Farben. Auf den ersten Blick scheinen diese in der Structur abweichenden Zonen Spaltenausfüllungen im normalen Gestein

zu sein, aber es sind keine scharfen Grenzen zum Nebengestein vorhanden, wie in den zweifellosen Spaltenausfüllungen, die wir noch zu betrachten haben, sondern die Faserbündel laufen an zahlreichen Stellen in das letztere mehr oder weniger weit und in dickeren oder dünneren Partien hinein und zeigen, dass man es mit Stellen zu thun hat, in denen die Umwandlung des Olivins zu Serpentin schon vollständig vollendet ist, während an den anderen Stellen Zwischenzustände herrschen, so dass bald der Olivin, bald der Serpentin local mehr oder weniger überwiegt bis zur völligen Verdrängung des ersteren durch den letzteren.

Das einzige, was das Gestein ausser Olivin und Serpentin erkennen lässt, sind zahlreiche kleine schwarze metallische Körnchen, die sich aus der Masse isolirt, zum grössten Theil als magnetisch und damit als Magnetit erweisen. Titanreaction wurde v. d. L. niemals erhalten. Eine Anzahl der Körnchen werden vom Magnet nicht gezogen; diese geben im Unterschied zu den vorigen in der Boraxperle eine kräftige Chromreaction. Sie gehören also dem Chromeisenstein oder dem Picotit an, eher dem ersteren, da sie eine besonders grosse Härte nicht erkennen liessen. In ihnen ist wohl die Quelle der kleinen Menge Chrom zu erkennen, die die grünen Theile des Jadeits so lebhaft gefärbt hat.

U. d. M. erkennt man das Chrommineral wieder in einer allerdings nur geringen Zahl kleiner, fast undurchsichtiger, aber deutlich braun durchscheinender rundlicher Körnchen, die in dem unveränderten Olivin sowohl als in dem aus ihm durch Umwandlung entstandenen Serpentin liegen. Das Magneteisen ist vollständig undurchsichtig, schwarz und liegt ausnahmslos in dem Serpentin, niemals in dem unveränderten, frischen Olivin. Es ist also unzweifelhaft eine bei der Umwandlung des letzteren entstandene Neubildung, während das chromhaltige Mineral als ein ursprünglicher, primärer Bestandtheil des Gesteins zu betrachten ist. Die Magneteisenkörner, bis zur Grösse eines Millimeters im Durchmesser, sind meist unregelmässig eckig oder rundlich, haben aber auch zuweilen eine ziemlich deutlich oktaëdrische Begrenzung. Häufig liegen sie einzeln, nicht selten bilden sie aber auch Aggregate, die aus parallel aneinander gereihten Individuen aufgebaut

sind, ohne aber je die Form regelmässig gebauter Skelette anzunehmen.

Das specifische Gewicht des Serpentingesteins wurde an einem von Magneteisen möglichst reinen Stück bestimmt und gefunden: G. = 2,838, was zwischen den Werthen für reinen Olivin und reinem Serpentin liegt. Legt man für das Gewicht des reinen Serpentins das des Pikroliths von Amelose: G. = 2,551 nach R. Brauns und für das des reinen, vollkommen frischen Olivins das eines geschliffenen Chrysoliths aus dem „Orient“: G. = 3,331 zu Grund, dann ergiebt die obige Zahl: G. = 2,838, dass das Gestein aus 43,19 % Olivin und 56,81 % Serpentin dem Gewicht nach, oder aus 36,79 % Olivin und 63,21 % Serpentin dem Volumen nach besteht. Diese Zahlen sind natürlich nicht sehr genau, sie geben aber doch eine ungefähre Vorstellung von der Mischung der Masse und zeigen, dass der ursprüngliche Olivin zu nicht viel mehr als der Hälfte in Serpentin umgewandelt ist.

Die mit solchen Umwandlungsprocessen gewöhnlich verbundenen Neubildungen reinen Serpentins von abweichender Beschaffenheit auf Spalten aus Lösungen fehlen auch hier nicht, namentlich ist das Gestein durchzogen von Schnüren von Pikrolith. Diese, von hellerer Farbe als die Hauptmasse des Gesteins, sind gewöhnlich nur schmal, es liegt aber auch eine solche von etwa 2 cm Dicke vor. An einigen Stücken, an denen der Pikrolith die äussere Grenze bildet, zeigt er die für diese Varietät des Serpentins so charakteristische grobe geradlinige Streifung, die einer solchen Fläche das Aussehen einer Rutschfläche verleiht.

Ein Stück mit einer derartigen Oberfläche lässt auf dieser in ausgezeichneter Weise die starke Zertrümmerung des ganzen Gesteins erkennen, von der oben schon im Vorbeigehen die Rede gewesen ist. Zahlreiche feine Risse gehen, vielfach geknickt und gebogen, manchmal in sehr complicirtem Verlauf, quer über die Streifen weg, sich mehrfach mitten im Stück auskeilend, während andere dafür einsetzen. Sie sind z. Th. mit feinfaserigem, chrysotilähnlichem Serpentin erfüllt, dessen Fasern auf den Spaltenwänden senkrecht oder auch schief stehen, z. Th. enthalten sie einen Pikrolith von abweichender Mikrostructur, von dem unten noch weiter die Rede sein wird.

Die Streifen auf dem Pikrolith sind durch diese Risse etwas gegen einander verschoben und die gestreifte Fläche ist in ihren einzelnen Theilen längs derselben treppenförmig in allerdings nicht sehr verschiedene Niveaus gerückt, auch stellenweise in Folge der Verschiebungen der einzelnen Abschnitte gegen einander stark gekrümmt und gebogen und der Pikrolith mit dem Olivinserpentin mehr oder weniger complicirt durch einander gequetscht. Wirkungen desselben Druckprocesses erkennt man auch sonst in dem Serpentin. So zeigt sich ein Stück in dünne vielfach gekrümmte Lamellen abgesondert und die ganze Masse ist zu einer flachen Linse mit unregelmässig rundlicher, etwas fettig sich anfühlender Oberfläche verdrückt, so dass das Ganze mehr den Eindruck eines krummschaligen Antigorits macht. Was die Beschaffenheit dieses krummschaligen Serpentins anlangt, so findet man in ihm keine Spur von Olivin mehr, es ist reiner Serpentin, bei dem die Umwandlungsprocesse vollständig vollendet sind. In der Mikrostructur gleicht er durchaus den oben beschriebenen bandartigen Zonen reinen Serpentins, die sich durch das nur theilweise serpentinisirte Gestein hindurchziehen.

Der Pikrolith ist auf dem frischen Bruch meist matt, auf der natürlichen Oberfläche mehr oder weniger deutlich, vielfach ausgesprochen fettig glänzend. Die Farbe ist meist hellgrünlich, vielfach mit einem deutlichen Stich in Grau oder Gelb, aber nur in seltenen Fällen ganz gleichmässig, meist mit dunkleren Flecken und Streifen dazwischen. Die Oberfläche der Stücke und auch die Wände von inneren Absonderungsflächen sind zuweilen von einer dünnen Lage eines weissen, fett- bis perlmutterglänzenden und sich fettig anfühlenden Minerals bedeckt, von dem unten noch weiter die Rede sein wird.

Wie die den Olivin durchziehenden Serpentinschnüre, so enthält auch der Pikrolith viel Magneteisen und zwar in Form meist grösserer unregelmässig begrenzter Körner, von denen einzelne bis zu Erbsen- und sogar Haselnussgrösse anwachsen. Metallische Körner ohne Magnetismus habe ich, wie schon erwähnt, hier nicht gefunden, auch durchaus keine Chromreaction erhalten.

Der eigentliche Pikrolith ist für das blosse Auge voll-

kommen dicht, doch ist manchmal auch eine deutliche faserige oder meist besser stengliche Beschaffenheit zu beobachten. Die Fasern oder Stengel sind dann stets ziemlich grob und meist stark gekrümmt und gebogen, so dass die Masse mehr den Charakter des Metaxits hat. Eigentlicher makroskopischer Chrysotil mit der feinen Parallelfaserstructur und dem charakteristischen metallischen Seidenglanz auf den Fasern ist dagegen nirgends beobachtet worden.

U. d. M. ist der Pikrolith sehr hellgelblich, fast farblos, ohne Dichroismus. Von dem umgebenden Canadabalsam hebt er sich nur sehr wenig ab, er muss also mit diesem ungefähr gleiche Brechungsverhältnisse haben. Einzelne braune Stellen, die da und dort zwischen der farblosen Hauptmasse liegen, sind durch Imprägnation mit etwas Eisenhydroxyd gefärbt.

Sehr charakteristisch ist die Mikrostructur des Pikroliths. Die dünnen Platten desselben bestehen in der Hauptsache aus dicht gedrängt liegenden radialfasrigen Kügelchen, die zwischen gekreuzten Nicols in ausgezeichneter Weise das schwarze Kreuz der Sphärolithe zeigen. Diese Kügelchen sind alle sehr klein, und zwar um so kleiner, je näher dem Salband der Spältchen in dem normalen Serpentin, nach deren Mitte zu immer grösser werdend, aber, wie erwähnt, nur bis zu einer sehr beschränkten Grenze. Nahe dem Salband wird ihr Durchmesser so gering, dass man sogar bei 600maliger Vergrösserung keine einzelne Kügelchen mehr erkennt. Das Ganze bildet dann eine homogene, scheinbar isotrope Masse, die sich zwischen gekreuzten Nicols in Form eines schmalen schwarzen Randes an den Salbändern hinzieht, in dem nur da und dort noch ein vereinzelter grösserer Sphärolith eingesprengt liegt, die feinsten und engsten Stellen der Spältchen allein erfüllend. In deren äussersten Ausläufern wird sie stets wieder durch Magneteisen ersetzt, das diese letzten Endigungen der Spältchen überall zu erfüllen pflegt. Wenn die Spalten etwas weiter werden, geht die Sphärolithbildung nicht mehr bis zur Mitte; diese ist dann erfüllt mit verworrenfasrigem Serpentin, dessen meist dicke Faserbündel Polarisationsfarben höherer Ordnung zu zeigen pflegen, im Gegensatz zu den Sphärolithen, bei denen diese über das Eisengrau erster Ordnung nicht hinausgehen.

Oben wurde ein weisses Mineral erwähnt, das die Oberfläche der Pikrolithplatten stellenweise bedeckt und die Wände von Spalten in demselben überkleidet. In Folge seines perlmutterartigen Glanzes und seines fettigen Anfühlens scheint es auf den ersten Blick Talk zu sein; unter dem Mikroskop erweist es sich aber als aus zahlreichen parallel neben einander liegenden feinsten Fäserchen von derselben Beschaffenheit wie die des Pikroliths bestehend. Ob es wirklich fasriger Pikrolith (resp. Chrysotil) ist, würde die chemische Untersuchung ergeben, zu der aber das vorhandene Material nicht ausreicht. Eine reichlichere Anhäufung dieses Minerals bildet vielleicht die von Nötling erwähnte lockere, erdige Zwischenschicht zwischen dem Serpentin und dem Jadeit, von der aber unter den zur Beobachtung vorliegenden Stücken keine Probe vorhanden ist.

Noch sind einige andere Substanzen zu erwähnen, die den Serpentin in geringer Menge begleiten.

Zunächst zeigen sich einige schwarzbraune Körner mit dem Pikrolith verwachsen, die ganz das Aussehen und die Beschaffenheit des von R. Brauns beschriebenen Webskyits haben, der zuerst in einigen, aus Paläopikrit hervorgegangenen Serpentinen des hessischen Hinterlandes (Amelose, Bottenhorn etc.), sowie bei Reichenstein in Schlesien beobachtet worden ist. Im Schliff wurden diese Körner mit heller brauner Farbe durchsichtig und wirkten unter dem Mikroskop so gut wie gar nicht auf das polarisirte Licht ein. Zu einer genaueren Untersuchung fehlt genügendes Material, doch stimmt Alles, was sich beobachten lässt, mit dem Webskyit so sehr überein, dass die Identität sehr wahrscheinlich ist. Der Webskyit hätte dann in der That die von R. Brauns vermuthete weite Verbreitung.

Den Pikrolith begleiten ferner stellenweise kleine rundliche oder schnurförmige, sehr feinkörnige Partien eines Minerals von gelblicher Farbe, die von Salzsäure nicht angegriffen werden. Es könnten kleine Ausscheidungen eines hornsteinähnlichen Quarzes sein, wie sie mit dem Serpentin nicht selten vorkommen. Carbonate, die ebenfalls den Serpentin nicht selten begleiten, wurden nicht beobachtet. Niemals, weder in der Wärme noch in der Kälte, wurde bei der Behandlung mit Salzsäure Aufbrausen bemerkt.

3. Albit-Hornblende-Gestein. Das einzige vorliegende Stück hat etwa Faustgrösse. Es ist ein Theil eines grösseren Geschiebes, z. Th. von einer Rollfläche. z. Th. von frischem Bruch begrenzt. Die erstere ist durch Imprägnation mit Eisenhydroxyd braun, und diese braune Färbung zieht sich auch bis zu einer geringen Tiefe in das Innere hinein, gegen innen allmählich an Intensität abnehmend und endlich ganz aufhörend. Auf den Bruchflächen erkennt man die das Gestein zusammensetzenden Mineralien. Man wäre beim ersten Anblick geneigt, es für einen Saussüritgabbro zu halten, sofern in einer schön weissen, zuckerkörnigen bis dichten Grundmasse einzelne grössere braune, leicht spaltbare und auf den Blätterbrüchen lebhaft metallisch schillernde Mineralkörner eingewachsen sind. Die genauere Untersuchung zeigt aber, dass diese beiden Bestandtheile nicht Saussürit und Diallag sind, dass also das Gestein kein Saussüritgabbro ist, sondern dass ein anderer Gesteinstypus und zwar ein Albit-Hornblende-Gestein vorliegt.

Die von manchen Saussüriten, z. B. dem vom Hornberge bei Frankenstein in Schlesien, für das Auge ununterscheidbare schneeweise feinkörnige bis dichte Grundmasse hat die Härte des Feldspaths, sie schmilzt ziemlich schwer vor dem Löthrohr und wird von Salzsäure etwas, aber doch nur sehr wenig angegriffen. Das specifische Gewicht wurde an zwei Stücken bestimmt und gefunden: G. = 2,599 und G. = 2,576; im Mittel wäre also: G. = 2,587.

Unter dem Mikroskop stellt sich die Masse dar als ein lückenloses Aggregat sehr kleiner, unregelmässig begrenzter rundlicher oder stumpfeckiger Körnchen, deren Grösse bis zu 0,02 mm anwächst und auf den vierten oder fünften Theil dieses Höchstbetrags heruntergeht. Zwischen diesen beiden Extremen liegen also die Dimensionen aller Körnchen. Diese sind alle von idealer Reinheit, Einschlüsse jeder Art fehlen vollständig, bis auf einige kleine Flüssigkeitsporen, z. Th. mit beweglicher Libelle. Die Durchsichtigkeit der einzelnen Körnchen ist vollkommen und ihre Farblosigkeit wird durch nichts gestört. Zwischen den Körnchen liegen wohl fremde Körperchen, die neben den genannten beiden Hauptbestandtheilen des Gesteins in diesem stellenweise vorkommen,

aber in das Innere jener weissen Körnchen dringt nichts Fremdes ein.

Blätterbrüche fehlen den meisten weissen Körnchen gänzlich, doch zeigen auch einige feine Risse in einer Richtung, die auf eine vollkommene Spaltbarkeit hinweisen. In einzelnen sind auch sehr zarte und zahlreiche Zwillingslamellen wie im Plagioklas beobachtet worden, doch ist dies immerhin eine nicht zu häufige Erscheinung. Die Polarisationsfarben sind sehr lebhaft und die Schliffflächen sind glatt und ohne Relief. Bei nicht wenigen Körnchen bemerkt man die Interferenzfigur zweiaxiger Krystalle mit grossem Axenwinkel, der aber nicht genauer bestimmt werden konnte.

Nach der Analyse von C. Busz ist dieser weisse Bestandtheil folgendermaassen zusammengesetzt (I):

	I.	II.
Kieselsäure	64,60	68,62
Thonerde	19,92	19,56
Kalk	Spur	—
Magnesia	Spur	—
Kali	1,02	—
Natron	14,01	11,82
	99,55	100,00

Man hat es darnach offenbar mit einem feinkörnigen Aggregat von Albitkörnern zu thun, von denen die meisten einfache Individuen sind. Hiezu stimmen die oben erwähnten physikalischen Eigenschaften und auch die chemische Zusammensetzung. Wenn diese von der des ideal reinen Albits, dessen chemischer Bestand in II angegeben ist, etwas abweicht, so ist zu erwägen, dass der hier vorliegende Albit keineswegs ganz rein ist, sondern die schon erwähnten fremden Körperchen einschliesst, von denen unten noch weiter die Rede sein wird. Auffällig ist die, allerdings nur geringe, Angreifbarkeit durch Salzsäure; eine Controlprobe mit reinem Albit, der sonst als durch HCl nicht angreifbar bezeichnet zu werden pflegt, ergab jedoch dasselbe Verhalten; völlig unangreifbar durch Salzsäure ist also der Albit überhaupt nicht.

Die dem Albitaggregat eingewachsenen diallagähnlich aussehenden braunen Mineralkörner haben sich bei genauerer Untersuchung als Hornblende erwiesen. Es sind einzelne

Individuen von verschiedener, meist verhältnissmässig recht beträchtlicher Grösse, von denen das grösste beinahe 4 cm lang und $2\frac{1}{2}$ cm breit ist. Da es von der rundlichen Geschiebeoberfläche durchschnitten ist, so ist es ursprünglich jedenfalls noch grösser gewesen. Im Allgemeinen ist der Umfang geringer, doch sinken die einzelnen Körner kaum unter Erbsengrösse herunter. Diese Hornblendeindividuen liegen sehr sparsam und durch weite Zwischenräume getrennt in der weissen albitischen Grundmasse. Ihre Begrenzung ist meist unregelmässig, doch scheinen auch einzelne rauhe Krystallflächen aufzutreten. Die Farbe ist haarbraun, stellenweise auch grau und die Spaltungsflächen schillern, wie schon erwähnt, metallisch ähnlich wie beim Bronzit oder Diallag. Jedes einzelne Individuum hat einen dunkelgrünen Rand und auch die umgebenden Theile der weissen Grundmasse sind rings um die Hornblendekrystalle grün gefärbt. Beide Male entsteht die grüne Farbe durch zahlreiche mikroskopische Einschlüsse, von denen unten noch weiter die Rede sein wird und die bei der Betrachtung der weissen Grundmasse oben schon im Vorbeigehen erwähnt worden sind.

An allen diesen Hornblendeeinschlüssen ist die eine der beiden sehr deutlichen Spaltungsflächen ganz besonders gross und ausgedehnt, wodurch eben jene Ähnlichkeit im Aussehen mit Bronzit oder Diallag hervorgebracht wird. Es ist dies die Folge einer tafelartigen Gestalt der Hornblendekrystalle von geringer Dicke. Der zweite Blätterbruch ist daher viel schmäler, aber überall in derselben Vollkommenheit vorhanden. Die beiden Blätterbrüche schneiden sich unter einem Winkel, der im Mittel $= 124^0\,47'$ bestimmt wurde. Es ist der charakteristische Hornblendewinkel, dessen erwähnter Mittelwerth aus drei an drei verschiedenen Splittern erhaltenen nur um wenige Minuten differirenden Einzelwerthen bestimmt worden ist. An einem solchen Splitter war noch eine rauhe ziemlich breite Fläche vorhanden, die die stumpfe Prismenkante gerade abstumpft und die daher der Querfläche $\infty P\infty$ (100) entspricht; fasrig war die Hornblende niemals.

Eine quantitative Analyse war der geringen Menge der zur Verfügung stehenden Substanz wegen nicht möglich, doch ergab der grüne Rand der Hornblendekörner ebenso wie die

grüne, diesen benachbarten Theile der albitischen Grundmasse eine deutliche Chromreaction in der Boraxperle, nicht aber die braunen und grauen Stücke der Hornblenden und der weisse Albit. In der Hornblende ergab die mikrochemische Untersuchung ausser der Kieselsäure Magnesia, Kalk und Eisen, wenig Thonerde und gar keine Alkalien. Von einem braunen Splitter erhielt man in Methylenjodid das specifische Gewicht: G. = 3,10 (Mittel aus zwei nahezu gleichen Einzelbestimmungen). Diese Zahl, sowie die Spaltbarkeit stimmen mit Hornblende überein, ebenso alle anderen Eigenschaften. In der Flamme des Bunsenbrenners entfärben sich dünne Splitter etwas, aber nicht ganz, schmelzen aber nicht; dies geschieht jedoch leicht vor dem Löthrohr, wobei ein graues nicht magnetisches Glas entsteht; der Eisengehalt des Minerals kann demnach nur gering sein.

Auf nach der Querfläche geschliffenen Plättchen sieht man etwas excentrisch in der Symmetrieebene eine optische Axe austreten. Die Auslöschung ist gerade nach den meist sehr deutlichen Spaltungsrissen. In dickeren Präparaten ist ein sehr ausgeprägter Dichroismus zu bemerken, der in dünneren beinahe vollständig verschwindet. Die Schwingungen parallel mit der Symmetrieaxe (senkrecht zu den Spaltungsrissen) sind hellbräunlichroth, diejenigen parallel den Spaltungsrissen hellgelb und die in der Richtung senkrecht zu diesen beiden hellflaschengrün. In der Helligkeit sind alle diese Farben nur sehr wenig verschieden. Jedenfalls ändert sich die Farbe der Hornblendedurchschnitte mit deren Richtung und geht bald mehr in's Roth, ins Grün oder ins Gelb. Stellenweise ist sie indessen auch, namentlich am Rande intensiv flaschengrün ins Smaragdgrüne, offenbar durch locale Imprägnation mit einer fremden, wahrscheinlich chromhaltigen Substanz und diese grünen Stellen verlaufen ganz allmählich ohne scharfe Grenzen in die andersgefärbte Umgebung.

Auf Querschnitten, in denen sich die Spaltungsrisse unter dem für Hornblende charakteristischen Winkel von 124° schneiden, ist die Auslöschung diagonal und die Farben des Dichroismus sind bräunlichroth und grün. Auf Längsschnitten geht die Auslöschungsschiefe bis zu 19°.

In der Grenzzone ist, wie wir gesehen haben, sowohl

in den Hornblendekrystallen als in dem umgebenden Albit eine grosse Menge grüner Nädelchen eingewachsen, die längs der Grenze am zahlreichsten sind, von hier aus nach beiden Seiten hin allmählich abnehmen, aber in der Hornblende durch die ganze Masse hindurchgehen, während sie in dem Albit bald ganz aufhören. Rings um die Hornblendeeinsprenglinge entstehen so intensiv grüne Säume. In dem Albitaggregat liegen die Nädelchen stets zwischen den Albitkörnchen in den verschiedensten Richtungen durcheinander, niemals in einem solchen Körnchen eingeschlossen. In der Hornblende liegen sie nicht selten den Spaltungsrissen parallel, noch häufiger aber in allen möglichen Richtungen schief zu diesen. Sie sind stets gerade gestreckt, die Dicke beträgt bis zu 0,09 mm, die Länge der dickeren das zwei- bis dreifache davon, bei den dünneren ist die Länge meist verhältnissmässig viel bedeutender, so dass sie eine nadelförmige Gestalt annehmen. Die seitliche Begrenzung nach den langen Kanten ist fast immer scharf geradlinig, oder die Kanten nähern sich auf beiden Seiten in sanfter Krümmung und bilden oben und unten eine Spitze, so dass eine spindelartige Form entsteht. Die Enden sind, wenn sie nicht eine Spitze bilden, meist rauh, unregelmässig und zackig, aber nie ausgesprochen gabelig oder zerfasert. Zuweilen ist aber auch eine regelmässige Endbegrenzung vorhanden; eine zur Längsrichtung schiefe Linie begrenzt die Krystalle beiderseits. Die Auslöschungsschiefe zu jener Richtung ist bedeutend und beträgt bis zu 36°. Die Polarisationsfarben sind sehr lebhaft. Nicht selten sieht man nahezu quadratische Querschnitte, die z. Th. gerade Auslöschung nach den Kanten zeigen. Spaltbarkeit ist wohl vorhanden, tritt aber zurück. Sehr gewöhnlich sind ebene Querbrüche in schiefer Lage zu der Längsrichtung, vielfach an einem und demselben Kryställchen in grösserer Zahl. Es bleibt nach allen diesen Eigenschaften kein Zweifel, dass diese kleinen Kryställchen zu einem Mineral der Pyroxengruppe gehören.

Die Farbe der dickeren Prismen ist kräftig flaschengrün bis smaragdgrün und auf ihr beruht der oben erwähnte grüne Rand um die Hornblendekrystalle. Dünnere Nädelchen sind weniger intensiv und die dünnsten sind vollkommen farblos.

Im Allgemeinen ist der Dichroismus gering. Die Farbenunterschiede bewegen sich zwischen verschiedenen einander sehr nahestehenden Nüancen von Grün, bei den dünnen Nädelchen sind sie gar nicht mehr zu bemerken. Nur die allerdicksten Krystalle ergeben zuweilen einen Farbenwechsel zwischen flaschen- bis smaragdgrün, einem dunkeln Graublau und vollständiger Farblosigkeit. Alle sind vollkommen klar und durchsichtig ohne Einschlüsse oder Unreinigkeiten irgend welcher Art. Es ist wohl ein dem Diopsid oder Salit nahestehender Pyroxen, der durch einen kleinen Chromgehalt seine grüne Farbe erhalten hat, eine Art Chromdiopsid, nicht ausgeschlossen ist es auch, dass es Prismen und Nadeln von Jadeit sind, wenigstens kommt der Jadeit an anderen Orten in ganz ähnlichen Formen und überhaupt in sehr ähnlicher Weise in anderen Mineralien eingewachsen vor. Leider hindert die Spärlichkeit des vorhandenen Materials eine genauere Untersuchung dieser kleinen Kryställchen.

In geringer Menge sind kleine braune Krystalle in dem weissen Albitaggregat eingeschlossen mit sehr zahlreichen und feinen Spaltungsrissen, zu denen gerade Auslöschung stattfindet. Es sind oblonge Täfelchen von etwa $\frac{1}{3}$ mm Länge und Breite, in denen die Spaltbarkeit der etwas längeren Seite parallel geht. Wahrscheinlich ist es ein nicht besonders eisenreicher rhombischer Augit, ein Bronzit.

Endlich muss auch ein bei der Betrachtung in schwächerer Vergrösserung sehr feinkörnig erscheinendes Aggregat erwähnt werden, das stellenweise zwischen den Albitkörnchen liegt und auch auf Schnüren in die Hornblendekrystalle eindringt, überall von sehr zahlreichen der vorhin erwähnten grünen bis farblosen Augitkryställchen durchsetzt, die gerade in ihm in besonders grosser Menge vorhanden sind. Bei der Betrachtung dünner Präparate bei starker Vergrösserung sieht man, dass das Aggregat ein Haufwerk winziger, radialfasriger Sphärolithe darstellt, die zwischen gekreuzten Nicols mehr oder weniger deutlich das charakteristische schwarze Kreuz zeigen. Die Substanz ist farblos und zeigt lebhafte Polarisationsfarben, konnte aber nicht näher bestimmt werden.

Man hat es nach dem Obigen in dem vorliegenden Stück im wesentlichen mit einem Albit-Hornblende-Gestein zu thun,

in dem die Albitkörner eine dichte Grundmasse bilden, die die porphyrartig ausgeschiedenen Hornblendekrystalle umschliesst. Die anderen genannten Mineralien nehmen keinen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung des Gesteins, sie haben den Charakter sehr spärlicher accessorischer Beimengungen.

4. Hornblende-(Glaukophan-)Schiefer. Das vorliegende Stück hat eine rothbraune, z. Th. rauhe, z. Th. glatte, aber anscheinend nicht oder doch nicht stark im Wasser abgerollte Oberfläche. Es ist ein sehr grobkörniges schiefriges Gestein von intensiv smaragd- bis grasgrüner Färbung, die in hohem Maasse an die des Smaragdits erinnert. Bei genauerer Betrachtung erkennt man, dass man es mit einem Aggregat graulicher Hornblendeindividuen zu thun hat, die ziemlich reichlich, von z. Th. grünen Einschlüssen eines zur Pyroxengruppe gehörigen Minerals von prismen- oder nadelförmiger Gestalt durchsetzt und dadurch gefärbt sind. Mehr graue Partien wechseln mit intensiver grünen ab; bei den ersteren fehlt das grüne Pigment mehr oder weniger vollständig.

Die Hornblendeindividuen liegen kreuz und quer ohne jede Gesetzmässigkeit durcheinander; ihre Länge geht bis zu 3, ihre Breite bis zu 2 cm. Sie sind ohne regelmässig krystallographische Begrenzung und ihre Spaltbarkeit nach dem Prisma ist vollkommen. Der Winkel der beiden prismatischen Blätterbrüche ist im Mittel $= 124\frac{1}{2}^{0}$, er kann aber nicht genau gemessen werden, da die Prismen vielfach geknickt und gebogen sind. Diese Deformation geht sogar zuweilen so weit, dass die Enden ganz aufgefasert erscheinen. Auch diese Beobachtungen weisen auf den starken Gebirgsdruck hin, dem die Gesteine bei Tammaw ausgesetzt gewesen sind. An einigen dieser Prismen wurde auch die Querfläche beobachtet; es ist eine wenig deutliche Spaltbarkeit oder Absonderung, die die stumpfe Prismenkante abstumpft und zwar, wie die Messung ergiebt, ganz gerade.

Dünne Splitter schmelzen schon in der Flamme des Bunsenbrenners, dickere leicht vor dem Löthrohr zu einem grünlichgrauen, nicht magnetischen Glase, wobei sich die Flamme lebhaft gelb färbt. Weder vor noch nach dem Schmelzen findet ein merklicher Angriff durch Salzsäure statt.

Das specifische Gewicht der ganzen Masse, nicht also der reinen Hornblende, sondern der durch die Pyroxeneinschlüsse verunreinigten, wurde an zwei Stücken bestimmt und dafür die Werthe ermittelt: G. = 3,113 und = 3,126. Der Versuch, das Gewicht der reinen Hornblende nach Ausscheidung der eingewachsenen Prismen und Nadeln zu bestimmen, führte nicht zum Ziel; die Einschlüsse liessen sich nicht von der Hornblende sondern. Ihre verhältnissmässig geringe Menge wird aber das Resultat nicht wesentlich beeinflusst, aber immerhin um einen geringen Betrag in die Höhe gedrückt haben.

Aus demselben Grunde liess sich auch die chemische Zusammensetzung der reinen Hornblende nicht bestimmen und die folgenden Zahlen sind durch die Pyroxeneinschlüsse etwas, ihrer Geringfügigkeit der Masse nach in der möglichst rein ausgesuchten, von grünen Einschlüssen ziemlich freien grauen Substanz aber doch immerhin nur wenig beeinträchtigt. Die von C. Busz ausgeführte Analyse ergab die unter I. stehenden Werthe:

	I.	II.	
Kieselsäure	53,53	58,76	
Thonerde, Chromoxyd	9,10	12,99	Al_2O_3
Eisenoxydul	4,02	5,84	
Kalk	6,94	2,10	
Magnesia	15,94	14,01	
Natron, Kali	7,96	6,45	Na_2O
Glühverlust	2,95	2,54	H_2O
	100,44	102,69	

Vor allem fällt der hohe Alkaligehalt auf, der beinahe ausschliesslich aus Natron besteht, neben dem nur eine geringe Menge Kali auftritt. Das Chromoxyd wurde von der Thonerde nicht getrennt; es ist nicht ganz wenig davon vorhanden, denn lebhaft grün gefärbte Splitter geben vor dem Löthrohr eine sehr starke Chromreaction, während die graue Substanz der Hornblende die Boraxperle kaum grün färbt. Man sieht daraus, dass die Substanz der Hornblende nicht chromhaltig ist, dass das Chrom einen Bestandtheil der eingewachsenen Pyroxennadeln bildet. Das Eisen ist ganz als Oxydul berechnet.

Man hat es also hier wegen des starken Natrongehalts mit einem Amphibol von der Art des Glaukophan zu thun, welcher letztere sich allerdings meist durch seine dunkelblaue Farbe für den Anblick wesentlich von dem hier vorliegenden Mineral unterscheidet, von dem es aber auch sonst graue Varietäten giebt. Der Zusammensetzung nach am nächsten steht im Allgemeinen der Glaukophan von Zermatt, der nach den Analysen von Berwerth, die unter II. angeführten Bestandtheile enthält. Nahe übereinstimmend ist in beiden der Alkali-, Magnesia- und Eisengehalt, sowie der Glühverlust. Etwas grössere Differenzen zeigt der Thonerde- und besonders der Kieselsäuregehalt; es giebt aber andere Glaukophane, die sich hierin dem Mineral von Birma mehr nähern, so enthält der Glaukophan von Neu-Caledonien nach Liversidge nur 52,79 und der von Lanjaron in Andalusien nach Barrois und Offret gar nur 47,42 Kieselsäure, und in dem letzteren hat man, nahe entsprechend dem birmanischen, nur 8,42 Thonerde gefunden. Am stärksten ist die Abweichung im Kalkgehalt von den meisten Glaukophanen, die gewöhnlich nur 2—3 % CaO ergeben haben; doch giebt es auch kalkreichere, so der von Shikoko in Japan mit 4,80 CaO (nach Yoshida bei Koto) und den erwähnten andalusischen mit 12,95 CaO. Man ist danach um so eher berechtigt, den vorliegenden, den Jadeit begleitenden Amphibol als ein dem Glaukophan sehr nahestehendes Mineral aufzufassen, als auch das specifische Gewicht übereinstimmt, das bei den meisten Glaukophanen zwischen 3,103 und 3,113 liegt (hier ist G. = 3,12 im Mittel, entsprechend dem Gewicht des Glaukophan von Neu-Caledonien) und ebenso die besonders leichte Schmelzbarkeit, von der oben schon die Rede war. Jedenfalls ist es bemerkenswerth, dass mit dem zum Pyroxen gehörigen Jadeit ein Amphibol auftritt, der ihm durch den hohen Natrongehalt in der Zusammensetzung so nahe steht.

Der dem echten dunkelblauen Glaukophan eigenthümliche starke Dichroismus ist an dem hellaschgrauen Mineral von Birma selbstverständlich nicht in demselben Maasse ausgeprägt, doch zeigt auch dieses, wenn die Präparate nicht zu dünn sind, erhebliche Farbenunterschiede in verschiedenen Richtungen. Die Schwingungen nach α sind bläulichgrün, die nach

$\mathfrak{b}$ grünlichbraun und die nach $\mathfrak{c}$ gelblichbraun und die Absorption ist deutlich $\mathfrak{b} > \mathfrak{a} > \mathfrak{c}$. Bei dünnen Präparaten treten dieselben Farbentöne nur entsprechend blasser auf und die Farbendifferenzen sind daher weniger leicht bemerkbar, bei sehr geringer Dicke verschwinden sie sogar fast ganz.

Im Gegensatz zum typischen Glaukophan steht die grosse Auslöschungsschiefe. Während diese bei ihm nur wenige Grade (Gastaldit bis 18°) beträgt, ist sie bei dem Mineral von Tammaw bis zu 28° gegen die prismatischen Spaltungsrisse gemessen worden, ein Werth, der sogar den bei den meisten andern gesteinsbildenden Amphibolen gefundenen übertrifft.

Die charakteristische prismatische Spaltbarkeit der Amphibole tritt in Querschnitten u. d. M. sehr deutlich hervor. In Längsschnitten liegen die Spaltungsrisse zuweilen sehr gedrängt, so dass die stets unregelmässig prismatisch begrenzten Körner eine Art fasriger Structur annehmen. Schief zu den Spaltungsrissen der Längsschnitte geht häufig eine allerdings nicht immer sehr scharf geradlinige Querabsonderung, die wohl wie bei anderen Amphibolen der Fläche $P\infty$ ($\bar{1}01$) parallel geht. Eine solche Querabsonderung gilt für eine besonders charakteristische Erscheinung am echten Glaukophan, von welchem Mineral sich das vorliegende also wesentlich nur durch eben die aussergewöhnlich grosse Auslöschungsschiefe sowie durch den abweichenden Pleochroismus unterscheidet.

Der Hornblende sind, wie schon oben erwähnt, zahlreiche Nadeln oder dünne Prismen, oder auch wohl etwas dickere, jedoch stets nach einer Richtung etwas verlängerte Kryställchen eines z. Th. farblosen, z. Th. schön smaragdgrünen Augits eingewachsen, die der an sich grauen Amphibolsubstanz die mehr oder weniger ausgeprägte grüne Farbe an den Stellen verleihen, wo sie sich in grösserer oder geringerer Zahl finden. Die Färbung erfolgt durch einen kleinen Chromgehalt, da, wie wir gesehen haben, nur lebhaft grüne, nicht aber graue Körner eine deutliche Chromreaction geben.

Diese Einschlüsse sind sehr ähnlich denen, die wir schon oben als mikroskopische Bestandtheile des Albit-Hornblendegesteins (Nr. 3) kennen gelernt haben, nur sind die letzteren nicht so ausgesprochen smaragdgrün, sondern gehen mehr ins

Bläuliche. Sie sind auch hier seitlich regelmässig geradlinig, an den Enden unregelmässig begrenzt. Diese erscheinen sogar nicht selten zerfasert oder sie laufen spitz zu und bilden spindelartige Formen, wie in dem oben beschriebenen Gestein.

Die kleineren meist spindelförmigen Kryställchen liegen, wenn auch stellenweise zu vielen, doch einzeln und getrennt von einander, meist ohne regelmässige Orientirung, in überwiegender Menge sind sie aber parallel der Verticalaxe der Amphibolprismen diesen eingelagert. Die grösseren Kryställchen von meist prismatischer Gestalt sind vielfach zu etwas excentrisch strahligen Büscheln vereinigt, deren Enden nicht selten etwas nach aussen gebogen sind und die sich mit ihrer grünen Farbe sehr zierlich auf der in dünnen Schliffen fast farblosen Amphibolsubstanz abheben.

Einzeln liegende Kryställchen zeigen nur z. Th. eine ganz regelmässige Aufhellung und Verdunkelung im polarisirten Licht. Die büschelförmigen Aggregate und z. Th. die grösseren Prismen werden bei keiner Stellung vollkommen dunkel, weil sich in ihnen verschieden orientirte Theile überdecken. Querschnitte haben die gewöhnliche Augitform; die prismatische Spaltbarkeit tritt in ihnen wie in den Längsschnitten sehr wenig hervor. Die Spaltungsrisse sind meist wenig regelmässig. Auch hier sind in Längsschnitten vielfach Querrisse vorhanden, die wie sonst im Pyroxen einer Absonderungsfläche entsprechen.

Die Auslöschungsschiefe ist ziemlich bedeutend, die Messung ist aber schwierig, da die grösseren Prismen, wie erwähnt, vielfach bei keiner Stellung vollkommen auslöschen und die kleineren Kryställchen seitlich meist krummlinig begrenzt sind und da endlich gerade verlaufende Spaltungsrisse so gut wie ganz fehlen. Es sind aber in einigen Fällen Werthe bis zu 50^0 beobachtet worden.

Der Dichroismus der grünen Kryställchen ist sehr stark. Querschnitte, auch dickere, lassen allerdings nur geringe Farbenunterschiede erkennen, die Farbe bleibt bei einer vollen Umdrehung beinahe unverändert bläulichgrün. Deutlicher treten die Differenzen in Längsschnitten hervor. Die Schwingungen in der Richtung der Elasticitätsaxe c sind grünlichgelb,

zuweilen in der Nüance des Uranglases, solche senkrecht dazu bläulichgrün wie in den Querschnitten, so dass also die Färbung der Prismen beim Drehen zwischen diesen beiden Tönen abwechselt. Dies geschieht noch deutlich bei sehr geringer Dicke der Präparate, nur die allerfeinsten Nädelchen lassen keine bestimmte Farbe, also auch keinen Dichroismus mehr erkennen.

In der Hornblende eingeschlossen liegen einzelne runde Partien bis zum Durchmesser von etwa 0,5 mm, die sich durch ganz besonders intensive smaragdgrüne Farbe und gleichzeitig durch sehr geringe Durchsichtigkeit auszeichnen, so dass ihre Structur nicht deutlich zu sehen ist. Sie zeigen keinen Dichroismus und bleiben bei einer vollkommenen Drehung zwischen gekreuzten Nicols gleichmässig grün. Es sind daher vielleicht locale Anhäufungen von kleinen Pyroxenprismen, die wirr durcheinandergewachsen sind und so ihre Wirkung gegenseitig compensiren. Einzelne grössere grüne Prismen von der gewöhnlichen Beschaffenheit sind hindurchgewachsen; ausserdem zeigen sie eine Art centrischer Structur, sofern sie von einem Kranz von eben solchen Prismen umgeben sind, die an den runden Parthien theils tangential angelagert sind, theils radial von ihnen ausstrahlen.

Schliesslich sei anhangsweise noch ein Gestein erwähnt, das nicht zu der Jadeitablagerung gehört, sondern völlig unabhängig von ihr in einiger Entfernung 4 (engl.) Meilen östlich von Sanka einen Hügel bildet und das auch sonst noch in jener Gegend verbreitet ist. Es ist ein ausgezeichneter typischer, vollkommen frischer und unzersetzter Feldspathbasalt, der die dortigen tertiären (miocänen) Sandsteine durchbricht.

Das vorliegende Stück ist auf dem Bruch schwarzgrau und zeigt sonst eine braune Verwitterungsrinde. U. d. M. bildet der Feldspath (Plagioklas) ein Gewirre winziger Leistchen, die aus nur wenigen Individuen zwillingsartig verwachsen sind und unter denen nur eine geringe Zahl durch etwas bedeutendere Grösse hervorragt. Diese Feldspathkryställchen bilden gewissermaassen eine Grundmasse, in der alle anderen Bestandtheile, deren Grösse durchweg viel bedeutender ist, porphyrartig eingewachsen sind.

Der Augit ist sehr hell bräunlich ohne bemerkenswerthen Dichroismus mit Auslöschungsschiefen, wie sie gewöhnlich bei basaltischen Augiten vorkommen. Die nicht sehr scharf geradlinig, aber doch regelmässig begrenzten Krystalle sind meist von bedeutender Grösse, doch sind auch kleinere vorhanden, von denen sich manche in ihren Dimensionen den Feldspathleistchen nähern. Diese kleinen Augite treten mit den letzteren in die Grundmasse ein, stehen aber hinter ihnen an Menge stark zurück. Sie sind viel schärfer und regelmässiger begrenzt als die grösseren und stellen wohl eine zweite Augitgeneration dar. Die Augitkrystalle sind meist einfach, es finden sich aber auch Zwillinge nach der Querfläche, nicht selten mit polysynthetischer Wiederholung. Durchkreuzungszwillinge scheinen gleichfalls vorhanden zu sein, doch liess sich in keinem einzigen Falle mit Sicherheit constatiren, dass eine regelmässige Verwachsung vorliegt. Der Augit ist wie der Feldspath durchaus frisch und beide sind ziemlich frei von fremden Einschlüssen aller Art, nur Magneteisenkörnchen, meist von regelmässiger Begrenzung, beherbergt der erstere nicht selten.

Der Olivin bildet wie gewöhnlich die grössten Krystalle. Er ist entweder noch ganz frisch oder auch von einzelnen Sprüngen durchsetzt, von denen aus die Umwandlung in Serpentin bereits begonnen hat, die aber nur an einzelnen Stellen etwas weiter vorgeschritten ist. An Einschlüssen beobachtet man hier gleichfalls Magneteisenkörnchen wie im Augit. Einzelne dunkelbraun durchscheinende Körnchen sind Picotit. Sodann finden sich aber auch mit z. Th. beweglichen Libellen versehene sehr kleine Flüssigkeitsporen, die nicht selten in grosser Zahl in der bekannten Weise zonenförmig angeordnet sind.

Magneteisen ist reichlich vorhanden. Es bildet fast durchweg regelmässig begrenzte Kryställchen von nicht ganz geringer Grösse, die theils einzeln liegen, theils zu regelmässig angeordneten grösseren Gruppen miteinander vereinigt sind. Sie finden sich theils in der Grundmasse zwischen den Feldspath- und Augitmikrolithen, theils in der erwähnten Weise als Einschlüsse in den grösseren Augiten und Olivinen.

Eine Anzahl langer, farbloser, gerade auslöschender

Nadeln, die stellenweise zu mehreren zusammengehäuft sind, gehören zum Apatit.

Andere Bestandtheile sind nicht vorhanden, namentlich fehlt Glas durchaus. Der Basalt ist also holokrystallinisch und gehört zur zweiten Classe der Basalte nach Zirkel, in denen sich aus einer sehr mikroskopisch feinkörnigen, durchaus krystallinischen (oder doch nur sehr basisarmen) Grundmasse einzelne Gemengtheile (hier Augit und Olivin) in grösseren Krystallen hervorheben, oder zu Rosenbusch's holokrystallin-porphyrischen Basalten, wobei aber trotz der grossen Menge die Grundmasse bildender Plagioklasleistchen, nicht wie es sonst gewöhnlich der Fall ist, grössere Plagioklaskrystalle als Einsprenglinge ausgeschieden sind.

Es sei noch hervorgehoben, dass dieser Basalt nicht eine Spur von der Kataklasstructur erkennen lässt, die die anderen erwähnten Gesteine, vor allem der Jadeit, in so ausgezeichnetem Maasse zeigen.

Die Gebirgsarten, die das Jadeitlager von Tammaw zusammensetzen, also der Jadeit selber, sodann der Serpentin, das Albit-Hornblendegestein und der Hornblende-(Glaukophan-) Schiefer, führen nun auf eine bestimmte Ansicht von der Natur dieser Ablagerung.

Nötling ist nach seinen Beobachtungen über die Lagerungsverhältnisse, die er an Ort und Stelle gemacht hat, die aber, wie er im vorhergehenden Aufsatz schildert, durch die Ungunst der localen Umstände nach verschiedenen Richtungen beeinträchtigt worden sind, der Meinung, dass der Jadeit und der Serpentin die umgebenden tertiären (miocänen) Sandsteine gangförmig durchsetzen, dass man es also in ihnen mit Gesteinen tertiären (miocänen), resp. posttertiären Alters zu thun habe. Über die Art des ursprünglichen Vorkommens der anderen erwähnten Gesteine ist nichts Näheres bekannt. Es wäre dann die Annahme nöthig, dass eine Jadeit- und eine Olivinfelseruption an derselben Stelle nach einander stattgefunden hätten in der Weise, dass die mit dem einen Gestein, wahrscheinlich mit Serpentin gefüllte Spalte noch einmal aufgerissen worden und dass in diese neue Spalte das andere Gestein, also der Jadeit, als Nachschub eingedrungen wäre. Diese Annahme ist an sich nicht unmöglich, aber ohne bestimmte

Beweise namentlich bei der so erheblichen Verschiedenheit der beiden Massen, doch wohl wenig wahrscheinlich, worauf übrigens schon Nötling (dies. Heft p. 16) hinweist.

Dieser Auffassung[1] der Gesteine als jungtertiäre oder posttertiäre Eruptivgesteine, also vom Alter des sicher dieser Zeit angehörigen Basalts aus der Gegend von Sanka, ist aber offenbar ihre petrographische Beschaffenheit nicht günstig.

Zunächst ist wohl kein Zweifel, dass die Gesteine der Jadeitlagerstätte älter sein müssen als der Basalt. Dies folgt zunächst aus ihrer ausgeprägten Kataklasstructur, die dem Basalt vollständig fehlt. Die Gebirgsbewegung, die diese Structur hervorgebracht hat, musste also zu einer Zeit schon vollendet gewesen sein, ehe der Basalt zur Eruption gelangte, sonst hätte er an jener Bewegung ebenfalls theilnehmen müssen. Es müssten sich dann auch in ihm wie im Jadeit die Spuren davon in der Form einer mehr oder weniger ausgesprochenen Kataklasstructur finden, was, wie wir wissen, nicht der Fall ist. Auch die frische Beschaffenheit des Basalts, besonders des in ihm enthaltenen Olivins, spricht für dessen geringeres Alter gegenüber der starken Umwandlung, der bis zur grösseren Hälfte fortgeschrittenen Serpentinisirung des den Jadeit begleitenden Olivingesteins. Wo man tertiären oder jüngeren Olivin kennt, ist er frisch, von Serpentinbildung ist wenig die Rede, sie befindet sich höchstens in ihrem ersten Anfangsstadium, während eine vorgeschrittene Umwandlung dieser Art das Charakteristische der älteren Olivingesteine der verschiedenartigsten Entstehung zu sein pflegt.

Fasst man die Verhältnisse im Grossen und Ganzen ins Auge, so kommt man am ehesten zu der Vermuthung, dass man es nicht nur nicht mit einem jungen, sondern überhaupt

[1] Ich habe meine Bedenken dagegen Herrn Dr. Nötling früher schon auf Grund der im Vorhergehenden dargelegten Untersuchungen schriftlich mitgetheilt, sie sind auch in den Records der Geological Survey of India in Calcutta. 28. August 1895 in der englischen Bearbeitung der vorliegenden Mittheilung abgedruckt. Herr Dr. Nötling hat seine abweichende Ansicht in dem vorhergehenden Aufsatz zum Ausdruck gebracht, so dass ich in Folgendem darauf Bezug nehmen kann. Ich bemerke hier noch, dass ich nach Abschluss meines Manuscriptes für die Records noch einige fernere Beobachtungen anstellen konnte, die Einiges dort Mitgetheilte etwas modificiren, indessen nirgends in wesentlichen und wichtigen Punkten

mit keinem Eruptivgestein, sondern mit einem System krystallinischer Schiefer zu thun habe, die klippenförmig aus den miocänen Sandsteinschichten hervorragen.

Zwar der Serpentin könnte auch als aus einem Eruptivgestein entstanden gedacht werden, aber die Auffassung des Jadeits als Eruptivgestein hätte in der ganzen Welt, soweit bisher bekannt, kein Analogon. Weder in der Reihe der alten, noch in der der jungen Eruptivgesteine kennt man ein Glied von dieser Zusammensetzung und Beschaffenheit. Im Gegensatz dazu ist in Turkestan der Jadeit z. Th. in Verbindung mit Nephrit als Einlagerung in krystallinischen Schiefern (Hornblende- und Pyroxengesteine) und als normales Glied der Schichtenreihe derselben nachgewiesen worden und andere Augitgesteine (Pyroxenite) nehmen auch anderwärts an dem Aufbau der krystallinischen Schiefer Theil.

Auch die beiden anderen genannten Gesteine, die doch wohl zweifellos demselben geologischen Complex angehören, wenn man sie auch anstehend in ihrem Zusammenhang miteinander und mit dem Jadeit und Serpentin noch nicht kennt, sind nach derselben Richtung beweisend. Der aus einer glaukophanähnlichen Hornblende bestehende Schiefer ist mit allerhöchster Wahrscheinlichkeit zu den krystallinischen Schiefern zu rechnen. Glaukophan hat sich bisher immer im Gneiss und Glimmerschiefer eingelagert gefunden, noch nie aber in einem Eruptivgestein und noch weniger ein solches so gut wie vollständig zusammensetzend. Ähnlich ist es mit dem Albit des Albit-Hornblende-Gesteins. Dieses Mineral findet sich wohl vielfach als Bestandtheil krystallinischer Schiefer, viel weniger aber als solcher von Eruptivgesteinen.

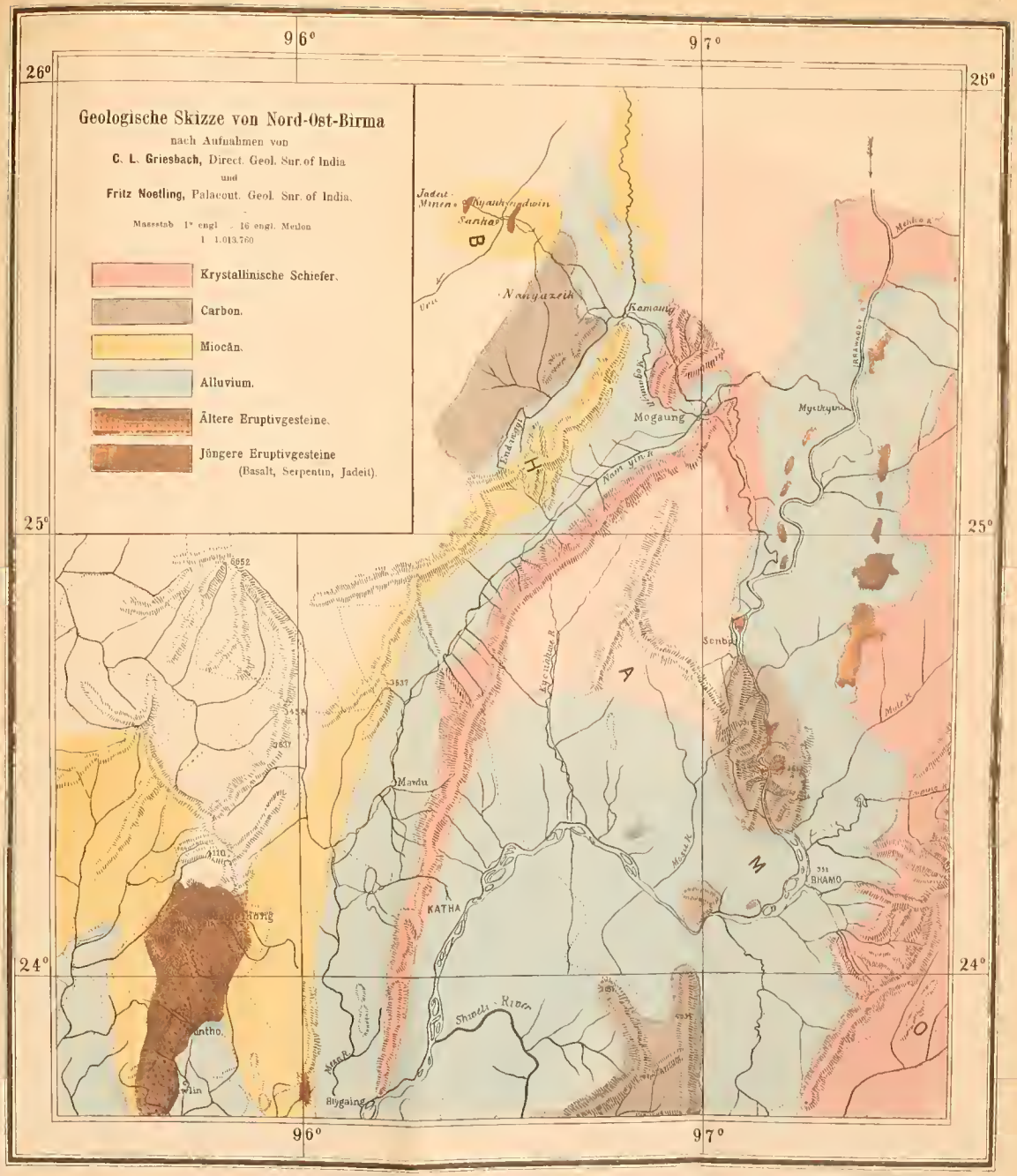
Dem entsprechend möchte ich es, wie gesagt, für das naturgemässeste halten, die ganze Jadeit-führende Gesteinsreihe als eine von Tertiärschichten mantelförmig umlagerte, wahrscheinlich durch Erosion blossgelegte Kuppe eines Systems krystallinischer Schiefer zu halten, die sich bei der Faltung des Gebirgs bis zu ihrer jetzigen Höhe hinaufgehoben haben und denen dabei ihre ausgezeichnete Kataklasstructur mitgetheilt worden ist. Erst nach der Vollendung dieser geotektonischen Vorgänge gelangte der Basalt zur Eruption, der von jenen nicht mehr ergriffen wurde. Mit dieser Anschauung vertragen

sich die von Nötling in dem Steinbruch von Tammaw beobachteten Lagerungsverhältnisse. Sie ist um so wahrscheinlicher, als man auf den geologischen Karten von Birma, z. B. auf der, die der Arbeit von Nötling beigegeben ist (dies. Heft Taf. I), krystallinische Schiefer sich westwärts von Mogoung bis in die Gegend von Tammaw hinziehen sieht, ebenso krystallinische Kalke von carbonischem Alter, die bis wenige (engl.) Meilen an die Jadeitlagerstätte heranreichen, in deren Nähe sie von den miocänen Sandsteinschichten bedeckt werden.

Dagegen spricht auch nicht der Grund, auf den Nötling besonderes Gewicht zu legen scheint, um die eruptive Natur des Serpentins und damit auch des Jadeits zu beweisen. Dieser besteht darin, dass an anderen Orten, besonders in Unter-Birma, der Serpentin ganz zweifellos von eruptiver Entstehung ist. Dies ist sehr wohl möglich, aber es folgt daraus noch gar nichts für den Serpentin von Tammaw, um so weniger, als diese anderen birmanischen Serpentine zur Zeit ihrem petrographischen Charakter nach ganz unbekannt sind. Die genauere Untersuchung ergiebt möglicherweise, dass es, wenn schon gleichfalls Serpentine, doch Gesteine von ganz anderer Beschaffenheit und Natur sind.

Man wird nicht zweifelhaft sein, dass eine endgültige Entscheidung für eine der beiden hier erörterten Ansichten zunächst kaum getroffen werden kann. Man wird wohl nach Kenntnissnahme der mitgetheilten Thatsachen die eine oder die andere für zur Zeit wahrscheinlicher halten, aber man wird vor der Bildung eines definitiven Urtheils bis zur Anstellung neuer Beobachtungen der Lagerung an Ort und Stelle und bis zur geologischen Kartirung der ganzen Gegend warten müssen. Dann wird man auch erfahren, wie es mit dem gleichfalls von Nötling ausgesprochenen Gedanken steht, dass der Jadeit vielleicht eine von dem eruptiven Olivinfels mit in die Höhe gerissene Scholle eines intratellurischen Gesteins sei.

Marburg, Mineralog. Institut der Universität.


Geologische Skizze von Nord-Ost-Birma
nach Aufnahmen von
C. L. Griesbach, Direct. Geol. Surv. of India
und
Fritz Noetling, Palaeont. Geol. Surv. of India.
Maasstab 1" engl. = 16 engl. Meilen
1 : 1.013.760
Krystallinische Schiefer.
Carbon.
Miocän.
Alluvium.
Ältere Eruptivgesteine.
Jüngere Eruptivgesteine
(Basalt, Serpentin, Jadeit).
96°
97°
26°
25°
24°
Jadeit Minen
Kyanhingdwin
Sankar
Nanyazeik
Ramaung
Mogaung
Myitkyina
Nam yin R.
Senbo
Mawdu
KATHA
BHAMO
Shweli River
Mole R.
Bhygaing
Hong
Kuntho
Wlin
6652
5837
5458
5637
3110
3511
3951

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: 1896

Autor(en)/Author(s): Noetling (Nötling) Fritz

Artikel/Article: Ueber das Vorkommen von Jadeit in Ober-Birma 1-51