



Bergvesenet rapport nr BV 3890	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering
Kommer fra ..arkiv	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

Tittel

Rapport ueber das nickelerzfuerende Gebiet von Bruvann-Råna in Ofoten und das Kupfererzfeld von Middavarre in Kvænangen.

Forfatter Foslie, Steinar	Dato Des. 1941	Bedrift
------------------------------	-------------------	---------

Kommune Ballangen Kvænangen	Fylke Nordland	Bergdistrikt Nordlandske	1: 50 000 kartblad 13311 18344	1: 250 000 kartblad
-----------------------------------	-------------------	-----------------------------	--------------------------------------	---------------------

Fagområde Historisk Geologi	Dokument type	Forekomster
Råstofftype Malm/metall	Emneord Ni Cu	

Sammendrag

Rapport über das nickelerzführende Gebiet von
Bruvann-Råna in Ofoten und das Kupfererzfeld
von Middavarre in Kvænangen.

Von Staatsgeolog Steinar Foslie, Dezember 1941.

In August und teilweise September 1941 habe ich eine Untersuchung des Bruvann-Rångabietes in Ofoten durchgeführt, und dabei 9 Tage auf eine Reise nach, und eine summarische Untersuchung vom Middavarrefelde in Kvænangen verwendet, alles im Auftrage von Fangel & Co. als Repräsentant von "Erzgesellschaft" in Berlin.

Meine Aufgabe war eine geologische Untersuchung der betreffenden Gebieten, auf Grundlage dieser Resultate Pläne für die künftigen Diamantbohrungen festzulegen, und für das Bruvannsfeld auch die Rohrplätze vorbereiten zu lassen.

Als Grundlage diente für das Bruvannsfeld die topographische Karte von H. H. Hornemann 1937, verkleinert bis 1:2500. Diese Karte ist ein Croquis, nur mit Messband aufgenommen, und entsprechend ungenau. Die geologische Kartierung war daher verhältnismässig Zeitraubend. Die westlichste Ende der Karte ist so unrichtig, dass ich für dieses Gebiet auf die Flugkarte verweisen muss.

Für das Gebiet zwischen Bruvannsfeld und Råna diente als Grundlage neu aufgenommenen Flugkarten im Maßstab etwa 1:15000, die zu Verfügung gestellt waren. Diese Karten waren zu dem Zwecke gut geeignet, und erlaubten die geologischen Strukturen sehr genau festzulegen. Nur möchte ich bemerken, dass ein etwas grösserer Maßstab von 1:10000 die Orientierung bedeutend erleichtern würde, in einem Gebiete mit so wenigen topographisch erkennbaren Festpunkten wie hier. Man muss auch daran aufmerksam sein, dass bei so weitwinkligen Aufnahmen (beinahe 5 km Blattkanten von 3,5 km Höhe) und bis 700 m. Höhenunterschied des Geländes, bedeutende Verzerrungen in der Peripherie auftreten. Weder Distanzen, noch Winkel können daher in diesen Gebieten ohne weiteres genau gemessen werden. Für das allgemeine Strukturbild spielt dies indessen keine Rolle.

Weiter habe ich für die magnetischen Messungen von Dr. Fromholz das nötige Liniennetz im Bruvannsfelde und im Rånbogenfelde östlich von Råna ausgestockt, und vom letztgenannten Felde sowie vom Saltvannsfelde weiter östlich geologische Kartencroquis in 1:1000 aufgenommen.

Die Hauptresultate sind in diesen verschiedenen Karten niedergelegt. Im Folgenden kann ich mich daher verhältnissmässig kurz fassen, indem ich auf mein früheres Exposé von Oktober 1940 über die allgemeine Geologie der Gegend verweise, und nur die neueren Resultate bespreche.

Das BRUVANNSFELD

Geologie.

Trotz der starken Überdeckung von Moräne und Verwitterungsschutt ist es gelungen, auf der beigelegten Karte die Grenzen des Peridotittfeldes von Bruvann einigermassen genau festzulegen. Nur im Tale unterhalb des Stollenmundlochs ist der Verlauf dieser Grenzen noch unbekannt.

Die gelbe Farbe bezeichnet vollkommen überdecktes Gelände, aber auch sonst ist wirklich festes Gestein im Peridotittfelde nur teilweise sichtbar.

Zusammen mit Enstatitgesteinen (hell violett) bildet der Peridotitt (dunkel violett) einen zusammenhängenden Eruptivkörper von 1500 m. Länge und 450 m. maximaler Breite, innerhalb welcher die Erzimpregnationen zu suchen sind.

Das Studium zahlreicher Dünnschliffe hat gezeigt, dass Variationen nach Art und Menge primärer wie sekundärer Mineralien zwar vorhanden sind, dass man aber vom erzgeologischen Gesichtspunkte nur die zwei genannten Gruppen zu unterscheiden braucht. Gemeinsam für beide ist ein rhombischer Pyroxen, welcher chemisch an der Grenze zwischen Enstatit und Bronzit steht, sowie sekundär gebildete Amphibole, vor allem Cummingtonit und Anthophyllit.

Die Peridotite haben Olivin als zuerst auskristallisiertes Hauptmineral. Der nächstfolgende rhombische Pyroxen kristallisiert daher in grosse, schimmernde, oliven-umschliessende Individuen, die kürzerhalb Bronzite genannt wird. Bei der Verwitterung ragen diese grossen Kristalle porphyrtig hervor, und charakterisieren das Gestein. Nur wenn der Olivingehalt ausnahmsweise in dunitischer Richtung ansteigt, treten sie zurück.

In den Enstatitgesteinen spielt Olivin im Allgemeinen keine Rolle, rhombischer Pyroxen ist als Hauptmineral zuerst auskristallisiert und bildet daher dünne Nadeln oder Prismen, welche der Gesteine einen mehr oder weniger seidenartigen Glanz verleihen. Das Mineral wird kürzerhalb Enstatit genannt.

Die zwei Gesteinstypen sind also leicht zu unterscheiden, der chemische Unterschied ist aber nicht sehr bedeutend, und scheint hauptsächlich in schwankendem Kieselsäuregehalt zu bestehen. In den Bohrkernanalysen scheinen sie dadurch charakterisiert zu sein, dass die Peridotite einen säureunlöslichen Rest von im Allgemeinen un-

halb 60 % hinterlassen, die Enstatitgesteine dagegen im Allgemeinen mehr als 70 %.

Sehr scharfe Grenzen giebt es nicht zwischen ihnen. Sie gehen in einander über, und zeigen oft bandförmiger Wechsel. Von praktischer Bedeutung ist es, dass die wertvollen Imprägnationen nur in den Peridotiten auftreten. Zwar sind die Enstatitgesteine auch oft mit Sulfiden imprägniert, haben aber bis jetzt nur ausnahmeweise bis zu 0,30 % Ni ergeben. Auf der anderen Seite sind sie an der Oberfläche bedeutend fester, und viel besser für das Ansetzen von Bohrlöcher geeignet.

Die eigentlichen Enstatitgesteine treten am reichlichsten im östlichen Ende des Feldes auf, im Steigehänge gegen das Hochgebirge. Von hier aus bilden sie einen mächtigen Keil westwärts bis zum 1060 m-Punkt der Basislinie, und teilen das Peridotitfeld in eine nördliche und eine südliche Zunge und eine isolierte Kuppe oben im Hochgebirge. Möglicherweise ist der früher bekannte Enstatithorit am Bohrloch 1 eine isolierte Fortsetzung dieses Keiles.

Die bisher bekannten reichen Erzimprägnationen treten an beiden Seiten dieses Keiles auf. Der Verlauf der Enstatitgesteine gegen der Tiefe und ob sie an Mächtigkeit zu-oder abnehmen ist bis jetzt sehr wenig bekannt, ist aber von Bedeutung zu entscheiden.

Mit diesen ziemlich nahe verwandt, aber etwas feldspatführend ist eine homogene Zone (Braune Punkte der Karte), die die östliche und südliche Begrenzung des Peridotitfeldes bildet. Die Zone ist im Allgemeinen bis 30 m breit, erfährt aber westlich vom Bohrloch 10 eine bedeutende und anscheinend flachfallende Erweiterung. Das kleine schraffierte Feld nördlich des Bohrlochs ist ein gefalteter, granatführender, dunkler Hornblendeschiefer, in dieser Umgebung fremdartig, und offenbahr ein Einschluss.

An der Südseite der genannten Zone folgt die Hauptgrenze des Eruptivfeldes gegen sedimentäre Granatglimmerschiefer in grosser Mächtigkeit und mit südliches Einfallen. In der Nähe der Grenze sind sie aber überall steil aufgerichtet.

Auch längs der Ostgrenze des Peridotitfeldes gegen Norit ist es gelungen, wenige Meter mächtige Glimmerschiefer zu konstatieren. Sie sind nur an einzelnen Stellen am Tage sichtbar, bilden aber offenbar eine mehr oder weniger kontinuierliche Zone mit steiles, westliches Einfallen, und aufwärts bis zur Curve 620 m der Karte verfolgbar.

An der westlichen Ende des Peridotitfeldes (am Bruvannsfluss) biegen die Glimmerschiefer herum, und bilden irgendwo im überdeckten Gelände offenbar auch die Nordgrenze des Feldes. Etwa 200 m westlich vom Stollenmundloch ist eine solche Grenze an einer Stelle sichtbar. Sie steht vertikal, streicht aber gegen südost und entspricht vielleicht einen Keil von Glimmerschiefer, die ziemlich weit ins Peridotitfeld fortsetzen mag.

Weiter östlich wird die Nordgrenze von einem leicht verfolgbaren, steilen Böschung gegen hellen, grobkörnigen Norit gebildet. Im Osten stehen etwas dunklere Norite, teilweise mit kleinen Kuppen oder Schlieren von ultrabasischen Gesteinen. So begegnet man am Gipfel von Arneshesten eine nordwärts streichende Zone, die von einem Gewirre enstatitischer und noritischer Gesteine besteht, nur von kleinen Peridotitfeldern begleitet. Zwar sind die Gesteine teilweise rostig, es besteht aber hier keine Aussichten, brauchbare Erze finden zu können.

Noch grösstenteils unbekannt sind die Fallrichtungen der Gesteinsgrenzen. In diesen massiven Gesteinen können sie am Tage nicht sicher bestimmt werden. Zwar bekommt man den Eindruck, dass die allgemeine Fallrichtung südlich ist, und die bisherigen Bohrungen deuten in derselben Richtung. Man darf aber nicht damit rechnen, dass dies konstant ist. So fällt die Ostgrenze deutlich gegen West ein, die Fallrichtung der Südgrenze ist noch ganz undefinierbar und auch sonst kommen Unregelmässigkeiten vor. Gegen der Tiefe mögen Umbiegungen vorkommen, die von massgebender Bedeutung wären. Die Bohrungen müssen daher so angelegt werden, dass diese Frage möglichst gelöst wird.

Es ist Schade, dass nur ein Teil der alten Bohrkernen aufbewahrt ist. Wo ich sie habe kontrollieren können, hat es sich nähmlich gezeigt, dass die visuelle petrographische Bestimmung von 1937 sehr unsicher gewesen ist. Im Bohrloch 10 z.B., von 179 m. Gesamtlänge, wurde das durchgebohrte Gestein von 46 m. bis zur Ende als Peridotit bezeichnet. In Wirklichkeit ist beinahe 9/10 des Loches im Liegenden der Peridotit gehobt, und dieses Gestein trifft erst bei 160 m ein. Wie die geologische Karte zeigt, geht das Loch auch grösstenteils parallel der Streichrichtung.

Der Stollenbetrieb 1941.

Der Stollen ist in ungefähr 400 m Meereshöhe angebrochen, 28 m südlich des 760 m-Punktes der Basislinie. Sein Nullpunkt liegt 7 m innerhalb des Ansatzpunktes, wo festes Gebirge anfängt. Von hier an ist er in der Richtung $0,20^{\circ}$ S getrieben, und hatte, wenn dieses geschrieben wird, 227 m erreicht. Wegen verhältnismässig starkes An-

steigen wird er hier ungefähr 4 m höher liegen. Bei 211 m hat er das Bohrloch nr. 6 in etwa 50 m schräge Tiefe getroffen, ungefähr wo es erwartet werden sollte. Nach spätere Mitteilung wurde bei 251,5 m Bohrloch I getroffen, also etwa 20 m ausserhalb des Profilplans. Bis 135 m habe ich es kontrollieren können. Das Gestein ist bis dort ein ziemlich einförmiger Peridotit mit grossen Bronziten der gewöhnlichen Typus. Die einzige Ausnahme ist bei etwa 80 m ein anderthalb Meter mächtiger Einschluss von Granatglimmerschiefer, an der Grenze lokal mit Querfasern von Gedrit (Al-anthophyllit.)

Das Bohrloch nr. 12 steht 16 m vom Mundloch des Stollens. Es ist vertikal, 57 m tief, und durchbohrt ausschliesslich Peridotit mit im Durchschnitt 0,05 % Ni und 0,14 % S, also sehr sulfidarm. Abgesehen von lokalen Imprägnationen direkt beim Anbruch des Stollens ist der äussere Teil von dieser auch sehr sulfidarm, und keine Analysen wurden gemacht. Ein lokaler Imprägnation bei 48 m ergab:

48 m 0,18 % Ni, 0,55 % S.

Von 91 m an wurde auf meine Veranlassung regelmässige Analysen für jede 5 m gemacht. Die Proben sind vom Betriebsleiter J.S. Johansen ausgenommen. Sie sind nicht Durchschnittsproben der betreffenden Strecken, aber für den Ausnahmepunkt möglichst repräsentativ. Von 161 m an sind solche Proben für jeden Meter analysiert worden.

Die Resultate sind unten zusammengestellt:

91 m	0,12 % Ni	176 m	0,332 % Ni	206 m	0,601 % Ni
96 "	0,23 " "	177 "	0,343 " "	207 "	0,332 " "
101 "	0,115 " "	178 "	0,256 " "	208 "	0,465 " "
106 "	0,114 " "	179 "	0,300 " "		
111 "	0,156 " "	180 "	0,373 " "		
116 "	0,110 " "	181 "	0,388 " "		
121 "	0,109 " "	182 "	0,226 " "		
126 "	0,091 " "	183 "	0,252 " "		
131 "	0,212 " "	184 "	0,384 " "		
136 "	0,200 " "	185 "	0,349 " "		
141 "	0,130 " "	186 "	0,289 " "		
146 "	0,198 " "	187 "	0,456 " "		
151 "	0,162 " "	188 "	0,491 " "		
156 "	0,198 " "	189 "	0,425 " "		
		190 "	0,480 " "		
161 "	0,418 " "	191 "	0,431 " "		
162 "	0,319 " "	192 "	0,444 " "		
163 "	0,115 " "	193 "	0,376 " "		
164 "	0,244 " "	194 "	0,487 " "		
165 "	0,141 " "	195 "	0,513 " "		
166 "	0,215 " "	196 "	0,563 " "		
167 "	0,264 " "	197 "	0,380 " "		
168 "	0,152 " "	198 "	0,325 " "		
169 "	0,534 " "	199 "	0,522 " "		
170 "	0,301 " "	200 "	0,548 " "		
171 "	0,342 " "	201 "	0,547 " "		

172 m	0,340 % Ni	202 m	0,570 % Ni
173 "	0,349 " "	203 "	0,620 " "
174 "	0,279 " "	204 "	0,541 " "
175 "	0,339 " "	205 "	0,528 " "

Die Analysen zeigen also, dass von 0 bis 168 m die Imprägnationen ganz ohne Interesse sind. Von 169 bis 186 m ist der Durchschnitt 0,33 % Ni, und erst von 187 m an können die Imprägnationen als "normale Erze" für das Gebiet bezeichnet werden, mit Durchschnittsgehalt von 187 bis 208 m = 0,493 % Ni.

Bohrungen werden zeigen, ob reichere Imprägnationen vom Stollen vorbeigegangen sind, sonst ist die lange, taube Strecke natürlich eine ernsthafte Einschränkung des möglichen erzführenden Gebietes.

Grundlagen für weitere Bohrungen.

Zwei Umstände erschweren die Bohrungen in diesem Felde. Erstens ist das Gebiet stark moränenbedeckt. Dieses gilt, wie die geologische Karte zeigt, vor allem im dessen unteren Teilen, wo die Decke im allgemeinen so mächtig ist, dass es praktisch unmöglich wird, Ansatzpunkte für die Bohrlöcher durch Abräumungen zu verschaffen.

Zweitens zeigen die Olivingesteine wenn sie zum Tage hinaustreten, und vor allem in unbedeckten Hügeln und Anhöhen, eine sehr starke Verwitterung. Diese ist weniger eine rein chemische Verwitterung, sondern mehr ein sandiger Desintegration. Teils werden sie von einem gelbbraunen Verwitterungssand bedeckt, was an und für sich nicht so schlimm ist. Das Gestein ist aber von zahlreichen Diaklasen durchsetzt, und von diesen Diaklasen schreitet die sandige Verwitterung vorwärts, so dass die Gesteine mehr oder weniger als Ruinen aussehen. In den schlimmsten Fällen bekommt man letzten Endes runde Blöcke festen Gesteins in mehr oder weniger losen Massen eingelagert, welches sich nicht durchbohren lässt.

Es zeigt sich auch, dass man in der Bohrungsperiode 1937 bedeutende Schwierigkeiten in dieser Hinsicht gehabt hat. An zahlreichen Stellen im Felde sieht man missgelungene Arbeiten in der Moräne und im Gestein, und in einigen Fällen mussten schon angefangene Bohrlöcher wieder eingestellt werden.

Ein schematischer Bohrungsplan, wie ich in meinem Exposé von Oktober 1940 provisorisch im Bureau aufgestellt habe, ist daher un-durchführbar. Selbst im Felde war das Auffinden geeigneter Bohrplätze eine schwierige Aufgabe.

Ich habe daher vorgeschlagen, dass die Bohrungen im

unteren Teile des Feldes ausschliesslich von Stollen ausgehen. Dadurch fallen die oben genannten Schwierigkeiten weg, und die Bohrungen können schon im Winter angefangen werden.

An der Tagasoberfläche kann man zwei der alten Bohrplätze wieder benutzen, 6 neue, hoffentlich brauchbare, sind vorbereitet, dazu noch einer als Reserve. Siehe die Karte. Die Plätze sind wo möglich ausserhalb der eigentlichen Peridotitgesteine gewählt. Beim wichtigen Bohrplatz 13 wurde die Gesteinsoberfläche erst nach Abteufen durch etwa 5 m Moräne getroffen, und ist daher hoffentlich genügend frisch. Wenn irgendeines dieser Bohrlöcher versagen sollte, wäre es in einigen Fällen schwierig oder unmöglich sein, bessere Plätze aufzufinden. Bei einer weitgehenden Aufbohrung der Lagerstätte von Tage aus ist also die Freiheit ziemlich eng begrenzt. Unter dieser Umständen wäre es vorteilhaft, den Stollen wo möglich allmählig weiterzutreiben, oder wenigstens daran vorbereitet zu sein.

Bohrplan 1942.

Die Bohrungen haben zwei Ziele, erstens über die allgemeine Verbreitung der Erze innerhalb des Peridotitfeldes aufzuklären zu kommen, und zweitens deren weiteren Aufbohrung für eine Massenberechnung. Für das weitere Planen ist es natürlich wichtig das erstgenannte im grossen und ganzen vorzugehen zu lassen, obschon man daran vorbereitet sein muss, viele taube Löcher zu bohren. Es ist auch wichtig, die Löcher in einer gewissen Reihenfolge einander folgen zu lassen, um überflüssige Bohrungen zu vermeiden.

Unter diesen Gesichtspunkten habe ich das Problem genau studiert, und schlage den folgenden Bohrplan vor:

Bohrungen vom Stollen. (Blaue Linien auf der Karte.)

Es ist zweckmässig, die meisten Bohrungen hier parallel mit dem alten Bohrprofil I - II - IV zu legen, also nicht ganz quer zum Stollen, sondern in etwa 75° Winkel zur Stollenachse. Die nordwärts gehenden Löcher werden 20° Neigung abwärts von der horizontale gegeben, die südwärts gehenden werden horizontal gebohrt.

Zuerst bohrt man zwei lange Löcher, die am besten im schon fertig gemachten Querschlag bei 105 m angesetzt werden. Dan folgen zwei Löcher bei 160 m, deren Längen an den Resultaten der vorhergehenden angepasst werden, dann ein Loch nordwärts im inneren Ende des Stollens. Weiter folgen 3 Löcher im äusseren Ende des Stollens, etwa bei 10 m, oder wo man sicheres Gestein kriegen kann. Das letzte von diesen wird in etwa NWW

Richtung gegen Bohrplatz im Tage gerichtet, und mit 40° Neigung, um den überdeckten Talschle zu untersuchen. Zuletzt bohrt man ein vertikales Loch bei 160 m.

Diese 9 Löcher werden zweckmäßig St. 1, St. 2 u.s.w. nummeriert. Die Analysenproben werden durch Kernspaltung ausgenommen, die restierenden Hälften in Kerkisten aufbewahrt, wenigstens bis sie petrographisch untersucht sind.

Also:

	Lage	Winkel gegen Stollenachse.	Neigung	Länge, etwa	
St. 1.	105 m	75°	20°	160 m.	(bis Noritgrenze)
St. 2.	105 "	75°	0°	160 "	(längst möglich)
St. 3.	160 "	75°	20°	85 "	?
St. 4.	160 "	75°	0°	100 "	(unbestimmt)
St. 5.	230-40 m.	90°	20°	100 "	
St. 6.	10 m.	75°	20°	160 "	(bis Noritgrenze)
St. 7.	10 "	90°	0°	160 "	(längst möglich)
St. 8.	10 "	ca. 38°	40°	150 "	
St. 9.	160 "		90°	150 "	
				etwa.	<u>1225 m.</u>

Bohrungen vom Tage. (Rote Linien auf der Karte).

Im Bohrprofilplan I - II - IV wird das alte Bohrloch IV (5° Neigung, etwa 80 m Länge) weitergebohrt bis wenigstens 150 m. am besten aber bis zur Noritgrenze, die ungefähr bei 230 m zu erwarten wäre.

Das neue Bohrloch 13, welches leider 7-8 m ausserhalb der Profillinie platziert werden muss, wird vertikal bis wenigstens 160 m Tiefe gebohrt. Das Resultat hier wird entscheiden, ob man in diesem Profile noch weiter südlich bohren soll.

Zwischen dieses Profil und das Profil der alten Löcher VIII - IX giebt es nur einen Angriffspunkt, nämlich in der Nähe von 1065 m der Basislinie. Hier werden zwei Löcher angesetzt, und parallel des vorherigen Profiles gebohrt, Nr. 15 nordwärts in 30° Neigung bis zur Noritgrenze, etwa 150 m, und Nr. 14 südwärts in 45° Neigung, wenigstens 160 m. Dieses Loch ist nicht günstig, weil es vermutlich in der Nähe der Fallrichtung verläuft. Man hat aber keine Wahl, wenn nicht der Stollen bis zu dieses Profil verlängert wird. In diesem Falle wäre es viel günstiger, es durch Bohrungen vom Stollen zu ersetzen.

Das alte Profilplan VIII - IX ist auf der beigelegten Figur dargestellt. Die meisten Bohrkerne sind nicht aufbewahrt, aber die Gesteine sind so weit wie möglich eingetragen. Wie man sieht, geht das Bohrloch 9 ungefähr parallel der Fallrichtung, wenn nicht eine grosse Umbiegung vorhanden ist. Über die Erzführung dieses Loches kann man daher noch keine weitgehenden Schlüsse ziehen. Am südlichen Hügel ist ein Bohrplatz vorbereitet, von wo das Bohrloch 16 mit 40° Neigung im alten Profilplan, quer zur Basislinie gebohrt wird. Seine Aufgabe ist teils die Nordgrenze der feldspatführenden Enstatitgesteine festzustellen, teils die Erze von Bohrloch VIII und IX zu überqueren. Die Länge wird wenigstens 250 m.

Am alten Bohrplatz IX wird ein vertikales Loch Nr. 17 bis wenigstens 120 m. Tiefe hinuntergebohrt, um eine eventuelle Verbindung zwischen den Erzen in Bohrloch VIII und IX zufolge von Umbiegung des Einfallens zu konstatieren.

Von derselben Bohrplatz wird auch am besten der östliche und wenig bekannte Teil des Peridotitfeldes untersucht durch ein Bohrloch 18, parallel zur Basislinie ostwärts mit 30° Neigung. Es muss bis zum Enstatitfels oder am besten zum Glimmerschiefer getrieben werden, und wird etwa 250 m lang.

Das Resultat von Bohrloch 15 wird entscheiden, ob auch das Bohrloch VIII verlängert werden soll. Es hat offenbar keine natürliche Grenze erreicht, und eine Verlängerung von z.B. 70 m wäre wünschenswert.

Bei 105 m nördlich vom 1250 m - Punkt der Basislinie ist an der relativ steilen Abhang ein Bohrplatz vorbereitet. Nordwärts mit 40° Neigung bis zur Noritgrenze (etwa 150 m) wird nur dann gebohrt, wenn die westlicheren Löcher einigermassen günstige Resultate erwiesen haben.

Eine eventuelle Bohrung südwärts hängt vollkommen von der Fallrichtung ab, die man im vorigen Bohrprofil gefunden hat. Wenn es sich zeigen sollte, dass ein solches Loch etwa parallel der Fallrichtung verlaufen würde, versucht man besser das alte, missgelungene Loch am südlichen Hügel wieder aufzunehmen, um in demselben Profile nordwärts zu bohren.

An der Kurve 620 m des Gebirgsabhangs ist ein Bohrplatz vorbereitet, um die oberste Peridotitkuppe zu untersuchen. Zwar ist dieser nicht sehr versprechend, es hat aber den Anschein als ob sich der Peridotit hier gegen der Tiefe stark verengt, so dass man die Gelegenheit hat, die Bodenteile der Peridotit zu untersuchen. Länge bis zur Noritgrenze etwa 140 m.

Endlich ist ein Bohrplatz vorbereitet im westlichen Teile des Gebietes, 240 m WSW vom Stollenmundloch. Von hier wird mit 45° Neigung ein Gegenloch zum Bohrloch St. 8 getrieben. Länge etwa 190 m. Gestrichelt sind auch einige Alternative eingezeichnet für die weitere Untersuchung der westlichen Teile. Darüber wird erst später beschlossen. Es sei nur bemerkt, dass der Abstand zur Peridotitgrenze westwärts viel kürzer ist, als es auf der geologischen Karte den Anschein hat. (Siehe Flugkarte).

Die Gesamtlänge der vom Tage aus in erster Linie zu bohrenden Löcher wird daher:

Bohrloch IV	150	m
" 13	160	" +
" 14	160	" +
" 15	150	"
" 16	250	"
" 17	120	" +
" 18	230	"
" IX	70	"
Gegenloch zu St. 8	100	"
	1400	m

Dazu eventuell:

Profil 1250, nord	150	m
" " südlich	130	"
Hochgebirge	140	"
	400	m

Dazu eventuell weitere westliche Löcher.

Es ist selbstverständlich, dass dieser ein Idealplan ist, der während der Arbeit modifiziert werden kann, vereinfacht oder erweitert. Damit sollte man einen klaren Überblick bekommen haben über das Auftreten von Erzen im Peridotitfelde. Nur der südliche Grenzzone bleibt wenig untersucht, weil die Aussichten dort gering sind. Für die Zukunft bleibt dann nur noch übrig, die eventuell gefundenen Erze mittelst einiger Löcher weiter gegen der Tiefe zu verfolgen.

Magnetische Probemessungen.

Dr. Fromholz hat mittelst einer Schmidtschen Wäge der Askaniawerke drei Profillinien über das Bruvannsfeld gemessen. Er wird gewiss selbst darüber berichten, es sei hier nur bemerkt, dass keine so sichere Intensitätsunterschiede zwischen imprägnierter und unimprägnierter Peridotit zu konstatieren waren, dass sie praktische Verwendung finden können. Dagegen schien das Glimmerschiefergebiet einen etwas abgeschwächten Intensität gegenüber Peridotit zu zeigen. Nur in einer Stolle wurde ein sehr deutlicher Indikation nachgewiesen, nämlich 45 m

nördlich vom Bohrloch 1, über dem dortigen Imprägnationserze. Er war aber nur lokal, und konnte im Streichen nicht verfolgt werden.

Flotationsversuche und Nebenprodukt.

Bekanntlich war die Voraussetzung für den ganzen Bohrplan, dass im voraus einigermassen günstige Flotationsresultate erreicht werden konnten. Betreffend die Versuche, die jetzt bei Ferd. Egeberg im Gange sind, habe ich in Verbindung mit seinem Flotationsingenieur Holter gestanden. Die ersten Resultate scheinen die besseren Resultate von Kristiansand 1938 zu bestätigen, bei Verwendung derselben Methode, und ohne ungewöhnliche Zerkleinerung. Dabei ist es auch gelungen, einen ziemlich reinen Olivin zu flotieren, in einer Menge von etwa 44 % des Rohgutes.

Dieses ist in zwei Hinsichten von Bedeutung. Erstens wird es in dieser Weise wahrscheinlich gelingen, die Menge von silikatgebundenes Nickel im Erze einwandfrei festzustellen. Zweitens öffnet sich die Möglichkeit, ein eventuell verwendbares Nebenprodukt in grossen Massen herzustellen. Holter hat die Herstellung von feuerfestem Olivinziegel nach der Methode von Professor Goldschmidt vor Auge gehabt. Ich habe diese Frage auf der richtigen Stelle untersucht, aber es zeigt sich dass es kaum gehen wird. Der Eisengehalt des Olivins von Bruvann (etwa 11 % FeO) liegt an der oberen Grenze für diesen Zweck, etwa 50 % mehr wie im bis jetzt verwendeten Olivin vom westlichen Norwegen. Dazu kommt, dass das Flotationsprodukt zu feinkörnig ist. Es konnte daher höchsten in kleineren Mengen als Zusatz verwendet werden, und zu entsprechend geringeren Preisen.

Dagegen könnte man an eine Verwendung zu Herstellung von metallischem Magnesium denken. Dazu wird bekanntlich jetzt vorwiegend gebrannter Dolomit verwendet, mit etwa 40 % MgO. Unser Olivin sollte, wenn Al-frei, theoretisch etwa 48 % MgO enthalten, und das Mineral ist wie bekannt in Säure ziemlich leicht löslich. Die Schlacke, die man beim direkten, elektrischen Schmelzen der Peridotit erhält, hat 38,5 % MgO und dabei 6 % Al_2O_3 , indem andere Minerale dabei sind, und ist kaum verwendbar.

Die chemisch-metallurgischen Fragen in Verbindung mit Verwendung von Olivin anstatt gebrannter Dolomit, dass heisst SiO_2 anstatt CaO zu entfernen, kann ich nicht beurteilen. I.G. Farbenindustrie ist ja mit der Fabrikation von Magnesium sehr vertraut. Ich schlage Ihnen daher vor, dass Sie dieser Gesellschaft den Auftrag geben, die betreffenden Fragen zu bearbeiten, dabei auch die Gleichzeitige Gewinnung

des Silikatnickel. Eine eventuelle Magnesiumfabrik in Verbindung mit der Nickelgewinnung würde ja die Sachlage bedeutend verbessern.

Ich möchte auch Ihre Zustimmung haben, den reinen Olivin mineralchemisch analysieren zu lassen. (Preis 150 Kr.).

Das Gebiet zwischen BRUVANN und RÄNA.

Die Geologie dieses Gebietes ist auf der beigelegten Flugkarte eingeszeichnet. Da nur die schon bekannten Gesteinstypen über die ganze Strecke auftreten, brauche ich sie nur kurz zu behandeln.

Während die westliche Begrenzung des ganzen Eruptivfeldes gegen steil aufgerichteten Granatglimmerschiefer nördlich streicht, findet man unter den Peridotiten und ihren Begleitgesteinen eine hervortretende O-W-Richtung, ganz wie am Bruvann. Diesen Peridotitzügen entspricht eine stufenweise Verschiebung der Westgrenze, die ganz wie Verwerfungen aussieht. Da die Glimmerschiefer an diesen Stufen umgebogen und stark gefaltet sind, handelt es sich wenigstens nicht um Spaltenverwerfungen.

Schon 400 m nördlich von der Nordgrenze der Bruvann-Peridotit begegnen wir ein neues, O-W streichendes, aber viel kleineres Peridotitfeld, das über die westliche, unzugängliche Steilböschung des Gebirges hinausstreicht. Es wird auch von einer Zunge von Glimmerschiefer begleitet, die sich weit ins Eruptivfeld hineinzieht, und den vorher besprochenen schmalen Glimmerschiefer am Ostgrenze der Bruvann-Peridotit ungefähr entspricht. Das Peridotitfeld hat kein Anzeichen an Erzimprägnationen von Bedeutung, und braucht nicht untersucht zu werden.

Das ausgedehnte Noritgebiet von hier nordwärts bis zum Arnesfelde ist zwar nicht einheitlich. Es enthält einige nordwärts streichende Züge von Enstatitgesteinen mit kleinen Peridotiten, ganz wie im Arneshesten. Zwar sind die Gesteine oft ziemlich rostig, die Verrostung betrifft aber offenbar wesentlich noritische Gesteine, deren Imprägnationen erfahrungsgemäß ganz nickelarm sind. Da die Peridotite hier ganz unregelmässig und klein sind, halte ich das Gebiet für wertlos, und habe es auch nicht in Detail karitert. Es umfasst Schölbergs Ausmasse X - XIII.

Im nördlichen Teile der Karte tritt eine Reihe von mehr oder weniger parallelen Peridotiten auf, mit dazwischenliegenden Enstatitgesteinen, welche letzteren in diesem Gebiete mächtiger und mehr verbreitet sind als irgendwo sonst. Dazu kommt, dass einige

der Peridotite gar keine scharfe Grenzen gegenüber Enstatitgestein zeigen, sondern selbst mehr Enstatit als gewöhnlich führen. Zuweilen tritt sogar eine Art von Bänderung auf, mit wechselnden olivinfreien und olivinführenden Bändern. Wo eine Fallrichtung überhaupt wahrgenommen werden kann, ist sie immer nördlich. Es ist möglich, dass diese Verhältnisse eine Rolle für den Nickelgehalt der Sulfide spielt, wenigstens zeigen die wenigen Analysen, die hier bis jetzt gemacht worden sind, entschieden niedrigere Gehalte als im Bruvannsfeld.

Dieses Gebiet wird mit dem Sammelnamen Arnesfelder bezeichnet. Es wird von dem tiefen, nordwärtslaufenden und stark überdeckten Stordalen in zwei Teile geteilt. Es gehört teilweise Schölberg und teilweise Björkäsen.

Die nördlichste, ziemlich überdeckte Peridotitzone scheint überhaupt nicht geschürft worden zu sein. Weiter bergaufwärts gegen Süden folgen mächtige Enstatitgesteine, wo ich diesen Sommer ausgedehnte, aber ganz arme und feinkörnige Imprägnationen konstatierten konnte. Eine Analyse wurde daher gemacht (U.N. Heidenreich) mit dem Resultate:

0,85 % S, 0,036 % Ni.

Dieses entspricht etwa 2,2 % Sulfide mit ganz unbedeutend Nickel, in Übereinstimmung mit den sonstigen Erfahrungen von diesen Gesteinen.

Die nächstfolgende mächtige Peridotitzone ist mit Björkässens Ausmassen B, III (siehe Karte) bis B.VI, nordostwärts belegt. Sie bildet eine Stufe im Bergabhang, ist wenig überdeckt, gut sichtbar mit der für Peridotite gewöhnlichen gelbbraune Verwitterungsfarbe, aber keine Anzeichen von Erz oder aussergewöhnliche Verrostungen. Nur im Steilabhang westlich von B.III sieht man rote Verrostungen, die von Sulfidimprägnationen herstammen müssen. In enstatitreicher Peridotit liegt hier das früher erwähnte Övre Arnes Schurf, wo die beste Analyse 2,42 % S, 0,31 % Ni, 0,12 % Cu gezeigt hat. Es ist zugleich die bis jetzt beste Analyse des ganzen Gebietes, steht aber mit nur 5 % Ni in reinen Sulfiden weit hinter dem Bruvannsfelde.

Weiter südwärts folgt eine Reihe von Peridotitzonen innerhalb Enstatitgesteinen über etwa 300 m Breite. Östlich von Stordalen sammeln sich diese in der Hauptsache in ein einziges Peridotitband. Alles dieses gehört Schölberg, ausgenommen 2 Ausmasse von Björkäsen im südwestlichen Teile, nämlich B.II (siehe Karte) und B.I. weiter östlich. (Jedes Ausmass hat in Norwegen eine Länge von 280 m). Von Björkässens Anteil gilt genau dasselbe, was ich von B. III-B.VI

gesagt habe. In keinen von seinen Feldern sind irgendwelche Untersuchungsarbeiten gemacht worden. Bei B.II zeigte eine Probe an der Tagesoberfläche nur 0,10 % Ni und 0,03 % Cu (Kristiansand).

Im Gebiete Schölb ergs sind 3 grössere Schurfgräben gemacht worden, die an der Karte vermerkt sind, westlich, in und östlich von Stordalen. Alle drei liegen im Peridotit mit etwas rötlicher Verrostung, sind aber teilweise zugeschüttet. Heute sieht man sehr wenig Imprägnationen darin. Analysen sind mir auch nicht bekannt. Es sei aber bemerkt, dass trotzdem 2 von ihnen etwa 4 m Tiefe erreicht haben, sind sie offenbar nicht ins frische Gestein gekommen.

Von den letzten Ausmassen Björkässens, B. VIII - B:XII ist nur zu sagen, dass sie ganz ausserhalb des Eruptivfeldes im westlichen Glimmerschiefergebiet liegen, und absolut wertlos sind.

Was die verschiedenen Schürfe im Norit betrifft, verweise ich auf mein Exposé 1940. Sie sind hier überhaupt nicht behandelt, da sie in dieser Verbindung ohne Interesse sind.

Wie es aus der obigen Darstellung hervorgeht, verspreche ich mich nicht sehr viel von diesem Gebiete. Um ein endgültiges Urteil fällen zu können, muss man zwar ein Paar Bohrlöcher ins frische Gestein gebohrt haben. Dieses kann meiner Meinung erst dann in Frage kommen, wenn die Bohrungen am Bruvann fertig sind, und zwar mit günstigem Resultat, so viel mehr als die in Frage kommenden Bohrlöcher im Arnesgebiete transportmässig sehr ungünstig liegen, und verhältnissmässig teuer werden.

Die eventuellen Bohrlöcher sollten folgendermassen plaziert werden:

1. Gegen Schurfgraben östlich von Stordalen,
2. " " in Stordalen.
3. Am Rande der Steilabhang NW von B.III.

In allen 3 Fällen wird mit etwa 40° Neigung südwärts quer durch die Peridotitzonen gebohrt.

Das RÄNBÖGENFELD.

Dieses Feld kurz östlich von Räna wurde als typisch für die sulfidreicherer Erzen in Norit ausgewählt, um die magnetischen Probemessungen von Dr. Fromholz durchzuführen. Nur deswegen wurde es wieder besucht. Es zeigte sich, dass seit meiner letzten Befahrung in 1918 keine neuen Arbeiten ausgeführt waren. Ich habe daher nichts neues über den Wert dieser Lagerstätte hinzufügen.

Dagegen habe ich ein Liniennetz für diese Messungen ausgesteckt, und gleichzeitig eine geologische Kartenskizze in 1 : 1000 ausgeführt, die auch die gegenseitige Lage der 5 Schurfsarbeitspunkten zeigt. Wegen der starken Überdeckung kann Erz ausserhalb diesen Stellen nicht gesehen werden. Sie liegen alle innerhalb der Norit, aber dicht an der Grenze gegen Peridotit.

Magnetisch wurde in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit nur die Profile 120, 140, 220, 240, 260 und 280 m. gemessen. Auffallend war, dass bei Schurf II wo die besten Erze anstehen, magnetisch fast gar keine Indikationen vorhanden waren, möglicherweise wegen flachem Einfallen zufolge von lokalen Faltungen. In den oberen Profilen wurden sehr deutliche, aber schmale Indikationen gefunden, die stärksten ungefähr der Peridotitgrenze entlang, und nicht genau mit den alten Schürfen übereinstimmend. Unter diesen Umständen wäre es wünschenswert, solche Messungen auch ins unbekannte und ganz überdeckte Gebiet weiterzuführen, und die Resultate durch kleine Schurfgräben zu untersuchen.

Über eventuelle Bohrungen gilt dasselbe, was ich von diesen im Arnesgebiet gesagt habe, ausgenommen dass Ränbogen sehr leicht zugänglich ist. Eventuelle Löcher sollten in den Profilen 120 und 260 m plaziert werden, und in südlicher Richtung mit 30-40° Neigung quer durch die etwa 90 m breite Peridotitzone gebohrt werden. Im Peridotit sind zwar keine nennenswerte Imprägnationen wahrgenommen, sehr wenig ist aber sichtbar.

Das Feld von SALTVIKANN.

Dieses früher erwähnte kleine Peridotitfeld liegt 5 Km. östlich von Räna, in etwa 500 m Meereshöhe. Es ist aber relativ leicht zugänglich, und man kann wahrscheinlich ohne weiteres mit Pferde und Schlittenkufer dorthin fahren.

Ich habe die beigelegte geologische Karte in 1 : 1000 aufgenommen, wo alle die geologischen Observations, die jetzt gemacht

werden können, eingetragen sind. Das Hauptfeld der Peridotit hat eine O - W Länge von etwa 200 m und 75 m maximaler Breite. Es bildet einen Hügel mit sehr steilem Nordabhang. Das Gebirge ist ziemlich nackt, zeigt die gewöhnliche gelbbraune Verwitterung, aber keine Anzeichen an wirklicher Verrostung oder Erzimprägnationen.

Der Peridotit hat indessen einen Ausläufer gegen Süden, wo rötliche Verrostung ziemlich verbreitet ist, und wo man in zwei alten Strossen bedeutende Imprägnationen wahrnehmen kann. Wegen Zuschüttung konnte keine Durchschnittsproben genommen werden. Ein typisches Handstück wurde indessen 1918 analysiert. Analyse I. Für Kontrolle wurde diesen Sommer ein neues Handstück genommen, und diesmal von Heidenreich analysiert. Analyse II.

Ni	Cu	S	Ungelöst.	Ni im reinen Sulfid
I. 0,82 %	0,06 %	3,65 %	40,0 %	8,9 %
II. 0,67 %		2,99 %		8,8 %

Es handelt sich also um Imprägnationen von genau derselben Typus wie bei Bruvann. Es sei aber bemerkt, dass die Proben ziemlich nahe an der Oberfläche genommen sind.

Das Gebiet, wo solche Verrostungen wenigstens teilweise auftreten, hat eine grösste Länge N-S von 70 m und eine Breite von etwa 40 m. Es ist also ziemlich begrenzt. Ich kann aber empfehlen, dieses Feld aufzubohren. Zwar ist an keiner Stelle in diesen Gesteinen eine Fallrichtung wahrnehmbar. Die Plazierung der ersten Löcher wird daher etwas zufällig. Ich schlage vorläufig 3 Löcher vor, ein vertikales und zwei mit Neigung ostwärts, wie auf die Karte eingezeichnet. Gesamtlänge etwa 300 m.

Im Norit in der Nähe der Peridotitgrenze treten wiederum ausgedehnte Verrostungen auf, die auch sonst in diesem Gebiete an mehreren Stellen zu sehen sind. An zwei Stellen im Kartengebiete sind Schurfgräben in diesen Rostzonen getrieben und Schlieren von sulfidreicherem Erzen nachgewiesen. Da keine Analysen in diesem Gebiete vorher gemacht waren, möchte ich entscheiden, ob der sonst gültige Regel von Nickelarmut dieser Erze auch hier herrschte, und habe zwei Analysen bei Heidenreich machen lassen.

Schurf am Koordinat 0 m Nord, 15 m West. Analyse I.

" " " 75 " " , 120 " Ost. Analyse III.

Ni	Cu	S	Ni im reinen Sulfid.
I. 1,44 %	0,075 %	31,5 %	1,79 %
II. 0,50 %	0,17 %	16,1 %	1,21 %

Mit 1,2 - 1,8 % Ni in den reinen Sulfiden ist die Nickelarmut der Sulfide also offenbar.

Das M I D D A V A R R E F E L D, Burfjord, Kvenangen.

In diesem Felde hatte ich nur 3 Tage zur Verfügung. Da die Wohnhäuser in der Nähe der Grube nicht mehr vorhanden sind, war der Abstand vom Nachtquartier bis zur Grube etwa 7 km., die zu Fuss zurückgelegt werden mussten.

Aus diesen Gründen habe ich meine Untersuchungen auf das Erzrevier selbst - mitten im Eruptivmassiv von Middavarre - beschränken müssen, und das Verhältniss zu den interessanten umgebenden Raipassschichten nicht berücksichtigen können. Was die Lage und alle die generellen Verhältnisse betrifft, verweise ich daher auf Dr. W. Henkes Rapport von November 1939, die Ihnen bekannt sein wird.

Der Direktor der Gruben, Herr Worm Lund, der auch persönlich alle die elektrischen und magnetischen Messungen im diesem Gebiete ausgeführt hat, war zur selben Zeit anwesend, und konnte mir alles zeigen und seine Erfahrungen darüber äussern, was natürlich ein grosser Vorteil war.

Die Gesteine im ganzen Grubengebiet von Middavarre sind massive, basische Eruptivgesteine intrusiver Ursprung, ohne jede Paralleltextur, und sehr ähnlich denjenigen von anderen Grubengebieten in der Nachbarschaft, z.B. Käfjord in Alta. Es gibt zwei verschiedene Haupttypen, nach der mikroskopischen Untersuchung beide jetzt in Amphibolfacies, ohne dass irgendeine Presswirkung oder Dynamometamorphose wahrgenommen werden kann, nur jüngere Disklasse, die häufig sind.

1. Ein grobkörniger Cabbrodiabas mit langen Flagicklasleisten in ophitischer Struktur, und alle Pyroxene in Hornblende umgewandelt.
2. Ein dunkelgrünes, hornblenditisches Gestein ohne Spuren von Primärstruktur, wo auch das meiste der Flagicklassubstanz im Hornblendemolekül und Epidot mit eingegangen ist. Beide enthalten reichlich Titan in der Form von Titanitt.

Die zwei Typen wechseln mehrmals innerhalb des Erzreviers. Da sie beide aber den Erzgängen gegenüber ganz analog verhalten, hat ihre genaue Verbreitung in dieser Verbindung weniger Interesse.

Bituminöse Schiefer, die in den Raipassschichten so häufig sind, fehlen im Erzrevier. Nur in der östlichen Teil der Erzzone II habe ich ein ganz dünnes Lager gefunden. Diese Tatsache ist wichtig bei der Beurteilung der elektrischen Messresultate, da die Anwesen-

heit solcher gut leitenden Schichten bekanntlich grosse Unsicherheit hervorrufen können.

Nachweis und Verbreitung der Erzvorkommen.

Alle Erze kommen auf typischen Gängen vor. Auf ein paar Kupfererzgänge war es schon seit etwa 1900 dann und wann Kleinbetrieb unter der Name "Övre Middavarre Grube". Sonst sind, ausgenommen Malmkula, alle die hier behandelten Gänge durch elektrische und teilweise magnetische Messungen aufgefunden.

Diese haben gezeigt, dass zwei breite, parallele, ost-west-streichende Gangzüge ("Erzonen") auftreten, und dazu der Quergang Malmkula-Storskjerringen mit dem für das Gebiet aussergewöhnlichen Streichrichtung nord-süd. Ihre Lage ist auf die hier beigelegte Übersichtsskizze von Worm Lund eingezeichnet. Die scheinbare Unterbrechung zwischen Erzzone I. west und ost, ist nicht vorhanden. Nur sind die Gänge hier überwiegend Magnetitgänge, und daher für elektrische Messungen weniger geeignet.

Bei Malmkula und Storskjerringen hat produktiver Betrieb auf Eisenerz in 1937-38 stattgefunden. Bedeutende Schurfarbeiten wurden 1938 auf einer Anzahl der Indikationen in der Erzzone I. ost, durchgeführt, und die zugehörigen Gänge nachgewiesen. Die meisten liegen immer noch heute nur als elektrische Indikationen vor, im Gelände nicht wahrnehmbar. Diese Indikationen sind auf 3 Specialblätter eingezzeichnet, wovon Erzzone I. ost hier beigelegt ist, die anderen findet man in Dr. Henkes Rapport.

Kurz östlich der Blattgrenze verlieren sich die Indikationen vollkommen, im Westen tauchen sie unter sehr mächtige Schotterterrassen. Erst weit westlich, im Burfjordgebiet, sind sie hier und dort wieder gefunden. Das eventuelle Untersuchungsgebiet von Middavarre ist daher klar begrenzt.

Ich habe alle die Aufschlüsse genau untersucht, um eventuelle Bohrlöcher bestmöglich plazieren zu können. Die zahlreichen Detailobservationen, die man machen kann, sind schon in Dr. Henkes Rapport mitgeteilt, und ich brauche sie nicht hier zu repetieren. Die Aufschlüsse sind ja in der Zwischenzeit auch nicht besser geworden. Ich beschränke mich daher auf mehr allgemein erzgeologische Beobachtungen, die von Wert für die Beurteilung sein können.

Zuerst einige Bemerkungen über das Kartenmaterial. Wirkliche Karten über dem Gebiete, grösser als 1 : 200000 gibt es überhaupt nicht. Die Blätter, worauf die elektrischen Indikationen ein-

getragen sind, geben, wie man sehen wird, keine Kartengrundlage. Sie haben die einzige Aufgabe, diese Indikationen im Gelände wieder aufzufinden zu können.

Sie bestehen von einer Reihe von geraden und gemessenen Querprofile, von denen im Gelände nur die O-Punkte markiert sind. Hier steht ein mannshoher, rot angestrichener und gut sichtbarer Pfahl, mit eingebranntem Nummer des Profiles. Ich habe sie auf das Blatt mit blauen Ringen eingezeichnet. Zwischen ihnen gibt es, wenigstens in der Erzzone I. ost, keine ausgesteckte Basislinie. Die O-Pfähle folgen einfach nur die wichtigeren Gangzonen, und liegen daher oft im Zickzack. Wichtig ist es auch zu bemerken, dass die Abstände nicht horizontal, sondern nach dem Gelände gemessen sind, um genaueres Nachmessen zu erlauben.

Die Erzzänge bilden in der Hauptsache 3 verschiedene Typen, die wahrscheinlich mit einander verwandt sind, und kurz nach einander folgenden Erzbildungsstufen repräsentieren.

1. Eisenerzgänge. Zu diesen gehört der erwähnte Quergang, der bei Malmkula mit bis 3,5 m Mächtigkeit abgebaut ist, südwärts bis Storskjerringen magnetisch nachgewiesen ist, aber viel schmäler, und hier wieder mit etwa 1 m Mächtigkeit abgebaut. Hier schneidet er ein West-ost-streichender Gang genau derselben Art, mit etwa 1 m Mächtigkeit abgebaut, und mit staffelförmigen Abzweigungen in einer scheinbaren Streichrichtung.

Das Erz enthält 48-64 % Fe, sehr wenig P, und 0,5 bis 1 % S, von Einsprenglingen und Adern von Schwefelkies herstammend. Anschliffe zeigen reiner Magnetit ohne Spuren von Eisenglanz und ohne Entmischungen. Dünnschliffe zeigen einen Haufwerk von sehr kleinen Körnern und Kristallen von Magnetit. Diese liegen in einer Grundmasse von Feldspatleistchen in trachytoider Anordnung. Der Feldspat ist ein Oligoklas-Albit, etwa An_{12} , nachher Kurzweg Albit genannt. Damit stimmt auch die Berechnung der mehr volständigen Analysen, die für die reichsten Erze auf etwa 85 % Magnetit und 15 % Albit schliessen lassen. Freier Quarz ist fast gar nicht vorhanden.

Der helle, sogenannte "Gangstein", der bei Malmkula bisweilen mitten im Erz auftritt, ist einfach eine Anreicherung von Albit, nur mit Imprägnationen von Magnetit, und zeigt genau dasselbe Strukturbild. In Storskjerringen kommt allgemein etwas Karbonat hinzu, und die Gänge kriegen eine löscherige, rostige Verwitterungshaut.

Nach dem obigen muss ich diese Gänge als spätmagmatische Gänge Natronkeratophyrischer Verwandschaft betrachten. Eine unmittel-

bare Differentiation aus dem Gabbromagma kommt nicht in Frage, da die Erze beinahe titanfrei sind, der Gabbro aber relativ titanreich.

2. Magnetit-Schwefelkiesgänge mit Kupferkies.

Diese Gänge sind typisch für Erzzone I.ost, im Hochgebirge von Middavore, und geben die stärksten elektrischen Indikationen. Sie sind von den vorher genannten sehr verschiedenen und bestehen aus einem grobkörnigen Gemenge von Magnetit, Schwefelkies und Quarz, mit mehr oder weniger Kupferkies, aber ohne Albit. Sie sind gewiss hydrothermal, aber nach dem Magnetitgehalte zu urteilen, bei relativ hoher Temperatur gebildet.

Der Magnetit ist sehr eigenständlich. Er spaltet in grossen, oft gewellten und gefalteten Blätter, wie man es oft bei Eisenglanz und Ilmenit sehen kann. Man könnte an Pseudomorphosen nach Eisenglanz denken, bei der reduzierenden Wirkung der Schwefellösungen hervorgebracht. Anschliffe zeigen aber, dass nicht die geringsten Spuren von Eisenglanz vorhanden sind.

Ich habe auch die zwei Magnetittypen optisch spektrophotographieren lassen, aber selbst dadurch konnte kein Unterschied nachgewiesen werden. Beide zeigten ganz kleine Gehalte von Mangan und Titan, und etwa 0,01 % Vanadin.

Auch der Schwefelkies und Kupferkies wurden spektrophotographiert. Sie zeigten Spuren von Mangan, und von Cobalt und Nickel weniger als 0,01 %, für Co etwa gleich viel in beiden, für Ni etwas weniger im Schwefelkies.

Bei diesen Gängen ist viel gesprochen worden von einer eigenständlichen Übergang von Magnetit nahe an der Oberfläche in Schwefelkies weiter unten. Dies ist mir jetzt ganz klar, und ein rezentes Phänomen der Oxydationszone. Bis 1 - 1,5 m Tiefe sind die Sulfide oxydiert und ausgelaugt, der Magnetit aber nicht angegriffen. Zusammen mit etwas Quarz bleibt er allein zurück als ein an der Oberfläche etwas zusammengedrückter Magnetitgang. In Fällen wo überwiegend Sulfide vorhanden waren, können die Gangspalten oben ganz zusammenklappen, so dass am Tage beinahe nichts zu sehen ist. Diese Erfahrung hat man hier mehrmals gemacht.

Direktor Worm Lund hat die Meinung geäussert, dass diese Gänge gegen der Tiefe allmählich in reine Kiesgänge übergehen werden. Damit bin ich nicht einverstanden. Von wenige Meter Tiefe an ist die Mineralparagenese vollkommen primär, und es liegen keine Gründe vor, einen solchen Übergang zu erwarten.

Ein Handstück vom Profil 1160 m. ost zeigt einen Gang mit Gangmasse der Type I an beiden Wänden und Type II einigermassen scharf begrenzt in der Mitte, und somit die enge Verwandtschaft.

3. Kupferkies-Schwefelkiesgänge mit Kalkspat und Quarz.

Diese Gänge sind im allgemeinen schmal, bilden aber oft viele parallele Gangtrümmer in der Nähe von oder sogar innerhalb der anderen ost-west-streichenden Gänge. Gangminerale sind Quarz und grober Kalkspat. Kupferkies überwiegt Schwefelkies, aber oft sind beide sparsam. Der blättrige Magnetit kommt nur selten vor. Sie sind die jüngsten und bei der niedrigsten Temperatur gebildet. Bisweilen kann Kupferkies von dieser Periode in die ältere Gänge hineindringen. So wurde in einer Stelle in Storskjeringen dorbe Massen von Kupferkies-Schwefelkies im ostgehenden Magnetitgang gefunden.

Eventuelle weitere Untersuchungsarbeiten.

Die sulfidische Gänge von Middavarre sind noch zu wenig bekannt, um eine eventuelle Bauwürdigkeit zu ermitteln oder ganz abzulehnen. Vor allem gilt dies die Gänge der Type II, bei welchen sowohl die primäre Mächtigkeit wie die Kontinuität noch wenig bekannt sind. Dazu kommt, dass der Kupfergehalt in den verschiedenen Schürfen sehr stark schwankt, von ganz unbedeutend bis bedeutend. So zeigt eine Durchschnittsprobe von 40 m. Breite im langen, wassergefüllten Schurfgraben bei Profil 1250 m so viel wie 3,55 % Cu. Wenn dieses richtig ist, hat wohl allenfalls eine gewisse sekundäre Anreicherung stattgefunden.

Herr Worm Lund meint, dass diese Gänge auf Schwefelkies allein, mit Vorteil getrieben werden könnten. Dieser Meinung bin ich nicht. Zwar sind die Erzminerale grobkörnig und leicht zu separieren, aber die Bauwürdigkeit hängt meiner Meinung vor allem von einem genügenden Kupfergehalt ab.

Für eine Untersuchung müsste zuerst ausschliesslich Diamantbohrungen verwendet werden, wodurch man gleichzeitig die vielen parallelen Indikationszonen untersuchen könnte. Für eine solche glaube ich, dass genügende Voraussetzungen vorliegen. Eine Kontrolle der Indikationen wäre auch von principieller Bedeutung, weil ähnliche Messungen nachher werden konnte.

Auf der kleinen Übersichtskarte habe ich die ungefähre Verbreitung der Überdeckung dargestellt. Die grossen Schotterablagerungen, die bis 220 m Meereshöhe erreichen, sind bis über 50 m

mächtig und schliessen alle solche Untersuchungen aus aber auch die Moränendecke kann ziemlich mächtig sein. Von den Erzonen II und I west bleibt dann so wenig übrig, dass diese zuerst am besten ausser acht gelassen werden.

Für Erzzone I.oest, im Hochgebirge ist die Sachlage anders. Der nackte Felsen steht fast überall im Tage, das Gestein ist fest und leicht zu bohren, die Transportverhältnisse sehr günstig. Diamantbohrung ist daher eine einfache und relativ billige Aufgabe.

Hier werden 6 Bohrlöcher vorgeschlagen, wie auf der mitfolgenden Karte eingezeichnet. Die elektrischen Indikationsstärken in Millivolt nach Worm Lund sind auch angegeben.

Das Einfallen der Gänge ist gewöhnlich etwa 70° gegen Süden, und alle Löcher werden mit 40° Neigung nordwärts gebohrt. Ich habe folgende Bohrungsstellen ausgewählt:

Profillinie	Südlicher Abstand vom O-Punkt	Zweiige Länge des Bohrlochs
1. 840 m	55 m	100 m
2. 900 "	55 "	110 "
3. 1085 "	60 "	100 "
4. 1160 "	50 "	200 "
5. 1250 "	0 " Bohrungserichtung 160 " gegen Schurft- graben!	
6. 1350 "	0 "	200 " <hr/> 870 m

Oslo, Dezember 1941,

S.F. (s)

Kartenanlagen:

1. Bruvann, Profil Bl. VIII-IX
2. " ; geologische Karte, 1:2500
3. Bruvann-Mina, Flugkarte, geologisch.
4. Rånbogen, geologisch, 1:1000
5. Saltvikvann, geologisch, 1:1000
6. Middavarre, Übersicht
7. " , Erzzone I.oest.