

G E L Ä N D E B E R I C H T
(30/5 - 30/9 1970)

von

Werner Fleckenstein, 8 München 13, Neureutherstr. 18.

Einleitung.

Anschliessend an ein zweiwochiges Literaturstudium an der Universität, Oslo, in der Zeit vom 14/5 - 28/5 1970, wurde am 30/5 dieses Jahres die Geländearbeit im Espedal-Gebiet aufgenommen.

Zur Aufgabe stand die geologische Untersuchung des stillgelegten Nickelbergbaues in Espedalen (Süd-Norwegen). Im einzelnen wuchsen daraus folgende Teilaufgaben:

1. Petrographische Kartierung im Massstab 1:25000 zur Erfassung des Stoffbestandes und des Aufbaus der zum Gesamtkomplex gehörenden Gesteinserien.
2. Petrotektonische Kartierung zur Eingliederung der Serien in den kaledonischen Gebirgsbau.
3. Detailaufnahmen der Nickelvorkommen.

Grundlage einer genauen Bemusterung war eine statistische Probennehmung. Zusätzliche Proben wurden an Stellen besonders typischer Gesteinsausbildung entnommen.

Diesem Arbeitsprogramm wurde die von B. DIETRICHSON (1945) erstellte heologische Übersichtskarte zugrundegelegt.

Die Auswertung der Geländegefunde wird am Institut für Allgemeine und Angewandte Geologie und Mineralogie der Universität München durchgeführt.

Entnommene Proben werden einer mikroskopischen Untersuchung unterworfen. Besonderes Interesse wird der Feststellung der metamorphen Faziesverteilung und der Verteilung der Erzmineralien gelten.

I. Das Arbeitsgebiet.

1. Lage.

Das Gebiet umfasst in der Hauptsache die Höhenzüge Ruten und Graahöene, die östlich des Espedal Sees entlangziehen und die im SW un NE gegenüberliegenden Talhänge, soweit sie für das Erfassen grösserer Zusammenhänge wichtig schienen. Das Gebiet liegt zwischen $1^{\circ}15'$ westlicher Länge und zwischen $61^{\circ}22'$ und $61^{\circ}28'$ nördlicher Breite im NNW von Lillehammer, Süd-Norwegen. Es ist über die Strasse 255, die von der Europastrasse 6 abzweigt, leicht zugänglich.

Zur Kartierung stand eine photographische Vergrösserung im Maßstab 1:25 000 des Blattes "Vinstra" der Karte Norwegen 1:100 000 zur Verfügung.

2. Morphologie.

Der in einer Höhe von etwa 1500 m verlaufenden Gipfelflur gesellt sich auf etwa 1000 m als zweite morphologische Einheit, eine Verebnungsfläche. Sie zeigt geringe Hangneigung und zeichnet sich durch ein flachwelliges Relief aus. Von ihr aus fallen die Talhänge, mit scharfer Kante an die Hochfläche grenzend, mit äusserst steilem Böschungswinkel zur Talsohle ein.

Mit dieser morphologischen Dreiteilung geht ein Wechsel in der Vegetation Hand in Hand. In der Verebnungsfläche, selbst überwiegend von Laubwald bedeckt, liegt die Baumgrenze. Von ihr aus ragen die zentralen Kahlegebirge auf. Nur die Talseiten zeigen üppige Bewaldung (Mischwald).

II. Stratigraphie und Petrographie.

1. Basissedimente.

Unter diesem Namen fasst man einen Teil der metamorphen Gesteine zusammen, die in ihrer Gesamtheit das Liegende der Schubdecke bilden. Ihre Abfolge beginnt in einem nicht näher zu bestimmenden Alter im Kambrium und endigt mit dem Ordovizium. B. DIETRICHSON (1945) ordnet gewisse Bereiche der Sedimente den "Kambrischen Sandstein und alaunschiefer" zu, stellt die im Hangenden folgenden Phyllite den ordovizischen Schichten der Osloregion gleich und erkennt als dritte und oberste Einheit dieser Basis-Sedimente "Gausalsandsteinschiefer", die man als Aquivalent der Mellsenningruppe betrachtet.

Aus den Darstellungen O. HOLTEDAHL's (1960) über die Entstehung des Espedalen Komplexes lässt sich auch die Geschichte dieser Gesteine herauslesen. Eine Wiederholung dieser bekannten Arbeiten scheint sich zu erübrigen. Es handelt sich um kristalline Schiefer, die sich in der Hauptsache als umgewandelte tonig-sandige Ablagerungen deuten lassen. Bei der Umwandlung dieser Gesteine bildete die Regionalmetamorphose die grösste Rolle. (Kontaktmetamorphose) - Umwandlung durch den Aufschub der Decke war nur in geringem Masse beteiligt.

Im Arbeitsgebiet treten Gesteine dieser Gruppe im NW auf. Es sind dünn-schiefrige bis plattige, ebenflächige Gesteine, von vorwiegend dunkler Farbe. Haupabsonderungsfläche ist die Schieferungsfläche (parallel dem sedimentären "s"). Gut aufgeschlossen sind die SW-NE streichenden und nach NW einfallenden Gesteine (Phyllite) an der Strasse nach Sakbu ca. 1 km NW des Hotels "Dalseter". Anstehend und in ihrem tektonischen Verhalten zu studieren sind sie vor allem an SW-Ende des Sees Breisjöen.

Über den Basissetimenten folgt mit tektonischem Kontakt das Espedal Massiv.

Bevor nun die im eigentlichen Interesse der Untersuchungen stehenden sogenannten "Jotun-Eruptive" besprochen werden, soll kurz auf die Valdres-Sparagmite eingegangen werden, soweit sie zur Erfassung des Gesamtbauplans von Wichtigkeit sind. Auf eine detaillierte Bearbeitung dieser Gesteinsgruppe konnte im Zusammenhang der vorliegenden Problemstellung nicht eingegangen werden. Arbeiten hierüber sind in Vorbereitung und gehören insbesondere zum Arbeitsbereich von Herrn J. O. Englund.

2. Valdres-Sparagmite.

Diese Gesteine findet man vor allem um die Höhen Ruten und Sprenpiggen verbreitet. Auf dem Wege von Rutli Seter nach Ruten (1513 m NN) gelangt man in immer höher metamorphe Gesteine dieser Gruppe. Derartige Erscheinungen werden im allgemeinen mit Überschiebungsdecken erklärt. Eine, für den vorliegenden Fall, zutreffende Interpretation.

Die von B. DIETRICHSON (1945) an der Grenze Valdressparagmit-Jotuneruptiva lokal angezeigte konkluomeratische Ausbildung ist in Wirklichkeit allgemein kennzeichnend für diese Gesteine. So konnte sogar in den höher metamorphen Bereichen dieser Gruppe, um die Gipfelregion des Sprenpiggen, Gerölle mit Durchmessern bis zu 4 cm beobachtet werden. Die dort anstehenden Gesteine liegen heute als Gneise mit den Hauptgemengteilen Biotit, Feldspat und Quarz vor. Der biotit bildet gewöhnlich grössere Flatschen und zusammenhängende Partien, welche im "s" eingeregelt sind. Oft wird er durch Feldspatporphyroblasten verdrängt, um die er sich dann flaserig anordnet.

Auf der Höhe Ruten (1513 m NN) kennt man Bereiche, die von ptygmatischer Fältelung erfasst oder auch von konkordant eingelagerten sauren Mobilisaten durchgesetzt sind. Die meisten Neosompartien lassen sich wohl durch partielle Aufsmelzung ohne Zufuhr sauren Fremdbestandes erklären.

Eine interessante Varietät dieser Gesteinsgruppe kann einige 100 m nordwestlich des auf der Höhe 1065 befindlichen Sees Grinstji studiert werden.

Während diese Gesteine hier (mit tektonischem Kontakt?) zwischen den Jotun-Eruptiva und den oben beschriebenen,gneissigen Sparagmiten liegen, wurden sie auf den Höhen Leppek und Bratskaret (1307m) auf der Westseite des Espedal-Sees, mit allmählichem Übergang und eindeutig sedimentär im Hangenden zu den Gabbro-Gesteinen gefunden. Der dieser dort konkordanten Abfolge, gemeinsame Beanspruchungsplan ist Beweis für einen gleichwertigen, tektonischen Transport auf das kambro-ordowizische Vorland, womit die stratigraphische Eingliederung dieser Valdres-Sparagmite ins Eocambrium und schliessfolgend die der Jotun-Eruptiva im Prökambrium ermöglicht ist.

Eingebettet in eine Matrix amphibolitischer Zusammensetzung zeigen diese Gesteine tektonisch gestreckte, helle, im wesentlichen wohl aus Feldspat bestehende Fragmente unterschiedlicher Grössenanordnung.

Innerhalb der entlang der Westseite des Espedal-Sees auftretenden Valdres-Sparagmite können neben dem zuletzt erwähnten Ausbildungsgrad weitere Varietäten unterschieden werden. Neben feinkörnigen, hell-dunkelgrünen, schiefrigen Gesteinen und grobkörnigen Konglomeratlagen mit unterschiedlicher Geröllführung (auffallend sind hier dichte gelbgrüne, im wesentlichen wohl aus Epidot bestehende Gerölle) kennt man dort auch hellgraue bis lichtgrüne, äusserst feinkörnige Partien mit einsprenglingsartigen, gut begrenzten (?) Kristallen. Möglicherweise handelt sich hier um Kristalltuffe.

Ebenfalls zur Gruppe des Valdres-Sparagmite zu rechnen sind Kalksilikatfelse. Sie sind über eine Fläche von wenigen qm aufgeschlossen, wo der Bach Skurva von Frederiks Sr kommend mit nahezu rechtem Winkel nach SE umbiegt. Diese mächtigen Zwischenlagen zerfallen in 1-5 cm dicke Platten. Ihre Farbe ist hellgrün. Auf Querbrüchen erkennt man isoklinale Spitzfalten.

3. Mylonite.

Diese Gesteine markieren den tektonischen Kontakt zwischen Valdres-Sparagmiten und Jotun-Eruptiva. Die Überschiebungsgrenze

ist gut aufgeschlossen und im Gelände weithin sichtbar. Seine Hauptverbreitung hat dieses Gestein im SE von Ruten (1513), wo das sehr harte und gegen die Verwitterung äusserst widerstandsfähige Gestein einen hohen Gipfel bildet. Das Streichen ist generell NE-SW und spiegelt die kaledonische Streichrichtung wieder. Das Einfallen ist NW gerichtet. Das im Bruch hell-schwarzgraue Gestein ist gewöhnlich äusserst feinkörnig und feinschichtig. Mitunter erkennt man grössere Feldspatkörper in einer extrem feinkörnigen Grundmasse, welche im allgemein "s"lisenartig ausgezogen sind. Wo derartige, stark deformierte Feldspäte an Zahl zunehmen, kommt es zum Auftreten einer grobkörnigen Varietät innerhalb dieses Komplexes. Die Mächtigkeit des Gesteins lässt sich auf Grund der tektonischen Überptägung schwer abschätzen, dürfte aber einige 10 m nicht übersteigen.

4. Jotun-Eruptiva.

Die in der Tiefe geprägten kristallinen Gesteine des Bergen-Jotunstamms (GOLDSCHMIDT 1916), in späterer Zeit nahe der Oberfläche abgelöst und als Deckenkörper verfrachtet, zeigen starke Variationen in Korngrösse und Mineralzusammensetzung. Neben den sporadisch auftretenden Ultrabasiten (Pyroxeniten) nehmen vor allem gabbroide und anorthositische Gesteine weite Areale ein. Von Gesteinen eindeutig magmatischer Prägung zu gebänderten und heterogen aufgebauten Typen kennt man alle Übergänge. Neben der äusserst wechselvollen Beschaffenheit ist das Fehlen magmatischer Kontakterscheinungen bezeichnend.

Die bereits erwähnten Deckenstrukturen (Valdres-Sparagmite liegen auf den Jotun-Eruptiva und letztere den Miogeosynkinal-Sedimenten diskordant auf) finden sich auch innerhalb der Jotun-Eruptiva wieder. Sie ermöglichen eine Untergliederung in zwei grössere tektonische Einheiten. Durch eine kaledonisch angelegte abscherungsfläche getrennt, überlagert eine überkippte Einheit bestehend aus Gabbro-Gesteinen und schichtigen Typen unterschiedlicher Zusammensetzung, den im SE angrenzenden Komplex weiterer Jotun-Eruptiva. Derartige durch tektonische Linien verursachte Unterbrechungen erschweren die Aufschlüsselung des Werdeganges dieser Gesteine. Dennoch soll an dieser Stelle versucht werden auf die Lagerungsverhältnisse einzugehen, so wie sie sich von Geländebeobachtungen ableiten lassen.

Den überwiegend massigen Anorthositen folgen im stratigraphisch höherem Niveau Besteine gabbroider Zusammensetzung. An der Grenze treten linsenförmige Pyroxenite auf. Alle diese Typen werden von älteren Bearbeiteren des Gebietes (GOLDSCHMIDT 1916, DIETRICHSON 1945) als Differentiationsprodukte eines noritisch-zusammengesetzten Stammagmas erklärt. Den oben erwähnten Lagerungsverhältnissen zufolge, würde das bedeuten, dass die Anorthosite vor den Basiten bzw. Ultrabasiten zur Kristallisation gelangten oder aber eine Trennung in zwei, die Basite und Ultrabasite bzw. Anorthosite bildende Kristallteile eingetreten ist, wobei die Kristallisation schon soweit fortgeschritten war, dass Intrusionen nicht mehr möglich waren. Zutreffender aber erscheint mir die Auffassung, gestützt auf das häufiger Auftreten gebänderter heterogen zusammengesetzter Typen und das einheitliche Streichen der Paralleltextur eine tektonische bzw. metamorphe Überprägung einer ehemalig schichtigen Abfolge anzunehmen. Wie die Kartierung erwies, ist das s-Flächenstreichen der Jotun-Eruptiva im ganzen Arbeitsgebiet wie auch der Verlauf der meisten geologischen Grenzen vorwiegend NW SE gerichtet. Neben hauptsächlich NE-Einfällen konnten auch s-Flächen mit SW-Einfällen gemessen werden, wodurch sich Mulden- und Satterstrukturen ergeben.

Makroskopische Beschreibung:

Gabbro-Gesteine.

Diese Gesteine, die man trotz Unterschiede in der Korngrösse allgemein als mittelkörnig bezeichnen kann, sind soweit makroskopisch erkennbar durch die Mineralkomponenten Feldspat und Pyroxen gekennzeichnet. Der Pyroxen zeigt sich unter der Lupe in Form xenomorpher Körner von grüner bis schwarzer Farbe. Er gibt dem Gestein den dunklen Farnton. Wie sich immer wieder zeigt, unterliegt die Korngrösse und auch das Mengenverhältnis von Pyroxen und Feldspat vielen Schwankungen. Neben rein körnigen Gesteinen finden sich auch deutlich paralleltexturierte Typen. Auffallend ist das relativ hohe spezifische Gewicht dieser Gesteine. Neben makroskopisch erkennbarer Magnetkiesimprägnation werden weitere Erzminerale vermutet.

Wie eingangs bereits erwähnt baut sich ^{die} obere tektonische Einheit innerhalb der Jotun-Eruptiva im wesentlichen aus den oben beschriebenen Gabbro-Gesteinen auf. Die nahe der Überschiebungsfäche liegenden, tektonisch überprägten Gesteine zeichnen sich

durch im mm-Bereich liegenden Lagenbau aus. Graugrüne-dunkelgrüne schiefrige Gesteine wechsellagern mit hellen, feldspatreichen Partien.

Anorthosite.

Ihr Aussehen unterliegt auf Grund der mengenmässig stark wechselnden mineralogischen Zusammensetzung grossen Schwankungen. Den ausserordentlich pyroxen-reichen Abarten am Fusse der Graahöene 1200 m NN (vereinzelt erreichen pyroxene Kantenlängen bis zu 5 cm und mehr) stehen wesentlich lichtere, feldspatreichere Gesteine um die Gipfelregion (1445) gegenüber. Oft geht das massive, richtungslos-körnige Gefüge allmählich in eine anisotrope Varietät über. Nordöstlich der Graahöene nähert sich der Anorthosit einem Babbro. Der Übergang vollzieht sich allmählich und ist durch das gelegentliche Auftreten von Granat gekennzeichnet. Auf der SE-Seite der Höhe 1443 liegt konkordant zum s eingelagert ein Ganggestein noritischer Zusammensetzung. Auf angewitterten Flächen zeigt das Gestein deutlich sein ophitisches Gefüge.

Pyroxenite.

Diese Gesteine zeigen im frischen Zustand eine dunkelgrüne, meist jedoch tief schwarze Farbe. Die im Gelände meist zu beobachtende Braunfärbung an der Oberfläche ist auf eine Umsetzung infolge oxydierender Einflusse bei der Oberflächenverwitterung zurückzuführen.

Auf die an diese Gesteine gebundene Ni-Vererzung wird in einem späteren Kap. eingegangen.

III. Tektonik.

Die Beschreibung des Gebirgsbaues stützt sich im wesentlichen auf die Kartierung im Maßstab 1:25.000 und Gefügeuntersuchungen an Ausbissen.

Bevor im folgenden auf Einzelbeobachtungen eingegangen wird, welche dann als Unterlagenmaterial für eine Konstruktion tektonischer Vorgänge herangezogen werden, sei kurz auf Vorstellungen älterer Autoren eingegangen.

Dass hochmetamorphe Gesteine mit tektonischem Kontakt einer nicht oder schwächer metamorphen Unterlage aufliegen, ist ein gewöhnliches Erscheinungsbild im norwegischen Hochgebirge. TÖRNEHOLM (1903) erkannte zwischen den im Metamorphosegrad so unterschiedliche Einheiten mylonitisierte Zonen und damit die inverse Lagerung. Als Wurzel der nach SE überschobenen Massen nahm er den Geosynklinalkern an. Aus diesem Faltengraben stammen nach BUBNOFF (1930) auch die im vorigen Abschnitt geschilderten Eruptiva, die "aktiv plutonisch oder passiv tektonisch über das altkristalline Vorland und seine nicht metamorphe Decke geschoben wurden".

B. DIETRICHSON hat bei seinen Untersuchungen in den Jahren 1941-43 nachstehende Gesteinsabfolge erkannt, die HOLTEDAHL (1960) bestätigt. Danach liegen über eokambrischen Gesteinen in rascher Wechselfolge kambrische Schiefer unterschiedlicher Mächtigkeit. Die im Hangenden folgende Phyllitserie bildet bewöhnlich die Basis der Schubmassen.

Die Jotun-Eruptiva liegen über dieser normalstratigraphischen Abfolge. Deutlich ragen sie aus der Landschaft heraus. (DIETRICHSON (1945) spricht vom Vorland des Jotunheimmassivs, welches sich aus Schubmassen aufbaut, die in Form relativ dünner Decken aus dem NW nach SE auf die Südseite der Jotunsynklinale geschoben wurden).

Im Arbeitsgebiet lassen sich insgesamt 3 tektonische Einheiten unterscheiden, die jeweils zu liegenden Falten mit NNE streichenden Achsen gehören. Zuoberst liegen die Valdres-Sparagmiten. Mit tektonischem Kontakt folgt darunter der durch eine Überschiebungsfäche zweigeteilte Komplex der Jotun-Eruptiva. Mit der obersten tektonischen Einheit, den Valdres-Sparagmiten, und der darunter folgenden ersten tektonischen Einheit innerhalb

der Jotun-Eruptiva, liegt uns jeweils der überkippte Teil einer liegenden Falte vor. Auf diesen Komplexen folgt im Liegenden eine in sich nahezu komplette, liegende Falte, bestehend aus Jotun-Eruptiva unterschiedlicher Zusammensetzung. Hierzu siehe Profilskizze.

Die einzelnen Einheiten sind von Mylonitzonen getrennt, die sich in kaledonischer Streichrichtung verfolgen lassen. Das vorherrschende Streichen NW-SE wurde in einer späteren Faltungsphase angelegt. Möglicherweise wurde der Gesamtkomplex von einer dritten Faltungsphase erfasst, wodurch es zur Anlage von 50° streichenden Schuppenzonen kam.

IV. Vererzung und Nebengesteine.

KJERULF (1880) kommt kurz auf die Nickel-Vorkommen in Espedal zu sprechen. Wie BUBNOFF (1930) sieht auch er in den Nickelerzen Differentiate innerhalb basischer Intrusiva. Bei Schneiderhöhn findet man diese Lagerstätten unter den Liquidmagmatischen Lagerstätten erwähnt, ohne dass er speziell auf die vorliegenden Verhältnisse eingeht. DIETRICHSON (1945) und Holtedahl (1960) besprechen in knapper Form das Auftreten von nickelhaltigem Magnetkies in Pyroxeniten innerhalb des Espedal-Massivs, ohne weiter auf Einzelfragen einzugehen.

Die Kiesvorkommen im Gebiet vom Espedal liegen im gebirgigen Teil des Komplexes. Die meisten Vorkommen liegen am Fusse des Hohenzuges Graahöene verstreut. Eine Grube befindet sich am SW-Ende des Espedal-Sees.

Die Abbaue wurden im letzten Jahrhundert angelegt. Es handelt sich um jeweils m-breite schräg angelegte Einbaue oder kleinere Pingen. Vermutlich mit dem Auffinden der neukaledonischen oder der kanadischen Vorkommen kam es zum Stillstand des Bergbaues.

1. Beschreibung der Vorkommen.

- 1a. Drei Einbaue befinden sich oberhalb des Gehöftes Soeterheim, welches man von der Ortschaft Megrund aus bequem mit dem Auto erreichen kann. Ein schlechter, nicht für jedes Auto eigneter Fahrweg führt hinauf zur Alm (1090 m NN). Von dort erreicht man den ersten Einbau nach ca. 15 minutigem Aufstieg. Es handelt sich hier um einen 50 m langen und einige 10 m tiefen Einbau der parallel zum Streichen angelagt ist. Einige 100 m weiter oben liegen bei (1240 m und 1270 m NN) zwei weiter kleinere Vorkommen aneinander gereiht.

Das Erzvorkommen liegt in der oberen, der beiden innerhalb der Jotun-Eruptiva unterschiedenen tektonischen Einheiten. Die im uneteren Grubenbereich vorherrschende Streichrichtung von 90° ändert sich gegen die weiter hangaufwärts liegende Einbaue auf 30 - 40°. Das Einfallen beträgt 40 - 60° bzw. NW. Die unterschiedlichen Gesteintypen sind überwiegend Gabbroider Zusammensetzung. Primär-Bänderung ist oft gut erhalten, mitunter jedoch durch fortgeschrittene Anatexis verloren gegangen. Wenige 10 m oberhalb des ersten Einbaues tritt entlang einer 140° streichenden Störung eine grössere Pyroxenit-Linse zutage. Die an Pyroxenit gebundene Vererzung im Gruben-

Bereich mag ursächlich mit diesem Körper zusammenhängen. Vererzung findet man jedoch auch innerhalb der Gabbro-Gesteine, die sich im Hangenden an start mylonitisierte Gesteine anschliessen. Gesteine und Vererzungszonen bauen zusammen eine konkordante Abfolge auf. In diesem Zusammenhang wird auf weitere kleinere Pingen jenseits der südlich der Gruben verlaufenden Taleinschnittes hingewiesen. Hier entnommene Proben zeigen deutliche Bänderung, verursacht durch abwechselnde Anreicherung von erzreichen und erzarmen, amphibolitischen Lagen. Auch dieses Vorkommen ordnet sich konkordant in die angrenzende Gesteinsabfolge ein.

II. 2a.

Dieses Vorkommen liegt unmittelbar oberhalb des Gehöftes Gammelseteren, welches mit dem Fahrzeug von Eggan aus zu erreichen ist.

Unterhalb und oberhalb des Einbaues stehen graue, körnige Anorthositen an. Im Grubenbereich sind zusammen mit den erzführenden Pyroxeniten auch Gesteine gabbroider Zusammensetzung aufgeschlossen. Fig. 2 zeigt Gesteinsabfolge und tektonische Deutung.

3.

Dieses Vorkommen erreicht man nach ca. 3/4-stündigem Aufstieg über den alten Fussweg, der vom Gehöft Gammelseteren direkt zum Grubengelände führt.

Die Vererzung ist über ca. 50 m in streichender Fortsetzung durch einen mehrere 10 m tiefen Einbau aufgeschlossen. Auffallende Begleitgesteine in diesem Grubenbereich sind schiefrige Gesteine unterschiedlicher Mineralzusammenstellung. Neben überwiegend deutlich paralleltexturierten, anorthositischen Gesteinen treten dunkle Zwischenlagen amphibolitischer Zusammensetzung auf. Diese Serie streicht ca. 140° und lässt sich nach NW und SE weiterverfolgen. Sie unterlagert die erzführenden Pyroxenite und Gabbro-Gesteine.

4.

Das Vorkommen befindet sich am NE-Hang der Graahöene und ist von der zuletzt beschriebenen Grube nach einem 30-minütigen Fussmarsch zu erreichen.

Kleinere Pingen gingen dort innerhalb von Pyroxeniten auf die

Vererzung um. Auffallendstes Begleitgestein ist ein granat-führendes Quarz-Feldspatgestein, von DIETRICHSON (1945) als Jotun-Sediment bezeichnet. Dieses Gestein (Mylonite?) wurde innerhalb der Gabbro-Gesteine des Arbeitsgebietes in mehreren Horizonten angetroffen.

Das zuletzt genannte Vorkommen, die oberhalb Storfjeldros S^r in NW-SE Richtung aneinander gereihten zwei Nickelgruben und auch das am SW-Ende des Espedal Sees bekannte Vorkommen (über den alten Fussweg von Vassenden aus zu erreichen) sind sich, soweit makroskopisch erkennbar, in ihrer Paragenesis und in ihren Nebengesteinen ausserordentlich ähnlich. Die Vererzung ist jeweils an Pyroxenite gebunden, die sich zwischen Gabbro-Gesteinen und Anorthositen einordnen.

V. Abschliessende Bemerkungen.

Die Auffassung älterer Bearbeiter, es liege eine Differentiations-abfolge vor, muss in Frage gestellt werden. Es gibt nichts, was eindeutig für grossräumig angelegte, derartige Prozesse spricht. Das heutige Bild (Textur- und Mineralzusammensetzung) ist allein durch die Metamorphose bedingt. Alle Gesteine wurden unter den Bedingungen der Granulitfazies metamorphisiert. Dennoch zeigt der Komplex deutlich seinen primären Lagenbau. Auf die "stratigraphische" Abfolge Anorthosit, Pyroxenit, Gabbro wurde im Text schon öfters hingewiesen. Innerhalb der Gabbro-Gesteine ist Primäränderung selbst mm-Bereich noch sichtbar. Daneben kann man alle Stufen einer fortschreitenden Anatexis bis zur Palingenese beobachten. So gibt es alle Übergänge von dunklen, paralleltexturierten, gabbroiden Gesteinen zur lichteren, feldspatreichen Typen bis zu völlig homogenisierten Pyroxen-, Plagioklas-Gesteinen, sprich Anorthositen. Dennoch möchte ich die mögliche Schlussfolgerung die Anorthositen als Anatexite der Gabbro-Gesteine ohne fremde Stoffzufuhr zu deuten, vorerst nach dahingestellt sein lassen. Mikroskopische Untersuchungen im kommenden Winter sollen unter anderem auch zur Klärung dieser Sache beitragen.

Im Laufe der Kartierung zeigte sich innerhalb des gesamten Arbeitsgebietes eine mehr oder minder starke Magnetkies-imprägnation in Gabbrogesteinen (weitere Erzführung wird vermutet)

Eventuell bauwürdige Gehalte treten allerdings lediglich sporadisch auf und konnten somit nicht in Zonen ausgehalten werden.

Die im wesentlichen an Pyroxenite gebundenen Nickelvorkommen ordnen sich stratigraphisch zwischen Gabbro und Anorthosit ein und sind heute an Muldenzonen gebunden, die durch die im Text bereits besprochene zweite Faltungsphase zur Anlage kamen. Die in generellen Streichen liegenden Anorthosite repräsentieren im allgemeinen die entsprechenden Sattelzonen. In diesen Bereichen bleibt das Einfallen der "s"-Flächen oft flach. Kaledonisches Streichen zeigt hier den ersten Faltungsakt an. Durch ihn wurde der Gesamtkomplex in mehrere, zu einer liegenden Falte gehörende, tektonische Einheiten zerlegt. Durch diesen unter dem Kapitel Tektonik näher erläuterten zweifachen, tektonischen Vorgang wurde die vermutlich schon in erster Anlage nicht durchhaltende Vererzung intensivst zerschert, sodass aller Wahrscheinlichkeit nach nicht mit grösseren,nickelführenden Pyroxenitvorkommen zu rechnen ist. Allerdings zeigt das in den Grubenbereichen auf Halde geschüttete Erz recht hohe Nickel-Kupfer-Gehalte. 1,5 bis 2% Ni-Cu werden geschätzt; pentlandit-führenden Magnetkies vorausgesetzt. Eventuell noch vorhandene Vorräte können durch Oberflächenbeobachtungen nicht abgeschätzt werden. Mit geophysikalischen Messungen sollte man jedoch die erzreichen Pyroxenite erfassen können.

Der Vorschlag, die im SW-Ende des Espedal Sees gelegene Grube geophysikalisch detailliert zu untersuchen, ist bei entsprechenden Ergebnissen auf die anderen bekannten Grubenbereiche zu übertragen. Darüberhinaus bietet sich oberhalb Grasgarli S^r am Westufer des Espedal Sees gelegen, ein weiteres Teilgebiet für genauere geophysikalische Untersuchungen an. Allerdings steht für diesen, an Vererzungen reichen Bereich, die Kartierung noch aus. Zusammen mit den dort in unmittelbarer Nähe auftretenden Pyroxenit-Vorkommen bietet sich dieses Gebiet für weitere geologische Untersuchungen im nächsten Jahr an.

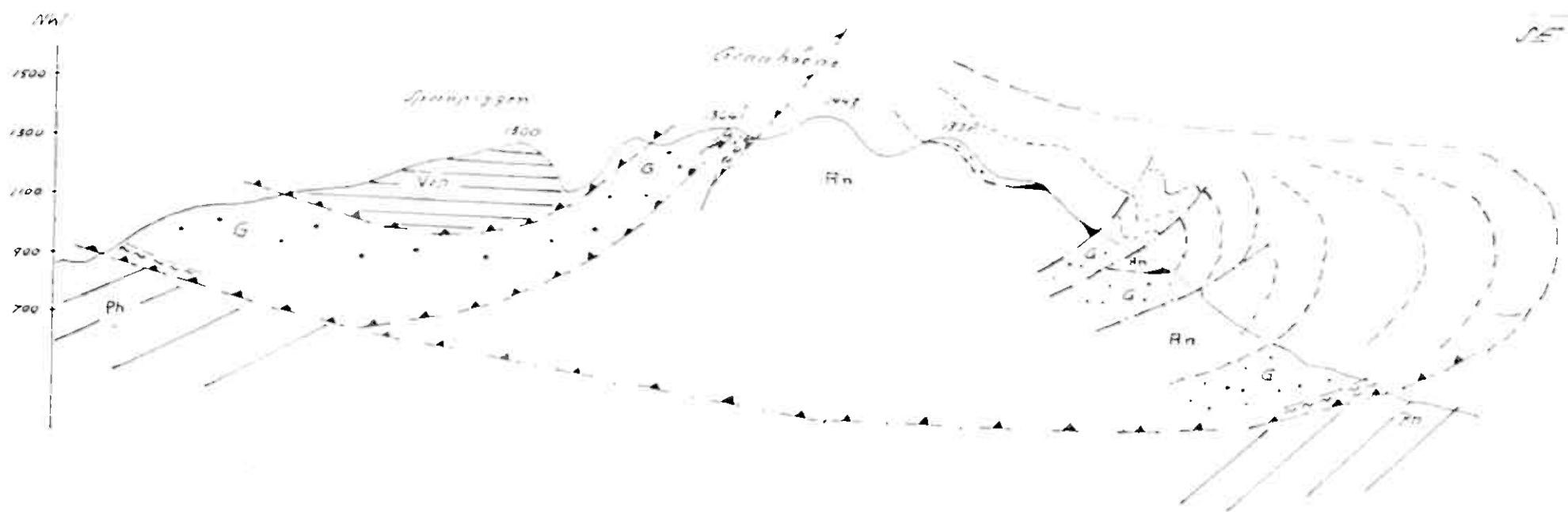
Werner Fleckenstein
(sign.)

Schemaprofil

Fig. 1



Fig. 2. Lethal dose about 15 gamma doses.



Übersicht

second half December

morning

Intermediate Story

your George

Magistrat über 1000000 Taler überschuldet.

Myrtle

 Valdres - Gravsmøkk

卷之三

88] *Myrrh*

100 *100*

