

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING.

SER. C.

Afhandlingar och uppsatser.

N:o 148.

UEBER

DAS NEPHELINSYENITGEBIET AUF DER INSEL ALNÖ

VON

A. G. HÖGBOM.

MIT ZWEI TAFELN.

AFTRYCK UR GEOL. FÖREN. I STOCKHOLM FÖRHANDL. BD 17. H. 2 O. 3. 1895.

Pris 0.75 kr.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING.

SER. C.

Afhandlingar och uppsatser.

N:o 148.

UEBER

DAS NEPHELINSYENITGEBIET AUF DER INSEL ALNÖ

VON

A. G. HÖGBOM.

MIT ZWEI TAFELN.

AFTRYCK UR GEOL. FÖREN. I STOCKHOLM FÖRHANDL. BD 17. H. 2 O. 3. 1895.

STOCKHOLM 1895

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

Bei den praktisch-geologischen Untersuchungen, die im Jahre 1881 von der Geologischen Landesanstalt Schwedens in Westernorrlands Län ausgeführt wurden, fand Lieutenant E. HOPPE auf der Insel Alnö ein eigenthümliches Gestein, welches im folgenden Jahr von Dr A. E. TÖRNEBOHM¹ als Melilitbasalt beschrieben wurde und später von ROSENBUSCH² als ein besonderer Typus unter den Ganggesteinen aufgefasst und mit den Namen *Alnöit* belegt wurde. TÖRNEBOHM erkannte auch bei seinem Besuche auf Alnö 1882 das den Alnöit umgebende Gestein als Nephelinsyenit³ und gab über diesen eine petrographische Beschreibung nebst einigen Erläuterungen über sein Auftreten und seine Verbreitung. Ebenfalls entdeckte derselbe Forscher auf dem gegenüberliegenden Festlande bei dem Dorfe Berge einen Gang von Nephelinit.⁴

Seit 1889 habe ich jeden Sommer diese Gegend besucht um Material für eine etwas ausführlichere Beschreibung zu sammeln. Es schien mir nämlich, je mehr ich das Gebiet kennen lernte, als ob dasselbe eine Fülle von geologisch, petrographisch und

¹ G. F. F. 6: 240.

² Physiogr. d. massigen Gesteine, 2te Aufl., S. 805 u. 809.

³ G. F. F. 6: 542.

⁴ G. F. F. 6: 547.

mineralogisch interessanten und zum Theil noch nirgendwo anders beobachteten Erscheinungen aufzuweisen hätte, welche wohl eine mehr eingehende Besprechung verdienten. Einen vorläufigen Bericht über meine Untersuchungen gab ich in einem Vortrage bei Geologiska Föreningen 1892;¹ und auf dem internationalen Geologenkongresse in Zürich voriges Jahr berichtete ich über einige der am meisten auffallenden Kontakterscheinungen.

Im Herbste 1891 besuchte auf meinen Auftrag P. J. HOLMQVIST, damals als Amanuensis an der Hochschule Stockholms angestellt, Alnö um Untersuchungsmaterial der früher von mir angetroffenen Mineralien der Perowskit-Pyrochlorgruppe zu sammeln. Von ihm wurden auch der Pyrochlor² und das neue Mineral Knopit³ vollständig untersucht und beschrieben.

Im nächsten Jahre war mir HOLMQVIST bei den Felduntersuchungen behilflich um eine geologische Karte des Gebietes darzustellen. Einige Schwierigkeit lag dabei in dem Umstande, dass keine gut verwendbare geographische Unterlage zu bekommen war. Die meistens sehr alten und unvollständigen Feldmesserkarten im Maasstabe 1:4,000 und 1:8,000 wurden zu 1:20,000 übergeführt und komplettirt mit den wichtigsten neuen Strassen, Gehöften, Sägemühlen, Dampfschiffbrücken u. a., welche durch den industriellen Aufschwung dieser Gegend in den letzten Jahrzehnten hinzugekommen waren. Der ausserordentlich wechselnde Berggrund, welcher in dem Syenitgebiete oft an *einem* Felsen mehrere Gesteine oder Gesteinsvarietäten zu Schau bringt, machte es nicht möglich auf der Karte mehr als die Hauptmomente, und auch diese nur ziemlich schematisch, darzustellen; ich habe deshalb für die Publikation den Maasstab zu 1:40,000 niedergebracht. Die strukturell und mineralogisch sehr verschiedenen Varietäten und Abarten dieses Nephelinsyenits wurden wenn sie als einfache Produkte magmatischer Differentiation

¹ G. F. F. 14: 15.

² G. F. F. 15: 588.

³ G. F. F. 16: 73.

gedeutet werden konnten, mit *einer* Farbe bezeichnet. Die durch Resorption von Gneiss oder Beimengung von Kalkspath und Kalkstein charakterisierten, abnormen Varietäten haben dagegen eigene Zeichen bekommen, um die Beziehungen des Syenitmassivs zu dem umgebenden Gneisse und zu den eingeschlossenen Kalksteinen zu veranschaulichen. Ich habe den Versuch gemacht, die mineralogische Zusammensetzung einiger Typen des Nephelinsyenits und der mit diesem genetisch verbundenen basischen Gesteine, durch ein graphisches Tableau (Tafel 1) darzustellen. Ich verwandte zu diesem Zwecke eine so zu sagen mikroskopische Analysmethode, indem ich die Procentzahlen jedes Minerals in ausgewählten typischen Dünnschliffen bestimmte. Es war dabei natürlich nöthig nicht allzu feinkörnige und dabei gleichmässig zusammengesetzte Gesteine zu wählen. Ausserdem mussten die Proben, wenn sie Orthoklas und Nephelin zusammen führten, um eine vollständige und bequeme Unterscheidung dieser Mineralien unter dem Mikroskope zu ermöglichen, entweder mit Salzsäure angeätzt werden oder etwas umgewandelt sein, so dass der Nephelin sich von dem Orthoklas leicht unterscheiden liess. Es wurde dann das Präparat z. B. zehn Mal oder an zehn verschiedenen Punkten unter das Mikroskop gebracht und jedes Mal die im Gesichtsfelde oder in jedem Quadranten des Gesichtsfeldes befindlichen Mineralien nach ihrem procentischen Flächeninhalt geschätzt. Dann wurde das Mittel für jedes Mineral genommen, und die Menge desselben mit Hülfe des specifischen Gewichtes in Gewichtsprozent ausgedrückt. Auf diese Weise bekam ich, wie auch durch Bestimmungen einiger meiner Schüler an denselben Dünnschliffen kontrolliert werden konnte, Zahlen deren wahrscheinliche Fehler für die konstituierenden Mineralien innerhalb nicht allzu weiter Grenzen fielen. Die in kleinen Mengen eingehenden Mineralien können dagegen mit dieser Methode nicht so genau bestimmt werden. Folgende an einem Präparate ausgeführte Bestimmungen mögen als Beispiel angeführt werden. Die Werthe sind Mittel aus je zehn Ablesungen.

	HÖGBOM.	HOLMQVIST.	CEDERSTRÖM.
Nephelin	53.0	56.0	49.0
Orthoklas	31.0	29.0	30.5
Ägirin	12.0	14.0	16.0
Melanit	2.5	3.5	3.0
	<u>98.5.</u>	<u>102.5.</u>	<u>98.5.</u>

Obgleich nicht besonders genau scheint doch diese Methode den Zweck erfüllen ein ungefähres Bild der Gesteinszusammensetzung zu geben; sie hat vor den zeitraubenden chemischen Gesteinsanalysen den Vortheil sehr schnell ausgeführt werden zu können, ist aber für eine Menge von Gesteinen, deren Mineralien nicht schon beim ersten Anblick unter dem Mikroskope erkannt werden können, natürlich nicht mit Vortheil verwendbar. Die quantitative Rolle der auf dem graphischen Tableau dargestellten Gesteinstypen ist durch die relative Breite jedes Typus ausgedrückt, was jedoch nur nach dem allgemeinen Eindruck, den ich bei meinen Wanderungen im Gebiete bekommen habe, geschehen ist; und hat das Tableau in dieser Hinsicht nur insofern einen Werth, dass dasselbe ein grobes Totalbild von der chemisch-mineralogischen Zusammensetzung des Nephelinsyenitmagmas darstellt.

Die Mehrzahl der in dieser Arbeit vorkommenden chemischen Analysen sind von Schülern des Mineralogischen Institutes der Hochschule ausgeführt. Wünschlich wäre allerdings gewesen manche Mineralgruppen, wie die Pyroxen-, die Glimmer-, die Granat-, die Titanomagnetitmineralien und auch einige, wahrscheinlich neue, aber in sehr kleiner Menge angetroffene, Mineralien der Metallsäuren und seltenen Erdmetallen, vollständige chemische Analysen unterwerfen zu können. Ein Aufschub der mehr allgemeinen Beschreibung bis alles Material eine vollständige Bearbeitung bekommen könne, schien mir jedoch nicht zulässig auch aus dem Grund, dass meine bisher ausgeführte Untersuchungen dennoch einige Resultate gegeben haben, welche für Alle, welche sich gegenwärtig mit den Nephelinsyeniten und verwandten Gesteinen beschäftigen, einiges Interesse haben können.

Auch wird wohl diese Arbeit, trotz ihrer Unvollständigkeit, denen willkommen sein, welche dieses in vieler Hinsicht allein dastehende Gebiet besuchen wollen. Vielleicht dürften viele Geologen und Mineralogen, welche die grosse Touristenroute Stockholm-Trondhjem fahren, hier ein paar Tage verweilen. Ihnen zu Dienst habe ich am Ende der Abhandlung einige Exkursionspläne entworfen.

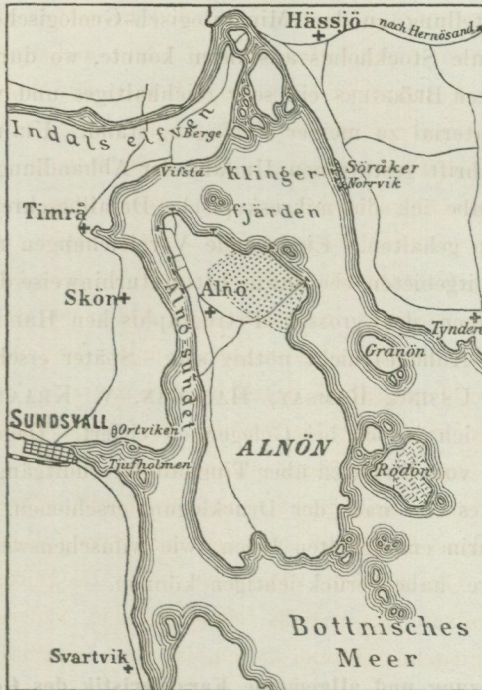
Mit Dankbarkeit mag ich noch den grossen Vortheil erwähnen, der darin lag, dass ich diese Untersuchung während meiner Anstellung an dem Mineralogisch-Geologischen Institute der Hochschule Stockholms ausführen konnte, wo durch die früheren Arbeiten BRÖGGERS ein sehr reichhaltiges und vorzügliches Vergleichsmaterial zu meiner Verfügung stand. Um nicht den in dieser Zeitschrift gestatteten Umfang der Abhandlungen zu überschreiten, habe ich die mikroskopische Detailbeschreibung möglichst knapp gehalten. Eingehende Vergleichen mit anderen Nephelinsyenitgebieten ebensowie Litteraturhinweise dürften nach dem Erscheinen des grossen Petrographischen Handbuches von ZIRKEL (2te Auflage) nicht nöthig sein. Später erschienene Arbeiten von USSING, RAMSAY, HACKMAN, v. KRAATZ, HUSSAK u. A. habe ich jedoch bei Gelegenheit citirt. Dagegen ist die Abhandlung von BRÖGGER über Tinguait-Groruditgänge des Christianiagesbietes erst nach der Drucklegung erschienen, weshalb ich nicht die darin entwickelten Ideen, wie wünschenswerth es auch gewesen wäre, habe berücksichtigen können.

Begrenzung und allgemeine Charakteristik des Gebietes.

Die Insel Alnö an der Westküste des Botnischen Meeres bei $62\frac{1}{2}^{\circ}$ n. Breite gelegen hat eine Länge von 14 km und eine mittlere Breite von 5 bis 6 km. Der Nephelinsyenit und die mit ihm verwandten Gesteine sind auf den nordöstlichen und nördlichen Theil der Insel beschränkt. Vereinzelte Gänge von Alnöit, Tinguait, Nephelinit u. a. werden jedoch auf dem nächstliegenden Festlande sowie auf einigen Inseln der Umgebung

(Granön, Tjufholmen) angetroffen. Dass der Meeresboden nord-östlich von Alnö auch dem Nephelinsyenitgebiete angehört, geht nicht nur aus dem Berggrund der Inselchen Långörsholmen u. a. hervor, sondern auch aus der Verbreitung von Geschieben im Vergleich mit den Richtungen der Gletscherschrammen dieser Gegend. Wahrscheinlich streckt sich das Massiv ununterbrochen bis an das Ufer des Söråkerlandes, wo ein schmaler Streifen

Fig. 1.



Situationskizze der Umgegend von Alnö.¹
Maasstab 1:28,000.

von etwa zwei Kilometer Länge aus Nephelinsyenit oder mit ihm genetisch verbundenen Gesteinen eben in den Uferfelsen entblösst ist, während der Grund schon ein- bis zweihundert Meter

¹ Die Grenzen des Nephelinsyenitgebietes und des Rapakivgebietes von Rödön sind hier nur grob getragen.

nach innen aus Gneiss besteht. Es ist folglich etwa die Hälfte des Nephelinsyenitmassivs vom Meer bedeckt und die totale Oberfläche desselben dürfte also ungefähr 25 km^2 sein.

Die Topographie der Insel Alnö ist recht einfach und das Nephelinsyenitgebiet hebt sich nicht in sehr merkbarer Weise von der Umgebung hervor. Die Westküste steigt ziemlich steil bis etwa 80 *m* über das Meer, so dass schon die grosse Fahrstrasse, welche den Alnösund in einer Entfernung von etwa 7—800 *m* folgt, die genannte Höhe erreicht.¹ Von dieser Strasse hat man prächtige Aussichten über den unter den Füssen liegenden Alnösund mit seinem regen Leben an den Ufern und über das gegenüberliegende Festland mit waldigen Bergen und bebauten Thälern. Östlich von der Strasse nach dem Nephelinsyenitgebiete hin streckt sich ein Plateauland mit einer mittleren Höhe von 80—100 *m*; dieses überschreitet auch die Westgrenze des Nephelinsyenits. Die grösste Erhebung liegt eben an dieser Grenze, westlich von dem Gehöfte Smedsgården. Die östliche Grenzlinie des Syenitgebiets zwischen Stornäset und Aldersnäs ist auch nicht topographisch bemerkbar; ebensowenig findet man die Nordwestgrenze in der Topographie deutlich markiert.

Oggleich also die Begrenzung des Nephelinsyenitmassivs sich nicht durch merkbare Höhenunterschiede kund giebt, findet man doch eine recht deutliche Verschiedenheit in dem landschaftlichen Karakter zwischen dem Syenitgebiete und dem umgebenden Gneissgrund. Besonders um die Dörfer, Hartung, Pottäng, Stolpås, Ås, Slåda, Strömsta und Nedergård, welche alle auf syenitischem Grund liegen, ist die Landschaft durch eine unregelmässig klein hügelige Beschaffenheit charakterisiert. Beim ersten Anblick könnte man wohl an Sammlungen von Grabhügeln der Eisenalter (wie sie auch bei dem Dorfe Berge wirklich vorkommen) oder an Moränenhügel denken, besonders weil oft der Bau und das Material dieser Hügel durch einen Grasteppeich oder Gebüsch versteckt ist. Es ist jedoch nichts anderes als die

¹ Die Höhenziffern der Karte sind durch Barometer und Spiegelnivellierungen erhalten.

mehr oder minder verwitterten Syenitfelsen, welche diese Oberflächengestalten annehmen, und man kann leicht, z. B. in der Gegend um Strömsta, sehen, dass sie durch die ungleiche Widerstandsfähigkeit des an Struktur und Zusammensetzung sehr wechselvollen Gesteins herausmodelliert worden sind. Wo das Gestein mehr gleichförmig ausgebildet ist, wie zwischen Hörningsholm und Stornäset, ist auch diese Hügellandschaft weniger entwickelt.

Ein breites etwa VNV—OSO verlaufendes Thal, welches von Torf-, Thon- und Sand-ablagerungen eingenommen wird, durchzieht das Syenitgebiet. An der Südseite wird dieses Thal von dem ziemlich schroff 40—50 m sich erhebenden kleinhügeligen Terrain der Dörfer Hartung, Pottäng, Stolpås und Ås begrenzt, während die nördliche Thalseite von der flacheren Böschung des zwischen Aldersnäs und der Brücke von Hörningsholm sich streckenden Bergplateaus gebildet wird.

Eine zweite zusammenhängende Fläche, wo der Berggrund unter quartären Ablagerungen versteckt ist, findet man östlich von Boräng und auch eine in südöstlicher Richtung von Nedergård. Die mächtigen Sandablagerungen der letzteren erlauben nicht hier die Grenze zwischen Nephelinsyenit und Gneiss genau festzustellen. Mit Ausnahme dieser bedeckten Gebiete und einiger kleineren nördlich von Smedsgården und Stornäset, ist der Felsengrund im allgemeinen recht gut entblösst. Moränbildungen haben in dem Syeniterrrain eine auffallend geringe Mächtigkeit und Verbreitung.

Trotzdem ist das feste Gestein oft nicht deutlich zu sehen; seine leichte Verwitterung und die an den Felsen angesiedelte Vegetation erschweren oft das Erhalten von frischem Untersuchungsmaterial. Sehr gut entblösst sind jedoch oft die von den Wellen bespülten Uferfelsen, besonders auf Långörsholmen, dessen nordwestliches Ende ein ausgezeichnetes und typisches Bild von dem dieses Eruptivmassiv so kennzeichnenden bunten Gesteinsgemische gibt.

Zur Charakteristik des Nephelinsyenitgebiets gehört auch ein im allgemeinen sehr fruchtbarer Boden und eine im Verhält-

niss zu der hohen Latitude ungewöhnlich üppige Vegetation, was sich auch darin kund giebt, dass die Kultivierung hauptsächlich auf diesen Theil der Insel beschränkt ist. Von den etwa 4,000 Einwohnern der Insel sind wohl mehr als 3,000 auf dem nördlichen Viertel angesiedelt, der als eine der dichtest bevölkerten Gegenden Schwedens angesehen werden kann. Dabei ist allerdings zu bemerken, dass die Bebauung auch von anderen Faktoren als dem günstigen Boden bedingt wird. Doch ist in dieser Hinsicht ein sehr auffallender Unterschied zwischen dem Nephelinsyenitgebiete und dem umgebenden Grundgebirge. Die leicht verwitternden alkali-, kalk- und phosphorreichen Gesteine des ersteren sind in ausgezeichneter Weise dazu geeignet, einen für die Pflanzen günstigen Boden zu geben. Eine so luxuriirende Hainvegetation wie z. B. an den Thalböschungen zwischen Hartung und Ås oder auf Långörsholmen findet man nicht in anderen Theilen des nördlichen Schwedens. Einige Pflanzen haben auch hier ihre Nordgrenze. Weil es mir von Interesse zu sein schien, dieses Gebiet in pflanzenphysiognomischer Hinsicht mit dem Grundgebirgsterrain der Umgebung zu vergleichen, gab ich einem Fachmanne Dr Y. GREWILLIUS den Auftrag, darüber eine Untersuchung auszuführen. Die Resultate hierüber sind schon von GREWILLIUS publiciert,¹ weshalb ich mich darauf beschränke auf seinen Aufsatz zu verweisen.

Geologische Uebersicht.

In dem bunten Wechsel von Gesteinen des hier zu behandelnden Gebietes spielt der *Nephelinsyenit* mit seinen vielen Abarten die quantitativ erste Rolle. Ihm am nächsten und auf sehr sonderbare Weise mit ihm verknüpft kommen grössere und kleinere Partien von mineralreichen *Kalksteinen* vor. Die Beziehungen dieser Gesteine zu den vorigen sind wohl die in theoretischer Hinsicht interessantesten Erscheinungen des Gebietes.

¹ *Bidrag till kannedomen om kärlväxtvegetationen på Nephelinsyenitområdet i Alnös norra del.* Öfvers. K. Vet. Akad. Förhandl. 1894, N:o 5, s. 215—234.

Man könnte versucht sein die Kalksteine als eingeschlossene und intensiv metamorphosierte, zum Theil auch in das Nephelinsyenitmagma eingeschmolzene Bruchstücke eines von aussen einge-kommenen Gesteins zu deuten. Dass sie von dem umgebenden Grundgebirge stammen können, ist indess nicht sehr warscheinlich, weil dieses bis auf weiter Entfernung keinen Kalkstein führt, und hier überhaupt nicht eine solche Zusammensetzung hat, dass man darin Einlagerungen von Kalkstein erwarten kann. Für die zweite Möglichkeit, dass jüngere, nunmehr wegdenudirte Sedi-mentärformationen die Bruchstücke geliefert hätten, giebt es auch keinen guten Grund. Im Gegentheil scheinen die Zusammen-setzung dieser Kalksteine und die dieselben charakterisierenden accessorischen Mineralien eine solche Annahme auszuschliessen. Es kommt hier gar nicht eine für die metamorphosierten unreinen Sedimentärkalksteine kennzeichnende Mineralgesellschaft vor, wie z. B. in dem Christianiargebiete, sondern hauptsächlich nur solche Mineralien, welche auf Kosten des Syenitmagma gebildet worden sind; und wo diese Mineralien fehlen, ist der Kalkstein fast chemisch reines Calciumkarbonat, was kaum möglich wäre, wenn derselbe ein metamorphosiertes Sedimentärgestein wäre. Andererseits sei doch schon hier bemerkt, dass, wie aus der später folgenden Specialbeschreibung hervorgeht, die Kalksteine des Nephelinsyenits wenigstens theilweise spröde gewesen sind, bevor sie von dem Syenitmagma aufgeweicht bezw. geschmolzen wur- den. Welcher der Ursprung dieses Kalksteins auch sein mag, so viel ist doch durch zahlreiche Beobachtungen festgestellt, dass derselbe in grossem Maasstabe ohne Dekomposition von dem Magma geschmolzen und aufgenommen worden ist, und dass bei der Verfestigung Kalkspath aus dem Magma auf ganz ähnlicher Weise wie die übrigen Mineralien auskrystallisiert ist. Die reich-liche Beimengung von primärem Kalkspath in den Eruptivgestei- nen dieses Gebietes, die schriftgranitische Verwachsung desselben mit Nephelin, Ägirin, Feldspath u. a. Syenitmineralien und mehrere andere, später erwähnte Erscheinungen zwingen mit Noth-wendigkeit zu einer solchen Auffassung. Die geringe Acidität

des Nephelinsyenitmagmas, welches keinen Ueberschuss an Kieselsäure für die Zersetzung des Kalkspath disponierte, und der hohe Druck, unter welchem die Verfestigung dieser Gesteine sich vollzog, müssen als hinreichend für die Existenzfähigkeit des Calciumkarbonats im Magma angesehen werden. Nur ausnahmsweise findet man, dass eine Zersetzung unter Bildung von kalkreichen Silikaten, wie Wollastonit, Melanit u. a. stattgefunden hat. Es ist kaum ein Zufall, dass auch andere Nephelinsyenitgebiete manchmal Kalkspath (und Cancrinit) als wahrscheinlich primären Bestandtheil enthalten,¹ und die Möglichkeit ist wohl nicht ausgeschlossen, dass aus einem kieselsäurearmen und zugleich kohlenäurereichen Magma Kalkspath sich direkt bilden könne, so dass man nicht nothwendig ein Zufuhr davon in Form von Bruchstücken eines präexistirenden Karbonatgesteins oder ein sekundäres Entstehen annehmen muss. Die mit dem Nephelinsyenit auf Alnö so eng verbundenen oder mit Syenitmineralien so durchspickten Kalksteine könnten nach einer solchen Anschauung vielleicht als Differentiationsprodukte aus dem kalk- und kohlenäurereichen Magma gedeutet werden, also auf dieselbe Weise wie die übrigen extremen Spaltungsgesteine dieses Gebietes ausgeschieden sein. Es ist in der That nur der oben erwähnte Umstand, dass man in diesen Kalksteinen Zeugnisse einer Aufweichung nach einem früheren spröden Zustand findet, welcher mehr zu Gunsten einer Bruchstückentheorie sprechen scheint.

Von Interesse sind auch die *Kontaktverhältnisse* zwischen dem Nephelinsyenit und dem Gneiss der Umgebung. Obgleich es keine Rede von einem wirklichen primären Uebergang zwischen diesen Gesteinen sein kann, indem das eine dem Grundgebirge gehört, das andere ein entschieden postarchaisches Gestein ist, sind ihre gegenseitige Begrenzungen solcher Art, dass es oft schwierig wird die Grenze festzustellen. Gegen den Gneiss hin verliert der Nephelinsyenit seinen Gehalt an Nephelin, wird

¹ Siehe z. B. Amer. Journ. of Science, July 1894. ADAMS: Nepheline Syenite, Ontario.

gern etwas schiefrig und erhält durch daneben zutretenden Biotit ein recht gneissähnliches Aussehen. Andererseits wird auch der Gneiss in einer breiteren oder schmaleren Zone an der Grenze verändert. Der Gehalt an Quarz nimmt ab, die Gneissminerale zeigen sich unter dem Mikroskope in grossem Masstabe angefressen oder resorbiert unter Neubildung von anderen, wobei auch Syenitminerale sich ausgeschieden haben. Bei mehr hochgradiger Metamorphose zeigt das Gestein noch nur vereinzelte stark korrodierte Quarzkörner als Reste der ursprünglichen Bestandtheile oder neugebildete solche; und diese sind dann mit einem Kranze von Agirin- oder Hornblendekörnern umgeben. Das so umgewandelte Gestein lässt sich nicht leicht makroskopisch von der oben erwähnten Grenzform des Nephelinsyenits unterscheiden, und weil beide, besonders nördlich von Boräng, westlich von Stolpås und bei Stornäset, nicht geringe Verbreitung haben, wird die Bezeichnung auf der Karte in dieser Hinsicht etwas willkürlich. Wo noch in dem Gestein die Quarzkörner des Gneisses unter dem Mikroskope zu sehen sind, habe ich das Gestein Gneiss genannt; ist dagegen der Quarz ganz resorbiert, in welchem Falle auch die übrigen Gneissminerale in das Syenitmagma zum grössten Theil aufgegangen zu sein scheinen, wurde das Gestein als saure Grenzfacies des Nephelinsyenits bezeichnet. Diese Verknüpfung des Gneisses mit dem Syenit ist übrigens nicht nur an den Grenzen des Gebietes gebunden, sondern auch im Inneren desselben, südwestlich von Stolpås wird häufig Gneiss in Verbindung mit Syenit über eine grosse Fläche getroffen, was sich wohl so deuten lässt, dass hier entweder eine Horstbildung in dem Senkungsfelde vorliegt oder ein grosses (oder mehrere?) Bruchstück des Grundgebirges in dem Syenit eingeschlossen ist. Weil die Gneisspartien hier sehr schwierig von den wahrscheinlich dominierenden »Grenzesyenit« bei der Rekognoscierung sich unterscheiden liessen, habe ich das Ganze auf der Karte mit dem Zeichen des letzteren belegt. Manchmal, wie z. B. ein paar hundert Meter westlich von Stolpås, und südlich von Norrvik am Söräkerlande, findet man in einem

Felsen Partien von nicht oder nur wenig verändertem Gneiss in deutlichem Syenit, die wohl als nichtresorbierte Bruchstücke anzusehen sind. Oft zeigt der Nephelinsyenit an den Grenzen, theils wegen der Beimengung mit Gneiss, theils auch auf Grund bruchstückähnlicher Einschlüsse verschiedener Abarten des Gesteins selbst, ein breccienartiges Aussehen. Dass es sich indessen hier vorwiegend um primäre Breccien und nicht um später entstandene Verwerfungsbreccien handelt, kann kaum zweifelhaft sein. Der Verlauf der Grenzen des Nephelinsyenitgebietes scheint allerdings dafür zu sprechen, dass dasselbe ein Senkungsfeld einnimmt, und dass die Begrenzungsfläche eine steile Stellung hat. Wäre ihre Lage nämlich einigermaßen flach, so würden die Grenzlinien an der Erdoberfläche kaum so geradlinig verlaufen und würden sich auch in der Topographie deutlich bemerkbar machen. Dieses Senkungsfeld lässt sich wohl als in Verbindung mit der Eruption entstanden denken, und man hat nicht nöthig spätere Dislokationen anzunehmen. Die mit der Eruption verbundenen Verwerfungen haben wahrscheinlich die jetzigen Grenzen des Nephelinsyenitgebietes übersprungen. In dem Gneisse nordwest von dem Eruptivgebiete findet man an einer schroffen Felsenwand bei Järfvik eine deutliche Verwerfungsbreccie mit etwa nordwest-südöstlicher Richtung. Lose Gesteine mit Breccienstruktur sieht man übrigens in der Gegend um Närsta und an dem Ufer des Alnösunds bei Alvik, welche die Befindlichkeit von Dislokationen andeuten. Möglicherweise ist eben der Alnösund, der weite Kringelfjärd und die Insel Alnö selbst zu ihrer Begrenzung wesentlich von Verwerfungen bestimmt, aber inwiefern diese als ungefähr gleichzeitig mit dem Aufdringen des Nephelinsyenitmagmas anzusehen sind, entzieht sich wohl jeder Entscheidung. Das Vorkommen von lokalen Geschieben, welche aus einem mit Schwerspath verkitteten Brecciengestein bestehen, deutet jedoch auf die Befindlichkeit späterer Verwerfungen. Anstehend wurde eine derartige Breccie in einem kleinen Hügel etwa 300 m NO von Berge angetroffen, aber konnte wegen Bedeckung nicht verfolgt werden. Sie schien

sich an einen flachliegenden Gang von umgewandelten Alnöit(?) anzulehnen. Das Gestein war sehr verwittert und zerbröckelt und durch einen Bruch für Strassengruss blossgelegt.

Es ist ein Uebelstand, dass nicht in der ganzen Umgegend jüngere Sedimentärgesteine anstehen, welche Anhaltspunkte für die Altersbestimmung der hier vorkommenden Eruptivgesteine geben könnten. Dieses Eruptivgebiet an und für sich ergibt nur, dass die Eruption in postarchaischer Zeit stattgefunden haben muss, weil die Gesteine keine solche Druckerscheinungen zeigen, welche überall das schwedische Grundgebirge kennzeichnen.

Die später beschriebenen gefalteten Nephelinsyenitgänge im Kalkstein (und die möglicherweise sekundäre Parallelstruktur des Kalksteins selbst) sind allerdings Zeugnisse vorgegangener Pressungen, aber diese sind nur an die Kalksteinspartien des Gebietes gebunden und sind ganz anderer Natur als die Deformationen und Strukturen, welche der Gebirgsdruck im Grundgebirge hervorgebracht hat. Auffallenderweise sind die zahllosen übrigen Gänge von Alnöit, Tinguait u. A. niemals gefaltet, auch wenn sie die gefalteten Nephelinsyenitgänge der Kalksteine durchqueren. Weil nun aber die erstgenannten Ganggesteine in enger genetischer Beziehung zu den letzteren sowie zu dem Nephelinsyenit des Gebietes im allgemeinen stehen, und deshalb nicht wesentlich jünger sein können, so liefern auch sie einen Beweis für das postarchaische Alter dieses Eruptivgebietes. Wenn man eine nähere Altersbestimmung versuchen wollte, so geben die Beziehungen zu den übrigen postarchaischen Eruptivgesteinen, welche aus den näheren oder ferneren Umgebungen bekannt sind, einige Anhaltspunkte. Zu den Erwägungen hierüber, die ich in einer früheren Arbeit¹ mitgetheilt habe, möchte ich hier in aller Kürze noch einige Bemerkungen hinzufügen. Von den sechs bis jetzt bekannten Nephelinsyenitvorkommen des grossen nordischen Grundgebirgsgebietes sind drei im Kontakt mit postarchaischen Sedimentärbildungen, so dass man zu einem gewissen

¹ *Om postarkäiska eruptivbergarter inom det svensk-finska urberget.* G. F. F. 15 (1893).

Grade ihr Alter beurtheilen kann. Das südnorwegische Eruptivgebiet ist postsilurisch; der Särnasyenit in Dalekarlien ist wohl jünger als der Dalasandstein, welcher wieder älter als die Primordialzeit ist, aber die Altersbegrenzung des Särnaits nach oben kann nicht festgestellt werden; das Massiv der Halbinsel Kola hat nach RAMSAY¹ Sedimente metamorphosiert, deren Alter nicht als sicher festgestellt betrachtet werden kann, die aber mit einiger Wahrscheinlichkeit für devonisch gehalten werden. Das Alnömassin, der Ijolith bei Kuusamo im nördlichen Finland und das neuentdeckte Vorkommen von Kuolajärvi, ebenfalls im nördlichen Finland, sind dagegen soweit bis jetzt bekannt, nur vom Grundgebirge umgeben, oder kommen wenigstens nicht mit unzweifelhaft jüngeren Sedimenten in Kontakt. Es ist deshalb nicht unmöglich, dass sie alle ungefähr gleichzeitig sein können, obgleich andererseits keine zwingenden Gründe für eine solche Annahme vorliegen. Ich habe in der citierten Abhandlung die Vermuthung ausgesprochen, dass der Nephelinsyenit auf Alnö in einiger genetischer Beziehung zu den postarchaischen Eruptivgesteinen auf Rödön (Siehe die Situationsskizze, S. 105) und den Inselchen südöstlich von Alnö stehen könne, weil diese Gesteine, ebensowie das kleine Granophyrvorkommen bei Ortviken östlich von Sundsvall, in petrographischer Hinsicht Aehnlichkeit mit den Gesteinen des etwas mehr entlegenen Ragundamassivs zeigen und dieses wiederum Augitsyenite enthält, welche gewissermassen als ein Verbindungsglied zwischen dem Nephelinsyenit und den übrigen Gesteinen dieser Gebiete aufgefasst werden könnten. Diese Eruptivmassive im mittleren Norrland zusammengefasst bieten grosse Analogien mit dem südnorwegischen Gebiete dar, und weil sie einander so nahe liegen, dass die Gänge der verschiedenen Massive in einander greifen oder wenigstens sehr nahe kommen, dürfte die genannte Vermuthung einige Wahrscheinlichkeit haben. Eine Konsequenz davon wäre jedoch, dass auch die Rapakivigesteine Finlands und das Eruptivgebiet

¹ Das Nephelinsyenitgebiet auf der Halbinsel Kola. Fennia II, No 2. S. 66 u. f.

an der Küste zwischen Hernösand und Örnsköldsvik, deren petrographischer und geologischer Verband mit dem Rödörapakivi, wie schon SEDERHOLM¹, LUNDBOHR² und Verfasser³ früher hervorgehoben haben, kaum bezweifelt werden kann, mit dem Nephelinsyenit gleichzeitig sein müssten. Sind aber die Rapakivigesteine präsilurisch, wie die finländischen Geologen sie aufzufassen scheinen, so wird folglich unter der gemachten Voraussetzung, der Nephelinsyenit auf Alnö von demselben Alter und folglich nicht mit dem sydnorwegischen oder dem der Kolahalbinsel zu parallelisieren sein. Petrographische Analogien, um Schlüsse auf das Alter zu ziehen, sind indess mit grosser Vorsicht zu benutzen, und es ist sehr gut möglich, dass die hier in Betracht gezogenen Eruptivgebiete von mittlerem Norrland nicht alle derselben geologischen Periode gehören.

Die Ganggesteine auf Alnö sind mit dem Nephelinsyenitgebiete so eng verknüpft, dass ihre genetische Zugehörigkeit zu diesem ganz zweifellos ist. In grosser Zahl und oft schaarenweise durchsetzen die Gänge sowohl die Gesteine des Nephelinsyenitgebietes als dessen nächste Umgebungen; sie werden aber immer spärlicher je mehr man sich davon entfernt. Vereinzelt werden sie noch auf dem umgebenden Festlande angetroffen, in Hässjö, bei Berge, in Skön und auf den Inseln Tjufholmen und Granön. In der Gegend um Söråker sind sie dagegen sehr häufig, aber der Nephelinsyenit reicht hier auch bis an das Ufer. Die Breite der Gänge überschreitet nur selten einige Meter; am gewöhnlichsten dürfte eine Mächtigkeit von einigen Decimetern sein, oft ist dieselbe auch viel kleiner. Ihre Richtung zeigt keine einfache Regelmässigkeit, doch findet man oft, dass die einander nahe liegenden und petrographisch gleichartigen Gänge etwa parallel sind. Sehr häufig sieht man zwei oder mehrere schmale Gänge mit Intervallen, welche nicht viel grösser sind als die Breite der Gänge, auf einander folgen. In den

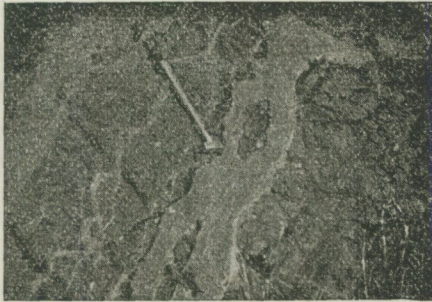
¹ Ueber finnländische Rapakivigesteine. Tschermak. Petr. Mitth. 1891. S. 16.

² Om berggrunden i Westernorrlands kusttrakter. G. F. F. 15: 321.

³ In oben citierter Abhandl.

Gneissgeschieben um Söråker und in dem westlichen Theil von Alnö ist dies recht allgemein zu sehen. Nicht immer sind die so parallel verlaufenden Gänge petrographisch übereinstimmend. Auffallend ist es, dass die Gänge gewöhnlich ein sehr flaches Fallen haben, oft nur 20° bis 25° ; ja man findet ab und zu Gänge, welche kaum von dem Horizontalplan abweichen. Steilstehende Gänge sind jedoch auch beobachtet, vielleicht sind solche eher in den äusseren Theilen des Ganggebietes zu treffen. Die Gänge von rothem Nephelinsyenit, welche recht allgemein sowohl den Kalkstein als die basischen Massengesteine des Massivs durchsetzen, unterscheiden sich von den *Ganggesteinen sensu*

Fig. 2.



Gänge von Kalkstein in Nephelinsyenit auf Långörsholmen.
 $\frac{1}{30}$ der natürlichen Grösse.

stricto auch in ihrem Auftreten, indem sie nicht wie diese eine vorherrschend flache Stellung haben, sondern gewöhnlich steil stehen und ferner, wie schon oben bemerkt wurde, wenn sie im Kalkstein vorkommen, zerbrochen oder gefaltet sind. Nur zweimal wurde Nephelinsyenit gangförmig ausserhalb des Massivs in dem angrenzenden Gneiss angetroffen, aber seine Charakteren führen ihn dann schon näher den tinguaitartigen Gesteinen. Eine besondere Gruppe unter den Ganggesteinen dieses Gebietes bilden die dichten, vorwiegend aus Kalkspath und Zeolithen mit Ausschluss dunkler Mineralien bestehenden Gesteine, welche in grosser Zahl gewisse Theile des Massivs durchsetzen. Auf ver-

witterter Fläche zeigen sie eine Art Fluktuationsstruktur. Sie unterscheiden sich von den übrigen Ganggesteinen auch durch ihr Auftreten, indem sie die regelmässige Begrenzung dieser entbehren, anastomosieren und keine bestimmte Richtung einhalten (Siehe Fig. 2). Sie durchkreuzen gewöhnlich die eigentlichen Ganggesteine, aber dass ihre Entstehung nicht in eine wesentlich spätere Epoche fällt, geht daraus hervor, dass auch das umgekehrte beobachtet werden kann (Vergleiche Fig. 11). Die Genesis dieser Kalkgänge ist wohl ebenso räthselhaft wie die der Kalkmassen des Nephelinsyenitgebietes. Wenn man die verschiedenen Ganggesteine mit den Endgliedern Alnöit und Tinguait als petrographische Aequivalente der basischen und saureren Massengesteine, welche aus einer weitgehenden Differentiation in diesem Magma hervorgingen, betrachtet, so scheint es nicht unmöglich dass die Kalkgänge eine Gangfacies des massförmigen Kalksteins sein könnten. Aus der folgenden petrographischen Beschreibung wird hervorgehen, dass diese Anschauung in den Gesteinscharakteren und in der Verknüpfung dieser Gänge mit einander und mit den Massengesteinen einige Wahrscheinlichkeit beanspruchen kann.

Ein Vergleich des Nephelinsyenitgebietes auf Alnö mit anderen bis jetzt bekannten ergibt einerseits viele Uebereinstimmungen in vielen, auch scheinbar recht unwesentlichen Eigenschaften, andererseits aber findet man hier manche anderswo nicht beobachtete oder doch nicht besonders hervortretende Erscheinungen, welche dieses Gebiet vor anderen kennzeichnen.

Für die meisten Nephelinsyenitvorkommen charakteristisch ist der sehr grosse Wechsel in Gesteinsstruktur und mineralogischer Zusammensetzung, die Häufigkeit begleitender Ganggesteine in gewöhnlich nur wenig mächtigen Gängen und die in chemischer wie geologischer Hinsicht enge Verknüpfung dieser mit den Massengesteinen der bezügl. Gebiete. Dies Alles ist auch in eminenter Weise auf Alnö zu sehen. Ob hier wie z. B. im Christianiagebiete, in Brasilien, in Ural, in Arkansas(?), der Nephelinsyenit mit seinen Abarten als ein Spaltungsprodukt eines grösseren Eruptivmagmas aufzufassen ist, kann, wie schon

bemerkt wurde, nicht mit Bestimmtheit gesagt werden, aber ist gut möglich. Das Vorkommen auf Alnö einer sauren Grenzfacies des Nephelinsyenits scheint auch anderorts sein Analogon zu haben; so beschreibt RAMSAY¹ ein ähnliches Verhältniss von dem Kolamassive. Es dürfte die Erklärung in beiden Fällen dieselbe sein, nämlich Resorption des angrenzenden quarzreichen Gesteins. Allerdings gilt dies ganz sicher von dem Syenit auf Alnö. Hier scheinen jedoch die Resorptionsphänomene wie die Kontaktwirkungen überhaupt viel energischer gewesen zu sein, als man sie von anderen Vorkommen kennt. Der Calcitgehalt des Alnömassivs ist auch nicht etwas demselben ganz eigenes, aber er begegnet hier in weit grösserem Maassstabe als bei anderen, wie z. B. Ditró in Siebenbürgen und Ontario in Canada.² Das Vorkommen grosser Massen krystalliner Kalksteine bei (in?) den Nephelinsyeniten von Ontario und von Brasilien³ und die Mineralführung der letzteren erinnern gewissermassen an die Kalksteine auf Alnö und sind vielleicht nicht nur ein Zufall; aber von einer solchen Verschmelzung mit den Nephelinsyenitgesteinen wie hier meldet jedoch die Litteratur nichts. Es sind diese Kalksteine, welche in erster Reihe das Alnömassiv als etwas ganz eigenartiges hervorstehen lassen und dasselbe durch ihre Beziehungen zu dem Syenit und durch ihre Mineralien ein besonderes Interesse geben. Wenn man überhaupt Analogien in dieser Hinsicht mit anderen Vorkommen aufsuchen wollte, scheint keine bessere zu finden sein als die in den verwandten vulkanischen Gesteinen des Kaiserstuhls eingeschlossenen enormen Kalkmassen von Schelingen-Oberbergen-Vogtsburg.

Ueber Kaiserstuhl und dessen Kalksteine ist von vielen und hervorragenden Geologen viel geschrieben, doch gehen noch in den letzten, etwa gleichzeitigen, grossen Arbeiten von GRAEFF⁴

¹ Fennia 11. No 2. S. 81.

² ADAMS. Am. Journ. of Science, July 1894.

³ HUSSAK. Neues Jahrb. 1892. 2.

⁴ Zur Geologie des Kaiserstuhlgebirges; Mittheil. d. Grossherz. Bad. Geol. Landesanstalt, zweiter Bd. 1892.

und KNOP¹ die Ansichten, speciell über die Deutung des Kalksteins, weit auseinander. Ohne eine bestimmte Meinung auszusprechen, da meine Kenntnisse dieses Gebietes, ausser was durch die Litteratur und die Sammlungen auszulesen ist, sich nur auf einen kurzen Besuch der wichtigeren Lokalitäten gründen, möchte ich jedoch gestehen, dass weder die Auffassung von GRAEFF, nach welcher in diesen Kalkmassen ein metamorphosierter Jurakalk vorliege, noch die Hypothese KNOP's, dass die Kalksteine als Ausfüllungen (»Kesselsteine») von Hohlräumen während der Eruptionen entstanden seien, eine befriedigende Lösung der viel besprochenen Frage zu geben scheinen. Wiewohl die erstere Meinung als weniger abenteuerlich mehr zusprechend ist, scheint doch die andere auf einige auffallende Erscheinungen, wie besonders die Kalkgänge und deren Strukturen besser passen zu können. Von Theorien und Hypothesen aber abgesehen, welche wohl schwerlich die Kalksteine von Alnö und Kaiserstuhl in ganz dieselbe Kategorie bringen können, zeigen diese beide Vorkommen in chemisch-mineralogischer Hinsicht und in Bezug auf Strukturverhältnisse so viel gemeinsames, dass man doch die Thätigkeit gleicher Agentien unter zum Theil ähnlichen Bedingungen annehmen muss. Von den für die Kaiserstuhler Kalksteine charakteristischen Mineralien werden mehrere auf Alnö angetroffen; die Ausbildungsweise und die Art des Vorkommens zeigen auch auffallende Uebereinstimmung, wie in der folgenden Specialbeschreibung erörtert wird. Der Koppit und der Dysanalyt, welche dem Kaiserstuhl eigen sind, ähneln so vollständig an Grösse, Krystallausbildung, Farbe und übrigem Aussehen wie auch in ihrer Mineralgesellschaft dem Pyrochlor und dem Knopit von Alnö, dass erst die chemische Analyse eine Abweichung aufweisen kann. Die von KNOP erwähnte plattenförmige Ausbildung der Mineralien, wenn sie im stengeligen oder blätterig-strahligen Kalk eingewachsen sind, und die mehr gleichmässige Ausbildung in körnigen Kalksteinsvarietäten kommen auch auf Alnö, und zwar in weit schönerer Weise, vor. Wenn die wesentlichsten

¹ Der Kaiserstuhl in Breisgau. Leipzig 1892.

Unterschiede kurz hervorgehoben werden sollten, würden sie dahin formuliert werden, dass auf Alnö die Beimengung von fremden Mineralien reichlicher, die Struktur im allgemeinen mehr grobkrySTALLINISCH ist, und dass daneben schichtgranitische Verwachsungen zwischen Kalkspath und den übrigen Mineralien oft beobachtet werden. Dazu kommen ferner die in diesen Kalksteinen häufigen Einschlüsse von Nephelinsyenitkugeln oder Bruchstücken und der viel engere Verband zwischen Kalkstein und Nebengestein.

Wenn man die Kalksteine in beiden Fällen als metamorphosierte Sedimente betrachtet, sind diese Unterschiede leicht daraus erklärlich, dass die Intensität der Kontaktwirkung bei den vulkanischen Gesteinen des Kaiserstuhls eine viel geringere gewesen sein muss als in den plutonischen Gesteinen auf Alnö.

Das Alnögebiet kann so zu sagen einen Tiefenschnitt des Kaiserstuhls repräsentieren, dies nicht nur bezüglich der Kalksteine sondern auch der Eruptivgesteine. Die aus der Tiefe mitgerissenen Einschlüsse, welche in dem Phonolit von Oberschaffhausen und anderswo im Kaiserstuhl gefunden werden, sind zum Theil, wie GRAEFF und andere gezeigt haben, als Tiefenäquivalente der Eruptivgesteine des Kaiserstuhls aufzufassen. Einige von mir bei Oberschaffhausen eingesammelte Einschlüsse und andere, die ich in Sammlungen gesehen habe, sind an und für sich betrachtet Eruptivgesteinen von Alnö so ähnlich, dass man sie mit solchen verwechseln könnte. Dies gilt z. B. von den Melanit- oder melanitführenden Einschlüssen, den Wollastonit- den »Trepeneisenerz«-Einschlüssen u. a. Auch die als metamorphosierte Gneissbruchstücke gedeuteten Einschlüsse zeigen zum Theil Analogien mit dem metamorphosierten Gneiss auf Alnö. Daneben kommen aber doch bemerkenswerthe Unterschiede vor. So finden sich nicht auf Alnö die Mineralien Hauyn und Leucit, welche Kaiserstuhler Gesteinen zukommen; wie auch die für manche Nephelinsyenitgebiete charakteristischen Mineralien Soda-lith und Eudialyt nicht auf Alnö angetroffen wurden. Andererseits ist hier eine ebenso bemerkenswerthe Uebereinstimmung be-

züglich Zusammensetzung und Ausbildung anderer Mineralien der beiden Gebiete, z. B. des Melanits und des barythaltigen Orthoklases, wie weiter unten näher gezeigt wird.

Die zahllosen Gesteinsgänge, welche z. B. bei Oberbergen den Felsengrund durchziehen, erinnern in ihrem Auftreten und Habitus sehr an die Ganggesteine von Alnö, obgleich sie petrographisch recht verschieden sind. Auffallend ist doch die Aehnlichkeit der schmalen Kalkgänge der erstgenannten Gegend mit manchen Varietäten der eben erwähnten Kalkgänge auf Alnö.

Wenn man sich vorstelle, dass ein Eruptivmagma von der durchschnittlichen Zusammensetzung des Kaiserstuhlgebietes, nach einem Kesselbruch, welcher auch Kalkmassen in die Tiefe und in das Magma brachte, allmählich unter Spaltungsprocessen, und hohen Druck unterworfen, sich verfestigte, mit den Kalkmassen verschmelze und dieselben metamorphosiere, so würden vielleicht die Resultate den Erscheinungen des Alnömassives in vieler Hinsicht ähnlich werden.

Die Gesteine.

Es werden im Folgenden die Gesteine des Gebietes nach ihrer Verbreitung, petrographischen Charakteren und gegenseitigen Beziehungen kurz beschrieben. Sie werden unter den Rubriken: 1) *Gneiss*, 2) *Nephelinsyenit und damit genetisch verknüpfte Massengesteine*, 3) *Kalksteine* und 4) *Ganggesteine* behandelt. Diese Eintheilung ist freilich nicht streng systematisch, aber dürfte doch praktisch gefunden werden. Es ist übrigens nicht leicht ein systematisches Princip anzuwenden, weil die Genesis einiger Gesteine noch nicht enträthselst ist, wie besonders die der Kalksteine, sowohl der massigen wie der gangartigen. Im Gegensatz zu den meisten Autoren, welche in letzter Zeit Nephelinsyenitgebiete beschrieben, habe ich mich bemüht die petrographische Nomenklatur von neuen schwerfälligen Gesteinsnamen zu verschonen. Obgleich aus diesem Gebiete eine Zahl Gesteinstücke gesammelt werden können, für welche mancher Petrograph

neue Namen aufstellen wollte, scheint es mir nicht angemessen in diesem Falle, wo der genetische Verband so deutlich, die Eigenschaften so wenig konstant, die Variationen so häufig und die Verbreitung der Varietäten so gering sind, neue Benennungen einzuführen. Was den Ganggesteinen betrifft, kommt noch ihre schlechte Erhaltung und tiefgreifende Zersetzung hinzu, die eine genaue Charakteristik erschweren.

In dem bunten Gewirre von Gesteinen, Mineralassoziationen und Strukturen dieses Gebietes ist es nicht zu vermeiden, dass mehr als gewöhnlich von dem subjektiven Erachten abhängt, was als typisch und wesentlich betrachtet werden darf. Mancher Besucher wird auch wahrscheinlich mehrere sonderbare Erscheinungen und Bildungen wahrnehmen, welche ich nur nebenbei oder gar nicht erwähnt habe; aber weil es nicht möglich war alles zu untersuchen und beschreiben, habe ich mich beschränken müssen, die mir nach meiner während mehrerer erneuten Besuche erworbenen Erfahrung als charakteristisch und für die Deutung des Gebietes besonders wichtig erschienenen Verhältnisse zu schildern.

1. Gneiss.

Das die Eruptivgesteine umschliessende Grundgebirge ist auf Alnö sehr monoton und besteht aus einem ziemlich groben, grauen oder röthlich-grauen granitischen Gneiss. Auf dem Söråkerlande grenzt der Nephelinsyenit auch an feinkörnigen, deutlich schiefrigen Gneissen von mehr wechselndem Aussehen. Das Streichen dieser Gneisse ist sowohl auf Alnö wie auf dem Festlande ONO—WSW mit nur geringfügigen Abweichungen nach der einen oder anderen Seite. Der Gneiss auf Alnö entbehrt deutliche Lagerstruktur; die gewöhnlich nur schwach hervortretende Parallelstruktur wird theils von der Orientierung der Glimmerschüppchen theils von schlierenartigen pegmatitischen Aussondrungen oder glimmerreichen Partien bedingt; in Handstücken hat das Gestein oft ein rein granitisches Aussehen.

Unter dem Mikroskope zeigt dieser Gneiss, wenn unverändert, nichts ungewöhnliches.

Der Kalifeldspath ist theils Orthoklas, theils (aus diesem durch Druck entstandener) Mikroklin. Beide einschliessen wie auch der Plagioklas gerundete Quarzkörner und kleine Biotitblättchen. Der in sehr wechselnder Menge vorhandene Plagioklas bildet Individuen von etwa derselben Grösse wie der vorige, ist regelmässig lamelliert und zeigt wie dieser Druckerscheinungen. Der reichliche Quarz enthält die gewöhnlichen Interpositionen, hat stark undulöse Auslöschung und kommt dann und wann in einer Art schriftgranitische Verwachsung («Quarz de Corrosion») mit dem Feldspathe vor. Cordierit und Granat werden in dem normalen Gestein nicht gefunden. Der Glimmer, in lappigen Blättern zwischen den übrigen Mineralien eingestreut oder kleine Aggregaten bildend, ist Biotit, untergeordnet mit Muscovit verwachsen. Mörtelstruktur wird nicht beobachtet, sondern die Mineralien sind unmittelbar an einander gefügt, wobei nur der Feldspath Andeutungen idiomorpher Begrenzung zeigt. Von accessorischen Mineralien wurde nur Apatit, als grosse rundliche Körner, vorwiegend in den Glimmeraggregaten, und spärlicher Schwefelkis angetroffen. Mannigfach sind die *Kontaktwirkungen* des Nephelinsyenits auf diesen Gneiss; sie können alle Gradationen zwischen einer kaum merkbaren Umwandlung des Glimmers oder Orthoklases bis zu einer fast vollständigen Verschmelzung mit dem Syenit passieren. Bemerkenswerth ist es, dass diese verschiedene Umwandlungsstufen oft an *einem* Handstück vorkommen, und dass andererseits Material von dem Magma bis in die feinsten Fügen zwischen den Mineralkörnern des Gneisses auf ziemlicher Entfernung vom Kontakte eingedrungen ist, ohne dass sich die Zufuhrkanäle immer in den Dünnschliffen kundgeben. In einigen Fällen wurden die Gneissmineralien geschmolzen bzw. gelöst, und wieder auskrystallisiert.

Eine häufige Erscheinung, die eine wenig vorschrittene Metamorphose bezeichnet, ist das Vorkommen von *praseolithartigen* Flecken in dem Kontaktgneisse. Makroskopisch sind sie von

einer grünlich schwarzen Farbe und rundlichen Umrisen mit höchstens 3 bis 4 Millimeter Durchmesser. Ihre Menge scheint in ungefähr entgegengesetzten Proportionen zu dem Glimmer und Orthoklas zu stehen und bezieht lokal etwa ein Drittel des Gesteins. Unter dem Mikroskope sind sie blassgrün, halbdurchsichtig und lösen sich bei mässiger Vergrösserung in muscovit-ähnliche Schüppchen auf, welche, wie bei dem Praseolith, annähernd gleiche Orientierung haben, und folglich die ganze Partie einheitlich erscheinen lassen.

Weil der unveränderte Gneiss keinen Cordierit enthält, sind diese Bildungen wahrscheinlich kontaktmetamorph und dürften auf Kosten des Glimmers und vielleicht zum Theil des Orthoklases entstanden sein. Sie sind gern von zerfressenem und gebleichtem Glimmer umgeben, und grössere noch erkenntliche Glimmerlamellen ragen nicht selten in den Praseolith hinein. In einem Präparate westlich von Smedsgården, etwa 50 M. nördlich von der Strasse, wurden spärliche Körner eines isotropen, stark lichtbrechenden wasserhellen Minerals angetroffen, welches von einem Netzwerk eines tiefgrünen chloritischen Zersetzungsproduktes, stark an der Maschenstruktur bei Olivin erinnernd, durchgeflochten war. Es kam sowohl vom Praseolith wie von Feldspath umgeschlossen vor und dürfte wohl Granat sein. Violetter Flusspat wurde auch in diesem Präparate gefunden.

Der Quarz und der Plagioklas sind gewöhnlich in diesem praseolithführenden Gestein nicht merkbar angegriffen; auch der Orthoklas kommt inzwischen ganz frisch vor. In einem grossen Präparate von Norrvik (etwa 300 M. südlich von der Sägemühle, eben wo die längs dem Ufer laufende Bahn einen kleinen Hügel durchschneidet) sind in einem derartigen Gestein kleine Schwefelkieskrystalle recht häufig; sie kommen auch in den Quarzkörnern eingeschlossen vor. Möglicherweise ist ein Theil des Quarzes hier, wie in den unten beschriebenen Beispielen, neugebildet. Ausser an den schon erwähnten Lokalitäten bei Smedsgården und Norrvik ist dieses praseolithführende Gestein auch

südlich von Stornäset und an dem Ufer zwischen Nacka und Hörningsholm als Kontaktbildung beobachtet.

Kontaktwirkungen anderer Art geben sich mauchmals an dem Gneiss kund, darin bestehend, dass die Gneissmineralien sich vollständig oder theilweise neugebildet haben, wobei grüner Pyroxen und Hornblende sich auch ausgeschieden und grösstentheils um den Quarzkörnern angehäuft haben. Beistehende Fig. zeigt ein etwa 4 mm. grosses polysynthetisches Quarzkorn in der Mitte des Präparats. Die schwarze Umrandung desselben ist von kleinen Augitkörnern gebildet. Der Pyroxen ist saftig grün mit sehr schwachem Pleochroismus und grosser Auslöschungsschiefe; in einigen Präparaten wurde doch ägirinartiger Pyroxen unter ähnlichen Verhältnissen beobachtet. Die Hornblende zeigt starken Pleochroismus: dunkelgrauviolett, grauviolett, grünlich. Die

Fig. 3.



Kontaktveränderter Gneiss. Vergr. 12:1.

Auslöschungsschiefe geht bis 30° . Beide Mineralien werden in einem Präparate von der Gegend westlich von Stolpås zusammen gefunden. Gewöhnlich kommt doch nur das eine vor.

Eine äussere Zone von neugebildetem Feldspath scheidet ferner oft den Quarz von den umgebenden Feldspathkörnern des Gneisses, an welchen der vorige mit gleicher Orientierung angewachsen ist. Ausserdem enthält das Gestein Biotit, Titanit und

Schwefelkies. Sicher gehört ein Theil des Glimmers dem Gneiss ursprünglich, während die in einem feinkörnigen Mosaik von neugebildetem Quarz und Feldspath vorkommenden kleinen Glimmerschuppen vielleicht als Neubildungen gedeutet werden können. Was die für diese Kontaktmetamorphose besonders kennzeichnenden, von sinuösen Konturen begrenzten und von einem Pyroxen- oder Amphibolkranze umrandeten Quarzkörnern betrifft, welche reichlich oder spärlich in den Präparaten vorkommen, dürften sie, weil sie kleine Körner und Nadelchen der Pyroxen- und Amphibolminerale umschliessen, oft viel reicher an Interpositionen als der Gneissquarz sind und nicht wie dieser undulös löschen, aus dem Magma ausgeschieden sein.

In einem Präparate von der oben genannten Lokalität bei Norrvik, welches übrigens Praseolith und umgewandelten Glimmer wie die schon beschriebenen enthält, sieht man so zu sagen den Beginn dieser Metamorphose. Die Quarzkörner des Gneisses sind nämlich hier zersprungen ohne aufgelöst worden zu sein, und in den Fugen erscheint eine beginnende Umrandung von Pyroxen. Diese Quarzkörner haben wie der Gneissquarz undulöse Auslöschung und stimmen übrigens mit ihm überein.

In einem Präparate, aus der Gegend westlich von Smedsgården, haben sich die Feldspathminerale des Gneisses fast vollständig umgebildet, indem man von dem ursprünglichen Orthoklas und Plagioklas nur kleine Reste findet, dagegen reichlich kryptoperthitischen Feldspath. Die Quarzkörner sind auch hier spärlich, der Ägirin-Augit besser ausgebildet, und das Gestein steht schon dem sauren Grenzesyenit näher als dem Gneiss. Es enthält ausserdem Titanit von dem Habitus des Syenits und ebensolchen Biotit. Die perthitischen Verwachsungen werden im folgenden bei der Beschreibung des Grenzesyenits weiter besprochen.

Ausser den Präparaten aus den schon genannten Lokalitäten zeigten solche aus der Gegend zwischen Smedsgården und Stolpås, von der Syenitgrenze östlich von der Kirche zu Alnö und westlich von Boräng die beschriebenen Kontaktphänomene.

Es verdient bemerkt zu werden, dass die Bezeichnung für den kontaktveränderten Gneiss auf der Karte nicht so zu verstehen ist, dass die mit diesem Zeichen belegte Grenzzone ausschliesslich von diesem eingenommen wird, sondern nur so, dass der Gneiss hier häufig Kontaktwirkungen aufweist.

Der kleine Maassstab und die Schwierigkeit bei der Reconnoscierung, den wenig veränderten Gneiss von dem unveränderten zu unterscheiden, machten eine exakte Kartierung in dieser Hinsicht unmöglich. So findet man z. B. in den Felsen oberhalb Stolpås Gneiss, kontaktveränderten Gneiss und Syenit so mit einander abwechseln, dass auch ein viel grösserer Maassstab der Karte nur ein sehr schematisirtes Bild davon würde geben können.

Für Beobachtungen im Felde über die Beziehungen zwischen Gneiss und Syenit eignen sich dieses Lokal, die westliche Ecke des Gebietes bei Boräng, die Felsen südlich von der Sägemühle zu Stornäset und der schon erwähnte Kontakt bei Norrvik am besten.

Als Anhang zu dem Gneiss sei hier ein eigenthümliches, hornsteinsähnliches Gestein beschrieben, welches zwischen dem Gneiss und dem Nephelinsyenit östlich von Närsta in einigen Felsen entblösst ist.¹

Das graulich-grüne, an der Oberfläche auch röthliche, Gestein zeigt eine sehr feine aber nicht deutliche Schichtung, so dass auf einen Centimeter vielleicht 20 bis 30 Schichten kommen. Lokal ist das Gestein breccienartig zerbröckelt oder stark gefältelt. In Dünnschliffen findet man die Bestandtheile Quarz und Feldspath mit Mosaikstruktur und in lagenweise wechselnden Proportionen. Einige Schichten bestehen nur aus körnigem Quarz mit grünen prismatischen Mikrolithen und Flüssigkeits-

¹ Das Vorkommen liegt zwischen zwei auf etwa 100 Meter Entfernung von einander, von Närsta gegen Hörningsholm verlaufenden Zäunen. Der Wald ist dort ausgehauen und die nach Osten abfallende Böschung durch eine Reihe über einander liegende alte Uferwälle etwas wellig. Die betreffenden Felsen sind sowohl von dem Gneiss im Westen wie von den Syenitklippen im Osten durch bedecktes Terrain getrennt. Ueber Gänge in dem angrenzenden Gneiss siehe weiter unten.

poren. Die lokal reichlich vorhandenen Flüssigkeitseinschlüsse bilden Zonen, welche zur Schichtung einigermassen quer liegen; und eine Zone kann nicht nur verschiedene Körner eines Schichtes sondern auch zwei getrennte Schichten dieses gröberen Quarzes überqueren. Kleinkörniger Epidot ist lagenweise reichlich und spärlich vorhanden. Auch werden kleine Hexaëder von Schwefelkies in einigen Schichten beobachtet. Weil das Gestein habituell von allen krystallinischen Schiefen des Grundgebirges abweicht, liegt die Vermuthung nahe, dass es ein metamorphisiertes Sedimentgestein jüngeren Alters sein kann. Weitere Schlüsse auf das wahrscheinliche Alter dürften doch nicht aus diesem vereinzelt Vorkommen zu ziehen sein.

Kontakterscheinungen an Nephelinsyeniten, die den hier beschriebenen völlig ähnlich sind, dürften nicht bekannt sein. In einigen Theilen analog scheinen doch nach der Darstellung RAMSAYS die Verhältnisse bei dem Kolamassive zu sein. Dies gilt jedoch mehr von der Grenzfacies des Nephelinsyenits als von den Kontaktveränderungen des Nebengesteins. Diese scheinen bei dem Kolamassive nicht so intensiv und bezüglich der ausgeschiedenen Kontaktmineralien auch anderer Art gewesen zu sein. In kleinem Maasstabe sind Kontaktveränderungen an Granit- oder Gneiseinschlüssen in verwandten Magmagessteinen beobachtet worden, welche mit den hier beschriebenen einige Ähnlichkeit haben, so z. B. Augitkränze um den Quarz, Regenerierung von Feldspath, Bildung von Cordierit (Litteratur hierüber, siehe ZIRKEL, Petrographie, III. Bd, 1894, S. 110).

2. Nephelinsyenit und damit genetisch verknüpfte Massengesteine.

Magmatische Differentiation hat in dem Nephelinsyenitgebiete ausserordentlich mannichfache Spaltungsprodukte hervorgebracht, welche jedoch meistens so unter einander gemischt vorkommen, dass sie sich nicht auf der Karte unterscheiden lassen. Die meisten dieser Gesteine können, wenn man nur die chemisch-mineralogischen Charaktere mit Ausschluss der strukturellen

Variationen beachtet, durch die auf dem graphischen Tableau (Tafel 1) dargestellten oder ihnen nahestehenden Typen bezeichnet werden. Bemerkenswerth ist, dass aus einem nephelinsyenitischen Magma basische Spaltungsprodukte wie die des Typus VIII entstanden sind, welche die grösste Aehnlichkeit mit z. B. den Magnetit-Oliviniten der Hyperitgesteine zeigen. Andererseits geht der Nephelinsyenit in eine saure Grenzfacies über, die jedoch wesentlich dadurch bedingt sein dürfte, dass an dem Kontakte Gneiss in das Magma eingeschmolzen wurde, und folglich nicht als Resultat einer Spaltung des Magmas aufzufassen ist. Weil diese Grenzbildung sich eng an dem schon beschriebenen kontaktveränderten Gneiss anschliesst, wird dieselbe hier zuerst behandelt.

Die saure Grenzfacies des Nephelinsyenitmassivs. Das unter diese Bezeichnung zu behandelnde Gestein kommt recht konstant längs der östlichen Grenze des Nephelinsyenitgebietes vor; es ist auch an mehreren Stellen der südwestlichen Grenze, wie bei Nedergård und westlich von Boräng beobachtet. Besonders in der nordwestlichen Ecke des Gebietes und von da gegen nordost, wo es vielleicht bei der Rekognoscierung nicht immer von dem Gneisse unterschieden wurde,¹ wird dasselbe häufig angetroffen. Auch bei Norrvik auf dem Festlande kommt das Gestein typisch vor. Weiter von der Grenze entfernt, im inneren des Massivs, wird ein recht umfangreiches Gebiet zwischen Smedsgården und Stolpås von ihm, zusammen mit Partien des schon beschriebenen umgewandelten Gneisses und kleineren nicht umgewandelten Partien desselben Gesteins, eingenommen. Die makroskopische Unterscheidung von dem vorigen ist, wie schon hervorgehoben worden, nicht eben leicht und die Grenze gegen dieses als kontaktmetamorph bezeichnete Gestein ist auch insofern etwas willkürlich gezogen, als für die Unterscheidung die

¹ Namentlich in dem an entblösten Felsen reichen Waldgebiete nordöstlich von Närsta, will ich mich erinnern, bei meinem ersten Besuche auf Alnö dieses Gestein lokal gesehen zu habe. Auch ist davon ein Handstück von cancrinitreichem Grenzsyenit (wenn nicht eine Verwechslung von Etiketten geschehen ist) 200 M. östlich von Närsta von anstehendem Gestein genommen.

bis zum vollständigen Verschwinden immer spärlicher werdenden Quarzkörner gewählt wurden, obgleich dieselben, wenigstens in einigen Fällen, Neubildungen sind, und andererseits in dem als Syenit bezeichneten Gestein noch hin und wieder Reste der Gneissminerale vorkommen. Auf der anderen Seite geht der Grenzsyenit allmählich in die typischen nephelinführenden Syenite über. Von diesen unterscheidet sich der Grenzsyenit makroskopisch durch reichlichen aber, auch im kleinen, sehr ungleichmässig vertheilten Glimmer, durch eine von diesem oder von schlierenartig wechselnden Korngrösse bedingte Parallelstruktur, die jedoch selten recht deutlich ist. Der *Feldspath*, welcher oft das am meisten hervortretende Mineral ist, hat eine hellröthliche Farbe und das makroskopische Aussehen des Orthoklases. Grössere Individuen ohne deutliche Krystallbegrenzung liegen oft in unregelmässiger Weise in dem Gestein zerstreut oder schlierenartig angehäuft. Ein unter dem Mikroskope fast immer wahrnehmbarer Unterschied von dem Feldspath des normalen Nephelinsyenits ist der, dass der Feldspath im Grenzsyenit überwiegend *kryptoperthitisch* erscheint. Dieser Kryptoperthit¹ ist meistens aus *Orthoklas* und *Albit* zusammengesetzt; nur in einem Falle, in einem Präparate von Norrvik wurde *Mikroclin* beobachtet. Die meistens trübe Beschaffenheit des Kryptoperthits erschwert eine eingehende Untersuchung seiner Mikrostruktur. In einer Probe, etwa 500 M. nördlich von Smedsgården genommen, zeigte sich dieser Feldspath in eigenthümlicher Weise wie fibrös, und die isomer ausgebildeten Individuen hatten zerfressene oder zackige, in einander greifende Umrisse. Selbständig ausgebildeter Albit wurde in einigen Präparaten gefunden, im Gegensatz zu dem Plagioklas des Gneisses wasserhell und mit unregelmässiger Zwillinglamellierung. In einer kalkspathhaltigen Probe von Norrvik kam solcher Plagioklas in dem Kalkspath frei ausgebildet vor. Ein anderes Präparat aus der Nähe des oben beschriebenen kontaktmetamorphen Gesteins

¹ Nach der Terminologie USSINGS wohl oft richtiger Mikropertit.

östlich von Närsta, zeigte den Plagioklas auch nach dem Periklingesetze verzwillingt. In derselben Probe wurde der Plagioklas zum Theil als Umwachsung des Kryptoperthits und als eine Art feinkörnige Zwischenmasse der grösseren Feldspathbestandtheile beobachtet. Daneben wurden noch vereinzelte geknickte Fragmente des Gneissplagioklases beobachtet. In einer zweiten Probe aus derselben Lokalität kommen letztere reichlicher vor; auch im übrigen zeigt sich hier deutliche Kataklaststruktur. Weil in dem feinkörnigen Mosaik der Grundmasse dieses Gesteins Quarz vorzukommen scheint, wäre es vielleicht eher als kontaktveränderter Gneiss zu betrachten, dessen Struktur durch Verwerfungen beeinflusst worden ist. Bezüglich der übrigen Mineralien des Grenzsyenites sei nur bemerkt, dass in den dem Gneiss nächststehenden Varietäten die Eisen-Magnesia-silikate überwiegend Magnesiaglimmer, uralitische Hornblende und in einigen Präparaten auch Epidot sind, und dass die Uebergangsformen zu normalem Nephelinsyenit daneben Ägirinaugit von demselben Habitus wie dieser enthalten.

Der neugebildete *Biotit* des Grenzsyenites unterscheidet sich von dem *Biotit* des Gneisses theils durch hellere gelbliche Farben unter dem Mikroskope theils durch seine unregelmässigeren lappigen Begrenzungen, die in einem Präparate (nordwest von Smedsgården) deutlich davon abhängen, dass der Glimmer jünger als der Feldspath ist.

Der *Epidot* wie die *Uralithornblende* sind wohl auf Kosten früherer Augitsubstanz entstanden. In einigen Fällen scheint der *Augit* in biotitreiche Pseudomorphosen umgebildet zu sein.

Titanit mit derselben Ausbildung wie im Nephelinsyenite, *Schwefelkies*, *Apatit* und *Flusspath* werden manchmal accessorisch gefunden. Auch *Kalkspath* kommt inzwischen primär vor. Die Strukturen dieser Gesteine zeigen übrigens unter dem Mikroskope vielerlei Abwechslungen, die jedoch, als für die Deutung der Genesis dieser Gesteine unwesentlich, nicht eingehender beschrieben zu werden brauchen. Kennzeichnend für die ausgeprägteren Grenzformen ist eine, so zu sagen, schlechtere Indivi-

dualisierung der meisten Gemengtheile, was auch mit einiger Aufmerksamkeit schon makroskopisch hervortritt.

Es ist nach dem vorigen wohl kaum zweifelhaft, dass diese saure Grenzfacies des Massivs durch Einschmelzung von Gneiss in das Magma zu erklären ist. Die Nephelinsubstanz des letzteren ist dann natürlich durch Aufnahme von Quarz in Albit- und (untergeordnet) Orthoklassubstanz übergeführt, welche wieder mit der schon vorhandenen Alkalifeldspathsubstanz des Magmas und die ebenfalls eingeschmolzenen Feldspathe des Gneisses als Perthit, oder bei Ueberschuss an Natrongehalt theilweise als selbständig ausgebildeter Plagioklas auskrystallisiert ist. Möglich ist wohl, dass wie schon angedeutet, ungeschmolzene Orthoklaspartien aus dem Gneiss auch durch blasse Infiltration von Albitsubstanz aus dem Magma in Perthit übergegangen sind.

Die wechselnde Menge des resorbierten Gneisses und der sicher primäre Unterschied in der Zusammensetzung des resorbierenden Magmas erklären hinreichend die wechselnde Ausbildung dieser Grenzfacies. Der Mangel an Homogenität der hier behandelten Gesteine und ihrer Verbindungsglieder macht es unmöglich durch Gesteinsanalysen die Resorptionsprocesse und deren Resultate näher zu verfolgen, als man schon durch Feldarbeit und mikroskopische Beobachtung hat erzielen können.

Normale Nephelinsyenite. Die auf der Tafel 1 graphisch dargestellten Typen sind alle als Spaltungsprodukte eines Urmagmas aufzufassen. Ich habe von dieser Tafel sowohl die oben beschriebenen nephelinfreien Syenite wie die weiter unten behandelten mit Kalkstein oder reichlichem Calcit bemengten Nephelinsyenite ausgeschlossen, weil die chemisch-mineralogische Zusammensetzung derselben wahrscheinlich nicht durch nur einfache Spaltungsprocesse erklärt werden kann, sondern, bei den vorigen ganz sicher, und bei den letzteren vielleicht eine Zufuhr fremder Bestandtheile (Gneiss oder Kalkstein) von aussen stattgefunden hat, wodurch die chemisch-mineralogische Beschaffenheit dieser Gesteine wesentlich beeinflusst worden ist.

Von diesen Abarten abgesehen gehören die herrschenden Gesteine des Nephelinsyenits den Typen I—IV und ihren Zwischenformen an, während die Typen V—VIII, wie auch die Tafel agiebt, von untergeordneterer Verbreitung sind und eher den Charakter basischer Ausscheidungen tragen. Weil indessen keiner der Typen mit einiger Konstanz über weitere Flächen vorkommt, sondern fast in jedem Felsen ein grosser Wechsel zu sehen ist, so dass man sogar in einem zufällig abgeschlagenen Handstücke verschiedene Gesteinstypen bekommen kann, wurden sie alle auf der Karte mit *einer* Farbe bezeichnet. Im Grossen gesehen kann man wohl sagen, dass die Typen I und II mit Beimengungen des Typus IV¹ in der Gegend zwischen Hörningsholm und Stornäset vorherrschen, der Typus III um Hartung am besten entwickelt ist, ausserdem lokal östlich von Ås und Slåda (besonders als Geschiebe an dem Ufer), bei Norrvik und an einigen anderen Punkten vorkommt. Die basischen Abarten (Typen V—VIII) werden am häufigsten in der Gegend um Ås, Slåda und Stafstätt, wie auch auf Långörsholmen und bei Norrvik gefunden. In und neben den letzten an Titanomagnetit reichen Typen kommen lokal reinere Erzausscheidungen vor, welche in früherer Zeit in einigen kleinen Gruben und Schürfen gebrochen worden sind. Die Menge der gewonnenen Erze dürfte nur etwa 2,000 Tonnen betragen. In struktureller Hinsicht entsteht eine grosse Abwechslung theils in Folge der Verschiedenheiten an Korngrösse zwischen grob- und feinkörniger, porphyrischer Ausbildung und so weiter, theils auch weil die Krystallisationsfolge keine konstante ist, indem einmal die dunklen Mineralien überwiegend früher, ein anderes Mal später als der Feldspath und der Nephelin herauskrystallisiert sind, und die beiden letztgenannten Mineralien auch keine bestimmte Krystallisationsfolge unter

¹ Es ist zu bemerken, dass in den Zwischenformen der Typus IV und der vorigen hauptsächlich nur grüne Pyroxene vorkommen, so dass der grauviolette Augit, durch das Auslassen dieser Zwischenglieder auf der Tafel, gegenüber dem grünen Pyroxen eine grössere Rolle zu spielen scheint als ihm wirklich in der Natur zukommt.

einander behaupten. Diese, übrigens bei anderen Nephelinsyenitgebieten beobachteten Verhältnisse können eine hier recht allgemeine Erscheinung, welche jedoch besonders in den kalkspathreicheren Varietäten hervortritt, nämlich die von gleichzeitiger Krystallisation abhängende schriftgranitische Verwachsung verschiedener Mineralien, erklären.

Grössere pegmatitische Gänge in eigentlichem Sinne werden auf Alnö nicht angetroffen, obgleich Pegmatitstruktur in kleinen Adern oder in schlierenartigen Partien sehr allgemein ist. Diese Schlieren sind selten von dem umgebenden Gestein scharf abgegrenzt; oft geben sie sich nur darin kund, dass breitere oder schmalere Streifen, manchmal mehrere zusammen, aus quer zur Längsrichtung der Schlieren gestellten grösseren Feldspath- oder Pyroxen-individuen bestehen, welche ohne markierte Grenze aus der mehr gleichmässig körnigen Gesteinsmasse hervorschiessen. Eine Unähnlichkeit dieser gegenüber zeigen sie gewöhnlich auch darin, dass sie durch eine abweichende Mineralkombination, wie z. B. durch Armuth an Eisen-Magnesiumsilikaten, durch hinzutretenden oder häufigeren Melanit, Kalkspath, Wollastonit oder Apatit ausgezeichnet sind. Andere, seltene und für die normaler struirteten Gesteinsvarietäten fremde Mineralien finden sich aber niemals in diesen pegmatitischen Bildungen. Die wechselseitigen Beziehungen der verschiedenen Typen können im Ganzen dahin charakterisiert werden, dass sie gewöhnlich durch Schlierenkontakt und Uebergänge mit einander verbunden sind, dass aber dabei auch die an Feldspath und Nephelin reichen, gewöhnlich röthlichen Typen oft als Gänge die dunkleren eisen- und magnesiareichen durchsetzen. Diese, inzwischen zu einem Netzwerk schmaler Adern verflochtenen Gänge können den Felsen ein breccienähnliches Aussehen verleihen, wie auch manchmal die pegmatitischen Adern. Die dunkleren Gesteinstypen werden dagegen nicht als wirkliche Gänge in den vorigen beobachtet. Auch in den Kalksteinen finden sich feldspath- und nephelin-reiche Gesteinsvarietäten gangförmig, obgleich oft zerbröckelt, gefaltet und in klumpenförmige Massen aufgelöst, während, mit einigen zwei-

felhaften, später zu erwähnenden Ausnahmen, die dunklen Gesteine nicht Gänge sondern nur unregelmässige Einschlüsse in dem Kalkstein bilden. Aus diesen Beobachtungen darf man wohl den Schluss ziehen, dass die eisen- und magnesia-reichen Gesteine (Typen IV—VIII und Zwischenformen) früher verfestigt wurden als die feldspath- und nephelin-reichen (Typen I—III); dass aber in dieser Hinsicht kein wesentlicher Zeitunterschied im allgemeinen vorliegt, geht andererseits aus den häufigen Schlierenkontakten und allmählichen Uebergängen, die so oft zu sehen sind, hervor. Auch die deutlichen Gänge zeigen nicht immer einen scharfen Kontakt mit den dunklen Nebengesteinen, und diese haben nicht selten unmittelbar am Kontakte eine etwas abweichende Struktur oder mineralogische Zusammensetzung, woraus hervorgeht, dass sie bei der Gangbildung nicht völlig verfestigt waren. Diese Verhältnisse sind einigermassen mit dem Vorkommen saurer Gesteinsadern oder Gänge in manchen von unseren Gabbromassiven analog, und sind wohl auf ähnliche Weise zu deuten: die Gänge bezeichnen nicht selbständige Eruptionen, sondern nur Spaltungsprodukte des Magmas, welche Kontraktionsrisse und Primärspalten in dem sich verfestigenden Gestein ausgefüllt haben. An der nordwestlichen Ecke des Långörsholmen sind fast alle hier erwähnte Erscheinungen besonders gut an den schön entblössten Uferfelsen zu sehen.

Die Mineralien der nephelin- und feldspathreichen Gesteinstypen. Es liegen nunmehr so viele eingehende Schilderungen anderer Nephelinsyenite und ihrer gesteinsbildenden Mineralien vor, dass die allgemeinen Charaktere derselben hinreichend gut bekannt sind, um eine in allen Einzelheiten vollständige Beschreibung hier überflüssig zu machen.

In den hier zu behandelnden Gesteinen ist der *Feldspath* fast ausnahmsweise *Orthoklas* von rother oder röthlich-grauer Farbe. *Mikroklin* ist nicht beobachtet worden und *Plagioklas* kommt niemals in selbständig ausgebildeten Individuen vor; auch in dem *Orthoklas* mikropertitisch eingewachsen ist er selten und dann immer quantitativ sehr zurücktretend. Die *Orthoklase*

sind oft Karlsbaderzwillinge und nach M tafelartig oder leistenförmig, in welchem Falle sie meist porphyrisch sind und eine fluidale Anordnung zeigen. In vielen Gesteinsvarietäten ist der Orthoklas zum Theil porphyrisch ausgebildet, in einigen Fällen enthält er dann Einschlüsse von scharf begrenzten Nephelinkristallen, öfter aber Ägirin als Körner oder mikrolitische Nadelchen. Gegenüber dem Nephelin ist er oft allotriomorph. Er wurde einmal als idiomorphe Individuen in grösseren (primären) Feldern von Cancrinit gefunden, ebenfalls bisweilen idiomorph gegen Melanit, Augit oder Ägirin und Biotit, wie auch gewöhnlich gegen Kalkspath. In einem Präparate von Strömsta, welches schon der Grenzform nahe steht, ist der Orthoklas in eigenthümlicher Weise von feinen unregelmässigen und krummen Sprüngen reichlich durchzogen. Längs diesen Sprüngen zeigt er eine Art quergestellter kurzer Fasern und polarisiert nicht mehr einheitlich. Auch um körnige Einschlüsse herum finden sich diese Fasern radial zu sphärolitähnlichen Bildungen angeordnet. Vielleicht sind dies optische Anomalien, welche an die durch die Sprünge oder die Einschlüsse verursachten Spannungen gebunden sind. Aehnliche Erscheinungen sind früher, so weit ich habe finden können, nur von H. HEDSTRÖM, in seinen Ostsee-eruptivgesteinen erwähnt; sie kommen dort sowohl im Quarz als im Orthoklas und Plagioklas vor.¹

In chemischer Hinsicht bemerkenswerth ist es, dass der Orthoklas des Nephelinsyenits auf Alnö, sowie die Sanidine verwandter Effusivgesteine, einen beachtenswerthen Gehalt an Barium zeigt. Es wurde eine Probe eines typischen Nephelinsyenits von Stornäset möglichst rein dargestellt, wobei das Mineral jedoch nicht vollständig von eingeschlossenem Pyroxen (und Melanit) befreit werden konnte. Die Analyse, von NAIMA SAHLBOM auf dem Mineralogischen Institute ausgeführt, gab folgendes Resultat. Auch zwei Analysen von KNOP² auf Sanidin des

¹ Block från Gotska Sandön. Geol. Fören. Förhandl. Bd XVII. S. 76.

² KNOP, Kaiserstuhl, S. 95.

Kaiserstuhler Phonolithes und der Vesuvischen Leucitlava werden zum Vergleich angeführt:

	Alnö.	Kaiserstuhl.	Vesuv.
SiO ₂	62.10	63.66	64.25
Al ₂ O ₃	19.46	20.13	19.52
FeO	Spur	Spur	0.48
MgO	1.08	Spur	Spur
CaO	0.89	Spur	0.75
BaO	1.45	1.43	1.18
K ₂ O	12.85	10.65	11.25
Na ₂ O	1.19	4.32	2.26
Glühverlust	0.67	—	—
	<u>99.69.</u>	<u>100.19.</u>	<u>99.69.</u>

Wie unten gezeigt wird, ist der Feldspath auch in den Kalksteinen bariumhaltig. Der konstante und nicht geringe Gehalt des Orthoklases an diesem Element ist hinreichend, um das häufige Vorkommen von Schwerspath in Breccien und als Ausscheidungen in dem Alnöer Nephelinsyenitgebiete und um dasselbe herum zu erklären.

Der *Nephelein* ist gewöhnlich von röthlicher oder röthlichgrauer Farbe; dem Feldspath, wie auch manchmal, besonders wenn er reichlich vorhanden ist, den Eisen-magnesiumsilikaten und dem Melanit gegenüber, ist er oft idiomorph ausgebildet. In einigen, hauptsächlich als lose Gesteine im östlichen Theil des Gebiets gefundenen sehr nephelinreichen Varietäten bildet das Mineral dichtliegende centimetergrosse Einsprenglinge, in einer feinkörnigen augit- oder äginreichen Grundmasse. Einschlüsse und Umwandlungen scheinen im allgemeinen nichts bemerkenswerthes darzubieten. Die Umwandlung resultiert theils in spreusteinsartigen Bildungen theils in Muscovit und auch in Cancrinit. Letzterer, der sich oft in den Nephelinkristallen wie eingefressen hat, ist jedoch als eine relativ primäre Bildung aufzufassen. Ein in ziegelrothen Spreustein mit Beimengung von Kalkspath umgewandelter Nephelin wurde analysiert und ergab, nach Abrechnung des Kalkspaths, 9.5 % H₂O und 46.2 % SiO₂, woraus zu schliessen ist, dass der Spreustein in diesem Falle

Natrolith und nicht Hydronephelit ist. (Ersterer erfordert 47.4 % SiO_2 , 9.5 % H_2O ; letzterer 40 % SiO_2 , 13 % H_2O).

Auch verdient eine in Nephelinsyenit vorkommende Spaltenausfüllung von etwa 5 m. m. Breite erwähnt zu werden, welche aus einem dichten hellröthlichen Natrolith bestand. Die von ANNA BERGMAN daran ausgeführte Analyse ergab: SiO_2 44.35, Al_2O_3 26.55, Fe_2O_3 Spur, CaO mit Spur von SrO 1.88, Na_2O 14.99, H_2O 10.68; S:a 98.38. In dem hauptsächlich aus Nephelin und Melanit zusammengesetzten Gestein bei den nördlichen Gehöften von Hartung ist der Nephelin mehr oder minder vollständig in ein hell blau-grünliches unter dem Mikroskope opakes, Umwandlungsprodukt umgebildet.

Frischer Nephelin von Hartung, nicht vollständig frei von Wollastonit, hat A. JENSEN (Anal. 1 unten) analysiert und dieses genannte Umwandlungsprodukt von Hartung T. ERICSON (Anal. 2).

	Anal. 1. Nephelin.	Anal. 2. Umwandlungsprodukt.
SiO_2	42.86	40.84
Al_2O_3	32.63	8.50
Fe_2O_3	Spur	6.37 (FeO?)
CaO	2.41	29.20
MgO	—	4.20
K_2O	6.35	2.32
Na_2O	12.12	3.65
H_2O	2.41	5.60
	<hr/> 98.78	<hr/> 100.68.

In Nephelin von Norrvik wurden die Alkalien von Dr EGERTZ in dem Laboratorium des Professor L. F. NILSON bestimmt und die Resultate gütigst zu meiner Verfügung gestellt. Die Analysen ergaben: K_2O 4.33 % und 4.67 %; Na_2O 9.44 % und 9.18 %; Glühverlust 4.48 %.

Cancrinit kommt in der Mehrzahl von Dünnschliffen dieses Nephelinsyenits vor, oft freilich nur in kleinen Spuren, aber auch nicht selten bis zu mehreren Procenten. In einigen Fällen kann ein Viertel bis die Hälfte des Präparats von Cancrinit eingenom-

men sein. Auch makroskopisch wird das Mineral nicht selten als wachsgelbe Körner und Partien beobachtet. Wenn der Cancrinit in den Dünnschliffen reichlich vorhanden ist, wird seine primäre Natur leicht zu erkennen sein. Er erscheint dann deutlich als das letzte, oder, wenn auch Kalkspath anwesend ist, vorletzte Erstarrungsprodukt des Magmas. Er bildet entweder grössere einheitliche Felder, in welchen die übrigen Mineralien wie Feldspath und Nephelin mit scharfer Begrenzung hineinragen, und worin auch vereinzelte Krystalle von diesen, von Pyroxen und Titanit frei herumliegen; oder die Cancrinitsubstanz hat durch Corrosion und Resorption die Nephelinkrystalle zerfressen, so dass von diesen nur rundliche Körner in einer verästelten Cancrinitpartie zurückgeblieben sind. Es bilden sich dadurch nicht selten Strukturerscheinungen, welche einer gewisse Aehnlichkeit mit der Mikropegmatitstruktur des Feldspaths und des Quarzes haben; oder der Cancrinit kann sich, wie der »Quarz de corrosion« im Feldspath, in einem Theile eines Nephelinkrystalls schlauchförmig eingefressen haben. Dass der Cancrinit, besonders, wenn er als reichliche Zwischenklemmungsmasse mit Einschlüssen von anderen Mineralien auftritt, nicht als ein sekundäres Umwandlungsprodukt von Nephelin gedeutet werden kann, ist offenbar, weil dieser nie auf solche Weise gefunden wird. Auch wenn der Cancrinit nur in kleinen Spuren vorkommt, dürfte er primär und während der Verfestigung des Magmas gebildet sein. Die Gegenwart der Bestandtheile des Kalkspaths in diesem muss wohl als eine für die Bildung von Cancrinit günstige Bedingung betrachtet werden. Oft ist dieser auch auf der einen Seite von Nephelin auf der anderen von Kalkspath begrenzt. Es lässt sich denken, dass unter günstigen chemischen und physikalischen Voraussetzungen die Bestandtheile der Karbonate im Magma mit der Nephelinsubstanz Cancrinit bilden, wie in dem Särnasyenit wo er sicher primär ist und etwa 30 % des Gesteins betragen kann;¹ dass aber unter anderen Bedingungen die Kar-

¹ TÖRNEBOHM. Om den s. k. fonoliten från Elfdalen. Geol. Fören. Förh. Bd VI, s. 397, Note.

bonate zum Theil oder ganz sich als Kalkspath ausscheiden. In Uebereinstimmung mit dem grossen Wechsel in der Zusammensetzung und in den Strukturen des Nephelinsyenits auf Alnö war auch zu erwarten, dass die Bedingungen für das Entstehen von Cancrinit an der einen, von Kalkspath an der anderen Lokalität günstiger gewesen sein müssen. Für das Vorkommen sekundären Cancrinites auf Alnö habe ich keine Beweise finden können. Die artificielle Darstellung dieser Substanz¹ spricht auch mehr für ihre Bildung während der Konsolidation des Magmas oder in unmittelbarem Zusammenhang damit, als für eine durch spätere Agentien bewirkte sekundäre Umwandlung des Nephelins. Er kommt ebensogut in ganz frischem wie in umgewandeltem Gestein vor, und selbst ist er immer sehr frisch.

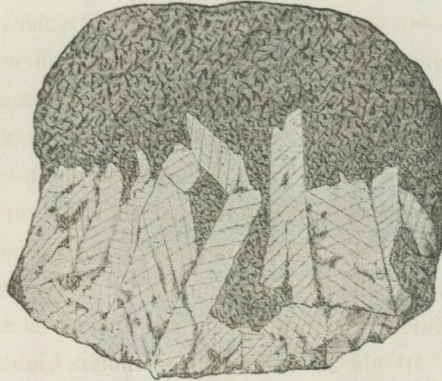
Kalkspath ist ein sehr charakteristischer Gemengtheil des Nephelinsyenits auf Alnö. Manche Gesteinsproben enthalten freilich keinen Kalkspath oder nur Spuren desselben; gewöhnlich kommt er jedoch in nicht zu übersehender Menge vor, und über grosse Flächen, besonders um die Kalkstein einschlüsse (Siehe Karte), beträgt der Gehalt an Kalkspath mehrere Procent. Er kommt theils ziemlich gleichmässig unter den übrigen Mineralien des Gesteins vor, beispielsweise um *r* in dem Namen *Smedsgården* auf der Karte, wo er in einem titanitreichen mittelkörnigen Nephelinsyenit 10 bis 20 % der Gesteinsmasse bilden kann, theils auch als Nester und Drusen in dem übrigens an Kalkspath armen Gesteine oder, besonders in der Nähe von Kalkstein, als kalkreiche Schlieren, in welchen die übrigen Mineralien so zurücktreten, dass sie theilweise frei im Kalkspath liegen bleiben. Die im allgemeinen primäre Natur des Kalkspaths erhellt aus seiner Erscheinungsweise. Ueberwiegend bildet er allotriomorphe Körner und letzte Ausfüllungsmasse zwischen den früher ausgeschiedenen Mineralien, aber wenn einigermaßen reichlich vorhanden, tritt er auch in schriftgranitischer Verwachsung mit Feldspath, Ägirin und Nephelin auf, oder bildet Einschlüsse in

¹ CH. & G. FRIEDEL. Bull. Soc. Min. 14, S. 71; durch Erhitzung bis auf 500° einer Mischung von Glimmer und Soda mit Wasser.

diesen und anderen Mineralien wie Titanit und Melanit. Von der Gegend um Boräng habe ich ein Handstück eines feldspathreichen Nephelinsyenits, wo die Spaltflächen der grösseren Feldspathindividuen ein eigenthümliches Schillern zeigen, welches durch schriftgranitisch eingewachsenen Kalkspath hervorgerufen wird.

Ein anderes Handstück (Fig. 4) zeigt den Kontakt zwischen einem ziemlich feinkörnigen Nephelinsyenit und einer grobkrySTALLINISCHEN, kalkspathreichen Druse, welche ihrerseits von Feldspath und Ägirin pegmatitisch durchwachsen ist. Die feinkörnige Syenitsubstanz bildet hier bei dem Kontakte eine Art

Fig. 4.



Kalkspathkrystalle in Syenitkontakt.
 $\frac{2}{3}$ der natürl. Grösse.

Zwischenklemmungsmasse für die porphyrisch ausgebildeten Kalkspathkrystalle, welche auch von Syenitmineralien etwas verunreinigt sind. Die primäre Bildung des Kalkspaths in diesem Falle ist ganz offenbar. Dasselbe gilt auch für die körnigen Kalkspathdrusen oder kleineren als Ausfüllungen zwischen den übrigen Mineralien des Nephelinsyenits auftretenden Partien. In diesen liegen Feldspath, Nephelin, Pyroxen, Titanit und Apatit von demselben Aussehen wie die Mineralien der übrigen Gesteinsmasse, mit ganz freier Ausbildung, wobei auch oft die vollkommene Frische des Gesteins ergibt, dass sowohl der Kalk-

spath wie die von ihm umschlossenen Mineralien als primäre Bildungen, und nicht durch Umwandlungsprocesse, entstanden sind. Wie schon früher bemerkt, scheint die Karbonatsubstanz des Magmas theils für die Bildung von Cancrinit beansprucht theils als Kalkspath auskrystallisiert worden und theils unter Dekomposition bei der Bildung von Wollastonit und Melanit(?) betheilig gewesen zu sein. Aus der Zusammensetzung der Gesteine lassen sich jedoch gegenwärtig keine bestimmte Regel ableiten, wonach die chemische Beschaffenheit des Magmas diese verschiedenen Reaktionen bestimmt haben könnte. Vielleicht spielten dabei die physikalischen Verhältnisse, wie Druck, Temperaturverhältnisse und Durchträngung von Flüssigkeiten eine grössere Rolle. Unter schon bekannten Nephelinsyenitvorkommen scheint das von ADAMS in Ontario entdeckte nach der vorläufigen Beschreibung des Entdeckers¹ bezüglich des Auftretens von Kalkspath, mit demjenigen auf Alnö die grösste Analogie zu haben, was recht bemerkenswerth ist, weil die Zusammensetzung dieses Vorkommens in Canada in anderer Hinsicht recht grosse Verschiedenheiten zeigt. Ebenso ist der in übrigen Beziehungen von dem Alnösyenite sehr abweichende Cancrinit-syenit von Särna diesem darin ähnlich, dass er Cancrinit als reichlichen primären Gemengtheil führt. Wenn sich der Gehalt an Kalk und Kohlensäure in diesem zur Bildung von Kalkspath vereinigt hätte, so würde das Gestein etwa 10 % von diesem Minerale,² also ebenso viel wie manche Varietäten des Alnösyenites, enthalten.

Der *Pyroxen* ist in den feldspath- und nephelinreichen Gesteinen theils *Ägirin* mit starker Doppelbrechung, gewöhnlichen Absorptionsfarben und kleiner Auslöschungsschiefe (3—7°) theils, und zwar überwiegend, grüne *Augite* (Diopsid) und Zwischenformen beider. In einigen Gesteinsproben wurde nur der erstere wahrgenommen, oft kommen sie zusammen vor, in welchen Fällen der ägirinartige Pyroxen gewöhnlich einen Kern von Augit umgiebt. Dieser ist dann oft wie zerfressen, aber es exi-

¹ Amer. Journ. of Science, July 1894, S. 14.

² Vergl. Note 1, S. 139.

stieren keine scharfen Grenzen gegen den Ägirin, sondern die Auslöschung wandert ohne markiertem Sprung. In einigen Fällen ist die Augitsubstanz in der Weise inhomogen, dass lappige Partien, in dem Krystalle sehr unregelmässig vertheilt, eine etwas abweichende Absorption und Auslöschung zeigen. Zwillingsbildung nach (100) wurde bei dem eigentlichen Ägirin als Seltenheit bei dem anderen Pyroxen öfter beobachtet. Die Ausbildung der Pyroxene ist eine sehr wechselnde; einmal bis mehrere Centimeter lange schlanke Ägirinprismen, mit idiomorpher Ausbildung gegen den Feldspath, ein anderes Mal allotriomorphe Körner zwischen den Nephelin- oder Feldspathkrystallen eingeklemmt, was aus der langen Krystallisationsdauer dieses Minerals erklärlich ist. In losen Blöcken östlich von Släda wurden bis 5 cm grosse Pyroxen- und Hornblendeindividuen (über diese siehe unten) als Einsprenglinge in der feinkörnigeren, an Eisen-Magnesia-silikaten armen Grundmasse des Gesteins beobachtet. Die Pyroxene kommen auch als Einschlüsse sowohl im Feldspath als im Nephelin vor oder in inniger Beimengung mit Melanit. Sie enthalten als Einschlüsse Titanit häufig, Magnetkies, Kalkspath und Apatit spärlich oder selten. Von den Pyroxenen dieser Nephelinsyenite wurde keiner analysiert. Der Ägirin weicht jedoch wohl nicht von dem normalen ab, und der Diopsid ist wahrscheinlich ähnlich zusammengesetzt wie der unten beschriebene in seinen übrigen Charakteren mit diesem ziemlich übereinstimmende Diopsid des Kalksteins von Boräng.

Hornblende ist wohl den normalen Nephelinsyeniten auf Alnö als primärer Bestandtheil fremd. Nur in einem Blocke an dem Ufer östlich von Äs wurde eine hellrothe, stark umgewandelte Varietät gefunden mit spärlichen bis 5 cm grossen Einsprenglingen und Nestern von Pyroxen, worunter auch in einem heimgeführten Handstücke ein grosser Hornblendekrystall angetroffen wurde. Der Spaltwinkel wurde zu $123^{\circ}56$ bestimmt. Ein Dünnschliff nach der Spaltfläche zeigte für die Richtung der c-axe grünlich braune und senkrecht dagegen braungelbe Absorptionsfarben von etwa derselben Stärke. Die Auslöschung

gegen die Vertikalaxe war 22° . Eine von G. LUNDELL ausgeführte Analyse ergab:

	%
SiO ₃	37.02
TiO ₂	3.38
Al ₂ O ₃	7.22
Fe ₂ O ₃	11.46
FeO	6.48
CaO	16.88
MgO	11.74
Na ₂ O	2.74
Glühverlust	3.18
	100.10.

Vielleicht war das Mineral nicht ganz frei von Apatit und Calcit, welche im Dünnschliffe als kleine und spärliche Einschlüsse bemerkt wurden. Es ist zu vermuthen, dass diese Hornblende ein fremder Einschluss ist. Dafür spricht auch die orientierte Durchwachsung mit einem Pyroxen (Verticalaxe und Orthodiagonale beider parallel) mit denselben Eigenschaften wie die später beschriebenen Pyroxene der basischen Abarten des Nephelinsyenits.

Biotit ist nur spärlich in dem normalen Nephelinsyenit gefunden; in den basischen Abarten und in Varietäten die dem schon beschriebenen Grenzsyenit näher stehen, ist er etwas reichlicher vorhanden. Er ist, wie schon bemerkt, ausnahmsweise jünger als der Feldspath.

Melanit oder titanreicher schwarzer Granat ist, besonders in den nephelinreichen wie auch in den kalkspathführenden Gesteinstypen recht allgemein und oft reichlich zugegen. Er wird mit dunkelbrauner Farbe durchsichtig und zeigt gewöhnlich zonalen Bau mit rhombendodekaëdrischem Habitus. Einschlüsse von Ägirin sind häufig. Auch wird Nephelin und Titanit mit idiomorpher Begrenzung in und an dem Melanit gesehen. In dem Gesteinstypus III der Tafel bildet der Melanit grosse einheitliche Felder, deren Umrisse von den umgebenden Mineralien bestimmt

werden. Diese Felder zeigen inzwischen insofern einen zonalen Bau, als die durch helleres und dunkleres Braun hervortretenden Zonen einen einigermaßen centralen Punkt des Feldes umschliessen, was darauf deutet, dass die Krystallisation des Melanits schon vor der Ausscheidung der umgebenden idiomorphen Mineralien begonnen hatte und, dass das Weiterwachsen noch andauerte, als diese vollständig ausgeschieden waren. Einige Male wurden scharf ausgebildete Rhombendodekaëder von Melanit gefunden. In dem schon (Seite 138) erwähnten Gestein von Hartung bildet der Melanit bis centimetergrosse Körner, ebenso wird er in pegmatitischen Adern, besonders an den Salbändern reichlich und recht grobkörnig. Melanit von dem später beschriebenen wollastonitführenden Blocke bei Norrvik wurde von NAIMA SAHLBOM analysiert (Anal. 1) und ergab:

	1.	2.
TiO ₂	6.73	7.10
SiO ₂	31.15	36.59
Fe ₂ O ₃	23.83 ¹	19.65
Al ₂ O ₃	3.14	5.42
FeO	—	2.26
MnO	0.58	0.27
CaO	33.44	26.93
Na ₂ O	0.68	MgO . 1.61
	<u>99.93</u>	<u>99.83.</u>

Von früher analysierten Melaniten ist keiner diesem so ähnlich wie der Melanit vom Kaiserstuhl mit welchem er, wie die nach KNOP² zum Vergleich angeführte Analyse (2) zeigt, sehr nahe übereinstimmt. Seltene Erdmetalle wurden nicht angetroffen.

Titanit kommt in einigen Varietäten des Gesteins reichlich aber sehr ungleichmässig vor; je reicher das Gestein an Calcit ist, desto reichlicher scheint der Titanit zu sein. In manchen

¹ Mit wenig FeO.

² Kaiserstuhl, S. 145.

Dünnschliffen, sowohl der feldspathreichen wie der feldspatharmen Typen, wurde er gar nicht gefunden. Die Grösse der Krystalle kann einige Millimeter erreichen; sie zeigen in Dünnschliffen rhombische, oft prismatisch langgezogene Schnitte. An einem Krystalle wurde für das Prisma (DANA), nach welchem die nadelförmigen Krystallen ausgezogen sind, der Winkel $113^{\circ}47'$ gemessen. Zwillingslamellierung kommt vor, ist aber nicht gewöhnlich. Wie die meisten übrigen Mineralien des Nephelinsyenitmagmas scheint der Titanit eine lange Krystallisationsdauer gehabt zu haben, indem er einerseits, und zwar gewöhnlich, gut idiomorph ist, andererseits aber in seiner Form von solchen Mineralien wie Melanit und Ägirin beeinflusst wurde. Ausser diesen kommen noch Apatit oft und Kalkspath selten in dem Titanit eingeschlossen vor. Das umgekehrte ist jedoch bezüglich des Kalkspaths Regel, und der Apatit enthält seinerseits einige Male kleine Titanitkrystalle.

Wollastonit wurde von TÖRNEBOHM¹ als ein für den Nephelinsyenit auf Alnö charakteristisches Mineral beschrieben. Später² zeigte es sich jedoch, dass dasselbe nur lokal vorkommt. Ich habe *Wollastonit* nur in zwei Präparaten beobachtet. Makroskopisch wurde derselbe an drei Lokalitäten gefunden, nämlich:

1:o) bei einer Scheune nördlich von Stolpås, wo das Mineral centimetergrosse gleichmässig vertheilte Stengel in einer sehr apatitreichen etwa 0,5 m breiten Schliere von pegmatitischen Nephelinsyenit bildet, welcher übrigens hauptsächlich aus Nephelin mit Apatit, Melanit und Ägirin zusammengesetzt ist;

2:o) nördlich von Hartung, grade am Fusse der Hügel, 100 m westlich von dem Wege, woselbst der *Wollastonit* unregelmässige Anhäufungen und stengelige Partien in einer pyroxenreichen Varietät des Nephelinsyenits bildet;

3:o) in einem Blocke bei Norrvik auf den Festlande.³

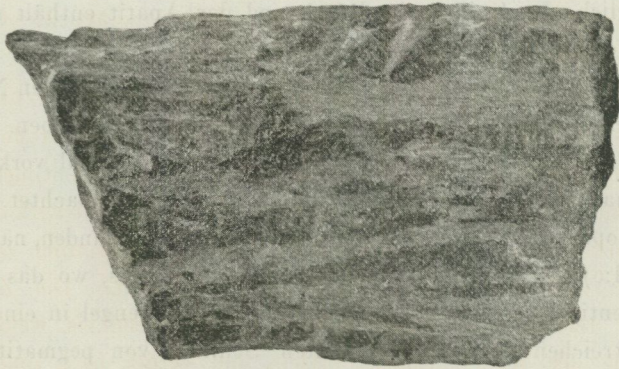
¹ Geol. Fören. Förhandl. Bd VI, S. 544.

² ROSENBUSCH, Physiographie d. Gesteine, 2 Aufl. S. 89, Note, briefliche Mittheilung von TÖRNEBOHM.

³ Die Fundstätte liegt dicht neben der Bahn, zwischen zwei Zäunen, etwa 200 m südlich von der Sägemühle oder Schiffbrücke zu Norrvik.

Dieses Vorkommen ist das schönste. Ein etwa 3 *dm* breiter, überwiegend aus grobkristallinischem Nephelin mit kleiner Beimengung von Melanit, Pyroxen, Kalkspath und etwas Magnetkies zusammengesetzter pegmatitischer Gang ist in diesem Blocke von einem melanitreichen, mehr normalkörnigen Nephelinsyenit begrenzt. Die Grenzfläche wird durch ein Salband von grobkörnigem Melanit zum Theil nebst etwas Kalkspath markiert. Durch die Mitte dieser Pegmatitader geht eine etwas feinkörnigere melanitreiche Zone. Zwischen dieser und den Grenzflächen wird der Gang von meistens quergestellten, bis decimeterlangen Wollastonitstengeln durchzogen, wie die beistehende Figur in natürlicher Grösse angiebt. Der Wollastonit durchsetzt den Ne-

Fig. 5.



Wollastonit in Nephelinsyenit.
Autotypie nach der Natur; natürl. Grösse.

phelin und ebenfalls die dunklen Mineralien; es scheint eine ungefähr gleichzeitige Krystallisation stattgefunden zu haben. Doch ist der Melanit entschieden jünger als der Nephelin.

Eine Analyse des Wollastonits von T. ERICSON ergab: SiO_2 51.30 %, CaO 48.18 %; FeO und Alkali nur Spuren.

Es ist bemerkenswerth, dass dieses Mineral nur in nephelin- und melanitreichen Gesteinsvarietäten gefunden wurde, und dass der Wollastonit dagegen in den an Feldspath reichen zu fehlen scheint, wo man das Mineral eher erwarten sollte, wenn dasselbe

durch Einwirken des Magmas auf Kalkspath entstanden wäre. Die Paragenesis mit Melanit, Nephelin, grünem Augit und Apatit zeigt mit anderen Vorkommnissen, wie im Kaiserstuhl und Siebenbürgen vollständige Analogien.¹

Der *Apatit* wird schon makroskopisch als ein lokal reichlich vorhandener Bestandtheil des Nephelinsyenits gefunden. Seine Farbe ist gelbbraun oder grünlich, die Ausbildung körnig, oft nesterartig konzentriert, oder prismatisch, in welchem Falle sich meistens radialstrahlige Aggregate bilden. In Dünnschliffen fehlt der *Apatit* manchmal, während er in anderen Proben bis zu mehreren Procenten vorkommt. Besonders im Melanit und Pyroxen ist er reichlich; aber auch in den übrigen Silikaten, im Titanit und Magnetkies kommt er als Körner oder wohl begrenzte Krystalle vor. Nach mehreren qualitativen Analysen ist dieser *Apatit* reiner oder fast reiner Fluorapatit. Cer ist nicht gefunden worden.

Zirkon wurde nur an einem Lokal (von HOLMQVIST) bei den Kalksteinsbrüchen an dem Ufer östlich von Ås angetroffen. In kleinen Kalkspathdrusen von höchstens einigen Centimeter im Durchmesser, welche in dem dortigen Nephelinsyenit vorkommen, ist *Zirkon* als 2—5 mm grosse Pyramiden von grünlich brauner Farbe und harzartigem Glanz auskrystallisiert. Die *Zirkone* sitzen reichlich auf einer Kruste von Schwefelkies, welche die Wände der Kalkspathdruse bilden, und werden nach innen von Kalkspath begrenzt oder liegen mit Syenitmineralien in der Druse zusammen. Die Bildung dürfte wohl pneumatolytisch sein. Ausser den Pyramidenflächen wurde bei einigen Individuen auch das Prisma als schmale Abstumpfung beobachtet. Der Winkel der pyramidalen Mittelkante konnte wegen der Unebenheit der etwas krummen Pyramidenflächen nicht genau gemessen werden. Die erhaltenen Werthe schwankten zwischen 84° und 86°20'.

Eine von P. J. HOLMQVIST ausgeführte Analyse ergab:

¹ Litteratur: Siehe ZIRKEL, Petrographie I, 1893, S. 295.

SiO ₂	29.68
ZrO ₂	64.94
TiO ₂	Spur
MnO	0.28
FeO	1.15
H ₂ O	3.86
	<u>99.91</u>

Flusspath von dunkelvioletter Farbe wurde als Seltenheit in einigen Dünnschliffen beobachtet. *Schwefelkies* ist selten und wesentlich nur als pneumatolytische oder Kontaktbildung in dem Nephelinsyenit gefunden. *Magnetkies* ist dagegen lokal recht häufig und kommt wohl in allen Varietäten vor. In dem ijolithartigen Nephelinsyenit von Hartung scheint er recht konstant zu sein. Er bildet unregelmässige Körner oder verästelte Partien in und zwischen den übrigen Mineralien. Als Einschlüsse wird in demselben Apatit beobachtet. Es scheinen die Silikate zum Theil früher als der Magnetkies auskrystallisiert zu sein. *Titanomagnetit* kommt in diesen an Eisenmagnesiumsilikaten armen Gesteinstypen nur ausnahmsweise vor. Seine relativ grosse Menge in dem Typus II der Tafel ist deshalb wohl zufällig und darf (ebensowenig wie die quantitative Vertheilung der übrigen untergeordneten Mineralien der Typen I—III) nicht als etwas diesen Typus im Vergleich zu den anderen besonders kennzeichnendes betrachtet werden.

Die basischen Gesteine und Ausscheidungen (Typen IV—VIII der Tafel). Durch Zwischenformen der schon beschriebenen Typen mit dem Typus IV, welche übrigens eine grosse Verbreitung haben, aber wegen ihrer geringen Konstanz in mineralogischer Zusammensetzung nicht auf der Tafel bezeichnet wurden,¹ ge-

¹ Die Tafel zeigt also durch die Auslassung vieler Zwischenformen eine so zu sagen vollständige Spaltung des Magmas, als es in der Natur geschehen ist. Um jedoch durch die Tafel die durchschnittliche Zusammensetzung des Urmagmas einigermassen ausdrücken zu können, habe ich jedem Typus eine solche Breite gegeben, dass, so gut es durch Schätzungen möglich gewesen ist, jedes Mineral in richtigen Proportionen auf der Tafel vorkommt, doch mit der schon Seite 102 bemerkten Beschränkung. (Siehe auch Seite 133, Note.)

schiebt ein schneller oder allmählicher Uebergang zu diesen basischen Gesteinen, die mineralogisch nicht viel mit dem Nephelinsyenit gemein haben. Sie unterscheiden sich alle durch einen grossen Gehalt an Titanomagnetit, mit Ausnahme des letzten Typus, auch durch reichlichen Apatit und Eisenmagnesiumsilikate sowie durch das Fehlen von Feldspath und auch gewöhnlich von Titanit, Nephelin und Cancrinit von dem mit ihnen genetisch verbundenen Nephelinsyenit. Kalkspath ist hier, wie in dem Nephelinsyenit, reichlich vorhanden; doch scheint er lieber in Form von Knauern und Drusenräumen als in gleichmässiger Vertheilung vorzukommen. Oft sind schlierenartige Partien des Gesteins so reich daran, dass die übrigen Gemengtheile fast ganz frei im Kalkspath herumliegen. Ob die olivinreichen Typen VII—VIII ein weiter vorgeschrittenes Stadium der Differentiation als der Typus VI bezeichnen, wie die Tafel angiebt, ist wohl nicht ganz sicher. Es scheinen jedoch die Erfahrungen über Erzausscheidungen anderer basischen Gesteine (wie vom Ta-berg, Ekersund, Routivare u. a.) dafür zu sprechen, dass die Apatitsubstanz nicht in die äussersten Spaltungsprodukte mitgezogen wird, sondern dass diese eher durch Reichthum an Magnesia (Olivin, Spinell, Magnoferrit) und Armuth an Apatit gekennzeichnet sind. Der Magnetkies scheint nicht mit den Spaltungsvorgängen der Silikatgemengtheile in eine bestimmte Richtung concentrirt worden zu sein. So wird er bisweilen ebenso reichlich in dem Typus IV, wie in den erzeichen Typen gefunden. Die Ungleichmässigkeit seiner Menge und Verbreitung erlauben kaum einige gesetzmässige Beziehungen zu den verschiedenen Differentiationsstadien zu entdecken. Schwefelkies kommt auch lokal in diesen Gesteinen vor und zwar am meisten in Primärspalten und Drusenräumen.

Die Gesteine der Typen IV und V sind durch das Vorwalten eines schwarzen, unter dem Mikroskope vorwiegend grau-violetten *Pyroxens* gekennzeichnet. Die Absorptionsfarben desselben variieren zwischen violettgrau in verschiedenen Nüancen, und gelblich oder grünlich grau. Neben der prismatischen

wird auch hin und wieder eine undeutliche Spaltbarkeit nach (100) in Dünnschliffen beobachtet. Die Auslöschungsschiefe beträgt bis zu 40° oder etwas mehr, und ist für den Kern der Krystalle oft ein wenig grösser als für die peripherischen Theile. In einigen Proben, welche wegen ihrer Zusammensetzung durch Anwesenheit von Nephelin den vorigen Typen näher stehen, ist dieser Pyroxen etwas mehr grünlich und es kommen wahrscheinlich Zwischenglieder zu den grünen Pyroxenen dieser vor. (Vergleiche die Note S. 133.) Wenn *Biotit* zugegen ist, kommt er gern in orientierter Verwachsung mit dem Pyroxen vor; in einer Probe von Släda sind die Pyroxenindividuen so zu sagen perthitisch von dem Biotit durchwachsen. Die Vertheilung des Glimmers ist sehr ungleichmässig. Wenn er, wie z. B. lokal an dem westlichen Theil von Långörsholmen (wo diese Gesteinstypen übrigens am besten zu sehen sind) als grössere Blätter eingestreut ist, bekommt das Gestein eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Alnöt. Der *Nephelin* hat, wenn er in diesen Typen anwesend ist, gewöhnlich keine idiomorphe Begrenzung; nur gegen Kalkspath zeigt er Andeutungen zur Krystallbegrenzung. Er wird durch Umwandlung lebhaft roth, weshalb er leicht zu sehen ist, wo er in dem dunklen Gestein kleine Fetzen bildet, oder mit Kalkspath (ausnahmsweise Feldspath) und etwas Schwefelkies und Apatit Ausfüllungen von Drusenräumen bildet. Diese haben zum Theil das Aussehen von rundlichen, bis faustgrossen Einschlüssen eines fremden Gesteins, aber sie sind durch Uebergänge mit unzweifelhaften und nicht vollständig ausgefüllten Drusenräumen verbunden. Der *Apatit* dieser Gesteine ist entweder prismatisch ausgebildet oder körnig und von grüngelber Farbe; er kann schlierenweise oder in Konkretionen, besonders zusammen mit Biotit, so angereichert sein, dass kleinere Handstücke sich schlagen lassen, welche nur oder hauptsächlich aus diesen zwei Mineralien bestehen. In dem Gestein wird er von den übrigen Mineralien (auch dem Titanomagnetit) eingeschlossen; und wenn reichlich vorhanden durchlöchert er oft diese Mineralien, so dass sie ganz skelettartig erscheinen.

Die Strukturen der Typen IV—V sind zwar ziemlich wechselnd; eine gleichmässig mittelkörnige Struktur dürfte doch wohl vorherrschend sein (z. B. Långörsholmen). Ueber die Beziehungen in geologischer Hinsicht zu den Typen I—III ist schon früher (S. 134) gesprochen. Eine in grossen Blöcken an dem Ufer zwischen Söråker und Norrvik vertretene glimmerreiche Varietät dieses Gesteins ist von dicht liegenden eckigen Partien eines glimmerfreien plagioklasführenden Pyroxengesteins durchspickt. Wahrscheinlich liegt hier eine primäre Grenzbrecchie vor. Die übrigen Gesteinsvarietäten an diesem Ufer zeigen auch oft Brecchienstruktur (Siehe unten die Ganggesteine).

Die durch den Typen VI—VIII repräsentierten Gesteine sind, wie die Tafel veranschaulicht, quantitativ sehr untergeordnet. Sie werden hauptsächlich in der Nähe von und in den Schürfen und kleinen Eisenerzgruben der Gegend von Ås—Slåda gefunden. Durch Abnehmen oder fast gänzlich Verschwinden des Apatits gehen sie in das als Klumpen und unregelmässigen Partien vorkommende Eisenerz über. Andererseits stehen sie durch Schlierenkontakte und Uebergänge mit den vorigen Typen in Verbindung. Der *Apatit* ist in diesen erzeichen, wie überhaupt in den Gesteinen auf Alnö, chlorfrei oder fast chlorfrei. Er enthält Flüssigkeitseinschlüsse und relativ grosse stabförmige Interpositionen, welche längs (untergeordnet und quer) zur Längsaxe angeordnet sind. Unter diesen kommen sowohl Erz als grauvioletter Pyroxen vor. In einigen Fällen scheinen sie aus *Kalkspath* zu bestehen, der übrigens als rundliche Körner häufig in dem Apatit des Gesteins von Ås zu sehen ist. Die Hauptmenge des Kalkspaths bildet indessen gewöhnlich isolierte Körner zwischen den übrigen Mineralien. Der Titanomagnetit enthält auch Kalkspathkörner und Apatit als Einschlüsse. Es ist aus dem Gesagten wie auch aus dem Mangel an idiomorpher Begrenzung der Gemengtheile ersichtlich, dass keine bestimmte Krystallisationsfolge stattgefunden haben kann. Wenn Biotit vorkommt, ist er jedoch gegen den Kalkspath immer idiomorph dagegen in seiner Form von den Apatitkörnern bestimmt. Ti-

tanit wurde in einem Präparate reichlich als Körner hauptsächlich um den Titanomagnetit gesehen. In anderen Fällen wurden um die Erzkörner herum spärlich braunrothe oder violette glimmerartige Schüppchen beobachtet.

Der reine Titanomagnetit aus diesen Gesteinen wurde nicht analysiert; aus einer von A. TAMM¹ am recht reinen Erze aus der Tryggrube ausgeführten Analyse kann man jedoch die Zusammensetzung desselben beurtheilen. Neben dieser Analyse (1) von TAMM wird eine von P. J. HOLMQVIST an einer dem Typus VI nahestehenden Gesteinsprobe ausgeführte Analyse (2) hier mitgetheilt:

	1.	2.
SiO ₂ . . .	3.10	6.32
TiO ₂ . . .	12.14	4.57
Al ₂ O ₃ . . .	Spur	2.10
FeO . . .	8.95	15.80
Fe ₃ O ₄ . . .	64.38 . . .	Fe ₂ O ₃ 23.12
MnO . . .	1.15	0.51
CaO . . .	2.30	26.26
MgO . . .	8.00	1.92
S . . .	0.07	—
P ₂ O ₅ . . .	Spur	16.47
CO ₂ . . .	—	Spur
	100.09	98.07 + Fl ber. 1.50.

Aus der ersten Analyse geht hervor, dass in dem Titanomagnetit mehrere Procent Magnesia vorkommen, was mit der Erfahrung über manche andere Eisenerzanscheidungen in basischen Eruptivgesteinen übereinstimmt, nach welcher bei weitgehender Spaltung die Magnesia in beträchtlicher Menge von den Erzmineralien aufgenommen wird.

Die durch reichlichen oder vorwaltenden *Olivin* charakterisierten Typen VII—VIII werden in einigen der Gruben bei Staf-sätt und Släda angetroffen. Der noch frische Olivin bildet bis

¹ Analyser å jernmalmer; Stockholm 1890. S. 6.

centimetergrosse rabenschwarze Körner, deren Farbe durch reichliche nach (010) dendritisch eingelagerte Erzpartikeln bedingt wird. Unter dem Mikroskope sieht man die Olivinkörner von dem gewöhnlichen Serpentinnetze durchzogen. Kalkspath wurde einmal als Einschluss in frischem Olivin gefunden. Durch weitergehende Zersetzung bilden sich aus dem Olivin grünlicher Serpentin oder ein Gemenge von Eisenoxyd und Karbonat, auch wohl in einigen Fällen hellbraune oder fast farblose Glimmerminerale, besonders um die eingeschlossenen Erzkörner herum. In einer an Kalkspath reichen Varietät von Ås haben sowohl der Olivin, welcher ganz pseudomorphosiert ist, wie der Titanomagnetit eine auffallend idiomorphe Ausbildung, jener mit der Kombination: (110) (010) (021) (111) (001),¹ dieser als Oktaeder.

Von bis jetzt bekannten Gebieten dürfte keines diesen basischen Massengesteinen und Aussonderungen (Typus IV—VIII) so ähnliche Spaltungsprodukte des Nephelinmagmas aufzuweisen haben wie die von O. A. DERBY beschriebenen Vorkommen in Brasilien.² Freilich scheinen die als »Jacupirangit« bezeichneten Pyroxengesteine dieser Gegend nicht ganz dieselben Charaktere zu haben wie die Gesteine auf Alnö. Ihre Verwandtschaft mit diesen geht jedoch deutlich hervor. Durch reichlich zutretenden Apatit nähert sich der Jacupirangit, welcher (obgleich vielleicht in der Regel erzreicher) den Typen IV—V entspricht, den apatitreichen Typen, und durch in anderen Varietäten vorkommenden Olivin, den Typen VII—VIII. Diese brasilianischen Jacupirangite scheinen auch nach der Beschreibung (l. c. S. 314) in ähnlichen Beziehungen zu den von grünen Pyroxenen charakterisierten Nephelinstein zu stehen, wie auf Alnö die Gesteinstypen IV—VIII zu den Typen I—III.

¹ Nach Augenschein an einem ideal ausgebildeten, etwa 3 mm langen Kristalle bestimmt. An anderen scheinen auch andere Kombinationen vorzukommen, aber die rauhen Oberflächen dieser Pseudomorphosen erlauben keine Messungen.

² On the Magnetite Ore Districts of Jacupiranga and Ipanema, Sao Paulo, Brazil; Am. Journ. Science 1891. S. 311.

3. Die Kalksteine.

In den Kalksteinsvorkommen des Nephelinsyenitgebietes sind, besonders bei Boräng, Smedsgården, Stafsätt und Äs, zahlreiche Brüche für Kalkbrennen geöffnet, welche Aufschlüsse über die Beziehungen des Kalksteins zu seinem Nebengestein und über seine übrigen Eigenthümlichkeiten geben. Auch die gut entblösten Uferfelsen auf Långörsholmen und an dem nördlichen Ufer von Alnö wie auch die Inselchen um Hörningsholm sind für diese Studien sehr geeignet. Ausser den schon erwähnten ist das relativ grosse Kalksteinsgebiet bei Stolpås als eines der interessantesten zu bemerken.

Die *Strukturen* dieser Kalksteine sind theils körnig, theils pegmatitisch. Die letzteren sind nicht nur lokale Erscheinungen, wie am besten in der Gegend um Stolpås und in einigen der Brüche bei Boräng zu sehen ist, wo pegmatitische Ausbildung dem Kalkstein über mehrere hundert Quadratmeter zukommt. Die körnigen Kalksteine zeichnen sich gewöhnlich durch eine im Grossen recht deutlich hervortretende Parallelstruktur aus, die theils durch den zonenweise wechselnden Gehalt an accessorischen Mineralien, theils durch Verschiedenheiten in der Korngrösse und dem Gefüge des Kalkpaths selbst bedingt wird. Das Streichen dieser parallelstruierter Kalksteine scheint in den meisten Fällen eine WNW—OSO:liche Richtung zu halten, wie bei Äs, Stafsätt, Smedsgården, südöstlich von Pottäng und an dem nördlichen Ufer von Alnö. Auf den Inselchen nordwestlich vom Långörsholmen wurde jedoch die Richtung SW—NO wahrgenommen, und in den Kalkbrüchen an dem Ufer von Äs streicht das Gestein etwa $N 20^{\circ} O$. Bei Stornäset und auf Långörsholmen, wie auch lokal an den schon genannten Vorkommen, wird die Struktur am besten mit einer durch Bewegungen eines schlierigen und inhomogenen Teiges oder Magmas hervorgebrachten Fluidalstruktur verglichen. Dass dieselbe auch weder eine primäre Lagerstruktur noch eine in dem schon festen Gestein

entstandene sekundäre Druckschieferung ist, geht aus mehreren Gründen hervor. Die so struieren Kalksteine sind durch Schlierenkontakte manchmal mit dem Nephelinsyenit so innig verknüpft oder auf andere, später zu beschreibende Weise durch allmähliche Uebergänge mit dem echten, magmatisch gebildeten Nephelinsyenit, welcher gar keine Spuren von sekundären Druckeinwirkungen trägt, so verbunden, dass man sich nicht vorstellen kann, wie diese Parallelstruktur sekundär, nach der Verfestigung des Syenits, im Kalkstein entstanden sein kann. Es ist oft, wie z. B. am nördlichen Theil des Långörsholmen, deutlich zu sehen, wie diese Schlieren- oder Fluidal-Struktur des Kalksteins die Kontakte gegen den Syenit oder die Umrisse der Syeniteinschlüsse sehr treu verfolgt, auch wo diese scharfe Winkel bilden; und ferner sieht man die Ganggesteine unabhängig von diesen Erscheinungen die Kalksteine durchsetzen, woraus allerdings hervorgeht, dass die Parallelstruktur schon ausgebildet war, als diese Gänge den Kalkstein durchsetzten. Eine fernere Stütze für die Deutung der Parallelstruktur dieser Kalksteine als einer Art fluidaler Struktur geben die feinkörnigen Kalkgänge, welche im Ganzen die jüngsten Gangbildungen des Gebietes repräsentieren, indem auch sie eine ähnliche Parallelstruktur zeigen, die sich jedoch nicht sekundär gebildet haben kann, weil in solchem Falle auch die älteren Gänge Spuren von Druckeinwirkungen zeigen müssten. Die beste Auskunft über die Strukturverhältnisse der Kalksteine geben jedoch durch die Art ihres Vorkommens die zahlreichen accessorischen Mineralien derselben, welche theils durch ihre Ausbildung und ihre Beziehungen zu dem Nephelinsyenit sich als in Zusammenhang mit der Konsolidation desselben gebildet bekundigen, theils auch in manchen Fällen den Beweis liefern, dass der Kalkstein keine spätere Pressungen durchgemacht haben kann, welche die Parallelstruktur desselben zu erklären im Stande wären.

Ehe ich zu der Beschreibung einiger der bemerkenswertheren Strukturerscheinungen übergehe, möchte ich die in diesen Kalksteinen vorkommenden Mineralien deshalb kurz erwähnen, weil die Art ihres Auftretens wie auch ihre Asso-

ciationen in engem Zusammenhang mit den Strukturen stehen und für die Erklärung der Genesis des Kalksteins wichtig sind. Folgende Mineralien sind bis jetzt in den Kalksteinen des Nephelinsyenits gefunden worden: *Nephelin* und seine spreusteinsartigen Umwandlungsprodukte, *Orthoklas* und *Mikroperthit*, *Ägirin*, grüne und grauviolette *Augite*, *Hornblende*, brauner und dunkelgrüner *Biotit*, *Manganophyll*, *Chlorit*, *Melanit*, *Olivin* und *Serpentin*, *Titanit*, *Apatit*, *Zirkon*, *Titanomagnetit*, *Pyrochlor*, *Knopit*, *Magnetkies*, *Schwefelkies*, *Arsenikkies*, *Flusspath*, *Kalkspath*, und als sekundäre Bildungen auf Spalten *Schwerspath* und *Quarz*.

Es sind also im Kalkstein alle Mineralien des Nephelinsyenits und seiner Abarten mit Ausnahme des Cancrinites vertreten. Es werden dagegen solche Kontaktmineralien, welche metamorphosierte thonhaltige Kalksteine kennzeichnen, nicht gefunden, was doch zu erwarten wäre, wenn diese Kalksteine von sedimentärem Ursprung wären. Die für eine solche Hypothese am nächsten liegende Vermuthung, dass nämlich die Kalksteine Bruchstücke von eingeschlossenem Silur wären, wird also nicht durch ihre chemisch-mineralogische Beschaffenheit gestützt. Die Silurkalksteine in Schweden sind immer zu unrein, um in solcher Weise metamorphosiert zu werden. Wo diese Alnökalksteine — wie z. B. lokal um Smedsgården — frei oder fast frei von accessorischen Mineralien sind, bestehen sie zu 97 bis 98 % aus Karbonaten. So gab die Analyse eines durch nur vereinzelte schwarze Olivinkörner verunreinigten Kalksteins von dem eben genannten Lokal:

CaCO ₃	96.36
MgCO ₃	1.63
FeO	Spur
Rückstand ¹	1.82
	<hr/>
	99.81;

und ein rosafarbiger, glimmerführender Kalkstein aus dem Vorkommen zwischen Stornäset und Hörningsholm:

¹ Nach Behandlung mit verdünnter, kalter Salzsäure.

CaCO ₃	95.2
MgCO ₃	1.8
MnO	Spur
FeO	Spur
Rückstand	2.4
	<hr/>
	99.4.

Wenn also hier eingeschlossene Bruchstücke eines früheren Kalksteins vorliegen, muss derselbe viel reiner gewesen sein als unsere Sedimentärkalksteine oder, wenn die ihn charakterisierenden accessorischen Mineralien wesentlich, wie bei den gewöhnlichen Kontaktmetamorphosen, auf Kosten seiner ursprünglichen Bestandtheile gebildet sind, doch in anderer Hinsicht eine sehr abnorme Zusammensetzung gehabt haben. Eher müssen denn die aufgezählten Mineralien des Kalksteins, besonders wenn man in Betracht zieht, dass sie in ihrer Ausbildung und chemischen Zusammensetzung — soweit diese untersucht wurde — mit den Mineralien des Nephelinsyenits übereinstimmen, überwiegend aus Material des Nephelinsyenitmagmas gebildet sein.

Für die Deutung der Kalksteine wichtig sind ferner die Associationen der Mineralien in denselben und ihre quantitative Vertheilung. Nur ausnahmsweise und über relativ beschränkte Gebiete ist das Gestein so rein, wie es die oben angeführten Analysen zeigen. Gewöhnlich, und nicht nur in nächster Nähe des Nebengesteins, dürften die fremden Mineralien mehr als 10 bis 20 % und oft vielleicht gegen 50 % des Gesteins betragen. Die im Kalkstein, wenn man von den sehr kleinen Partien und den Grenzonen gegen den Nephelinsyenit absieht, am gewöhnlichsten und in grösster Menge vorkommenden Mineralien sind: *Biotit*, *Apatit*, *Titanomagnetit*, *Olivin*, *Feldspath* und *Pyroxen*. Nephelin, Melanit und Titanit scheinen dagegen hauptsächlich auf die Grenzen beschränkt zu sein. Die Kiese kommen, wie es scheint, ganz regellos und gewöhnlich nur als spärliche und zufällige Beimengungen im Kalkstein vor; dasselbe gilt wohl auch von dem Flusspath, welcher jedoch an dem Ufer bei Ås und westlich von Smedsgården, in beiden Fällen an der Grenze gegen Gneiss, (nach losen Steinen zu urtheilen) den Kalkstein reichlich imprägnieren kann. Die seltenen Mineralien Pyrochlor, Knopit, Zirkon und Manganophyll wurden nur in kleinen Blöcken auf dem Långörsholmen und den Inselchen in dessen Nähe gefunden.

Ueber die Association der Mineralien im Kalksteine kann, wenn man von den eben erwähnten, pyrochlor- und knopit-

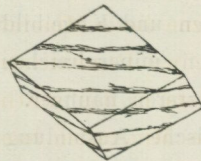
führenden Vorkommen absieht, im allgemeinen dieselbe Regel aufgestellt werden, wie für die Associationen im Nephelinsyenit und seinen Abarten. So kommen der Feldspath, der Nephelin, der Titanit und der Ägirin nicht mit viel Titanomagnetit oder Olivin zusammen vor, und diese sind ihrerseits vergesellschaftet. Der Biotit findet sich dagegen mit allen diesen genannten Mineralien zusammen, obgleich in den feldspath- und besonders in den nephelinführenden Gesteinen gewöhnlich spärlicher. Der Apatit ist wahrscheinlich das in den Kalksteinen am meisten verbreitete Mineral und seine Menge beträgt wohl nicht selten lokal 10 bis 20 %. In einigen Fällen enthalten die Kalksteine von fremden Mineralien nur Olivin oder Glimmer, aber solche Vorkommen sind von beschränkter Verbreitung. Die unten beschriebenen Konkretionen und Kugelbildungen werden sowohl in den reinsten als in den mineralreichen Kalksteinen gefunden; doch sind sie in den letzteren häufiger.

Die krystallographische Ausbildung der meisten Mineralien im Kalkstein ist gewöhnlich schlecht; dies gilt nicht nur von den pegmatitisch struieren Kalksteinen, wo die gleichzeitige Krystallisation der Gemengtheile das Entstehen idiomorpher Individuen verhinderte, sondern auch recht allgemein von den körnigen Kalksteinen. Auch in diesen werden oft die accessorischen Mineralien, wie später anzuführende Beispiele ergeben, schrittweise von Kalkspath durchwachsen oder auf andere Weise in ihren Formen von dem Kalkspath beeinflusst.

Das grosse Kalksteinsgebiet bei Stolpås hat die schönsten Pegmatitstrukturen aufzuweisen. Es werden dort die Kalkspathindividuen bis decimetergross und das Gestein hat im allgemeinen ein sehr grobkrySTALLINISCHES Gefüge. Umgewandelter Nephelin Feldspath, grüner Pyroxen, Apatit und Glimmer sind die häufigsten accessorischen Mineralien. Ansserdem wurde lokal Melanit, zum Theil als gut ausgebildete 1—5 mm grosse Krystalle von der Kombination (110) (211) beobachtet. Die eben erwähnten grossen Kalkspathindividuen sind durch lammellär, aber gewöhnlich ohne Orientierung, eingelagerten Nephelin, Ägirin, Glimmer

und Apatit etwas verunreinigt; reichlicher sind diese in den von einer feinkörnigeren Matrix eingenommenen Zwischenräumen der grösseren Kalkspathkrystalle angehäuft, so dass letztere in einigen Varietäten des Gesteins wie porphyrisch erscheinen. Wenn der Kalkspath in dieser Zwischenklemmungsmasse zurücktritt, kann diese, wenigstens makroskopisch, völlig das Aussehen eines nephelinsyenitischen Gesteins annehmen. Unter dem Mikroskope sieht man die Nephelin- und Pyroxen-partien in der Weise von Apatit durchspickt, dass sie ganz skelettartig erscheinen, und der Gehalt an Apatit kann nach Schätzung in vielen Individuen des Nephelins und Pyroxens mehr als 50 % betragen.

Fig. 6.



Spaltstück von Kalkspath mit nach der Basis eingelagerten Syenitmineralien.
Natürl. Grösse.

Eine sehr eigenthümliche Pegmatitstruktur wurde in einem Blöcke westlich von Stolpås¹ gefunden. Die etwa handgrossen Kalkspathkrystalle sind in diesem Gestein in regelmässiger Weise von den accessorischen Mineralien durchwachsen, welche sich, wie beistehende, ein Spaltstück des Kalkspaths vorstellende Figur wiedergibt, mit Intervallen von 3,5—4 mm lamellär nach der Basis angeordnet haben. Zwischen diesen Lamellen ist der Kalkspath meistens rein, doch verästeln sich hin und wieder die Lamellen und anastomosieren, wie aus der Figur hervorgeht. Von den eingeschlossenen Mineralien zeigt der Apatit, dessen prismatische Nadeln in einem der Basis parallel geschliffenen Präparate ohne Orientierung in dem basischen Schnitte umherliegen, den übrigen Mineralien gegenüber idiomorphe Ausbildung. Auch ein Melanitkrystall mit scharfer Begrenzung

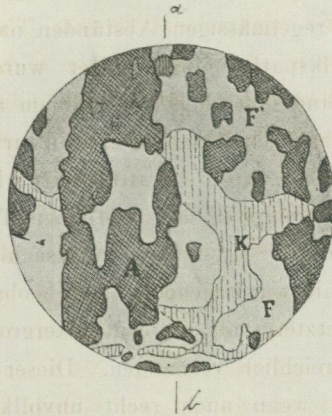
¹ Dicht an dem Pfade nach Pottäng, etwa bei der Ziffer 5 auf der Karte.

wurde beobachtet. Der ägirinartige Pyroxen zeigt Andeutungen zu selbständiger Begrenzung in der Prismazone; der Nephelin ist dagegen ganz allotriomorph. Die beiden letzten Mineralien sind reichlich von Apatit durchwachsen. Ausserdem enthalten sie als rundliche Einschlüsse Kalkspath, welcher auch in dem Apatit gesehen wurde. Es ist nicht leicht, sich über die Entstehung dieser Struktur eine Vorstellung zu bilden. Vielleicht ist das ganze Kalkspathindivid gleichzeitig auskrystallisiert, wobei die schon ausgeschiedenen fremden Mineralien oder die vielleicht zum Theil noch flüssigen Substanzen derselben durch die molekulären Kräfte in regelmässigen Abständen nach der Basis des sich bildenden Kalkspaths eingeschaltet wurden, was jedoch nicht überall vollständig geschehen ist, indem auch lokal in den Zwischenräumen Schmitzen dieser Mineralien zurückgeblieben sind.

Das zweite Gebiet, wo Pegmatitstruktur häufig vorkommt, ist bei Boräng, besonders in den westlichen Theilen des Kalkgebietes. Hier sind die Mineralien hauptsächlich dieselben wie bei Stolpås; Melanit wurde jedoch nicht beobachtet; Schwefelkies und Titanit, letzterer als bis centimetergrosse, braune Krystalle, sind lokal reichlich vorhanden. Dieser zeigt gewöhnlich Krystallbegrenzung, wenn auch recht unvollkommen; aber es wurde auch einmal beobachtet, dass die Begrenzung desselben ganz von den umgebenden Kalkspathkörnern bestimmt wird. Schriftgranitische Verwachsungen wurden mehrmals gefunden bei den Kontakten gegen Nephelinsyenit, der als unregelmässige Partien und Gänge in dem Kalkstein vorkommt. Dieser wird in seiner Struktur und Mineralführung an den Kontakten oft sehr verändert; in anderen Fällen aber wird er kaum merkbar beeinflusst. Ein schönes Beispiel von Kontaktwirkung zeigt ein etwa 0,5 m breiter Gang von normalem Nephelinsyenit in einem der südlichsten kleinen Kalkbrüche. An der Grenze ragen 1 bis 3 dm lange Pyroxene und kleinere Karlsbaderzwillinge von Orthoklas in den Kalkstein hinein. In den Zwischenräumen dieser dicht stehenden Krystalle ist kleinkörniger Apatit, gewöhnlich fleckenweise angehäuft, und grobkrySTALLINISCHER Kalkspath zu

sehen. Wo sich der Kalkspath, der Pyroxen und der Orthoklas berühren, sind sie meistens schriftgranitisch durch einander gewachsen, wie die beistehende Figur zeigt. *A* ist ein Pyroxenindividuum von etwa 26° Auslöschungsschiefe rechts gegen *a—b*; *F* ein Orthoklasindividuum von 10° , und *F'* ein anderer von 30° Auslöschung links. *K* Kalkspath von 37° rechts gegen dieselbe Linie. (Der Pyroxen enthält ausserdem kleine Körner von Kalkspath mit anderer Orientierung). Es sind somit hier drei Mine-

Fig. 7.



Schriftgranitische Verwachsung zwischen Pyroxen, Orthoklas und Kalkspath.
Vergr. 10:1.

ralien schriftgranitisch durch einander gewachsen. Oft sind jedoch die Pyroxene in der Prismazone von Krystallflächen begrenzt, und zwar mit dominierenden Pinakoiden und gewöhnlich schmalen Prismflächen. Sie spalten deutlich prismatisch. Es wurden auch Zwillinge nach dem Orthopinakoid beobachtet. Die Auslöschungsschiefe beträgt auf dem Klinopinakoid 32° gegen die Vertikalaxe und ist die Richtung der grössten Elasticitet. Der Pleochroismus ist: a grün, b hellgrün, c gelblich oder braungelb.

Eine Analyse (von G. LUNDELL) gab folgende Zusammensetzung, wodurch die Verwandtschaft mit dem Ägirin (Ägirindiopsid) bestätigt wird:

SiO ₂	52.02
Al ₂ O ₃	0.88
Fe ₂ O ₃	8.14
FeO	8.28
CaO	18.48
MgO	8.55
Na ₂ O	2.36
Verlust	1.29
	<hr/>
	100.00

Der Verlust ist wahrscheinlich zum Theil durch eingeschlossenen Kalkspath erklärlich. Dieser bildet kleine Körner, welche oft über grosse Partien der Dünnschliffe gleich orientiert in dem Krystalle (auch beiderseits der Zwillingsnath) liegen, obgleich sie ganz isoliert und nur spärlich vorkommen. Kleine Titanite und Biotitschuppen sind auch, aber sehr spärlich, in dem Pyroxen (ohne Orientierung zu diesen) eingewachsen.

Der Orthoklas dieses Vorkommens zeigt, ganz wie die schon Seite 137 angeführte Analyse des Feldspaths aus dem Nephelinsyenit, einen merkbaren Bariumgehalt. Nach einer unvollständigen Analyse von J. GUINCHARD ist der Gehalt an K₂O—10.62 %, Na₂O—3.78 % und an BaO—1.52 %.

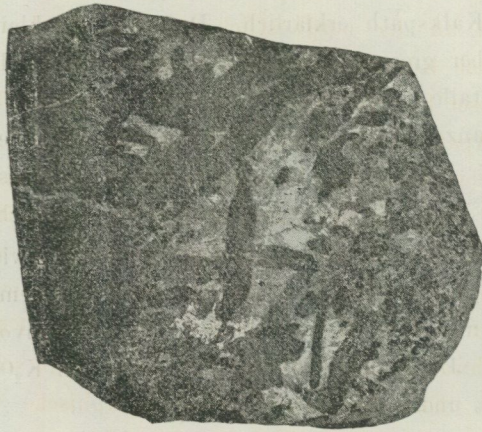
Ein zweites Beispiel über das Vorkommen der Kontaktmineralien in einem anderen Gang giebt die Figur 8: links Nephelinsyenit, rechts körniger Kalkstein, in welchem frei ausgebildete Pyroxenkrystalle umherliegen oder von dem Kontakte anschliessen. Weiter von diesem, rechts auf der Figur, werden die Pyroxene spärlicher und kleiner, und der Kalkstein reich an Feldspath und Schwefelkies.

Von Boräng habe ich noch ein drittes recht interessantes Kontaktstück. Die Mineralien sind dieselben wie im vorigen Beispiel, hier liegen aber die Pyroxene mit ihren Längsschnitten dem Kontakte annähernd parallel, wodurch sie eine fluidalähnliche Anordnung erhalten. Von den porphyrisch im Syenit eingestreuten leistenförmigen Orthoklaskrystallen ragt ein etwa zwei

Centimeter grosses Individ mit einem Drittel seiner Länge in den Kalkstein hinein, und der Kontakt zwischen diesem und dem Syenit ist, obgleich am Handstück gesehen scharf, jedoch durch das gegenseitige Ineinandergreifen der Mineralien der beiden Gesteine im kleinen etwas zackig.

Bei *Stornäset*, an dem Ufer, werden lokale Blöcke gefunden, die eine Art Struktur zeigen, welche, obwohl keine wirkliche Pegmatitstruktur, jedoch von theilweise gleichzeitiger Krystallisation herrührt. Es ist ein grobkrystallinischer Kalkstein mit

Fig. 8.



Kontakt zwischen Nephelinsyenit und Kalkstein.
 $\frac{2}{3}$ der natürl. Grösse.

reichlichen langprismatischen Apatitkrystallen von 1 bis 4 *cm* Länge, etwas Biotit und lokal mit viel Pyroxen. Dieser bildet grosse, den Kalkstein in allen Richtungen durchsetzende Platten, die bei einer Dicke von 0.2 bis 1.2 *cm* einen Diameter von 5 bis 10 *cm* erreichen. Diese Platten sind nicht einheitliche Krystallindividuen, sondern werden von mehreren regellos verwachsenen Pyroxenkörnern zusammengesetzt, welche Einschlüsse von Apatit und Kalkspath führen und mit etwas Biotit durchwachsen sind. Letzterer ist meist in der Weise gegen den Pyroxen orientiert, dass die Spaltrisse des Glimmers der Längsaxe

des Pyroxens parallel liegt. In einer übrigens mit Kalkspath und Biotit gefüllten Ader, die eine Pyroxenplatte durchsetzte, wurde unter dem Mikroskope Melanit in grosser Menge beobachtet. Andere Blöcke derselben Lokalität zeigten den Pyroxen als relativ gut ausgebildete Krystalle. In beiden Fällen hat er unter dem Mikroskope dieselben Eigenschaften, wie der grauviolette Pyroxen der basischen Gesteine (Typus IV—V).

Wenn der Glimmer in der ersten Varietät als selbständige Individuen vorkommt, sind diese, besonders in den peripherischen Theilen von Kalkspath schriftgranitisch durchwachsen.

Ein viel schöneres Beispiel derartiger Verwachsungen findet man jedoch an der nordwestlichen Spitze des Långörsholmen, dicht an dem Kontakte zwischen Nephelinsyenit und Kalkstein. Es wird dieser hier von kreuz und quer liegenden Glimmertafeln und viel Apatit verunreinigt. Die grössten Glimmerkrystalle erreichen 1 bis 3 *dm* Durchmesser und 1—4 *cm* Dicke. Fleckenweise sind diese an den äusseren Theilen, und seltener im inneren, mit Kalkspath schriftgranitisch verwachsen, und zwar oft so, dass ein Individuum des letzteren zahlreiche dicht liegende, rundliche Löcher in dem Glimmer bildet. In anderen Fällen nehmen diese Durchwachsungen hakenartige und mehr schriftähnliche Formen an. Eine bestimmte kristallographische Orientierung zwischen den beiden Mineralien kommt nicht vor.

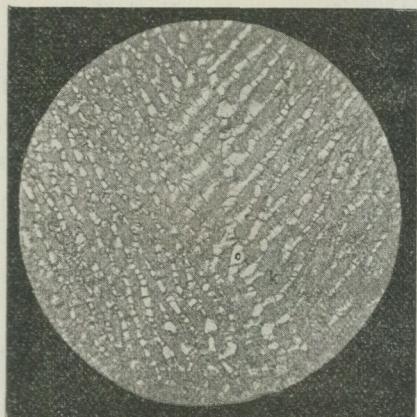
Es erübrigt noch, die schriftgranitische Verwachsung von Olivin und Kalkspath zu erwähnen. Sie wurde mehrmals in losen Steinen auf Långörsholmen gesehen, und in anstehendem Kalkstein auf den kleinen Inseln westlich von Hörningsholm¹ gefunden. In den hier vorkommenden mittelkörnigen, neben gelbgrünen Olivin auch etwas Biotit, Titanomagnetit und Apatit enthaltenden Kalksteinen bemerkt man etwa centimetergrosse Kalkspathindividuen oder Flecken, deren Spaltflächen ein eigenthümliches Schillern zeigen. Mit der Loupe sieht man, dass dieses Phänomen von der innigen Durchwachsung des Kalkspaths mit einem fremden Minerale hervorgerufen wird, indem diese schil-

¹ Diese sind nur bei niedrigem Wasserstand zugänglich.

lernenden Spaltflächen des ersteren wie von einem Netzwerk einer grünlichen oder (wenn verwittert) braunen Substanz durchflochten sind.

Unter dem Mikroskope zeigt es sich, dass diese Substanz entweder frischer oder serpentinierter Olivin ist, und dass das ganze Netzwerk in einem solchen Kalkspathkorn ein einziges Individuum bildet. Beistehende Figur 9 nach einer Photographie¹ gibt eine Vorstellung von dieser sonderbaren Verwachsung. Die Maschen gehören im ganzen Präparate zu einem einzigen Olivinkrystall, und die Ausfüllung derselben wird ebenfalls von

Fi. 9.



Schriftgranitische Verwachsung zwischen Olivin (o) und Kalkspath (k).
Vergr. 10:1.

einem Kalkspathkrystall gebildet. In dem Garten des Gutes Söråker habe ich schon vor vielen Jahren ein ähnliches Stück Kalkstein gesehen, welches später jedoch abhanden gekommen ist; so viel ich mich aber jetzt erinnern kann, zeigte es makroskopisch deutlich dieselbe Struktur; und ich habe diesem Stück damals grade deshalb meine Aufmerksamkeit gewidmet, weil es

¹ Diese sowie die übrigen Mikrophotographien, die ich für meine Arbeit nöthig hatte, verdanke ich Hrn G. NORDENSKIÖLD.

mir möglich zu sein schien, dass diese Struktur organischen Ursprungs und mit Eozoon oder irgend etwas ähnlichem zu vergleichen sein könnte. Wahrscheinlich lag hier auch nur eine Verwachsung zwischen Olivin und Kalkspath oder ein eozoonstruirtes Gemenge dieser Mineralien vor. Eozoonähnliche Strukturen in den Kalkbomben vom Monte Somma, welche mit den hier beschriebenen recht auffallende Ähnlichkeit haben, sind in letzter Zeit von H. J. JOHNSTON-LAWIS und J. W. GREGORY beschrieben.¹ Es ist bemerkenswerth, dass trotz der äusseren Ähnlichkeit (Vergl. z. B. oben stehende Figur mit den Figuren Pl. XXXI, 2 und Pl. XXXII, 3 in der citierten Arbeit) in dem letzteren keine schriftgranitische Verwachsung zwischen Olivin und Kalkspath vorzukommen scheint. Nicht immer bringt diese Verwachsung der beiden Mineralien in den Kalksteinen auf Alnö eine solche pseudoorganische Struktur hervor. In anderen Dün-

Fig. 10.



Kalkspath schriftgranitisch mit Olivin verwachsen.
Autotypi nach der Natur. $\frac{1}{1}$.

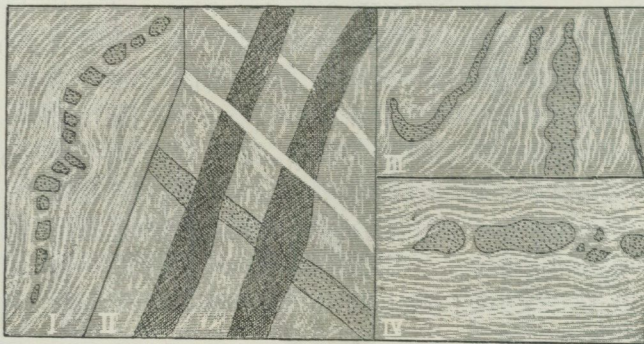
schliffen von Kalksteinen der oben erwähnten Inselchen ist der Olivin auf ganz ähnliche Weise in dem Kalkspath eingewachsen, wie der Quarz im Orthoklas bei den mikropegmatitischen oder grob granophyrischen Graniten, und in einem grossen Olivin aus dem von mir auf dem Långörsholmen gefundenen knopitführenden Blocke, welches weiter unten näher besprochen wird, ist der Kalkspath schriftähnlich in dem Olivin eingewachsen. Siehe Fig. 10.

In einem titanomagnetitführenden Dünnschliffe, wo Schriftstruktur zwischen Olivin und Kalkspath vorkommt, bildet auch der Titanomagnetit in dem Kalkspath verästelte und schrift-

¹ Scientif. Transact. Royal. Dubl. Society, Vol. V, 1894.

ähnliche Partien gerade so wie der Olivin; weil es aber sich nicht feststellen lässt, ob sie einheitliche Individuen sind, lässt es sich nicht mit Bestimmtheit behaupten, dass auch dieses Mineral mit Kalkspath eine solche Struktur annimmt. Nach der Formausbildung zu urtheilen, scheint es jedoch sehr annehmbar. Der Titanomagnetit kann nicht als sekundär und durch Umwandlung aus Olivin (der übrigens in demselben Dünnschliffe frisch ist) entstanden sein, sondern ist ganz sicher primär.

Fig. 11.



- I. Zerbrochener Gang von Nephelinsyenit in Kalkstein; 1:20 der natürl. Grösse.
- II. Gänge von Melilithbasalt (dunkel), Nephelinsyenit (punktiert) und Kalkgänge (weiss) in Kalkstein; 1:50 der natürl. Grösse.
- III. Gebogene und verdrückte Gänge von Nephelinsyenit, gerader Gang von Alnöit in Kalkstein; 1:50.
- IV. Reihenförmig angeordnete Syenitklumpen in Kalkstein.

Die Einschlüsse der Kalksteine sind strukturell und mineralogisch sehr verschiedenartig. Auch genetisch gehören sie wahrscheinlich zu verschiedenen Kategorien, indem sie theils als konkretionäre Bildungen, etwa wie die basischen Ausscheidungen der Magmagessteine, theils als mehr oder weniger veränderte Bruckstücke der umgebenden Gesteine und ihrer den Kalkstein durchsetzenden Gänge aufzufassen sein dürften. Bildungen letzterer Art findet man besonders häufig auf den aus Kalkstein bestehenden Uferfelsen des Långörsholmen und auf beiden Seiten von

Hörningsholm (Siehe Fig. 11). Das eigenthümliche Verhältniss, dass die schmalen Gänge von Nephelinsyenit im Kalkstein geborsten und in scharfeckige Bruckstücke zertheilt sind (Fig. 11, I), während die grösseren Gänge desselben Felsens zierlich gefaltet oder in perlschnurartig angeordneten Klumpen aufgelöst sind, ist sehr deutlich auf dem Långörsholmen zu sehen (Fig. 11, IV). In beiden Fällen schmiegt sich die Parallelstruktur des Kalksteins treu den Umrissen der Gänge oder Einschlüsse an. Hieraus ist vielleicht der Schluss zu ziehen, dass der Kalkstein hier zuerst spröde genug gewesen ist, um Spalten zu bilden, die von dem Nephelinsyenitmagma gefüllt wurden, später aber, als das Magma in den schmälern Spalten schon verfestigt, in den breiteren dagegen noch flüssig war, aufgeweicht und Pressungen ausgesetzt wurde, wobei die schmalen Gänge zerbrochen, die noch nicht verfestigten breiteren Gänge dagegen gefaltet oder in rundliche Klumpen zertheilt wurden. Mikroskopisch sind keine Druckstrukturen in diesen Gesteinen zu sehen. Wahrscheinlich sind viele der weiter unter erwähnten zonal-, fluidal- und radialstruieren Einschlüsse nur als aus derartigen Magmaklumpen im Kalkstein auskristallisierte Bildungen anzusehen. Diese Deutung passt jedoch nicht auf alle syenitische Kugelbildungen in den Kalksteinen. Manchmal findet man sie ganz vereinzelt in sonst recht reinen und syenitfreien Kalksteinen; oder sie kommen schaarenweise angehäuft, etwa wie die Kugeln der Kugelgranite vor. Weil sie im zweiten Falle oft in sehr lockeren oder sandartig zerfallenen Kalksteinen liegen, lassen sie sich leicht sammeln, wie z. B. bei Ås, bei Strömsta und in dem westlichen Theil von Hartung. Dieser verwitterte oder sandartig zerfallende Kalkstein wird an den genannten Orten für den Ackerbau benutzt, weshalb er oft angebrochen ist. Eine Probe von Ås enthielt ausser körnigem Kalkspath (etwa 50 %) reichlichen Biotit, Apatit (8 bis 10 %), Nephelin und dessen Umwandlungsprodukte (5 bis 10 %) neben etwas Titanit, Magnetit und Schwefelkies. Die Kugeln liegen in diesem lockeren Kalkstein fluidal angeordnet. Sie sind eier- bis faust- und sogar kopfgross, oft oval

und an den Enden wie von einem sehr glimmerreichen Schwefel umgeben, der auch in einigen Fällen eine Hülle oder periphere Zone ringsum die Kugeln bildet. Ähnliche Kugeln kommen auch in derselben Weise in den harten Kalksteinen von Ås (z. B. bei der Schule) vor. Ihrer mineralogischen Zusammensetzung nach sind diese Einschlüsse sehr wechselnd, und man findet so zu sagen Aequivalente der meisten Typen und Abarten des Nephelinsyenits. Gewöhnlich sind sie reich an Kalkspath und, wenn sie nicht allzu basisch sind, auch an Titanit. Schwefelkies ist vielleicht hier allgemeiner als in den mineralogisch entsprechenden Nephelinsyeniten. Auch finden sich Klumpen von Kopfgrösse oder darüber, welche überwiegend aus Titanomagnetit bestehen, wie am nördlichen Theil des Långörsholmen und des gegenüberliegenden Ufers von Alnö.

Einmal habe ich einen rundlichen Einschluss von der Grösse einer Walnuss in einem sonst recht reinen Kalkstein gefunden, welcher aus einem einzigen Biotitindivid bestand. In der Mitte dieser Kugel waren kleine Kalkspathkörner angehäuft.

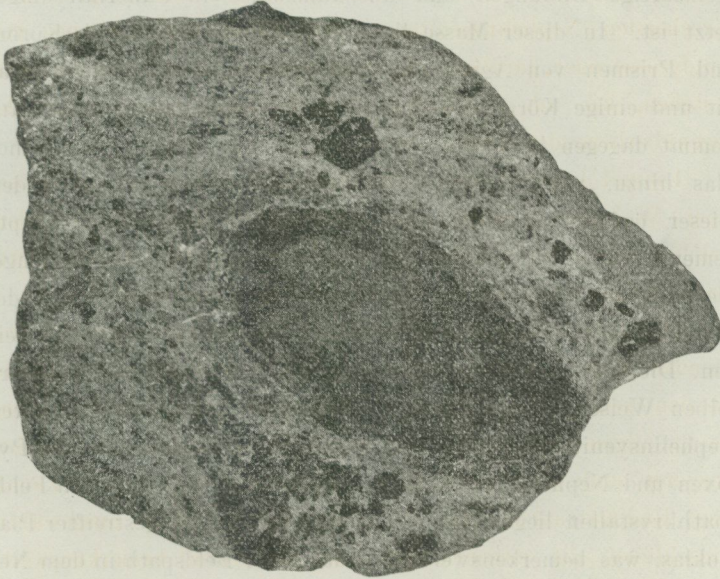
Die mineralogisch den normalen Nephelinsyeniten entsprechenden Kugelbildungen dürften die am gewöhnlichsten vorkommenden sein. Wenn reich an Kalkspath (und Titanit), haben sie im allgemeinen eine allotriomorphe Struktur als der Nephelinsyenit und sind gewöhnlich gleichmässig körnig ohne Zonal- oder Radialstruktur. Im folgenden werden einige ausgewählte Einschlüsse, die mineralogisch oder strukturell bemerkenswerth sind, etwas näher beschrieben.

1. (Fig. 12). Einschluss in deutlich körnigem Kalkstein, der reichlich braunen Biotit in grossen, oft gebogenen Tafeln, etwas hellgrünen Diopsid,¹ viel Apatit und Körner von Magnetit enthält. Keines der Mineralien des Kalksteins zeigt deutlich idiomorphe Struktur; sie greifen oft mit lappigen Umrissen in einander ein. Der Pyroxen ist sehr reich an Apatitkörnern, und der Apatit enthält grosse rundliche Einschlüsse, die aus

¹ Auch wurde ein grosses hellbraunviolette Pyroxenindivid bemerkt, welches mit einer Umrandung von grünlichem Pyroxen versehen war.

Kalkspath bestehen. Das Gestein hat eine grobe Parallelstruktur in derselben Richtung wie die Längsaxe des Einschlusses. Dieser ist gegen den umgebenden Kalkstein nicht scharf begrenzt, indem dieser an der Grenze (z. B. links oben, Fig.) Nephelin und Hornblende neben grösserer Mengen der normal im Kalkstein vorkommenden Mineralien enthält. Der graue Kern des Einschlusses (auf der Figur etwas heller hervortretend) liegt excentrisch und ist von einer braunrothem (auf der Figur dun-

Fig 12.



Einschluss im Kalkstein von Äs.
Autotypie nach der Natur. Natürliche Grösse.

kel) Masse unregelmässig umschlossen. Diese wird ihrerseits von einer 1 bis 2 mm mächtigen (auf der Figur nicht deutlich hervortretenden) Hülle umgeben. Unter dem Mikroskope findet man, dass diese Hülle auswendig aus braunem Biotit und primärer Hornblende besteht. Die Hornblende ist stark pleochroisch (zwischen bräunlich-gelb und fast dunkel) mit deutlichen Spaltrissen, und umschliesst Biotit, Apatit und Pyroxen. Sie

wurde auch als orientierte Umrandung des letzteren beobachtet. Der innere Theil dieser Hülle besteht hauptsächlich aus grünem Pyroxen, der jedoch keine kontinuierliche Zone bildet, indem die vorigen Mineralien ihn zum Theil vertreten. Diese äussere Hülle ist weder von dem umgebenden Kalkstein noch von dem inneren Theil des Einschlusses durch scharfe Grenzen markiert, obgleich sie makroskopisch durch ihre dunkle Farbe gegen den weissen Kalkstein und den röthlichen Theil des Einschlusses hervortritt. Dieser Theil besteht vorwiegend aus Nephelin, welcher in spreusteinsartige Bildungen und ausnahmsweise in Cancrinit umgesetzt ist. In dieser Masse liegen reichlich oder spärlich Körner und Prismen von Ägirinaugit, etwas Magnetkies, Apatit, Titanit und einige Körner, die wahrscheinlich Epidot sind; Kalkspath kommt dagegen kaum hier vor. Im Inneren kommt noch Orthoklas hinzu, wodurch ein Uebergang zu dem Kern stattfindet. Dieser besitzt ein echt syenitisches Aussehen, und der Hauptgemengtheil ist leistenförmiger Orthoklas als Karlsbaderzwillinge, die eine fluidale, mit der Längsaxe des Einschlusses und der Parallelstruktur des Kalksteins übereinstimmende Anordnung zeigen. Dieser Orthoklas enthält zahlreiche Pyroxennädelchen, in derselben Weise wie gewöhnlich in dem ähnlich zusammengesetzten Nephelinsyenit. Die übrigen Mineralien dieses Kerns sind Pyroxen und Nephelin, welche wie eingeklemmt zwischen den Feldspathkrystallen liegen, und recht reichlich ein feingestreifter Plagioklas, was bemerkenswerth ist, da dieser Feldspath in dem Nephelinsyenitgebiete auf Alnö überhaupt eine Seltenheit ist.

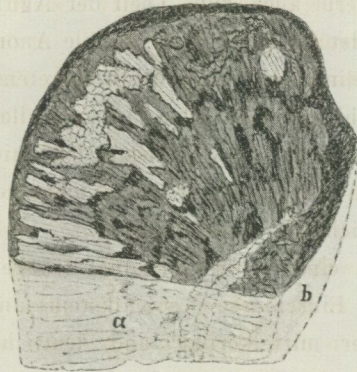
2. Ich besitze einen anderen Einschluss aus der Gegend von Ås, dessen Durchschnitt schon makroskopisch sehr deutlich eine fluidale Anordnung der Feldspathleistchen zeigt. Der umgebende recht grobkrySTALLINISCHE Kalkstein enthält eingestreute Feldspathkörner, die eine schöne mikroperthitische Struktur haben und mit zerfressenen Umrissen an den Kalkspath grenzen. Ihre Grösse kann mehrere Millimeter erreichen. Ferner kommen im Kalkstein kleine Biotitschuppen, hellgrüner Pyroxen, Apatit, Titanit und Schwefelkies vor, alle ziemlich spärlich, so dass das Ge-

stein im ganzen recht rein erscheint. Der eigrosse und ellipsoide Einschluss hat seine Längsaxe in derselben Richtung wie die Parallelstruktur des umgebenden Kalksteins. Er ist von diesem nicht durch einen völlig scharfen Umriss abgegrenzt, sondern es findet ein jäher Uebergang zwischen dem Kalkstein und dem Einschluss statt. Von dieser höchstens einige Millimeter breiten Zone abgesehen, ist der Einschluss von Kalkspath frei. Er hat durch die fluidale Anordnung der Gemengtheile eine gut entwickelte trachytoidale Struktur. Nicht nur der leistenförmige Orthoklasmikroperthit, der das vorwaltende Mineral ist und denselben Habitus wie der Feldspath des umgebenden Kalksteins trägt, sondern auch zum Theil der Ägirinaugit, welcher recht gut ausgebildet ist, zeigt diese fluidale Anordnung der Individuen. Der Nephelin ist quantitativ zurücktretend und stark umgewandelt. Es fehlt ihm durchaus an krystallographischer Begrenzung. Biotit, Titanit, Schwefelkies und Apatit sind sehr spärlich vorhanden und ihr Auftreten zeigt nichts von dem der Nephelinsyenite abweichendes.

3. Zwei mit einander durch eine Brücke perlschnurartig verbundene ovale Einschlüsse des Kalksteins an dem Ufer östlich von Äs. Der mittelkörnige und deutlich fluidalstruierte Kalkstein führt grünen Pyroxen, oft mit etwas rothbraunem Biotit verwachsen und von Apatitprismen und Kalkspathkörnern reichlich durchspickt; ferner Titanit, Titanomagnetit und Schwefelkies, die auch Kalkspath umschliessen. Der Apatit ist, wenn von Kalkspath umgeben, von rundlichen Umrissen; in den übrigen Mineralien eingeschlossen zeigt er prismatische Begrenzung. Nephelin ist spärlich, vorzugsweise in der unmittelbaren Nähe der Einschlüsse vorhanden; er bildet unregelmässige Körner oder Partien, welche von Apatit durchlöchert sind. Feldspath wurde nicht gefunden. Die fremden Mineralien dürften etwa 20 bis 30 % des Gesteins betragen. Um die Einschlüsse sind sie gleichsam konzentriert worden, ohne doch einen wirklichen Uebergang zu diesen zu vermitteln. Die Einschlüsse und ihre Verbindungsbrücke haben eine echt nephelinsyenitische Zusammensetzung und Struk-

tur. Sie enthalten überwiegend Orthoklas und Nephelin, mit idiomorpher Begrenzung des ersten an diesem, etwas Ägirinaugit, Titanit, Titanomagnetit, Biotit und Apatit, wie auch vereinzelt Kalkspatkörner. Der Orthoklas enthält grüne Mikrolithen und in den mehr porphyrisch ausgebildeten Individuen idiomorphe Nepheline. Unter dem Mikroskope bemerkt man, besonders in dem Uebergang von Einschluss zu Brücke, eine nicht sehr deutliche Fluidalstruktur, durch die Anordnung der leistenförmigen Orthoklaszwillinge hervorgebracht. Die Längsaxe der Einschlüsse und ihre

Fig. 13.



Querschnitt eines länglichen Einschlusses.
 $\frac{2}{3}$ der natürl. Grösse.

Brücke liegen in derselben Richtung wie diese Fluidalstruktur und wie die Parallelstruktur des umgebenden Kalksteins, gegen welchen die Einschlüsse, wegen der Umkränzung der accessorischen Mineralien desselben, wie schon bemerkt, nicht ganz scharf abgegrenzt sind. Diese Einschlüsse sind, wie die schon beschriebenen, wenn man von den eben erwähnten umrandenden Mineralien absieht, etwas feinkörniger als der sie umgebende Kalkstein.

4. Einschluss mit Radialstruktur (Fig. 13). Dieser Einschluss kam in einem glimmerreichen Kalkstein bei Stafsätt vor. Die Figur stellt einen Querschnitt dar; auf der Fläche a ist die

Struktur des Längsschnittes skizziert; b ist die natürliche Oberfläche. Die Form des Einschlusses ist etwa mit der eines Wurstes zu vergleichen, und die Länge desselben ist 4 bis 5 mal grösser als der Querschnitt. Von einer etwas excentrisch gelegenen Axe oder Fläche (rechts von a) aus sind die Mineralien radial gruppiert, und daneben sieht man eine grob concentrische Struktur. Letztere wird hauptsächlich durch eine peripherische Umrandung einer feinkörnigen glimmerreichen Zone (dunkel auf der Figur) und, im inneren, durch die Vertheilung des Nephelins (hell, gekörnelt), des porphyrisch ausgebildeten, radial gestellten Kryptoperthits (hell, gestreift) und des Ägirins (schwarz), welcher in grösseren Individuen überwiegend in zwei mehr centralen Zonen angehäuft ist, hervorgebracht. Auch die etwas feinkörnigere Masse des Einschlusses zeigt zonal wechselnde Zusammensetzung. Ausser den schon erwähnten Mineralien enthält der Einschluss Kalkspath, besonders in den centralen Partien, Biotit, welcher oft reichlich als kleine gleich orientierte Schüppchen in einem grünlichen chloritischen Zersetzungsprodukt vorkommt, und in kleiner Menge Schwefelkies und Titanit. Ueber die Ausbildung der Mineralien ist zu bemerken, dass der porphyrische Kryptoperthit Ägirinprismen und Nephelin umschliesst, aber dass letzterer auch allotriomorph zwischen den übrigen Gemengtheilen vorkommt. Die Perthite sind oft von reinem Plagioklas in unregelmässiger Weise umrandet, und in den centralen Partien des Einschlusses wird dieser ausnahmsweise als selbstständige Krystalle gesehen.

Die hier beschriebenen Einschlüsse liefern durch ihre Eigenschaften und durch die Art ihres Vorkommen gute Beweise für die Ansicht, dass diese Kalksteine wenigstens theilweise sich in einem echt magmatischen Zustand befunden haben, während welches die Einschlüsse sich als konkretionäre Ausscheidungen oder durch Umschmelzung und Umkrystallisieren eingeschlossener Syenitpartien bildeten.

Zu derselben Anschauung wird man auch durch das Betrachten der *Kontakte* zwischen dem Nephelinsyenit und dem Kalk-

stein geführt. Ausser den schon S. 217 u. f. erwähnten Beispielen von Kontakten, welche wohl nicht den früher magmatischen Zustand des Kalksteins zu Boräng ganz zweifellos machen, sind besonders in der Gegend um Äs, viele Kontaktverhältnisse von mehr überzeugender Beschaffenheit zu sehen. In den Kalkbrüchen an dem Ufer zu Äs kommen Uebergänge zwischen echtem normalen Nephelinsyenit und mineralreichem Kalkstein sehr schön vor. Ich habe von diesem Lokal ein Schaustück, dessen eines Ende solcher Syenit ist, welcher nach dem anderen Ende allmählich und ohne markierte Grenze in körnigen Kalkstein übergeht, der reichlich Nephelin als centimetergrosse, gut idiomorphe Krystalle von der Kombination (110) (111) (001), ferner Titanit, Pyroxen und Apatit enthält. In derselben Gegend und besonders in vielen Blöcken an dem Ufer südlich von diesen Brüchen geschieht der Übergang dadurch, dass der noch unzweifelhafte Nephelinsyenit in der Nähe des Kalksteins Schlieren mit viel Kalkspath aufnimmt, in welchen die Syenitminerale oft so zurücktreten, dass sie frei in den körnigen Kalkspathschlieren umherliegen oder mit dem herrschenden Kalkspath pegmatitisch verwachsen sind. Diese Grenzverhältnisse sind ihrem Aussehen nach dadurch entstanden, dass der Kalkstein und der Nephelinsyenit in flüssigem Zustand durch Bewegungen schlierenartig gemengt wurden. Es ist auch schon oben bemerkt, dass in Fällen, wo die Kontakte scharfer sind, die manchmal schlierenartige Parallelstruktur des Kalksteins durch derartige Bewegungen entstanden sein muss.

Nicht immer sind indessen die Struktur und die mineralogischen Eigenschaften des Kalksteins der Art, dass auf einen früheren magmatischen Zustand desselben zu schliessen ist. In vielen hauptsächlich auf Långörsholmen und den naheliegenden Inselchen vorkommenden Blöcken können ebenso gut Probestücken eines nur auf gewöhnliche Weise intensiv metamorphosierten Kalksteins vorliegen. Es sind die seltenen Mineralien, wie Pyrochlor, Knopit und Manganophyll fast ausschliesslich auf diesen Blöcken beschränkt, weshalb einige Bemerkungen darüber von

Interesse sein dürften, obgleich ihre geognostische Erscheinungsweise nicht beobachtet werden konnte, indem ihre Kluftort auf dem Meeresgrunde liegt.¹ Die Mineralgesellschaft in den pyrochlorführenden Kalkblöcken, welche nur in geringer Zahl auf den Inselchen NW von Långörsholmen gefunden wurden, ist nach der ungefährlichen relativen Menge der eingehenden Mineralien: Apatit, Olivin, Pyrochlor, Titanomagnetit, Manganophyll, Knopit (Typus II, HOLMQVIST) und Zirkon. Sie kommen in einem lockeren Kalkstein vor und dürften zusammen ungefähr 50 bis 60 % der Gesteinsmasse beziehen. In einem doch etwas abweichenden Kalksteinsblock kam der Pyrochlor neben grünlichen Glimmer, Titanomagnetit und Olivin auch auf andere Weise vor, indem er zu einer etwa 2 dm breiten Ader von grobpathigen Calcit gebunden war. Die Salzbänder dieser Ader waren durch mehrere Centimeter grosse, oft concentrisch radialstruierten Serpentinrollen scharf markiert. In einigen dieser Pseudomorphosen war noch die Krystallform des Olivins erkennbar. Auf einem dieser Inselchen (wo eine kleine Hütte steht) liegen grosse Blöcke, welche reichlich Knopit (Typus II) führen. Durch den zonenweise wechselnden Gehalt an Knopit und die ebenfalls ungleichmässige Vertheilung der übrigen accessorischen Mineralien, Apatit, Olivin, grünlichem Biotit und Titanomagnetit, entsteht eine recht gut ausgeprägte Parallelstruktur in dem ziemlich grobkörnigen Kalkstein, welche Struktur auch durch die zonenweise wechselnde Korngrösse desselben verstärkt wird.

Der krystallographisch interessante Typus I (HOLMQVIST) des Knopits wurde nur in einem Blocke auf Långörsholmen gefunden. Der Kalkspath tritt in diesem Blocke eigentlich nur als eine grobkörnige und sehr lockere Zwischenmasse eines aus grünlichen eiergrossen Knollen (aus Serpentin, Epidot und anderen sekundären Mineralien), walnussgrossen Olivin- und Granatklumpen, Titanomagnetit, Apatit und etwas grünlichem Glimmer bestehenden Mineralgemisches hervor. Die idiomorph ausgebildeten Knopite sitzen in diesem Kalkspath, der ausserdem verein-

¹ Vergl. HOLMQVIST: Pyrochlor G. F. F. Bd 15 und Knopit ebenda Bd 16.

zette gut ausgebildete Melanite von der Kombination (100) (211) enthält. In diesem Blocke wurde auch die in der Fig. 10 abgebildete schriftgranitische Verwachsung zwischen Olivin und Kalkspath beobachtet.

Die Mineralassociationen und die übrigen Eigenschaften der hier beschriebenen Blöcke unterscheiden dieselben von der Mehrzahl der Kalksteine auf Alnö, und man kann sie mit gutem Fuge als pneumatolytisch kontaktverändert betrachten, eine Deutung welche, wie schon hervorgehoben, nicht auf die Hauptmasse der Alnöer Kalksteine verwendbar ist.

4. Die Ganggesteine.

Ueber die Ganggesteine kann ich mich kurz fassen. Hoffentlich werde ich bei anderer Gelegenheit, nach dem ich die Beobachtungen im Felde habe revidieren können, und nachdem die chemischen Charakteren näher untersucht worden sind, einige Bemerkungen über die Beziehungen der Ganggesteine zu einander und zu den Massengesteinen mittheilen können. Die in der jüngst erschienenen Arbeit von BRÖGGER über Grorudit-Tingvaitgänge entwickelten Ideen haben mich auch bewogen theils einige für diese Publikation bestimmten theoretischen Auseinandersetzungen anzuschliessen, theils auch einige von mir früher nicht besonders beachteten Fragen über die Spaltungsvorgänge, welche durch BRÖGGER behandelt wurden, künftig von diesen neuen und anderen Gesichtspunkten aus zu discutieren. Es haben freilich die Ganggesteine auf Alnö nicht mit den von BRÖGGER beschriebenen viel gemein, aber die Tragweite seiner Untersuchungen geht weit über die von ihm behandelte Gesteinsserie, indem Probleme aufgestellt werden, welche die ganze petrographische Systematik der Magmagesteine berühren. In der folgenden als vorläufig anzusehenden Beschreibung, welche nur in groben Zügen die petrographischen Eigenschaften der hiesigen Ganggesteine behandelt, habe ich diese in einige wenige Hauptgruppen zusammengeführt ohne auf scharfe Definitionen derselben einzugehen, wo-

zu die bisher ausgeführten Untersuchungen auch nicht hinreichend sind.

Alnöite und andere Melilithbasalte. Der von TÖRNEBOHM¹ und neuerdings auch von FR. BERWERTH² beschriebene Alnöit auf Alnö unterscheidet sich schon makroskopisch auf sehr auffallende Weise von den eigentlichen Melilithbasalten, besonders durch die oft mehrere Centimeter grossen Glimmertafeln (Biotit und Anomit),³ welche mit Titanomagnetit, Pyroxen, Olivin und Apatit die Einsprenglinge in der wesentlich aus Glimmer, Melilith und Kalkspath bestehenden schwarzgrauen Grundmasse bilden. Zu den primären konstituierenden Mineralien dieses Gesteins sind noch Perowskit, Chromit, Magnetkies und Granat zu rechnen. Letzterer ist doch wahrscheinlich zum Theil sekundär in welchem Falle er sich gelbdurchsichtig u. d. M. zeigt. In einem Präparate war der primäre Melanit von diesem gelblichen Granat umrandet. Dieser Alnöit ist auf Alnö ein sehr allgemein zu sehendes Ganggestein, welches den Nephelinsyenit, die Kalksteine und den Gneiss als höchstens einige bis 10 m mächtige Gänge durchsetzt.⁴ Auf dem Festlande, besonders in der Gegend um Söråker wurde das Gestein ebenfalls gefunden. Die Nebengesteine sind von ihm nicht oder nur kaum merkbar kontaktverändert. Dagegen sind die oft im Gestein massenhaft vorkommenden Bruckstücke, welche ihm ein breccienartiges Aussehen verleihen können, in der Art umgewandelt, dass ihre ursprüngliche Natur oft nicht zu erkennen ist. Man findet darunter doch häufig noch erkennbare Fragmente von Gneiss und Partien, welche entweder Bruckstücke von Nephelinsyenit und seiner basischen Abarten sind oder als intratellurische Ausscheidungen aufgefasst werden können. Zu den letzteren rechne ich auch die korro-

¹ G. F. F. Bd VI, S. 240.

² Annalen des K. K. Naturhist. Hofmuseums Bd VIII, S. 440.

³ EICHSTÄDT. G. F. F. Bd VII, S. 194.

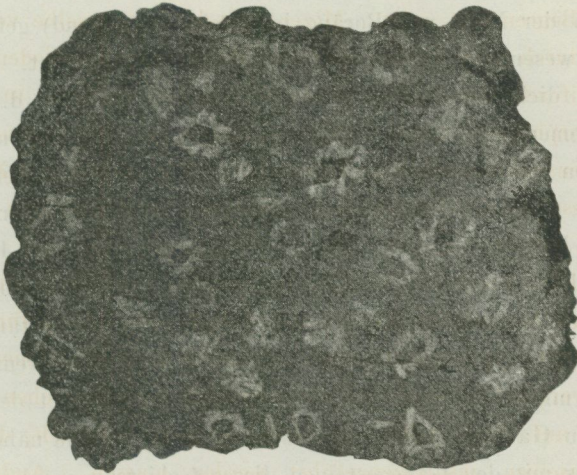
⁴ Die Angabe BERWERTHS, dass die Mächtigkeit 30 m erreicht, ist unrichtig und wohl als ein Druckfehler anzusehen. Weil die Gänge oft ein sehr flaches Fallen haben, wird ihre scheinbare Breite auf horizontalen Flächen viel grösser als die wirkliche.

dierten, bis decimetergrossen Hornblendekristallen, welche hin und wieder in dem Gestein gefunden werden, und durch ihre schön glänzenden pechschwarzen Spaltflächen die Aufmerksamkeit auf sich richten. Ausser den schon von TÖRNEBOHM erwähnten Alnöitgängen bei Kåtan und Stornäset ist noch ein ungefähr 500 m WNW von Stornäset, nördlich von der Strasse und einige Schritte südöstlich von dem dortigen Bauerhofs gelegener Gang zu erwähnen, welcher dadurch interessant ist, dass die Gangmitte eine abweichende Zusammensetzung zeigt, wodurch ein sogenannter »gemischter Gang« entsteht. Der ungefähr 4 m breite 35° nach N fallende Gang ist übrigens normaler Alnöit, die Mitte wird aber zu einer Breite von 0.7 m durch ein hellgraues Gestein eingenommen, das gegen den Alnöit recht scharfe Begrenzung zeigt. Mineralogisch ist dasselbe von dem Alnöit durch das Fehlen dunkler Mineralien verschieden. Die durchgreifende Zersetzung, wodurch das Gestein ganz in Calcit pseudomorphosiert wurde, macht es unmöglich die ursprüngliche Zusammensetzung näher zu erforschen, es ist aber kaum Zweifel, dass dasselbe zu den unten beschriebenen intermediären Ganggesteinen gehört.

Obleich nicht mit dem Alnöit, welcher von TÖRNEBOHM und BERWERTH beschrieben wurde, und welcher freilich ein für dieses Gebiet sehr typisches Gestein ist, durch Zwischenformen vollständig verbunden, sind doch die meisten übrigen basischen Ganggesteine auf Alnö mit dem Alnöit so nahe verwandt, dass sie mit demselben zusammengeführt werden müssen. Andererseits sind sie zum Theil, besonders makroskopisch den echten Melilithbasalten so ähnlich, dass sie gut als solche betrachtet werden können. In der dichten oder feinkörnigen Grundmasse welche überwiegend aus Melilith, Glimmer und Augit neben mehr oder weniger Calcit besteht und durch die Anordnung der Glimmer- und Melilith tafeln häufig schöne Fluidalstruktur zeigt, liegen kleine schwarze Körner von Olivin reichlich oder spärlich eingestreut. Dagegen fehlen unter den Einsprenglingen die für die Alnöite so charakteristischen grossen Glimmertafeln. Diese Ganggesteine sind

gar nicht selten; man findet mehrere auf Långörsholmen und ich habe sie auch auf Alnön und Granön und zu Norrvik sowohl anstehend als in losen Gesteinen genommen. Handstücke davon sind auch durch die Geologische Landesanstalt von Hässjö und Skön heimgeführt. Die Mächtigkeit dieser Gänge ist gewöhnlich zwischen 0.3 und 2 m. Einschlüsse und Gesteinsbruckstücke, die so allgemein in dem Alnöit zu sehen sind, scheinen in diesen nicht vorzukommen. Ein interessanter Block eines diesen nahestehenden Gesteins habe ich in dem Garten des Gutes Söråker genommen. Die in der feinkörnigen Grundmasse zerstreuten Olivinkörner sind in diesem Gestein, wie die Fig. 14 zeigt, mit

Fig. 14.



Melilithbasalt mit Melilithkränzen um die Olivinkörner.
Autotypie nach der Natur. Natürl. Grösse.

Melilith tafeln umkrant. Es kommt also hier der Melilith porphyrisch vor, was so fern ich finden könnte nur selten in Melilithgesteinen beobachtet worden ist. Weil es kaum denkbar ist, dass die Melilith tafeln, welche sich nur um die, gewöhnlich runden, Olivinkörnern angelegt haben, diese Lage während der Eruption behaupten könnten, muss man sich über die Bildung dieser Kränze entweder die Vorstellung machen, dass die schon

intratellurisch ausgeschiedenen Melilithe auf irgend welche Weise nach der Eruption sich um die Olivine gruppierten, oder dass die porphyrischen Melilithe nicht intratellurisch auskrystallisiert sind. Weil ich in vielen anderen Ganggesteinen, sowohl hier wie in dem Rödögebiete, Gründe gefunden habe für die Auffassung mancher porphyrischer Gemengtheile als erst nach der Eruption ausgeschieden, scheint mir die letztere Deutung auch bezüglich dieses Gesteins wahrscheinlicher. Auf die an der für die Petrographie wichtigen Frage über die genetische Bedeutung der Porphyrstruktur sich anknüpfenden Betrachtungen werde ich nicht hier eingehen; ich beabsichtige diese Frage bei anderer Gelegenheit etwas eingehender behandeln.

Unter den basischen Ganggesteinen habe ich nur ein einziges (in der Nähe von Boräng in Gneiss aufsetzend) gefunden, welches wesentlich von den schon erwähnten abweicht. Es ist dies ein dichtes, schwarzes Gestein, welches sich u. d. M. in einem Gemenge von basischen Plagioklasleistchen und einem gelbgrünlichen Umwandlungsprodukt auflöst. Letzterer bildet Körner und Stengel welche einen sehr schwachen Pleochroismus zeigen. Er dürfte in etwa gleicher Menge wie der Plagioklas vorkommen und ist aus Pyroxen, welcher ausnahmsweise noch erkennbar ist, hervorgegangen. Ausser diesen Bestandtheilen enthält das Gestein nur Magnetit in zierlichen kreuz- und skelettförmigen Aggregationen. Dieses Gestein ist mit den diabasartigen Ganggesteinen auf Rödön und in Ragunda näher verwandt als mit den Ganggesteinen dieses Gebietes.

Nephelinsyenitporphyre, Tinguaitite und Nephelinite. Ebenso wie die Alnöite in Auftreten und Eigenschaften kaum wesentliche Abweichungen von den Melilithbasalten zeigen, so lassen sich hier nicht die Tinguaitite von den Nephelinsyenitporphyren oder manchen Phonolithen leicht unterscheiden. Durch Zwischenformen sind sie mit Nepheliniten verbunden. In der jetzigen Verwirrung bezüglich der Nomenklatur hieher gehörigen Gesteine, und da ich noch nicht zu einer bestimmten Auffassung gekommen bin, werde ich mich dazu beschränken, einige repräsentative

Vorkommen zu erwähnen ohne die Namen bei dieser Gelegenheit fixieren zu wollen. Es sind im ganzen sieben oder acht Vorkommen dieser Gesteine, worunter zwei nur als lose Gesteine, bekannt, welche einigermaßen frisch sind. Eine Menge von Gängen, die durch tiefgreifende Zersetzung in ein Gewebe von Kalkspath, Zeolithen und anderen, nicht individualisierten Neubildungen übergeführt sind, dürften auch hieher geführt werden so dass diese Glieder unter den Ganggesteinen auf Alnö nicht als selten anzusehen sind. Die Breite dieser Gänge ist gewöhnlich nur einige Centimeter bis einige Decimeter; sie durchsetzen sowohl die Massengesteine und Kalksteine des Gebietes als den Gneiss. Unter den einigermaßen gut konservierten Gesteinen sind folgende Typen zu bemerken.

1. Makroskopisch fast dichte graugrün und rothbraun flammige Gesteine mit sehr spärlichen Einsprenglingen oder ohne merkbare solche; »gangförmige Partien« in Gneiss bei Järfvik und im Kalksteine bei Stolpås. U. d. M. zeigt das Gestein schöne Fluidalstruktur durch die Anordnung der kleinen Orthoklasleistchen, welche mit umgewandeltem Nephelin die Hauptgemengtheile des Gesteins sind. Daneben ist dasselbe von winzigen Pyroxennädelchen durchspickt, welche obgleich reichlich vorhanden, doch gegenüber Nephelin und Feldspath sehr zurücktreten. Als Einsprenglinge wurden nur vereinzelte, scharf ausgebildete und recht grosse Nephelinkristalle beobachtet. Die rothbraune Farbe des Gesteins wird von ungleichmässig vertheiltes Eisenoxydpigment hervorgebracht.

2. Makroskopisch röthlich graues, porphyrisch ausgebildetes Gestein mit kryptokrystallinischer Grundmasse; Gang in Gneiss an dem Syenitkontakt zwischen Nacka und Hörningsholm auf die Nordseite des Baches. U. d. M. sieht man bis millimetergrosse Einsprenglinge von scharf ausgebildeten Nephelinkristallen, ebensolche spärliche Melanite, vereinzelte langprismatische grüne Pyroxene und einmal einen Titanitzwilling. Die Grundmasse besteht überwiegend aus kleinen Körnern und Krystallen von Nephelin, wozu mehr untergeordnet Orthoklas und Pyroxennädelchen sich

gesellen. Apatit, Flusspath und Schwefelkies wurden auch beobachtet.

3. Gestein aus einem Blocke an dem Ufer südöstlich von Ås. In der dichten Grundmasse dieses nur 3 cm breiten Gangs liegen als Einsprenglinge Nephelin, Orthoklas und Pyroxen. Die grünen Pyroxene zeigen konstant eine Umrandung durch Ägirin. In der durch Eisenoxyd pigmentierten Grundmasse sind noch nur die Pyroxennädelchen zu erkennen.

4. Block an dem Ufer südöstlich von Ås. Das hell ziegelrothe Gestein ähnelt makroskopisch sehr auffallend Varietäten des sogenannten Lieberitporphyrs von Predazzo. Es enthält spärlich mehrere Millimeter grosse Einsprenglinge von Orthoklas und reichlicher solche von muscovitwandeltem Nephelin in einer ganz zersetzten Grundmasse. Kein Pyroxenmineral ist zu sehen. Violetter Flusspath, Kalkspath und Zeolithe bilden schon makroskopisch merkbare Flecken, die das Gestein ein gesprenkeltes Aussehen verleihen.

5. Gang in dem östlichsten Theil des S. 127, Note, erwähnten Gneissfelsens, welches an das ebenda anstehende metamorphische Gestein grenzt. Der Kontakt mit dem Gneiss ist nur nach der einen Seite entblösst. Feinkörniges, röthlich graues Gestein mit Einsprenglingen von Nephelin, Ägirinaugit und Orthoklas (auch etwas Titanit) in einer von denselben Mineralien bestehenden Grundmasse. In den Orthoklaseinsprenglingen sind gut ausgebildete Nephelinkrystalle und Pyroxenprismen von denselben Dimensionen wie die Einsprenglinge dieser Mineralien eingewachsen. Ich will mich erinnern, dass ich in demselben Felsen auch einen Gang von dem Aussehen des unter 2 oben beschriebenen Gesteins gesehen habe.

6. *Nephelinit* zu Berge auf dem Festlande, unweit Vifsta, von TÖRNEBOHM beschrieben.¹ Es ist dies wie aus der Beschreibung T:s hervorgeht ein recht basisches Gestein mit viel (u. d. M. braunem) Augit. Ganz in der Nähe hat HJ. LUNDBOHM in einem anderen Gang von 0.7 m. Mächtigkeit ein Gestein ge-

¹ G. F. F. Bd VI. S. 547.

funden, welcher nur sehr spärlich Einsprenglinge führt, und überwiegend aus Nephelin mit einem Filz von grünen Pyroxen-
nadelchen besteht. Makroskopisch ist dieses Gestein ganz dicht und von dunkel graugrüner Farbe.

Intermediäre Ganggesteine. Die eben erwähnten nephelin-
(und orthoklas-)reichen und zugleich eisenarmen Ganggesteine bilden Endglieder nach der einen, die Alnöite nach der anderen Richtung. Zwischen diesen fallen andere Ganggesteine, welche eine geringere Differentiation des Magmas bezeichnen. Weil diese Gesteine bei der Rekognoscierung oft mit zersetzten Alnöiten verwechselt wurden, kann ich nicht etwas bestimmtes über ihre Häufigkeit sagen. Sie sind doch nicht selten, und in ihrem Vorkommen stimmen sie mit den schon beschriebenen überein. Makroskopisch unterscheiden sie sich von den Alnöiten durch das Fehlen der für diesen kennzeichnenden Einsprenglinge, doch oft mit Ausnahme des Biotits, der in vereinzelt Tafeln vorkommen kann, und ferner durch hellere, gewöhnlich rein graue Farben. Auf die verwitterte Oberfläche ist gern gelblicher Ocker ausgeschieden. Sie sind immer stark zersetzt, so dass unter den ursprünglichen Mineralien oft von den Hauptmengtheilen fast nur der Biotit zu erkennen ist; und das Gestein kann zu 60 bis 80 % aus Kalkspath bestehen. Oft ist doch die Zersetzung so fein vorgegangen, dass die vollständig in Kalkspath pseudomorphosirten Mineralien ihre Umrisse sehr scharf erhalten haben; und in einigen Fällen ist die Fluidalstruktur noch gut zu sehen; Erscheinungen die ebenfalls in den zersetzten Alnöiten beobachtet werden können. Flusspath und Schwefelkies sind in diesen zersetzten Gängen ziemlich konstant vorhanden.

Wenn man die ursprüngliche Zusammensetzung dieser intermediären Gesteine nach ihrer jetzigen Beschaffenheit beurtheilen wollte, so ist es anzunehmen, dass sie reichlichen Nephelin (und Melilith), Pyroxen und Biotit, in Verhältniss zu den Alnöiten spärliche Erzmineralien und auch nicht viel Apatit enthielten.

Weil eingeschlossene Fragmente von Feldspath nicht merkbar angegriffen sind, ist es zu vermuthen, dass der Feldspath,

wenn er diesen Gesteinen als konstituierender Gemengtheil zugehört hätte, nicht vollständig der Zersetzung heimgefallen wäre. Ebenfalls scheinen der Apatit und der Magnetit grossen Widerstand gegen die Zersetzung geleistet haben, in dem sie in übrigens ganz zersetzten Gesteinen erhalten wurden, weshalb ihre relativ kleine Menge in diesen als intermediär bezeichneten Gesteinen ein Kennzeichen gegenüber dem Alnöit giebt.

Was die Zersetzung dieser wie auch der übrigen Ganggesteine auf Alnö betrifft, scheint sie mir nicht durch Verwitterung sondern wesentlich durch vulkanische Nachwirkungen zu erklären sein. Diese Frage beabsichtige ich bei anderer Gelegenheit näher aufzunehmen.

In Anschluss an den hier erwähnten intermediären Ganggesteinen mag auch ein sehr sonderbares, makroskopisch ihnen ähnliches Gestein kurz besprochen werden, welches ich nur als einige grosse Blöcke im südöstlichen Theil des Gebietes gesehen habe. Ein solches Block von etwa zwei Meter Durchmesser liegt an der Südseite der kleinen Landspitze südlich von der Brücke zu Ås. In der rein grauen Grundmasse, die u. d. M. sich als wesentlich aus Kalkspatkörnern bestehend zeigt, liegen, neben vereinzeltem Biotittafeln und bis hasselnussgrossen, pechschwarzen stark glänzenden Magnetitkörnern, zahlreiche bis erbsengrosse rundliche Körner verschiedener Art, die durch ihre glatte Oberfläche das Aussehen eingeschlossener kleiner Rollsteine haben und durch Behandlung mit Säure leicht frei erhalten werden können. Mineralogisch sind sie sehr verschiedenartig; es kommen darunter vor: Gneiss- und Feldspathkörner, rundliche grüne Pyroxene, rundliche Nephelin- und Biotitindividuen, Apatitkörner, Titanite, die jedoch auch recht scharfeckig sein können, Magnetitklumpen und Schwefelkies. Die Mineralien sind alle völlig frisch und zeigen, wenn man von den als Korrosionserscheinungen zu deutenden, durchgehend gerundeten Umrissen wegsieht, ganz dasselbe Aussehen und dieselben Verwachsungen wie die entsprechenden Mineralien vieler körnigen Kalksteine in diesem Gebiete. Das Gestein hat doch ein von diesen so abwei-

chendes Aussehen und zeigt in anderen Eigenschaften (wie z. B. regelmässige Verklüftung), so auffallende Ähnlichkeit mit den Ganggesteinen, dass ich es möglich halte, es repräsentiere gewissermassen eine Gangfacies der massigen Kalksteine des Gebietes. Durch welches Agens die Abrundung der eingeschlossenen Mineralien und Gesteinsfragmente hervorgebracht wurde, ist jedoch nicht leicht einzusehen. Weil die Mineralien hier frisch sind, halte ich den Kalkspath, der wohl 60 % der Gesteinsmasse beträgt, für ursprünglich und nicht wie den Kalkspath der zersetzten Ganggesteine, von welchem er sich auch durch seine Struktur unterscheidbar ist, durch Umwandlungsprocesse einer aus Silikaten bestehenden Grundmasse entstanden.

Kalkgänge. In dem geologischen Theil dieser Arbeit habe ich eine Gruppe von gangartigen Gesteinen, die sich im allgemeinen leicht von den eigentlichen Ganggesteinen sowohl nach ihrem Auftreten als nach ihrem Aussehen unterscheiden lassen, als *Kalkgänge* bezeichnet. Das Gestein ist in diesen Gängen makroskopisch feinkörnig bis fast ganz dicht ohne merkbare Einsprenglinge, von grauer oder auch oft violettgrauer Farbe. Auf verwitterter Oberfläche zeigen sie gewöhnlich eine durch Verschiedenheiten in Widerstand gegen die Atmosphärien hervorgerufene fluidale oder schlierige Struktur. Sie bestehen zu 80 bis 90 % aus Kalkspath und enthalten einige Procent in Salzsäure lösliche Silikate. Der bei Behandlung mit Salzsäure zurückbleibende unlösliche Rückstand, welcher 3 bis 5 Procent betragen kann, hat eine wechselnde Zusammensetzung. Es kommen darunter vor: Pyroxennädelchen, kleine Hexaeder von Schwefelkies, Magnetitkörner; in einigen Proben sieht man ausserdem winzige Oktaeder von braungelber Farbe, wahrscheinlich Pyrochlor oder Pyrrhit und ein blauschwarzes, in Dünnschliffen mit ultramarinblauer Farbe durchsichtiges, doppeltbrechendes Mineral, welches noch nicht näher untersucht wurde. Die hier aufgerechneten unlöslichen Mineralien, mit Ausnahme des Schwefelkieses und Magnetits, sind so spärlich vorhanden, dass man in Dünnschliffen nur vereinzelte Individuen findet. Der vermuthete Pyro-

chlor und das unbekannte blaue Mineral habe ich nur in einem auf Långörsholmen genommenen Handstück einigermaßen reichlich gefunden. Ueber die Genesis dieser räthselhaften Gänge, die im allgemeinen sowohl makro- als mikroskopisch von übrigen Ganggesteinen leicht zu unterscheiden sind, habe ich vorläufig keine bestimmte Meinung. Die Art ihres Auftretens ist am besten auf dem nördlichen Theil von Långörsholmen zu sehen, wo sie sowohl im Kalkstein wie in den Syenitgesteinen vorkommen, andere Gänge durchqueren oder von solchen durchsetzt werden. (Vergl. Fig. 2 und 11).

Verzeichniss der in dem Nephelinsyenitgebiete vorkommenden, bis jetzt angetroffenen Mineralien.

Ogleich das Alnögebiet dem Mineralsucher nicht so viel wie man vielleicht erwarten könnte darzubieten hat, so hat dasselbe doch wegen der ungewöhnlichen Associationen und der Art des Vorkommens mancher Mineralien ein recht grosses Interesse auch in mineralogischer Hinsicht. Dass neue Mineralien hier noch zu entdecken sind, besonders bei einer sorgfältigen Durchmusterung der losen Blöcke im nördlichen Theil des Gebietes, halte ich für sehr wahrscheinlich. Einer Zusammenstellung der schon bekannten Mineralien des Gebietes gebe ich hier Platz, mit der Bemerkung, dass noch nicht alle einer gebührenden Untersuchung unterworfen worden sind.

Schwefelkies kommt in mehreren Gesteinen aber fast immer nur spärlich vor, besonders in den Kontaktbildungen, wie bei Stornäset und Norrvik, und in den Kalkgängen; wenn kristallisiert nur als winzige Hexaëder.

Magnetkies, Vorkommen ungefähr wie Schwefelkies; relativ reichlich in dem Nephelinsyenit (Typus III) zu Hartung.

Arsenikkies, nur als Seltenheit in flussspathreichem Kalkstein an dem Ufer zu Ås.

Titanomagnetit, wesentlicher Gemengtheil der basischen Gesteine, enthält in diesen beträchtliche Mengen von Magnesia; in

diesen Gesteinen auch ziemlich rein als grössere Ausscheidungen (Gruben um Ås, Stafsätt und Smedsgården), häufiger Gemengtheil der Kalksteine. In einem pyrochlorführenden Block wurde die Kombination (111) (313) beobachtet (HOLMQUIST); in einigen Fällen zeigte er sehr ausgeprägte oktaedrische Absonderung.

Chromit, wird von BERWERTH als im Alnöit vorkommend angegeben.

Eisenglanz, sekundär und als Pigment in verschiedenen Gesteinen.

Limonit, sekundär; besonders als Verwitterungskruste der Ganggesteine.

Quarz, ausser in den Grenzformen des Nephelinsyenits als sekundäre Bildung auf Spalten und in Breccien, z. B. in den Kalkbrüchen an dem Ufer zu Ås und am östlichen Ufer von Långörsholmen.

Schwerspath, grobkrySTALLINISCH als Adern in Kalkblöcken um Stolpås und als Bindemittel sekundärer Breccien, anstehend zwischen Närsta und Berge; auch nicht selten in Blöcken zwischen Närsta und Eriksdal.

Flusspath, dunkelvioletten Körner lokal in Kalksteinen und Grenzbildungen wie auch oft in den Ganggesteinen.

Kalkspath, ausser als Kalkstein und sekundär in den meisten Ganggesteinen primärer Gemengtheil des Nephelinsyenits; pegmatitisch und schriftgranitisch mit Feldspath, Ägirin, Olivin und Titanomagnetit(?) verwachsen.

Apatit, Gemengtheil der Eruptivgesteine und Kalksteine; oft sehr reichlich; überwiegend Fluorapatit.

Titanit, allgemein in den eisenarmen Eruptivgesteinen und als Gemengtheil vieler Kalksteine, besonders bei Boräng und Ås.

Zirkon, in Drusenräumen des Nephelinsyenits zu Ås und in pyrochlorführendem Kalkstein.

Pyrochlor, wurde in einigen Kalkblöcken auf den Inselchen um Långörsholmen gefunden; wahrscheinlich sind auch die win-

zigen gelben Oktaederchen der Kalkgänge Pyrochlor (oder Pyrrhit).

Knopit, neues Mineral, kommt in zwei Typen vor; der erste, Kombination (111)(100), wurde nur in einem einzigen Blocke als gut ausgebildete Krystalle gefunden (durch seine mimetische Struktur interessant); der zweite bildet kleine Hexaeder und ist in den Blöcken auf einem der Inselchen um Långörsholmen nicht selten; er ist auch zu Norrvik einmal gefunden.

Perowskit, mikroskopischer Gemengtheil der basischen Ganggesteine.

Granat, als Melanit in vielen Varietäten des Nephelinsyenits besonders reichlich im Typus III und in Kalkstein zu Stolpås, auch in dem Knopit führenden Blocke von Långörsholmen und als Seltenheit in Alnöit; mit Biotit in gangförmigen Partien auf den Inselchen um Långörsholmen; als gelblicher Granat in dem Alnöit (wahrscheinlich zum Theil sekundär), und einmal (in Dünnschliffen farblos) in kontaktverändertem Gneiss beobachtet.

Olivin, Gemengtheil der ultrabasischen Gesteinstypen und in vielen Kalksteinen; in diesen oft (Långörsholmen, die Inselchen westlich von Hörningsholm) sehr schön mit Kalkspath schriftgranitisch verwachsen.

Serpentin und verwandte Zersetzungsprodukte des Olivins.

Hornblende, verschiedene Varietäten in dem Alnöit, in Syeniteinschlüssen der Kalksteine und in den Grenzbildungen des Nephelinsyenits.

Pyroxene, Ägirin, Ägirinaugite, titanhaltige Augite; Gemengtheile der Eruptivgesteine und in den Kalksteinen.

Chlorit, Zersetzungsprodukt in basischen Gesteinen, besonders den gangförmigen.

Epidot (und *Zoisit*), Neubildungen in Ganggesteinen und in dem knopitführenden Blocke von Långörsholmen.

Praseolith, Kontaktbildung in Gneiss; Stornäset, Norrvik und westlich von Hörningsholm.

Muscovit, (ausser in dem Gneiss) gewöhnliches Zersetzungsprodukt des Nephelins.

Biotit (und *Anomit*), häufig in den Eruptivgesteinen, besonders in dem Alnöit und in den Kalksteinen.

Manganophyll, reichlich in einem pyrochlorführenden Kalkblocke; kommt auch als rosafarbige, feinschuppige Aggregate in Kalkstein auf Långörsholmen (nördliche Spitze der Insel) vor, wo er mit Biotit in der Art verwachsen ist, dass jedes Schüppchen aus einem Kern von grünlich braunem, optisch normalen Glimmer mit Umrandung von Manganophyll besteht. In 45° Stellung bei gekreuztem Nicols zeigen die beiden Mineralien gleiche Absorption und Farbe, so dass die Schüppchen dann ganz einheitlich aussehen.

Feldspathe; Orthoklas, der konstituierende Feldspath im normalen Nephelinsyenit und äquivalenten Ganggesteinen, auch allgemein in den Kalksteinen und deren Einschlüssen vorkommend; bariumhaltig. Mikroperthit und Kryptoperthit, kennzeichnend für die nephelinfreien Grenzfaciesbildungen und den kontaktveränderten Gneiss; kommt auch ausnahmsweise in Kalkstein und syenitischen Einschlüssen vor. Albit untergeordnet in einigen Grenzvarietäten des Nephelinsyenits und in syenitischen Einschlüssen; kalkreicher Plagioklas nur in einem diabasartigen Ganggestein zu Boräng.

Nephelin, in den nephelinsyenitischen Gesteinen, auch oft in Kalksteinen und deren Einschlüssen.

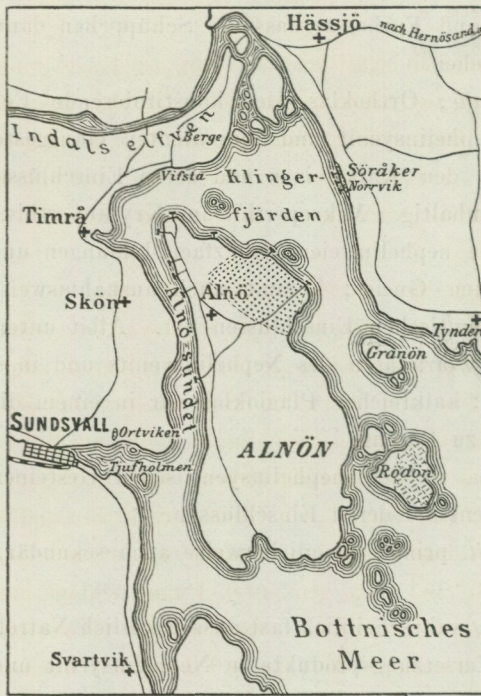
Cancrinit, primär (möglicherweise auch sekundär) in Nephelinsyenit.

Zeolithe, wahrscheinlich fast ausschliesslich Natrolith (Spreustein), als Zersetzungsprodukte in Nephelinsyenit und in Ganggesteinen. —

Zu den hier aufgerechneten Mineralien sind folgende, noch nicht näher untersuchte zu fügen: 1) ein violettschwarzes, in Dünnschliffen mit sehr schöner, ultramarinblauer Farbe durchsichtiges, doppeltbrechendes in Säuren unlösliches Mineral, welches spärlich als höchstens 0.3 mm grosse Körner in Kalk-

gängen auf Långörsholmen mit Pyrochlor (Pyrrhit?) und winzigen Schwefelkieskrystallen gefunden wurde; 2) ein weingelbes, monosymmetrisches Mineral (Prismawinkel 87°); in Säuren unlöslich; wurde als vereinzelte höchstens millimetergrosse Krystalle und Körner mit Pyrochlor, Manganophyll und Zirkon in einem Blocke gefunden.

Fig. 15.



Situationskizze der Umgegend von Alnö.
Maasstab 1 : 280,000.

Exkursionen.

(Siehe Fig. 15).

Wer durch Autopsie das Nephelinsyenitgebiet auf Alnö kennen lernen will, kann sich in zwei Tagen mit den meisten der hier geschilderten Erscheinungen vertraut machen. Es werden im folgenden einige Anweisungen für eine zweitägige Exsion gegeben.

Zwischen Sundsvall und den auf der Karte ausgezeichneten Schiffbrücken zu Alnö (Stornäset und Ås ausgenommen) ist regelmässige Dampfbootverbindung, so dass im allgemeinen Boote jede zweite Stunde diese Brücken von und nach Sundsvall passieren; Alvik wird noch öfter, aber Hörningsholm seltener anlandet.

Folgender Plan dürfte zweckmässig sein.

Man geht am Morgen von Sundsvall mit dem Boot nach Alvik; von dort die recht steile Böschung hinauf, folgt der grossen Fahrstrasse bis zum ersten Abwege nach rechts (63 *m* auf der Karte); schlägt dann auf diesen hinein; Schulhaus links (83 *m*); hier entblösste Felsen des Grundgebirges. Man folgt dem Weg weiter bis 85 *m* auf der Karte; der Gneiss steckt hin and wieder durch mächtigen Ablagerungen von marinem postglacialem Sand und Moränen auf. Bei dem genannten Punkt schlägt man den Weg nach Nedergård ein. Links werden noch Gneissfelsen gesehen. Dann über bedecktes Terrain und über den Bach nach Nedergård. Hier kommt man auf den Syenit, welcher bei diesem Gehöfte die Charakteren der Grenzform zum Theil zeigt. Zwischen Nedergård und Släda typisches Nephelinsyeniterrain: kleine unregelmässige Hügel und Klippen. Die Gesteine sind hier strukturell und mineralogisch sehr wechselvoll; zwischen Strömsta und Släda auch mit Kalkstein, welcher rundliche Syenitein-

schlüsse enthält, auf sehr unregelmässige Weise gemengt. Von Släda folgt man dem Pfad in südlicher und dann in östlicher Richtung nach dem Ufer. Rechts, längs dem Bach, mächtige Sandablagerungen. Das Ufer von hier bis nach dem Busen zu Aldersnäs bietet eine wahre Musterkarte der Gesteine dieses Gebietes. Unter den in der Uferlinie massenhaft angehäuften Blöcken finden sich mehrere Varietäten des Nephelinsyenits und der mit ihm verbundenen basischen Gesteine; so sieht man Blöcke mit centimetergrossen, porphyrisch ausgeschiedenen Nephelinkristallen in einer aus überwiegend Eisen-magnesiumsilikaten zusammengesetzter Grundmasse; andere röthliche Varietäten mit den letztgenannten Mineralien als mehrere Centimeter grosse Einsprenglinge; Nephelinsyenite mit basischen Partien oder Bruchstücken, mit schlierenartig eingemengtem Kalkspath, der so reichlich vorhanden sein kann, dass die Syenitminerale in Menge sehr zurücktreten; Kalkpegmatite und Kalksteine mit Gängen und Klumpen von Nephelinsyenit, Kalksteine mit eingestreutem Feldspath und Nephelin, oder mit Titanomagnetit; Ganggesteine, worunter der ziegelrothe Liebneritporphyr, Tinguait und den eigenthümlichen Typus, welcher S. 242 beschrieben wurde. Ausserdem werden vereinzelt Blöcke der Rödögesteine (Rapakivi u. a), von Orthocerkalk und rothem Sandstein, angetroffen, welche wohl zum Theil durch Treibeis hieher transportiert wurden. Südlich von der kleinen Brücke zu Ås ist eine kleine Landspitze, deren Felsen aus schlierigem Kalkstein mit Klumpen von Syenit, und lokal dunkelviolet durch reichlichen Flusspath, Nephelinsyenit mit Feldspathadern und zum Theil mit dem Habitus der Grenzfacies, zusammengesetzt sind. Dazu kommen ferner Adern und Gänge der Ganggesteine, worunter hauptsächlich solche von hellgrauviolettem, fluidalstruirtem Kalk. Oberhalb der Brücke und der zwei Vorrathshäuser sind mehrere Kalkbrüche, zum Theil wassergefüllt und schwer zugänglich, welche interessante Beziehungen zu dem umgebenden Nephelinsyenit zeigen. Der Kalkstein ist oft an dem Kontakt mit Syenitminerale in der Art durchspickt, dass die Abgrenzung gegen den kalkhaltigen

Syenit wie verwischt wird. Es kommen in dem Kalkstein hier vorwiegend porphyrisch ausgebildete Nephelinkristalle von der Kombination (110) (001) (111), Apatit (reichlich), Titanit, Pyroxene, Glimmer und Titanomagnetit vor. Einschlüsse von Nephelinsyenit im Kalkstein sind auch hier häufig. Zirkon wurde nur hier im Syenit beobachtet.

In südwestlicher Richtung von der Brücke sind im Walde einige Schürfe und Gruben, wo die beschriebenen Eisenerze in ihren Relationen zu dem umgebenden Gestein zu sehen sind. Am Ufer, nördlich von der Brücke, liegt ein Haufen des in diesen Gruben gebrochenen Erzes. Von hier geht man über ziemlich bedecktes Terrain nach der Sägemühle zu Stornäset,¹ wo eben an dem Ufer, rechts von der Strasse, der Kontakt zwischen Syenit und Gneiss zu sehen ist. Beide sind hier kontaktverändert. Kalkstein mit Pyroxenplatten und andere Kontakterscheinungen werden hier gefunden. Südlich von der Einhegung und bei dem Ufer dringt der körnige Kalkstein auch gangförmig in den Gneis hinein. Man besuche auch die gut entblössten Felsen zwischen der Brücke und der Sägemühle.

Von hier auf der Strasse nach Stornäset, dann rechts auf dem Weg nach Hörningsholm etwa 500 *m*. Bei dem ersten Gehöfte, rechts von der Strasse ist ein 4 *m* breiter Gang von Alnöit angebrochen (siehe S. 236).²

Von hier nach der Brücke zu Hörningsholm oder nach der Landspitze gegenüber Långörsholmen; man beachte im ersten Falle die Uferfelsen westlich von der Brücke mit parallelstruierem Kalkstein, welcher Nephelinsyenitklumpen (und zerbrochene Gänge) und Ganggesteine zeigt. Weiter mit Ruderboot nach Långörsholmen. Man landet ungefähr bei *n* auf der Karte und geht von hier längs dem Ufer des nordwestlichen Theils der

¹ Oder über Ås, wo man die geschlagenen Stufen bis zu der Rückkehr am Abend liegen lassen kann. und dann der Strasse entlang nach Stornäset.

² Andere Vorkommen von Alnöit werden nicht erwähnt. Man findet dieses Gestein überall im Gebiete hinreichend häufig als Blöcke, um sein Aussehen kennen zu lernen und Handstücke der verschiedenen Varietäten zu bekommen.

Insel. Sehr gut entblösste Felsen. Zuerst basisches Gestein (Typus IV, Tafel 1) mit flachliegenden Gängen von Melilithbasalt, dann Adern und Gänge von röthlichem Nephelinsyenit (Typus I—II); auf der westlichsten Spitze der Insel hört der Gesteintypus IV auf und der Grund besteht aus rothem Nephelinsyenit, welcher einige Schritte nach nordost in Kontakt mit Kalkstein kommt. Dicht an dem Kontakt riesige Glimmer tafeln und viel Apatit im Kalkstein. Dieser setzt längs dem Ufer fort mit gefalteten und zerbrochenen, von Ganggesteinen durchkreuzten Syenitgängen; auch zahllose Gänge von grauviollettem dichtem Kalkstein. Von Långörsholmen aus besucht man das kleine Inselchen (mit einer Hütte), wo die grossen Blöcke Knopit (Typus II) enthalten. Hier in den Kalkfelsen auch Gänge und unregelmässige Partien eines wesentlich aus Melanit und Glimmer zusammengesetzten Gesteins. Von Hörningsholm geht man über Hartung (typisches Syeniterrain), wo eben in dem Dorfe der Gesteintypus III anstehend ist, und Pottäng nach Stolpås. Längs der Thalseite zwischen Hartung und Stolpås wuchernde Vegetation. Bei Stolpås Kalkpegmatit, westlich von dem Gehöfte, und Grenzsyenit mit kontaktverändertem Gneiss (in der Anhöhe ein paar hundert Meter nach südwest). Von Stolpås nach Ås üppige Vegetation. Um Ås herum sehr charakteristisches Syeniterrain. Hier interessanter Kontakt zwischen Kalkstein und Nephelinsyenit; runde und ovale Syeniteinschlüsse verschiedener Art in den Kalksteinen leicht zu bekommen, wo diese (östlich von der Strasse) angebrochen oder in Grus zerfallen sind. Von Ås¹ über Stafsätt und Smedsgården nach Alvik und Sundsvall. Bei Stafsätt sind die Eisenerzschürfe und westlich von Smedsgården (Siehe S. 140) der Nephelinsyenit zu beachten.

Am zweiten Tage geht man, wenn auf Alnö übernachtet wurde, über Ås, Stafsätt und Smedsgården nach der Kirche und

¹ Stolpås und Ås eignen sich für eventuelles Uebernachten. Wenn man die Sache gründlich betreiben will, dürfte man nicht weiter als nach Ås oder Stolpås während des ersten Tages kommen.

Berge; wenn dagegen Sundsvall der Ausgangspunkt ist, mit Dampfboot nach Nyvik und dann die steile Böschung hinauf nach Berge. Im ersten Falle hat man gute Zeit die Gesteine zwischen Ås und der Westgrenze des Syenitgebietes zu betrachten. Der Syenitkontakt bei dem Gehöfte nördlich von der Strasse ist dann zu besuchen (Vergleiche den gleichartigen Kontakt zu Norrvik).

Von Berge aus besucht man die Kalkbrüche zu Boräng und den Gneisskontakt in der westlichen Ecke des Syenitgebietes. Von den Kalkbrüchen geht man durch Wald in ONO:licher Richtung etwa 15 Minuten, bis man zu den zwei S. 127, Note, erwähnten Zäunen kommt. Zwischen diesen das ebenda beschriebene metamorphische Sedimentärgestein. In den diesen nächstliegenden Gneissfelsen die S. 239 beschriebenen Ganggesteine. Von hier nach Hörningsholm oder Nacka und von einer dieser Brücken mit Dampfboot nach Söråker (eventuell Norrvik). Von der Brücke zu Söråker (oder Norrvik) sieht man in zwei Stunden (so dass man mit dem nächsten Boot nach Sundsvall zurückkehren kann) die an dem Ufer anstehenden Syenitfelsen und ihre Grenzbildungen gegen den Gneiss, die zahlreichen Blöcke verschiedener basischer Abarten des Nephelinsyenits, worunter solche die nicht auf Alnö vorkommen, die wollastonitführenden Blöcke u. s. w. Wenn man die Wanderung von der Brücke zu Söråker beginnt, trifft man die ersten Syenitgesteine als Blöcke etwa 100 *m* südlich von der Brücke. Etwas südlicher, an dem Ufer anstehende Felsen von Nephelinsyenit und seine Grenzbildungen. Sie können anderthalb *km* weit in südlicher Richtung den Sägemühlen Sörvik und Norrvik vorbei verfolgt werden. In der Nähe von Norrvik zahlreiche entblösste Gneissfelsen links, Syenitfelsen rechts; in beiden Ganggesteine. Etwa 200 *m* südlich von Norrvik, wo die Bahn zwei Zäune durchquert, die wollastonitführenden Blöcke. Etwa 100 *m* südlicher, wo die Bahn einen kleinen Hügel durchschneidet, Kontakt zwischen Nephelinsyenit und Gneiss; letzterer in dem Kontakt praseolithführend.

Rückkehr von Norrvik (eventuell Söråker) nach Sundsvall.

Wer nur einen Tag für das Nephelinsyenitgebiet opfern kann, besuche vor anderen Lokalitäten Långörsholmen, Stolpås und Ås (auch das Ufer südlich von der Brücke zu As).

Berichtigungen.

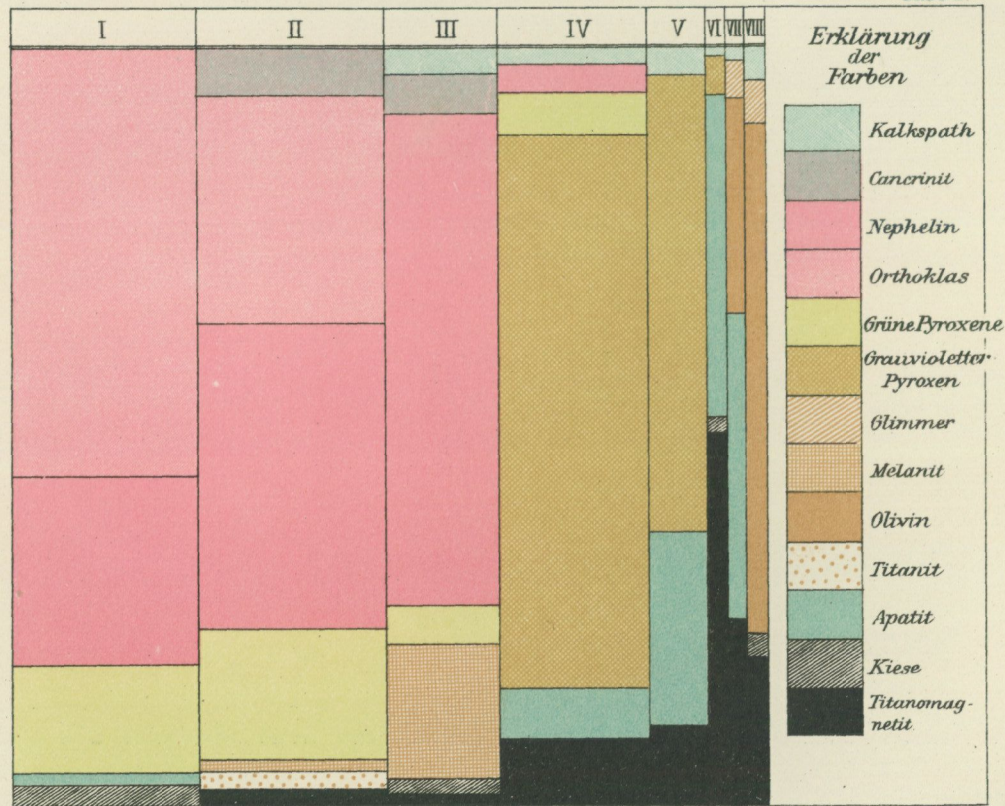
S. 105, Fig. 1 steht: 1:28,000 lies: 1:280,000

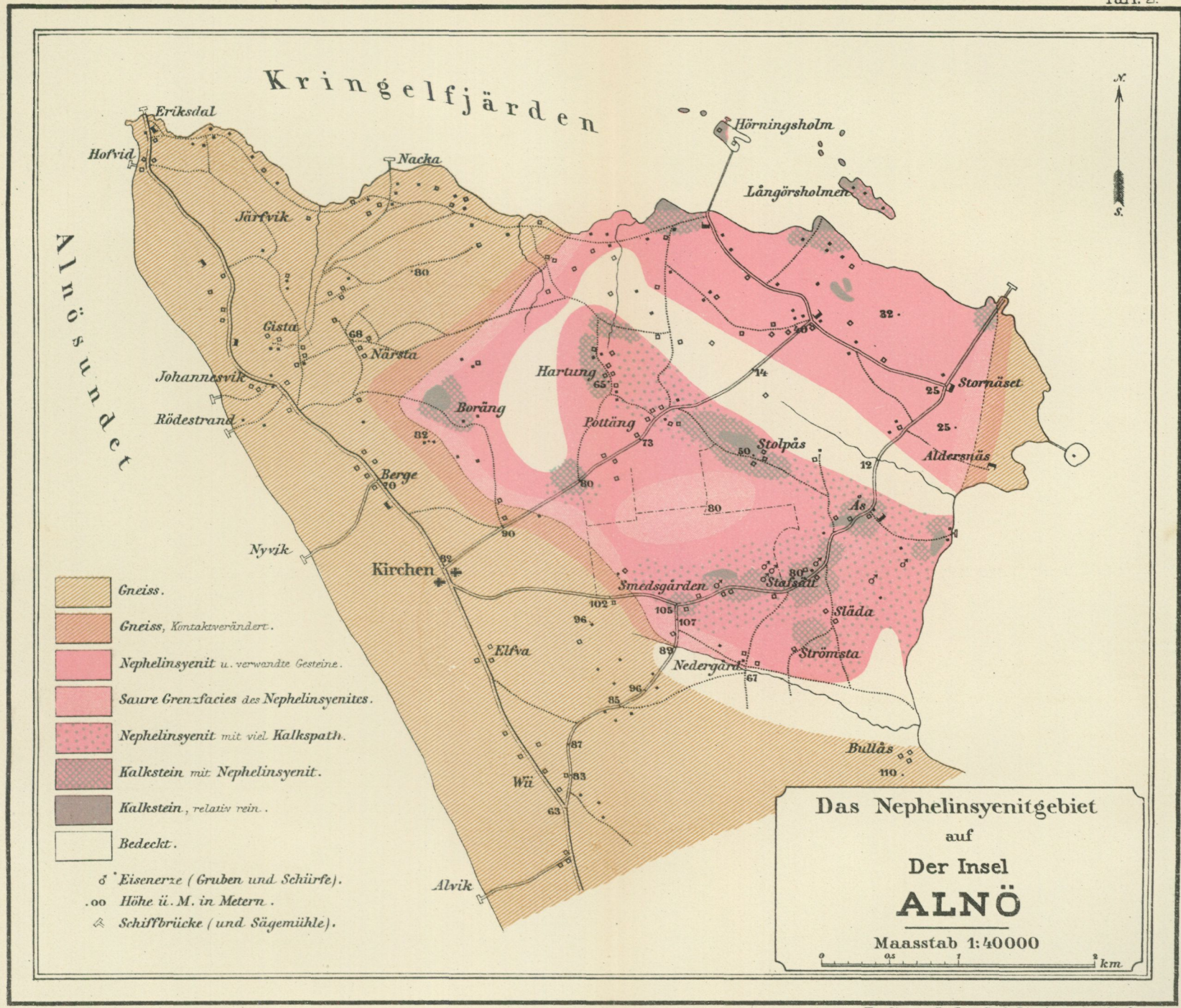
» 121 steht: *Ganggesteine* lies: *Gesteinsgänge*

TAFEL I.

Erklärung der Tafel I.

Es werden durch diese Tafel einige Varietäten des Nephelinsyenits auf Alnö und seiner basischen Differentiationsprodukte zu ihrer mineralogischen Zusammensetzung und relativen Verbreitung graphisch dargestellt. Die relative Breite jedes Typus (I—VIII) giebt ein ungefähres Bild der quantitativen Rolle der verschiedenen Typen; die Höhe ist ein Ausdruck für die Mineralzusammensetzung, indem die Höhe jedes Feldes oder Minerals, die Menge desselben im Typus angiebt. Weil die Höhe der Typen 100 *mm* ist, so giebt die Messung der Höhen der verschiedenen Felder im Typus direkt die Quantitäten der bezüglichen Mineralien in Gewichtsprocent ausgedruckt. Es enthält also z. B. der Typus III 1.5 % Titanomagnetit, 2 % Kies, 18 % Melanit, 5 % grüne Pyroxene, 65 % Nephelin, 5 % Cancrinit und 3.5 % Kalkspath. Die an Kalkspath sehr reichen, wie auch die sauren Grenzsyenite sind auf der Tafel nicht dargestellt. Ueber die Zwischenformen der Typen siehe im Text, S. 133.





Ritad af C.J. Otto Kjellström.

Fotolitografi, Gen. Stab.Lit.Anst. Stockholm