

Ueber das Vorkommen der Rubine in Birma.

Von

Max Bauer in Marburg in Hessen.

Mit Taf. VII und 5 Figuren.

Für das Vorkommen schöner, zu Schmucksteinen brauchbarer Rubine hat seit langer Zeit Birma die höchste Bedeutung, alle anderen Länder treten dagegen mehr oder weniger entschieden in den Hintergrund. Aus Birma kommen schon seit Jahrhunderten fast alle schönen, tiefrothen edlen Korunde des Edelsteinhandels. Die kräftig rothgefärbten Steine überwiegen hier über die lichtrothen, ebenso aber auch über die blauen edlen Korunde, die Sapphire in hohem Maasse. Noch seltener sind die bekannten sonstigen Farbenvarietäten des Korunds, die als orientalischer Topas, Amethyst etc. bezeichnet werden und die alle neben dem Rubin vorkommen. Die genannten Verhältnisse stehen, wie man weiss, im Gegensatz zu dem Auftreten des edlen Korunds auf der Insel Ceylon, wo der Sapphir in grösserer Menge auftritt als der Rubin und wo bei dem letzteren hellrothe Steine viel zahlreicher sind, als dunkler gefärbte.

Schon der französische Reisende TAVERNIER, dem wir u. A. auf eigene Anschauung gegründete Mittheilungen von grösster Wichtigkeit über das Vorkommen der Diamanten in Indien verdanken, hat das Vorhandensein des werthvollen rothen Edelsteins in Birma gekannt. Aber er hat die Fundpunkte auf seinen langjährigen, bis in die zweite Hälfte des 17. Jahr-

hunderts fortgesetzten Reisen nicht selber besucht. Was er darüber berichtet, stützt sich auf Mittheilung anderer und ist, wie wir jetzt wissen, z. Th. vollständig unrichtig. Namentlich ist es die Lage der Orte, an denen die Rubinproduction stattfindet, über die er falsche Mittheilungen macht, und diese unrichtigen Angaben sind in die Literatur übergegangen. Man begegnet ihnen in den meisten älteren und sogar in einigen ganz neuen Lehr- und Handbüchern der Mineralogie und auch in solchen der Edelsteinskunde, obwohl zahlreiche zuverlässige, genaue und richtige Untersuchungen hierüber längst bekannt gemacht worden sind.

TAVERNIER verlegt die birmanischen Rubingruben nach Pegu (Unter-Birma) in die Capelanberge, die nach seiner Mittheilung etwa 12 Tagereisen von der Stadt Sirian, jetzt ein elendes Dorf, dicht bei der heute so wichtigen Handelsstadt Rangun, in nordöstlicher Richtung zu suchen sein sollen. Thatsächlich kommen aber in Pegu (oder in Unter-Birma) keine Rubine, überhaupt keine Edelsteine vor, sondern nur in Ober-Birma. Die Fundorte der Rubine liegen sehr viel weiter nördlich, als TAVERNIER annahm, noch erheblich jenseits von Mandalay, der am Irrawaddi gelegenen Hauptstadt des früheren Königreichs Birma, das im Jahre 1886 seine Selbständigkeit an England verlor.

Die Grubenbezirke, aus denen die Rubine stammen, wurden zur Zeit der Unabhängigkeit Birmas von der dortigen Regierung ängstlich gehütet und waren Europäern so gut wie ganz unzugänglich. Seit der englischen Occupation ist aber das Land gerade der Edelsteine wegen vielfach besucht worden, so dass wir seitdem eine recht befriedigende Kenntniss davon, namentlich von dem Vorkommen der Rubine erlangt haben. Auf den Berichten jener Reisenden¹, sowie auf

¹ Ausser einigen anderen, z. Th. noch gelegentlich zu erwähnenden Arbeiten über das Vorkommen und die Gewinnung des Rubins in Birma sei hier u. A. genannt:

C. B. BROWN and J. W. JUDD, The rubies of Burma and associated minerals etc. (Abstract.) (Proceedings Roy. Soc. London. 6. Febr. 1895. p. 387.)

P. GORDON, On the ruby mines near Mogouk (Burma). (Proceed. of the Roy. Geograph. Soc. 10. 1888. p. 261—275 mit 1 Karte.)

einer grossen Zahl von Mineralien und Gesteinen aus den Rubinlagerstätten beruhen auch die folgenden Mittheilungen. Ich verdanke das Material neben vielen persönlichen Aufklärungen Herrn Dr. FR. NOETLING, jetzt in Calcutta, der im Auftrag der Geological Survey of India die Fundorte des Rubins z. Th. selber zu besuchen und Belegstücke eigenhändig an Ort und Stelle zu sammeln in der Lage war.

Auf der umstehenden Karte (p. 200) sind diejenigen birmanischen Localitäten verzeichnet, die mit Sicherheit Rubine liefern oder doch früher geliefert haben, sowie diejenigen, an welchen nach den noch nicht genauer geprüften Angaben der Eingeborenen der Edelstein und seine Begleiter vorkommen.

Am wichtigsten und reichhaltigsten sind die Landstriche rings um die Stadt Mogouk (oder Mogok), der „District der Ruby Mines“ der Engländer, auch „Stone Tract“ oder „Ruby Tract“ genannt. Er liegt auf der linken östlichen Seite des Irrawaddi, durch eine etwa 30 (engl.) Meilen breite dschungelbewachsene Ebene von dem Flusse getrennt, in der aber allerdings ebenfalls schon einige unbedeutende Gräbereien von den Eingeborenen betrieben werden. Die ersten der-

EDWIN W. STREETER, *Precious stones and gems*. 5. Aufl. London 1892. p. 149, 165 u. 179.

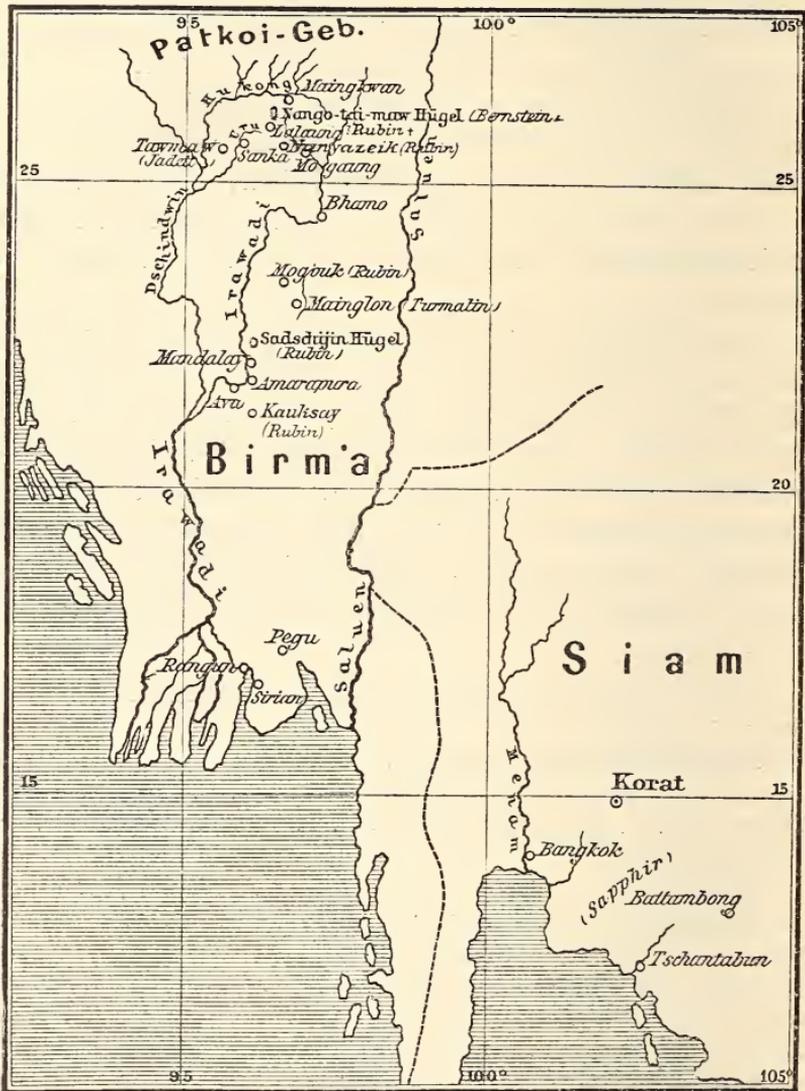
Ältere Mittheilungen vergleiche:

A Manuel of the Geology of India, und zwar: 3. V. BALL. *Economic geology*. 1881. p. 427, 429 u. 622; 4. R. F. MALLET. *Mineralogy*. 1887. p. 39, speciell 42 u. 51.

Bezüglich der an erster Stelle genannten Arbeit sei hier erwähnt, dass sie die hier vorliegende gekreuzt hat. Sie ist mir erst zu Gesicht gekommen, als ich mit der Niederschrift meiner Untersuchungen so gut wie fertig war. Ich glaube aber, meine Resultate doch noch mittheilen zu dürfen, da mein Material von den Sadschijinhügeln, das der Herren BROWN und JUDD aber wohl aus dem Hauptrubinbezirk von Mogouk stammt und weil meine Angaben, bei aller Übereinstimmung im Grossen und Ganzen, doch auch einzelne Abweichungen von denen zeigen, welche die genannten beiden Forscher gemacht haben.

Eine kurze Übersicht über das Vorkommen und die Gewinnung der Rubine in Birma habe ich in der Sitzung der Marburger Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften vom Januar 1896 gegeben. Der Inhalt dieses Vortrags ist in den Schriften dieser Gesellschaft (Sitzungsberichte für das Jahr 1896. Nr. 1. p. 1—18) abgedruckt.

selben trifft man bei Wapudoung, 11 (engl.) Meilen von dem am Irrawaddi gelegenen Militärposten Thebayetkin, von dem aus die Besucher des Rubindistricts die Reise anzutreten pflegen.



Nach neueren Mittheilungen umfasst der Bezirk der Rubingruben 400 (engl.) Quadratmeilen. Andere Reisende geben allerdings den Raum, über den die jetzt noch im Betrieb befindlichen Gruben vertheilt sind, nur auf 45, und bei Be-

rücksichtigung der verlassenen Gruben das ganze rubinspendende Gelände auf 66 Quadratmeilen an, von denen ein 26 (engl.) Meilen langer und 12 Meilen breiter Streifen z. Th. genauer untersucht ist. Es ist zu vermuthen, dass das rubinreiche Gebiet sich noch weiter nach Osten und Süden, bis in die unabhängigen Schan-Staaten hinein erstreckt, deren Bewohner nicht selten Edelsteine auf den Markt nach Mandalay bringen. Eine zahlreiche Rubine enthaltende Sandablagerung, in der früher auch Gräbereien betrieben wurden, hat vor Kurzem FR. NOETLING¹ am Nam Seká-Flusse im Mainglon-Staate, etwa 25 (engl.) Meilen in südöstlicher Richtung von Mogouk entfernt, aufgefunden und beschrieben.

Der Stones Tract ist ein, trotz seiner bedeutenden Meereshöhe, ungesundes Gebirgsland, dessen Gipfel sich bis gegen 8000 Fuss hoch erheben. Die Hauptstadt Mogouk, 4100 (engl.) Fuss über dem Meer, ist etwa 90—100 (engl.) Meilen in nordöstlicher Richtung von Mandalay und auf dem Wege (nicht in der Luftlinie) ca. 60 (engl.) Meilen vom Irrawaddi entfernt. In der Nähe von Mogouk liegen noch die beiden anderen Städte Kathé und Kapyun (oder Kyat-pyen). Nach PRINSEP'S auch anderwärts als richtig anerkannter Meinung hätte man wahrscheinlich die den letztgenannten Ort umgebenden recht beträchtlichen Höhen als die Capelanberge TAVERNIER'S anzusehen, der vielleicht den Namen der Kapyunberge in dieser Weise verstanden hat. Jedenfalls ist kein Zweifel, dass er bei seiner Schilderung die in dieser Gegend liegenden Rubingruben im Auge hatte, die er nur fälschlicherweise viel weiter nach Süden, nach Pegu (Unter-Birma), verlegt, vielleicht infolge eines Missverständnisses, vielleicht auch absichtlich getäuscht durch die Berichte der Eingeborenen, bei denen er Erkundigungen einzog.

In jener Gegend finden sich weitaus die meisten und wichtigsten Gruben, besonders in den drei Thälern, in denen die obenerwähnten Städte liegen; vorzugsweise ertragreich sind die Gruben in dem Thale von Mogouk. Was von anderen Orten des Bezirks kommt, ist der Menge nach weniger be-

¹ FR. NOETLING, Notes on the mineral resources of the Northern Shan-States. — Report on the Nam Seká Ruby-mine in the Mainglon-State. Rangoon 1891.

deutend und soll auch bezüglich der Qualität vielfach zurückstehen.

Sehr viel geringer ist der Ertrag der Rubingräbereien in den Sadschijinhügeln (Sagyin-hills der Engländer). Diese bestehen aus prächtigem weissen Marmor, der in zahlreichen Steinbrüchen ein geschätztes Material zu Götterbildern liefert. Sie liegen sehr viel näher bei Mandalay, von welcher Stadt sie nur 15—16 (engl.) Meilen in nördlicher Richtung entfernt sind. Ungefähr 12 Meilen vom Irrawaddi erheben sie sich noch auf dessen linker, östlicher Seite frei aus der von dichtem Dschungel bedeckten Niederung und bilden die letzten westlichen Ausläufer des Hochlands von Mogouk auf dieser Seite des Flusses. Ungefähr 15 Meilen nördlich von den Sadschijinhügeln befinden sich nach den Berichten der Eingeborenen zwei andere Marmorhügel, in denen Rubine vorkommen. Diese liegen zwischen den Sadschijinhügeln und dem Berglande des „Stone Tract“ und stellen gewissermaassen eine Verbindung zwischen beiden dar. Übrigens sind kürzlich auch 30 (engl.) Meilen südlich von Mandalay bei Kauksay alte, jetzt verlassene Rubingruben angetroffen worden, als in dieser Gegend die Mandalay mit Rangun verbindende Eisenbahn gebaut wurde.

Weiter gegen Norden liegen auf der rechten westlichen Seite des Irrawaddi einige Fundorte von Rubinen, die allerdings noch recht zweifelhaft und jedenfalls noch sehr wenig bekannt sind. Was man von ihnen weiss, beruht auf der Mittheilung von Eingeborenen. Eine dieser Localitäten liegt zwischen der Stadt Mogoung und dem durch die Jadeitgräberei bekannten Dorfe Sanka in der Nähe des Dorfes Nanyazeik. Die andere ist noch weiter nördlich zwischen der letztgenannten und der durch das birmanische Bernsteinvorkommen vielgenannten Stadt Mainkwan.

Wie hinsichtlich der Fundorte, so trifft man auch bezüglich der Art und Weise des Vorkommens der Rubine in Birma vielfach durchaus falsche Anschauungen. Sogar in literarischen Erscheinungen der allerneusten Zeit, die sich mit dem Vorkommen und der Entstehung des Korunds speciell beschäftigen, ist dies der Fall. Ich erinnere in dieser Beziehung an die für die Kenntniss von der künstlichen Dar-

stellung des Korunds wichtige Arbeit von J. MOROZEWICZ¹ in Warschau. Dieser Autor giebt an, dass der Korund an „den berühmten Fundstätten in Birma als grosse Rubine in Lava“ sich finden. Allerdings sprechen manche nicht genügend geologisch ausgebildete Besucher der Gegend von Mogouk von Kratern, die sie dort gesehen haben wollen. Dies ist aber ein Irrthum; es ist im ganzen Rubindistrict kein Krater bekannt und ebenso wenig vulcanische Gesteine und Laven irgend welcher Art. Im Gegentheil ist es von zahlreichen, mit dem Lande durch eigene Anschauung bekannten Forschern zweifellos sicher nachgewiesen, dass das Muttergestein des Rubins ein körniger, z. Th. dolomitischer Kalk ist. Dies ist bei Mogouk der Fall, ebenso aber auch in den Sadschijinhügeln, wie es aus zahlreichen Handstücken des in meinem Besitze befindlichen Materials hervorgeht, und dieselben Verhältnisse werden aus der Gegend von Nanyazeik und den nördlich von den Sadschijinhügeln liegenden Fundorten berichtet. Überall ist der Rubin in diesem Kalk oder Marmor eingewachsen, ausnahmslos begleitet von viel edlem Spinell, stellenweise auch von Chondroit und zahlreichen anderen Mineralien, die wir unten eingehend kennen lernen werden. Mit Spinell ist der Rubin auch an dem nördlichsten der genannten Fundpunkte vergesellschaftet, weiter ist aber über das Vorkommen an jener Stelle nichts bekannt.

Durch die Auflösung und Verwitterung des Kalkes, der das ursprüngliche Muttergestein des Rubins bildet, entsteht ein gelber, brauner oder rother Lehm, der die in dem Kalk eingewachsen gewesenen Rubine und deren Begleiter, nunmehr in losem Zustande, umschliesst. Dieser Verwitterungslehm wurde nicht selten vom fliessenden Wasser ergriffen und weitergeschwemmt. Dadurch wurde das leichte thonige Material vielfach von den darin enthaltenen gröbereren Bestandtheilen getrennt und es entstand eine mehr sandige Masse, die die Mineralien, darunter den Rubin als abgerollte Geschiebe enthält. Aus diesen Seifen, den losen und lockeren Verwitterungsmassen des dem Rubin zum Muttergestein dienenden Kalks, wird der Rubin gewonnen und ebenso auch die anderen

¹ Zeitschr. f. Krystallographie. 24. 1895. p. 281.

Edelsteine, nicht aus dem Kalke selbst, oder doch nur in ganz untergeordneten Mengen. Die bald mehr thonigen, bald mehr kalkigen edelsteinführenden Massen, die den Gegenstand der Rubingrüberei bilden, haben von den Birmanen den Namen Byon (oder Pyon) erhalten. Von ihnen soll im Folgenden nicht weiter die Rede sein, sondern nur von dem Vorkommen des Rubins und seiner Begleiter auf ihrer ursprünglichen Lagerstätte im Kalk. Es sind dabei in erster Linie die Verhältnisse der Sadschijinhügel berücksichtigt, von denen beinahe das gesammte, dieser Untersuchung zu Grunde liegende Material stammt. Der Rubin ist, wie schon mehrfach erwähnt, im Kalk eingewachsen. Er wird von einer Anzahl anderer Mineralien begleitet, die gleichfalls ringsum in den Marmor eingeschlossen sind. Der ungefähren Häufigkeit nach geordnet sind es in den Sadschijinhügeln die folgenden: Spinell, Chondroit, Apatit, Glimmer (Phlogopit), Hornblende, Schwefelkies, Magnetkies und Graphit.

Diese Mineralien liegen alle ringsum fest und in unmittelbarer Berührung mit dem umgebenden Muttergestein im Kalk und hinterlassen daher stets, wenn sie herausgesprengt werden, eine genau und scharf begrenzte Hohlform mit glänzender Oberfläche. Sie bilden z. Th. regelmässige Krystalle mit ebenen Flächen, die aber an den Kanten und Ecken mehr oder weniger stark abgerundet sind. Es ist diejenige Beschaffenheit, die man an den im Kalk eingewachsenen Mineralien so häufig beobachtet und die man als „geflossen“ zu bezeichnen pflegt. Ein anderer Theil der in dem rubinführenden Kalk eingewachsenen Mineralien ist dagegen ganz unregelmässig begrenzt. Diese Körner sind ebenfalls meist oberflächlich etwas abgerundet, selten haben sie scharfe Kanten und Ecken, doch ist mehrfach auch das Letztere der Fall.

Ausser den genannten Mineralien haben sich in dem Kalke der Sadschijinhügel keine andern gefunden. Dagegen führen BROWN und JUDD aus dem Kalk des Rubinbezirks von Mogouk noch zahlreiche weitere Begleiter des Rubins an, die an dem oben genannten Ort fehlen. Es sind die folgenden: Zirkon (selten), Granat (reichlich an mehreren Orten), Feldspath in einigen Varietäten (darunter Murchisonit, Mondstein, Sonnenstein etc.) und in allen Stadien der Umwandlung und

Verwitterung; Quarz (in verschiedenen Varietäten, einige bemerkenswerthe Verhältnisse der Krystallisation zeigend); aus der Glimmergruppe neben dem Phlogopit auch Muscovit und Fuchsit, sowie verwitterte Glimmer (Hydromica); ausser der eigentlichen Hornblende auch Arfvedsonit; ferner Augit (Salit, Diopsid und Aegyrin), sowie Enstatit (Bronzit, Hypersthen) und Wollastonit, Lapis lazuli, Fibrolith und Skapolith; daneben finden sich endlich Verwitterungs- und Umwandlungsproducte des Rubins etc.: Diaspor, Margarit und andere Sprödglimmer, Chlorite, Vermiculite und Carbonate. Dagegen zählen BROWN und JUDD unter den von ihnen beobachteten Mineralien den in dem Kalk der Sadschijinhügel so verbreiteten und wichtigen Chondrodit nicht auf; er und alle fluorhaltige Silicate fehlen in ihren Stücken. Er findet sich aber wieder in dem Marmor des Mandalay-Hill, östlich von Mandalay, wie ein Handstück der Marburger Sammlung zeigt, in dem aber kein Rubin bekannt ist. Aus der edelsteinführenden Erde werden ausserdem noch Danburit und Beryll erwähnt. Bei dem letzteren handelt es sich möglicher, ja wahrscheinlicher Weise um eine Verwechslung mit dem Apatit, der mit seiner meergrünen Farbe nicht selten dem Aquamarin bis zum Verwechseln gleicht und der gerade in dieser Beschaffenheit den Rubin in den Sadschijinhügeln begleitet. Auch der Danburit ist zweifelhaft.

Wir werden im Folgenden zuerst das Muttergestein des Rubins von den Sadschijinhügeln, sodann die darin eingeschlossenen Mineralien etwas genauer kennen lernen.

A. Der Marmor.

Das Muttergestein aller der genannten Mineralien ist ein meistens rein weisser, an einzelnen Stellen schwarzgestreifter, da und dort an der Oberfläche mit rostigen Flecken bedeckter, nicht sehr feinkörniger, krystallinischer Kalk. Die Zusammensetzungsstücke sind in ihren Dimensionen ziemlich verschieden und mehr grobkörnige Partien sind feiner körnigen zwischengelagert. Die grösseren Individuen können bis zu 1 cm und noch mehr im Durchmesser anwachsen, die zwischenliegenden kleineren bis auf 1 mm und noch weiter heruntersinken. Die Zwillingslamellen und die Blätterbrüche etc. erscheinen u. d. M. in der bekannten Weise.

Nach den im chemischen Laboratorium des Herrn Professor Dr. C. HELL an der Technischen Hochschule in Stuttgart ausgeführten Untersuchungen ist der Marmor etwas dolomitisch. Zwei Analysen ergaben einzeln (I. u. II.) und im Mittel (III.):

	I.	II.	III.
Kohlensäure	44,6	44,4	44,5
Kalk	48,5	48,8	48,65
Magnesia	6,4	6,4	6,4
Unlös. Rückstand	0,2	0,2	0,2
	99,7	99,8	99,75

Der Marmor besteht also ungefähr aus $86\frac{2}{3}\%$ Calciumcarbonat und $13\frac{1}{3}\%$ Magnesiumcarbonat. Die Magnesia scheint indessen nicht ganz gleichmässig in der Masse vertheilt zu sein. Während die meisten Proben mikrochemisch deutliche Magnesiareaction ergaben, liessen andere keine Spur davon erkennen.

Der unlösliche Rückstand, der nach der Behandlung des Marmors mit Salzsäure hinterbleibt, wird gebildet von kleinen Splittern der obengenannten Mineralien. Sie treten auch in Dünnschliffen des makroskopisch rein erscheinenden Kalks deutlich hervor. Im Gegensatz zu den grösseren Krystallen und Körnern derselben Mineralien sind sie vielfach ganz scharfkantig und -eckig. Andere als die obengenannten Mineralien konnten unter diesen Lösungsrückständen und auch im Dünnschliff nicht aufgefunden werden.

B. Die im Marmor eingeschlossenen Mineralien.

1. Rubin (resp. Korund).

Unter den im Kalk eingewachsenen Mineralien spielt der Rubin, dem Werth und der commerciellen Wichtigkeit nach, die erste, ja so ziemlich die einzige Rolle; neben ihm ist in dieser Beziehung nur etwa noch der Spinell zu nennen. Ganz anders steht es aber mit der mineralogischen resp. geologischen Bedeutung. In dieser Hinsicht steht der Rubin hinter fast allen seinen Begleitern zurück. Sie sind sämmtlich erheblich häufiger und in grösserer Menge in den Marmor eingeschlossen als der Rubin, nur der Graphit ist wohl noch seltener und noch sparsamer. Die mir vorliegenden, noch

im Muttergestein eingeschlossenen Rubine werden alle von dem letzteren unmittelbar berührt, im Gegensatz zu dem Verhalten, das die von BROWN und JUDD beobachteten Rubine meist zeigen. Nach ihrer Beschreibung werden diese gewöhnlich von einer Schicht von Umwandlungsproducten bedeckt, die durch die Veränderung der äusseren Theile der Rubinkrystalle entstanden sind. Am nächsten, bei dem unveränderten Kern, findet man eine Lage Diaspor, die unmerklich in Margarit und andere Sprödglimmer, Vermiculit, Muscovit, Kaolin etc. übergeht. Die wasserfreie Thonerde verwandelt sich also in wasserhaltige Thonerde und in Thonerdesilicate.

Im Ganzen lagen mir über 150 Krystalle und unregelmässig begrenzte, abgerollte Körner aus den Seifen zur Untersuchung vor. Ihre Grösse geht von derjenigen eines Hirsekorns bis zu der einer Erbse; das Gewicht steigt bis zu $1\frac{4}{8}$ Karat. Fast alle kamen isolirt in meine Hände; ich habe aber selber mehrere Exemplare in dem Marmor beobachtet und aus diesem herausgearbeitet, so dass das Vorkommen in ihm und das Zusammenvorkommen mit den anderen genannten Mineralien in dem nämlichen Muttergestein unzweifelhaft sicher constatirt ist. Damit ist aber dann auch erwiesen, dass die Rubine der Seifen ebenfalls aus dem Kalk stammen, denn der Ursprung der Seifen ist nach den gesammten Verhältnissen auf den Kalk als ursprüngliches Gestein zurückzuführen. Die im Kalk liegenden Rubine sind alle regelmässig ausgebildete Krystalle mit abgerundeten Kanten und Ecken, nur die allerkleinsten sind scharfkantig und -eckig. Abgerollt, überhaupt unregelmässig begrenzt, ist nur ein Theil deren, welche aus den Seifen stammen.

Die Krystallform ist insofern eine sehr einförmige, als beinahe an allen Krystallen immer dieselbe geringe Anzahl einfacher Formen wiederkehrt. Eine gewisse Mannigfaltigkeit kommt aber dadurch zu Stande, dass diese wenigen einfachen Gestalten nicht immer alle zusammen auftreten, und noch mehr dadurch, dass sie der relativen Grösse nach in sehr verschiedener Weise an den einzelnen Krystallen ausgebildet sind. Die beobachteten Formen sind in der Hauptsache die längst bekannten, und auch die wichtigsten Combinationen der Rubine von den Sadschijnhügeln sind die an anderen

Rubinen, speciell an denen von „Birma“, längst beobachteten. Die nach Auftreten und Grösse der einzelnen einfachen Gestalten verschiedene Ausbildungsweise der Krystalle giebt die Taf. VII wieder.

Die beobachteten einfachen Formen sind die folgenden:

$$r = R (10\bar{1}1)$$

$$c = 0R (0001)$$

$$a = \infty P2 (11\bar{2}0)$$

$$n = \frac{2}{3}P2 (22\bar{4}3)$$

Diese bilden die Begrenzung der grössten Zahl der Krystalle, entweder alle miteinander combinirt oder nur einige von ihnen. Die beiden ersten, r und c , fehlen niemals, die beiden anderen, a und n , sind dagegen an manchen Krystallen nicht ausgebildet. Zu diesen vier häufigsten Formen treten dann noch einige seltene, die je nur ein einziges Mal beobachtet worden sind. Es ist:

$$m = \infty R (10\bar{1}0)$$

$$d = \frac{1}{2}R (10\bar{1}2)$$

$$r = -\frac{1}{2}R (01\bar{1}2)$$

$$w = 2P2 (11\bar{2}1)$$

Das nächste stumpfere Rhomboëder r ist, wie es scheint, bisher beim Korund noch nicht beobachtet worden; es tritt als eine schmale Abstumpfung der Endkanten des Hauptrhomböders r auf (Taf. VII Fig. 9). Das erste Prisma m findet sich als eine schmale Abstumpfung der Kante des zweiten Prismas a an einem Krystall, der Taf. VII Fig. 6 abgebildet ist. Das Dihexaëder der zweiten Stellung w ist an einem Zwilling nach der Basis c beobachtet worden. Dieser ist begrenzt von dem zweiten Prisma a , der Basis c , dem ziemlich ausgedehnten Hauptrhomböder r und dem Dihexaëder n . Der senkrecht zur Basis in der Mitte durchgebrochene Krystall, von dem nur die eine Hälfte vorliegt, wird durch eine parallel der Basis c hindurchgehende feine Zwillinglamelle in zwei beinahe gleiche Theile zerlegt, wie es in Fig. A (p. 211), von der Seite gesehen, stark vergrössert, aber in ungefähr natürlichen Verhältnissen dargestellt ist. An dem einen Theil (in der Figur an dem unterhalb der Zwillinglamelle befindlichen) werden die Kanten a/n noch durch die Flächen des Dihexaëders w abgestumpft, das aber an dem

anderen Theil über der Zwillingslamelle fehlt. Endlich ist noch die Fläche d zu erwähnen, die an einem Krystall (Taf. VII Fig. 7) die Kante r/c schmal abstumpft.

Die meisten Flächen sind glatt und glänzend, die Flächen des Prismas a und der Basis c haben jedoch charakteristische Streifungen. Namentlich bemerkenswerth ist die niemals fehlende Zeichnung auf der Basis, die daran stets leicht erkannt und von den anderen Flächen unterschieden werden kann, was bei der nicht selten sehr starken Verzerrung der Krystalle für die Entzifferung der Formen oft nicht ohne Bedeutung ist. Es ist eine dreifache Streifung, deren Linien der Combinationskante der Basis c mit den Flächen des Hauptrhomboëders r parallel gehen, wie es aus Taf. VII Fig. 2, 3 u. 9 zu ersehen ist. Es entstehen so gleichseitige Dreiecke, deren Spitzen allerdings der allgemeinen Beschaffenheit der Kanten und Ecken entsprechend, meist mehr oder weniger stark abgerundet sind. An manchen Krystallen erkennt man deutlich, dass die Streifung auf einer treppenförmigen Abwechslung der Flächen r und c beruht, wie es in Taf. VII Fig. 11 abgebildet ist für die vollkommen regelmässig ideale Art der Ausbildung. In zahlreichen Fällen ist die Erscheinung aber unregelmässiger und lässt die zu Grunde liegende Gesetzmässigkeit nicht ohne Weiteres erkennen. Manchmal sind die Treppen niedrig und dann bilden sie eben die erwähnte Streifung; manchmal steigen sie aber auch höher an und es entsteht dann ein förmlicher kleiner Thurm auf der Basis, der in nicht seltenen Fällen in eigenthümlicher Weise nach der einen Ecke des von der Streifung gebildeten Dreiecks gerückt ist, wie es in Taf. VII Fig. 12 wiederzugeben versucht wurde. Der Rest der Fläche c , der nicht von der thurmähnlichen Erhöhung bedeckt wird, ist dann entweder vollkommen glatt oder er trägt eine feine Streifung in der angegebenen Weise.

Die Streifung auf den Prismenflächen a ist je nach der Art der Ausbildung der Krystalle verschieden. Wenn das Prisma a überwiegt, wie bei den Krystallen des unten noch zu besprechenden prismatischen Typus, dann tragen die Flächen eine kräftige Horizontalstreifung, wie Taf. VII Fig. 3; überwiegen aber, wie bei dem rhomboëdrischen Typus, die Flächen

des Hauptrhomboëders r , dann bemerkt man zuweilen auf den in diesem Fall stets nur schmalen Prismenflächen a eine zarte Streifung, die den Umrissen jener folgt, die also den Kanten a/r und a/a parallel ist, wozu aber noch als Abstumpfungen des spitzen Winkels dieser beiden Linien solche senkrecht zu den Prismenkanten treten (Taf. VII Fig. 2). Diese Streifung ist aber keineswegs bei allen Krystallen des rhomboëdrischen Typus vorhanden. Zuweilen wird sie auch durch Abrundung der Spitzen mehr oder weniger undeutlich und bildet einen beinahe stetig gerundeten Linienzug.

Die von den oben erwähnten einfachen Formen gebildeten Combinationen sind nun die folgenden: 1. r, c (Taf. VII Fig. 1) selten; die Basis ist bei den verschiedenen Krystallen bald etwas grösser, bald etwas kleiner, stets aber, wie überhaupt bei sämmtlichen Krystallen ohne Ausnahme, ziemlich ausgedehnt. In einzelnen Fällen sind die Flächen der Basis c und des Rhomboëders miteinander im Gleichgewicht, so dass sie alle Dreiecke bilden. Die Krystalle gleichen dann auf den ersten Blick regulären Oktaëdern und scheinen eher dem Spinell als dem Rubin anzugehören. Die verschiedene, theils gleichseitig, theils gleichschenkelig dreieckige Form der Flächen und ihre physikalische Beschaffenheit, namentlich die nur auf der Basis, nicht auch auf den Rhomboëderflächen auftretende charakteristische Streifung, lassen aber den Sachverhalt bei genauerer Untersuchung leicht erkennen. Eventuell zeigt die optische Untersuchung, besonders diejenige des Dichroismus, sofort, ob man es mit Rubin oder Spinell zu thun hat. 2. r, c, a . An der vorhin betrachteten Combination sind noch die Seitenkanten des Rhomboëders r abgestumpft, entweder nur wenig, wie in Taf. VII Fig. 2, so dass der rhomboëdrische Habitus erhalten bleibt, oder stärker (Taf. VII Fig. 3 u. 4), wo die dem zweiten hexagonalen Prisma zugehörigen Abstumpfungsflächen überwiegen und dem Krystall eine prismatische Form verleihen. Auch diese Combination ist nicht häufig. 3. r, c, n, a . Diese ist von allen Combinationen die häufigste; sie ist die typische Form der Rubinkrystalle von den Sadschijinhügeln und des birmanischen Rubins überhaupt. Die specielle Formausbildung ist je nach der Ausdehnung der einzelnen Flächen sehr mannigfaltig, wie die Vergleichung der Fig. 5—10 auf

Taf. VII zeigt (bei Fig. 9 ist ausser den genannten noch das nächste stumpfere Rhomboëder r mit sehr schmalen Flächen gezeichnet, in Fig. 6 das erste Prisma m und in Fig. 7 das stumpfere Rhomboëder d). 4. r, c, n, a, r (Taf. VII Fig. 9). 5. r, c, n, a, m (Taf. VII Fig. 6). 6. r, c, n, a, d (Taf. VII Fig. 7). 7. r, c, n, a, w (Fig. A). Die vier letzteren Combinationen, die sich von der dritten nur durch das Auftreten je einer von schmalen Flächen begrenzten weiteren Form (r, m, d und w) unterscheiden, wurden, wie diese letzteren Formen, nur an je einem Krystall beobachtet.

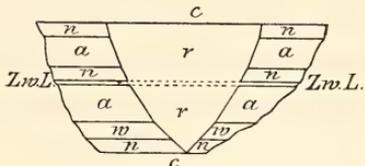


Fig. A.

Wie wir gesehen haben, weichen alle diese Combinationen bezüglich des Habitus, auch wenn sie von denselben Flächen begrenzt werden, wegen der sehr verschiedenen relativen Ausdehnung der letzteren, erheblich von einander ab. Man kann in dieser Hinsicht, wie Taf. VII ohne Weiteres zeigt, zwei Typen unterscheiden, von denen der eine vorwiegend das Hauptrhomböeder r zeigt (Fig. 1, 2, 9, 10), während die Krystalle des anderen hauptsächlich von dem zweiten Prisma a begrenzt werden (Fig. 3, 4, 6—8). Natürlich sind auch Übergänge vorhanden, aber man wird doch selten zweifelhaft sein, welchem von den beiden Typen, dem rhomböedrigen oder dem prismatischen, ein Krystall zuzuzählen ist. Selten ist es, dass das Dihexaëder n in einer Weise ausgebildet wurde, dass es wesentlich an der Begrenzung mit theilnimmt. Krystalle dieser Art, wie der Taf. VII Fig. 5 abgebildete, würden, wenn sie in grösserer Zahl vorhanden wären, eigentlich einen weiteren dritten Typus bilden. Der rhomböedrische Typus ist erheblich häufiger als der prismatische. Krystalle von besonders ausgesprochener prismatischer Ausbildung, wie Taf. VII Fig. 4, wo die Fläche r nur als ganz schmale Facetten auf die Kanten des Prismas a aufgesetzt sind, neben dem vorwiegend nur noch die Basis c auftritt, finden sich sogar ziemlich selten. Am zahlreichsten sind in beiden Typen überhaupt nicht die extremen Formen, wie die erwähnte Fig. 4 und nach der rhomböedrigen Seite hin Taf. VII Fig. 1, 2 etc., sondern die Zwischenformen, über deren Zu-

gehörigkeit aber, wie schon erwähnt, nur selten Zweifel sein kann.

Was die Winkelverhältnisse anbelangt, so lassen sich viele Krystalle wegen der glatten, ebenen und glänzenden Beschaffenheit der Flächen sehr genau messen. Die an verschiedenen Exemplaren erhaltenen Werthe stimmen sowohl untereinander, als mit schon früher an gut ausgebildeten Korundkrystallen erhaltenen Winkeln sehr nahe überein; es sollen daher hier nur einige wenige Krystalle beispielsweise angeführt und die gemessenen Normalenwinkel mit den aus MILLER'S Axenverhältniss: $a : c = 1 : 1,3630$ berechneten verglichen werden.

1. Krystall (r, c, a, n, vergl. Taf. VII Fig. 10).

$n : n' = 52^{\circ} 0'$	(gem.)	$51^{\circ} 58'$	(ger.)	(E. K.)
$r : r' = 93^{\circ} 56'$	"	$93^{\circ} 56'$	"	(E. K.)
$r : a = 43^{\circ} 1'$	"	$43^{\circ} 2'$	"	"
$r : c = 57^{\circ} 35'$	"	$57^{\circ} 34' 8''$	"	"

2. Krystall (r, c, a, n, d, vergl. Taf. VII Fig. 7).

$r : c = 57^{\circ} 33\frac{1}{2}'$	(gem.)	$57^{\circ} 34' 8''$	(ger.)
$d : c = 38^{\circ} 15'$	"	$38^{\circ} 12'$	"
$n : r = 26^{\circ} 2'$	"	$25^{\circ} 59'$	"
$n : c = 61^{\circ} 12\frac{1}{2}'$	"	$61^{\circ} 11'$	"

3. Krystall (Zwilling nach c, Fig. A, p. 211).

$c : n = 61^{\circ} 8'$	(gem.)	$61^{\circ} 11'$	(ger.)
$c : w = 69^{\circ} 53'$	"	$69^{\circ} 51'$	"
$n : w = 8^{\circ} 45'$	"	$8^{\circ} 40'$	"

Zwillingsbildung nach den beiden, beim Korund bekannten Gesetzen, nach der Basis c und nach dem Hauptrhomboëder r, kommt vor, ist aber selten. Häufiger sind die Verwachsungen der zweiten Art; die der ersten sind nur an drei Krystallen beobachtet worden.

Die Zwillinge nach den Flächen des Hauptrhomboëders r sind alle in der Weise ausgebildet, dass feine Lamellen parallel dieser Flächen einem grösseren Hauptindividuum eingewachsen sind, entweder in der Richtung von allen dreien, oder nur von zweien, oder auch nur von einer.

Die Zahl dieser Lamellen in einem und demselben Krystall ist stets ziemlich beschränkt. Man kann auch an diesen Krystallen z. Th. deutlich sehen, dass die ebenflächige Trennung

nach den Flächen des Hauptrhomböeders nicht einer Spaltbarkeit entspricht, sondern einer schaligen Absonderung längs diesen Zwillinglamellen. Die ebenflächige Trennung ist ausschliesslich an Krystallen zu beobachten, in denen Zwillinglamellen eingewachsen sind, und die Trennungsflächen selber stehen stets mit einer solchen Zwillinglamelle in Verbindung. An anderen Stellen als längs einer Zwillinglamelle findet niemals eine ebenflächige Trennung statt, sondern stets nur ein muschliger Bruch, und Krystalle ohne Zwillinglamellen zeigen nach allen Richtungen, ohne Ausnahme nur muschlige, niemals ebene Brüche. Die Eigenschaft der Spaltbarkeit nach r kommt also dem Korund nicht zu¹.

Die seltene Zwillingbildung nach der Basis c tritt ebenfalls nur in die Erscheinung durch nach dieser Fläche eingewachsene Zwillinglamellen in einem grösseren Krystall. Auch hier ist stets nur eine kleine Zahl solcher Lamellen, oder auch nur eine einzige vorhanden. Von einem derartigen Zwilling ist oben schon im Vorbeigehen die Rede gewesen. Er stellt ein Bruchstück eines grösseren Krystalls dar und ist in Fig. A, p. 211, abgebildet. Wie wir gesehen haben, trennt eine Zwillinglamelle den Krystall in zwei fast gleiche Hälften, von der die eine (in der Figur die untere) neben n , c , r , a auch noch die Fläche w zeigt, die an der anderen oberen Hälfte fehlt.

Bei zahlreichen Krystallen sind die Flächen mit mehr oder weniger deutlichen natürlichen Ätzfiguren bedeckt. In den meisten Fällen sind diese zwar der Form nach unbestimmt, bei einigen wenigen Krystallen ist ihre Gestalt aber doch mit Sicherheit zu erkennen. Die charakteristischen Ätzfiguren sind in Fig. B (p. 214) abgebildet, in der Weise, dass die an mehreren Krystallen gemachten Einzelbeobachtungen schematisch in einer Figur vereinigt wurden.

Auf der Basis c sieht man gleichzeitig dreieckige Vertiefungen mit etwas nach aussen gerundeten Seiten, von denen aus nicht messbare, etwas gekrümmte Facetten nach innen gehen und schon mit der Lupe deutlich sichtbare, ziem-

¹ Diese Notiz war schon im Manuscript abgeschlossen, als die denselben Gegenstand behandelnde Arbeit von Judd erschien. (Mineral. Magazine. XI. Heft 50. 1895. p. 49.)

lich tiefe, regelmässig dreiseitige Hohlpyramiden bilden. Die Zahl derselben ist, wenn sie gut ausgebildet sind, auf keinem Krystall zahlreich; sie pflegen auf jeder Basisfläche mehr vereinzelt aufzutreten, sind aber dann meist recht deutlich, was nicht mehr der Fall ist, wenn sie zu dicht gedrängt stehen und wenn sie zu gross geworden sind.

Gewöhnlich nur vereinzelt, aber meist wenig deutlich sind die Eindrücke auf den Dihexaëderflächen n . Nur an einigen wenigen Krystallen konnte mit Sicherheit die in der Figur B abgebildete und in der Nebenfigur stark vergrösserte Gestalt festgestellt werden. Diese bildet ein unsymmetrisches Viereck mit etwas nach aussen gerundeten Seiten, von denen aus eine flache vierseitige Pyramide nach innen geht. Die

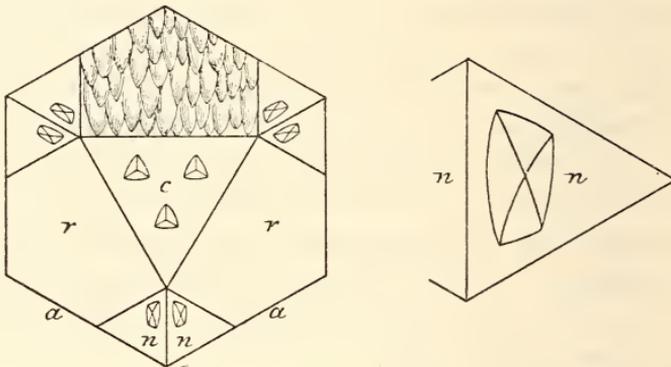


Fig. B.

Einzelheiten der Lage sind aus der Figur ohne Weiteres ersichtlich; die längste der Endkante von n/n benachbarte Seite des Vierecks convergirt etwas mit dieser Endkante nach oben, gegen die Basis hin. Die Figuren liegen auf zwei in einer Endkante aneinanderstossenden Flächen n symmetrisch zu jener.

Dicht gedrängt stehen die Ätzfiguren stets auf den Flächen des Hauptrhomboëders r . Es sind gewissermaassen vertiefte Schuppen, die nach der Combinationskante r/c hin eine scharfe und wohlbegrenzte Spitze haben, von der aus zwei schwachgekrümmte Seitenlinien vollkommen symmetrisch zur Symmetrierichtung der Fläche r unter einem spitzen Winkel nach hinten verlaufen. Nach hinten hin haben die Eindrücke

keine bestimmte und scharfe Grenze, sie endigen ganz allmählich gegen die umgebenden Eindrücke, die ihre Spitzen in die nach hinten gerichtete breite Öffnung der weiter oben liegenden Ätzfiguren hineinstrecken. In der Grösse sind diese Schuppen dadurch, dass sie einander gewissermaassen theilweise überdecken, sehr verschieden. Manche sind ihrem ganzen Umfang nach zu sehen, andere schieben sich nur mit ihren Spitzen zwischen die benachbarten hinein und ihre hintere oder untere Seite ist von den umgebenden Eindrücken verdeckt.

Diese sämtlichen Ätzfiguren sind deutlich schon mit der Lupe, noch besser natürlich bei schwacher Vergrösserung u. d. M. zu erkennen. Man überzeugt sich dabei, dass die Symmetrie der Ätzung mit derjenigen der Flächenvertheilung, also mit der des rhomboëdrischen Systems genau übereinstimmt. Von irgend einer Andeutung von Tetartoëdrie ist in der Form und Anordnung der Ätzfiguren ebenso wenig, wie in der krystallographischen Begrenzung eine Spur vorhanden.

Mit der natürlichen Ätzung hängt jedenfalls theilweise auch die Abrundung der Kanten zusammen, die als eine an den Rubinen von Birma so verbreitete Erscheinung schon oben erwähnt wurde. An zahlreichen Krystallen ist der Zusammenhang der Rundung mancher Kanten mit der Ätzung daran zu erkennen, dass die die Kanten ersetzenden schmalen Prärosionsflächen deutliche, wenn auch unregelmässige Ätzfiguren tragen. In den meisten Fällen sind jedoch die krummen Flächen an den Kanten und Ecken vollkommen glatt, dann ist die Rundung als eine primäre zu betrachten, die, wie wir oben gesehen, damit zusammenhängt, dass die Krystalle ursprünglich im Kalk eingewachsen gewesen sind.

Eine andere Erscheinung soll hier nur kurz erwähnt werden, da das vorhandene Material eine genauere Feststellung nicht gestattet. Wenn man an einem Krystall — an anderen ist nichts Deutliches zu sehen — die Fläche der Basis mit dem Mikroskop anvisirt und dann den Tubus senkt, dann sieht man von einer gewissen Tiefe ab ein dreifaches System von feinen Linien in drei Richtungen, die sich unter 60° durchschneiden und von denen jedes auf einer der Kanten senkrecht steht, welche die Basis c mit den Flächen des

Hauptrhomboëders $r = R(10\bar{1}1)$ macht (Fig. C, wo je eine Fläche c und r in ihren Umrissen und die Richtungen dieser feinen Linien, letztere durch unterbrochene Striche, dargestellt sind; die Fläche r ist in derselben Ebene wie c ausgebreitet). Die Linien liegen sehr dicht beieinander; sie zeigen keine andere Farbe als der betreffende Rubinkrystall überhaupt. Ein ähnliches dreifaches System von feinen, geraden, dichtgedrängten Linien zeigt das Mikroskop auf den Flächen des Rhomboëders r (Fig. C). Die eine Linienrichtung ist senkrecht zur Kante c/r , die beiden anderen machen mit dieser Winkel von ca. 72° und miteinander einen solchen von ca. 36° . Die Linien liegen auf beiden Flächen in verschiedenen Niveaus, da man sie beim Senken des Tubus fortdauernd in denselben Richtungen, aber bei verschiedenen Stellungen des Mikroskops mehr oder weniger gedrängt sieht. Ob es feste Einschlüsse oder hohle Canäle sind, lässt sich schwer entscheiden, da der einzige Krystall, der die Erscheinung zeigt, zu trübe ist. Der Umstand, dass im Bereich der Linien die Farbe von der des Rubins da, wo keine

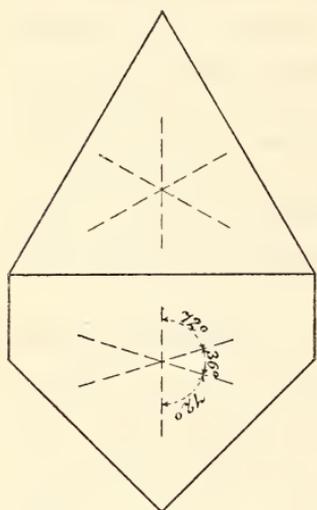


Fig. C.

solche Linien sind, nicht den mindesten Unterschied zeigt, deutet mehr auf feine hohle Canäle in den bezeichneten Richtungen. Die Erscheinung des Asterisirens haben die Linien nicht im Gefolge.

Im Vorstehenden ist zunächst nur vom Rubin die Rede gewesen; neben ihm kommen aber auch alle die anderen bekannten Farbvarietäten des Korunds in edlen, zu Schmucksteinen brauchbaren Exemplaren vor, wenngleich seltener als der Rubin; dieser ist unter allen Umständen an Zahl und Werth die Hauptsache. Es wird vielfach angegeben, dass die Rubine der Sadschijinhügel im Allgemeinen heller gefärbt und daher im Durchschnitt weniger werth sind, als die von Mogouk. Bei den von mir untersuchten Krystallen ist dies jedenfalls im Grossen und Ganzen nicht der Fall. Sie sind

fast durchgängig durchsichtig und zu einem grossen Theil schön und tief roth gefärbt, in allen den verschiedenen Nüancen, die am Rubin geschätzt werden. Auch das besonders werthvolle Taubenblutroth fehlt darunter nicht. Fast jeder einzelne Krystall würde geschliffen einen brauchbaren Schmuckstein geben; es folgt daraus wohl, dass der Unterschied in der Qualität unter den Producten der beiden genannten Gegenden doch nicht so gross ist, als er gewöhnlich gemacht wird.

Sehr viel sparsamer als der Rubin ist im Gegensatz zu Ceylon der Sapphir. Unter den mir vorliegenden edlen Korunden ist kein einziger blauer, alle sind vollkommen ausgesprochen roth. Den vorliegenden Berichten zufolge kommt in Birma kaum ein Sapphir auf 100, nach anderen Angaben sogar auf 500 Rubine. Während aber die Rubine meist klein und in der Mehrzahl nicht über ein Achtelkarat schwer, ausserdem, wenn etwas grösser, gewöhnlich voll von Fehlern sind, findet man grössere tadellose Sapphire in verhältnissmässig grösserer Zahl. Es ist eine sehr grosse Seltenheit, dass Rubine schon von 3 Karat vollkommen fehlerfrei sind und nach dem Schleifen in jeder Hinsicht nach Farbe und Beschaffenheit tadellose Steine geben. Fehlerfreie Rubine von 6—9 Karat kommen nur sehr wenige vor und noch grössere sind nur in einzelnen Exemplaren bekannt. Zwar findet man mehrfach Berichte über grössere Rubine, doch bleibt die Sache meist unsicher und sagenhaft. Bestimmt constatirt ist aber u. A. die Existenz zweier sehr schöner Steine von $32\frac{1}{4}$ und von $38\frac{1}{2}$ Karat, die vor wenigen Jahren von Birma aus nach London verkauft worden sind.

Aus diesen Verhältnissen folgt der ausserordentlich hohe Werth schöner und vollkommener Rubine, die zur Zeit als die kostbarsten Edelsteine gelten und deren Preis schon bei geringer Grösse den der allerbesten Diamanten weit übertrifft. Schon Steine von 3—5 Karat von der schönsten Qualität können zehn Mal höher geschätzt werden als entsprechende, gleich schwere Diamanten, und bei noch grösseren handelt es sich um Liebhaberpreise, die sich jeder Schätzung entziehen. Bekanntlich reduciren aber vorhandene Fehler sowie hellere Farben die Preise ganz ausserordentlich; die obigen Angaben beziehen sich nur auf Steine, in denen ab-

solute Abwesenheit von Fehlern aller Art mit der vollkommensten Färbung verbunden ist. In neuester Zeit sollen in Birma grössere Rubine in ziemlicher Zahl gefunden worden sein, aber kaum einer entspricht obigen Anforderungen auch nur annähernd.

Im Gegensatz zu den Rubinen sind die Sapphire, wie erwähnt, wenn schon weit seltener, so doch im Durchschnitt grösser, und zwar ohne gleichzeitig durch Fehler entstellt zu werden. Tadellose Steine sind unter den wenigen, die überhaupt vorkommen, ziemlich verbreitet und solche von 9 Karat nicht ungewöhnlich. Auch die Maximalgrösse schöner Exemplare geht höher. So wird ein fehlerfreier, schön gefärbter, geschliffener Stein von $79\frac{1}{2}$ Karat erwähnt, der ungeschliffen noch erheblich schwerer war, ferner ein ungeschliffener von 1988 Karat. Die Farbe geht von dunkel- bis hellblau und sogar bis zum Farblosen. Den ceylanischen Sapphiren gegenüber ist die Färbung im Allgemeinen dunkler und reicher und die Qualität ist im Allgemeinen besser. Dasselbe gilt auch bekanntlich von den Rubinen, die in Ceylon durchschnittlich heller sind als in Birma. Interessant sind Sapphire von mehrfacher Färbung: Stücke, die halb blau und halb roth, sowie auch solche die theils blau, theils gelb sind, wurden schon wiederholt beobachtet.

Ist schon der Sapphir seltener als der Rubin, so ist dies in noch erhöhtem Maass bei den anders gefärbten edlen Korunden der Fall, welche die genannten beiden begleiten. Am häufigsten von ihnen ist der orientalische Topas. Seine Farbe ist meist hellgelb, seltener dunkelbräunlichgelb. Er wurde früher für wirklichen Topas gehalten, es scheint aber, dass kein solcher in Birma mit dem Rubin zusammen vorkommt. Auch der orangefarbige orientalische Hyacinth ist früher mit echtem Hyacinth verwechselt worden, der aber gleichfalls unter den Begleitern des Rubins fehlt. Der grüne orientalische Smaragd ist in Birma wie überall eine sehr grosse Seltenheit, und auch der grünlichblaue oder bläulichgrüne orientalische Aquamarin ist nur in wenigen Exemplaren gefunden worden. Etwas verbreiteter ist der violette orientalische Amethyst. Auch gegenwärtig noch wird Amethyst unter den birmanischen Edelsteinen zu-

weilen genannt; es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass auch hier eine Verwechslung mit dem violetten Korund vorliegt.

Angaben über die krystallographischen Verhältnisse aller dieser Korundvarietäten, namentlich des Sapphirs von Birma, sind, wie es scheint, nicht vorhanden. Es wäre interessant zu erfahren, ob sie, wie es im Allgemeinen sonst der Fall ist, eine andere Formenentwicklung zeigen als der Rubin, oder ob sie hier, am gleichen Ort und in der gleichen Weise vorkommend, auch in dieser Hinsicht mit dem Rubin übereinstimmen.

2. Spinell.

Spinell begleitet den Rubin in grosser Menge. Kein anderes Mineral ist in dem Kalk so verbreitet wie der Spinell. Während alle anderen Mineralien meist einzeln für sich in isolirten Körnern im Kalk liegen, ist dies beim Spinell vielfach nicht der Fall. Kleine Spinellkrystalle sitzen auch häufig ringsum eingeschlossen in dem Chondroit, in dem sie nach dem Herausnehmen ähnlich scharfe und glänzende Hohlformen hinterlassen wie sonst im Kalk.

Die Spinelle sind von sehr verschiedener Grösse. Einzelne übertreffen die einer Wallnuss, andere erreichen kaum die eines Stecknadelkopfes und dazwischen sind alle möglichen Zwischenglieder vorhanden. Je geringer die Grösse ist, desto schärfer ist im Allgemeinen die krystallographische Ausbildung. Die kleinen Krystalle haben ebene Flächen und ziemlich scharfe, wengleich immer noch etwas abgerundete Kanten und Ecken. Die grösseren Krystalle sind meist Verwachsungen zahlreicher kleinerer in mehr oder weniger vollkommen paralleler Stellung. Die Flächen sind daher nicht selten von Höhlungen unterbrochen, sie sind unregelmässig, die Kanten meist gekrümmt und gerundet und die Ecken niemals scharf. Auch die grösseren Spinelle sind nicht selten anscheinend wie geflossen.

Die Form ist fast stets nur die des Oktaëders, andere Flächen sind selten, doch findet man immerhin zuweilen die Kanten deutlich abgestumpft und, wenn schon noch seltener, die Ecken vierflächig von den Oktaëderflächen aus zugeschärft, durch die Flächen eines nicht näher bestimmbareren Ikositetraëders. Weitaus die meisten Krystalle sind einfach, doch

fehlen auch Zwillinge nach dem gewöhnlichen Spinellgesetze nicht. Diese sind fast stets in der Richtung der Zwillingsaxe stark verkürzt und dadurch dünn tafelförmig. Die qualitative Untersuchung hat die Bestandtheile des edlen Spinells, Magnesia und Thonerde, sowie sehr wenig Eisen ergeben. Auch das specifische Gewicht ist dasjenige des edlen Spinells. Es wurde an zwei Krystallen mittlerer Grösse jedesmal zu 3,575, an einem dritten etwas niedriger, nämlich gleich 3,520, gefunden. Nach BREITHAUPT geht das specifische Gewicht des edlen Spinells von 3,53 bis 3,64. Ebenso ist die Härte die des edlen Spinells; sie beträgt: $H. = 8$. Dagegen ist die Farbe für dieses Mineral etwas ungewöhnlich. Grosse Krystalle sind sehr dunkel, fast undurchsichtig und auf den ersten Blick beinahe schwarz, kleinere Krystalle und ebenso Splitter der grösseren sind jedoch durchsichtig bis durchscheinend. Die Farbe ist ein düsteres röthliches Violett, das zuweilen an die Farbe mancher Amethyste erinnert, aber nie das reine Violett des typischen Amethystes zeigt. Unter den mir vorliegenden zahlreichen Krystallen fehlt durchaus das schöne Roth des Rubinspinells, ebenso wenig ist eine andere der sonst beim edlen Spinell verbreiteten Farben vertreten. Am meisten erinnert die Farbe der kleinen Krystalle noch an die des Almandin-spinells oder auch z. Th. an die des Balasrubins, dessen eigenthümliche milchige Trübung auch an manchen Krystallen von den Sadschijinhügeln angedeutet ist. Zum Schleifen ist keines der vorliegenden Exemplare durchsichtig genug, doch ist es nach zahlreichen Nachrichten wohl zweifellos, dass neben dem Rubin schleifwürdige Spinelle von der Farbe des Rubinspinells, des Balasrubins, des Almandin-spinells und des Rubicells (Essigspinells) in nicht geringer Zahl in Birma gefunden und in den Handel gebracht werden.

Kleine genügend durchsichtige Kryställchen erweisen sich im Polarisationsinstrument fast durchgängig als vollkommen isotrop, nur wenige zeigen geringe Spuren von anomaler Doppelbrechung. Schon bei geringer Grösse hört, der geringen Durchsichtigkeit selbst dünner Schichten wegen, die Möglichkeit der Beobachtung auf.

3. Chondrodit.

Der Chondrodit bildet durchweg unregelmässig begrenzte Körner mit rundlicher, ziemlich glänzender Oberfläche ohne scharfen Kanten und Ecken, an der ich niemals eine Spur von regelmässigen Krystallflächen entdecken konnte. Die Grösse geht bis zu der einer Erbse, in einigen Fällen sogar bis zu der einer Haselnuss. Die Körner sind z. Th. sehr stark durchscheinend, wenn auch niemals durchsichtig, und dann auch lebhaft glänzend mit einer starken Hinneigung zum Fettglanz. Manchmal ist die Durchscheintheit auch geringer und gleichzeitig ist dann auch der Glanz matter. Beides ist Folge von Verwitterung, wie man vielfach an einem und demselben Korn auf dem Querbruch sehen kann, der einen fettglänzenden, stark durchscheinenden frischen Kern, umgeben von einer matten, weniger durchscheinenden angewitterten Rinde, erkennen lässt. Der frische Chondrodit hat eine gelbe Farbe, die aber von dem Gelb der sonst im Kalk eingewachsenen Chondrodite meist insofern etwas abweicht, als sie einen merklichen Stich ins Grüne zeigt. Im Kalk vom Mandalay Hill hat dagegen der Chondrodit dieselbe bräunlichgelbe Farbe, die er sonst im Kalk zu zeigen pflegt. Durch Verwitterung geht diese Farbe allmählich in ein schmutziges Weiss oder helles Gelb über, das an der Oberfläche zahlreicher Körner auftritt und mit dessen Erscheinen, wie schon erwähnt, der lebhaft glänzende und die Durchscheintheit der Substanz verschwindet.

Während der Rubin und seine Begleiter sehr rein und frei von fremden Mineraleinschlüssen zu sein pflegen, ist dies beim Chondrodit nicht der Fall. Wie schon erwähnt, sind in ihm vielfach Spinellkryställchen eingewachsen, auch Plättchen des unten noch zu besprechenden Glimmers stecken nicht selten darin, ferner Körner von Apatit, Schwefelkies etc. Deren Anwesenheit muss natürlich bei der Ermittlung des specifischen Gewichts und bei der Analyse berücksichtigt werden.

Die Werthe für das specifische Gewicht wurden etwas verschieden gefunden; sie scheinen sich mit der Umwandlung durch Verwitterung etwas zu ändern. Mit reinem, lebhaft

glänzendem, grünlichgelbem Chondroit wurde gefunden: $G. = 3,197$, bei etwas matterem angewittertem: $G. = 3,175$, und bei fast ganz weissem, stärker verändertem: $G. = 3,138$, so dass also das Gewicht mit fortschreitender Verwitterung abzunehmen scheint. Die Zahlen für das spezifische Gewicht des Chondroids werden gewöhnlich zwischen 3,1 und 3,2 angegeben.

Die nachfolgende Analyse ist in dem chemischen Laboratorium von Prof. C. HELL an der Technischen Hochschule in Stuttgart ausgeführt worden und zwar mit vollkommen frischem, glänzendem Material, dessen spezifisches Gewicht oben schon zu 3,197 angegeben wurde.

Die Untersuchung ergab:

Kieselsäure	37,41
Magnesia	47,90
Eisenoxydul	7,40
Thonerde	2,60
Kalk	0,90
Fluor	1,15
Wasser	1,23
	<hr/>
	98,59

Sie zeigt statt des dem Fluorgehalt entsprechenden Überschusses einen Verlust, so dass sie zur Berechnung einer Formel untauglich ist. Immerhin wird aber auch durch sie bestätigt, dass ein Chondroit vorliegt, und zwar ein solcher, dessen Fluor z. Th. durch Hydroxyl vertreten wird. Die Vergleichung mit anderen Chondroitanalysen zeigt allerdings mancherlei kleine Abweichungen, so ist namentlich der grosse Thonerdegehalt auffallend, der aber seinen Grund, wenigstens z. Th., wohl in den oben erwähnten fremden Beimengungen hat.

Der Chondroit fehlt in dem Marmor der Sadschijinhügel nur in wenigen Stücken. Um so auffallender ist es, dass, wie schon erwähnt, C. B. BROWN und J. W. JUDD das vollkommene Fehlen des Chondroids (und aller anderen fluorhaltigen Mineralien) in den von ihnen untersuchten rubinführenden Kalken hervorheben. Diese stammen wohl aus dem Hauptrubingebiet von Mogouk; es würde dann daraus ein nicht unwesentlicher Unterschied zwischen dieser Gegend und den Sadschijinhügeln folgen, namentlich wenn man die zahl-

reichen anderen Begleitmineralien des Rubins von Mogouk ins Auge fasst, die in den Sadschijnhügeln nicht beobachtet worden sind ¹.

4. Apatit.

Der Apatit bildet Körner, die von der Länge eines halben Centimeters bis zu mikroskopischer Grösse heruntersinken. Sie sind meistens in einer Richtung, wohl stets der der Prismenaxe, etwas in die Länge gezogen. Man sieht aber so gut wie niemals deutliche Krystallflächen, im Gegentheil zeigen die Apatitkörner besser und vollkommener als vielleicht alle anderen Begleiter des Rubins die eigenthümliche geflossene Oberfläche. Spaltbarkeit nach dem Prisma ist zuweilen deutlich zu sehen, weniger die nach der Basis. Die Farbe ist bei den allermeisten grösseren Individuen sehr licht meergrün, wie sehr heller Aquamarin. Für solchen ist auch dieser Apatit zuweilen gehalten worden; daher kommt es wohl zum Theil, dass Beryll manchmal unter den Begleitern des birmanischen Rubins aufgezählt wird.

Sehr wenige der grösseren Apatite sind lichtgelblich, recht kleine auch ganz farblos, namentlich gilt dies für die, welche erst u. d. M. sichtbar werden. Wenn man ein Stückchen Kalk mit verdünnter Salzsäure behandelt, werden nicht selten Apatitkryställchen herausgeätzt, auf deren Prismenflächen dann, zuweilen sehr deutlich, die für den Apatit charakteristischen trapezförmigen Ätzfiguren zu bemerken sind. Man sieht dabei dann auch, dass mikroskopisch kleine Apatite durch den ganzen Kalk ziemlich reichlich und gleichmässig verbreitet sind, während grössere nur in wenigen der zahlreichen vorliegenden Handstücke eingewachsen sind.

5. Glimmer (Phlogopit).

Der Glimmer fehlt in vielen Stücken, ist in anderen selten, aber in manchen auch in sehr grosser Menge vorhanden. In einigen Stücken ist er dem Kalk ganz allein, ohne irgend welche sonstigen Begleiter, eingewachsen, in anderen findet

¹ In der ausführlichen, während des Drucks dieses Aufsatzes erschienenen Abhandlung von BROWN und JUDD (siehe am Schluss dieses Aufsatzes) wird das Vorkommen von Chondroit auch bei Mogouk mitgetheilt. Vergl. das Referat hierüber in dem vorliegenden Bande dieses Jahrbuches.

er sich neben den übrigen Mineralien, zuweilen, wie schon erwähnt, auch als Einschluss im Chondroit. Es sind meistens dünne Plättchen ohne jede regelmässige Begrenzung und von einem Durchmesser bis zu einem Centimeter; stellenweise sind sie zu grösseren und dickeren Partien zusammengehäuft. Die Farbe ist röthlichbraun, wie man sie häufig an den Phlogopiten im Kalk beobachtet. Die Durchsichtigkeit ist vollkommen, daher entstehen auch in kleinen Plättchen sehr scharfe Interferenzbilder. Diese lassen einen sehr kleinen Axenwinkel erkennen, der an einem Plättchen zu $5\frac{1}{2}^{\circ}$ bestimmt wurde. Trotz dieses kleinen Winkels ist mit Bestimmtheit zu erkennen, dass die Axenebene mit einem Strahl der Schlagfigur parallel geht, dass man es also mit einem Glimmer zweiter Art zu thun hat.

6. Hornblende.

Von diesem Mineral wurden nur zwei Exemplare, und zwar beide in demselben Handstück, gefunden, Krystalle von etwas weniger als 1 cm Länge und etwa 5 mm Breite. Sie sind honiggelb; das specifische Gewicht ist = 3,071. Die Form ist ziemlich scharfkantig und eckig; es sind rhombische Prismen ohne regelmässige Endigung, deren Flächen sich unter $124^{\circ} 24'$ beim grösseren und unter $124^{\circ} 11'$ beim kleineren Krystall schneiden und deren scharfe Kanten bei beiden durch eine schmale Längsfläche abgestumpft sind. Zu weiteren Untersuchungen ist das Material zu spärlich, zu optischen auch zu trübe, doch genügt das Erwähnte, um die Zugehörigkeit zur Hornblende zu beweisen. Durch die Farbe unterscheidet sie sich von dem sonst im Kalk vorkommenden grünlichen Pargasit, der auch meist in ausgezeichneter Weise die rundliche, „geflossene“ Oberfläche zeigt, die bei den vorliegenden Krystallen fehlt.

7. Schwefelkies.

Der Schwefelkies kommt in nicht ganz geringer Menge im Kalk eingewachsen vor. Er bildet bis haselnussgrosse, unregelmässig begrenzte Körner, die vielfach auf den Bruchflächen bunte Anlauffarben zeigen. Man ist daher zuweilen geneigt, an Kupferkies zu denken, ich habe aber niemals eine Kupferreaction erhalten. Manchmal sinken die Körnchen bis

zu winzigster Kleinheit herab. Diese kleinsten Partikelchen imprägniren dann stellenweise den Kalk nach gewissen Richtungen und färben ihn, wie schon oben erwähnt, strich- oder streifenweise schwarz. Geht ein Bruch in der Richtung der Einlagerung der Schwefelkiespartikelchen, so sieht man diese auf den Bruchflächen mit ihrer charakteristischen gelben Farbe und ihrem metallischen Glanz. Neben diesen unregelmässigen Körnern und feinsten Partikelchen hat sich aber der Schwefelkies auch in einzelnen, wohlausgebildeten Krystallen in dem Kalk gefunden, deren Grösse allerdings in keinem Falle die eines Stecknadelkopfes übersteigt. Was die Form anbelangt, so ist es in allen Fällen die in Fig. D abgebildete, also eine beim Schwefelkies recht seltene. Es ist das vorherrschende Ikositetraëder $202(211)$ oder eine diesem sehr nahestehende vicinale Diploëderform. Die vierkantigen Ecken sind sehr wenig durch die deutlich gestreiften sehr kleinen Flächen des Würfels und dessen

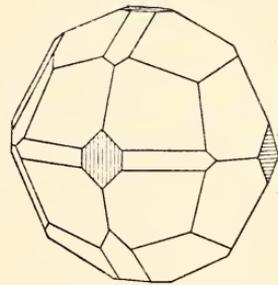


Fig. D.

abwechselnde Oktaëderkanten durch sehr schmale Flächen des gewöhnlichen Pyritoëders $\left[\frac{\infty 02}{2} \right]$ abgestumpft. Es sind also ganz ähnliche Krystalle wie die, welche DÜSING¹ aus dem blauen devonischen Dachschiefer von Friedberg in Hessen beschreibt, doch haben die Flächen der birmanischen Krystalle nicht die ausgeprägte Streifung wie dort.

Dass man es in der That mit diesen Formen zu thun hat, ergibt sich aus den an einem der Krystalle erhaltenen Normalwinkeln:

$$\begin{array}{ll} 102 : \bar{1}02 = 53^{\circ} 10' \text{ (gem.)} & 53^{\circ} 8' \text{ (ger.)} \\ 112 : \bar{1}\bar{1}2 = 48^{\circ} 6' \text{ „} & 48^{\circ} 11' \text{ „} \end{array}$$

Dieser letztere Winkel giebt in Verbindung mit dem Zonenzusammenhang das genannte Ikositetraëder (211), nachdem der erste Winkel nachgewiesen hat, dass das Pyritoëder in der That das mit dem Ausdruck (210) ist.

¹ Zeitschr. f. Kryst. 14. 1888. p. 479, 480 und dies. Jahrb. 1890. 1. -17-.

Allerdings ist nicht für alle Krystalle bei dem Ikositetraëder die Übereinstimmung zwischen den gerechneten und gemessenen Werthen so gross wie bei dem zuletzt erwähnten, doch sind auch meistens die Flächen für die Messung weniger günstig. Die Unterschiede zwischen den gemessenen und den aus dem Ausdruck (211) berechneten Winkeln betragen bis zu 1° und die Messungen führen mehr auf Diploëder, die dem genannten Ikositetraëder nahe stehen, als auf dieses selbst. Bei verschiedenen Krystallen ergeben die etwas wechselnden Winkel Ausdruck, wie (118.59.58), (102.51.50), (82.41.40) und (60.30.29). Bei allen diesen Formen (hkl) ist $k = l + 1$ und es muss, da die Fläche des Pyritoëders (201) die gebrochene Oktaëderkante gerade abstumpft: $2k = h$ sein. Indessen ist auch bei Annahme der genannten Diploëder die Winkelübereinstimmung nicht wesentlich besser als bei der Annahme des Ikositetraëders (211); es sind unter allen Umständen diesem sehr ähnliche vicinale Formen.

Zuweilen ist der Schwefelkies zu Eisenhydroxyd zersetzt, das den Kalk imprägnirt und auf ihm die schon erwähnten rostigen Flecken hervorbringt.

8. Magnetkies.

Neben dem Schwefelkies finden sich in dem Kalk einige wenige Körnchen von stets sehr geringer Grösse und unregelmässiger Begrenzung, die sich durch ihren Metallglanz, ihre Farbe und ihr magnetisches Verhalten als Magnetkies erkennen lassen.

9. Graphit.

Neben dem Magnetkies ist der Graphit der seltenste und spärlichste der Begleiter des Rubins. Es wurden nur einige wenige kleinere Plättchen von unregelmässiger Form in dem Kalk entdeckt, die sich bei der Untersuchung nach ihrem ganzen Verhalten als Graphit erwiesen. Etwas reicher an Graphit scheinen, wenigstens stellenweise, die durch Zersetzung des Kalks entstandenen rubinführenden Thone und Lehme zu sein, von denen aber an einer anderen Stelle eingehender die Rede sein soll. Graphit in feinsten Vertheilung ist vielleicht ebenfalls z. Th. die Ursache der stellenweisen Schwarzfärbung des Marmors. Jedenfalls kommt der Graphit,

der Schilderung von JUDD zufolge, stellenweise in sehr viel grösserer Menge vor, als in den hier zur Untersuchung vorliegenden Stücken.

Wenn es nun auch zweifellos feststeht, dass das ursprüngliche Muttergestein des Rubins in Birma ein körniger, meist dolomitischer Kalk oder Marmor ist, so herrscht doch unter denen, welche die Verhältnisse an Ort und Stelle beobachtet haben, Meinungsverschiedenheit darüber, wie diese Kalke mit den darin befindlichen Mineralien geologisch aufzufassen seien. Namentlich stehen sich hier die Ansichten von BROWN und JUDD einerseits und von FR. NOETLING andererseits gegenüber.

Die beiden erstgenannten Forscher bemerken ausdrücklich, dass der Kalk nirgends Anzeichen erkennen lasse, wonach man es mit einem ursprünglich auf organischem Wege gebildeten Gestein zu thun habe. Im Gegentheil weisen, ihrer Ansicht zufolge, viele Umstände auf seine rein chemische Entstehung in der Tiefe der Erde hin. Die rubinführenden Marmore wären, nach ihrer Meinung, Gesteine aus der Reihe der krystallinischen Schiefer. Die Berge in dem Rubinbezirk bestehen, ihrer Beschreibung nach, aus verschiedenartigen, vielfach granatführenden Gneissen, meist Biotitgneissen, z. Th. auch pyroxen- und skapolithhaltig, wobei der Feldspath des Gesteins in Skapolith (Wernerit) umgewandelt worden ist. Diesen Gneissen sind Granulite und andere krystallinische Schiefer eingelagert, unter den Granuliten entsprechend wie bei den Gneissen solche, die Pyroxen und Skapolith als Bestandtheile enthalten. Diesen Gesteinen wären die Marmore eingelagert, die das Muttergestein des Rubins und seiner Begleiter bilden. Alle diese Mineralien sind durchaus auf den Kalk beschränkt, im Gneiss selber oder einem anderen der mit ihm wechsellagernden krystallinischen Schiefer hat man von ihnen niemals auch nur eine Spur beobachtet.

Ganz anders ist die Auffassung, die NOETLING von diesen Marmoren gewonnen hat. Darnach sind es nicht Marmore der krystallinischen Schiefer, sondern es sind carbonische Kalke, wie sie im nördlichen Birma in mächtigen Ablagerungen weit verbreitet sind. Diese haben da und dort durch noch nicht näher untersuchte granitische Gesteine eine Contactmetamorphose er-

litten, wodurch der ursprünglich dichte Kalk krystallinisch und marmorähnlich geworden ist; gleichzeitig sind darin der Rubin und seine Begleiter entstanden. So berichtet er z. B. von der Gegend von Nanyazeik, dem obenerwähnten Rubinfundort (dies. Jahrb. 1896. I. 10 u. 11), dass östlich von diesem Dorf die Carbonkalke in Marmor umgewandelt sind und dass sie an dieser Stelle nach den Erzählungen der Einwohner reich an Rubinen sind. Weiter westlich sind diese Gesteine in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit als dunkelblau- oder graugrüne thonige Kalke entwickelt, die von jenen Mineralien nichts enthalten.

Die definitive Entscheidung, welche von diesen beiden Ansichten die richtige ist, wird nur durch weitere geologische Untersuchung an Ort und Stelle zu gewinnen sein. Die im Kalk eingeschlossenen Mineralien sprechen weder ausschliesslich für die eine, noch für die andere Möglichkeit, namentlich die beiden wichtigsten und verbreitetsten derselben, der Spinell und der Chondroit sind als Einschlüsse im Kalk der krystallinischen Schiefer und in Contacthöfen im metamorphosirten Kalk beobachtet worden. Auch ist die Frage zu erwägen, ob der Rubin bei Mogouk ebenso entstanden ist wie bei Nanyazeik und besonders in den Sadschijinhügeln. Wahrscheinlich ist es allerdings wohl nicht, dass der birmanische Rubin an den verschiedenen Stellen seines Vorkommens von wesentlich verschiedener Entstehung ist.

Wie in Birma, so scheinen nun auch an allen anderen bekannten Fundorten die edlen schleifwürdigen Rubine in Begleitung von Spinell im Kalk vorzukommen, und zwar abweichend von den schleifwürdigen edlen Sapphiren, die überall, wo sie sich finden, oder doch wenigstens fast überall ihren ursprünglichen Sitz im Gneiss und in anderen krystallinischen Schiefen, aber nicht im Kalke haben. Leider sind aber die Fundorte beider Edelsteine z. Th. noch zu ungenau bekannt, als dass man diese Regel mit aller Bestimmtheit aussprechen könnte.

Zunächst weiss man, dass die Verbreitungsbezirke des edlen Rubins andere sind, als die des edlen Sapphirs. Wenn auch mit den Rubinen einige Sapphire sich finden und umgekehrt, so überwiegt doch an allen bekannten Localitäten die eine dieser beiden Korundvarietäten derart über die

andere, dass man nicht zweifelhaft sein kann, ob man es mit einem Fundort von Rubin oder von Sapphir zu thun hat. Für Birma sind die betreffenden Verhältnisse oben angegeben worden; hier wie anderwärts spielen die anders als roth oder blau gefärbten Korunde die Rolle von Seltenheiten, die neben dem Rubin oder Sapphir ohne jede Bedeutung sind, wenn sie überhaupt vorkommen und nicht ganz fehlen. Bezüglich des Zusammenvorkommens von Rubin und Sapphir scheint nur Ceylon eine Ausnahme zu machen, in dessen Seifen beide Edelsteine sich in Menge finden. Wir werden hierauf unten noch weiter zurückkommen. Überall handelt es sich hier aber ausschliesslich um das Vorkommen der Edelsteine in dem primären ursprünglichen Muttergestein, nicht in Seifen. Aus diesen werden sie ja fast allerorts gewonnen, so dass sie von grösster praktischer Bedeutung sind, sie werden hier aber nur so weit in Betracht gezogen, als es für die Ermittlung des Muttergesteins erforderlich ist.

Betrachten wir die einzelnen Vorkommnisse der schleifbaren edlen Rubine, so interessiren uns neben denen von Birma in erster Linie die des benachbarten Siam. Leider ist von den Fundorten und der Art und Weise des Vorkommens in diesem Lande nur sehr wenig bekannt, da erst seit wenigen Jahren Europäer dort behufs Gewinnung der Edelsteine zugelassen werden. Wir wissen, dass die Gegenden, die uns Rubine liefern, in den Provinzen Tschantabun und Krat am Meerbusen von Siam liegen, dass mit dem Rubin hier zwar wie in Birma einzelne Sapphire vorkommen, dass aber die hauptsächlichsten Fundorte des Sapphirs weiter landeinwärts in der Provinz Battambong gelegen sind. In den Provinzen Krat und Tschantabun werden die höheren Berge von einem graulichen Granit gebildet, während in den tiefer liegenden Gegenden auf weite Strecken hin Kalke unbekanntes Alters an der Erdoberfläche anstehen. Da auch in Siam Spinell den Rubin begleitet, so ist es wohl möglich, dass auch hier beide Mineralien, die jetzt hier wie überall anderwärts aus Seifen gewonnen werden, im Kalk eingewachsen waren, in dem sie, vielleicht entsprechend der Auffassung von FR. NOETLING, für die birmanischen Rubine im Contact mit dem erwähnten Granit sich gebildet haben.

Nur ungenau bekannt ist auch das Rubinvorkommen am oberen Oxus in Centralasien im Lande Badakschan. Es sind die schon von MARCO POLO, dem berühmten venetianischen Orientreisenden des 13. Jahrhunderts, im Lande Balascia beschriebenen Gruben, die damals schon Rubin (keinen Sapphir) und edlen Spinell lieferten. Der Name Balas-Rubin soll von Balascia abgeleitet sein. Diese Gruben sind noch heute im Gang, wenn auch ihr Ertrag offenbar gegen früher sowohl nach Menge, als nach Güte des Products erheblich zurückgegangen ist. Sie liegen auf der rechten Seite des Oxus in dem Bezirk Schignan oder Schugnan in dem Knie dieses Flusses, das ungefähr unter 37° nördlicher Breite und 72° östlicher Länge von Greenwich sich nach Südwesten erstreckt, und zwar etwas südlich, also oberhalb der Mündung des rechtseitigen Nebenflusses Turt, in den niedrigen Vorbergen, nicht in dem höheren Gebirge. Der Grubendistrict wird auch mit dem Namen Goran oder Guran bezeichnet, der aber nur „Grube“ bedeuten soll. Neuere Reisende berichten, dass der Rubin mit dem Spinell in einem körnigen Kalke liegt, was dann ganz den Verhältnissen in Birma entsprechen würde. Anderen Mittheilungen zufolge wäre der Rubin in einem rothen Sandstein eingewachsen, was keine Analogie mit irgend einem anderen Rubinvorkommen hätte. Jedenfalls wären aber neue, sichere und vollständige Untersuchungen auch hier erwünscht, um die Sache endgültig aufzuklären.

Von Spinell ist auch der Rubin begleitet, von dem neuerdings ROMANOWSKY berichtet hat. Die Edelsteine wurden von diesem Reisenden in Taschkent gekauft, wohin sie angeblich aus dem Tian-Schan-Gebirge auf den Markt gebracht wurden. Der Fundort und die Art und Weise des Vorkommens sind gänzlich unbekannt; nach der Analogie der birmanischen und anderer Fundorte wäre auch hier Kalk das wahrscheinlichste Muttergestein. Besser bekannt ist dagegen das nun noch zu erwähnende Vorkommen des Rubins in Afghanistan, das allerdings hier kein besonders reichliches, doch auch nicht ganz unbedeutend zu sein scheint. Der von den bekannten Fundorten wichtigste liegt bei Jagdallak, 32 (engl.) Meilen östlich von Kabul, wo der Rubin mit edlem Spinell in einem glimmerreichen Kalk eingeschlossen ist.

Auch bei Gandamak unweit Kabul sind Rubine gefunden worden, doch ist darüber Näheres nicht bekannt geworden.

Von den australischen Rubinen soll hier nicht weiter die Rede sein. Sie sind nur sehr spärlich vorhanden als Begleiter des Sapphirs und ihr Muttergestein ist zum grössten Theil noch nicht mit Sicherheit bekannt. Letzteres gilt auch vom Sapphir.

Während also beim edlen Rubin und dem ihm stets begleitenden edlen Spinell der körnige Kalk theils mit Sicherheit als Muttergestein nachgewiesen, theils mit einiger Wahrscheinlichkeit anzunehmen ist, ist dies bei den vorzugsweise edle Sapphire liefernden Lagerstätten nirgends der Fall. Hier ist mehrfach der Edelstein als Bestandtheil des Granits, des Gneisses oder anderer krystallinischer Schiefer nachgewiesen und der edle Spinell fehlt unter den Begleitern durchaus. Mit dieser Verschiedenheit des Vorkommens mag auch die Verschiedenheit der Farbe und die abweichende krystallographische Ausbildung des Rubins und Sapphirs irgendwie zusammenhängen.

Das wichtigste Sapphirvorkommen der Welt ist zur Zeit das in Siam. Die ertragreichsten Gräbereien liegen, wie wir gesehen haben, in der Provinz Battambang. Besonders genannt werden die Gruben von Bo Pie Rin im Phelin-Thale, die in einem Verwitterungslehm betrieben werden. Diese Gruben allein sollen gegenwärtig $\frac{2}{3}$ der ganzen Sapphirproduction der Erde geben. Wie viele Sapphire jenes Land liefert, geht u. A. daraus hervor, dass ein einziger Edelsteinhändler in London im Jahre 1889 für 70000 Pfund Sterling siamesischer Steine dieser Art verkauft hat. Leider sind, wie es scheint, über das ursprüngliche Vorkommen noch gar keine Nachrichten vorhanden.

Besser unterrichtet sind wir hierüber bezüglich der zahlreichen und schönen Sapphire, die etwa seit dem Jahre 1880 von Zanskár im Himalaya von Kaschmir kommen. Die schwer zugängliche Lagerstätte liegt im Dschinabthal, sehr hoch, nahe der Grenze des ewigen Schnees, zwischen den Dörfern Sunjam und Machél in der Nähe von Padar. Das dort anstehende Gestein ist ein granatführender Gneiss mit zwischengelagerten krystallinischen Kalken, dessen Schichten

unter 40 Grad nach Osten einfallen. Sie sind durchsetzt von Granitgängen; in diesen, nicht im Gneiss oder im Kalk, ist der Sapphir mit viel Turmalin eingewachsen. Die Edelsteine wurden zuerst bei Gelegenheit eines grossen Bergsturzes bemerkt; gewonnen werden sie zumeist aus einem granitischen Verwitterungsgrus, aus dem sie „wie Kartoffeln“ ausgegraben werden. Übrigens ist der genannte Fundort nicht der einzige in jener Gegend; auch an anderen Stellen, so am Lacha-Pass, sind schöne Sapphire unter denselben Umständen vorgekommen.

In Ceylon sind in den Seifen Sapphire und Rubine gemengt. Erstere herrschen zwar an Menge vor, aber auch die letzteren sind in erheblicher Zahl vorhanden. Auch von Ceylon weiss man noch nicht genau, wie die zwei genannten Edelsteine vorkommen, doch scheint das Muttergestein beider nicht dasselbe und sie erst in den Seifen miteinander und mit den anderen begleitenden Edelsteinen, namentlich mit Spinell und Hyacinth gemengt worden zu sein. Über das Vorkommen des Rubins berichtet EMERSON TENNANT in seinem in den fünfziger Jahren erschienenen wichtigen Buche über Ceylon. Darnach ist das Muttergestein des Rubins der Dolomit von Bullatotte und von Badulla. Der Graf BOURNON macht in seiner bekannten grundlegenden Arbeit über den Korund in den Philosophical Transactions von 1802 ebenfalls Mittheilungen über das ursprüngliche Vorkommen der ceylonischen Edelsteine. Zwar über den Rubin und Sapphir konnte er in dieser Beziehung nichts in Erfahrung bringen, wohl aber über den Spinell. Er beobachtete den letzteren eingewachsen in einem körnigen Kalk neben Magnetkies und einem hellbläulichen Spargelstein, d. h. Apatit. Auch LACROIX hat Spinell in einem dolomitischen Kalk von Ceylon eingewachsen gefunden, daneben denselben hellblauen Apatit, Magnetkies, Phlogopit, sowie Chondrodit. Alle diese Verhältnisse erinnern durchaus an das Vorkommen des Rubins in Birma, nur ist in Ceylon der das Muttergestein darstellende Marmor sicherlich ein Gestein aus der Reihe der krystallinischen Schiefer, was in Birma nicht, wenigstens nicht durchgängig der Fall zu sein scheint. Jedenfalls finden sich, den erwähnten Beobachtungen von TENNANT, BOURNON und LACROIX zufolge auch in Ceylon Rubin und Spinell offenbar zusammen, und zwar im Kalk,

während von einem Mitvorkommen von Sapphir nirgends die Rede ist.

Ehe wir zur Betrachtung des Vorkommens der Sapphire übergehen, ist noch die andere, von Graf BOURNON beschriebene ceylanische Spinellstufe zu erwähnen, bei der Krystalle des letzteren einem Stück Adular an- und eingewachsen sind. Dies scheint darauf hinzudeuten, dass der Spinell in Ceylon noch ein anderes Muttergestein hat, als den Kalk. Wenn wir aber die Verhältnisse, wie wir sie in Birma kennen gelernt haben, noch weiter berücksichtigen, so ist diese Annahme nicht unbedingt nöthig. Wir erinnern uns, dass nach den Beobachtungen von BROWN und JUDD der Rubin und Spinell des Kalks in Birma von Adular (Mondstein) begleitet sind. Es wäre immerhin möglich, dass dasselbe Zusammenvorkommen auch in Ceylon stattfindet. Dass in Ceylon der mit dem Spinell verwachsene Adular in der That ursprünglich im Kalk eingewachsen war, scheint auch aus der Beschreibung von BOURNON direct hervorzugehen. Nach seinem Bericht waren dem Mondstein zahlreiche Partikelchen einer mit Säuren brausenden kalkigen Erde an- und eingelagert.

Dass der Sapphir sein Lager nicht im Kalk hat, sondern im Gneiss, berichtet uns schon J. DAVY. Ich habe auch selbst eine dahin gehende Beobachtung machen können. Herrn J. WALTHER in Jena verdanke ich einige kleine Bruchstücke eines stark verwitterten und dadurch oberflächlich etwas bröckeligen gneissartigen Gesteins, das er selbst in den edelsteinführenden Seifen von Ratnapura auf Ceylon gesammelt hat. In einem derselben waren einige blaue Sapphirkörnchen eingeschlossen, in einem anderen grössere Partien eines grau-lich gelben, trüben Korunds. Das Gestein erwies sich u. d. M. als ein Gneiss mit zahlreichen grossen Sillimanitprismen und rothen Granatkörnern, in dem jede Spur von Spinell fehlte. Auch LACROIX (Bull. Soc. Franç. Min. 12. 1889. p. 293) hat in den ceylonischen Sillimanitgneissen keinen Spinell gefunden, wohl aber Korund, und zwar erwähnt er solchen von rosa-violetter Farbe, der also in der Färbung zwischen Rubin und Sapphir mitten inne steht.

Nach den Mittheilungen von F. v. RICHTHOFEN ist in Ceylon Kalk und Gneiss auf das engste miteinander verknüpft,

enger, als es an anderen Orten, wo diese beiden Gesteine miteinander wechsellagern, der Fall zu sein pflegt (Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 12. 1860. p. 525). Er sagt von dem dortigen Gneiss: „Das Gemenge von Feldspath, Quarz und Glimmer tritt nur äusserst selten als solches rein auf, sondern es ist fast immer mit körnigem Kalk so innig verbunden, dass man das Gestein mit einem mit Wasser gefüllten Schwamm vergleichen könnte, wobei der Kalk die Rolle des Wassers spielt.“ Aus dieser innigen Verbindung von Kalk und Gneiss, den beiden Muttergesteinen des Rubins und Spinells, resp. des Sapphirs folgt dann wohl auch die innige Mengung dieser Edelsteine in den Seifen, zu deren Bildung neben allen möglichen anderen Gesteinen namentlich auch der Gneiss und der mit ihm so innig verbundene Kalk beigetragen haben. v. RICHTHOFEN hat das Edelsteingebiet von Ratnapura nicht besucht; er sagt, dass die Lagerstätte der meisten Edelsteine im Gneiss sein soll und hält es für wohl möglich, dass sie an die eigenthümliche Beimengung des körnigen Kalks gebunden sind. Nähere Mittheilungen über die einzelnen Edelsteine und ihr specielles Vorkommen macht er aber nicht.

Zum Schluss seien noch die Sapphire erwähnt, die seit dem Jahre 1865 in grosser Zahl im Missourithal im Staate Montana in Nordamerika gefunden und gewonnen werden und die eine besondere Art und Weise des Vorkommens zeigen. Sie liegen in einem goldhaltigen glacialen Schotter, der in Terrassen dem Laufe des oberen Missouri folgt. Beim Waschen des Goldes kamen auch die in der Farbe meist zwischen grün und blau stehenden Sapphire zuerst zum Vorschein. In der Nähe dieser Seifen und theilweise von ihnen bedeckt durchsetzen Gänge von Glimmer-Augit-Andesit die anstehenden Gesteine und in diesem Andesit sind zahlreiche Sapphire von derselben Beschaffenheit eingewachsen, wie die, welche lose in dem Glacialschutt liegen. Es ist darnach wohl kaum zu zweifeln, dass die letzteren aus jenen Gängen stammen. Die Frage ist nur, ob die Sapphire einen ursprünglich aus dem Magma ausgeschiedenen Bestandtheil der Andesite bilden oder ob es fremde Einschlüsse sind, die das Gestein bei seiner Eruption mit aus der Tiefe hervorgebracht hat.

Hiemit ist die viel ventilirte Frage aufgeworfen, ob die

in manchen jüngeren Eruptivgesteinen, namentlich in vielen Basalten eingewachsenen Sapphire, primäre, aus dem Magma ausgeschiedene Bestandtheile oder fremde Einschlüsse sind. Bekannt sind in dieser Beziehung die Basalte vom Ölberg und anderen Bergen im Siebengebirge, von Unkel am Rhein, von Niedermendig am Laacher See, vom Kalvarienberg bei Fulda, von Expailly in Frankreich etc. An allen diesen Orten ist aber die Menge des eingeschlossenen Sapphirs verhältnissmässig gering, während der Glimmer-Augit-Andesit in Montana der Beschreibung nach Sapphire in grosser Zahl beherbergt.

Die Meinung der überwiegenden Mehrzahl der Mineralogen und Petrographen geht dahin, dass man es in diesen Sapphiren mit fremden Einschlüssen zu thun habe, wahrscheinlich mit Bruchstücken sapphirhaltiger Granite, Gneisse etc., deren andere Bestandtheile in dem glühend flüssigen Magma resorbirt worden sind, so dass nur der am schwierigsten angreifbare Korund schliesslich übrig blieb. LAGORIO hat im Gegensatz dazu neuestens die Sapphire der vulcanischen Gesteine als primäre Bestandtheile der letzteren aufgefasst (Zeitschr. f. Kryst. 24. 1895. p. 290), ich glaube aber dennoch an der bisherigen und allgemeineren Anschauung festhalten zu müssen. Ausser den früher, so u. A. von J. LEHMANN, DANNENBERG, K. VOGELANG, LACROIX und Anderen vorgebrachten Gründen veranlasst mich dazu namentlich der Kranz von Spinellkrystallen, den man nicht selten um Körner von Korund wie um die anderer thonerdehaltiger Mineralien herum in dem Basalt findet, während Spinell in dem eigentlichen Basaltgemenge niemals vorkommt. Eine solche Umrandung von Sapphir durch eine grosse Anzahl mikroskopisch kleiner Spinelloktaëderchen hat u. A. v. LASAULX aus dem Basalt vom Limperich gegenüber von Bonn beschrieben (Zeitschr. f. Kryst. 10. 1885. p. 351). Die violetten Kryställchen liegen nur um das Sapphirkorn herum, fehlen aber sonst im Basalt durchaus, so dass sie sich als Product der theilweisen Auflösung des Sapphirs im Basaltmagma darstellen. Das stark magnesiahaltige Magma nahm im Contact mit dem Korund noch etwas Thonerde auf und wurde so fähig, Spinell auskrystallisiren zu lassen. Der Vorgang ist ganz analog den Versuchen von MOROZEWICZ (l. c.).

Die Entstehung von Spinellen um thonerdehaltige Mineralien im Basalt, die zweifellose Einschlüsse sind, ist ja eine ganz allgemein verbreitete Erscheinung, namentlich eingeschlossene Feldspathkrystalle sieht man ausserordentlich häufig von den kleinen Oktaëderchen in dichten Schaaren umringt, während man im eigentlichen Basaltmagma keine Spur davon bemerkt. Auch hier hat das Basaltmagma die Magnesia, der Feldspath die Thonerde geliefert, die zur Spinellbildung nöthig sind. Wenn häufig um Sapphirkörner im Basalt die Spinelle fehlen, so mag das daher kommen, dass der Korund von Basaltmagma nicht so leicht angegriffen und corrodirt wird wie Feldspathe und andere ähnliche Mineralien, bei denen der Spinellkranz sehr gewöhnlich angetroffen wird. Die Umrandung durch Spinellkryställchen ist für thonerdehaltige (resp. an Thonerde nicht zu arme) Einschlüsse im Basalt ebenso charakteristisch, wie der grüne Porricinkranz um Einschlüsse von Quarz, beide, Spinell und Porricin, sind Beweise für die kaustische Einwirkung des feurigflüssigen Basaltmagmas auf ein darin schwimmendes Mineralkorn je von der eben erwähnten Beschaffenheit.

Auch die Schmelzversuche von J. MOROZEWICZ weisen darauf hin, dass der in den Basalten eingeschlossene Korund (Sapphir) wohl nicht aus dem basaltischen Magma ausgeschieden ist. Er zieht (l. c. p. 283) aus den Resultaten seiner Untersuchungen den Schluss, „dass der ganze, 30% übersteigende Überschuss an Aluminiumoxyd aus solchen Magmen als Korund herausfallen muss, während bei einer Sättigung von unter 30% die Thonerde zum Aufbau der Alumosilicate verbraucht wird. Dieser Satz gilt allerdings nur dann, wenn keine oder nur eine geringe Menge Magnesia vorhanden ist; im entgegengesetzten Falle entsteht an Stelle des Korundes Spinell.“ Prüft man von diesem Gesichtspunkte aus die bisher bekannt gewordenen Basaltanalysen, so findet man, dass der Thonerdegehalt meist unter 15% liegt, dass er 20% selten erreicht oder gar übertrifft, und dass der grösste bisher beobachtete Thonerdegehalt (in dem Basalt vom Plateau des Barris bei Issengeaux, Dep. Haute-Loire) 28,67% beträgt. Auch dieser Höchstbetrag reicht also nach den erwähnten Versuchen noch nicht zur Ausscheidung von reiner Thonerde

in der Form von Korund hin. Aber auch, wenn der Thonerdegehalt des Magmas grösser wäre, wenn er genügend wäre zur Ausscheidung von Korundkrystallen, würde dies in den meisten Basalten nicht geschehen, weil deren Magnesiagehalt gross genug ist, um die Entstehung von Spinellen zu veranlassen. Nur sehr wenige Basalte sind so arm an Magnesia, dass dies nicht möglich wäre, es geschieht dann, wie wir gesehen haben, wohl nur darum nicht, weil eben der Thonerdegehalt des Magmas stets zu gering ist. Nach dem zweiten Schmelzversuch von J. MOROZEWICZ (l. c. p. 284) würde der oben erwähnte Basalt nach seinem Thonerdegehalt von 28,67% wohl die Bildung von Spinell veranlassen können, gerade bei ihm ist aber der Magnesiagehalt zu gering; er enthält davon nur eine Spur. In dem erwähnten zweiten Schmelzversuch enthielt das Magma verhältnissmässig wenig, nämlich nur ca. 29% Al_2O_3 und ca. $7\frac{3}{4}\%$ MgO .

Nicht viel anders als bei den Basalten verhält sich die Sache bezüglich der darin vorkommenden Korunde bei den Andesiten. Ich bin daher geneigt, für die aus dem Glimmer-Augit-Andesit der Gegend von Helena in Montana ausgewitterten Sapphire etc. anzunehmen, dass sie sich ebenso wenig aus dem Andesitmagma ausgeschieden haben, wie die Sapphire im Basalt des Ölbergs, von Unkel, Niedermendig etc. aus dem Basaltmagma, sondern dass es Rückstände korund-, (sapphir-) haltiger Gesteine, wahrscheinlich aus der Gruppe der krystallinischen Schiefer oder des Granits sind.

Im Übrigen wird sich aber die Möglichkeit einer Neubildung von Korundkrystallen in einem basaltischen oder ähnlichen Magma nicht ganz leugnen lassen. Dies wird aber nur an ganz besonders thonerdereichen Stellen desselben der Fall sein, also vornehmlich da, wo irgend ein sehr thonerdereiches Mineral, Feldspath, Sillimanit etc. oder vielleicht auch eingeschlossener Korund selbst resorbirt worden ist. Dann bilden sich wohl in einer solchen, besonders thonerdereichen Schliere die für aus Schmelzfluss erstarrten Korund charakteristischen niederen sechsseitigen Täfelchen, von denen LAGORIO (l. c.) aus der Literatur eine Anzahl von Fundorten zusammenstellt. Die Sapphire im Basalt und auch der von Montana haben aber nicht diese Form, sondern sind entweder unregelmässig

begrenzt, oder es sind lange sechsseitige Prismen oder Dihexaëder, wie man sie an den Korunden der krystallinischen Schiefer findet. Jene Neubildung von Korund wäre dann ganz analog der von Spinell in den Basalten um gewisse Einschlüsse herum, die man so häufig findet und von denen schon oben die Rede gewesen ist. Auch hier liefert der Einschluss einen Theil der dem basaltischen Magma fehlenden Substanzen und ermöglicht so die Neubildung¹.

¹ Während des Drucks dieser Abhandlung ist mir durch die Gefälligkeit der Verfasser die ausführliche Arbeit der Herren BROWN und JUDG zugegangen: *The rubies of Burma and associated minerals: their mode of occurrence, origin, and metamorphosis. A contribution to the history of Corundum.* (Philos. transactions of the Royal society of London. 187. [1896.] A. p. 151—228. Mit Tafel 6). Leider habe ich sie nur noch bei der Correctur an einzelnen Stellen benützen können. Siehe übrigens das Referat darüber in dem vorliegenden Hefte dieses Jahrbuchs.

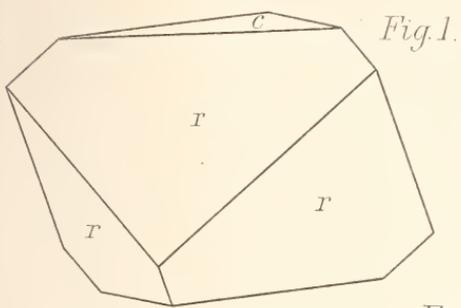


Fig. 1.

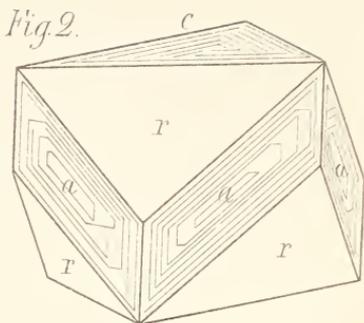


Fig. 2.

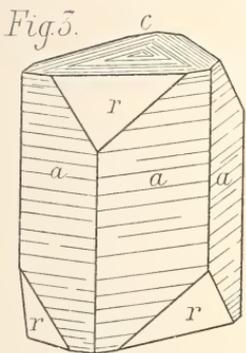


Fig. 3.

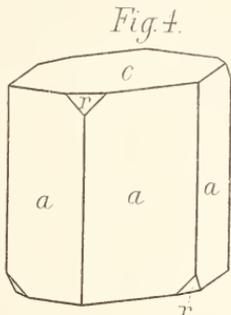


Fig. 4.

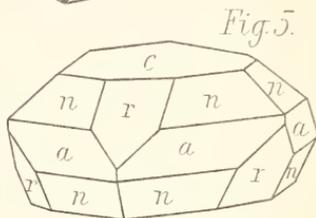


Fig. 5.

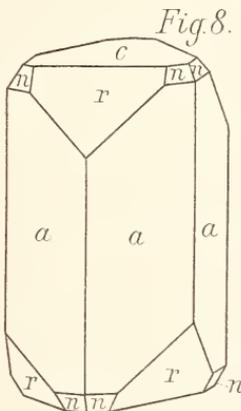


Fig. 6.

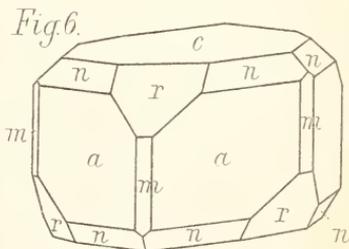


Fig. 7.

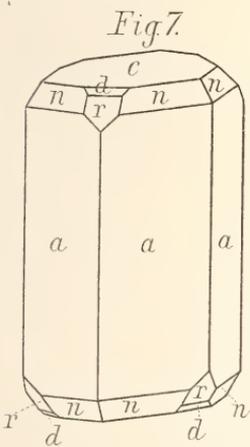


Fig. 8.

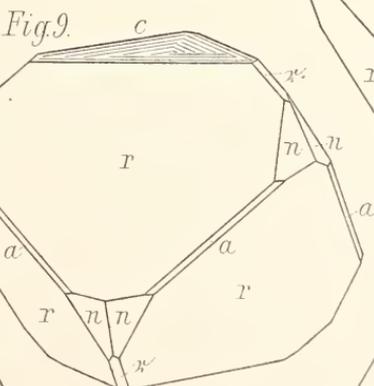


Fig. 9.

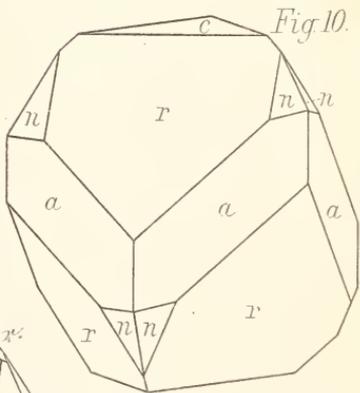


Fig. 10.

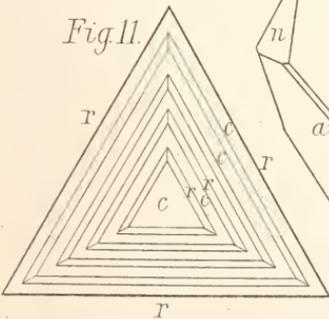


Fig. 11.

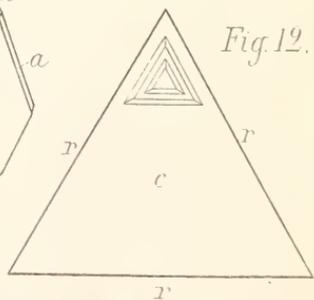


Fig. 12.

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_2](#)

Autor(en)/Author(s): Bauer Max Hermann

Artikel/Article: [Ueber das Vorkommen der Rubine in Birma 197-238](#)