

Beitrag zur Kenntniss der Gesteine und Graphitvorkommnisse Ceylons.

Von Max Diersche.

Mit einer lithographirten Tafel (Nr. VII).

Einleitung.

Im Winter des Jahres 1894 unternahm Herr Geh. Bergrath Prof. Dr. F. Zirkel¹⁾ eine Reise nach Ceylon. Während seines sechswöchentlichen Aufenthaltes besuchte er die wichtigsten Punkte der Insel. Nach der Landung in Colombo führte der erste grössere Ausflug in die nord-nordöstlich von dieser Stadt (über Polgohawela und Kurunegala hinaus) gelegenen Graphitgruben von Ragedara. Darauf wurde der ehemaligen Königsstadt Kandy ein Besuch abgestattet. Nun galt es, die alte Ruinenstadt Anuradhapura im nördlichen Flachland zu erreichen. Der Weg dahin führte von Kandy über Matale, Dambulla und Tirupane. Nach erfolgter Rückreise ging es nach Nanu Oya, ca. 4000 Fuss höher als Kandy. Omnibusverkehr liess darauf nach Nuwara Eliya (abgekürzt: Nurelia) gelangen, das noch 600 Fuss höher im Gebirge liegt, dicht am Fusse des höchsten ceylonischen Berges, des Pedurutallagalla (abgekürzt: Pedro), der 2536 *m* (8296 Fuss) hoch ist, aber nur ca. 2000 Fuss hoch über dem Oertchen emporsteigt. Etwas östlich von Nuwara Eliya liegt Hakgalla. Westlich dagegen befindet sich die Theeplantage Dimbula, etwa 7 Miles von der Eisenbahnstation Kotagala entfernt. Von hier aus ging es über Hatton nach Laxapane und dem in der Luftlinie nur 18 Miles nach Südwesten zu gelegenen immergrünen Felsenkegel des Adamspiks, 7420 Fuss hoch. Zwei Ruhetage in Kandy und die Rückfahrt nach Colombo beschlossen diese Reise ins Innere Ceylons. Die in den verschiedenen Gegenden gesammelten Gesteinshandstücke und Mineralien wurden dem Verfasser dieser Abhandlung zur Bearbeitung überlassen. Für diese Freundlichkeit wird sich derselbe seinem hochverehrten Lehrer immer zu grösstem Danke verpflichtet fühlen.

Ceylon ist trotz seiner hohen Bedeutung und vorgeschrittenen Cultur, trotz seiner grossen Anziehungskraft für Gelehrte und Reisende

¹⁾ Ceylon. Vortrag, gehalten im Verein für Erdkunde zu Leipzig am 5. Februar 1896 von F. Zirkel.

aller Art, in geologischer Hinsicht noch immer ein verhältnissmässig wenig bekanntes Land, von welchem noch nicht einmal eine gute, zuverlässige topographische Karte existirt. Insbesondere gilt dies im Gegensatz zu Vorder-Indien, über dessen geologische und petrographische Verhältnisse das grosse „Manual of the geology of India“ weitgehenden Aufschluss gibt und an dessen weiterer Erforschung die geologische Landesuntersuchung von Indien mit grossem Eifer arbeitet. Eine ähnliche Anstalt gibt es für das als Kronland administrativ ganz anders dastehende Ceylon zur Zeit noch nicht, und was von der Insel in geologischer Hinsicht bekannt geworden, verdankt man privaten Studien. Auch hat man erst in neuerer Zeit begonnen, sich auf diesem Gebiete mit der Erforschung Ceylons zu befassen.

Die Insel¹⁾ hat die Gestalt einer an dem grossen indischen Dreieck etwas rechtsseitlich fast genau von Norden nach Süden herabhängenden Birne, deren Stiel der Jaffna-Archipel ist. Vom Festlande wird sie durch eine Meerenge getrennt, welche an ihrer schmalsten Stelle nur 96 *km* breit ist und noch von Inseln und den Korallenriffen der Adamsbrücke unterbrochen wird. Ceylon erhebt sich von den Küsten aus zunächst ganz allmähig, so dass ein ziemlich breiter, flacher Küstensaum entsteht. Er stellt einen theilweise lagunenbedeckten Landstreifen dar, welcher die üppigste Tropenvegetation aufweist und im Norden die grösste Breite erlangt. Dieser äusserste und niedrigste Theil der Insel besteht im Norden hauptsächlich aus horizontal gelagerten Bänken von Meeressand und Korallenkalk. Auf ihn folgt allseitig nach dem Innern des Landes zu, ebenfalls im Norden die grösste Ausdehnung erreichend, ein niedriges, buschbedecktes und zum Theil etwas sumpfiges Flachland, aus dem sich im Norden nur einzelne klotzähnliche Hügel oder kurze, gerundete Bergzüge erheben, während im Süden und Osten die Zahl und Höhe derselben etwas bedeutender ist, sodass man dort von einem Hügellande reden kann. Das Innere, namentlich des südlichen Ceylons, aber ist ein gebirgiges Hochland, in dem ungefähr 100 Bergspitzen zwischen 1000 und 2000 *m* Höhe erreichen und etwa 10 Pks über 7000 Fuss emporragen. Die höchsten sind der Pedurutallagalla mit 2536 *m* (8296 Fuss) und der Kirigallpolla 2380 *m* (7592 Fuss). Der Adamspik, der lange als der höchste galt, weil er vom Meere aus als der hervorragendste Bergkegel erscheint, ist nur 7420 Fuss hoch. Die Berge des centralen Gebirgsmassivs, sowie die ihm vorgelagerten Hügel bestehen vorwiegend aus krystallinischen Schiefen, und zwar nimmt darunter der Gneiss, welcher von jeher als Hauptgestein Ceylons angesehen wurde, eine hervorragende Stellung ein; neben ihm tritt der Granulit, sowohl normaler als auch Pyroxengranulit. Granite sollen diese Gesteine an einzelnen Orten durchbrechen. Auch Quarzit wird im Gebirge gefunden. Die Oberfläche der ceylonischen Gesteine ist gewöhnlich stark verwittert zu jenem ziegelrothen, thonigen Mulm, der eine für die Tropen charakteristische Erscheinung darstellt und als Laterit bezeichnet wird. Der Haupt Rücken des Gebirges verläuft fast genau von Norden nach Süden; er fällt nach Westen zu viel steiler ab als

¹⁾ Zirkel, Vortrag etc. pag. 8.

nach Osten. Das eigentliche rundliche, etwas excentrisch nach Südwesten verschobene Hauptgebirgsmassiv ist sehr zerrissen durch tief eingefurchte Thäler; es nimmt etwa den fünften Theil der ganzen Insel ein.

Was die mir zugängliche geologische Literatur über Ceylon im Allgemeinen, beziehentlich über Gesteine und Mineralien desselben im Besonderen enthält, ist kurz Folgendes:

1. Sir Emmersen Tennent: Ceylon, an account of the island physical, historical and topographical. London 1860.
2. v. Richthofen: Bemerkungen über Ceylon. (Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, XII, 1860, pag. 523.)
3. A. M. Fergusson:
 - a) Directory of Ceylon 1887.
 - b) α . On Plumbago, with Special Reference to the Position occupied by the Mineral in the Commerce of Ceylon (vorgetragen in der Royal Asiatic Society, 1887).
 - β . Gold, Gems and Pearls in Ceylon.
 - γ . Plumbago Industry of Ceylon. Colombo 1887.
4. F. Sandberger: Beitrag zur Kenntniss des Graphits von Ceylon. (Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1887, II. Band, pag. 12.)
5. A. Lacroix: Contributions à l'étude des gneiss à pyroxène et des roches à wernérite, chapitre VII, pag. 198. Extrait du Bulletin de la Société Française de Minéralogie (avril 1889).
6. Contributions to the study of the pyroxenic varieties of Gneiss and of the Scapolite — bearing Rocks; by M. Al. Lacroix. — Ceylon and Salem. Translated by F. R. Mallet, late Superintendent, Geological Survey of India. (From the Records, Geological Survey of India, Vol. XXIV, Pt. 3, 1891.)
7. Joh. Walther: Graphitgänge im zersetzten Gneiss (Laterit) von Ceylon. (Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, XII, 1889, pag. 359.)
8. F. Zirkel: Ceylon. Vortrag, gehalten im Verein für Erdkunde zu Leipzig am 5. Februar 1896.
9. G. Melzi: Sopra alcune rocce dell' isola di Ceylan. Estratto dai „Rendiconti“ del R. Istituts Lomb. di scienze e lettere, Serie II, Vol. XXX, 1897.

Das dieser Abhandlung zu Grunde liegende Material besteht einerseits aus Gesteinen von den verschiedenen, oben kurz skizzirten Oertlichkeiten der Insel, andererseits aus Handstücken des Graphits von Ragedara, nebst darin enthaltenen Einschlüssen.

Es werden daher betrachtet:

- I. Einige Gesteine der Insel Ceylon,
- II. Graphit von Ragedara nebst seinen Einschlüssen.

I. Einige Gesteine der Insel Ceylon.

Die Handstücke dieser Gesteine entstammen dem mittleren (Kandy), nordwestlichen (Ragedara, Kurunegala) und südlichen (Dimbula, Adamspik, Pedurutallagalla, Hakgalla) Theile des centralen Gebirgsmassivs, sowie dem nördlichen Flachlande (Dambulla, Tirupane, Anuradhapura) und der Westküste (Mt. Lavinia). Die vertretenen Gesteine sind: Normaler Granulit, Pyroxengranulit, Gneiss, Granit, Kalkstein, Quarzit, Meeressand.

1. Normale Granulite.

Wenn hier von Granulit die Rede ist, so ist damit ein Vertreter jenes zu den altkrystallinischen Schiefergesteinen gehörenden Gesteinstypus gemeint, dessen Kenntniss insbesondere von dem sächsischen Granulitgebirge ausgegangen ist, nicht etwa eine Structurvarietät des Granites, welche die Franzosen mit diesem Namen bezeichnen, der von ihnen aus auch in der englischen Literatur Eingang gefunden hat. Die hier und in der Folge Granulite genannten ceylonischen Vorkommnisse werden von Al. Lacroix¹⁾ als Leptynite bezeichnet. Die allgemeinen Eigenschaften dieser ceylonischen Gesteine sind dieselben, wie die anderer normaler Granulite. Quarz und Feldspath sind schon makroskopisch deutlich zu erkennen; ersterer stellt farblose, glasglänzende, meist langgestreckte Bestandtheile oder förmliche Lagen dar, denen parallel die ebenso ausgebildeten Feldspathe von mehr weisslichem, matten Aussehen verlaufen. Dadurch entsteht die eigenthümliche, schiefrige Structur. Auch der Granat hilft diese erzeugen, zwar nicht, indem er selbständige und zusammenhängende Lagen bildet, sondern dadurch, dass seine isolirten Körner in gewissen Ebenen vertheilt liegen. Der Querbruch des Gesteines zeigt daher eine reihenweise Anordnung der Granatkörner, während sie auf der Ebene der Spaltbarkeit in ganz verschiedenen gegenseitigen Abständen hervortreten. Zuweilen ist auch noch Glimmer in kleinen Blättchen zu sehen, welcher dann in Gemeinschaft mit den Granaten an gefärbten Gemengtheilen reiche und daran arme Lagen zusammensetzen hilft. Nie sinkt jedoch die Dicke dieser Lagen zu so geringer Ausdehnung herab, wie z. B. in den sächsischen Granuliten, sondern die Structur bleibt dickschiefrig. Meist sind die Gesteine mittel- bis grobkörnig; wird das Korn feiner, so erlangen sie mehr zucker- körniges Aussehen, und die typische Schiefrigkeit verschwindet fast ganz. Da Quarz und Feldspath den grössten Theil der Granulite ausmachen, so ist deren Farbe immer hell, licht, röthlich oder gelblich. Bunte Flecken des rothen Granates erhöhen die Schönheit ihres äusseren Habitus. Die ceylonischen Granulite sind sehr hart und spröde. Eine besonders leichte Zerspaltung in der Richtung der Schieferung ist nicht bemerkbar, so dass sehr bequem fast cubische Handstücke geschlagen werden können, und bei der Härte einer

¹⁾ Contributions etc. 1889, pag. 211 u. 212.

Verwendung als Pflastersteine nichts entgegensteht. Das spezifische Gewicht ist durchschnittlich 2.76. Ausser den drei Hauptbestandtheilen tritt in einer Varietät noch reichlich Zoisit auf; als accessorisch sind anzuführen: Biotit, Rutil, Apatit, Zirkon, Spinell, Magneteisen (titanhaltig), selten Eisenkies. Feldspath tritt auf als Orthoklas (Mikroperthit) und stets auch als Plagioklas; Biotit fehlt nie. Dagegen wurden Sillimanit, Andalusit, Turmalin, Hornblende und Muscovit niemals bemerkt.

Feldspath. Als wesentlichster und am meisten charakteristischer Gemengtheil der lichten Granulite ist der Orthoklas anzusehen, welcher als Mikroperthit ausgebildet ist und als solcher keinem der ceylonischen Granulite fehlt. Ja, es scheint sogar, als wenn er auch in den übrigen gemengten, krystallinischen Gesteinen der Insel eine nicht unbedeutende Rolle spiele. Al. Lacroix¹⁾ erwähnt diese eigenthümliche, gesetzmässige Verwachsung zweier Feldspathe nicht, aber vielleicht weisen seine Angaben über eine vorhandene „Trübheit der Feldspathe“ oder die „zahlreichen glimmerigen Einschlüsse“ darauf hin, dass auch hier albitische Einlagerungen vorhanden sind. Schon mit blossem Auge ist der Mikroperthit in Dünschliffen an dem lichten, orientirten Schiller zu erkennen. Auch die Vertheilung und Menge desselben ist auf diese Weise zu überschauen. Seine Hauptmasse ist nur Orthoklas; sie verhält sich optisch stets gänzlich homogen und nirgends konnte auch nur eine Spur oder Andeutung der charakteristischen Gitterstructur des Mikroklinen entdeckt werden. Durch diese Beschaffenheit stehen die ceylonischen Granulite den sächsischen nahe. Unter dem Mikroskop erscheint der Mikroperthit gewöhnlich weisslich oder gelblich trüb und faserig in Folge der sehr feinen und zahlreichen albitischen Interpositionen. Eine Auflösung derselben ist wegen der grossen Massenhaftigkeit und Feinheit auch bei stärkster Vergrösserung nicht immer möglich, während dies bei dem Pyroxengranulite meistens ausgezeichnet gelingt. Auch in dieser Hinsicht ähneln die ceylonischen normalen Granulite den sächsischen sehr. Nur zuweilen sind einzelne grössere Einlagerungen zu erblicken, die sich dann als lange, säulen- oder spindelförmige, an beiden Enden zugespitzte, oft als einseitig oder beiderseits abgestumpfte Gebilde präsentiren. Fast senkrecht zu ihrer Längsausdehnung ist eine Absonderung in der Form feiner paralleler Risse zu gewahren. Die Länge der grössten albitischen Spindeln beträgt 0.033 mm, bei 0.001 mm Breite. Die undulöse Auslöschung, die fast alle Durchschnitte der Mikroperthite charakterisirt, erschwert eine genauere Untersuchung. In einigen Schnitten erscheinen die Einschlüsse in der Form rundlicher oder unregelmässiger Gebilde, winziger Pünktchen und gewundener Körperchen; dieses Aussehen ist dadurch zu erklären, dass hier schief oder senkrecht zur Längsrichtung der Spindeln gehende Schnitte vorhanden sind. Die erzeugte Faserung ist gewöhnlich über den ganzen Feldspath verbreitet; selten bleibt eine nicht oder nur wenig faserige Randzone. In dieser

¹⁾ Contributions etc. 1889, pag. 213.

Hinsicht herrscht keine Gesetzmässigkeit; denn manchmal ist die Mitte arm an Einschlüssen, während dies in anderen Fällen vom Rande gilt. Von einer Umwandlung ist an diesen Mikroperthiten so gut wie nichts zu sehen; sie sind vielmehr wie das ganze Gestein von grosser Frische und Reinheit. Nur manchmal sind Umwandlungsproducte in Form hellgrüner bis trübgrauer, sehr kleiner Kaolinpartikelchen an den Rändern der Albiteinlagerungen abgesetzt. Die Feldspathe bilden grosse rundliche oder unregelmässig gestaltete Körner ohne bestimmte krystallinische und nicht immer geradlinige Grenzen. Zersetzt und zerquetscht erscheinen sie durchaus nicht, was im Einklang mit ihrer Dickschiefrigkeit steht. Eine Verzwilligung der Mikroperthite fehlt ganz. Weitere Angaben über dieselben folgen bei den Pyroxengranuliten, wo sie erheblich deutlicher ausgebildet sind. Neben den gesetzmässig angeordneten Plagioklasen enthalten sie noch regellos vertheilte andere Einschlüsse, insbesondere kleine Quarzkörner, die manchmal so zahlreich darin liegen, dass eine mikropogmatitähnliche Erscheinungsweise entsteht. Daneben fehlen auch Zirkone und Apatite nicht, sowie Blättchen von Biotit und Nadelchen oder Körnchen von Rutil.

Plagioklas. Wegen des vorwiegenden monoklinen Feldspathes wird der normale Granulit von Manchen als Orthoklasgranulit bezeichnet. Man glaubte sich früher umsomehr dazu berechtigt, weil der Plagioklas übersehen wurde. Derselbe ist zwar in den typischen Granulitvarietäten immer vorhanden, tritt aber ganz entschieden hinter dem Orthoklas zurück. So ist es auch in den ceylonischen; nie findet man ihn quantitativ so reichlich, wie z. B. in den Granuliten des ostbayrischen Waldgebirges¹⁾. Er erscheint als kleine Körnchen, mit besseren geradlinigen Contouren als der Kalifeldspath. Seine Zwillinge folgen meist dem Albitgesetz, zuweilen kommt aber noch das Periklingesetz hinzu. Nach F. Schuster's Methode bestimmt, haben die einzelnen Lamellen zur Tracé der Zwillingsebene eine Auslöschungsschiefe von $+2-4^{\circ}$, gehören also der Oligoklas Albitreihe an; nur wenige zeigen eine grössere von $-10-16^{\circ}$, würden demnach einem Labradorit zuzuzählen sein. Lacroix²⁾ redet von Oligoklas; Dathé fand in den oben erwähnten Granuliten Auslöschungswinkel von $18-20^{\circ}$. Der Plagioklas ist gut erhalten; selten zeigt sich eine theilweise oder lamellar abwechselnde Umwandlung in trübgrauen Kaolin. Von Einschlüssen ist er fast frei, was von sehr früher Entstehung zeugt.

Quarz. Der Quarz tritt in ziemlich bedeutender Menge auf und stellt sowohl grössere als kleinere, unregelmässig begrenzte Körner dar, die nur selten undulirende Auslöschung zeigen. Oft bildet er im Dünnschliffe lange und breite Platten, die sich bei gekreuzten Nicols einheitlich verhalten. Sie sind es besonders, welche schon makroskopisch als lange, glasglänzende Bestandtheile sichtbar werden und die Dickschiefrigkeit veranlassen. Nur zuweilen ist parallel diesen Quarz-

¹⁾ Dathé: Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1882, pag. 13.

²⁾ Contributions etc. 1869, pag. 212.

lamellen ein körniges Gemenge kleiner Quarze und Feldspathe vorhanden, was an kataklastische Structur erinnert. Gewöhnlich besitzt somit der Dünnschliff örtlich eine mehr granitische Structur, da die Hauptmasse fast grobkörnig ist und die lamellar entwickelten Quarze nicht bis zur Papierdünnigkeit herabsinken, sondern immer beträchtliche Dimensionen erlangen. Zuweilen sind die grösseren Quarzdurchschnitte nicht einheitlich, sondern bestehen aus mehreren, reihenweise angeordneten Körnchen. Diese Ausbildung erscheint sowohl ursprünglich als secundär, indem ein grösserer Quarz, von der Gesteinspressung ergriffen, in zahlreiche kleine Körnchen zerbrochen wurde. Der Quarz schliesst alle übrigen Gesteinselemente der Granulite ein, wodurch er sich als der Bestandtheil erweist, dessen Verfestigung am längsten angehalten hat. Besonders reich ist er an wässerigen Flüssigkeitseinschlüssen, die nicht selten Quarzgestalt haben. Er selbst bildet im Feldspath und besonders im Granat rundliche oder längliche Körnchen, auch Dihexaëder. Wohl ist zuweilen ein grobes, randliches Eingreifen des Quarzes in den Feldspath, besonders in den Kalifeldspath zu bemerken, nirgends kommt jedoch typisch schriftgranitische Verwachsung zwischen den beiden Mineralien, wie anderweitig oft in den Granuliten, vor.

Granat. Der Granat gewinnt als rother Almandin fast die Bedeutung eines wesentlichen Gemengtheiles, denn er ist sehr reichlich, ganz constant und auch schon makroskopisch vertreten. Ueberhaupt scheint er für die ceylonischen Gesteine ausserordentlich charakteristisch zu sein; denn schon immer wurden die „Gneisse“ Ceylons als sehr granatreich bezeichnet; auch ist Granat oft als makroskopisch ausgeschiedener Gemengtheil erwähnt. Diesen auffallenden Granatreichthum scheinen die ceylonischen Gesteine mit den südindischen gemein zu haben. In den Granuliten erreicht der Granat gewöhnlich die Grösse eines Hirsekorns; doch gibt es auch solche, welche erbsengross werden. Seltener sind mikroskopische Granatindividuen. Das Mineral erscheint im Handstücke dunkelroth funkelnd, im Dünnschliffe hellrosa bis fast farblos. Jede Spur krystallinischer Begrenzung fehlt ihm; im Gegentheil sind die Contouren immer unregelmässig, meist rundlich, ausgebuchtet, auch völlig irregulär. Die grösseren Körner des Granates sind sehr reich an Einschlüssen. Als solche walten in der Hauptsache rundliche oder längliche, grössere und kleinere Quarze vor. Zwischen diesen Interpositionen und dem umschliessenden Granat wurde unter Anderem folgendes Quantitätsverhältniss constatirt: Granat 0.853 mm Durchmesser, der eingeschlossene Quarz 0.341 mm. Letzterer erlangt nie so bedeutende Dimensionen, dass der Granat nur noch als dünne Hülle um denselben aufrtritt. Neben den unregelmässig contourirten Quarzen liegen noch kleine, farblose, dodekaëdrische Körperchen im Granat. Sie zeigen deutlich die Begrenzungskanten von ∞O , in seltenen Fällen sogar von ∞O und $2 O 2$ unter deutlicher Abstumpfung der Dodekaëderkanten. Diese Gebilde konnten zunächst gemäss einer mehrfach verbreiteten Auffassung für negative Krystalle ihres Wirthes gehalten werden. Das doppeltbrechende Verhalten dieser Gebilde liess

jedoch in ihnen mit Quarz erfüllte, granatoëdrische Hohlräume vermuthen. Um die eventuelle Anwesenheit von echten Hohlräumen zu constatiren, wurden mehrere, an solchen Einschlüssen sehr reiche Dünnschliffe mit Lampenruss eingerieben. Es stand zu erwarten, dass sich derselbe in den krystallisirten Hohlräumen festsetzen würde, doch bewies der negative Erfolg dieser Manipulation, dass es sich nicht um leere Hohlräume handle. Die Adhäsion der erfüllenden Substanz gegenüber dem Lampenruss ist genau dieselbe, wie die des Quarzes im Gestein und der irregulären Quarzkörner im Granat, unterscheidet sich aber sehr deutlich von der des Granates. Hierdurch wird also die aus den optischen Eigenschaften abgeleitete Vermuthung, dass die sogenannten „negativen Krystalle“ mit Quarz erfüllte, granatoëdrische Hohlräume darstellen, bestätigt. Ihre Entstehung dürfte in der Weise erfolgt sein, dass zunächst der Granat, erfüllt mit negativen Hohlräumen, von seiner eigenen Form auskrystallisirte, innerhalb derer dann Quarz zum Absatz gelangte, und zwar scheint, angesichts der Frische des Granulites, letzteres noch während der eigentlichen Gesteinsverfestigung gleichzeitig mit der Bildung des eigentlichen Gesteinsquarzes erfolgt und nicht etwa ein ganz secundärer Infiltrationsvorgang zu sein. Eingeschlossene, irreguläre Quarzkörner dienen zuweilen ihrerseits einzelnen Zirkonkryställchen als Wirthe. Im Granat selbst sitzen letztere, sowie Apatite selten. Häufig enthält er dagegen Rutilnadelchen oder -Körnchen von brauner Farbe; auch Eisenerz und Flüssigkeitseinschlüsse fehlen nicht; einzelne Vorkommnisse beherbergen selten grünen Spinell. Eine ebenso seltene Erscheinung sind Blättchen von Plagioklas und Orthoklas; weniger gilt dies von Biotitschüppchen. In einer Varietät des Granulites ist noch Zoisit als ziemlich grosser Einschluss zu constatiren. Regelmässige nadelförmige Einlagerungen, die einander unter 45° schneiden, wie sie Diller¹⁾ im Granat eines Granulites von Elliott County, Kentucky, wahrnahm, fehlen. Bei gekreuzten Nicols erweist sich der Granat als völlig isotrop; nur längs der unregelmässigen Sprünge treten Interferenzerscheinungen auf. Sind die Quarzeinschlüsse sehr zahlreich, so erscheint er siebartig durchlöchert. Sein Erhaltungszustand ist wie der der übrigen Gesteinsgemengtheile sehr gut, so dass eine randliche Umwandlungszone gänzlich fehlt. Mit diesem Mangel an Alterationsproducten steht auch das Fehlen der charakteristischen Erscheinung im Finklang, dass der Granat als Structurcentrum für radialstrahlig angeordnete gefärbte Gemengtheile dient.

Biotit. Der Glimmer ist bezüglich seines Auftretens in den Granuliten eines der interessantesten Mineralien. Zwar gehört er nicht zum eigentlichen Wesen derselben, findet sich aber trotzdem meist in ihnen. In den ceylonischen Granuliten ist immer nur Biotit vorhanden. Gewöhnlich zeigt dieser die charakteristischen Formen, wie in anderen Gesteinen. Die rechteckigen, prismatischen Schnitte sind ausgezeichnet durch die parallele Linien darstellende Spaltbarkeit nach *OP* und den äusserst markanten Pleochroismus,

¹⁾ Bull. U. S. Geolog. Surv., Nr. 38, 1887, pag. 27.

indem c - a hellbräunlich bis hellgelb ist, während a und $b = c$ und b dunkelbraun erscheinen; die Absorption würde also durch die Formel $c = b > a$ auszudrücken sein. Die hexagonalen Querschnitte haben nur die roth- bis dunkelbraune Basisfarbe. Derartige unpleochrotische Durchschnitte parallel OP lassen das fast einaxige Interferenzbild des Biotits erblicken, welches einen sehr kleinen optischen Axenwinkel aufweist. Oft sind am Glimmer metallische Farben, als grünlicher, bläulicher oder röthlicher Schiller zu sehen. Nicht selten zeigt nur das eine Ende einer Lamelle diesen metallischen Glanz, woraus deutlich hervorgeht, dass derselbe nur eine oberflächliche Erscheinung ist. Einschlüsse sind nicht allzuhäufig. Parallel zur basischen Spaltbarkeit liegen, besonders in Schnitten parallel c sichtbar, dünne Rutilnadelchen, sowie vereinzelte breitere Täfelchen von Titaneisen; auch Quarzkörner werden umhüllt. Umwandlungsproducte sind nicht vorhanden; meist fehlt sogar Entfärbung als erstes Stadium der Alteration.

Eigenthümlich ist das Verhältniss des Biotits zum Granat. Je mehr Glimmer vorhanden ist, desto mehr tritt der Granat zurück und umgekehrt. Nach Joh. Lehmann¹⁾ ist der Biotit in den Granuliten aus Granat entstanden. Die eigenthümlichen Beziehungen beider Mineralien, auf die er seine Behauptung stützt, nämlich das Auftreten des Biotits als Interposition im Granat und das theilweise Hervorragen eines Biotitsblättchens aus demselben, wurden auch im ceylonischen Granulit bemerkt. Doch ist ersteres kein zweifelloses Criterium für, letzteres sogar ein solches gegen die secundäre Entstehung des Biotites. Erscheinungen wie die, dass der Granat ganz vom Biotit umschlossen wird oder zu radialstrahliger Anordnung desselben auf seiner Peripherie Veranlassung gegeben hat, beziehentlich ganz durch Biotit ersetzt ist, fehlen durchgängig, was der Frische des Gesteins völlig gemäss ist. Der Biotit verbreitet sich meist reihen- oder lagenweise im ganzen Gestein und wirkt dadurch mit bei Erzeugung des schiefrigen Structur.

Rutil. Der Rutil ist in den normalen Granuliten entweder sporadisch zerstreut oder schwarmartig angehäuft. Seine Ausbildungsweise ist sehr verschieden. Gewöhnlich stellt er lange, prismatische Nadelchen und Kryställchen dar, an denen zuweilen ∞P und P zu sehen sind. Oft sind seine Krystalle modellartig scharf begrenzt, oft ist dies weniger der Fall. Quadratische Umrisse erweisen sich beim Heben und Senken des Mikroskoptubus als Endflächen langer Rutilssäulen, die durch den Quarz, Feldspath und Granat hindurchspiesen. Daneben gibt es aber auch stark verkürzte Individuen, sowie unregelmässige Körner von Rutil. Knieförmige Zwillinge nach $P \infty$ sind sehr selten; herzförmige gelangten nicht zur Beobachtung. Grössere Rutilen erreichen eine Länge von 1.04 und eine Breite von 0.14 mm. Noch variabler als die Form ist die Farbe der Rutilen, in welcher Hinsicht sie denen der Eklogite gleichen. Die schön ausgebildeten Kryställchen sind gewöhnlich braungelb durchscheinend; daneben

¹⁾ Untersuchungen über die Entstehung etc. 1884, pag. 223.

gibt es aber auch hellere, gelbe bis fast farblose, andererseits rothbraune bis ganz dunkelbraune, fast schwarze, welche nicht mehr durchscheinen. An Kryställchen ist oft nur das eine Ende oder eine Stelle völlig opak, während die übrigen Theile durchscheinend sind. Im auffallenden, an kleinen Krystallen auch im durchfallenden Lichte ist zuweilen ein eigenthümlicher metallischer Glanz von röthlich-grünblauer Farbe wahrzunehmen. Zersetzung unter Ansammlung von Titanomorphit fehlt, wenn nicht schon der metallische Glanz als Anfang derselben anzusehen ist. Zuweilen stehen die Rutil in enger Beziehung zum Eisenerz, indem sie theilweise in demselben liegen, woraus geschlossen werden kann, dass es titanhaltig ist.

Eisenerze: Titanmagneteisen. Dasselbe tritt auf in Form irregulär contourirter, körniger Gebilde, ohne erkennbare Krystallform; selten sind von Oktaëdern herrührende Durchschnitte zu sehen. Im auffallenden Lichte erscheint es bläulich-schwarz, metallglänzend, sonst ganz opak. Dass dieses Eisenerz meist nicht reiner Magnetit ist, geht aus den Zersetzungserscheinungen und der erwähnten Verbindung mit Rutil hervor. Die Umwandlung ist gewöhnlich recht wenig weit vorgeschritten, so dass der Rutil nicht als ein Product derselben betrachtet werden kann; sie zeigt sich nur in der Form einer Trübung, welche verursacht ist durch oberflächliche oder randliche Bildung von grauem Titanomorphit. Das Vorhandensein von Kies kann nur als grosse Seltenheit angeführt werden. — Eisenoxydhydrat. Auf den Sprüngen des Quarzes, sowie zwischen ihm und dem Feldspath hat sich zuweilen rothglänzendes oder rothbraun gefärbtes Eisenoxydhydrat abgesetzt in der Form wolkiger, dendritisch fetzenartiger Gebilde. — Spinell. In der Nähe des Granates oder als Einschluss in demselben treten meist zu kleineren Häufchen gruppirte, dunkelgrüne Körnchen auf, von irregulärer Form, selten in sehr kleinen isotropen Oktaëdern. Dieselben gehören einem Pleonast an.

Accessorisch, aber stets vorhanden, sind Apatit und Zirkon. Die kurzen, schön ausgebildeten Krystalle von Apatit liegen häufig im Quarz, selten im Granat und Feldspath. Sie erreichen eine Länge von 0.35 *mm*. Zahlreiche Einschlüsse trüben dieselben. — Zirkon fehlt dem ceylonischen Granulit nie vollständig, wenn er auch eine sehr untergeordnete Rolle spielt. Die Individuen des Zirkons erreichen zuweilen einen Durchmesser von 0.3 *mm*. Zahlreiche Einschlüsse trüben ihn gewöhnlich. Krystallformen sind nur ganz ausnahmsweise vorhanden; dasselbe gilt von zonaler Ausbildung. — Zoisit tritt auf in langsäulenförmigen Formen, an denen ∞P und terminirende Flächen zu erkennen sind. Immer sind die Ecken und Kanten etwas abgerundet. Senkrecht zur Längserstreckung verläuft eine sehr deutliche Absonderung nach OP , während die Spaltbarkeit nach $\infty \bar{P} \infty$ weniger gut sichtbar wird. Sie stellt kurze Risse parallel der Längsrichtung dar. Die mehr oder weniger abgerundeten, sechseckigen Querschnitte zeigen einen Prismenwinkel von 116°. Das Relief des Minerals ist sehr markant, was seiner starken Lichtbrechung entspricht. Die Polarisationsfarben sind wenig lebhaft; nur

in der Nähe der Sprünge kommen lebhaftere, grügelbe und röthliche Farben zum Vorschein. Die übrigen Partien zeigen nur ein wenig intensives Blaugrau. Die farblose Substanz wird in ihrer Homogenität unterbrochen durch zahlreiche, in Reihen angeordnete Flüssigkeitseinschlüsse. Auch kleine Zirkonc, kurze Apatitnadelchen und wenige grüne Spinellkörner wurden bemerkt. Zoisit selbst wird oft vollständig, oft nur theilweise von Granat umschlossen. Seine Vertheilung im Gesteine ist nicht regellos. Gewöhnlich liegt er in der Nähe der Granaten und geht mit seiner Längsaxe der Schieferung parallel. Von einer Trübung als Zeichen beginnender Zersetzung ist auch an den Rändern nichts zu sehen. Zoisit ist meines Wissens nach noch in keinem Granulit gefunden worden und muss daher zur Zeit als dem ceylonischen eigenthümlich gelten.

Obwohl in der Literatur mehrfach Graphit in krystallinischen Schiefergesteinen Ceylons angegeben wird und die Granulite das Nebengestein des Graphites darstellen, so fehlt Graphit demselben doch als mikroskopischer Bestandtheil allenthalben.

Das Vorkommen der normalen Granulite auf Ceylon wird zuerst von Al. Lacroix¹⁾ erwähnt. Nach ihm sind sie sowohl bei Colombo, als auch bei Kandy entwickelt. Die meiner Arbeit zu Grunde liegenden Handstücke stammen theils ebenfalls aus der Gegend von Kandy, theils von Ragedara, nordöstlich von Kurunegala. Dieselben vertreten drei durch besondere Structur oder einen besonderen Gemengtheil ausgezeichnete Granulitvarietäten. Es sind das:

- a) Normaler Granulit von Ragedara;
- b) feinkörniger Granulit von Kandy, Steinbruch am Gefängniss;
- c) zoisitführender Granulit von der Höhe an der Gregory's road bei Kandy.

a) Normaler Granulit von Ragedara. (Directes Nebengestein der Graphitgänge.)

Dieser Granulit ist von besonderer Bedeutung, da er das directe Nebengestein des Graphits bildet. Derselbe zeigt in jeder Hinsicht die typischen Eigenschaften der ceylonischen Granulite. Er ist ein schönes Gestein von lichter Farbe, sehr deutlicher Dickschiefrigkeit und ausserordentlicher Frische; letzteres wird bei mikroskopischer Betrachtung von jedem einzelnen Bestandtheile bezeugt und ist insofern von Belang, als es jede Vorstellung von der Natur der Graphitgänge als Lateralsecretionen ausschliesst. Die Bestandtheile des Gesteins sind die charakteristischen und bieten in ihrem Auftreten keine Absonderlichkeiten dar. Nur mag hervorgehoben werden, dass die accessorischen Gemengtheile: Rutil, Apatit und Zirkon, äusserst selten auftreten. Im Almandin spielen die Quarzinterpositionen von granatoëdrischer Form eine wichtige Rolle; daneben erscheint zuweilen Spinell. Der Plagioklas gehört nach seiner Auslöschungsschiefe

¹⁾ Contributions etc. 1889, pag. 211.

der Oligoklas-Albitreihe an, hat also eine Zusammensetzung von $Ab—Ab_2 An_1$. In einigen Schliften treten ganz vereinzelt Durchschnitte eines grünen Pyroxens auf, wodurch der enge Connex mit dem Pyroxengranulit angedeutet wird. (Siehe später.) Obwohl dieser Granulit das Nebengestein der Graphitgänge ist, sind doch mikroskopische Blättchen oder Partikelchen dieses Minerals nicht innerhalb des festen Gesteins vorhanden.

Die übrigen Granulite stammen aus der Umgebung der alten Königsstadt Kandy, welche im Innern des Gebirges in einer Höhe von ca. 1620 Fuss gelegen ist. Diese Gesteine bilden den „Kranz der Berge“, der in das singhalesische Städtchen hineinschaut. Nach allen Richtungen führen zu den Höhen um Kandy wohlgepflegte Strassen und Fusswege, die nach englischen Damen benannt sind. An der Gregory's road wurden die Handstücke der Granulite gesammelt.

b) Feinkörniger Granulit von Kandy.

Dieser steht an in dem Steinbruch am Gefängniss. Sehr charakteristisch ist für ihn das kleine Korn, so dass er seiner Structur nach als zuckerkörnig bezeichnet werden muss. Die Schieferigkeit ist dabei fast ganz verschwunden; denn der Granat kommt makroskopisch fast gar nicht zur Geltung, wofür aber der dunkle Glimmer etwas auffälliger wird. Durch die dunklen Biotitblättchen erscheint das weisse Gestein schwarz gesprenkelt. Die Bestandtheile sind dieselben wie im Granulit von Ragedara, nur fehlt Spinell ganz. Der Plagioklas ist etwas basischer als der im Granulit von Ragedara; er ist ein Labradorit mit 10—16° Auslöschungsschiefe und häufiger doppelter Verzwillingung. Granat stellt weniger rundliche Körner, als eckige, ganz unregelmässige Individuen von geringer Grösse dar, die sehr arm an charakteristischen Einschlüssen sind. Da Granat verhältnissmässig selten ist, hat der Biotit Gelegenheit, sich auszubreiten.

c) Zoisitführender Granulit von Kandy.

Der zoisitführende Granulit stammt von der Höhe, zu welcher die Gregory's road hinaufführt. Aeusserlich ähnelt dieses Gestein sehr dem Granulit von Ragedara, nur ist seine Farbe etwas gelblichgrau und seine Structur dickschiefriger. Auch ist der Gehalt an Zoisit sehr charakteristisch. Besonders sind es die Feldspathe, welche das gelblichtrübe Aussehen hervorbringen. Der Mikroperthit ist auffallend gelblichweiss und ausserordentlich feinfaserig. Man könnte ihn wegen der Häufigkeit und Feinheit seiner albitischen Einlagerungen fast feinfilzig nennen. Spindeln von 0.158 mm Länge und 0.012 mm Breite lassen deutlich eine basische Absonderung sehen. Bei starker Vergrösserung machen die sich an einander schmiegenden Interpositionen ganz den Eindruck eines pflanzlichen Bastfasergewebes. An Feinheit und Häufigkeit der Spindeln kommen diese Mikroperthite denen der sächsischen Granulite am nächsten. Plagioklas ist sehr selten und gehört dem Oligoklas an. Schön und charakteristisch ist der Granat entwickelt. Seine Schnitte sind oft wie siebartig durchlöchert infolge

der sehr zahlreichen Einschlüsse von meist irregulären Quarzkörnern, welche manchmal die Hälfte derselben erfüllen. Selten haben die Quarzeinschlüsse die Form ihres Wirthes. Eingeschlossene Zirkonkörnchen geben hier infolge Spannungs- und Druckwirkungen Veranlassung zu eigenthümlich sternförmigen Lichterscheinungen. (Siehe später.) Ausserdem beherbergt der Granat noch Zoisit in langen Säulen, von denen meist mehrere in verschiedener Richtung neben einander liegen und oft zwei Drittel des ganzen Granatkornes durchspiesen. Grössere Zoisite liegen oft nur zum Theil im Granat. Der grossen Menge des Granats entsprechend, ist der Biotit verhältnissmässig selten. Der Zoisit entwickelt charakteristische, langausgezogene Formen mit allen typischen Eigenschaften. Querschnitte finden sich in den zur Schieferung des Gesteines parallelen Schliften nicht, da die Zoisitkrystalle an dieser Structur theilhaftig sind. In den dazu senkrechten treten auch sechseckige basische Schnitte auf. Sehr typisch granulitisch und häufig ist der Rutil ausgebildet. Er durchspickt besonders die farblosen Gemengtheile. Seine Nadeln erreichen eine Länge von 1·5 mm. Nach Gestalt und Farbe sind sie ebenso variabel und eigenthümlich wie die der Eklogite. Zirkon, Apatit und Eisenerze haben die gewöhnliche Erscheinungsweise. Dunkelgrüner Pleonast wurde in diesem Granulit beobachtet.

Vergleichen wir die ceylonischen Granulite mit den anderorts bekannten, so haben dieselben mit keinem Vorkommniss besondere Aehnlichkeit. Sie nehmen eine ziemlich selbstständige Stellung ein, insbesondere durch ihren constanten Gehalt an Biotit und Plagioklas, den Mangel an Mikroklin, Turmalin, Muscovit, Sillimanit, Cyanit und das Vorhandensein von Zoisit. Lacroix ¹⁾ vergleicht den von ihm beschriebenen Leptynit seiner Structur wegen mit dem des Centralplateaus von Frankreich. Besondere Wichtigkeit erlangen die Granulite Ceylons durch die Gänge von Graphit, welche sie in Ragedara und wahrscheinlich auch anderwärts einschliessen. Vermuthlich setzt auch ein Theil der vielfach als den „Gneiss“ durchbrechend ²⁾ erwähnten Granite als Gänge im Granulit auf, ähnlich wie im sächsischen Granulitgebirge.

2. Pyroxengranulite.

Bekanntlich hat dieser Gesteinstypus seinen Namen Pyroxengranulit nur erhalten wegen seiner engen geologischen Verbindung mit den normalen Granuliten, nicht etwa wegen ganz analoger mineralogischer Zusammensetzung, denn die Natur und das Quantitätsverhältniss seiner Gemengtheile würde am wenigsten zu dieser Benennung berechtigen. Die französischen Geologen wenden den Namen Pyroxengranulit nicht an, wegen der anderen Bedeutung, die das Wort Granulit für sie hat, weshalb Al. Lacroix ³⁾ alle hierher

¹⁾ Contributions etc. 1889, pag. 212.

²⁾ Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. XII, 1860, pag. 527. Zirkel: Ceylon. Vortrag etc., pag. 8.

³⁾ Contributions etc. 1889, pag. 212 und 198.

gehörigen Vorkommnisse, auch die ceylonischen, als „Pyroxengneisse“ (Gneiss à pyroxène, Gneiss pyroxénique), einmal als Leptynite à pyroxène bezeichnet. S. Melzi¹⁾ dagegen hat zuerst auch für die ceylonischen Gesteinsvorkommnisse dieser Art den Namen Pyroxengranulit (Granulite pirosséniche) angewendet. Die Pyroxengranulite von Ceylon sind sehr scharf von den normalen Granuliten verschieden, so dass sie schon im Handstücke kaum mit denselben verwechselt werden können, was vor Allem in ihrer makroskopisch fast ganz dichten Ausbildungsweise begründet ist. Den normalen Granuliten gegenüber sind sie sehr dunkel, und zwar dunkelgrün, nicht „rabenschwarz“ wie die sächsischen; nur an den Kanten der Handstücke, wo die Masse etwas durchscheinend ist, kommt ein helleres Grünlichgrau zum Vorschein. Bemerkenswerth ist ferner der eigenthümliche, für die ceylonischen Gesteine höchst charakteristische Harz- oder Oelglanz, welcher den normalen Granuliten gar nicht, sowie anderen Pyroxengranuliten nicht in diesem Masse eigen ist. Der Bruch des Gesteines ist splitterig bis flachmuschelig. Es ist hart und spröde und hat ein durchschnittliches spezifisches Gewicht von circa 2.83. Seine Structur zeigt makroskopisch keine Spuren von planparalleler Anordnung der Gemengtheile; vielmehr ist die Association derselben meist recht regellos feinkörnig bis dicht. Nur an den durchscheinenden Rändern des Gesteines ist deutlich eine Differenzirung in hellgrüne Partien wenig farbiger und dunkle intensiv gefärbter Mineralien erkennbar. Im Dünnschliffe zeigt sich ebenso schon mit blossem Auge, dass dem Gesteine nur eine sehr unvollkommene Schieferigkeit eigen ist, veranlasst durch reihen- und lagenweise Anordnung der dunklen Gemengtheile. Die Elemente des Pyroxengranulites sind nur in den grobkörnigen Varietäten zum Theil erkennbar. Man sieht da grosse funkelnde Granaten, glasglänzende Quarze und grünlich erscheinende, etwas fettglänzende Feldspathe. In den feinkörnigen und dichten Varietäten erkennt man nur zuweilen Granat. Bei mikroskopischer Betrachtung zeigt sich, dass trotz der intensiv grünen Farbe der Gesteine die gefärbten Gemengtheile doch von den nicht gefärbten überwogen werden. Die farblosen Componenten der Gesteine lösen sich bei gekreuzten Nicols auf in Plagioklas, Quarz und Orthoklasmikroperthit, sowie Apatit und Zirkon, während als gefärbte Gemengtheile entweder ein, meist aber zwei Pyroxene, blassröthlicher Almandingranat, Biotit, Eisenerze, zuweilen Amphibol und Rutil anzutreffen sind.

Das Hauptinteresse beansprucht der Pyroxen. Er hat dem Gesteine zu seinem Namen verholfen, da er stets als charakteristisch angesehen wurde, und zwar gelten zur Zeit zwei Pyroxene, ein monokliner und ein rhombischer Enstatit oder Hypersthen als charakteristisch für den Pyroxengranulit. Früher redete man bei den sächsischen Vorkommnissen nur von monoklinem Pyroxen, entweder von Augit oder von Diallag. Joh. Lehmann wies zuerst auf das Vorkommen des rhombischen Enstatit hin, während Merian²⁾ in dem vorherrschenden

¹⁾ Sopra alcune etc. 1897, pag. 4.

²⁾ Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1835, III., pag. 252.

pleochroitischen Pyroxen Hypersthen erkannte, neben dem noch monokliner von diallagartigem Charakter auftritt. Die von Lacroix¹⁾ unter dem Namen „Leptynite à pyroxène“ und „Gneiss pyroxénique et amphibolique“ beschriebenen ceylonischen Pyroxengranulitvorkommnisse enthalten nach ihm nur monoklinen Pyroxen, obwohl er sogar an einem den typischen Hypersthenpleochroismus constatirt. Letzteren Pyroxen vergleicht er mit einem Arendaler Kokkolith. S. Melzi²⁾ fand sowohl rhombischen Hypersthen, als auch wenig gefärbten und wenig pleochroitischen monoklinen Pyroxen. In den von mir untersuchten Pyroxengranuliten wurden sowohl rhombische als auch monokline Pyroxene aufgefunden, und zwar: zwei rhombische, Enstatit und Hypersthen, sowie zwei monokline, ein salitartiger, nicht pleochroitischer, fast farbloser und ein diallagartiger pleochroitischer.

Der rhombische wenig pleochroitische, hellgrün gefärbte Pyroxen ist ein eisenarmer Enstatit. Derselbe erscheint in der Form mehr oder weniger rundlicher oder länglicher Körnchen und ganz irregulär begrenzter Gebilde. Seltener sind längliche Leistchen mit geraden Contouren; ganz selten ist das Auftreten regelrechter Flächen. Seine Lichtbrechung ist stark, wie das markante Relief und die sehr rauhe Oberfläche beweisen. Entweder ist dieser Pyroxen ganz farblos oder hellgrünlich. Der Pleochroismus ist in etwas dickeren Schliften deutlicher als in dünnen. Der Erhaltungszustand des Minerals ist nicht ganz ohne Einfluss auf die Deutlichkeit dieser Erscheinung; denn etwas alterirte Pyroxenblättchen zeigen den Pleochroismus besser, als völlig unveränderte: $a = a$ ganz hell, röthlichgelb, $b = b$ gelblich, weiss, $c = c$ ganz blässgrünlich. Die Nuancen sind sehr zart, manchmal fast nicht wahrnehmbar; zuweilen treten deutlicher pleochroitische Schnitte auf, welche dem Hypersthen näher zu stehen scheinen. Basische Schnitte mit gerader Auslöschung und prismatischer Spaltbarkeit, auf denen im convergenten polarisirten Lichte ein zwei-axiges Interferenzbild sichtbar wird, sind sehr selten; noch mehr gilt dies von den auch noch pinakoidale Spaltbarkeit zeigenden. Am häufigsten sind verticale Schnitte mit feiner Streifung parallel c und einer fast senkrecht dazu verlaufenden Absonderung nach OP . Die Auslöschung erfolgt, entsprechend dem rhombischen System, immer parallel zu den Spaltrissen. Senkrecht zur groben basischen Absonderung oder parallel der Längsstreifung geht die bastitartige Zersetzung in grünlichbraune, faserige Substanzen. Bei gekreuzten Nicols gibt das Mineral lebhaftes Polarisationsfarben.

Von dem Enstatit ist der Hypersthen deutlich unterschieden; dieser ist überhaupt am besten charakterisirt und daher am leichtesten kenntlich. Er fällt durch seinen ausserordentlich typischen Pleochroismus, in welchem er nur noch vom Biotit und Amphibol des Gesteines übertroffen wird, auf. Derselbe ist selbst in sehr dünnen Schliften noch so intensiv, dass Hypersthen kaum mit einem anderen Mineral der Pyroxengruppe verwechselt werden kann.

¹⁾ Contributions etc. 1889, pag. 213, 223, 229.

²⁾ Sopra alcune etc. 1894, pag. 5, 6, 7.

Die Farben sind: $a = a$ rothbraun, hyacinth- oder granatroth, $b = b$ gelb bis röthlichgelb, $c = c$ meergrün, grau-grün. Die Absorption würde also dem Schema $a > c > b$ entsprechen. Die Polarisationsfarben des Hypersthens sind nicht besonders lebhaft bei gewöhnlicher Dicke. Sehr gut ist die Spaltbarkeit ausgebildet, am deutlichsten die nach ∞P , welche einen Winkel von ca. 92° bildet. Dieser Spaltwinkel wird oft halbirt durch die Spaltungsrichtung nach $\infty \bar{P} \infty$, wozu nicht selten auch noch die schalige Absonderung nach $\infty \bar{P} \infty$ kommt, so dass dadurch zuweilen zwei sich rechtwinklig durchkreuzende Rissysteme sichtbar werden. Da die Spaltbarkeit gewöhnlich keine durchgehende ist, sondern rauhe, absetzende, anastomosirende Risse darstellt, so bildet sie in basischen Schnitten oft ein unentwirrbares Netz unregelmässiger Sprünge, an denen der wahre Charakter der einzelnen Risse nur zu errathen ist. In Schnitten parallel der Zone ∞P bilden die Spaltungsrisse lange, parallele Linien, die aber zuweilen sehr wenig regelmässig verlaufen, oft absetzen und daneben weiter gehen. Neben den parallelen Spalt-rissen verläuft in verticalen Schnitten wie beim Enstatit eine zarte Faserung. Unregelmässig werden die Spaltungstracen auch durch die fast senkrecht zu ihnen parallel OP verlaufende, grobe Zerklüftung oder Absonderung, welche bei der Zersetzung eine wichtige Rolle spielt. Die Auslöschungsrichtung des Minerals entspricht dem rhombischen System.

Die durch Spaltbarkeit und Pleochroismus gut charakterisirten Schnitte geben auch im convergenten polarisirten Lichte ihre optischen Eigenschaften zu erkennen. Basische Schnitte zeigen Austritt der stumpfen Bisectrix, solche parallel $\infty \bar{P} \infty$ den der spitzen. Die Dispersion ist: $\rho > \nu$. In Schnitten parallel $\infty \bar{P} \infty$ ist kein Axenbild zu erlangen, folglich $\infty \bar{P} \infty$ die Ebene der optischen Axen. Die Gestalt der Hypersthendurchschnitte ist viel unregelmässiger als die der übrigen Pyroxene; es sind meist ausgedehnte, mehr oder weniger rundliche oder polygonale Formen, welche von relativ grossen Körnern herrühren müssen. Als Einschlüsse sind anzutreffen: Apatit, Zirkon, Eisenerz, Biotitblättchen, Quarzkörner, letztere von oft bedeutenden Dimensionen. Jene tafelförmigen, braunrothen, metallisch glänzenden Interpositionen, die sonst dem derben Hypersthen vielfach eigenthümlich sind, fehlen gänzlich. Die Zersetzung des Hypersthens beginnt wie beim Enstatit von der Absonderung nach OP aus und erstreckt sich senkrecht dazu in der Form dunkel- oder bläulichgrüner Massen in das Mineral hinein, kleine, spitzkegelförmige, stalaktitische und stalactitische Formen repräsentirend. Die Producte bestehen, bei stärkster Vergrösserung deutlich sichtbar, aus lauter zarten, gelblichbraunen Fädchen und Fäserchen, welche senkrecht zur Längsausdehnung liegen. Es entsteht dadurch ein parallel c verlaufendes Faseraggregat von schmutziggrüner bis bräunlicher Farbe.

Neben den rhombischen Pyroxenen treten zwei monokline Pyroxene auf. Es ist das zunächst ein vollständig farbloser und nicht pleochroitischer Pyroxen mit sehr irregulären Contouren. Seine Lichtbrechung ist stark, daher das sehr markante

Relief und die raue Oberfläche. Er ist ferner charakterisirt durch lebhaft polarisirtes Farben. Die Spaltbarkeit ist prismatisch, seltener pinakoidal. Schnitte parallel c sind denen des Enstatits ähnlich, indem die feine Streifung und die Absonderung nach OP nicht fehlen. Die Auslöschung zeigt, auf die Spaltungstracen bezogen, die verschiedensten Winkel. Das Maximum auf $\infty P \infty$ wurde zu 38° gemessen, was für den monoklinen Charakter dieses farblosen Pyroxens spricht. Auf dieser Fläche tritt auch eine optische Axe seitlich aus. Nach diesen Erscheinungen dürfte der Pyroxen einem Salit nahe stehen. Er ist gewöhnlich gut erhalten; die Zersetzung beginnt von den Absonderungsrissen aus.

Der andere monokline Pyroxen zeichnet sich aus durch seine intensiv grüne Farbe, welche der Axenfarbe c des rhombischen Hypersthens fast gleicht, doch hat das Grün einen Stich ins Braune. Die Durchschnitte können unschwer nach ihrer Orientirung bestimmt werden, da die Spaltbarkeit immer gut ausgeprägt ist. Der Winkel der Spaltbarkeit nach ∞P wird selten durchschnitten von kurzen, sehr zahlreichen Rissen, parallel $\infty P \infty$, die eine feine Streifung hervorbringen; senkrecht zu dieser verläuft quer, doch nicht immer wahrnehmbar, eine grobe Absonderung nach $\infty P \infty$. Auch die Streifung scheint mehr in einer Absonderung, als in durchgehender Spaltbarkeit begründet zu sein; sie wird auch veranlasst durch dünne, eingelagerte Titaneisenblättchen.

Die Absonderung parallel OP ist in dieser Pyroxenart wenig ausgeprägt; parallele Streifung ist wiederum vorhanden. Die Auslöschungsrichtung ergibt als grösste Winkel 37° und 44° . Der Pyroxen stellt grosse, breite Durchschnitte von unregelmässigen Contouren dar, ohne krystalline Grenzen. Der Pleochroismus ist nicht ganz so deutlich, wie am Hypersthen, doch immer noch gut wahrnehmbar. Neben nichtpleochroitischen Schnitten, die nach Spaltbarkeit und Auslöschung parallel $\infty P \infty$ gehen, und gleichmässig dunkelgrün bleiben, gibt es deutlich pleochroitische, die einen Wechsel von dunkelgrüner und hellgelblichgrüner Farbe zur Schau tragen; es sind dies einestheils basische, andernteils orthopinakoidale Schnitte. Daraus geht hervor, dass a und c ungefähr gleichfarbig, beide grün bis dunkelgrün sind, während b hellgelblichgrün ist. Die Polarisationsfarben dieses Pyroxens sind sehr lebhaft; er findet sich gern in der Gesellschaft des Hypersthens und ist sehr frisch erhalten. Seine intensive Farbe lässt auf grossen Gehalt an Eisen schliessen, wie ja auch die übrigen Eigenschaften auf einen Diallag hinweisen. An Einschlüssen ist das Mineral nicht reich; es fehlen wie beim Hypersthen wiederum die braunen, rechteckigen Blättchen, welche ihm sonst wohl eigenthümlich sind. Hervorzuheben ist noch, dass dieser monokline, diallagartige Pyroxen gern mit dem rhombischen Pyroxen verwächst (s. Taf. VII, Fig. 1).

Eine derartige Durchdringung zweier Pyroxene hat zuerst Trippke¹⁾ constatirt. Rosenbusch erwähnt dieselbe von Bronzit

¹⁾ Neues Jahrbuch für Mineralogie 1878, pag. 673.

und Diallag. Fr. Martin¹⁾ fand Diallag mit einem rhombischen Pyroxen verbunden in den Gabbros von Ronsperg in Böhmen. Ueberhaupt scheinen Gabbros gern derartige combinirte Pyroxene zu beherbergen. Die Verwachsung geschieht nach Trippke analog dem gewöhnlichen Zwillingsgesetze des Augits, $\infty P \infty$ ist Zwillingsebene, d. h. es wechseln dünne Lamellen des rhombischen Pyroxens parallel $\infty P \infty$ mit solchen von Diallag parallel $\infty P \infty$. Merkwürdig ist an der Verwachsung der Pyroxene in den ceylonischen Gesteinen, dass beide Mineralien pleochroitisch und daher leicht von einander zu unterscheiden sind. Die Lamellen des diallagartigen monoklinen Pyroxens erlangen gewöhnlich ziemliche Breite, während die des Hypersthens schmal sind und bis zu unmessbarer Feinheit herabsinken. In letzterer Ausbildung sind sie nur bei gekreuzten Nicols als feinste, haarähnliche, verschieden polarisirende Linien erkennbar. Der monokline Pyroxen zeigt gewöhnlich deutlich feine Spaltungstracen, während der fein lamellare Hypersthen nur von irregulären Sprüngen durchzogen wird. Man kann das Verwachsungsgesetz der beiden Pyroxene auch so formuliren, dass man sagt:

Die beiden Pyroxene sind so miteinander combinirt, dass ihre gleichen Prismenwinkel gleiche Lage haben, also $\infty P \infty$ parallel geht mit $\infty P \infty$ und umgekehrt, oder von beiden Mineralien die spitzen und die stumpfen Prismenwinkel übereinanderliegen. Die Erscheinungsweise in den einzelnen Schnitten ist folgende:

1. In basischen Schnitten sind gitterartig struirte Gebilde des monoklinen Pyroxens zu sehen, mit der Spaltbarkeit nach ∞P ; grobe Querrisse gehen nach $\infty P \infty$, während eine feine Lamellirung nach $\infty P \infty$ gerichtet ist. Die Auslöschung erfolgt parallel einem Riss-system; es tritt $a =$ grün, $b =$ gelblich auf. Der Hypersthen zeigt nur irreguläre Sprünge, gerade Auslöschung und $b =$ gelb, $a =$ roth wie Granat.

2. Schnitte parallel $\infty P \infty$ löschen gerade und gleichzeitig aus, da $\infty P \infty$ und $\infty P \infty$ beider Pyroxene zusammenfallen. Als Farben treten für den Diallag dieselben auf wie oben, $c =$ grün, $b =$ gelb; für Hypersthen, $c =$ grün, $a =$ roth.

3. Schnitte parallel $\infty P \infty$ müssen am besten die verschiedene Natur der Componenten erkennen lassen; denn Diallag zeigt Auslöschungsschiefe bis 40° , während Hypersthen gerade auslöscht. Als Axenfarben werden hier wahrgenommen: für ersteren $c =$ grün, $a =$ grün; für letzteren $c =$ grün, $b =$ gelb. Daraus geht hervor, dass diese Verwachsung stets als solche zu erkennen sein muss; auch schon im gewöhnlichen Lichte.

Am häufigsten sind natürlich schiefgehende Schnitte anzutreffen. Sind hierbei die rhombischen Lamellen dünn und zeigen sich an deren Rändern dunkle Zersetzungsproducte, so sehen die rhombischen Pyroxene in gewöhnlichem Lichte oft wie dunkle Streifen der monoklinen Pyroxene aus. Bei gekreuzten Nicols findet dann keine exacte Auslöschung statt, sondern es treten buntfarbige, moiréartige Bänder

¹⁾ Tschermak, Min. u. petr. Mitth. XVI, 1897, pag. 116.

auf. Diese sind sehr oft zu beobachten und hiernach unschwer zu erklären.

Was das Auftreten der verschiedenen Pyroxene in den ceylonischen Pyroxengranuliten betrifft, so scheinen sich am liebsten Hypersthen und dunkelgrüner monokliner Pyroxen (auch in selbstständigen einzelnen Individuen) zusammenzufinden, während sich Enstatit gern mit einigen Blättchen des farblosen monoklinen Pyroxens vergesellschaftet. Letzterer ist auch allein im Gestein vorhanden; dies scheint besonders in granatfreien oder armen Gesteinen der Fall zu sein, während die rhombischen Pyroxene in den granatreichen das Feld behaupten.

Quarz tritt in den Pyroxengranuliten quantitativ hinter dem Feldspath zurück. Nie hat er krystallinische Grenzen, sondern immer körnige, unregelmässige Gestalt mit ausgezackten oder ausgebuchteten Rändern. Flüssigkeitseinschlüsse mit beweglicher Libelle, sowie Apatit- und Zirkonkryställchen oder -körnchen, Biotit, Pyroxen und Feldspath enthält derselbe oft in reicher Menge. Auf seinen zahlreichen Sprüngen sitzt rothbraunes, dendritisches Eisenhydroxyd.

Feldspath. Joh. Lehmann¹⁾ benutzt den Feldspath als Eintheilungsprincip für die Granulite überhaupt, indem er die normalen Granulite als Orthoklasgesteine, die Pyroxengranulite als Plagioklasgesteine auffasst und letztere daher als Plagioklasgranulite bezeichnet; er gibt aber auch Orthoklas noch als Gemengtheil derselben an. Dathé²⁾ legt nur dem Orthoklas der Pyroxengranulite eine classificatorische Bedeutung bei, indem er orthoklasfreie und orthoklasführende unterscheidet. Die bereits untersuchten Pyroxengesteine von Ceylon enthalten nach Al. Lacroix³⁾ Oligoklas, beziehentlich Andesin und „Feldspath“. Melzi's⁴⁾ Gesteine führten theils beide Feldspathe, theils nur Plagioklas. Die hier zu betrachtenden Gesteine sind alle mit einer einzigen Ausnahme durch Orthoklasgehalt ausgezeichnet; der Plagioklas wird sogar in einigen sehr zurückgedrängt.

Orthoklas. Die orthoklasreichen Pyroxengranulite bieten sehr schönes Material, um die charakteristische faserige oder mikroperthitische Ausbildung derselben zu studiren; der Orthoklas ist stets in dieser Weise entwickelt. Al. Lacroix berichtet hiervon nichts, wohl aber Melzi. Der Mikroperthit tritt auf in ziemlich gut ausgebildeten, regelmässig begrenzten Körnern, welche mit Quarz und Plagioklas die farblose, körnige Hauptmasse zusammensetzen. Schon bei schwacher Vergrösserung ist der Mikroperthit als solcher unter dem Mikroskop zu erkennen, da derselbe meist grosse und gut individualisirte Albitspindeln enthält. Dieselben zeichnen sich durch stärkere Lichtbrechung und einen grünlichblauen Schimmer aus, der sie deutlich von der farblosen Orthoklasmasse abhebt. Ihre Gestalt ist sehr variabel. Gewöhnlich sind es längliche; spindelförmige

¹⁾ Untersuchungen etc. 1884, pag. 213.

²⁾ Zeitschrift d. deutschen geol. Gesellschaft 1877, pag. 301.

³⁾ Contributions etc. 1889, pag. 213, 223, 227.

⁴⁾ Melzi: Sopra alcune etc. 1897, pag. 5-7.

Gebilde mit beiderseitiger Zuspitzung. Oft sind sie an der einen Seite abgerundet, an der anderen thränenförmig ausgezogen, zuweilen beide Seiten rundlich, beziehentlich eckig, so dass sie mehr leisten- oder plattenförmiges Aussehen erlangen. Grössere haben oft ganz irreguläre Form, erscheinen treppenartig abgesetzt und senkrecht zur Längserstreckung deutlich abgesondert. In ihrer Richtung, Anordnung und Vertheilung gleichen sie denen der normalen Granulite; da die Interpositionen hier weit seltener, aber in grösserer Ausbildung auftreten als gewöhnlich, so können sie an dem vorliegenden Materiale leicht auf ihre Natur geprüft werden. Zu einander sind sie meist parallel, wenn auch nicht immer völlig exact angeordnet. Ihre Orientirung im Orthoklase lässt sich an dessen Spaltungs- und Absonderungsrichtungen erkennen. Die Spaltbarkeit nach OP bildet deutliche, durch den ganzen Feldspath gehende oder hier und da unterbrochene gerade Risse. Weniger deutlich ist die Spaltbarkeit nach M und die Absonderung nach $\infty P \infty$. Letztere und die beste Spaltbarkeit nach P bilden Winkel von $114, 116, 118^\circ$, andererseits solche von $70, 68, 62^\circ$. Diese Richtungen stellen ein für die Orientirung wichtiges Tracensystem dar. Die Erscheinungsweise der verschiedenen Schnitte ist folgende:

1. In Schnitten parallel $\infty P \infty$ ist die den Kanten parallele Spaltbarkeit nach OP sehr gut ausgeprägt. Im Winkel von ca. 114° dazu geht eine weniger deutliche feine Streifung, welche der Absonderung fast parallel der Querfläche entspricht. In der Richtung derselben liegen die spindelförmigen Einlagerungen, also parallel c , während ihre Absonderungsrisse parallel OP verlaufen. Die pfiemenförmigen Interpositionen erscheinen daher in ihrer Längserstreckung. Betrachten wir einen solchen Schnitt bei gekreuzten Nicols, so treten die Lamellen bei Dunkelstellung der Hauptmasse hervor, wenn auch nicht gerade sehr deutlich, da sie verhältnissmässig klein sind. Die Auslöschung erfolgt in diesen Schnitten vollständig einheitlich. Die homogen erscheinende Hauptmasse des Mikropertbits zeigt gegen die basische Spaltbarkeit, beziehentlich die Kante P/M eine Auslöschung von $1-5^\circ$, was ihrer Orthoklasnatur entspricht. Für die Lamellen wurden im Verhältniss zu den Tracen von OP $13-17^\circ$ als Auslöschungsschiefe gemessen, was ihre Identität mit einem Albit oder Labradorit beweisen würde. Im convergenten polarisirten Lichte zeigt sich in diesen Schnitten ein zweiaxiges Interferenzbild, welches einen grossen Axenwinkel erkennen lässt.

2. Schnitte parallel $\infty P \infty$ enthalten die Einlagerungen, da sie parallel c verlaufen, in derselben Erscheinungsweise. Die beiden, fast senkrechten Spaltbarkeiten sind höchst selten bemerkbar, besonders da der Feldspath sehr frisch ist. Die undulirende Auslöschung und der kleine optische Axenwinkel sind weitere Charaktere dieser Schnitte.

3. In solchen parallel OP werden die Interpositionen schräg geschnitten, so dass sie als unregelmässige, meist längliche, auch verzerrte oder mehr rundliche und wurmförmige Gebilde erscheinen. Einzelne breite Einlagerungen lassen parallele Zwillingsstreifung erkennen; da die Auslöschung der Orthoklasmasse wiederum undulös

ist, wird die genaue Bestimmung erschwert. Die Hauptmasse löscht gegen die Kante P/M , bezw. die Spaltrichtung M gerade aus; da ihr ferner jede Spur einer gitterartigen, mikroklinähnlichen Structur fehlt, so müssen wir sie als Orthoklas bezeichnen. Die Einlagerungen weichen in ihrer Auslöschung nur wenig von der Orthoklassubstanz ab; es wurden Winkel von 2° , 4° gemessen. Daraus geht in Uebereinstimmung mit der Auslöschung auf $\infty P \infty$ hervor, dass die Lamellen einem Oligoklas-Albit und nicht einem Labradorit angehören. Neben den regelmässigen Interpositionen liegen im Orthoklas noch kleine runde Quarzkörner ohne jegliche Regelmässigkeit in der Anordnung, oft ähnlich dem „quartz de corrosion“, selten andere Gesteinsgemengtheile.

Der Plagioklas hat regelmässige Formen von geradliniger, aber nie krystallographischer Begrenzung. Er ist gut erhalten, nur selten etwas in Kaolin umgewandelt. Bei gekreuzten Nicols kommt die ausgezeichnete, meist einfache Zwillingsbildung zur Geltung. Die dem Periklingsetz folgenden Lamellen durchqueren meist nur einen Theil des albitisch verzwillingten Feldspathes, hier absetzend, dort weitergehend und so die unregelmässige Gitterstructur erzeugend, welche Winkel von $86-90^\circ$ aufweist. Die chemische Natur der Plagioklase ist verschieden. Einige polysynthetische Plagioklaslamellen zeigen Auslöschungsschiefen von 2 , $2\frac{1}{2}$, 3 , 4 , $4\frac{1}{2}^\circ$; sie gehören also dem Albit-Oligoklas ($Ab-Ab_2 An_1$) an. Neben diesem sauren Feldspathe ist noch einer von mittlerer Stellung ($Ab_1 An_1-Ab_1 An_2$) vorhanden, welcher nach seiner Auslöschungsschiefe von $7-9^\circ$ als Labradorit bestimmt wurde. Er ist charakterisirt durch die häufige doppelte Verzwillingung. Nach Dathé ¹⁾ ist dieser für die Pyroxengranulite typisch. An demselben wurde sogar abermalige Verwachsung nach dem Karlsbader Gesetz bemerkt. Endlich kommt noch ein basischer Plagioklas vor, der nach seiner Auslöschung an den Anfang der Bytownitreihe zu stellen ist, mit einer Zusammensetzung von $Ab_1 An_3-Ab_1 An_6$. Interessant sind die zahlreichen Einschlüsse der Plagioklase. Es sind einestheils Quarzkörner, andertheils Zirkone, Biotitschüppchen und Blättchen von Pyroxen. Quarz ist oft sehr reichlich vorhanden, so dass der Plagioklas bei gekreuzten Nicols wie mit gelben Körperchen übersät erscheint. Eine eigentlich schriftgranitische Verwachsung zwischen beiden Mineralien findet jedoch nirgends statt, nur hat diese Aggregation oft grosse Aehnlichkeit mit dem „quartz de corrosion“. Recht eigenthümliche Einschlüsse wurden in dem basischen Bytownit bemerkt (s. Taf. VII, Fig. 3). Sie bestehen aus nicht sehr zahlreichen länglichen Lamellen, von verschiedener, meist unregelmässiger Gestalt, welche als langausgezogene Blätter erscheinen, deren Längskanten nicht gerade sind, sondern oft Buchtungen, Auszackungen, Absätze zeigen. Besonders unregelmässig sind die Enden ausgebildet, schief zugespitzt, abgeschrägt oder abgerundet, zuweilen gefasert, aufgeblättert, umgeknickt. Oft sind die Lamellen etwas gebogen. Untereinander verlaufen sie ungefähr parallel, doch schon ihre verschiedene Form bedingt kleine Abweichungen hiervon. Der

¹⁾ Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellschaft 1877, pag. 288.

Zwillingsebene des Bytownits gehen sie mit ihrer Längsrichtung nicht ganz parallel, sondern bilden einen Winkel von $2-6^\circ$. Bei grösserer Regelmässigkeit in ihrer Ausbildung stellen sie farblose, längliche, fast regelmässig rechteckige Plättchen dar, die in ihrer Längsrichtung beiderseits über eine Zwillinglamelle hinausgehen. In einigen Schnitten haben sie runde, ovale, auch ganz irreguläre Formen, ähnlich grossen albitischen Einlagerungen des Mikroperthits. Doch sinken sie nie bis zu deren Kleinheit herab. Die Vertheilung der Einschlüsse ist so, dass sie meist den Kern der breiten, ausgedehnten Plagioklastafeln ausfüllen, während sie am Rande seltener werden. Gewöhnlich liegen sie in mehreren Reihen neben einander. Schon im gewöhnlichen Lichte fallen sie durch ihre stärkere Lichtbrechung auf, indem sie sich wie körperlich aus der sonst homogen erscheinenden Grundmasse hervorheben. Sehr deutlich treten sie im schräg auffallenden Lichte hervor. Bei gekreuzten Nicols werden die dünnen Plättchen von ihrem Wirth so sehr beeinflusst, dass eine genaue Bestimmung derselben im Dünnschliffe unmöglich erscheint. Es sind meist nur die typischen Zwillinglamellen des Bytownits zu sehen, welche die Interpositionen überstrahlen, beziehentlich verdunkeln. Am besten treten letztere hervor in basischen Schnitten, wenn die Zwillingsebene des Bytownits parallel dem Nicolhaupt-schnitte geht und die verschiedenen Plagioklastafeln gleiche Polarisationsfarben zeigen. Da sie allem Anscheine nach gerade auslöschbar, so dürften sie dem Orthoklas angehören. Nirgends ist eine von Zwillingbildung herrührende Streifung bemerkbar und ihre Lichtbrechung ist sehr verschieden von der des ebenfalls eingelagerten Quarzes, weshalb in der That die Annahme des Orthoklas richtig zu sein scheint. Doch soll nicht verhehlt werden, dass eine Täuschung betreffs des Maximums der Dunkelheit leicht möglich ist. Als Orthoklas müssten die Lamellen primären Ursprunges sein, während die Unregelmässigkeit ihrer Form, das zerfetzte und verbildete Aussehen, sowie die oft sehr undulöse Auslöschung des Bytownites mehr für eine secundäre Entstehung derselben sprechen, als deren Ursache vielleicht Druckerscheinungen anzusehen sind. Eine Identificirung mit der Erscheinung des Mikroperthit, also eine eventuelle Bezeichnung als Plagioklasmikroperthit, scheint ausgeschlossen, da die Ausbildungsweise dieser Interpositionen eine von den Mikroperthitspindeln recht verschiedene ist. Der Verlauf der Bytownitlamellen erleidet durch diese Einlagerungen keine ersichtliche Störung; daher ist kaum anzunehmen, dass es sich um etwas verschobene Lamellen dieses basischen Feldspathes handelt. Die Anordnung der Interpositionen innerhalb des Wirthes scheint parallel einer Pyramidenfläche zu sein, da ihre Längsrichtung mit $\infty \bar{P} \infty$ einen Winkel von $2-6^\circ$ bildet und sie wie das Mineral schief durchspießend erscheinen. Wir vermuthen also in diesen lamellaren Interpositionen im Bytownit entweder Orthoklas oder eventuell einen weniger basischen Plagioklas. Eine ähnliche Erscheinung hat jedenfalls Joh. Lehmann ¹⁾ wahrgenommen. Er hält die Einlagerungen

¹⁾ Untersuchungen etc. 1884, pag. 217.

für Quarzlamellen oder solche eines Kalknatronfeldspathes. Druck und moleculare Umlagerung sollen die Ursache derselben sein.

Unter den farblosen Gemengtheilen der Pyroxengranulite hat Al. Lacroix ¹⁾ auch Cordierit gefunden. Das in seinen „Contributions“ erwähnte grünlichgelbliche Umwandlungsproduct des Pyroxens sah er später in einem Zusatz in der englischen Uebersetzung ²⁾ von Mr. F. R. Mallet als ein solches des Cordierites an, da er denselben auch in frischen Stücken entdeckt hatte, ausgezeichnet durch „alle seine optischen Eigenschaften“ und die goldgelben Aureolen um die Zirkone. Das mir zur Verfügung stehende Material ceylonischer Pyroxengranulite enthielt nirgends auch nur Spuren von pleochroitischen Höfen um die nie mangelnden Zirkone und auch sehr dicke Schriffe zeigten bei keinem selbstständigen Gemengtheile den typischen Cordieritpleochroismus. Da jedoch manchmal farblose Gesteinselemente nach ihrem sonstigen Habitus Cordierit vermuthen liessen, so wurden besonders dickere Schriffe mehrmals kurze Zeit geglüht, um eventuell die Kriterien des Cordierits zum Vorschein zu bringen. Trotz wiederholter Versuche an verschiedenen Präparaten war es nicht möglich, weder eine Spur des Cordieritpleochroismus, noch pleochroitische Höfe um die eingeschlossenen Zirkone hervorzubringen. Da ferner viele der cordieritähnlichen Durchschnitte, gerade die, welche am meisten Veranlassung gaben, Cordierit zu vermuthen, sich im convergenten polarisirten Lichte durch ihr einaxiges Interferenzbild als Quarz documentirten, so bin ich zu der Ueberzeugung gekommen, dass in den untersuchten Handstücken ceylonischer Pyroxengranulite Cordierit nicht vorhanden ist.

Granat ist, wie für die übrigen ceylonischen Gesteine, auch für die Pyroxengranulite ein häufiger und charakteristischer Gemengtheil. In einem localen Vorkommniss fehlt er jedoch ganz. Wir werden die orthoklasführenden Pyroxengranulite nach dem Auftreten des Granats in granatführende und granatfreie eintheilen. Die Erscheinungsform des Granates ist der in den normalen Granuliten sehr ähnlich, nur oftmals noch irregulärer. In einigen Fällen übersteigt das Korn die Grösse einer Erbse. Makroskopisch ist er gewöhnlich nur in den grobkörnigen Varietäten zu sehen. Grössere, blassrothe Durchschnitte sind wie im normalen Granulit völlig erfüllt von zahlreichen Einschlüssen, unter denen alle Gemengtheile des Gesteins vertreten sind, was für die späte Entstehung desselben spricht. Quarz ist jedoch sehr selten in der regulären Form des Wirthes darin entwickelt. Dathe ³⁾ erwähnt als Einschlüsse kleine Granaten in der Form von ∞O , wahrscheinlich sind sie mit den oben erwähnten (vergl. pag. 237) Quarzen identisch. Die Zahl der umhüllten Quarzgebilde gibt zuweilen dem Granat ein siebartig durchlöcherteres Aussehen. Mikropegmatitische Verwachsung zwischen Granat und Quarz, beziehentlich Feldspath, wie sie Al. Lacroix ⁴⁾ im ceylonischen Pyroxengranulit oft gesehen

¹⁾ Contributions etc. 1889, pag. 213.

²⁾ Geol. Survey of India Records 1891, pag. 168.

³⁾ Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. 1882, pag. 285.

⁴⁾ Contributions etc. 1889, pag. 233.

und auch abgebildet hat, war nirgends vorhanden. Ueber diese Durchwachsung obiger Mineralien hat Mr. H. Holland¹⁾ in neuerer Zeit eine Untersuchung veröffentlicht, in der er an Pyroxengesteinen von Südindien zu dem Resultate kommt, dass dieses Phänomen eine secundäre Erscheinung sei, bedingt durch die gleichzeitige Entwicklung beider nach der primären Festwerdung des Gesteins. Im Granat liegen ausserdem noch Biotit- und Hornblendeblättchen, Eisenerz und selten Spinell. Interessant sind die grossen dunkelgrünen, monoklinen Pyroxene, welche entweder in Verbindung mit Quarz oder allein, entweder ganz oder theilweise von Granat eingeschlossen werden, ebenso die Einschlüsse von Zirkon, da sie oft Veranlassung zu einer eigenthümlichen, bei gekreuzten Nicols sichtbaren Lichterscheinung im Granat geben. Diese ist eine zwei- oder vierstrahlige Figur, bestehend aus Lichtbüscheln, die mit den Nicolhauptschnitten einen Winkel von 45° bilden, während die dem Fadenkreuz parallelen Theile ein dunkles Kreuz darstellen. Bei Drehung des Objectes bleibt die Erscheinung unverändert. Sie scheint eine Folge von Druckwirkung zu sein; übrigens ist der Granat in der Umgebung der Zirkonkörner nicht alterirt. Bei stärkerer Vergrösserung werden im Granat Flüssigkeitseinschlüsse sichtbar mit oft ruheloser Libelle, während grössere Rutilen fehlen. Dasselbe gilt von den nadelförmigen, sich unter 60° und 120° schneidenden Rutilen, die Lacroix²⁾ im Granat eines „Pyroxengeisses“ von Ceylon gefunden hat und die das Phänomen des Asterismus in den Granaten veranlassen sollen. H. Holland³⁾ hat diese Einschlüsse in neuerer Zeit an Granaten aus Pyroxengesteinen von Indien ebenfalls studirt und weist nach, dass sie nicht dem Rutil, sondern einem zweiachsigem monoklinen Minerale, nämlich dem Titanit angehören. Den Asterismus sollen sie nicht veranlassen und secundär entstanden sein, ihre Orientirung wird genau bestimmt. Der Granat der Pyroxengranulite ist sehr gut erhalten, was einigermassen verwundern muss, da diese Gesteine sonst gewöhnlich sehr alterirten Granat führen. Das Verhältniss zwischen Biotit und Granat ist, in Bezug auf Anordnung und Quantitätsverhältnisse, dasselbe wie in den normalen Granuliten. Ein gleiches existirt auch zwischen Pyroxen und Granat. Je geringer die Menge und je splittriger der Granat ist, desto grössere Quantitäten breitblättigen Pyroxens tingiren das Gestein. Ebenso spricht die Vertheilung der beiden Mineralien für eine gegenseitige Abhängigkeit. Kleinere Granaten befinden sich immer nur in der Nähe der Pyroxenindividuen und grössere Granatkörner werden von grünem Pyroxen umschwärmt, ohne besondere Beziehungen in ihrer Anordnung, etwa in der Form centraler Gruppierung des Pyroxens. Merkwürdig ist, dass mit Granat eingeschlossener Pyroxen sehr oft, fasst könnte man sagen, immer in Verbindung steht mit Quarz. Noch eigenthümlicher ist das randliche Eingreifen des Pyroxens in den Granat, so dass er nur zum Theil umschlossen wird. Manchmal, in einem örtlichen

¹⁾ Geol. Survey of India Records, vol. XXIX, Pt. I, 1896.

²⁾ Contributions etc., pag. 228.

³⁾ On the acicular inclusions in Indian Garnets. Geol. Survey of India Records, vol. XXIX, Pt. I, 1896, pag. 161.

Gesteinsvorkommnisse immer, wird der Granat von einer farblosen Corona oder einer weissen Hülle (s. Taf. VII, Fig. 2) von lichten Mineralien umgeben, die sich an alle Biegungen und Ausbuchtungen der Aussenfläche des Granats anschmiegt. Dieser farblose Kranz besteht zumeist aus Quarz, der undulös auslöscht, sowie aus Feldspath. Zuweilen steht derselbe in Verbindung mit einem grösseren Korn der betreffenden Substanz. Die Hülle ist scharf abgesetzt gegen die farblose Gesteinshauptmasse nach aussen, wie gegen den Granat nach innen. Auch Eisenerz und Biotit werden zuweilen in dieser Weise umhüllt. Meist ist diese Zone von gleicher Breite, selbst bei recht abweichenden Dimensionen des Kornes. Auch der Pyroxen recapitulirt, wie die farblose Hülle, die äussere unregelmässige Form des Granats in manchmal überraschender Weise. Er sitzt jedoch nie direct auf dem Granat, sondern ist entweder durch die farblose Corona oder durch das übrige Gesteinsgemenge überhaupt von ihm getrennt. Bei der Frische des Gesteins ist trotz der eigenthümlichen Gruppierung des Pyroxens nicht anzunehmen, dass er als Umwandlungsproduct des Granates zum Theil vollständig an dessen Stelle getreten sei. Es fehlt dem Granat jede Spur von Alteration, besonders ist nirgends etwas Aehnliches wie eine „kelyphitische Umwandlungszone“ sichtbar.

Biotit ist nur ein accessorischer Bestandtheil der Pyroxengranulite. Selten tritt er in den pyroxen- und hornblendereichen Gesteinen auf; einigen fehlt er ganz. Makroskopisch ist er nie sichtbar. Er gleicht dem des normalen Granulites; nur hat er oft viel unregelmässigeren Formen und erlangt grössere Dimensionen; auch ist er manchmal etwas verwitterter. Als erste Erscheinung der Alteration tritt Entfärbung ein, so dass die braune Farbe in eine grünliche, hellgrünliche verwandelt wird. Der Pleochroismus ist dann $a =$ fast farblos, b und $c =$ grünlich. Bei weiter vorgeschrittener Umbildung entstehen chloritische Schüppchen, sowie Calcit- und Epidotkörnchen, auch Magnetit wird ausgeschieden. Als Einschlüsse enthält der Biotit selten Apatit, Zirkon und sehr unregelmässige Quarzkörner. Der Spaltung parallel liegen lange, schwarze Täfelchen von Titaneisen. Die Verbreitung des Biotits im Gestein ist scheinbar unregelmässig. Doch ist er gewöhnlich reihenweise angeordnet, wodurch die unvollkommene Schieferung entsteht.

Der Amphibol ist ebenfalls nur ein accessorischer Bestandtheil. Wenn er auch manchmal in ziemlicher Menge auftritt, so fehlt er doch einigen Varietäten ganz; andere zeigen eine allmälige Anreicherung dieses Minerals. Melzi benutzt den Amphibol, um seine Pyroxengranulite in zwei Gruppen einzutheilen, was in der Folge auch hier geschehen soll. Quantitativ übertrifft die Hornblende gewöhnlich den Biotit, in einem Falle findet sich eine allmälige Steigerung des Amphibolgehaltes bis zum Ueberwiegen desselben. Die Hornblende dieser Pyroxengranulite ist die gewöhnliche grüne bis dunkelgrünbraune. Sie ist ausgezeichnet durch ihren sehr intensiven Pleochroismus, der in basischen Schnitten gelbliche bis honiggelbe

und braungelbe Farbe zeigt, während die prismatischen Schnitte ausser einer der genannten Farben noch tief dunkelgrünbraun oder schwarzbraun erscheinen. Demnach würde a gelblich, $b =$ braungelb und $c =$ dunkel- bis schwarzbraun sein. Die Spaltbarkeit ist so gut ausgebildet, wie sie in keinem Gestein leicht wieder zu beobachten ist. In basischen Schnitten zeigt sich die 124° bildende Spaltbarkeit nach ∞P , neben der selten noch Spuren der pinakoidalen nach $\infty P \infty$ und $\infty P \infty$ auftreten. Schnitte parallel c sind charakterisirt durch die parallelen Tracen jener Spaltrichtungen. Die Auslöschungsschiefe beträgt im Maximum $12-15^\circ$. Verhältnissmässig ist die Hornblende sehr gut und regelmässig ausgebildet. Basische Schnitte sind sechseckig, indem sowohl ∞P mit dem Winkel von 124° , als auch $\infty P \infty$ zu sehen sind. Die gerade auslöschenden, prismatischen Schnitte zeigen deutlich den Austritt einer optischen Axe, ebenso die parallel OP , woraus hervorgeht, dass $\infty P \infty$ optische Axenebene ist. Die Dispersion ist $\rho < \nu$. Sehr selten sind Zwillinge nach $\infty P \infty$. Einschlüsse sind keine Seltenheit. Neben grossen Quarzkörnern, deren einige kleine Apatite enthalten, liegen Zirkone und Biotitblättchen im Amphibol, als dessen secundäre Producte letztere erscheinen. Eine Entwicklung des Amphibols aus Pyroxen oder Granat ist nicht wahrzunehmen.

Zirkon wurde schon vielfach als Einschluss in den Gemengtheilen des Pyroxengranulites erwähnt. Er ist oft in grosser Menge vorhanden. Lacroix und Melzi erwähnen ihn nur zuweilen. Seine Ausbildungsweise ist dieselbe wie im normalen Granulit; kleine Körner und Krystalle treten auf, erstere von 0.2 mm Durchmesser, letztere mit ∞P und P und sehr schön entwickeltem Zonenbau. Sie erreichen eine Länge von 0.5 mm . Im Quarz und Granat geben sie Veranlassung zu der vorerwähnten Lichterscheinung. Gern gruppiren sich die Zirkone zu kleinen Häufchen oder kurzen Reihen.

Apatit fehlt nie ganz. In den sächsischen Pyroxengranuliten tritt er nach E. Dathe überhaupt nicht auf, während er anderorts gefunden wird. Lacroix und Melzi sahen ihn in den ceylonischen Gesteinen. Seine Krystalle erreichen oft bedeutende Grösse (0.6 mm Länge und 0.22 mm Breite). Die Kanten sind meist abgerundet. Ganz unregelmässige Körner haben einen Durchmesser bis zu 0.45 mm . Die langen, nadelförmigen Apatite zeigen zuweilen basische Absonderung, sind zersprengt und auseinandergerissen. An Einschlüssen sind die Apatite nicht arm, zuweilen ist deutlich ein Zirkonkorn oder ein stäbchenförmiger kleinerer Apatit zu erkennen.

Eisenerze sind ein wichtiger accessorischer Gemengtheil der Pyroxengranulite und erscheinen ganz constant. Lacroix und Melzi erwähnen in den ceylonischen Gesteinen nur Magnetit. Die Hauptmasse der opaken Bestandtheile ist allerdings dieses Eisenerz. Es erscheint in ganz unregelmässigen schwarzen Gebilden von metallischem Glanze. Selten sind Körnchen, welche an oktaëdrische Formen erinnern. Gern hält sich das Mineral in der Nähe der ge-

farbten Gesteinsgemengtheile auf, von denen es oft eingeschlossen wird. Es ist zuweilen in braunes Eisenoxydhydrat umgewandelt, das sich wie ein röthlicher Hof um das dunkle Korn herumlegt. Nicht selten wird es wie Granat und Biotit von einer farblosen Hülle aus Quarz und Feldspath umgeben (s. Taf. VII, Fig. 2). Beim Glühen erfolgt die Ausscheidung von braunem Eisenhydroxyd; es entfärbt sich aber sonst nicht; in Salzsäure löst es sich auf. Neben Magnetit ist zuweilen Eisenkies (Pyrit) wahrzunehmen, der sich durch seine im auffallenden Lichte speisgelbe Farbe und fast reguläre Form auszeichnet. Manche dunkle Erzpartikel sind Titanmagneteisen, da sie strahlige, grauglänzende Umwandlungsproducte in der Form des Leukoxens entwickeln.

Noch sind sehr seltene dunkelgrüne Pleonastkörner zu erwähnen, welche im Granat oder in dessen Nähe liegen und sich vom Eisenerz deutlich unterscheiden. Nach Lacroix¹⁾ bilden sie grosse Flocken.

Graphit konnte unter den Gemengtheilen nicht nachgewiesen werden.

Als Eintheilungsprincip für die Pyroxengranulite im Allgemeinen dient am besten der Orthoklas, so dass wir

orthoklasführende und

orthoklasfreie Pyroxengranulite

unterscheiden können.

Von diesen steht nur ein einziges Vorkommniss zur Verfügung, während von jenen Gesteine mit Granat und solche ohne Granat existiren. Die erste Gruppe der letzteren können wir wieder in amphibolfreie und amphibolführende eintheilen.

I. Orthoklasführender Pyroxengranulit.

a) Mit Granat, aber amphibolfrei.

Pyroxengranulit von Ragedara.

Dieses Gestein nimmt in besonderer Weise das Interesse in Anspruch, da es mit dem normalen Granulit das directe Nebengestein der Graphitgänge bildet. Schon von dem normalen Granulite wurde erwähnt, dass er ganz vereinzelt Pyroxen enthält. Das hier als Pyroxengranulit bezeichnete Gestein ist natürlich viel reicher daran, ist aber eigentlich kein typischer Pyroxengranulit, sondern stellt einen Uebergang zwischen den beiden Granuliten dar. Seiner Structur nach ist es äusserst grobkörnig, ohne jede eigentliche Schieferung, doch insofern mit einer Parallelstructur ausgebildet, als Differenzirung eingetreten ist, in dunkelgrüne Lagen von feinerem

¹⁾ Contributions etc. 1889, pag. 213.

Korn, aus Granat und dunkelgrün durchscheinendem Quarz und Feldspath bestehend, und in hellgrüne, ausserordentlich grobkörnige Gesteinspartien. Letztere enthalten bis über erbsengrosse, dunkelrothe Granaten, deren sich mehrere zusammenschaaeren, so dass granatarne und -reiche Theile entstehen. Feldspath und Quarz erscheinen hellgrün. Der ausgezeichnete Fettglanz der typischen Pyroxengranulite ist vorhanden. Das specifische Gewicht wurde zu 2·84 bestimmt. Alle Bestandtheile der Pyroxengranulite sind in diesem Gesteine zugegen, nur Hornblende fehlt. Quarz ist sehr zahlreich vertreten, von seinen zahlreichen Einschlüssen bieten nur die Zirkone durch die hier besonders gut bemerkbaren Lichtbilder einiges Interesse. Der Plagioklas gehört nach Zwillingsbildung und Auslöschungsschiefe meist dem Oligoklas an. Daneben gibt es breitblättrige Plagioklase mit undulirender Auslöschung, in welchen zuerst die eigenthümlichen lamellaren, unregelmässig gestalteten Interpositionen bemerkt wurden. Sie liegen allem Anscheine nach nur in den ganz grobkörnigen Partien des Gesteins, sind aber wegen ihrer Seltenheit und völligen Irregularität zu genauerer Untersuchung ungeeignet. Die Hauptmasse des Feldspathes wurde als ein Bytownit erkannt mit 17, 21 und 25° Auslöschungsschiefe. Ein Schnitt, der wegen seines Mangels an Zwillingsbildung und wegen seiner schief durchsetzenden Spaltbarkeit nach OP unzweifelhaft parallel $\infty \bar{P} \infty$ ging, wies einen Winkel von 31° auf, was für seine Bytownitnatur spricht. Orthoklasmikroperthit ist hier viel seltener als gewöhnlich, doch sehr typisch und deutlich. Seine Albitspindeln sind gut zu beobachten, einige werden 0·12 mm lang. Eingelagerte Quarzkörner bilden mit Feldspath zuweilen mikropegmatitähnliche Verwachsungen, dem „quartz de corrosion“ der Franzosen vergleichbar. Die farblosen Bestandtheile, besonders dieses Gesteines, wurden einer Prüfung auf Cordierit unterzogen, da es dem seiner Angabe nach Cordierit führenden „Leptynite à pyroxène“ Lacroix's¹⁾ am ähnlichsten ist, und wie dieses ein Uebergangsstadium zum Pyroxengranulit darstellt. Die Durchschnitte des Almandins verdienen besondere Beachtung, da seine Zirkoneinschlüsse vortrefflich die typischen Lichtbilder erzeugen, welche wegen der Isotropie des Granates gut zu beobachten sind. Die für dieses Gestein charakteristischen Pyroxene sind grüner, wenig pleochroitischer, rhombischer und nicht pleochroitischer, aber lebhaft polarisirender, monokliner Pyroxen. Biotit ist selten. Apatit bildet lange Nadeln oder grosse Krystalle (1·386 mm lang, 0·088 breit). Die übrigen Gemengtheile zeigen keine Eigenthümlichkeiten. Obwohl dieser Pyroxengranulit wie der normale Granulit von Ragedara das Nebengestein der Graphitgänge darstellt, wurden Blättchen oder Schüppchen dieses Minerals nirgends eingeschlossen gefunden. Besonders schön sind in ihm die eigenthümlichen farblosen Zonen oder Hüllen um Granat und Magnetit, beziehentlich Biotit zu sehen, welche aus Quarz und Feldspath bestehen, und an die sich im ersten Falle der Pyroxen parallel anlegt (s. Taf. VII, Fig. 2).

¹⁾ Contributions etc. 1869, pag. 212.

b) Orthoklasführender Pyroxengranulit mit Granat und Amphibol vom Adamspik.

Dieses Gestein stammt vom Fusse des seit mehr als zwei Jahrtausenden berühmten Bergkegels des Adamspiks, des legendenumwobenen Heiligthums der buddhistischen Welt, das für Millionen frommer Pilger ein Wallfahrtsort war und noch ist. Dort, wo sich die Wanderer noch einmal anbetend niederwerfen, ehe sie den eigentlichen Berg besteigen, wurde ein Stück gesammelt. Das Handstück dieses interessanten Gesteins zeichnet sich makroskopisch durch dunkle Farbe aus, rothe Granaten sind zu sehen, und es ist wegen seiner etwas grobkristallinen Beschaffenheit dem Gesteine von Ragedara sehr ähnlich. Die Bestandtheile sind dieselben wie in diesem, nur kommt noch Amphibol hinzu und der rhombische Pyroxen ist sehr schöner Hypersthen. Die farblosen Gemengtheile bilden etwa $\frac{1}{3}$ des ganzen Gesteins; hiervon kommt der kleinste Procentsatz auf den Quarz und den Orthoklasmikroperthit. Hauptgemengtheil ist der Plagioklas, welcher in zwei verschiedenen Mischungen vorhanden ist, als saurer Oligoklas und als breitplattiger basischer Bytownit. Letzterer zeigt neben den gewöhnlichen seltenen Einschlüssen der Plagioklase sehr typisch die lamellaren, blättrigen Interpositionen, welche einem Orthoklas oder einem saueren Plagioklas zugerechnet wurden (s. Taf. VII, Fig. 3).

Leider war kein weiteres Material vorhanden, um noch bessere Schlicke zu erhalten und das Phänomen genauer zu studiren. Granat bildet sowohl abgerundete Körner, wie ganz unregelmässige Fetzen oder bröckchenartige Stücke. Der neben dem typischen Hypersthen vorkommende pleochroitische, monokline Pyroxen hat diallagartigen Charakter. Ausser nicht pleochroitischen, dunkelgrünen Schnitten gibt es solche, die ausserdem gelbe Farbe zeigen. Die Auslöschungsschiefe auf $\infty P \infty$ wurde im Maximum zu $39-45^\circ$ gemessen. Zwischen den beiden Pyroxenen kommen hier regelmässige Verwachsungen vor; doch ist diese Erscheinung nicht gut zu beobachten, da die rhombischen Lamellen sehr schmal und am Rande verwittert sind. Bei gekreuzten Nicols erscheinen letztere als feine Linien oder dunkle, breite Bänder. Schiefe Schnitte löschen undulirend aus und lassen moiréartige Farben erkennen. Hornblende ist braun bis grünbraun. An einzelnen prismatischen Schnitten wurden $10, 11, 13^\circ$ Auslöschungsschiefe gemessen. Nur ein Zwilling nach $\infty P \infty$ war aufzufinden. Der Structur nach sind die beiden betrachteten Pyroxengranulite durch ihre Mittel- bis Grobkörnigkeit charakterisirt; die übrigen zeigen alle eine feinkörnige bis dichte Structur.

c) Granatfreier Pyroxengranulit aus dem Steinbruch zwischen Nuwara Elya und Hakgalla.

Dieses Gestein zeigt völlig die makroskopischen Eigenschaften eines ceylonischen Pyroxengranulites. Es ist immer granatfrei; die verschiedenen Handstücke haben, trotzdem sie aus demselben Bruche stammen, so variable Zusammensetzung, dass man versucht ist,

mehrere Arten zu unterscheiden. Besonders Biotit und Hornblende sind grossen Schwankungen unterworfen. Merkwürdig ist das Vorwiegen des Orthoklasmikroperthites, der in keinem Gestein so typisch ausgebildet ist wie in diesem, und daher Gelegenheit bot, jene Bestimmungen über diese eigenthümliche Verwachsung zweier Feldspathe vorzunehmen, deren Resultate schon mitgetheilt wurden. Plagioklas tritt fast ebenso hinter dem Orthoklas an Menge zurück wie in den normalen Granuliten. Er gehört dem Oligoklas an und hat oft recht zahlreiche Quarzkörner als Einschlüsse. Die farblose Hauptmasse, welche Quarz und Feldspathe bilden, wird durch grünliche trübe Wolken eines von dem zersetzten Pyroxen ausgehenden Infiltrationsproductes in unregelmässige Felder getheilt, indem circulirende Wässer die Zersetzungsproducte in fein vertheiltem Zustande fortführten und auf den Rissen, wie zwischen den Mineralien, wieder absetzten. Von den gefärbten Gemengtheilen des Gesteines zeigt der Pyroxen die grösste Constanz in seinem Auftreten. Er gehört der fast farblosen, nicht pleochroitischen, monoklinen Varietät an, welche salitartigen Charakter hat. Die Zersetzung in Viriditsubstanz ist oft sehr weit gediehen. Die Auslöschungsschiefe erreicht in verticalen Schnitten ein Maximum von 39—43°. Biotit bildet sehr breite Formen, deren Ränder zuweilen zerfasert sind. Er wird manchmal fast ganz verdrängt von Amphibol, so dass zwischen diesen beiden Mineralien ein eigenthümliches Wechselverhältniss leicht ersichtlich ist; denn, während in einigen Handstücken Biotit reichlich vorhanden ist, aber nur einige Blättchen von Amphibol auftreten, kehrt sich in anderen das Verhältniss völlig um. In dieser Hinsicht liessen sich sehr gut verschiedene Varietäten des Gesteines unterscheiden, doch scheint dies wegen ihrer localen Zusammengehörigkeit und der vorhandenen allmäligen Uebergänge unangebracht. Der grünbraune, ausgezeichnet pleochroitische Amphibol zeigt Auslöschungsschiefe von 13°. Zirkonkrystalle sind sehr schön zonal struirt; die einzelnen Schichten haben eine Ausdehnung von 0.055, 0.066, 0.079, 0.104, 0.127 *mm* Länge, bei einer Breite von 0.053—0.046 *mm*. Wenige grosse Apatitkrystalle sind vorhanden (0.55 *mm* lang, 0.22 *mm* breit); daneben gibt es auch grössere Körner von 0.3 *mm* Durchmesser.

II. Orthoklasfreier Pyroxengranulit von Dimbula Estate.

Der einzige typische Pyroxengranulit, welcher nur Plagioklas enthält aber auch Granat führt, stammt von Dimbula Estate, einer der zahlreichen Theeplantagen, die westlich von Nuwara Eliya ungefähr 4500 Fuss hoch im gebirgigen Theile Ceylons gelegen ist. Makroskopisch stimmt dieses Gestein mit dem Pyroxengranulit von Hakgalla überein. Als Bestandtheile erscheinen in diesem echten Pyroxengranulite Plagioklas, Quarz, zwei Pyroxene, Granat, Eisenerze, Apatit und Zirkon. Plagioklas ist so zahlreich vertreten, dass dieses Gestein sehr wohl den Namen Plagioklasgranulit verdient. Dieser Feldspath zeigt auffallend häufig in Folge doppelter Verzwillingung gitterähnliche Streifung. Die Lamellen, welche Zwillingen nach dem Albitgesetz entsprechen, sind manchmal von bedeutender Breite (0.19,

0.16—0.13 mm). Einige Plagioklaszwillinge sind nochmals nach dem Karlsbader Gesetz verwachsen, einmal sogar zwei schon doppelt verzwillingte Individuen. Diese Neigung zur Zwillingbildung weist in Uebereinstimmung mit der Auslöschungsschiefe von 7, 8, 9° auf einen in der Mitte der isomorphen Plagioklasreihe stehenden Feldspath, auf einen Labradorit hin, von $Ab_1 An_1$ — $Ab_1 An_2$. Ihm fehlen die eigenthümlichen lamellaren Interpositionen. In Bezug auf den Pyroxengehalt ist dieser Pyroxengranulit sehr typisch; denn es ist ein rhombischer Hypersthen und ein der dunkelgrünen Varietät angehörender monokliner Pyroxen vorhanden, mit zum Theil pleochroitischen, zum Theil einfarbigen Durchschnitten. Besonders schön ist hier die Verwachsung der beiden Mineralien zu sehen, da auch die rhombischen Lamellen etwas breiter ausgebildet und gut erhalten sind (s. Taf. VII, Fig. 1). Hornblende fehlt in diesem Gesteine ganz. Granat bildet auffallend kleine, unregelmässig contourirte Individuen und ist arm an Einschlüssen. Er vergesellschaftet sich gern mit den übrigen gefärbten Gemengtheilen, so dass in diesem Gesteine besonders deutlich eine Scheidung zwischen gefärbten und farblosen Partien zum Ausdruck gebracht wird, wodurch die unvollkommene Schieferung entsteht. Zonal struirter Zirkon von 0.347 mm Durchmesser schliesst wieder Zirkon ein. Apatit bildet grosse Krystalle von 0.45 mm Länge und unregelmässige, dicke Körner von 0.4 mm Durchmesser. Die betrachteten Pyroxengranulite sind zwar alle den von Al. Lacroix und von S. Melzi beschriebenen Gesteinen dieser Art ähnlich; keiner stimmt jedoch weder nach seinem örtlichen Vorkommen, noch nach seiner Composition vollständig mit einem derselben überein.

In ihrem Auftreten erscheinen die ceylonischen Pyroxengranulite wesentlich verschieden von den sonst mit diesem Namen bezeichneten Gesteinen. Es ist bekannt, dass man die Pyroxengranulite besonders typisch in Sachsen, stets wechsellagernd mit normalen Granuliten, oft als centimeterdünne Lagen, meist aber als decimeter- bis 1 oder mehrere Meter starke, flötzartige Bänke und endlich als 100 m mächtige, linsenförmige Complexe ausgebildet findet, was ja Veranlassung zu ihrer Bezeichnung gegeben hat. Von den übrigen, bis jetzt bekannten Pyroxengranuliten ist nichts erwähnt über eine derartige enge geologische Beziehung zwischen den beiden Granulitarten. Sie scheint nicht immer vorhanden zu sein, denn es werden von einzelnen Vorkommnissen oft nur normale, oft nur Pyroxengranulite beschrieben. Den ceylonischen Granuliten scheint eine derartige Wechsellagerung der beiden Gesteinstypen, soweit bis jetzt bekannt ist, zu fehlen. Nur in Ragedara war ein Uebergang der einen Gesteinsart in die andere zu constatiren. Sonst aber nehmen die Pyroxengranulite allem Anscheine nach eine ziemlich selbstständige Stellung ein; ja sie scheinen sogar auf Ceylon die normalen Granulite hinsichtlich der Verbreitung zu übertreffen; denn Lacroix fand sie bei Colombo, Melzi im südöstlichen Theile des centralen Gebirges und dem südöstlichen Hügellande, während die hier besprochenen Handstücke ausserdem noch dem südlichen und nordwestlichen Theile des Gebirgsmassivs angehören. Daraus geht hervor, dass man sie nach unseren bisherigen Kenntnissen wohl nicht mit Unrecht als

den verbreitetsten Gesteinstypus der krystallinischen Schiefergruppe auf Ceylon bezeichnen kann. Wenn nun auch von keiner typischen Wechsellagerung der beiden Granulitarten zu berichten ist, was immerhin als charakteristisch gelten muss, so findet doch wenigstens ein allmäliger Uebergang der normalen Granulite in die Pyroxengranulite statt. Lacroix¹⁾ redet hiervon, indem er von einer Varietät des „Leptynites“, dem „Leptynite à pyroxène“ sagt, dass er sich durch das Auftreten des Pyroxens in den „Pyroxengneiss“ verwandele. An anderer Stelle sagt er von den Pyroxengneissen: „Sie sind eingelagert (bei Kandy) in körnige Gneisse und „Leptynite“, in welche sie sich häufig verwandeln, durch Hinzukommen von Quarz und Verschwinden von Pyroxen.“ Melzi²⁾ fand nicht weit vom typischen Pyroxengranulit ein Uebergangsgestein zwischen „dioritischem Gneiss“ und jenem, das accessorischen Pyroxen und mehr Quarz enthielt. Ein solches haben wir in dem von Ragedara kennen gelernt. Hier wurden ja schon im normalen Granulit einzelne Pyroxenblättchen wahrgenommen, wodurch die enge locale Verbindung beider Gesteine noch wahrscheinlicher wird.

3. Gneiss.

Der Gneiss wurde von jeher als das Hauptgestein der Insel Ceylon angesehen. v. Richthofen³⁾ sagt darüber schon 1860: „Die krystallinischen Schiefer, aus denen das Gebirgsland mit allen hügeligen Ausläufern besteht, sind fast ausschliesslich Gneiss.“ Nach seiner Charakteristik sind sie „tiefgrün und immer sehr quarzreich“. Wahrscheinlich sind diese „Gneisse“ mit den betrachteten Pyroxengranuliten identisch. Zirkel⁴⁾ sagt über das Vorkommen von Gneiss in seinem Vortrage: „Die Berge bestehen vorwiegend aus stark gefaltetem, oft sehr granatreichem Gneiss und anderen krystallinischen Schiefen.“ Gneissdome treten nach ihm in merkwürdiger Isolirung südlich von Anuradhapura hervor. Al. Lacroix⁵⁾ rechnet, wie schon erwähnt, die meisten seiner in Ceylon gefundenen Gesteine zum Gneiss. Einige derselben wurden jedoch im Vorhergehenden mit den besprochenen Granuliten, beziehentlich Pyroxengranuliten identificirt. Es bleiben als echte Gneisse bei ihm nur noch übrig: Ein biotit- und sillimanithaltiger Gneiss von Kandy, der selten vorkommende Anorthitgneiss und ein körniger Mikroklingneiss. In letzterem, der bei Kandy nur wenig verbreitet vorkommt, ist der Feldspath interessant durch seine Einschlüsse. „Er ist nicht nur verquarzt, sondern auch schriftgranitähnlich mit Quarz verwachsen (quartz de corrosion). Daneben treten noch längliche Einschlüsse auf, welche mit ihrer Hauptaxe der Verticalaxe des Feldspathes parallel gehen. Sie sind

¹⁾ Contributions etc. 1889, pag. 212, 222.

²⁾ Sopra alcune etc. 1897, pag. 4.

³⁾ Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges. 1860, pag. 525.

⁴⁾ Vortrag etc. 1896, pag. 8, 31.

⁵⁾ Contributions etc. 1889, VII, pag. 198 u. ff.

stärker lichtbrechend, und haben grössere Doppelbrechung als Feldspath. Die Stärke ihrer Brechung ist so gross, dass sie den Quarz, und ihre Doppelbrechung so schwach, dass sie den Glimmer ausschliessen. Die Eigenschaften, welche man sonst beobachtet, sind ungenügend, um ihre Natur zu bestimmen¹⁾.“ Zwei Jahre später, 1891, entschied sich Lacroix für die Auffassung derselben als Quarz, wie aus dem Zusatz für den englischen Uebersetzer seiner Schrift hervorgeht. Er sagt dort²⁾: „Ich habe zweifellos ermittelt, dass ihre Brechung (entgegengesetzt von dem, was ich früher dachte) dieselbe ist, wie die des Quarzes im Gestein, und sie müssen vielleicht als aus Quarz zusammengesetzt betrachtet werden. Sie stellen eine besondere Form des „quartz de corrosion“ dar.“ Jedenfalls ist es ein Orthoklasmikroperthit, den Lacroix hier beobachtete. Auch Melzi³⁾ nimmt das an und bezeichnet diese Erscheinung in seinem mit Lacroix's Gestein identischen Mikroklingneiss von Kandy als Mikroperthit. Melzi fand derartige Gneisse auch noch an der Ostküste der Insel in den Provinzen Batticaloa und Hambantota; die typische Form desselben stand bei Wirawilla an. „Dioritischer Gneiss“ ist nach Melzi wenig ausgedehnt bei Kandy und Matale; derselbe ist local mit dem Pyroxengranulit durch Uebergänge eng verbunden, steht diesem also nicht fern. Westlich von Kandy, an der Strasse nach Colombo, fand Melzi einen Biotitgneiss und endlich einen Mikroperthitgneiss mit Pyroxen und Olivin in dem östlichen Theile der Insel bei Tandiadi, Tank e Komariya in der Provinz Batticaloa und bei Periya Panava. F. Sandberger⁴⁾ redet von Gneiss als dem verbreitetsten Gesteine Ceylons. Nach Johannes Walther⁵⁾ herrschen „graue Domgneisse, die sich in mächtigen Blockdomen überall aus dem Urwalde erheben“, vor im südwestlichen Theile der Insel zwischen Kaltura und Ratnapura. Dieselben zeigen sehr weitgehende Zersetzung in Laterit.

Wir waren in der Lage, zwei ceylonische Gneisse zu untersuchen, die sich schon makroskopisch sehr von den Pyroxengranuliten unterscheiden, weniger durch ihre Structur, die mehr körnig als schiefrig zu nennen ist, als durch ihren Gehalt von Biotit. Es ist das:

- a) Pyroxenführender Granatgneiss von Tirupane, und
- b) Amphibolgneiss von Dambulla.

a) Pyroxenführender Granatgneiss von Tirupane.

Dieses Gestein entstammt dem nördlichen Hügellande von Ceylon; denn der Ort Tirupane liegt nördlich von Matale an dem Wege nach der alten Königsstadt Anuradhapura. Südlich von Anuradhapura gibt es nach Zirkel⁶⁾ merkwürdig isolirt hervortretende Gneiss-

¹⁾ Contributions etc. 1889, VII, pag. 215

²⁾ Geological Survey of India Records, vol. XXIV, 1892, pag. 168.

³⁾ Sopra alcune etc. 1896, pag. 9.

⁴⁾ Neues Jahrbuch f. Mineralogie, 1887, II, pag. 12.

⁵⁾ Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., 1889, pag. 360.

⁶⁾ Ceylon. Vortrag etc., pag. 30.

dome. Einem solchen dürfte dieses Gestein entstammen. Makroskopisch zeigt es allerdings sehr wenig gneissartigen Charakter, denn die Schieferung fehlt fast ganz; die Structur ist mittelkörnig. Sehr zahlreiche, schwarzglänzende Biotitblättchen, neben denen rothe Granaten liegen, sowie grünlich erscheinende Quarze und Feldspathe sind mit blossem Auge erkennbar. Das Gestein ist frisch, ohne Spuren von Lateritbildung. Bei mikroskopischer Untersuchung treffen wir die charakteristischen Bestandtheile wieder, welche den Pyroxengranuliten eigenthümlich sind; von farblosen Mineralien: Quarz, Plagioklas und Zirkon; von gefärbten: Biotit, Hypersthen, Granat und Magnetit. Wenn das Gestein auch so der Natur seiner Gemengtheile nach einem biotitreichen Pyroxengranulit sehr nahe steht, so ist es doch wegen seines grossen Glimmerreichthums und des Mangels an monoklinem Pyroxen hier als Gneiss bezeichnet worden. Die Erscheinungsweise der Bestandtheile ist nur zum Theil eine etwas andere als im Pyroxengranulit. Hauptbestandtheil ist der Plagioklas. Seine meist dem Albitgesetz folgenden Zwillingslamellen werden zuweilen 0·2—0·3 mm breit, selten werden sie von anderen unter fast 90° durchkreuzt. Ihre Auslöschungsschiefe beträgt nach verschiedenen Messungen 12—18—21°, weshalb hier ein Labrador-Bytownit ($Ab_1 An_2 - Ab_1 An_6$) vorliegt. Orthoklas wurde nur ganz accessorisch bemerkt. Der Glimmer ist bald mehr, bald weniger der Verwitterung anheimgefallen. Auffallend häufig treten wellig unregelmässige Durchschnitte von Biotit auf. Neben Zirkonkörnchen mit zuweilen pleochroitischer Aureole schliesst er längliche Plättchen von Titaneisen und unregelmässige, beziehentlich dihexaëdrische Körnchen von Quarz ein. Granat ist auch in diesem Gneiss häufig und ist dem des Pyroxengranulites ganz ähnlich; granatoëdrische Quarzeinschlüsse enthält er jedoch fast gar nicht. Auch die übrigen Gemengtheile, darunter Hypersthen, sind analog ausgebildet wie die der Pyroxengranulite.

b) Amphibolgneiss von Dambulla.

Er entstammt demselben Gebiete wie der obige Granatgneiss; denn Dambulla liegt ebenfalls an der Strasse von Matale nach Anuradhapura, etwas südlich von Tirupane. Makroskopisch gleicht dieses Gestein bei seiner ebenfalls mittelkörnigen Structur und dunklen Farbe ganz dem Granatgneiss, nur werden die glänzenden Biotitblättchen zurückgedrängt durch die sehr deutliche Hornblende, die fast porphyrähnlich ausgeschieden ist. Der Gehalt an Amphibol, Mikropertit und secundärem Calcit ist für diesen Gneiss charakteristisch.

Orthoklas ist in typischer Weise mikropertitisch, oft äusserst feinfaserig ausgebildet; an Menge kommt er dem Plagioklas gleich. Plagioklas ist sehr oft doppelt verzwillingt, was in Gemeinschaft mit der beobachteten Auslöschungsschiefe von 9—10° auf einen Labradorit hinweist. Auf seinen Sprüngen sitzt secundär eingedrungener Calcit. Den Gneisscharakter vollendet der zahlreich vorhandene grossblättrige Biotit. Er ist ebenso stark zersetzt, wie der des Biotitgneisses. Der Amphibol hat den charakteristischen Pleochroismus: $\alpha =$ gelbgrün

b — grün bis grünlichbraun, c = dunkelbraun bis schwarz. Die Spaltbarkeit nach ∞P ist meist sehr markant, seltener die nach $\infty P \infty$ und $\infty P \infty$. Zwillinge nach ∞P wurden nicht beobachtet, Oft ist die Hornblende alterirt; als Producte sind Biotit, Calcit und schmutzig grünlicher Chlorit zu erkennen; auch Eisenerz wird ausgeschieden. Als Einschlüsse enthält der Amphibol grosse Quarzkörner, Biotit und accessorische Gemengtheile. Calcit bildet hier zum ersten Male in den aufgeführten ceylonischen Gesteinen auch grössere Partien; ausserdem füllt er alle Sprünge und Hohlräume aus, und zwar fast immer als ein sehr feinkörniges, nahezu dichtes Aggregat, weniger als einzelne Körner.

4. Granite.

Granite, überhaupt typische Eruptivgesteine sind von der Insel Ceylon noch nicht beschrieben. Sir Emmersen Tennent¹⁾ sagt vom Granit, dass er den Gneiss durchbreche. Diese Angabe bezeichnete aber v. Richthofen²⁾ als nicht ganz zuverlässig; er selbst hat im südwestlichen Theile der Insel und im Gebirgslande von Ceylon keine Granite gefunden. Eine Notiz über ein Granitvorkommniss findet sich auch bei Joh. Walther³⁾, welcher sagt: „In der Mitte des Weges zwischen Ratnapura und Kaltura sperrt ein fester Granitriegel die Thalsohle“ (des Kaluganga). Lacroix⁴⁾ erwähnt körnige Granite unter dem Namen „granulites éruptives“. Das als Mikroklingneiss bezeichnete Gestein von Kandy soll eventuell auch ein solcher eruptiver „Granulit“ sein. Derartige Gesteine bilden nach ihm einen Uebergang zwischen Gneiss und Leptynit⁵⁾. Zirkel⁶⁾ redet von Granit, der die krystallinischen Schiefer durchbricht. Häufig muss der Granit im nördlichen Theile der Insel vorkommen. Denn in der alten Königstadt Anuradhapura hat man denselben vor mehr als zweitausend Jahren bereits in ausgedehnter Weise als Baustein benutzt, wovon die heutigen Reste Zeugnis ablegen. So stehen z. B. drei Reihen schön gemeisselter und mit Capitälern geschmückter Granitsäulen um die Thuparama-Dagoba. In der Nachbarschaft derselben erheben sich im Walde unzählige Monolithen, 12 Fuss hohe Granitsäulen, wie ein versteinertes Wald aus dem Humusboden hervor, die ehemals als Substructionen für Paläste und andere Gebäude dienten. Der sogenannte Brazen palace ist weiter nichts als eine Versammlung von circa 1600 derartiger Granitmonolithen. Wahrscheinlich kommen diese Granite aus dem nördlichen Theile der Insel. Bekannt sind bis jetzt dort allerdings nur die Granite von Kurunegala, welche aber in Luftlinie 51 Miles von Anuradhapura entfernt liegen. Diese Granite von Kurunegala sind nicht nur von

¹⁾ Ceylon an account etc., 1860.

²⁾ Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellsch., 1860, pag. 527.

³⁾ Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellsch., XLI., 1889, pag. 160.

⁴⁾ Contributions etc., 1889, pag. 214.

⁵⁾ Contributions etc., 1889, pag. 211.

⁶⁾ Vortrag etc., 1896, pag. 8.

Interesse als unzweifelhafte ceylonische Eruptivgesteine an sich, sondern besonders auch wegen ihrer eigenthümlichen Erscheinungsweise im Felde und wegen der sonderbaren Erosionserscheinungen, die sich an diesen Felsen ausserordentlich auffallend bemerkbar machen. Trotzdem die Handstücke von derselben Oertlichkeit kommen, sind doch zwei verschiedene Granite zu unterscheiden, die sich schon makroskopisch ohne Weiteres zu erkennen geben. Nach der Zusammensetzung ist das ein Biotitgranit und ein Amphibolgranit.

a) Biotitgranit.

Dieses Gestein stellt ein deutlich mittel- bis grobkörniges Gemenge von farblosem, glasglänzenden Quarz und trübem, milchig-weißen und bräunlichgrauen Feldspath dar. Letzterer bestimmt die grauweiße Farbe des ganzen Gesteins; er erscheint schon makroskopisch sehr zersetzt. Das ganze trübgrauweiße Gestein ist gesprenkelt mit schwarzglänzenden Pünktchen oder Blättchen von Biotit. Hornblende bildet einige makroskopische Butzen. Ausserdem wird noch glänzender Eisenkies bemerkt. Mikroskopisch erscheint Quarz, Plagioklas, Orthoklas, Mikroperthit, Biotit, Eisenerz, Zirkon und Apatit. Die grossen Quarzkörner enthalten kleinere Quarze in sich, welche zwischen gekreuzten Nicols sehr deutlich hervortreten, eine keineswegs sonst sehr häufige Erscheinung. Solche liegen auch gern in anderen Bestandtheilen des Gesteines. Plagioklas ist nach seiner 3—4^o erreichenden Auslöschungsschiefe ein Albit-Oligoklas. Von wurmförmigen Quarzen wird er oft ganz durchdrungen, oder zahlreiche rundliche Körnchen desselben lassen ihn wie siebartig durchlöchert erscheinen. Doch fehlt den Einschlüssen die gleiche Orientirung, so dass nur eine mikropegmatitähnliche, dem „quartz de corrosion“ vergleichbare Structur entsteht. Hauptbestandtheil ist der Orthoklasmikroperthit, dessen sehr kleine albitische Einlagerungen gewöhnlich den ganzen Feldspath erfüllen. Neben den bis zu unentwirrbarer Kleinheit herabsinkenden Plagioklasspindeln liegen meist auch einige grössere, an denen schon bei gewöhnlicher Vergrösserung die zur Längserstreckung senkrechte Absonderung sichtbar ist. Ausserdem schliesst der Mikroperthit sehr häufig Quarzkörner ein, so dass einzelne Feldspathe wie damit übersät erscheinen. Die übrigen Gemengtheile des Gesteins sind nur in geringer Menge vorhanden. Der Biotit stellt kleine, lang ausgezogene Schüppchen von intensivem Pleochroismus dar: a und b = hellgelb, c = dunkelbraun.

Die Hauptbestandtheile dieses Granites, besonders die Feldspathe und Biotite, sind zum grössten Theile nicht mehr frisch, was nicht zu verwundern ist, da er jedenfalls ehemals dem Einfluss des Wassers ausserordentlich ausgesetzt war. Die verschiedenen weit vorgeschrittene Zersetzung der Feldspathe erzeugt trübgraue, körnig kaolinartige Massen, welche den eigenthümlichen, schon makroskopisch wahrnehmbaren Charakter derselben bewirken. Manchmal findet im Plagioklas ein abweichendes Verhalten der Lamellen bei der Umwandlung statt. Im Mikroperthit folgt die Zersetzung mehr der Richtung, wie sie durch die albitischen Einlagerungen angezeigt wird,

während auf den Spaltrissen parallel P oft gar keine Producte abgesetzt sind und von einer netz- oder gitterartigen Anordnung derselben nichts zu sehen ist. Auch die Albiteinlagerungen sind von der Decomposition ergriffen, welche an den Absonderungsrissen begiint und diese sehr deutlich macht. Am Biotit ist nicht nur eine Aenderung der Farbe eingetreten, sondern es sind auch Umwandlungsproducte entstanden, wie Epidot, Calcit, Magnetit und Eisenhydroxyd. Letzteres setzt sich in der näheren und weiteren Umgebung des Biotites als rothbraun glänzende, dendritische Substanz ab, erscheint aber auch weiter fortgeführt in die Risse und Spalten des Gesteins und der Mineralien. Es umzieht zuweilen die farblosen Bestandtheile, besonders den Quarz, wie mit einem rothbraunen, schmutzigen Ringe.

b) Amphibolgranit.

Schon makroskopisch unterscheidet er sich wesentlich von dem Biotitgranit. Die sehr deutlich grobkörnige Structur wird veranlasst durch Quarz, Feldspath und Hornblende; selten ist Biotit erkennbar. Quarz hebt sich als deutliche farblose, glasglänzende Körner von dem harzig glänzenden, trübbraunen Feldspath ab. Letzterer gibt dem Gestein das eigenthümlich ölige, braunfarbige Aussehen. Dazu kommt der Amphibol, welcher in Form deutlicher schwarzer Flecken den schönen Gesteinshabitus erzeugt und diesen Granit von dem Biotitgranit unterscheidet. Da letzterer aber einige Butzen von Hornblende enthält, so gehen beide wahrscheinlich continuirlich in einander über. Der Quarz gleicht in Allem ganz dem des Biotitgranites. Plagioklas ist sehr regelmässig contourirt, einfach, selten doppelt verzwilligt. Nach seiner Auslöschung, die zu $7-15^{\circ}$ gemessen wurde, ist er der Labrador-Bytownitgruppe ($Ab_5 An_6 - Ab_1 An_3$) zuzuzählen. Im Vergleich zum Plagioklas des Biotitgranites ist er sehr frisch. Mikroperthit bildet auch in diesem Granit wie in den Gneissen und Granuliten den wesentlichsten Bestandtheil, was sonst eine nicht sonderlich häufige Erscheinung ist. Er ist wiederum frischer als der des Biotitgranites; nur selten sind Streifen graugrünlichen Kaolins zu sehen. Die Albitspindeln sind von verschiedener Grösse. Deutlich ist zu beobachten, wie sie allmähig bis zu mikroskopischer Feinheit herabsinken. Ein solche enthaltender Orthoklas macht dann bei schwacher Vergrößerung ganz den Eindruck eines Quarzes; bei etwas stärkerer Vergrößerung wird seine bisher glatt und eben erscheinende Oberfläche runzelig, rauh, noch deutlicher bei stärkster Vergrößerung, wobei manchmal noch nicht einzelne Spindeln zu unterscheiden sind, sondern die Mikroperthitnatur mehr zu vermuthen als zu sehen ist. Im convergenten polarisirten Lichte lässt sich aber leicht der Beweis erbringen, dass wir es nicht mit Quarz zu thun haben. Es ist vielmehr eine fast submikroskopische Ausbildung des Mikroperthites, beziehentlich ein Orthoklas (Kalifeldspath), der voraussichtlich auch Na enthält. Der Amphibol hat keine krystallinischen Formen, der intensive Pleochroismus zeigt als Axenfarben $a =$ gelb, grünlichgelb, $b =$ hellbraun, $c =$ dunkelbraun bis schwarz. Die Spaltbarkeit nach ∞P mit dem Winkel von 124° ist äusserst typisch

entwickelt, selten von der pinakoidalen durchkreuzt. Neben Quarzkörnern enthält der Amphibol Biotitblättchen und Magnetit. Biotit stellt weniger breite als lange, leistenförmige Durchschnitte dar. Im Biotit liegen neben rundlichen oder wurmförmig gewundenen Quarzgebilden Titaneisentäfelchen und Zirkone. Biotit steckt oft zur Hälfte im Amphibol, oft wird er ganz von ihm eingeschlossen. Eisenerze gleichen denen des Biotitgranites. Apatit und Zirkon erlangen grössere Verbreitung. Ersterer bildet manchmal sehr schöne Krystalle, die eine Länge von 0·52—0·55 *mm* und eine Breite von 0·13—0·25 *mm* erreichen. Oft ist an ihnen Absonderung nach *OP* zu sehen.

Die Granitfelsen von Kurunegala zeigen eine sehr interessante Erscheinungsform. Sie erheben sich, direct von der Ebene aufsteigend, zu bedeutender Höhe. Besonders im Osten der Stadt bildet der Granitfels einen isolirten Berg von etwa 300 *m* Höhe. Während der Regenzeit stürzt das Wasser über die Felsen herab und es hat (in früheren Perioden) einen grossen Geröllhaufen am Fusse des Berges abgelagert. Von hier aus steigt der wie künstlich geglättete, nackte Fels, einer Steinwand vergleichbar, fast senkrecht empor. Dieser Berg heisst bei den Eingeborenen wegen seiner eigenthümlichen Gestalt Atagala, d. h. Elephantenberg. Nach Nordwesten zu folgen auf ihn ganz ähnliche, so dass ein 8 miles langer Gebirgszug entsteht. Die einzelnen Berge steigen ebenfalls ohne jede Vermittelung aus der Ebene empor und tragen auch Thiernamen, wie Schildkrötenfels, Käferfels und Aalfels. Als letzter liegt im Norden ein isolirter, steiler, mit einem ungeheuren Bienenkorb vergleichbarer Berg, der Yakdessagala. Diese steilen Bergmassen erstrecken sich in gerader Richtung, einem Riesenwalle vergleichbar, von Südosten nach Nordwesten. Aus der Analogie ihres Auftretens, welche diese Thierberge als einheitlichen Gebirgszug auffassen lässt, kann gefolgert werden, dass auch sie alle, ebenso wie der Atagala von Kurunegala, granitischer Natur sind.

Besonderes Interesse bieten diese Felsen von Kurunegala wegen ihrer Farbe und der sonderbaren Erosionserscheinungen an ihrem Fusse, die Zirkel¹⁾ der äusseren Erscheinungsweise nach mit dem glacialen Gletschergarten bei Luzern vergleicht. Gewaltige Riesentöpfe und tiefe Rinnen zeugen von der enormen Kraft, mit der das Wasser über diese Felsen herabgestürzt sein muss. Als eine Wirkung desselben muss die vollständige Glätte der Felsen, sowie ihre braunschwarze bis ganz dunkle Farbe angesehen werden; denn die Felsen erscheinen metallisch glänzend, wie mit Graphit überstrichen, weshalb sie kurz als die „schwarzen Felsen von Kurunegala“ bezeichnet werden²⁾. Diese Farbe rührt her von einer eigenthümlichen dunklen Rinde, welche jedenfalls dem Wasser ihre Entstehung verdankt. Die Oberfläche war so geradflächig eben ausgedehnt, dass es nicht gelang, auch nur einen Scherben davon abzuschlagen; leider ist es daher unmöglich, die Ursache dieser Er-

¹⁾ Vortrag etc. 1896, pag. 22.

²⁾ Von diesen scheint Joh. Walther gehört zu haben und sie für Graphitberge zu halten. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. XLI, 1889, pag. 360.

scheinung an dem Granit von Kurunegala selbst zu studiren. Doch stand ein Gestein mit ganz analoger derartiger Rinde von den Felsen des ersten Nilkataraktes bei Assuan zur Verfügung, welches eine Bemerkung über die Ursache dieser eigenthümlichen Färbung gestattet. Sie wurde schon vielfach bemerkt von P e c h u e l L o e s c h e¹⁾ auf Gesteinen im Gebiete des Kirilu, von W i s s m a n n²⁾ an schwarzen Sandsteinen in Westafrika, von H u m b o l d t³⁾ in Südamerika. Joh. W a l t h e r⁴⁾ glaubte etwas Aehnliches im Dschungel von Ceylon gefunden zu haben, als sich zeigte, dass es nur beim Abbrennen des Urwaldes abgelagerter Russ war. Genauer beschrieb R u s s e g g e r⁵⁾ diese Rinde von den Granitfelsen der Nilkatarakte von Assuan. Er sagt darüber: „Die Felsen tragen an ihrer Aussenseite einen ganz dünnen, dunkelschwarzen, stark glänzenden Ueberzug, der ihnen das Aussehen gibt, als wenn sie gepecht wären. Dieser ist so fest mit der Masse verflochten, dass er nicht davon getrennt werden kann. Besonders deutlich ist derselbe nahe dem Wasser.“ Unser Material stammt von derselben Oertlichkeit; die Gesteinshandstücke gehören dem Mikroklingranit, mit dem bekannten röthlichen Mikroklinfeldspath an; auf den Bruchflächen hat sich Eisenoxydhydrat abgesetzt, während die Oberfläche des Gesteins mit der schwarzen, graphitähnlich glänzenden Rinde bedeckt ist. Sie umhüllt auch die Ränder an den Rissen des Gesteines und ist ein wenig in dieselben eingedrungen. In einem senkrecht auf die Felsenoberfläche geführten Dünnschliffe, welcher die dunkle Rinde grösstentheils unversehrt liess, zeigte sich, dass letztere nicht etwa ein Umwandlungsproduct der die Oberfläche bildenden Gesteinsmasse ist, sondern als ein äusserer mechanischer Absatz auf der Oberfläche selbst sitzt. Besonders deutlich ist dies in Folge der Farbengegensätze an den Stellen zu sehen, wo Quarz an der Aussenseite des Gesteins liegt; doch ist im auffallenden Lichte auch zwischen dem rothen Feldspathe und der dunklen Rinde eine scharfe Grenze sichtbar. Die Breite dieser Rinde wurde an einigen Stellen zu 0·08 mm gemessen. Eine unlösbare Verbindung zwischen dieser Hülle und dem Gestein besteht nicht, denn an einigen Stellen des starken Schliffes war sie durch die Schleifoperation bereits abgerissen worden, während sie an einem Schliffe von gewöhnlicher Dünne ganz verschwunden war. Mit einem spitzen Instrument lässt sie sich leicht ablösen. Einiges auf diese Weise isolirte Material wurde zu einer chemischen Analyse benutzt; dieselbe ergab folgende Zusammensetzung der Rinde:

	Procent
$Mn_3 O_4$.	32·18
$Fe_2 O_3$	21·84
$H_2 O + O_2 + CO_2$ (Glühverlust)	18·39
Gesteinssubstanz	27·58
	99·99

¹⁾ Petermann's Mitth. XXIII, pag. 12.

²⁾ Wissmann, Unter deutscher Flagge quer durch Afrika.

³⁾ Humboldt, Reisen. Bd. IV, pag. 217.

⁴⁾ Abhandl. d. kgl. Gesellsch. d. Wiss., 27. Bd., Abhandl. d. math. Cl., 16. Bd.

⁵⁾ Russegger, Reisen. Bd. II., pag. 321.

Mangan ist allerdings bis jetzt erst einmal im Schlamme des Niles in Spuren aufgefunden worden. Moser¹⁾ veröffentlichte 1856 eine Analyse desselben, welche unter Anderem (7·228 % Eisenoxyd) 9·116 % Thon und Spuren von Phosphorsäure, Mangan und Kohlensäure ergab. Die einzige Analyse des Nilwassers, welche in der Literatur gefunden wurde, stammt von Popp²⁾; das Wasser wurde dem Nil in der Nähe von Cairo entnommen. Darnach sind im Nilwasser gelöst:

	Procent
$C O_2$	22·155
$H_2 SO_4$	2·755
$Si O_2$	14·150
$H_3 PO_4$	0·379
Cl	2·372
$Fe_2 O_3$	2·272
$Ca CO_3$	15·640
Mg	10·332
Na	14·852
K	3·300
Organ. Materie und Ammoniaksalze	12·405
	<hr/>
	100·187
HNO_3 in geringen Mengen.	
As in Spuren.	

Diese gelösten Bestandtheile sollen nach Popp's wunderlicher Ansicht hauptsächlich von den Nilkatarakten, den Graniten und Syeniten, geliefert werden; er fasst die gelösten Silicate geradezu als Zersetzungsproducte der Kataraktgesteine auf. Unsere Beobachtungen widersprechen dem; denn wir fanden den Mikroklingranit von Assuan noch frisch und müssen die schwarze Rinde dieses Kataraktgesteines als einen mechanischen Niederschlag des seit Jahrtausenden die Felsen bespülenden Wassers ansehen. Damit hängt auch zusammen, dass der Absatz nur gerade so hoch reicht, als das Nilwasser steigt.

Sicher verdanken die mit so deutlichen Erosionserscheinungen ausgestatteten schwarzen Granitfelsen von Kurunegala ebenfalls in der Hauptsache Mangan- und Eisenverbindungen als einem mechanischen Absatz des Wassers ihre eigenthümliche Färbung. Völlig im Gegensatz zu diesen Rinden steht die vom Joh. Walther³⁾ als „braune Schutzrinde“ bezeichnete Hülle an zahlreichen Gesteinen in der Wüste, die nie und nimmer dem fließenden Wasser ihre Entstehung verdanken kann.

¹⁾ Chem. Centralblatt 1856, Nr. 49.

²⁾ Ann. d. Chemie u. Pharm. 155, 1870, pag. 344—345.

³⁾ Joh. Walther: Denudation in der Wüste. Abhdlg. d. kgl. Ges. d. W., 27. Bd.; Abh. d. mathem. Cl., 16. Bd.

5. Kalkstein.

Kalk ist durchaus nicht selten auf Ceylon. v. Richthofen¹⁾ erwähnt denselben schon 1860. Er sagt, dass Gneiss immer mit körnigem Kalke innig verbunden sei und vergleicht ersteren einem „mit Wasser gefüllten Schwamme“, wobei der Kalk die Rolle des Wassers spielt. Die im Gneiss ausgeschiedenen kleineren Körner von Granat, sowie die meisten Edelsteine im Gneiss von Ratnapura schienen ihm an den Kalk gebunden (?). Ferner bildet der Gneiss, welcher im südwestlichen Theile Ceylons vorherrscht, Uebergänge in körnigen Kalk und tritt in grossen Zügen bei Kandy auf. Ein versteinungsleerer gelblicher, splittriger Kalkstein von eocänem Alter, über dem ein jüngerer Cerithienkalk liegt, setzt die flache Halbinsel Jaffe zusammen. Als recente Bildungen treten an den Küsten Korallenkalke auf, welche als Korallenriffe ein gutes Baumaterial, sowie den zum Betelkauen erforderlichen Kalk liefern. Landeinwärts wird dieser nicht anstehend gefunden, doch sollen die Einwohner zuweilen mitten im Felde Kalkbrüche eröffnen. Einige Kalksteine von Ceylon erwähnt Lacroix²⁾ unter den Namen Cipollin. Einer derselben stammt aus dem sauren Gneiss, 3½ Meilen (17 miles = 7 lieues) östlich von Kandy; er besteht aus Dolomit, Calcit und vielen porphyrisch ausgeschiedenen Mineralien wie Apatit, Phlogopit, Spinell, Pyrrhotin. Ein anderer Cipollin wurde zu Cornigal gefunden, 8 Meilen (40 miles = 16 lieues) nordöstlich von Colombo. Der zur Untersuchung vorliegende, ziemlich feinkörnige Kalkstein stammt vom Queens palace in Anuradhapura. Als Einschlüsse liegen darin: Phlogopit, Olivin und grosse Körner von Rutil.

Bekanntlich ist es nicht gerade leicht, die Carbonate in mikroskopischen Präparaten zu trennen. Viele Forscher haben sich bemüht, charakteristische Unterscheidungsmerkmale zwischen Calcit und Dolomit anzugeben. Inostranzeff³⁾ schliesst aus dem häufigen Vorkommen von Zwillingen nach — $\frac{1}{2} R$ auf Calcit. Doelter⁴⁾ sieht die grössere Widerstandsfähigkeit gegen schwache Säuren als Kennzeichen des Dolomits an. Lagorio und Bonney⁵⁾ legen das Hauptgewicht auf die Tendenz des Dolomits, rhomboëdrische Formen anzunehmen. Renard⁶⁾ betont dies ebenfalls und bemerkt ausserdem, dass der Calcit oft als Cement der Rhomboëder des Dolomits diene. Aehnliches betonten gleichzeitig Liebe und Loretz⁷⁾. Lacroix⁸⁾ charakterisirt bei Beschreibung der Cipollins von Ceylon die beiden Carbonate auffallender Weise gerade umgekehrt. Er sagt: „Dolomit bildet grosse Platten ohne bestimmte Form und geradlinige Grenzen. Die Spaltbarkeit nach R ist sehr gut ausgeprägt. Zwillinge

¹⁾ Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. 1860, pag. 525 u. ff.

²⁾ Contributions etc. 1889, pag. 252.

³⁾ Tschermak, Min. u. petr. Mitt. 1873, pag. 166.

⁴⁾ Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1875, pag. 45.

⁵⁾ Quart.-Journal geol. soc. 1879, pag. 167.

⁶⁾ Bull. Acad. royale de Belgique XL, VII; Nr. 5, 1879.

⁷⁾ Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. XXXI, 1879, pag. 764.

⁸⁾ Contributions etc., Paris 1889, pag. 253 u. ff.

nach $-\frac{1}{2} R$ sind sehr häufig und bilden oft breite, hemitrope Bänder.“ „Unter dem Mikroskop kann Calcit von Dolomit unterschieden werden durch seine grössere Klarheit und die Seltenheit von Spalttrissen. Zwillinge nach $-\frac{1}{2} R$ kommen zwar vor, aber sie sind weniger oft als wie im Dolomit.“ Lemberg¹⁾ und G. Link gaben mikrochemische Methoden zur Unterscheidung an.

In dem Kalkstein vom Queens palace treten die Calcite in der Form grösserer, unregelmässig contourirter Durchschnitte auf mit fast geradlinig polygonaler Begrenzung, welche sehr ausgezeichnete Zwillinglamellen nach $-\frac{1}{2} R$ zeigen. Oft findet diese Verzwillingung nach zwei Flächen des Rhomboëders $-\frac{1}{2} R$ statt, so dass zwei einander durchkreuzende Streifensysteme zu sehen sind. Sind diese etwas schief gegen die Schnittoberfläche gelegen, so bemerkt man längs derselben Newton'sche Farbenercheinungen. Sehr deutlich ist die rhomboëdrische Spaltbarkeit wahrzunehmen; die chemische Prüfung mit Essigsäure zeigt schnelle Auflösung dieses Minerals. Dolomit ist viel seltener und stellt kleine, trübe Gebilde dar, welchen Spaltbarkeit und Zwillingbildung mangelt. Sie liegen unregelmässig zerstreut im Gesteine und treten dem Calcit gegenüber zurück. Gegen Essigsäure sind sie widerstandsfähiger.

Als wichtigster Einsprengling tritt in diesem Kalkstein der Olivin auf. Er bildet zahlreiche, länglich-runde Körner, ohne bestimmte krystallographische Contouren. Dieselben werden von krummlinigen, sehr markanten Sprüngen durchzogen, die aber höchst unregelmässig verlaufen. Im gewöhnlichen Lichte ist er farblos, mit einem Stich in's Grünliche. Die rauhe Schliifoberfläche, sowie die etwas dunklen Grenzlinien lassen auf hohe Lichtbrechung schliessen. Olivin zeigt nur geringe Spuren von Zersetzungsproducten in Gestalt grünlicher, braugelber Serpentinfasern. Bei gekreuzten Nicols kommen die schönen, lebhaft grünrothen Polarisationsfarben zum Vorschein. Ein isotroper Schnitt senkrecht zu einer optischen Axe ergab sehr schön das entsprechende Interferenzbild. Calcitblättchen mit deutlicher Zwillingstreifung werden von Olivin eingeschlossen.

Phlogopit zeigt durch die mit parallelen basischen Spalttrissen versehenen Verticalschnitte, dass seine Individuen als hohe dicke Platten, weniger als dünne Lamellen ausgebildet sind. In basischen Schnitten hat er höchst unregelmässige Contouren; sechseckige Querschnitte fehlen. Die Basisfarbe der irregulären Durchschnitte ist hellgelblichbraun, die prismatischen Schnitte zeigen ausserordentlich deutlichen Pleochroismus mit $a =$ weiss, völlig farblos, b und $c =$ hellgelblich. Bei gekreuzten Nicols ergeben die Blättchen sehr lebhaft Farben, ähnlich wie Muscovit, mit moiréartigem Schimmer. Verticalschnitte zeigen scheinbar völlig gerade Auslöschung. Basische Schnitte lassen im convergenten polarisirten Lichte die Interferenzfigur sehen, an der sich die Dispersion $\rho < \nu$ zu erkennen gibt. Das dunkle Kreuz derselben löst sich beim Drehen viel deutlicher als beim Biotit in zwei Hyperbeln auf, was dem grösseren Winkel der optischen Axen des Phlogopits entspricht.

¹⁾ Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. XXXI, 1879, pag. 764.

Fast kein Durchschnitt ist frei von Einschlüssen. In prismatischen Schnitten liegen sie als kurze, dunkle Linien parallel zur Spaltbarkeit. Bei stärkerer Vergrösserung geben sie sich als sehr dünne, auf der hohen Kante stehende Lamellen von braunschwarzem Titaneisen zu erkennen. In basischen Schnitten erblickt man bei gewöhnlicher Vergrösserung schwarze, nadelförmige Einschlüsse von Rutil, die einander unter circa 60° schneiden. Es wurden Winkel von 62° , 59° und 54° , und anderseits von 127° , 123° und 124° gemessen. Die Nadeln bilden ein sagenitartiges Gewebe. Auch Kryställchen sind vorhanden, meist Zwillinge von deutlich knieförmiger Gestalt; die beiden Individuen sind gewöhnlich von ungleicher Länge, oft von gleicher, immer viel länger als breit. Sie haben als Zwillingsebene, die zuweilen recht deutlich in Form einer dunklen Naht sichtbar wird, eine Fläche von $P\infty$, weil die c — Axen der beiden Individuen einen Winkel von 114° bilden. Nach Al. Lacroix's¹⁾ auffallender Angabe soll die Zwillingsebene der Rutilkrystalle im Phlogopit aus dem ceylonischen Cipollin $\frac{1}{2}P$, $\{112\}$ sein. Eine genaue Bestimmung der Lage dieser Einschlüsse war in unseren Präparaten unmöglich, da die basischen Schnitte, wie erwähnt, der regelmässig sechseckigen Grenzen entbehrten. Es konnte nur festgestellt werden, dass ein System derselben mit der Auslöschungsrichtung zusammenfällt, also entweder in der Richtung von a oder b , beziehentlich senkrecht oder parallel ∞P gelegen ist. Nach Lacroix sind sie nicht parallel zu ∞P und $\infty P\infty$, sondern normal dazu angeordnet, also nicht parallel der Schlagfigur, sondern parallel der Druckfigur Reusch's.

Im Kalkstein treten noch einige röthlich- bis dunkelbraune, ziemlich grosse, irreguläre Körner auf, die sich durch lebhaften halbm metallischen Glanz auszeichnen; es sind grosskörnig ausgebildete Rutil.

6. Quarzit.

Der kalkhaltige Gneiss von Ceylon geht nach v. Richthofen²⁾ über in kalkfreien Gneiss, körnigen Kalk und Quarzit. Zirkel³⁾ hat letzteres Gestein auf dem Gipfel des höchsten Berges der Insel, des Pedurutallagalla, anstehend gefunden. Dieser Berg liegt im südöstlichen Theile des Gebirgslandes, in der Nähe von Nuwara Eliya und ist von diesem Orte aus sehr leicht zu besteigen, da der 8296 Fuss hohe Gipfel sich nur ungefähr 2000 Fuss über den Ort erhebt. Nach Melzi⁴⁾ soll allerdings der Berg, sowohl an seinen Abhängen, wie auf seinem Gipfel, aus Pyroxengranulit bestehen. Der hellröthliche Quarzit ist von unregelmässigen Klüften durchzogen, auf denen sich rothbraunes Eisenoxydhydrat abgesetzt hat. Auf grösseren Höhlungen und Spalten sitzen einzelne Quarzkryställchen, welche die Flächen ∞P und P erkennen lassen. Die mikroskopische

¹⁾ Contributions etc., pag. 297.

²⁾ Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. 1860, pag. 525.

³⁾ Vortrag 1894, pag. 32.

⁴⁾ Melzi, Sopra alcune etc. 1897, pag. 6.

Erscheinungsweise des Gesteins ist höchst einförmig; denn die einzelnen Stücke sind fast völlig homogen. Man sieht wiederum die unregelmässigen, mit infiltrirtem Eisenhydroxyd angefüllten Sprünge, welche sehr deutlich aus der sonst farblosen Quarzmasse hervortreten. Secundäre Anwachsformen fehlen dem Quarz. Nur wenig wird seine Homogenität unterbrochen durch die trübe Bänder bildenden, zahlreichen, wässerigen Flüssigkeitseinschlüsse. Sie sind unregelmässig, schlauchförmig gewunden, einseitig ausgezogen, rundlich, selten in dihexaëdrischer Quarzform und mit beweglicher Libelle ausgestattet. Der Durchmesser einiger grösserer beträgt 0.04 mm; sie sinken bis zur Punktfeinheit herab. Gasporen sind ebenfalls zahlreich. Ausserdem liegen noch bis 0.3 mm grosse Zirkone und sehr selten Apatite in dem Quarze. Beide sind durch zahlreiche Einschlüsse getrübt.

7. Meeressand.

Der Sand stammt von Mt. Lavinia an der Westküste Ceylons, wenig südlich von Colombo, einem niedrigen Vorgebirge an einer malerischen, palmenbeschatteten Bucht. Er ist ein Gemenge von gelblichweissen, grauen und braunen, auch einigen schwarzen irregulären Körnchen und Blättchen, unter denen besonders Quarz und Glimmer vorzuwalten scheinen. Krystalle sind makroskopisch nicht zu bemerken. Bei mikroskopischer Betrachtung sind hauptsächlich Quarzkörner zu sehen von ganz irregulären Formen; dieselben schliessen zuweilen kleine, nadelförmige Apatite ein. Feldspath erscheint ganz getrübt durch Kaolinsubstanz; nur selten sind Spuren von Mikroperthit sichtbar. Leicht erkennbar und häufig treten Bruchstücke und fetzenartige hellröthliche Granate auf; diesen ähnlich sind einzelne deutlich pleochroitische Körnchen von Hypersthen. Daneben gibt es auch dunkelgrüne monokline Pyroxene. Sehr oft erscheinen dunkelbraune, an den Rändern durchscheinende und etwas pleochroitische, unregelmässige Gebilde von Biotit. Auch zoogener Kalkstein, der den Sand als Foraminiferensand charakterisirt, fehlt nicht. Opake Körnchen und irreguläre Formen werden mit Magnet Eisen identificirt, während dunkelgrüner Spinell nicht mit Sicherheit zu sehen war. Apatite und Zirkone sind in kleinen Krystallen ebenfalls vorhanden. Der Meeressand enthält also die typischen Componenten der ceylonischen krystallinischen Schiefergesteine.

II. Graphit von Ragedara und seine Einschlüsse.

Die wichtigsten Producte der ceylonischen Gesteinswelt sind die Juwelen und der Graphit. Das Hauptgebiet der ersteren ist die Gegend von Ratnapura im südlichen Theile Ceylons, wo sie theils im Gneiss, theils in den Flussandanschwemmungen gefunden werden. In Ceylon einheimische Edelsteine sind: dunkelblaue, auch farblose, wasserklare Saphire, rothe Rubine und Spinelle, Hyacinthen, seltener

Chrysoberylle und Turmaline. Opale und Diamanten fehlen der Insel. Als Schmucksteine werden besonders verarbeitet: Granaten, Katzenaugen, Mondsteine, etwas trübe Saphire. Der Export dieser Producte ist nicht bedeutend im Vergleich zu dem anderer Erzeugnisse; er ist seit Jahrzehnten der gleiche geblieben und niemals über 9000 Pfund Sterling pro Jahr gestiegen. Viel bedeutender ist dem gegenüber der Werth des Graphitexportes; auch ist derselbe stetig im Steigen begriffen. 1880 ergab derselbe nur 4,100.000 Mark, während er 12 Jahre später schon einen Werth von 8,600.000 Mark repräsentirte, was einem Wachsthum um mehr als 100% entspricht. Ueber die wichtige commerzielle und nationalökonomische Bedeutung des ceylonischen Graphites hat am besten A. M. Fergusson¹⁾ Aufschluss gegeben. Interessante Mittheilungen über die mineralogische Beschaffenheit desselben und seine Einschlüsse machte zuerst F. Sandberger²⁾, während Joh. Walther³⁾ von dem eigenthümlichen geologischen Auftreten berichtete. Wichtige chemische Untersuchungen über den Graphit (darunter auch den ceylonischen) verdanken wir besonders W. Luzi⁴⁾.

Der Graphit ist auf Ceylon ausserordentlich häufig und weit verbreitet. Nur dem nördlichen, recenten Flachlande fehlt er. Sein Vorkommen ist schon lange bekannt, wenn man auch den einzelnen localen Vorkommnissen bisher nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt hat. Schon die alten Könige von Kandy sollen Graphit exportirt haben. Als die Holländer im Besitze eines Theiles der Insel waren, drang die Kunde vom Graphitreichthum Ceylons bereits nach Europa, indem der holländische Gouverneur Ryklof van Goens 1675 von Graphitadern in den Hügeln des Flachlandes berichtete. Dasselbe geschah 1681 durch Rob. Knox und 1777 durch den skandinavischen Naturforscher Thunberg. In neuerer Zeit hat zuerst wieder Freiherr von Richthofen⁵⁾ auf das Vorkommen des Graphites in Ceylon hingewiesen und ihn als einen nicht unerheblichen Ausfuhrartikel bezeichnet. Uebereinstimmend wird jetzt der Nordfuss des ceylonischen Gebirgslandes, die Gegend von Kurunegala, als Hauptlagerstätte des Graphites angesehen. Weitere Fundpunkte desselben sind: Travancor, Kegalla, Avisanella unweit Colombo, Nambapana bei Ratnapura (Saffragam), Kalutara, der Adamspik in der westlichen und Hambantota in der südlichen Provinz. Joh. Walther⁶⁾ erwähnt Graphitgruben am Kaluganga mitten zwischen Ratnapura und Kaltura, sowie 6 Stunden von letzterem Orte. Ausserdem spricht er von „wichtigsten Gruben“ in und bei Kurunegala. Erstere liegen nach ihm am Fusse des Polgolahügels, der fast ganz aus Graphit bestehen soll. (Wahrscheinlich liegt hier eine Verwechslung mit den „schwarzen Felsen“ von Kurunegala vor (vergl. Seite 268). Es ist anzunehmen, dass mit

¹⁾ On Plumbago etc. 1887.

²⁾ N. Jahrb. für Min. 1887, II, pag. 12.

³⁾ Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. 1889, XLI, pag. 349.

⁴⁾ Ber. der chem. Ges. 1891, XXIV, pag. 4085. — Ber. der chem. Ges. 1892, XXV, pag. 214, 1379.

⁵⁾ Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. 1860, pag. 525.

⁶⁾ Zeitschr. d. deutschen geol. Ges. 1889, XLI, pag. 359.

den Gruben bei Kurunegala die gemeint sind, aus welchen das mir zur Verfügung stehende Material stammt, da sie sogar denselben Besitzer haben sollen, nämlich die Graphitgruben in Ragedara, mehrere Stunden nordöstlich von Kurunegala, südlich von der Strasse über Polgalla und das Rasthaus von Gokarella nach Damboula (ab bei Wetakeyygapola), die Mr. Jakob de Mel, Cinnamon Gardens in Colombo, gehören. Dieselben liegen mitten im ceylonischen Urwalde in vollendetem, höchst malerischer Hügelwildniss, umgeben von einem Meer tropischen Grüns. Der Ort heisst nach Mr. J. J. Cooray in Panadure: Rajedere, nach dem jungen Richard de Mel, Ragedara, auf der guten Karte von Ceylon: Ragedara. Die dortigen bedeutenden Gruben sind jedenfalls identisch mit dem vielgenannten „wichtigsten Vorkommniss“ des Graphites am Nordfusse des Gebirges oder bei Kurunegala. Da diese Graphitbergwerke jenseits der Eisenbahn liegen, so sind sie ziemlich schwer zu erreichen; der Weg führt stundenlang auf wenig gebahnten Pfaden durch den dichten Urwald ¹⁾.

Die allgemeine Ausbildungsweise des ceylonischen Graphites ist nach Joh. Walther ²⁾ feinschuppig, theilweise stengelig. F. Sandberger ³⁾ hatte grossblättrige, gerad-, seltener krummstengelige Aggregate zur Verfügung. W. Luzi ⁴⁾ untersuchte feinschuppigerdigen und grossblättrig-holzähnlichen Ceylongraphit. Der Graphit von Ragedara, der in einer grossen Anzahl von Handstücken vertreten ist, zeigt drei Modificationen in seiner äusseren Erscheinungsweise. Am häufigsten ist er grossblättrig ausgebildet. Diese Formen scheinen zu entstehen, wenn sich das Mineral vollständig frei entwickeln kann, während dagegen dort, wo eine Absatzfläche vorliegt, wie das Salband eines Ganges oder die Oberfläche eines Einschlusses, faserige oder stengelige Gebilde entstehen, so dass man nicht ganz ohne Recht von Fasergraphit reden könnte. Die Fasern erreichen nur die Stärke eines Fadens, erscheinen zuweilen auch wie sehr dünne, schmale Blättchen; parallel ihrer Längserstreckung lassen sie sich leicht in dünnste Fäserchen zerspalten oder zerdrücken; ein bestimmter Querschnitt ist nicht festzustellen. Ihr Verlauf ist nicht immer geradlinig, sondern sie sind oft etwas gekrümmt, gewellt, zuweilen flammenartig gebogen. Sie erreichen eine Länge von 1.5—2 und mehr *cm*; doch gibt es auch solche von nur 0.5 *cm* oder nur einige Millimeter Ausdehnung. Auf ihrer soliden Unterlage stehen sie mit der Hauptrichtung senkrecht. Nicht selten folgen mehrere Lagen von verschiedener Ausdehnung aufeinander, die verschiedene Längsrichtung haben, was weniger durch eine nachträgliche Knickung, als durch zeitlich verschiedene Entstehung des Graphites veranlasst zu sein scheint. Sowohl die freien Enden dieses Graphites, wie die der Unterlage aufsitzenden, sind völlig ohne krystallinische Formen, und von ganz irregulärer Gestalt. Zwischen den Fasern werden zuweilen Verunreinigungen in Gestalt von Quarzkörnchen und Erzpartikelchen

¹⁾ Zirkel, Vortrag 1896, pag. 22.

²⁾ Zeitschr. d. geol. Gesellsch. XVI, 1889, pag. 459.

³⁾ Neues Jahrb. f. Mineral. II, 1887, pag. 12.

⁴⁾ Ber. d. chem. Gesellsch. XXIV, 1891, pag. 4085.

bemerkt. Faseriger Graphit durchsetzt auch einzelne Einschlüsse vollständig quer in der Form schwarzer gangartiger Schnüre und Bänder, welche die einzelnen Bruchstücke derselben fest zusammenhalten. Selten sind ganz dicht entwickelte Lagen oder grössere Stücke von Graphit. Der Farbe nach ist er grauschwarz, bleigrau, sehr leicht abfärbend und besonders in den grossblättrigen Varietäten an frischen Stellen metallisch glänzend. Das specifische Gewicht reiner faseriger Stücke beträgt 2·215, grossblättriger sogar 2·235. Unter dem Mikroskop erscheint der Graphit schwärzlich bis grau, im auffallenden Lichte etwas metallisch glänzend; auch in dünnsten Blättchen bleibt er undurchsichtig. Krystalle, wie sie F. Sandberger an ceylonischen Graphiten so oft beobachtete und an denen er die nach von Nordenskiöld entwickelten Flächen $\infty P \infty$, P , $\frac{1}{2} P \infty$ wahrnahm, waren an dem Vorkommniss von Ragedara nirgends zu beobachten. Ebenso fehlten die nadelförmigen Einschlüsse von Rutil, beziehentlich Titaneisen gänzlich. Sehr leicht lassen sich von den grossblättrigen und mehr compacten Graphitstücken vollständig glatte und ebenplattig ausgebreitete, dünne Schüppchen und Blättchen abspalten.

Die Spaltungsblättchen zeigen unter dem Mikroskop oft ein eigenthümliches System von Spaltrissen (s. Taf. VII, Fig. 5). Am häufigsten treten zwei gleichartige, einander durchkreuzende Spaltungsrichtungen auf, deren Risse sehr tief erscheinen, aber nur geringe Ausdehnung erlangen. Die Kreuzungswinkel betragen einerseits 60°, 62°, 58° 10', 60°; andererseits 120, 124, 118, 123, 119, 120°, 120° 20'. Seltener aber viel länger ausgedehnt, meist durch das ganze Graphitblättchen hindurchgehend, sind Spaltrisse, welche den stumpfen Winkel der obigen Spaltungsrichtungen halbiren. Sie stellen lange, gerade Linien dar, welche mit den ersterwähnten Richtungen Winkel bilden, wie 121, 123, 119, 120° und 60, 59, 58°. Fast senkrecht (Winkel von 94, 92° wurden gemessen) zu den langgezogenen Spaltungstracen geht ganz selten noch eine kurze Risse darstellende Spaltungsrichtung. Dieselbe scheint schief in das Mineral hineinzugehen. Die stets und ohne Weiteres ersichtliche Ungleichwerthigkeit der verschiedenen Spaltungsrichtungen scheint mit der hexagonalen Krystallform des Graphites nicht vereinbar zu sein. Die sogenannte Flächenstreifung des Graphites nach drei Richtungen wurde auf diesen Spaltblättchen nicht bemerkt. Hj. Skögrén¹⁾ führt diese Erscheinung bekanntlich auf mehrfache Zwillingsbildung zurück und fasst sie als durch rückenähnliche Streifen veranlasst auf. Auch durch Biegen der Graphitlamellen wurden derartige Erscheinungen nicht hervorgebracht.

Wird der Graphit von Ragedara mit rother rauchender Salpetersäure befeuchtet und darauf in der Bunsenflamme auf einem Platinbleche geglüht, so bläht er sich lebhaft zu grossen, wurmförmigen Gebilden auf. Er gehört demnach zu der ersten Modification des Graphitkohlenstoffs, welche W. Luzi²⁾ als Graphit bezeichnet. Alle bis jetzt untersuchten Graphite von Ceylon stimmen in dieser Hinsicht

¹⁾ Groth's. Zeitschr. f. Kr. X, 1884, pag. 506.

²⁾ Ber. d. chem. Ges. XXIV, 1891, pag. 4085; XXV, 1892, pag. 214 u. 1878.

mit dem von Ragedara überein. Nach Luzi unterscheiden sich die beiden Varietäten des Graphites weder durch ihre morphologische Ausbildung, noch structurell, noch durch das specifische Gewicht oder die chemische Zusammensetzung. Neuerdings hat indessen Weinschenk¹⁾ geltend gemacht, dass die Ursache des abweichenden Verhaltens in der verschiedenen Porosität zu suchen sei, indem krystallisirte und grossblättrige Massen mehr Salpetersäure capillar aufnehmen könnten, welche beim Erhitzen ein grösseres Aufblähen veranlasse. Der feinschuppige, erdige Graphit von Ceylon hat nach W. Luzi folgende Zusammensetzung: 99·82% C + 0·17% H 99·99; ein anderer: 99·75% C + 0·20 H 99·95; ein grossblättriger, nolzähnlicher Graphit des Handels, der vielleicht mit dem von Ragedara identisch ist, erwies sich als aus: 99·95% C und Spuren von H bestehend. Im Allgemeinen ist aber der Graphit verunreinigt durch Quarzkörnchen, Kalk, Eisenkies, Eisenglanz etc.

Von hervorragendem Interesse ist das eigenthümliche geologische Auftreten des Graphites in Ragedara. Er bildet keine Lager, wie das gewöhnlich der Fall ist, sondern stellt dunkle, lebhaft hervortretende, echte Gänge in dem lichten granatreichen Nebengestein dar. Von einem derartigen Auftreten des Graphites hat zuerst W. Obrutschew²⁾ in seiner Abhandlung über „die Fundorte des Graphites im Gebirge Kara Tube unweit Samarkand“ berichtet. Nach ihm bildet dort der Graphit einen 0·15—0·45 m mächtigen Gang im krystallinischen Kalkstein, durchzogen von weissen Adern des letzteren und auf den Klüften erfüllt von Calcitgeoden. Allerdings sagt er von anderen „Gängen“, man könne sie auch als „Lager“ bezeichnen. Nach Bauer³⁾ soll gangförmig auftretender Graphit auch im Gouvernement Irkutsk vorkommen. Von gangförmiger Ausbildung des ceylonischen Graphites berichtete zuerst Joh. Walther⁴⁾. Er fand den Graphit in einer Grube am Kaluganga bei Kaltura als ein System verästelter Gänge ausgebildet, welche in dem bis zu 12 m Tiefe zersetzten Gneiss (Laterit) aufsetzen. Zu diesem eigenthümlichen Vorkommniss gesellen sich nun die Gänge von Ragedara. Dieselben setzen nicht in einem arg verwitterten Gesteine auf, sondern sind mit typisch durchgreifender Lagerung in vollständig frischem, festen und klingenden Granulit und Pyroxengranulit (von den Leuten Granit genannt) entwickelt. Von dieser merkwürdigen Ausbildungsweise des Graphites in Ragedara hat bereits F. Zirkel⁵⁾ berichtet, während den übrigen ceylonischen Graphitvorkommnissen eine derartige Entwicklung noch nicht zugeschrieben wird. Sandberger⁶⁾ sagt hierüber: „Der Graphit findet sich im Gneiss sehr häufig in Blättchen eingewachsen und scheidet sich an vielen Orten auch in ziemlich mächtigen Lagern in demselben aus“. In Ragedara bildet der Graphit dunkle, gangartige Spaltenausfüllungen, welche sich sehr deutlich von dem hellen Nebengestein abheben. Die

¹⁾ Groth's Zeitschr. f. Kr. XXIX, III, 1897, pag. 294.

²⁾ Verh. d. russ. min. Ges. i. J. 1888. St. Petersburg. Groth's Zeitschr. f. Kryst. 1889, XXV, pag. 59 u. 66.

³⁾ Lehrb. d. Min., pag. 252.

⁴⁾ Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. XLI, 1889, pag. 360.

⁵⁾ Zirkel, Ceylon. Vortrag etc. 1896, pag. 23.

⁶⁾ Jahrb. f. Min. 1887, II, pag. 12.

schwarze Substanz ist typisch gangartig struirt, indem sie immer senkrecht zu den Salbändern zunächst stengelig, weiter nach innen parallel-blättrig, ganz im Innern verworrenblättrig entwickelt, angeschossen ist und sowohl Bruchstücke des Nebengesteines, wie auch andere Einschlüsse enthält. Man sieht ganz deutlich die Unabhängigkeit der Gänge von der Schichtung und Bankung des krystallinischen Schiefers. Namentlich auch in den grossen Pingern (Tagebauten) gewahrt man ganz offenbar die Gangnatur an den schmutzig-schwarzen Adern, die in dem Gestein umherlaufen. Die meisten Gänge stehen fast ganz senkrecht oder fallen unter 70—80°, werden aber von anderen weit flacheren durchsetzt. Sie zeigen sehr deutliche Zerschlagungen („horses“). Die grösste Dicke der Gänge beträgt 6 Fuss; sie verbreitern und verschmälern sich (bis auf 2 Zoll), theilen sich mehrfach, um sich dann wieder zu vereinigen. An der First eines Stollens, der an der Wand eines grossen Tagebaues angesetzt ist, sieht man eine Mächtigkeit von 2½ Fuss zusammengehen bis auf wenige Zoll. Manchmal schliessen die Gänge viele Cubikmeter grosse Blöcke des Nebengesteines ein. Diese Einschlüsse und die Zonarstructur des Graphites sprechen neben der durchgreifenden Lagerung desselben für die wahre Gangnatur. Die Grenze gegen das Nebengestein ist ausserordentlich scharf. Von dem Nebengesteine des Graphites in Ragedara wurde bereits das Nöthige mitgetheilt (siehe Seite 241 u. 257). Es besteht aus Granulit und Pyroxengranulit, welche ausserhalb Ceylons zur Zeit noch nicht als Muttergestein des Graphites aufgefunden worden sind. Es erscheint granatreich, mit wellenförmigen Schichtenbiegungen, oben ganz zersetzt, in Tiefen von 10—20 Fuss vollständig frisch. In den anderweitigen Vorkommnissen wird der Graphit im Grossen immer beherbergt von Kalkstein, Gneiss, Glimmerschiefer, Phyllit, Thonschiefer.

Die werthvolle Graphitsubstanz wird gegenwärtig noch überall in sehr primitiver Weise durch Tagebau gewonnen. Die meisten Gruben dringen nur in geringe Tiefe (100 bis 300 Fuss) unter den Boden ein. Alle befinden sich in den Händen der Eingeborenen. Auch in Ragedara ist der Abbau in hohem Grade primitiv. Durch anfänglichen Tagebau ist eine colossale Pinge entstanden, und man geht nun sowohl an den stark geneigten Gehängen derselben dem Streichen der Graphitgänge mit Stollen und kurzen Ueberhauen nach, als auch in der Sohle der Pinge die Gänge vermittlest kleiner Gesenke dem Einfallen nach verfolgt werden, wobei man gewinnt, was zu erreichen ist. Mit Wasser haben die Arbeiten vorläufig nicht zu kämpfen und die Festigkeit des Nebengesteins macht eine Zimmerung fast überflüssig; aber ohne weitere rationelle Anlagen scheint man in nicht ferner Zeit an dem Punkte anzulangen, wo der bisherige Betrieb schwerlich fortgesetzt werden kann. Die Förderung aus dem Grunde der Pinge erfolgt vermittlest eines gewaltigen Krahes und Haspels. Die Fahrten sind höchst primitiv; sie bestehen aus hängenden eisernen Ketten, mit Bambusstäben in entsprechenden Abständen dazwischen. Die Belegschaft zählt zur Zeit circa 250—300 Mann, meist tamilischen Stammes. Beim Abbau wird viel gesprengt. Man geht den Gängen nach, soweit sie sich in ihrem Streichen oder

Fallen als abbauwürdig erweisen. Die leeren Räume bleiben meist offen stehen. In grössere Tiefe niederzugehen wird vorläufig durch die mangelnde Ventilation verhindert. Augenblicklich steht man vor der Frage, ob ein rationellerer unterirdischer Bau vorgenommen werden soll, zaudert aber, die Anlagekosten aufzuwenden, da man nicht mit Sicherheit sagen kann, dass die Gänge in der Tiefe vortheilhaft weiter gehen. Das in den Graphitgruben gewonnene Material gelangt nach gehöriger Reinigung von den Einschlüssen und Beimengungen in den Handel; es wird meist nach England, Amerika und Deutschland ausgeführt. Der ceylonische Graphit ist das beste Material für die Fabrikation feuerfester Tiegel (crucibles).

Die Graphite von Ceylon enthalten zahlreiche Einschlüsse; diese wurden zuerst erwähnt und kurz charakterisirt von F. Sandberger¹⁾; er fand: Quarz, Eisenkies, Orthoklas, Hornblende, Glimmer, Apatit, Titaneisen, Kaolin (verwitterten Andesin). Im Graphit von Ragedara wurden als derartige fremde Einschlüsse gefunden: Quarz (dicht, körnig und krystallisirt), Eisenkies, Apatit, Glimmer, Orthoklas, Calcit und vor Allem einige Gesteinsfragmente.

I. Von mineralischen Einschlüssen ist am häufigsten der Quarz vertreten. Er ist zunächst ausgebildet als farbloser, derber Quarz. Von Einschlüssen an Graphitblättchen erscheint er völlig frei; um ihn schiesst das breitblättrige Mineral aber in mehrere Centimeter langen Gebilden an. Seine Form ist völlig irregulär; einmal bildet er ein viereckiges Stück von 6 *cm* Breite und 3 *cm* Höhe. In einem Falle füllt der Quarz, schon im Handstücke gut sichtbar, die Cavität des Graphitganges aus, so dass er selbst eine Spaltenfüllung darstellt und sich deutlich als späterer wässriger Absatz documentirt. Dieser Quarz ist 2—3 $\frac{1}{2}$ *cm* mächtig und erstreckt sich durch das ganze, 18 *cm* lange Handstück.

Ausserdem ist der Quarz in körniger Gestalt eingeschlossen; er stellt lagenförmige, grobe Aggregate dar, welche mit verwittertem Feldspath gemengt sind. Selten ist mit ihnen ein mit grünem Kranze von Zersetzungsproducten umgebenes Granatkorn verbunden. Derartige Einschlüsse leiten zu den eigentlichen Gesteinseinschlüssen hinüber. Durch chloritische Umwandlungsproducte, sowie Eisenoxydhydrat sind sie zum Theil grün und gelb, bis rothbraun gefärbt. Auf solchen lagenförmigen Einschlüssen sitzt dann der Graphit als stengelige Schicht.

Endlich ist der Quarz auch noch gut krystallisirt als Bergkrystall vorhanden. Die Krystalle sind zum Theil von ausserordentlicher Grösse. Die Längsausdehnung von *c* beträgt bis zu 10 *cm*, während die Pyramidenfläche eine Breite von 3—7 *cm* erreicht. Als Flächen sind ausgebildet: ∞P und *P*. Ein Bergkrystall zeigt an beiden Enden *P*, ein Bruchstück nur ∞P . Die Prismenflächen sind gewöhnlich durch feine Parallelstreifung senkrecht zur Längserstreckung charakterisirt. Die Quarzsubstanz ist sehr verschieden

¹⁾ N. Jahrb. f. Min. 1887, II, pag. 14.

pellucid, oft durch und durch, oft nur einseitig erfüllt mit Graphitstaub; einige Krystalle sind glashell, glasglänzend und durchsichtig, während andere matt und milchigtrüb erscheinen. Ausgebildete Graphitkrystalle oder deren Abdrücke wurden nirgends wahrgenommen.

Nächst dem Quarz ist der Eisenkies der verbreitetste Einschluss. Er haftet ausserdem in mehr oder weniger grossen Blättchen und Klümpchen an dem Graphit und den anderen Einschlüssen. Die beiden Mineralien sind jedenfalls gleichzeitig entstanden. Oft wird angegeben, dass Graphit und Eisenkies in Folge der Zersetzung eines Gemisches von Schwefelsäure mit Eisensalzen durch bituminöse Substanz entstanden seien. Der Eisenkies bildet entweder rundliche Knollen und unregelmässig eckige Stücke (bis 4 cm gross) oder er ist blättrig und lagenförmig abgesetzt. Selten sind Andeutungen von Krystallflächen, und zwar von

$$\frac{\infty O n}{2};$$

auf einigen derselben wurde eine parallele Streifung bemerkt. Eigenthümlich sind die lagenförmigen Eisenkiese, welche als faserige, gelbe Schnüre und Bänder den dunklen Graphit durchziehen. Ein Knollen von Schwefelkies ist ganz durchsetzt, wie imprägnirt mit Graphit. Bei chemischer Prüfung erweist sich das Mineral schwach arsen- und kobalthaltig.

Von Eisenverbindungen ist noch Eisenoocker vorhanden, welcher rothbraune, schlackenähnliche, bröcklige, derbe Massen darstellt.

Einmal vertreten ist ein olivengrüner, noch fast frischer und sehr gut krystallisirter Apatit von der Grösse eines Hühnereies. Er hat besonders ∞P entwickelt; zwei gegenüberliegende Flächen des Prismas haben so bedeutende Ausdehnung erlangt, dass das Mineral einem rhombischen ähnlich sieht. An dem einen Ende von c ist P und OP entwickelt. Der Krystall ist 2.9 cm hoch, die obere Endfläche 4.7 cm lang und 3.2 cm breit. Die Winkel betragen nach Messungen mit dem Contactgoniometer: $\infty P : \infty P = 120^\circ$; $\infty P : OP = 90^\circ$; $\infty P : P = 129, 130, 127^\circ, 128^\circ 40', 130^\circ 10', 127^\circ$, also ca. $128^\circ 30'$; $OP : P = 142^\circ, 139^\circ 20', 141^\circ 10', 141^\circ 10', 140^\circ 10' =$ durchschnittlich $140^\circ 40'$.

Die Substanz des Apatites ist nicht ganz rein; in den Vertiefungen und auf den Sprüngen sind Graphitstaub, gelber Eisenkies und Spuren von Eisenoxydhydrat abgesetzt. In Folge dessen ist auch der Apatit sehr wenig pellucid. Auf den Prismenflächen sind aber sehr deutlich die inneren parallelen Spaltrisse nach OP zu sehen, welche durch das ganze Mineral hindurch gehen. Seiner chemischen Zusammensetzung nach ist er ein auch Fluor enthaltender Chlorapatit. Ein ihm ganz ähnlicher ölgrüner Apatit aus ceylonischem Graphit hat nach P. Jannasch und J. Locke¹⁾ folgende Zusammensetzung:

¹⁾ Zeitschr. f. anorg. Chemie 1894, VI, pag. 154.

	Procent	Procent
$P_3 O_6$	39.84	39.96
$Al_2 O_3$	2.02	2.03
$Fe O$	0.62	0.62
$Mn O$	0.22	0.22
$Ca O$	53.36	53.53
$Mg O$	0.25	0.25
$K_2 O$	0.52	0.52
$Na_2 O$	0.42	0.42
$H_2 O$	0.48	0.48
Cl	1.82	1.83
Fl	1.03	1.04
	100.58	100.90
	0.90	0.90
	99.68	100.00

Die entsprechende Formel des Apatites ist darnach: $P_3 O_2 Ca_5$ (Fl , Cl , OH).

Ein weiterer Einschluss sind grosse Platten von dunklem Glimmer, welche sich nach ihrer vollkommen durchgehenden Spaltbarkeit als einzelne Individuen documentiren. Die grösste Platte erreicht eine Länge von 16 und eine Breite von 10 *cm*, während die Dicke $1\frac{1}{2}$ *cm* beträgt; eine andere ist nur 10 *cm* lang, 6 breit und 1 *cm* dick, hat aber sehr regelmässige, fast sechseckige Form. Diese beiden Individuen sind von hellbrauner Farbe, während ein weiteres kleines Plättchen von 1 *mm* Stärke dunkelbraun, fast schwarzbraun aussieht. Der Glimmer ist vollkommen frei von Einschlüssen; vor Allem fehlen Graphitblättchen und Rutilnädlehen. Optisch ist die hellbraune Varietät fast einaxig, während die dunkle einen etwas grösseren Axenwinkel aufweist. Spuren von Lithion konnten nicht aufgefunden werden. Beide Glimmer sind Eisen-Magnesiaglimmer; die dunkle Varietät ist eisenreicher. Dünne basische Blättchen sind noch pleochroitisch, indem $a = c$ der helleren Art hellbläulichgrün, $b = b$ dunkelbraun ist. An dem Glimmer ist sehr leicht die Schlagfigur in der Form eines sechsstrahligen Sternes zu erzeugen. Der charakteristische oder Leitstrahl ist jedoch nicht immer ohne Weiteres zu erkennen. Mittels der Auslöschung und des Interferenzbildes ist er aber leicht von den gewöhnlichen Strahlen zu unterscheiden. Bei geschickter Operation kommen in dünnen Blättchen nur drei Strahlen zu Stande. Die Strahlen sind nicht einfache Linien, sondern stellen mehrere dicht gedrängte, parallele Spältchen dar, von denen das eine etwas stärker ist und weiter vorwärts geht als die übrigen. Es biegt am Ende nicht selten etwas um; auch finden oft knieförmige Umbiegungen der Strahlen um ca. 60° in die Richtung des anliegenden Strahles statt. Vom Hauptspalt gehen ferner zuweilen feine Aestchen ab, welche parallel zu den zwei benachbarten Strahlen verlaufen. Der Schlagpunkt ist gewöhnlich ein mehr oder weniger regelmässiges, sechseckiges Loch, welches von mehreren concentrischen Hexagonen aufgeblätterter Lamellen umgeben wird, deren Kanten mit den

Strahlen der Schlagfigur parallel gehen. Die zwischen den Lamellen eingeschlossenen dünnen Luftschichten erzeugen Newton'sche Farben. Die Winkel der einzelnen Schlaglinien betragen durchaus nicht genau 60° , wie gewöhnlich angegeben wird, sondern nach mehrfachen Messungen: $57^\circ 30'$, $58^\circ 20'$, 58° , $56^\circ 40'$ und 60° , $61^\circ 15'$, $63^\circ 30'$, 64° .

Die Druckfigur hat ein weniger zerstörtes Centrum; sie besteht meist nur aus 3 oder weniger Strahlen. Diese werden von zahlreichen, nicht parallelen, sondern divergirenden Rissen gebildet, zwischen denen Newton'sche Farbenphänomene erscheinen. Die concentrischen Hexagone sind weniger deutlich und regelmässig, aber viel weiter ausgebreitet.

Zum Theil noch von breiten bis 3 *cm* langen Graphitblättern umschlossen ist ein grosser, grüner Orthoklas, an dem besonders *OP* ausgebildet ist. Diese Fläche dehnt sich 3 *cm* in die Breite und 10 *cm* in die Länge, während *c* ungefähr 4 *cm* misst. An der einen Seite ist der Feldspath zersprungen, ohne dass der ehemalige Zusammenhang der Theile vollständig unsichtbar geworden wäre, denn die Bruchstücke sind nur wenig auseinander getrieben und sind durch Schnüre von Graphit wieder mit dem Hauptstücke verbunden. Der Feldspath muss demnach eine frühere Bildung sein als der Graphit. Er ist dunkelgrün gefärbt, an den Kanten nur in dünneren Stückchen hellgrün, fast farblos. Sehr leicht sind die Spaltungsstücke mit den Flächen *P*, *M* und *T* zu erlangen. Der Winkel der beiden besten Spaltungsrichtungen *OP* und $\infty P \infty$ wurde mit dem Reflexionsgoniometer zu 90° bestimmt. Das specifische Gewicht beträgt bei $13\frac{3}{4}^\circ \text{C}$. 2.621. Im Dünnschliffe ist als färbende Ursache grünliche, chloritische Substanz zu erkennen. Von anderen Einschlüssen ist der Feldspath vollständig frei; weder albitische Einlagerungen, noch Graphitblättchen, noch Flüssigkeitseinschlüsse wurden darin bemerkt. Die Erscheinungsweise der verschiedenen Schnitte des Orthoklas ist folgende:

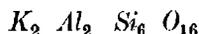
1. Parallel *OP*: Die weniger vollkommene Spaltbarkeit nach *M* bildet ein einfaches paralleles Tracensystem, zu dem die Auslöschung gerade erfolgt. Von der Absonderung parallel $\infty P \infty$ ist so gut wie nichts zu sehen. Im convergenten Lichte ist der Austritt der stumpfen Bisectrix zu erkennen. Die chloritische Substanz erscheint als grünliche, unregelmässige, längliche Säulchen, uneben begrenzte Nadelchen, manchmal etwas breiter ausgebildet, ähnlich kurzen Apatiten. Sie liegt besonders gern an den Spaltrissen, von denen aus sie sich in die farblose Feldspathsubstanz erstreckt.

2. Parallel $\infty P \infty$: Hier kommt zunächst die beste Spaltbarkeit nach *OP* zum Vorschein. In der Form ganz unregelmässiger, oft gebogener Risse verläuft die Absonderung nach $\infty P \infty$. Die Tracen beider bilden Winkel von 110° , 115° . Zu beiden Seiten der Absonderungsrichtung sind wiederum die länglich spindelförmigen, chloritischen Gebilde abgesetzt; sie treten auch in dendritischer Form auf. Die Auslöschungsschiefe, auf die Spaltungstracen nach *OP* bezogen, beträgt 4° , 5° , 6° . Im convergenten Lichte ist nur ganz seitlich ein Axenaustritt zu bemerken.

3. Parallel $\infty P \infty$: In solchen Schnitten treten deutlich zwei sich unter 90° kreuzende Spaltungsrichtungen nach P und M hervor. Parallel, beziehentlich senkrecht zu ihnen erfolgt die Auslöschung. Die chloritische Substanz erscheint hier in der Form grünlicher Körnchen, die zu zahlreichen, kleineren Häufchen butzenartig im farblosen Mineral angesammelt sind. Im convergenten Lichte entsteht ein sehr deutlich zweiachsiges, etwas excentrisches Interferenzbild. Das dunkle Kreuz löst sich beim Drehen in zwei Hyperbeln auf, welche im Gesichtsfelde bleiben und die Dispersion $\rho > \nu$ zeigen. Der Feldspath ist nach diesen Eigenschaften ein typischer Orthoklas; nichts erinnert an Mikroklin. Seine chemische Zusammensetzung ist folgende:

	Procent	Molekularquot.
$Si O_2$	61.88	= 1.031
$Al_2 O_3$	18.16	= 0.178
$Fe_2 O_3$	0.85	= 0.005
$Fe O$	1.64	= 0.023
$Ca O$	0.43	= 0.008
$Mg O$	0.08	= 0.002
$K_2 O$ }	13.82	= 0.147
$Na_2 O$ }	2.02	= 0.033
	<hr/>	
	99.44	

Auch nach dieser Composition ist der eingeschlossene grüne Feldspath ein Orthoklas; er entspricht der Formel:



Als letzter mineralischer Einschluss ist Calcit zu erwähnen. Er bildet eine Druse von 12 *cm* Länge und 8 *cm* Höhe. Aeusserlich sind Graphit und Eisenkies als kleine Bröckchen und Blättchen angesetzt. Der Einschluss besteht aus vielen grossen Krystallen von $\frac{1}{2} R$; ∞R ist nicht entwickelt. Der Polkantenwinkel wurde zu $139, 140, 142^\circ$ gemessen; die Kanten sind wenig markant. Die Calcitsubstanz selbst erscheint rein; nur zuweilen ist etwas Eisenhydroxyd auf den Sprüngen abgesetzt. Chemisch ist leicht ein Gehalt an Magnesium zu constatiren.

Plagioklas und daraus entstandene Kaolinknollen, sowie Hornblende und Titaneisen waren unter den Einschlüssen nicht vorhanden. Kaolin und Eisenkies finden sich auch in anderen Graphitlagerstätten. Die übrigen Einschlüsse sind jedoch charakteristisch für die ceylonischen Graphitvorkommnisse.

II. Höchst merkwürdig und in anderen Graphitvorkommnissen in solcher Weise nicht enthalten sind Gesteinseinschlüsse, welche sich in den gangartig auftretenden Graphiten von Ragedara finden.

a) Einige derselben tragen schon makroskopisch das Gepräge des Nebengesteines, des Granulites. Structurell unterscheiden sie sich besonders dadurch vom compacten Gesteine, dass kleine Quarzkörnchen um grössere und um andere Bestandtheile des Gesteins kranzförmig gelagert sind. Man könnte diese Einschlüsse fast als Mikroaugen-

granulite bezeichnen, da sich an grössere Granaten und Feldspathe eine schweifartig ausgezogene Zone von Quarzkörnern und Feldspathen, auch Calcitaggregaten und Eisenerzpartikeln augenartig anschmiegt (s. Taf. VII, Fig. 4). Alle Bestandtheile der normalen Granulite sind vertreten, aber in so verwittertem Zustande, dass sie zum Theil kaum noch zu erkennen sind. Quarz ist besonders reich an Flüssigkeitseinschlüssen, die oft aus flüssiger Kohlensäure bestehen. Die Feldspathe sind allesamt völlig in trübgraue Kaolinsubstanz umgewandelt, die zum Theil völlig undurchsichtig geworden ist, so dass sich der verwitterte Feldspath deutlich von den übrigen Gemengtheilen abhebt; im gewöhnlichen Lichte ist er fast mit dichten Carbonaten zu verwechseln.

Auch die Granaten sind auf den Sprüngen und der Oberfläche sehr zersetzt. An die Granatsubstanz setzt sich zunächst eine schmale, feinfaserige Schicht von hellgelblichgrünem Chlorit an; auf diese folgt eine weitere graue Schicht von farblosen Carbonaten. Diese beiden Zonen sind auf den Sprüngen leicht von einander zu unterscheiden. Auf der Oberfläche des Granats gehen sie in den äusseren Rindentheilen in einander über, so dass die Granaten von einem hellgrünen Kranze umgeben sind. Biotit ist ebenfalls von weitgehender Zersetzung ergriffen; er bildet nur wenige entfärbte Blättchen, die unter anderen Zersetzungsproducten auch Magnetit ausgeschieden haben. Eisenerz und Rutil sind nur noch an ihrer Gestalt zu erkennen. Ersteres ist meist als Titanmagneteisen vorhanden und hat graulichweissen Leukoxen geliefert. Die wenigen Rutilkörnchen zeigen nur undeutliche Zersetzungsproducte. Noch ist die grosse Menge secundären Calcits zu erwähnen. Er durchzieht in langen Schüren und Bändern das ganze Gestein, theils als dichtes, körniges Aggregat, theils grosse, rhomboëdrisch spaltbare und verzwilligte Individuen bildend.

b) Andere Einschlüsse, die den Granuliten in mancher Beziehung nahe zu stehen scheinen, sind ausgezeichnet durch eigenthümlich verwitterten Feldspath und relativ sehr grosse Zirkone und Apatite. Ersterer erscheint makroskopisch hellgrün, bis ganz dunkelgrün. Quarz ist reich an Einschlüssen von Kohlensäure und accessorischen Gemengtheilen. Die Granaten sind von einer grünlichen Umwandlungsrinde, die in der Hauptsache aus Chlorit besteht, umgeben. Die Zersetzung ist viel weiter gediehen, als in den Granuliteinschlüssen. Merkwürdig sind insbesondere die Feldspathe durch die verschiedenen Stadien ihrer Zersetzung. Der Anfang derselben besteht in der Anhäufung kurzer, blassgrünlichblauer Nadelchen, die untereinander parallel, aber nach zwei einander fast rechtwinkelig kreuzenden Richtungen angeordnet sind. Als Ursache ihrer Bildung muss wohl eine verschiedene Widerstandsfähigkeit des Feldspathes nach den verschiedenen Richtungen angesehen werden. Bei weiterer Zersetzung werden die Producte immer zahlreicher, ihre Form immer complicirter und unregelmässiger; oft sind sie wurmförmig, dendritisch verzweigt, gewunden und zerschlitzt; zuletzt ergeben sie ein vollkommen dichtes Geflecht grügelber, chloritischer Substanz, die nach zwei Richtungen orientirt, nach den verschiedenen Schnitten unter ver-

schiedenem Winkel sich kreuzend erscheint. Bei gekreuzten Nicols zeigt diese chloritische Substanz ähnliche Aggregatpolarisation wie der Serpentin. Bei vollendeter Alteration, wo die Feldspathe dann makroskopisch ein dunkelgrünes Mineral darstellen, ist das Product am besten mit einem feinfilzigen Aggregat von Pennin, dem sogenannten Pseudophit, zu vergleichen. Calcit und Eisenerz spielen in diesen Einschlüssen dieselbe Rolle, wie in den vorerwähnten Granuliten. Ganz merkwürdig ist das Auftreten ausserordentlich grosser Zirkone und Apatite. Der Zirkon bildet verrundete Krystalle, von denen der grösste 0.787 mm misst und 0.095 mm breit ist. Noch auffallender sind die Dimensionen der Apatite, welche grosse Durchschnitte liefern und zahlreiche Einschlüsse enthalten. Der grösste Apatit hat eine Länge von 1.953 mm und eine Breite von 0.756 mm , während ein unregelmässiges Korn einen Durchmesser von 0.63 mm aufweist. Von solchen Dimensionen sind diese beiden Mineralien in dem direct angrenzenden Nebengestein nicht gefunden worden. Noch ist in diesen Einschlüssen das Auftreten von Muscovit in der Form kleiner, strahlig angeordneter, länglicher Blättchen zu erwähnen.

c) Eine andere Gruppe von Gesteinseinschlüssen weist in ihrer Zusammensetzung auf die Pyroxengranulite hin. Zum Theil stellen diese Einschlüsse ein fast bröckliges, körniges Gestein dar, mit bis 1 cm grossen Biotitblättchen; zum Theil sind die Bestandtheile innig verwachsen, erscheinen wie vollständig durchtränkt mit Graphit. Am auffallendsten sind Granat, Hypersthen und Biotit. Die beiden ersten treten in einzelnen Partien des Gesteines so zahlreich auf, dass man an einen Granat- oder Hypersthenfels denken könnte. Merkwürdigerweise ist der Granat hier vollständig ohne Zersetzungsproducte. Monokliner Pyroxen tritt ganz zurück und ist in grünliche Viriditsubstanz umgewandelt. Auch der Biotit ist in einzelnen Partien des Gesteines sehr zahlreich ausgebildet. Seine intensiv pleochroitischen Durchschnitte sind auffallend reich an schwarzen Täfelchen von Titaneisen. Die farblosen und die accessorischen Bestandtheile treten sehr zurück; der Feldspath ist in grauen Kaolin zersetzt.

d) Ein seiner Erscheinungsweise und Zusammensetzung nach recht eigenthümlicher Gesteinseinschluss stellt ein abgeplattetes, senkrecht zerklüftetes, ca. 3 cm dickes Gesteinsfragment im Graphit dar, dessen Blättchen sämmtlich senkrecht auf seine Grenzfläche gerichtet sind. Es zeigt keine Parallelstructur, sondern erscheint wie ein heller, feinkörniger Granit. Der Quarz ist reich an Einschlüssen liquider Kohlensäure mit lebhaft tanzender Libelle. Die Interpositionen von Zirkon- und Apatitkryställchen widersprechen einer nachträglichen Bildung des Einschlusses. Der Feldspath ist erst im Beginn einer Zersetzung in chloritische Substanz begriffen, die als kurzsäulenförmige Gebilde auftritt. Quarz und Feldspath bilden ein granitisch körniges Gemenge. Ausserdem sind noch einige verwiterte Blättchen von Biotit vorhanden. Der Einschluss scheint also in der That einem granitähnlichen Gestein anzugehören. Vielleicht entstammt er einer tieferen Zone der Erdrinde als der Granulit.

Ein bis jetzt noch ungelöstes Problem ist das der Entstehung des Graphites, geradeso, wie das der Bildung des Diamanten.

Zuletzt haben sich F. Sandberger¹⁾, H. Moissan²⁾, und Joh. Walther³⁾ (letzterer besonders ausführlich) hierüber geäußert. Das eigenthümliche geologische Auftreten des Graphites auf Ceylon, welches jedenfalls allgemein ein gangartiges ist, scheint geeignet, die früher gehegte Ansicht, welche im Graphit die Reste der archaischen Flora und Fauna sieht, vollständig zu widerlegen. Es ist allerdings sehr verlockend, den Graphit als das Endproduct eines progressiven Verkohlungsprocesses anzusehen, der zuletzt unter immer grösserer Anreicherung von Kohlenstoff den Graphit lieferte. Die Flötze und Bänke von Graphit, welche mit den Gesteinen der archaischen Formationen wechsellagern, sprechen zwar für eine Analogie mit den jüngeren Bildungen, den Kohlenflötzen (für sie mag vielleicht jene Ansicht Geltung behalten), aber die gangartige Ausbildung der ceylonischen Graphite ist mit dieser Meinung unvereinbar. Betreffs der Frage nach der Entstehung der gangförmigen Graphitvorkommnisse vermögen wir heute noch nicht eine bestimmte Antwort zu geben; wir können nur das Für und Wider der einzelnen Annahmen einander gegenüberstellen.

Da der Graphit auf Ceylon in der Form von Spaltenausfüllungen mit durchgreifender Lagerung das Nebengestein durchsetzt und auf Grund der Structur sowie der fremden Einschlüsse an der echten Gangnatur kein Zweifel sein kann, so konnte es zunächst als das Natürlichste erscheinen, ihn als ein ehemaliges eruptives Magma anzusehen. Dasselbe kann schwerlich ein reines Kohlenstoffmagma gewesen sein, da ja der Graphit als eines der feuerfestesten Minerale gilt und dementsprechend verwendet wird. H. Moissan⁴⁾ nimmt daher an, ausgehend von der künstlichen Bildung aus mit Kohle übersättigtem geschmolzenen Eisen, dass der Graphit bei sehr hoher Temperatur aber mässigem Drucke aus einem Eisenmagma auskristallisirt sei, welches später durch chemische Reagentien, denen gegenüber der Graphit äusserst widerstandsfähig ist, entfernt worden sei. Das Vorkommen von Graphit im Meteoriten, sowie in dem Eisen isländischen Basaltes scheint für diese Ansicht sehr zu sprechen. F. Sandberger hat sich gegen eine derartige Erklärung ausgesprochen, indem er auf die vorhandenen Einschlüsse, wie Eisenkies, Rutil und Titaneisennadeln hinweist, die nicht vorhanden sein könnten, sondern bei der hohen Temperatur reducirt worden wären. Auch der Umstand scheint dagegen zu sprechen, dass die grosse Menge des Eisens, welche für diesen Process erforderlich wäre, nirgends zu finden ist.

Der Graphit könnte ferner in Form einer kohlenstoffhaltigen Lösung in die entstandenen Spalten eingedrungen und dort reducirt worden sein, beziehentlich sich mit anderen Lösungen umgesetzt haben. Diese Entstehungsweise erscheint leicht denkbar, da zahlreiche, natürlich vorkommende Lösungen dieser Art bekannt sind, z. B. Petroleum, Naphtha, Bergtheer, und für Asphaltgänge diese

¹⁾ N. Jahrb. f. Min. 1887, II, pag. 15.

²⁾ Compt. rend. 1895, 126, pag. 17.

³⁾ Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. XLI, 1889, pag. 359.

⁴⁾ Compt. rend. 1895, 120, pag. 17.

Bildung angenommen wird. Auch das eigenthümliche, mit Granulit in naher Beziehung stehende Gesteinsvorkommen vom Nullaberg in Wermland (Schweden) scheint für die Möglichkeit eines solchen Vorganges zu sprechen, indem dort erbsengrosse Gebilde eines bituminösen Bestandtheiles (Huminit) in einem Gesteine enthalten sind, welches von asphaltartigem Bergtheer imprägnirt ist. Die kohlenstoffreichen Lösungen könnten nun entweder aus der Tiefe stammen oder in Form der Sickerwässer von oben in die Spalten eingedrungen sein. In beiden Fällen müssten aber wenigstens die Salzbänder der Gänge und die Einschlüsse von organischer Lösung imprägnirt oder von Graphitblättchen durchsetzt sein. Dies ist jedoch nirgends der Fall. Auch eine Entstehung durch Lateralsecretion ist wegen der vollständig fehlenden, bituminösen Beschaffenheit des Nebengesteins und des mangelnden Graphites in demselben, sowie der vollkommenen Frische desselben nicht annehmbar.

Weiterhin könnte man den Graphit als ein Zersetzungsproduct sublimirender Kohlenwasserstoffe ansehen, die dem Innern der Erde entstammen. Diese Art der Entstehung hält Joh. Walther¹⁾ für die wahrscheinlichste. Exhalationen kohlenwasserstoffhaltiger Gase spielen ja bei Eruptionen eine nicht unbedeutende Rolle; sie kommen ferner in den Kohlenbergwerken vor, liefern das Brennmaterial der Erdfeuer und fehlen auch anderen Himmelskörpern nicht. In den Schloten mancher Fabriken entstehen durch verwandte Stoffe graphitähnliche Producte. Im Innern der Spalten müsste bei einem derartigen Bildungsproccesse eine weitgehende Reduction der Dämpfe eingetreten sein. Das Wesen eines solchen Vorganges, sowie die Natur derartiger Dämpfe ist zur Zeit völlig räthselhaft.

¹⁾ Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. XLI, 1889, pag. 360.

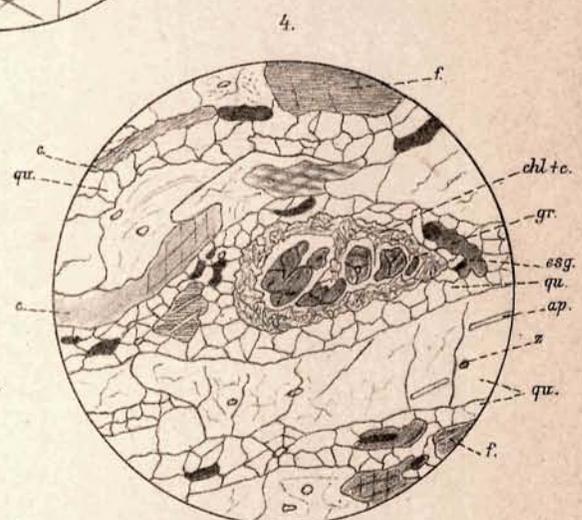
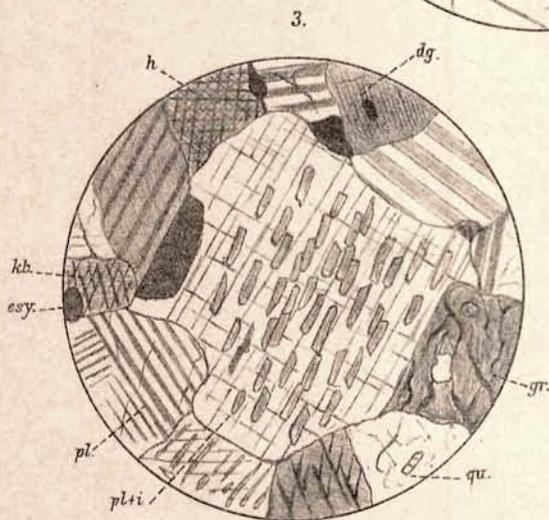
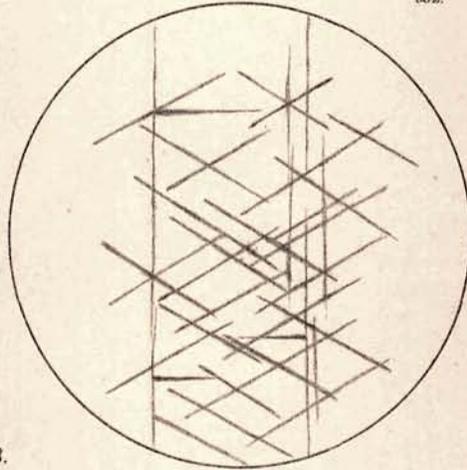
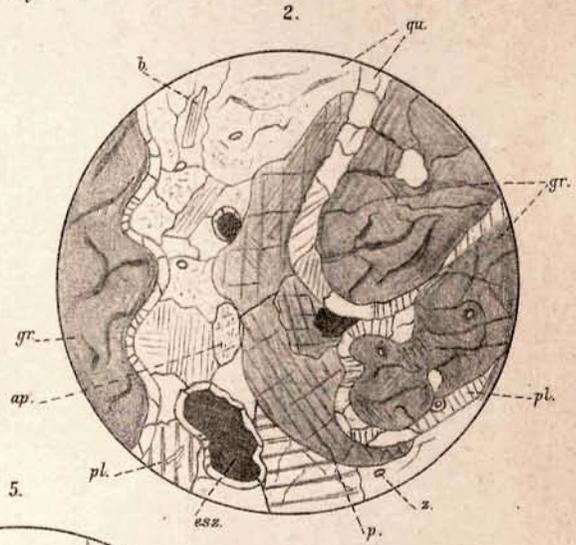
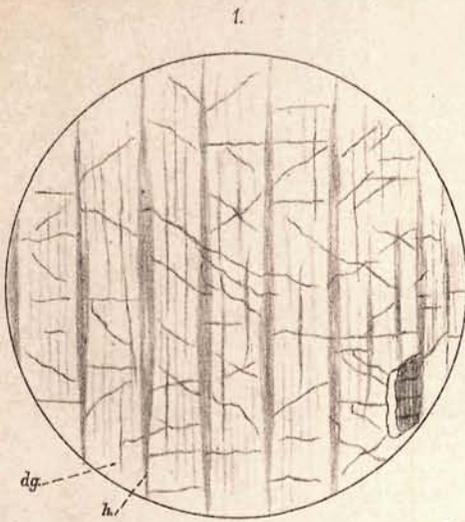
Tafel VII.

**Beitrag zur Kenntniss der Gesteine und Graphitvorkommnisse
Ceylons.**

Erklärung zu Tafel VII.

- Fig. 1. Verwachsung von Diallag und Hypersthen.
Fig. 2. Granat und Eisenerz des Pyroxengranulites mit farbloser Corona.
Fig. 3. Plagioklas des Pyroxengranulites mit Interpositionen.
Fig. 4. Structur des Granulites (Graphiteinschluss).
Fig. 5. Spaltbarkeit des Graphites.

a = Apatit.
b = Biotit.
c = Calcit.
chl = Chlorit.
dg = Diallag.
esz = Eisenerz.
f = Feldspath.
gr = Granat.
h = Hypersthen.
i = Interpositionen.
p = Pyroxen.
pl = Plagioklas.
qu = Quarz.
z = Zirkon.



Antor gez.

Lith. Anst. v. Th. Baumwirth, Wien.