

Organismenreste, die jetzt dort abgelagert werden, von denen der Kalkknollen verschieden sind, nimmt PHILIPPI an, dass seither eine Senkung stattgefunden hat und dass sich diese dolomitischen Kalke demnach in einem seichteren Wasser nahe der Oberfläche gebildet haben. Da für eine Hebung über den Meeresspiegel keine Anzeichen vorliegen, muss dies im offenen Meer und bei gewöhnlicher Konzentration vor sich gegangen sein.

Weitere Versuche zur künstlichen Darstellung von Dolomit sind in jüngster Zeit von LINCK (5) beschrieben worden. Er versetzte Magnesiumsalzlösungen mit Ammoniumkarbonat und dann mit Kalziumchlorid und erhielt so zunächst einen amorphen Niederschlag, der nach längerem Stehen bei gewöhnlicher Temperatur, schneller bei schwachem Erwärmen, kristallinisch wurde. Er besteht alsdann aus sehr kleinen Sphärolithen, die nach LINCK fast genau die Zusammensetzung des Dolomits haben. Sie sind jedoch noch kein Dolomit, da sie positive Doppelbrechung besitzen und sich ausserdem auch beim Kochen mit Wasser zersetzen. Als er aber den zuerst gebildeten amorphen Niederschlag mitsamt der Mutterlauge in zugeschmolzenen Röhren mehrere Stunden auf 40—50° erhitzte, erhielt er Sphärolithe mit negativer Doppelbrechung, die sich in verdünnter Essigsäure nur langsam lösten. Die Analyse ergab 44,8% Magnesiumkarbonat und 49,5% Kalziumkarbonat, also gegenüber dem normalen Dolomit sogar einen Überschuss an Magnesiumkarbonat.

Referent hat diese Versuche möglichst genau wiederholt; es ist ihm aber bisher wenigstens nicht gelungen, Niederschläge von gleicher Zusammensetzung zu erhalten, auch lösten sie sich stets sehr leicht schon in verdünnter kalter Essigsäure. Auf eine eingehendere Kritik dieser Versuche soll jedoch erst eingegangen werden, wenn die in baldige Aussicht gestellte, ausführliche Abhandlung von LINCK erschienen ist. Die bisherigen Mitteilungen rechtfertigen wohl kaum den von LINCK erhobenen Anspruch, das Problem der Dolomitbildung prinzipiell gelöst zu haben.

## Einige Probleme der präkambrischen Geologie von Fennoskandia.

Von J. J. Sederholm.

1. DE GEER, G., Om algonkisk bergveckning inom Fennoskandias randzoner. Geolog. Fören. Stockh. Förh. XXII. S. 675—694. 1899. Diskussion ibid. XXII. S. 116—142. 1900.
2. FROSTERUS, B., Bergbyggnaden i sydöstra Finland. Bull. Comm. géol. Finlande. No. 13. S. 1—168, Karte, 18 Fig. Taf. I—VIII. (Deutsches Referat) 1902.
3. GAVELIN, A., (u. H. MUNTHE), Geologiska kartbladet Jönköping med beskrifning. 1 : 50000. Sveriges Geol. Unders. Ser. A. No. 123, 1907. S. 1—166. Taf. I—IV.
4. HOLMQUIST, P. J., Är urberget bildadt under aktuella förhållanden? Geol. Fören. Stockholm. Förh. XXIX. S. 89—305. 1907.
5. — De porfyroidiska bergarternas ursprung. Ibid. XXIX. pp. 305—312. 1907.

6. — Ädergneisbildung och magmatisk assimilation. *Ibid.* XXIX. S. 313 bis 354. 1907.
7. — Skiktning och skiffrihet i urberget. *Ibid.* XXIX. S. 413—435. 1907.
8. — Gneisfrågan och urbergsteorierna. *Ibid.* XXX. S. 415—432. 1908.
9. — Några jämförelsepunkter mellan nordamerikansk och fennoskandisk prekambrisk geologi. *Ibid.* XXXI. S. 25—51. 1909.
10. — Slutord i gneisfrågan. XXXI. S. 108—112. 1909.
11. HÖGBOM, A. G., Om en ändring af nomenklaturen för våra granuliter eller hälleflintgneiser. *Geolog. Fören. Stockh. Förh.* XXX. S. 45—69. 1908. Diskussion d. 5 mars 1908. *Ibid.* XXX. S. 205—220. 1908.
12. — Precambrian Geology of Sweden. *Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala.* Vol. X. 1910. S. 1—80. 20 Fig. Karte.
13. RAMSAY, WILHELM, *Geologins grund* r. VIII. Fennoskandias och angränsande länders geologi. S. 342—459. Helsingfors 1909.
14. SEDERHOLM, J. J., Om granit och gneis, deras uppkomst, uppträdande och utbredning inom urberget i Fennoskandia. English Summary. *Bull. Comm. géol. Finlande.* N:o 23. S. 1—110. 11 Fig. T.f. I—VIII. Farb. Planzeichn., Karte. 1907.
15. — Några ord angående gneisfrågan och andra urbergsspörsmål. *Geol. Fören. Stockholm. Förh.* XXX. S. 156—183. 1908.
16. — Ännu en gång urbergsfrågorna. *Ibid.* XXXI. S. 75—93. 1909.
17. — Explanatory Notes to accompany a Geological Sketch-Map of Fennoscandia. S. 1—31. Fig. Karte. Helsingfors 1900.
18. SVENONIUS, FREDR., *Geologiska Kartbladet Västervik med beskrifning.* Sveriges Geol. Unders. 1 : 50000. Ser. Aa. No. 137. S. 1—108. 28 Fig.
19. TANNER, V., Über eine Gangformation von fossilienführendem Sandstein auf der Halbinsel Långbergsöda-Öjen im Kirchspiel Saltvik, Åland-inseln. Vorläufige Mitteilung. *Bull. Comm. Géol. Finlande.* No. 24. (Wird bald erscheinen.)
20. TÖRNEBOHM, A. E., *Geologisk öfversiktskarta öfver mellersta Sveriges bergslag.* 1 : 250 000. Med beskrifning. Stockholm 1880—1882.
21. — *Geologisk öfversiktskarta öfver Sveriges berggrund.* 1 : 500 000. Sveriges Geol. Unders. Ser. Ba. N:o 6. 1901. (Eine neue Auflage wird bald erscheinen.)
22. — *Geologisk öfversiktskarta över Skandinavien.* För skolornas behov sammanställd. 1 : 1 000 000. 1908.
23. — Spår af fossil i skandinavisk algonk. *Geol. Fören. Stockholm. Förh.* XXXI. S. 725—731.

Fennoskandia beansprucht augenblicklich mehr als sonst Interesse als typisches Gebiet präkambrischer Bildungen, einerseits wegen des bald in Stockholm tagenden XI. internationalen Geologenkongresses, andererseits, weil so viele andere ähnliche kristalline Komplexe, die früher als geradezu klassisches Urgebirge galten, sich später als paläozoischen Alters erwiesen haben, so dass jene Gegend als Archäikum jetzt in Europa fast ohne Rivalen dasteht.

Dass nämlich die kristallinen Gesteine in demjenigen Teil von Fennoskandia, welcher im O. des Kjölengebirges liegt, wirklich präkambrischen Alters sind, darüber liegt jetzt kein Zweifel mehr vor, seitdem V. TANNER (19) in dem Sand-



steingang von Långbergsöda auf Åland, welcher eine Spalte in Rapakivi-Granit ausfüllt, einen Kutorgina- oder Acrotreta-ähnlichen Brachiopoden gefunden hat. Die Rapakivi-Granite, die jüngsten Granite des östlichen Fennoskandias, sind also sicher präkambrisch, a fortiori also auch alle die älteren kristallinen Schiefer dieser Gegend.

Man ist jetzt im Norden ziemlich darüber einig, dass in der betreffenden Gegend wenigstens zwei mächtige Formationsreihen jungpräkambrischer klastischer Sedimente vorkommen, von welchen die obere, die jotnische, in Schweden und im W. des Onega-Sees, die untere, die jatulische, im östlichen Fennoskandia am besten entwickelt ist. RAMSAY unterscheidet weiter noch eine onegische Abteilung, welche aber durch keine ausgeprägte Diskordanz von der jatulischen getrennt ist und deswegen von anderen Forschern mit dieser als deren obere Abteilung vereinigt wird. HÖGBOM bezeichnet jetzt auch die schwedische Dalformation als jatulisch. Überhaupt scheinen die Ansichten der nordischen Forscher über die jüngeren präkambrischen Formationen immer mehr zu konvergieren. TÖRNEBOHM tritt jedoch neulich noch für seine frühere Auffassung der Parallelisierung der Dalformation mit dem Dalasandstein ein (23). Bezüglich des älteren Grundgebirges, welches das Liegende dieser Formationen bildet und hauptsächlich aus kristallinen Gesteinen besteht, herrscht fortwährend noch grosse Meinungsverschiedenheit.

**Aktualismus versus Exzeptionalismus.** Die grosse Frage ist und wird noch lange bleiben, inwieweit man hier die Erklärung durch aktuelle Ursachen anwenden darf. In den eigentlichen Schiefen des präjatulischen Komplexes kommen besonders in Finnland und Olonez an zahlreichen Stellen Konglomerate als Einlagerungen vor und in den besser erhaltenen Teilen dieser Formationen erkennt man auch mehr oder weniger umgewandelte quarzitische Sandsteine, feldspatreiche Psammite, Pelite, Tuffe und Effusivgesteine, die trotz der Umwandlung noch feine Einzelheiten des primären Bestandes erkennen lassen. Zuweilen sind sie so wohl erhalten, dass man hier sogar so primäre Züge, wie Schichtung und Wechsellagerung, besser als in vielen jüngeren Formationen in allen ihren Einzelheiten studieren kann.

Während nun finnländische Geologen, wie FROSTERUS, RAMSAY und SEDERHOLM durchaus sehr eifrige Vertreter des Aktualismus sind, und unter den Schweden auch mehrere Forscher, wie BÄCKSTRÖM, GERARD DE GEER, HÖGBOM, OTTO NÖRDENSKJÖLD, sowie jüngst SVENONIUS (18) typische Beispiele echter Sedimente und Effusivgesteine von archaischem Alter geschildert und in aktualistischem Sinne gedeutet haben, trat HOLMQUIST neuerdings als Gegner der konsequent durchgeführten aktualistischen Anschauung auf (4). Er meint im Anschluss an eine besonders von TÖRNEBOHM entwickelte ähnliche Ansicht, dass unter den Schiefen des Grundgebirges azide Effusivgesteine und tuffähnliche Gesteine vorwalten und sieht im Fehlen deutlicher Diskordanzen in grossen Teilen dieses Komplexes nicht einen sekundären, sondern einen primären Zug.

**Granitisationserscheinungen, Metamorphose der Tiefe oder regionale Umschmelzung.** Im Gegensatz dazu will SEDERHOLM die verschwommenen Züge der Tektonik des Grundgebirges sowie auch das Vorhandensein der so weit verbreiteten Formationen geädert Gneise durch eine Rückkehr zu der alten Lehre von einer regionalen Umschmelzung in tieferen Teilen der Erdkruste erklären (14—16). Er stützt aber diese Anschauung nicht



auf theoretische Voraussetzungen, sondern auf ein petrographisches Detailstudium der durch glaziale Wirkung reingefegten und polierten Felseninseln an der finnländischen Südküste. Besonders ein System basischer Gänge (amphibolitisierte Basalte), welche längs der ganzen Südküste vorkommen und gewisse stark druckmetamorphosierte Granite durchdringen, während sie von anderen weit verbreiteten Graniten durchsetzt werden, lieferten ihm ein günstiges Material, um die Intensität der Veränderungen gleichsam wie an einem Reagenzmittel zu messen und die Einzelheiten des Granitisationsprozesses zu verfolgen. Gewesenes und Gewordenes, Gesteine mit schön erhaltenen, primären Zügen und solche, die mehr oder weniger vollständig umgeschmolzen sind, lassen sich hier nebeneinander beobachten. Man findet hier in riesigem Massstabe gewissermassen Analogien zu den Pseudomorphosen, welche bei dem mikroskopischen Studium der kristallinen Schiefer schlechthin so überaus lehrreich gewesen sind. SEDERHOLM meint nun, dass aus diesen Beispielen, welche er zum Teil schon beschrieben, zum Teil beim nächsten Kongress in Aufnahmen im Massstab 1 : 20 und 1 : 50 vorzeigen wird erstens hervorgeht, dass der Granit, auch wenn er gang- oder aderartig auftritt, sich bei seinem Hervordringen aus der Tiefe nicht in klaffende Spalten ergossen hat, sondern sich seinen Weg durch Aufnahme des durchbrochenen Gesteines selbst gebahnt hat (wobei die Assimilationsprodukte oft schnell entfernt wurden). In anderen Fällen wurde offenbar das ältere Gestein, wenn es vorher eine gneisartige Beschaffenheit besass, oft unter teilweiser Erhaltung seiner Schieferigkeit, allmählich in ein granitartiges Gestein umgewandelt, indem es vom regenerierten Magma gleichsam imprägniert wurde. Traten dabei Bewegungen auf, konnte es gelegentlich netzartig zerrissen werden, wobei die am stärksten regenerierten Teile gewissermassen aderartig auftreten. In noch anderen Fällen konnten die helleren, aderartigen und die dunkleren, glimmerreichen Komponenten der Mischgesteine bei fluidalen Bewegungen in mannigfacher Weise ineinander gefaltet werden, was aber offenbar nicht in festem, sondern in plastischem und schweissbarem Zustande geschehen ist. Der Umstand, dass in den so entstandenen geäderten und gefalteten Mischgesteinen (Migmatiten) die Glimmerlamellen oft in allen Himmelsrichtungen gehen, beweist, dass der Druck nicht, wie zuweilen angenommen wird, eine parallele Orientierung in einer geschmolzenen oder halbfesten Masse zustande zu bringen vermag.

Diese regionale Umschmelzung, welche man in wechselnden Formen und Stärke längs der ganzen Südküste Finnlands studieren kann, bezeichnet SEDERHOLM mit dem Namen *Anatexis* oder *Palingenese*. Letzterer Ausdruck betrifft besonders die eigentümlichen Fälle, bei welchen derselbe Granit, welcher von einem basischen Gang durchdrungen wird, auf später entstandenen Spalten in diesem als „palingenes Eruptiv“ eindrang, ohne dass seine Beschaffenheit vollständig verändert wurde. Im weiteren Verlauf desselben Ganges kann man aber auch gelegentlich beobachten, wie derselbe mitsamt dem umgebenden Granit vollständig aufgeschmolzen wurde, so dass er nun einschlussartige Partien in diesem bildet.

Da, wie ein Blick auf eine petrographische Karte von Schweden oder Finnland zeigt, Granite und Gneise hier bei weitem vorherrschen, während die echten Schiefer besonders in jenem Lande kleinere, gleichsam zerrissene Gebiete bilden, so ist ja die Lösung des Gneis- und Granitproblem es mindestens ebenso wichtig



wie die petrographische Erklärung der Schiefer schlechthin. Neben den geaderten „arteritischen“ oder „migmatitischen“ Gneisen kommen hier nun auch solche Gneisse, die offenbar als druckmetamorphosierte Granite zu deuten sind, in grossem Massstabe vor.

HOLMQUIST erkennt nun auch eine Palingenese im Sinne so „hochmetamorphischer Prozesse“ an, dass bei denselben eine Unmasse pegmatitischer Adern und Gänge durch Ausscheidung aus dem umgebenden Gestein gebildet werden (6, 8 u. 10). Der so gebildete Pegmatit kann sogar unter Umständen eruptiv auftreten, indem grössere Massen desselben aus tieferen in höhere Niveaus hinaufdringen können. Er meint, dass sogar gewisse Granite, wie der Stockholm- und der Bohus-Granit, auf solche Weise palingen entstehen können, will aber diese Granite, die er als relativ „kalte Magmen“ betrachtet, von den aus „warmen Magmen“ gebildeten echten Graniten scharf unterscheiden. Beide seien chronologisch und tektonisch scharf gesondert. Nur bei den letzteren treffe man echte Assimilationsprozesse, welche mit der Palingenese nicht zu verwechseln wären. Wenn man in palingen umgewandelten, scheinbar massigen Graniten eruptive Züge antreffe, so seien diese meistens früher als die Palingenese entstanden. Dem gegenüber betont nun SEDERHOLM den einheitlichen Charakter aller echten Granitisationserscheinungen. Die durch „Anatexis“ entstandenen Adern und Gänge an der Südküste Finnlands treten nach ihm in unzweifelhaftem Zusammenhange mit den eruptiven Graniten vom Hangötypus auf. Er hebt hervor, dass sogar die echt eruptiven, mit Quarzporphyren durch mannigfache Übergänge verbundenen Rapakivigranite im westlichen Finnland an der Grenze gegen die umgebenden kristallinen Schiefer eine Kontaktzone zeigen, in welcher an der inneren Seite typische Assimilationserscheinungen auftreten, an der Aussenseite dagegen ebenso typische Pegmatisierung. In Anbetracht der vielen prinzipiellen Ähnlichkeiten zwischen HOLMQUIST'S und seiner eigenen Anschauung hofft er immer noch, dass eine vollständigere Übereinstimmung als Endresultat der fortgesetzten freundschaftlichen Diskussion erfolgen wird.

Stratigraphie und Tektonik des Grundgebirges. Die jatulischen Formationen sind die ältesten, die man noch durchaus nach stratigraphischen Prinzipien behandeln kann. Sie sind überall durch eine deutliche Diskordanz von ihrem Liegenden getrennt. Die älteren Formationen sind dagegen zum grossen Teil so stark granitisiert und mit den umgebenden Gesteinen verwoben worden, dass ihre stratigraphische Einteilung grossen Schwierigkeiten begegnet. Man muss daher mit einer petrographischen Kartierung beginnen, wobei man aber zugleich die Altersbezeichnungen der verschiedenen Gesteine, ihre Übergänge ineinander usw. zu bestimmen und auf der Karte zu veranschaulichen versucht. In dieser Beziehung sind die meisterhaften Karten TÖRNEBOHM'S über das mittlere Schweden (20) bahnbrechend gewesen.

Während nun TÖRNEBOHM eine Formation granitischer Gneise im westlichen Schweden als eine älteste Abteilung des Archäikums ausscheidet, gelangt HÖGBOM in seiner letzten Arbeit (12) zum Ergebnis, dass diese Zweiteilung nicht richtig ist. Auch bezüglich der oberen Begrenzung des Grundgebirges unterscheidet sich seine Auffassung etwas von derjenigen TÖRNEBOHM'S, indem er nunmehr, obgleich mit einer gewissen Reservation, die Dalaporphyre von den regionalmetamorphosierten Porphyren und Hälleflinten des benachbarten Grundgebirges trennt.



In Anbetracht der überaus grossen Verbreitung feinkörniger feldspatreicher Schiefer im schwedischen Grundgebirge hat man, auch speziell für die Zwecke der Kongresspublikationen, einen passenden Sammelnamen für diese Gesteine gesucht und nach langer Diskussion (11) dafür die HUMMEL'sche Bezeichnung Leptit gewählt (welche inzwischen von anderen in etwas abweichender Bedeutung gebraucht wurde). Darunter versteht man jetzt ohne streng genetische Bedeutung die „dichten bis feinkörnigen Gneise“, die man früher bald „Hällefintgneise“ bald Turite oder Granulite genannt hat.

HOLMQUIST ist nun der Ansicht, dass leptitische Gesteine tuffartiger oder quarzporphyrischer Natur auch als integrierende Teile der Gneisformation vorkommen, welche er ebenso wie TÖRNEBOHM als den ältesten Teil des schwedischen Grundgebirges ansieht, und dass somit solche Gesteine für das gesamte Archäikum geradezu charakteristisch sind.

Traditionell betrachtet man in Schweden diese Gesteine als einer besonderen Formation zugehörig, welche jetzt also die „Leptitformation“ genannt wird. Das Wort Leptit hat somit nicht eine streng petrographische, sondern zugleich auch eine geologische Bedeutung, in ähnlicher Weise, wie der Name Rapakivi nicht nur als Bezeichnung strukturell eigenartiger granitischer Gesteine, sondern auch als geologischer Sammelname für eine Gruppe wahrscheinlich konsanguinischer Gesteine angewandt worden ist.

Der präjatulische Komplex von Finnland und Olonez zeigt einen Typus, welcher von dem schwedischen oft recht stark abweicht, und diese Verschiedenheit prägt auch die Auffassungen der Forscher, welche sie untersucht haben. Besonders im Osten und Norden von Fennoskandia findet man ausgedehnte Formationen gewisser sedimentärer Schiefer (Quarzite etc.), welche wohl etwas stärker disloziert und gepresst sind, als die hangenden jatulischen, die aber in Karelilien nicht in grösserem Massstabe granitisiert worden sind. Demgemäss findet man ihre Stratigraphie gelegentlich gut erhalten, mit schönen Diskordanzen gegen das Liegende, die durch Konglomerate (mit Geröllen auch von massigen Graniten) und ähnliche Bodenbildungen bezeichnet werden. Da nun Diskordanzen ähnlicher Art von der Onega-Ladogagegend bis nach Lappland verfolgt werden können, scheint man gute Gründe für die Unterscheidung dieser kalevischen Bildungen von den übrigen präjatulischen Gesteinen zu besitzen.

Die kalevischen Formationen scheinen in Schweden eine relativ geringe Verbreitung zu besitzen. Diejenigen Schieferformationen des nördlichen Schwedens, die man versuchsweise mit ihnen parallelisiert hat, scheinen sich zum Teil in wichtigen Merkmalen von ihnen zu unterscheiden.

Nur im Süden der Zone, wo die kalevischen Sedimente vorkommen, zeigen sie aber in ihrer Stratigraphie wenigstens zum Teil denselben jungpräkambrischen („algonkischen“) Typus wie die jatulischen Sedimente. Im Norden werden sie dagegen in grossem Massstabe von Graniten durchdrungen. Auch hier findet man oft sogar in der Nähe dieser Granite Gesteine mit sehr schön erhaltenen primären Zügen, wie sandsteinartige Quarzite mit diskordanter Schichtung, poly-nikte Konglomerate etc. An anderen Stellen zeigen aber diese Formationen, wo sie granitisiert worden sind, den Typus, den man gewöhnlich als für das Archäikum charakteristisch ansieht. Hier findet man somit auch im Präkambrium ein Beispiel dafür, dass die Granitintusionen nicht universell waren. Es ist aber natürlich, dass granitisierte Gesteine um so häufiger vorkommen müssen, je



tiefer man ins Grundgebirge kommt, weil die ältesten Formationen von allen späteren Granitintrusionen betroffen worden sind.

In den bottnischen Formationen des westlichen Finnlands findet man Beispiele sedimentärer Gesteine, welche wohl überall senkrecht stehen und zum grossen Teil überaus stark granitisiert worden, die aber lokal ausserordentlich gut erhalten sind. Ihre Beziehungen zu dem liegenden Komplex sind wohl zum Teil durch mechanische Knetungen und Einfaltungen sehr verwickelt worden. Die Verhältnisse lassen sich jedoch hier noch mit einiger Mühe enträtseln, wo nicht Granitinjektionen hinzugekommen sind. An jenen verschonten Stellen kann man also gelegentlich Diskordanzen mitten im Grundgebirge hervortreten sehen und die ursprüngliche Altersfolge der verschiedenen miteinander in Berührung tretenden Gesteine sicher bestimmen. Sucht man aber die Grenzlinie nach den Seiten hin weiter zu verfolgen, gelangt man bald wieder in Gebiete, wo alle die verschiedenen Gesteine durch die Granitisation zu einem fast unauflöselichen Wirrwar verwoben werden.

Charakteristisch für die bottnischen Formationen ist das Fehlen oder jedenfalls die grosse Seltenheit quarzitischer Sedimente und das häufige Vorkommen von Konglomeraten, Effusivgesteinen und echten Tuffen.

Sedimentformationen, welche den bottnischen sehr ähnlich sind, findet man bei Skellefteå in Schweden, wo sie auch früher von HÖGBOM mit denselben vereinigt wurden, und im Norden dieses Gebietes, bis nach Kiruna in Lappland, sowie auch in Loos und in Saxå und Grythyttan im mittleren Schweden. An allen diesen Stellen bilden sie den jüngsten Teil des Archäikum und sind wahrscheinlich durch Diskordanzen von ihrem Liegenden getrennt.

Den bottnischen ähnlich verhalten sich fast alle archaischen Schieferformationen in der Beziehung, dass ihre primären Züge nur hier und da, wie von Streiflichtern beleuchtet, hervortreten. So sind z. B. die „ladogischen“ Schiefer im Nordwesten von Ladoga zum Teil wenig granitisiert und zeigen dann erstaunlich regelmässige stratigraphische Verhältnisse. An anderen Orten sind sie aber so stark mit Graniten verwoben, dass von ihrer ursprünglichen Beschaffenheit nur wenig hervortritt.

Alle solche, von Granitadern durchschwärmte Gesteine werden nun in Finnland als Adergneise kartiert, wobei man soviel wie möglich versucht, das wahrscheinliche Alter der in der Mischung enthaltenen sedimentären oder eruptiven Komponenten und der sie durchdringenden Granite zu bestimmen und ihnen je nachdem verschiedene Bezeichnungen gibt. Adergneise gibt es somit von sehr verschiedener Beschaffenheit und wechselndem Alter. Es beruht auf einem völligen Missverständnis, wenn ein Kritiker behauptet hat, die finnländische Einteilung sei eine solche in eine ältere Gneisformation und eine jüngere Schieferformation, also eigentlich nichts anders als die alte Einteilung in bojisch und herzynisch! Die Geologen, welche in der betreffenden Gegend gearbeitet haben, glauben im Gegenteil, dass es hier eine ganze Menge verschiedener Schieferformationen gibt, von denen die meisten von dazugehörigen „Adergneisen“ begleitet werden. Sie geben uns eine Vorstellung von der fast unermesslichen Länge der präkambrischen Zeit, gegen welche die postkambrische zu einem Bruchteil heruntersinkt.

Wenn nun auch die so weit ausgedehnte Granitisation die völlige Enttätselung der ältesten Formationen unmöglich macht, so wird man doch bei



genauem Achtgeben auf alle die Züge, welche die verschiedenen geologischen Ereignisse den Gesteinen jeder Gegend verliehen haben, diese Hauptereignisse feststellen können. Die primäre Beschaffenheit der Sedimente zeigt Eigentümlichkeiten, welche in vielen Fällen auf klimatologischen Ursachen beruhen dürften und die sich für die Altersbestimmung verwerten lassen. Diskordanzen ähnlicher Art treten an verschiedenen Stellen hervor und lassen sich mit einiger Vorsicht kombinieren.

Natürlich wachsen die Schwierigkeiten proportional der Entfernung. Keine Diskordanz setzt sich als „magische Fläche“ über die ganze Erde fort, sondern jede geht in einer gewissen Entfernung in eine Konkordanz über. Jedoch ermöglicht die grosse Verbreitung gewisser Gesteine, besonders der Granite, welche man schon bei den jungpräkambrischen Rapakivigraniten beobachten kann, oft die Altersbestimmung über sehr weite Strecken. Dabei ist es ganz gleichgültig, ob die Granite echt eruptiv oder „palingen“ sind, da sie in jedem Falle in der Tiefe entstanden, also erst durch eine tiefgreifende Erosion an die Tagesoberfläche gebracht wurden und auch die „palingenen“ Magmen geologisch als jünger als die von ihnen durchdrungenen Gesteine angesehen werden müssen.

Auf solche Erwägungen ist nun der Versuch einer Einteilung des ost-fennoskandischen Urgebirges gegründet, welche SEDERHOLM (14,17) sowie später RAMSAY (13) auf das ganze betreffende Gebiet zu verallgemeinern versucht haben. Die Kartenskizze, welche jener entworfen hat, beabsichtigt hauptsächlich zu zeigen, dass gewisse Züge zu beiden Seiten der Ostsee unzweideutig zusammengehören (so z. B. die sog. sveko-fennische Zone einer sehr starken post-bottischen Granitisation, welche sich längs der Südküste Finnlands und von dort quer über das mittlere Schweden erstreckt), und bezweckt ferner Vorschläge zu einer möglichen Deutung als Grundlage einer Diskussion zu geben. Eine neue Kartenskizze, welche etwaige Einwendungen berücksichtigt und eine möglichst objektive Darstellung des fennoskandischen Archäikums gibt, wird zum Kongress erscheinen.

Gerade bei einem solchen Versuch einer Verallgemeinerung treten die schwachen Punkte am deutlichsten hervor. In Finnland-Olonez liegt nun eine der Hauptschwierigkeiten in dem verschiedenartigen Verhalten der Schieferformationen des Ostens, wo sie in NNW streichen und sich an das grosse Gebiet von granitischen Gneisen anlehnen, und dem westlichen Finnland, wo die Gebiete sedimentärer, vorwiegend in ONO streichender Schiefer fragmentartig sind und mit zahlreichen Granitgebieten abwechseln. Erstens ist es in mehreren Fällen schwer, die untere Grenze der kalevischen Formationen zu bestimmen. Man muss annehmen entweder, dass ein Teil der Schiefer und Quarzite, die man früher als kalevisch aufgefasst hat, von ladogischem Alter sind, zumal weil ähnliche Gesteine sicher unter den ladogischen vorkommen, oder aber, dass auch in der Saimagegend postkalevische Granite vorkommen, welche früher mit den postbottischen verwechselt worden sind. Ihre Einwirkung hätte beide Formationen hier zu einem unauflöselichen Ganzen verwoben. Erstere Auffassung kommt dem Ref. wahrscheinlicher vor.

Weiter ist die Stellung der bottischen Formationen zu denjenigen im östlichen Finnland noch nicht ganz sicher bestimmt, obgleich es wahrscheinlich ist, dass sie sich irgendwo zwischen dem kalevischen und ladogischen einschieben.

Auf der neuen Karte TÖRNEBOHMS (22) wird der schwedische Leptitbegriff



auch über verschiedene Formationen Finnlands, welche man dort als ganz verschiedenartig ansieht, ausgedehnt.

Sonst ist auch in Schweden das Verhalten der vorwiegend aus granitischen Gneisen bestehenden Schollen zu dem reicher zergliederten Grundgebirge eines der Hauptprobleme der Forschung bezüglich des präkambrischen Komplexes geworden. TÖRNEBOHM betrachtet die Gneisformation des östlichen Schwedens, wie gesagt, als das älteste Glied des schwedischen Archäikums. Dagegen stellte GERARD DE GEER 1899 (1) die revolutionierende Ansicht auf, dass das betreffende Gebiet ursprünglich dieselbe wechselnde Beschaffenheit wie das östliche Schweden (wenigstens dessen südlichster Teil) besessen habe, dass aber ihre Verschiedenheiten später durch Gebirgsfaltung und tiefgreifende Metamorphose während „algonkischer“, also jung-präkambriker Zeit, grösstenteils vollständig verändert worden sei. Während nun die Ansicht in dieser Form früher auf recht allgemeinen Widerspruch stiess, hat HÖGBOM jüngst (12) dieselbe Hypothese in modifizierter Form ausgesprochen, nach welcher diese Gebirgsbildung und Metamorphose in viel älterer, spätarchaischer Zeit stattgefunden hätte. Die übergangsähnlichen Beziehungen zwischen den Gneisen und den im Westen entstehenden Graniten, welche neben allgemeinen geotektonischen Betrachtungen als Hauptgrund für diese Hypothese angeführt werden, können aber kaum als genügende petrographische Beweise der angenommenen überaus starken Metamorphose angesehen werden.

Es lässt sich auch denken, dass Bewegungen wie derholt an den Grenzen der verschiedenen Hauptschollen, welche das nordische Archäikum zusammensetzen, stattgefunden haben können. In der Tat ist es nach HÖGBOMS Ansicht möglich, dass die Kataklaszonen in den Graniten der Jönköping-Gegend wesentlich jünger als die Metamorphose der Gneisse sein können. Mehrere schwedische Geologen, besonders NATHORST und BÄCKTRÖM haben früher angenommen, dass die Grenze von einer grossen Verwerfung bezeichnet wird. In Finnland kommen nun jedenfalls grosse Faltenverwerfungen und Überschiebungen an der Hauptgrenze zwischen dem östlichen Gneisgebiet und dem abwechslungsreicheren Terrain im Westen davon vor. Jatulische Sedimente liegen hier eingefaltet, und auch die spätarchaischen, sonst massigen Granite sind längs dieser Dislokationslinie lokal stark gepresst worden. Die Parallelstruktur der Gneise ist aber hier von weit höherem Alter, indem letztere als solche schon als Gerölle wie schon FROSTERUS hervorhob (2) in den kalevischen Konglomeraten enthalten sind, während die erwähnten massigen Granite auch in den Geröllen massig sind. Die Druckschieferung ist somit schon vor dem Hervordringen dieser Granite entstanden. Da nun aber die Gneise an vielen Stellen das Liegende sowohl der kalevischen wie auch der ladogischen Formationen bilden, ist diese Formation sogar von präladogischem, also altarchaischem Alter.

In Finnland nimmt man somit in Übereinstimmung mit der Ansicht TÖRNEBOHMS an, dass diese Granitgneisgebiete sehr alte Züge im geologischen Bau Fennoskandias darstellen, welche auf alle späteren Ereignisse einen wichtigen Einfluss ausgeübt haben. SEDERHOLM betrachtet sie als Teile der Erstarrungskruste, also als „krustale Bildungen“, wobei er aber jetzt die Erstarrung der Kruste nicht als einen ein für allemal in azoischer Zeit abgeschlossenen Vorgang, sondern als einen während langer Zeiträume von aussen nach innen auch



unterhalb der Sedimentdecke fortsetzenden Prozess ansieht. Erstarrungskruste und tief hervorgerodierte granitische Formationen wären also nach seiner Auffassung fast gleichbedeutend.

Übrigens ist die Gleichzeitigkeit der betreffenden Gebiete in Schweden und Finnland natürlich nicht völlig erwiesen, obgleich sie in Anbetracht der vielen petrographischen und geotektonischen Analogien recht wahrscheinlich ist, und auch von GERARD DE GEER angenommen wurde.

In den beiden Ländern hat man also die Erfahrung gemacht, dass stratigraphische Fragen von grundlegender Bedeutung nicht eher vollständig gelöst werden können, als man die Geotektonik der grossen Schollen und überhaupt die Bewegungen in der Tiefe und die dort stattgefundenen Umwandlungen besser zu verstehen gelernt hat. Auf verschiedenen Wegen ist man zum Ergebnis gelangt, dass es einen Metamorphismus der grossen Tiefen geben muss, dessen Wirkungen weit über das hinausgeht, was man gewöhnlich unter diesem Namen versteht. Dieser „Ultrametamorphismus“ (HOLMQUIST (10), durch dessen Wirkung granitähnliche Gesteine als Ausscheidungen entstehen, die nach der Ansicht mehrerer Forscher sogar direkt in die grossen Granitmassen der Tiefe übergehen, muss besonders die tiefsten Teile des Grundgebirges in viel grösserem Massstabe verändert haben, als die gewöhnliche regionale Metamorphose es vermochte. Diese hat eine Umprägung bewirkt, jene vertilgte die ursprünglichen Züge und machte alles verschwommen.

Es muss aber nochmals hervorgehoben werden, dass hier vor allem ein petrographisches Problem vorliegt. Dieses kann aber nicht durch mikro-petrographische Forschung, überhaupt nicht durch das Studium der Handstücke gelöst werden. Diese mögen in den Sammlungen, je nach ihrer Art, schön geordnet liegen, hier Eruptivgesteine, dort Sedimente, alle mit ihren metamorphischen Äquivalenten. In der Natur sind die Verhältnisse viel verwickelter. Hier findet man, besonders in gewissen Gneisgebieten, die Gesteine in buntem Gewirr durcheinander gemischt, und die charakteristischen Eigentümlichkeiten dieser Mischgesteine lassen sich nur im Felde, besonders gut in den natürlichen Schliefflächen der glazialerodierten nordischen Felsen studieren. Es ist daher zu hoffen, dass der Besuch, welchen so viele Geologen im nächsten Sommer dem Norden abstaten werden, auf das Interesse für diese Probleme einen anregenden Einfluss ausüben wird.

---

## Gletscherkunde und Glazialrelief.

Von Hans Hess.

### Benützte Literatur.

1. Zeitschrift f. Gletscherkunde. Bd. 1—4.
2. Geographical Journal 1910. Februar u. Märzhefte.
3. O. MARINELLI: I ghiacciai delle Alpi Venete. Florenz 1910.
4. W. H. SHERZER: Glaciers of the Canadian Rockies and Selkirks. Washington 1907.



# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologische Rundschau - Zeitschrift für allgemeine Geologie](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Sederholm J. J.

Artikel/Article: [Einige Probleme der präkambrischen Geologie von Fennoskandia 1126-1135](#)