



# Bergvesenet

Postboks 3021, 7002 Trondheim

## Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr <b>BV 1144</b>	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering Trondheim	Gradering <b>Åpen</b>
Kommer fra ..arkiv USB	Ekstern rapport nr	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:

### Tittel

Die Molybdänlagerstätte Flottorp. Bericht über die 1972/1973 durchgeführten Arbeiten

Forfatter F. Hophengärtner	Dato 1973	Bedrift Folldal Verk A/S
-------------------------------	--------------	-----------------------------

Kommune Audnedal	Fylke Vest-Agder	Bergdistrikt Vestlandske	1: 50 000 kartblad 14111	1: 250 000 kartblad
---------------------	---------------------	-----------------------------	-----------------------------	---------------------

Fagområde Geologi Prospektering	Dokument type	Forekomster Flottorp Gruver
Råstofftype Malm/metall	Emneord Mo Cu Au	

### Sammendrag

Die Gesteine im Flottorpgebiet bestehen aus einer Serie Grauer Gneise und Amphibolite, welche in einer großen S-förmigen Falte mit horizontal liegenden Achsen in roten Granitgneisen liegen. Die Vererzung mit Molybdäglanz und auch Kupferkies ist strikt an die grauen Gneise und Amphibolite gebunden. Es muß daher von einer schichtgebundenen Vererzung gesprochen werden. Als Ausgangsmaterial für die Gesteine des Flottorpgebietes können marine Sedimente und submarine Vulkanite angenommen werden. Diese wurden unter Bedingungen nahe der Anatexis überprägt. Die Bebiete mit der besten Vererzung liegen in Nedre Flottorp von Fenklop bis zum Aasen und in Övre Flottorp von der Breidliheii über die alte Grube bis zum Brunnesbekken.

Die Molybdänlagerstätte Flottorp

Bericht über die 1972/1973 durch-  
geführten Arbeiten.

von

Fritz Hopfengärtner

## I. Das Arbeitsgebiet.

### 1. Geographische Lage.

Das Arbeitsgebiet liegt in Südnorwegen, ca. 70 km nördlich der Stadt Mandal an der Südspitze Norwegens. Es umfasst die seit Ende des vergangenen Jahrhunderts bekannten Molybdänglanzvorkommen des Flottorp-Vaardal-Verdalfelts in den Landkreisen (Herred) Audnedal und Hægebostad. Die hauptsächlichsten Vorkommen liegen auf der Markung der Orte Nedre (Ytre) Flottorp und Øvre Flottorp.

Siehe dazu die Abbildungen 1 und 2.

### 2. Morphologie.

Das Relief des Arbeitsgebiets wird geprägt durch ~~die~~ das Südwest-Nordost verlaufende Gydal (ca. 200 m üb. NN) und die Höhenzüge Breidliheii (559 m üb. NN) und Ørnemyrfjell (578 m üb. NN) im Norden und den Höhenzug Kleveheii (482 m üb. NN) - Byremoheii (527 m üb. NN) im Süden. Zwischen Breidliheii und Kleveheii ist das Gydal schluchtartig eingeschnitten, ansonsten sind ~~die~~ Berghänge mäßig steil und gut begehbar. Das Gebiet ist für Fahrzeug gut zugänglich durch die im Gydal verlaufende asphaltierte Reichsstraße No 9, eine gesandete Fahrstraße von Haaland nach Øvre Flottorp, die sich noch bis zur alten Grube fortsetzt, hier allerdings zur Zeit nur noch für Traktoren fahrbar ist, sowie zwei kurze ~~fahrbar~~ befahrbare Sandwege von Nedre Flottorp nach Norden und Süden. Darüber hinaus existieren noch nicht befahrbare Holzabfuhrwege ins Hunddal und ins Flottorpdal.

### 3. Überdeckung.

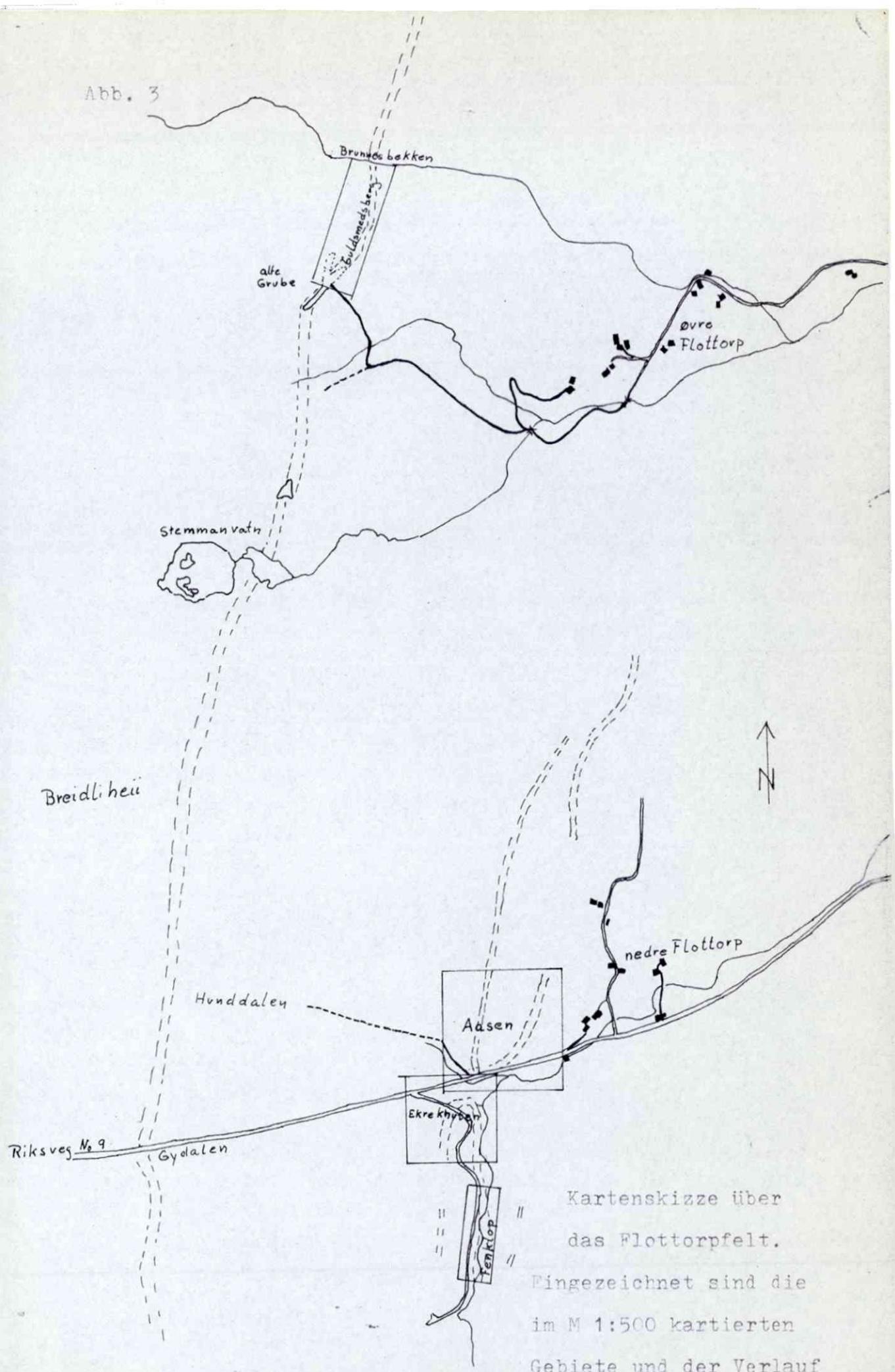
Im Gydal liegt eine weitgehend geschlossene Überdeckung vor, teils durch Weideland, teils durch Bewaldung aus Fichten, Kiefern und Weichhölzern. Von dem schon erwähnten Einschnitt des Gydals abgesehen, sind nur wenige natürliche Aufschlüsse vorhanden, die jedoch oft mit Moos oder Flechten überzogen ~~waren~~ und stark angewittert sind. Daneben finden sich jedoch reichlich künstliche Aufschlüsse, welche durch Straßenbau oder frühere Prospektion geschaffen wurden.

In den höheren Lagen sind die Aufschlußverhältnisse wesentlich besser, da hier große Felsflächen vom Gletschereis so glatt poliert wurden, daß sich kein Bewuchs darauf halten konnte. Die Verwitterung reicht ziemlich tief, so daß es speziell auf den glatten Felsflächen ziemlich schwierig war, frisches Handstückmaterial zu bekommen. Nur die Talaue des Gydals werden wirtschaftlich als Weideland genutzt und in begrenztem Umfang wird entlang des Gydals Holz geschlagen. Die nördlich und südlich des Gydals gelegenen Höhenzüge sind mit Ausnahme des Ortes Øvre Flottorp unbewohnt und werden wirtschaftlich nicht genutzt.

### 4. Aufgabenstellung.

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit war es, die Lagerstätte Flottorp detailliert zu kartieren, Aussagen über ihre Genese zu machen und die Beziehung der grauen und roten Gneise zueinander zu klären. Gleichzeitig sollte natürlich eine Aussage darüber getroffen werden, ob mit einer bauwürdigen Vererzung gerechnet werden konnte.

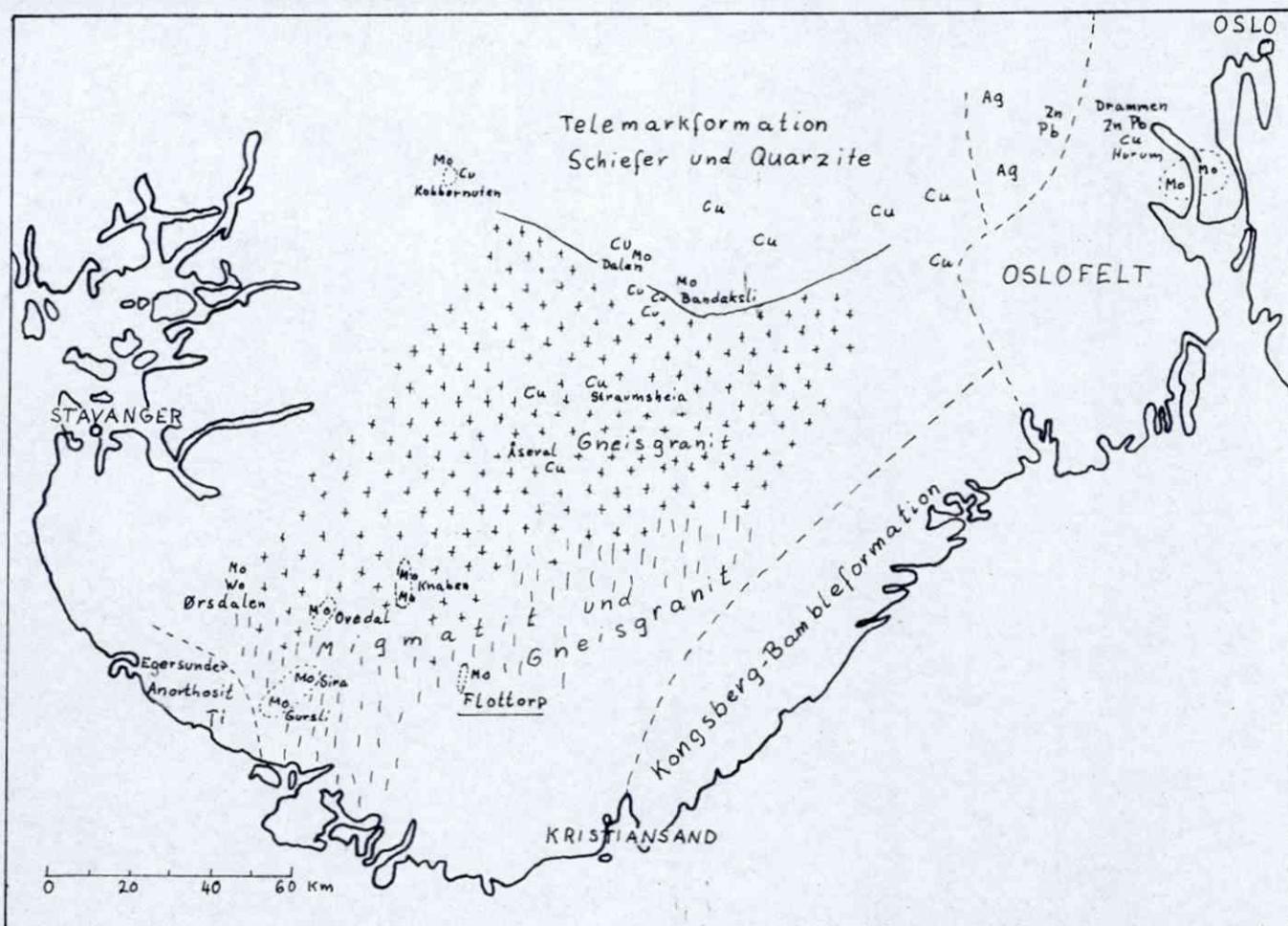
Abb. 3



Kartenskizze über  
das Flottorpfelt.  
Eingezeichnet sind die  
im M 1:500 kartierten  
Gebiete und der Verlauf  
der mineralisierten Zonen.

Maßstab ca 1:15000

Abh.



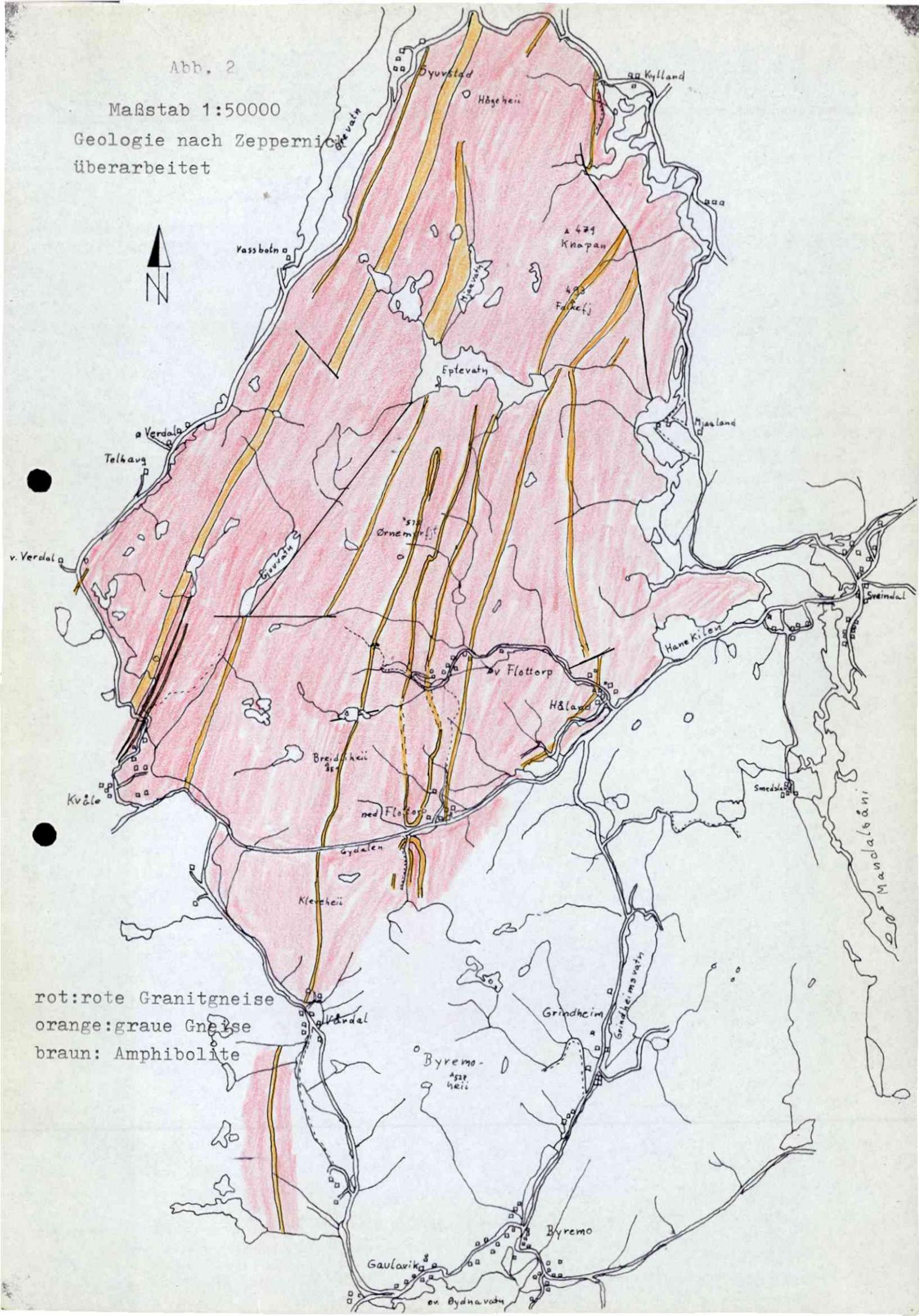
Übersichtskarte Südnorwegens mit den wichtigsten Erzvorkommen. Das Arbeitsgebiet bei Flottorp ist eingezzeichnet.

Karte aus A. BUGGE: Norges Molybdenforekomster (1963).

Abb. 2

Maßstab 1:50000

## Geologie nach Zeppernick überarbeitet



### 5. Die Schürfe.

Die ersten Schürfe auf Molybdänglanz im Flottorp-Vaardal-Verdal Gebiet wurden laut Molybdänrapport im Jahre 1905 angemeldet. Bis heute waren in diesem Gebiet ~~viel~~ über 240 Schürfe angemeldet, von denen 1972 noch 44 aufrecht erhalten wurden. Die derzeitigen Eigner sind Abraham Flottorp (1 Schurf), Anstein Flottorp (5 Schürfe), T.O. Flottorp (8 Schürfe), Arne Haaland (15 Schürfe), Erling Haaland (10 Schürfe), W.G. Tidemand (1 Schurf) und Christiania Minekompani A/S (4 Schürfe). Siehe dazu beiliegende Karte No 1. ~~Heute sind nur noch Schürfe im eigentlichen Flotterpfelt angemeldet, die Schürfe im Vaardal-, Verdal- und Rebaasenfelt wurden aufgegeben.~~ \*

### II. Frühere Bearbeitungen.

In den Arbeiten über die Geologie Norwegens von Barth (1945), BARTH & DONS (1960) und HOLTEDAHL & DONS (1960) wird der präkambrische Komplex Südnorwegens nicht weiter aufgegliedert.

Frühere Bearbeiter der Lagerstätte Flottorp gehen auf die Geologie der Umgebung nur wenig oder überhaupt nicht ein. Eine ausführliche, wenn auch nicht immer richtige Bearbeitung des Gebiets nördlich des Gydalen liefert E. ZEPERNICK (1968) in einer im Auftrag der Christiania Spigerverk, Oslo erstellten Diplomarbeit. Diese beinhaltet eine petrographische und tektonische Kartierung im Maßstab 1:12500 des Gebiets, welches durch die ~~Stre~~ Straße Kvaale-Verdal-Öjuvstad-Geitskarbru-Kyllland-Mjaaland Sveindal-Haaland-nedre Flottorp-Kvaale begrenzt wird.

\* ~~Diese Schürfe wurden 1973 von Erling Haaland erneut angemeldet, bzw. von "Anmeldelse" in "Anträge" umgewandelt. Die Anzahl seiner Schürfe erhöht sich damit auf 31.~~

Nach dieser Arbeit können im Flottorpgebiet generell zwei Gesteinsserien unterschieden werden: die Serie der grauen Gneise ~~und amphibolite~~ und die Serie der roten Gneise. Die grauen Gneise unterscheidet ZEPERNICK in schlierigen Gneis und gemischten Biotit Bändeergneis, welcher auch die Amphibolite einschließt. Die roten Gneise variieren in ihrer Ausbildung von feinkörnigen Granitgneis bis zum Augengneis, wobei die Feldspäte stets rosa gefärbt sind. Daneben treten noch untergeordnet helle Ganggesteine auf. Die tektonische Karte zeigt einen großangelegten Sattel-Mulden~~strukturen~~ Bau, mit ca.  $10^{\circ}$ - $30^{\circ}$  streichenden Achsen, welche  $\pm$  horizontal liegen. Es muß jedoch schon hier gesagt werden daß schon eine oberflächliche Überprüfung der Tektonik im Gelände, starke Zweifel an der Richtigkeit der ZEPERNICK'schen Interpretation aufkommen ließen. Eine Reihe von Ost-West verlaufenden Störungen zerlegt das Gebiet in mehrere Blöcke. Die Bildungsbedingungen der Gesteine beschreibt ZERRERNICK als die der Migmatitisierung und Granitisierung; er nimmt als Ausgangsmaterial für die roten Gneise Grauwacken; ~~und~~ Arkosen und Sandsteine, für die grauen Gneise Mergel und Tone und für die amphibolitischen Partien Vulkanite an. Da die Vererzung mit Sulfiden ausschließlich an die grauen Gneise und Amphibolite gebunden ist, nimmt er eine syn-genetische Bildung vom euxinischen Typus an. Auch in A. BUGGE's Veröffentlichung: Norges Molybdenfore-komster (1963) wird auf das Flottorpgebiet eingegangen, die Aussagen über die Geologie und die Vererzung sind jedoch kaum zu verwerten.

Im Bergamt in Oslo liegen noch eine größere Anzahl von nicht veröffentlichten Berichten auf, auf die später noch näher eingegangen werden soll.

#### IV. Die Geschichte des Bergbaus in Flottorp.

Dieses Thema wird in ZEPERNICK's Arbeit schon ausführlich behandelt, da diese Arbeit jedoch nicht veröffentlicht ist, sei hier noch einmal darauf eingegangen.

Wie schon erwähnt, wurden die ersten Schürfe auf Molybdänglanz 1905 angemeldet. Ab 1911 wurden an verschiedenen Stellen des Flottorp-Vaardal Gebietes ein Abbau durchgeführt. Genaue Daten über die abgebauten Mengen und deren Gehalte können im 'Molybdenrapport over Vestlandske Bergdistrikt' nachgelesen werden. Im Jahre 1919 wurde der Abbau im Wesentlichen wegen der nach Ende des ersten Weltkrieges stark gefallenen Preise für Molybdän wieder eingestellt. Insgesamt wurden ~~XXXXXX~~ 78456 t Roherz mit durchschnittlich 0,16 % MoS<sub>2</sub> gefördert und daraus ca. 37 t Konzentrat mit ca. 70 % MoS<sub>2</sub> gewonnen. Nach Erzählungen der Einheimischen habe das Konzentrat jedoch hohe Beimengungen von anderen Erzmineralien gehabt, so daß es zum Teil vom Abnehmer in England zurückgewiesen worden sei. Im den Jahren 1940/42 wurden von den Raffineringsverken A/S erneut Untersuchungen durchgeführt, über die ein Bericht von CARSTENS & BJÖRRLYKKE vorliegt. Dabei wurden im Bereich von Nedre und Övre Flottorp Kernbohrungen durchgeführt. Aus diesen Bohrungen wurden Analysen bei Evje Nikkelverk und beim Chemischen Labor von Hædenreich in Oslo durchgeführt. Es ergab sich ein Durchschnittsgehalt der vererzten Partien von 0,238% MoS<sub>2</sub> (Evje) bzw. ~~XXXXXX~~ 0,258 % MoS<sub>2</sub> (Heidenreich), wobei

besonders die Proben unter 0,2 % sehr große Unterschiede aufwiesen. Leider ist in dem Bericht nicht erwähnt, welche Bestimmungsmethoden angewandt wurden.

1965 führte die kanadische Gesellschaft "Placer Management Ltd" ein umfangreiches geochemisches Programm in Flottorp durch, dessen Ergebnisse allerdings nicht gerade zuverlässig stimmen. Die Durchschnittswerte der von "Coast Eldridge", Vancouver, Canada analysierten Proben betragen: Övre Flottorp, Guldsmedsberg: 0,037% MoS<sub>2</sub>, Ytre Flottorp, Aasen: 0,095% MoS<sub>2</sub>, Ekreknuten: 0,078% MoS<sub>2</sub> und Fenklopp: 0,075 % MoS<sub>2</sub>. Dabei muß allerdings bemerkt werden, daß hierbei zum Teil auch die außerhalb der Erzzone liegenden unvererzten roten Gneise mit analysiert wurden. Außerdem wurde die alte Grube von Övre Flottorp und die gut vererzten Bereiche der Breidliheii und des Hunddalen nicht beprobt. Über die 1966/67 von Christiania Spigerverk, Oslo durchgeführten Untersuchungen liegen Berichte von GEIS und OGORELEC vor. Danach ergaben Probenprofile im 1m Abstand folgende Gehalte: Övre Flottorp, Guldsmedsberg: 0,036 % MoS<sub>2</sub>, Profil 2 südlich des Stolleneingangs: 0,125 % MoS<sub>2</sub> und 0,1 % Cu, Profil 2: 0,07 % MoS<sub>2</sub> und 0,12% Cu, Profil 3: 0,122 % MoS<sub>2</sub> und 0,08 % Cu. In Nedre Flottorp ergaben ein Profil im Aasen über 14,9m 0,49% MoS<sub>2</sub> und 5 Analysen aus insgesamt 31 Löchern folgende Gehalte:

	5a	5b	5c	5d	5e
MoS <sub>2</sub> %	0,05	0,20	0,92	0,55	1,08
Cu %	0,068	0,16	0,094	0,18	0,053

Die Analysen wurden mit dem Atomabsorptionsspektrometer durchgeführt.

Neben weiteren Berichten auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, ist vielleicht noch ein Bericht von Interesse. Die "Forskningsgruppe for sjeldne jordarter" untersuchte Gesteine aus dem Flottorpgebiet auf Akzessorien. Dabei wurden Zirkon, Apatit, Titanit, Orthit, und in einer Probe ein unbekanntes Rheniummineral festgestellt. Nennenswerte Konzentrationen ~~XXXXXX~~ wurden jedoch nicht gefunden.

#### IV Die Detailkartierungen

##### a. Die Karten

Vom Flottorp Gebiet existieren Karten im Maßstab 1:50000 und zwar die Blätter Fjotland, Aaserdal, Haegebostad und Bjelland. Des weiteren sind für das Gebiet ~~XXXXXX~~ südlich des Eptevann Luftphotos im Maßstab 1:15000 vorhanden. Beide waren natürlich für eine detaillierte Aufnahme der einzelnen Lagerstättenbereiche nicht geeignet. Placer Management Ltd. hatte jedoch von den Hauptlagerstättenbereichen Karten im Maßstab 1:500 angefertigt, so daß diese ~~xx~~ als Kartierungsunterlage verwandt werden konnten. Diese Karten existieren für die Bereiche Fenklop, Ekreknuten und Aasen in Nedre Flottorp und Guldsmedsberg in Övre Flottorp. (siehe dazu Abb. 3). Eine ebenfalls von Placer Management Ltd. erstellte Karte im Maßstab 1:5000 enthält leider keine Topographie und ist damit für eine Kartierung wenig geeignet. Es ist damit zu rechnen, daß in absehbarer Zeit die neuen Flurkarten im Maßstab 1:10000 oder 1:20000 zur Verfügung stehen, da die Luftaufnahmen dafür schon 1970 gemacht wurden.

~~XXXXXXXXXXXX~~

### b. Geologie

Im folgenden seien die Geologie und die Tektonik der detailkartierten Gebiete kurz beschrieben.

#### 1. Fenklop (auch Fenklapp).

Im Fenklop ist die oberste Lage der  $\text{MoS}_2$  führenden Schichten gerade angeschnitten. Die Schichten liegen sehr flach und fallen im wesentlichen nach Westen ein, in den östlichen Teilen jedoch auch flach nach Osten. Es ist der mittlere Teil einer W-förmigen Mulde aufgeschlossen, die beiden Flanken sind südlich des Hovaasen im Westen und nördlich und südlich des Raunelimityrs zu sehen. (siehe Profilskizze). Unter einem ca. 40 - 50 cm mächtigen Amphibolit sind graue Gneise mit guter Vererzung aufgeschlossen. Diese sind nach einer in Fenklop durchgeföhrten Kernbohrung ca 2,50 m mächtig, in 6,5 m Tiefe wurde jedoch eine weitere Lage vererzten grauen Gneises angetroffen.

2. Am Ekreknuten, der an Fenklop im Norden anschließt, sind die erzführenden grauen Gneise ca. 3m mächtig und sie formen eine flache Mulde mit flach nach Norden einfallender Achse. Unter den grauen Gneisen ist im Westen des Ekreknuten ein Amphibolit aufgeschlossen, der östlich des Ekreknuten in einem Aufschluß am Bach wieder zu finden ist. In einer am Osthang des Ekreknuten niedergebrachte Kernbohrung traf diesen Amphibolit in ~~mix~~ knapp 3 m Tiefe, er ist hier ca 3 m mächtig. Hier liegen zwischen den grauen Gneisen und dem Amphibolit etwa 2,5 m rote Gneise.

### 3. Aasen

Das direkt nördlich des Riksveg 9 in der Markung des Ortes Nedre Flottorp befindliche Gebiet des Aasen dürfte eines der am besten vererzten Gebiete des Flottorpfeltes sein. Es wurde in der Vergangenheit des öfteren untersucht, die Ergebnisse sind auf Seite 5 und 6 aufgeführt. Die vererzte Zone der grauen Gneise formt im Aasen eine Mulde mit steil nach Westen einfallender westlicher und flacher nach Westen einfallender östlicher Flanke. Die westliche Flanke ist nur gering mächtig und weist nur geringe Vererzung auf. Der Scheitel und die östliche Flanke sind etwas mächtiger und gut vererzt. Während die westliche Flanke im wesentlichen unverfaltet verläuft ist die östliche in sich sehr stark jalouseartig verfaltet. Die b-Achsen entsprechen mit flachem nördlichen Einfallen der Achse der Mulde. Im Liegenden der vererzten Serie liegt ein 2-4m mächtiger Amphibolit, der wohl dem im Ekreknuten entsprechen dürfte. Er ist auch hier recht gut vererzt.

Im Aasen wurden insgesamt 4 Kernbohrungen niedergebracht. Davon zeigt die Bohrung No 6, die etwa die Mitte des Scheitels trifft, eine sehr gute Vererzung. Sie trifft in ca 9 m Tiefe den liegenden Amphibolit, der hier durch Verfaltung ca 8 m Mächtigkeit aufweist. Von Interesse ist auch eine Granat-Amphibolitlinse, welche im Bohrloch No 5 angetroffen wurde und die auch südlich der Straße wiedergefunden werden kann. Die westliche Flanke kann nach Norden noch ein gutes Stück verfolgt werden, während die östliche nördlich des Aasen unter der Überdeckung verschwindet und erst südlich des Jotebekk wieder aufgeschlossen ist.

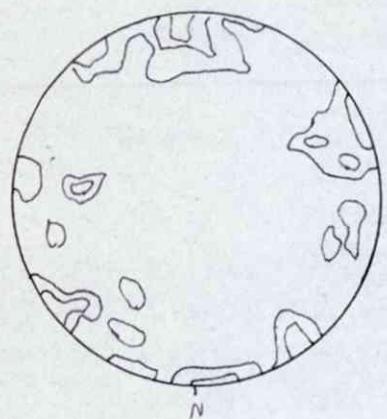
#### 4. Guldsmedsberget

Das Gebiet Guldsmedsberg~~et~~ in Övre Flottorp liegt zwischen der alten Grube von övre Flottorp und dem ~~nordisk~~ 350 m nördlich davon gelegenen Brunnesbekken. Es ist ein Teil der vom Svarfafjell im Norden bis ins Rebaasenfelt im Süden zu verfolgenden Haupterzone des Flottorpfeltes. Die Schichten fallen steil, wechselnd nach Osten oder Westen ein. Auf Grund der Mächtigkeit der grauen Gneise im Guldsmedsberg~~et~~ von 30 - 40 m wird eine Verfaltung der Serie in sich mit parallel zum Streichen verlaufenden Achsen angenommen. Nördlich des Guldsmedsberg beträgt die Mächtigkeit der Serie nämlich nur noch ca 10 m. Zwischen Bänder von grauen Gneisen sind immer wieder rote Granitgneise eingeschaltet. Dadurch wird es im Guldsmedsberg und auch im Bereich der alten Grube außerordentlich schwierig die Faltenstruktur zu klären. Andererseits muß festgestellt werden, daß gerade im Bereich der starken Verfaltung die Vererzung zunimmt. E. ZEPERNICK versuchte aus den Bohrberichten aus 6 fächerförmig angeordneten Bohrungen im Bereich der alten Grube den Faltenbau zu klären und fand eine S förmige Faltung mit parallel zum Streichen verlaufenden Achsen. Nach den Feldbefunden muß geschlossen werden, daß diese Achsen im Norden des Guldsmedsberg ausstreichen, da eine so plötzliche X Abnahme der Mächtigkeit nicht anders erklärt werden kann. Die Vererzung im Guldsmedsberg ist nur mäßig, sie wird zudem durch die zwischengeschalteten unvererzten roten Granitgneise verschlechtert. Zu erwähnen ist noch, daß die in Nedre Flottorp so mächtigen Amphibolite fast ganz fehlen.

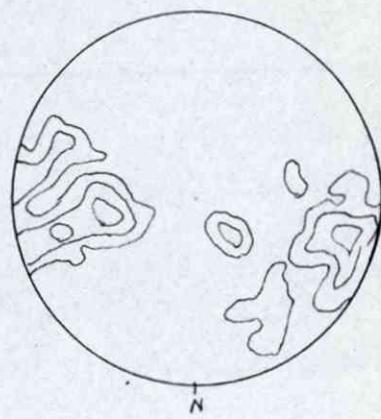
##### 5. Zur Geologie des Flottorpgebietes.

Wie schon erwähnt wurde das Gebiet um die Molybdänlagerstätte Flottorp im Sommer 1967 von E.ZEPERNICK kartiert. Eine 1973 zusammen mit Dr.H.URBAN durchgeführte Überprüfung dieser Kartierung ergab solch große Ungenauigkeiten derselben, daß beschlossen wurde, zumindest den Verlauf der grauen Gneise erneut aufzunehmen, da diese den tektonischen Aufbau des Flottorpgebietes erkennen lassen. Zur Zeit der Erstellung dieses Berichts war die Neuaufnahme noch nicht abgeschlossen, es läßt sich jedoch jetzt schon eine vorläufige Aussage über den Aufbau des Flottorpgebietes machen. Nach den alten Berichten gibt es in Flottorp insgesamt vier erzführende Zonen: die Kvaale-Verdal Zone und die westliche, mittlere und östliche Flottorpzone. Die drei Flottorp Zonen sind tatsächlich ein und die selbe, sie bilden einen Sattel-Mulden Komplex mit flachliegenden Achsen. Es kann davon ausgegangen werden, daß die Achsen leicht gefaltet sind so daß sich das Achsenfallen um  $\pm 30^\circ$  zur Horizontalen ändern kann. Das Umbiegen des Sattels findet sich im Svartafjell direkt nördlich des Schurfes No 19. Die Sattelachse fällt hier flach nach Norden ein. Das Umbiegen der Mulde befindet sich im südlichen Teil des Aasen in Nedre Flottorp und kann am Ekreknuten-Fenklop nochmals beobachtet werden. Es wird angenommen das die Muldenachse endgültig südlich des Fenklop ausstreckt. Da sich die Kvaale-Verdal Zone nicht über die Straße No 9 nach Süden verfolgen läßt, ist es nicht sicher, ob sie mit der Flottorp Zone zusammenhängt, es ist jedoch wahrscheinlich. Die zwischen den grauen Gneisen liegenden

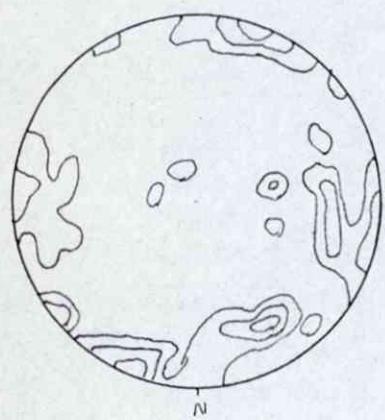
SK - Plächen



S - Plächen



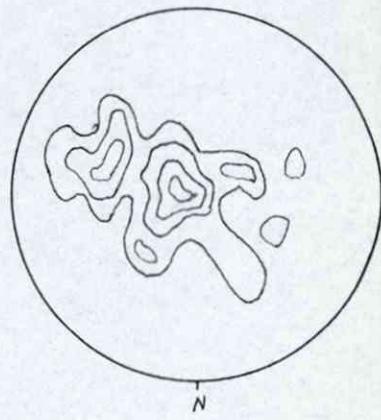
SK - Plächen



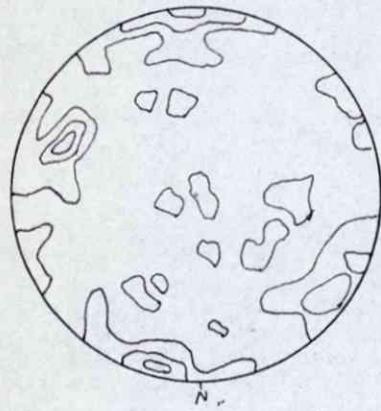
Kugelhöfen

Eckenknoten  
Terklop

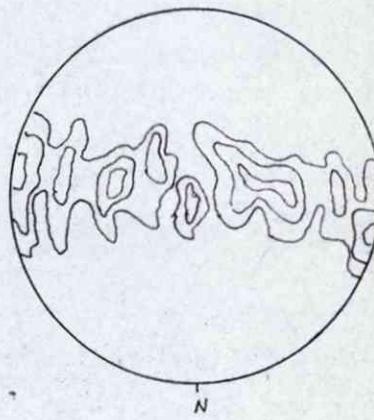
S - Plächen



SK - Plächen



S - Plächen



Aaser

roten Granitgneise lassen diesen Faltenbau nicht erkennen, ihr "s" ist, soweit überhaupt sichtbar, strikt N-S gerichtet. Die von ZEPERNICK geforderten häufigen Störungen lassen sich nicht bestätigen.

Die Auswertung der in Poldiagramme eingezeichneten, gemessenen "s" und "sk" Werte, ergab die schon im Gelände gefundene Sattel-Mulden Struktur. So liegen die im Aasen gemessenen "s" Werte eindeutig auf einem pi-Kreis mit ca  $10^{\circ}$  streichender etwa horizontal liegender Achse. (siehe dazu Abb. 4). Auch in den Diagrammen von Ekreknuten-Fenklop und Guldsmedsberg kommt dies, wenn auch nicht so deutlich zum Ausdruck. Die "sk" Diagramme zeigen deutliche ac Maxima und weniger deutlich ausgeprägte hk0 Maxima. Allerdings sind die Meßwerte zu diesen Diagrammen ausschließlich den detailkartierten Gebieten entnommen, für das ganze Flottorpgebiet können sich etwas andere Ergebnisse ergeben, die Abweichungen dürften jedoch nicht groß sein.

## V Petrographie

Von der vielfältigen ZEPERNICKSchen Aufgliederung der Gesteine wurden nur noch die Gesteinsarten: grauer Gneis, roter Granitgneis und Amphibolit beibehalten. Dazu kommen noch verschiedenartige Ganggesteine, wie Quarzadern, Pegmatite und Quarz-Feldspatadern. Da die mikroskopische Auswertung noch nicht abgeschlossen ist, sei die Petrographie hier nicht in vollem Umfange beschrieben.

### 1. Graue Gneise

In frischen Proben, wie sie aus Sprengungen jüngeren Datums entnommen werden konnten, sind die grauen Gneise hell- bis mittelgrau. Unter dem Einfluß der Verwitterung nehmen sie jedoch sehr schnell eine gelbliche Färbung an, während länger der Verwitterung ausgesetzte Partien rostbraun gefärbt sind. Diese Verfärbung wird durch die rasche Oxidation der Eisensulfide verursacht. Die Mafite sind lagen- oder schlierenförmig angereichert, so daß eine Art Bänderung entsteht. Die hellen Partien bestehen im wesentlichen aus Quarz und Feldspat, wobei letzterer zu überwiegenden Teil weiß bis hellgrau gefärbt ist. Nur in wenigen Handstücken wurden einzelne größere rosa gefärbte Feldspatblasten beobachtet. Schon makroskopisch ließ sich feststellen, daß die Vererzung mit  $MoS_2$ , sowie Pyrit und Kupferkies in den mafitreichen Partien der grauen Gneise liegt. Die Korngröße ist außerordentlich wechselnd, selbst im Handstückbereich. Durch die Einregelung der stenglichen und blättrigen Minerale ist das "s" in den grauen Gneisen deutlich ausgeprägt.

Die mikroskopische Auswertung von 37 Dünnschliffen der grauen Gneise ergab folgende Modalbestände:

Schl.Nr.	Qz	Plg <sub>An</sub>	Kf	Bio	Amph	Erz	Akz
F 2	33,2	55,4 <sub>25</sub>	-	3,0	3,0	4,2	1,2
A 2	46,6	6,4 <sub>26</sub>	40,6	1,2	-	4,4	0,8
G 1	32,4	25,8 <sub>22</sub>	36,6	4,6	-	0,4	0,2

Die Akzessorien sind Apatit, Zirkon, Orthit, Karbonat, Epidot, Zoisit, Muskovit und Chlorit.

Aus den ausgewählten Modalanalysen ersieht man, daß das Kalifeldspat-Plagioklas Verhältnis nicht konstant ist und nicht für die Unterscheidung der grauen Gneise von den roten Gneisen herangezogen werden kann. Der Anorthitgehalt der Plagioklase schwankt zwischen 20 und 25.

Der überwiegende Bestandteil der grauen Gneise ist Quarz, der im Extremfall bis zu 75% erreicht. Er liegt in großen, fleckig bis undulös auslöschenden Körnern, daneben auch in Myrmekittröpfchen vor. Kalifeldspat zeigt stets eine mehr oder weniger ausgeprägte Mikroklingitterung. Recht häufig sind Perthitentmischungen in verschiedenen Ausbildungen (Faden-, Ader-, Fleckenperthit, Cleavelandit).

Die Plagioklase sind weit stärker korrodiert als die Kalifeldspäte und zeigen speziell in den Kernen eine starke Saussuritisierung (gefüllte Feldspäte). Albitverzwilligung ist die Regel, daneben häufig auch Periklinzwillinge.

Biotit, in idiomorpher bis hypidiomorpher Form, ist gut eingeregelt. Teilweise wurde eine beginnende Chloritisierung an den Rändern beobachtet. Drei der Dünnschliffe enthalten Amphibole. Sie zeigen eine blaßbrauen bis grün-

braune Farbe. Der Achsenwinkel  $2\text{vx}$  wurde mit  $76^{\circ}$ - $88^{\circ}$  gemessen, die Auslöschnungsschiefe beträgt  $10^{\circ}$ - $15^{\circ}$ . Danach handelt es sich um gemeine oder grüne Hornblende. Einschlüsse in Biotit und Hornblende sind häufig, meist Apatit und Zirkon mit starken pleochroitischen Höfen.

## 2. Rote Granitgneise

Im Flottorpgebiet stellen sie die mit Abstand überwiegende Masse der Gesteine dar. Sie variieren in ihrer Ausbildung von reichlich Biotit führenden roten Gneisen mit deutlichem "s" bis zu Biotit freiem regellosem Granit.

Die im Osten des Flottorpgebietes auftretenden Augengneise seien hier nicht mit einbezogen. (im Gegensatz zu Zeppernick). Die roten Granitgneise zeigen auch in lange der Atmosphäre ausgesetzten Oberflächen kaum Verwitterungserscheinungen. Mafite, soweit überhaupt vorhanden, sind gleichmäßig verteilt, eine Anreicherung in Schlieren oder Bändern wie in den grauen Gneisen ist selten. Weiße und rosa Feldspäte sind etwa gleich häufig.

### Modalbestand:

Schl.Nr	Qz	Plgan	Kf	Bio	Erz	Akz
F 4	25,2	36,4 <sub>20</sub>	22,4	15,0	0,4	0,6
E 5	31,0	42,2 <sub>22</sub>	22,6	3,6	+	+
G 5	22,4	34,4 <sub>20</sub>	36,4	5,2	1,2	+

Im Vergleich mit den grauen Gneisen scheinen die Quarzgehalte geringer und das Kalifeldspat-Plagioklas Verhältnis ausgewogener zu sein. Der Anorthitgehalt der Plagioklasen entspricht dem der grauen Gneise.

Unter dem Mikroskop sind keine eindeutigen Unterscheidungsmerkmale zu den grauen Gneisen erkennbar. Die Ausbildung der Bestandteile entspricht im wesentlichen den grauen Gneisen. Myrmekitbildungen scheinen etwas häufiger zu sein, als in den grauen Gneisen. Auch die Akzessorien sind die gleichen: Apatit, Zirkon, Orthit, Epidot, Zoisit, Muskovit, Chlorit und Karbonat.

### 3. Amphibolite

Während in den Gesteinen in Nedre Flottorp Amphibolite reichlich auftreten, sind sie in Övre Flottorp auffallend selten; es wurden nur geringe Bändchen von wenigen cm Mächtigkeit gefunden. Im Handstück sind die Amphibolite schwarzbraun mit einzelnen hellen Adern und Bändchen. Die Einregelung der stenglichen Mineralien ist ausgezeichnet. Die sichtbare Vererzung mit  $\text{MoS}_2$ , Pyrit und Kupferkies sitzt meist am Rande der hellen Partien, im dichten dunklen Amphibolit ist eine Vererzung selten sichtbar.

#### Modalbestand:

Schliff Nr.	Qz	Plg <sub>An</sub>	Kf	Bio	Amph	Erz	Akz
E 3	46,6	7,2 <sub>25</sub>	-	4,8	31,6	9,8	+
E 4	-	37,0 <sub>25</sub>	-	1,6	59,0	2,2	+
A 5	5,2	35,6 <sub>35</sub>	-	18,6	36,4	4,0	0,2

Akz.: Apatit, Zirkon, Orthit, Karbonat, Chlorit.

Die Quarzgehalte stammen aus den hellen Bändern im Amphibolit, Schliff E 4 ist frei von solchen Bändern. Der An-Gehalt liegt mit 25 - 35 höher als in den Gneisen. Die Plagioklase zeigen eine kräftige, manchmal etwas verwaschene Zwillingslamellierung. Die Amphibole entsprechen in ihren optischen Daten den in den grauen Gneisen

auftretenden. In einem Schliff aus Övre Flottorp, der allerdings eine Ausnahme darstellen dürfte, wurden grasgrüne Amphibole mit etwa denselben optischen Daten wie die bisher beschriebenen und blaßgrüne Klinopyroxene beobachtet. Die Pyroxene konnten noch nicht eindeutig bestimmt werden.

In diesem Zusammenhang soll noch ein Gesteinstyp beschrieben werden, der östlich von Fenklop auftritt und auch im Bohrloch No 5 im südöstlichen Teil des Aasan gefunden wurde. Es handelt sich dabei um ein dichtes, dunkles Gestein, welches makroskopisch im wesentlichen aus Biotit, Granat und Feldspat besteht. Die mikroskopische Untersuchung ergab folgenden Mineralbestand:

Schl.Nr.	Qz	Plag <sub>An</sub>	Kf	Bio	Gran	Pyr	Erz	Akz
F 17	-	43,4 <sub>40</sub>	-	18,8	8,2	20,8	8,4	0,4

Der Pyroxen konnte bis jetzt nicht eindeutig bestimmt werden.

#### 4. Die Erzmineralien

In den grauen Gneisen und in den Amphiboliten treten folgende Erzmineralien auf:

Am auffallendsten ist hier der Molybdänglanz in leistenförmigen, manchmal auch faserigen Aggregaten. Vergesellschaftet mit ihm sind Kupferkies und Pyrit, letzterer oft stark angewittert mit Säumen von Brauneisen. Daneben auch seltener Magnetkies. Diese Erzmineralien sind zumeist an bestimmten Stellen oder Lagen angereichert. Über den ganzen Schliff verteilt finden sich noch Magnetit, Titanomagnetit und Zinkblende(?).

In den roten Granitgneisen findet sich nur Magnetit, Pyrit und Titanomagnetit (Ilmenit).

#### VI Kernbohrungen

Im Herbst 1972 wurden in Flottorp durch Folldalverk A/S Kernbohrungen durchgeführt. Ihre Plazierung erfolgte ausschließlich, um geologische Fragen zu klären, nicht um Erzlager zu erschließen. Eine Bohrung kam in Fenklop, zwei am Ekreknuten und vier im südlichen Teil des Aasen zur Durchführung. Verwendet wurde eine Bohrmaschine des Typs "Craelius" mit halbzölligen Bohrkernen. Es muß hier gesagt werden, daß diese Maschine in den harten Gesteinen des südnorwegischen Praekambriums überfordert war. Nur in Amphiboliten konnte eine befriedigende Bohrleistung von 75 - 100 cm/Stunde erreicht werden, in Quarzreichen Gesteinen, welche im Flottorpgebiet die Regel sind, sank die Bohrleistung auf unter 10 cm/Stunde. Durch die ständige Überbeanspruchung wurde gegen Ende der Bohrungen die Bohrspindel beschädigt, so daß nur noch mit halber Hubhöhe gebohrt werden konnte. Außerdem war die mitgelieferte Pumpe in Anbetracht der in Flottorp vorhandenen Niveauunterschiede viel zu schwach. Die Bohrprofile sind in der ~~xxxxxxxxxx~~ Beilage: Kernbohrungen Flottorp 1972, aufgezeichnet. Aus diesen Kernbohrungen werden Analysen auf Mo, W, Cu, Au durchgeführt. Ergebnisse liegen noch nicht vor.

## VII Geophysikalische Untersuchungen

Im Sommer 1972 wurden vom Geophysiker der Folldalverk A/S Herrn Killi die Hauptzonen des Flottorpfelts nach dem IP-Verfahren gemessen. Gemessen wurde die vererzte Zone von Övre Flottorp vom Stemmanvatn bis zur Heddeheii im Norden, die Zone von Nedre Flottorp von Fenklip bis zur Spitze des Aasen und die alte Grube bei Vaardal. Die Ergebnisse sind aus der Folldalverk vorliegenden Anomalienkarte zu entnehmen. Im Herbst des gleichen Jahres wurden den stärksten Anomalien Proben entnommen. Schon dabei zeigte sich, daß die stärksten Anomalien nicht in den Zonen der besten Vererzung mit Molybdänglanz lagen, sondern offensichtlich durch Konzentrationen von Pyrit und Kupferkies verursacht wurden. Sie liegen zwar alle innerhalb der Erzzonen, aber fast alle außerhalb der wirtschaftlich eventuell interessanten Gebiete. Die den Anomalien entnommenen Proben sollen auf Mo, W und Cu analysiert werden, Ergebnisse liegen noch nicht vor.

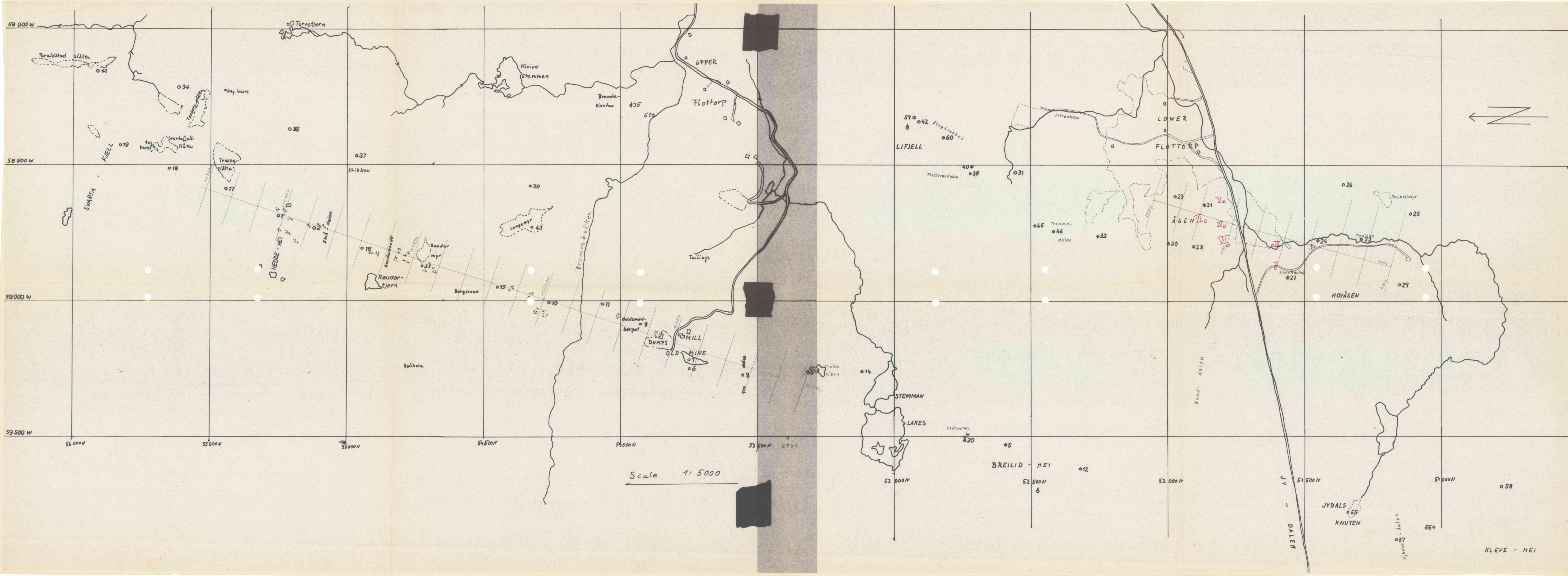
## VIII Geochemie

Neben den schon erwähnten Analysen aus den Kernbohrungen und den IP-Anomalien wurden Proben im 1m Abstand über die Haupterzzonen in Nedre und Övre Flottorp genommen. Sie sollen im Winter 1973 auf die schon erwähnten Elemente Mo, W, Cu, Au, sowie noch 6 weitere Elemente, die noch nicht definitiv feststehen, analysiert werden. Gedacht ist unter anderem an Bi, Ag, P, Ni. Es hängt davon ab, welche Standards in München vorhanden sind.

se bæk i rapporten (analysebera)

## IX Zusammenfassung

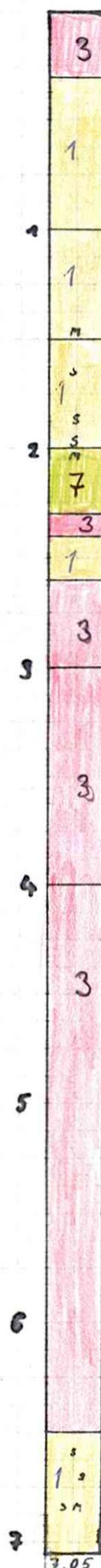
Die Gesteine im Flottorpgebiet bestehen aus einer Serie Grauer Gneise und Amphibolite, welche in einer großen S-förmigen Falte mit horizontal liegenden Achsen in roten Granitgneisen liegen. Die Vererzung mit Molybdänglanz und auch Kupferkies ist strikt an die grauen Gneise und Amphibolite gebunden. Es muß daher von einer schichtgebundenen Vererzung gesprochen werden. Als Ausgangsmaterial für die Gesteine des Flottorpgebietes können marine Sedimente und submarine Vulkanite angenommen werden. Diese wurden unter Bedingungen nahe der Anatexis überprägt. Die Gebiete mit der besten Vererzung liegen in Nedre Flottorp von Fenklop bis zum Aasen und in Övre Flottorp von der Breidliheii über die alte Grube bis zum Brunnesbekken. Angesichts der schwierigen Marktlage für Molybdänglanz dürfte die Lagerstätte Flottorp zur Zeit nicht abbauwürdig sein.



# Kernbohrungen Flottorp 1972

## Fenklop

No 1  
7,05 m  
vertikal



## Ekreknuten

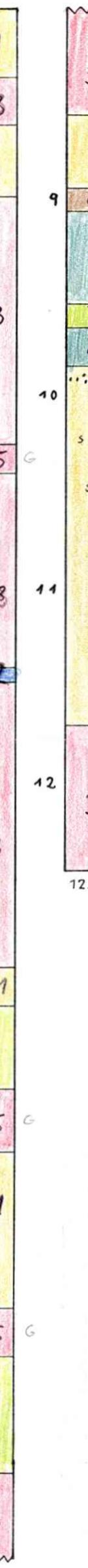
No 2  
7,25 m  
vertikal



N. 3  
8,02 m  
vertikal



No 4  
12,45m  
vertik



Aasen

No 5  
7.85m  
86/75



No 6  
17.75  
vertikal



No 7  
7.75  
vertikal



1 graver.  
Biotit Gneis

3 Peter Biotit  
Granitgneis

65 roter Granit  
+ Granitpegmatit

6 Amphibolit

## 7 amphibolitischer Bändergneis

8 Quarzlage  
oder Gang

2 Quarz  
Feldspatlage

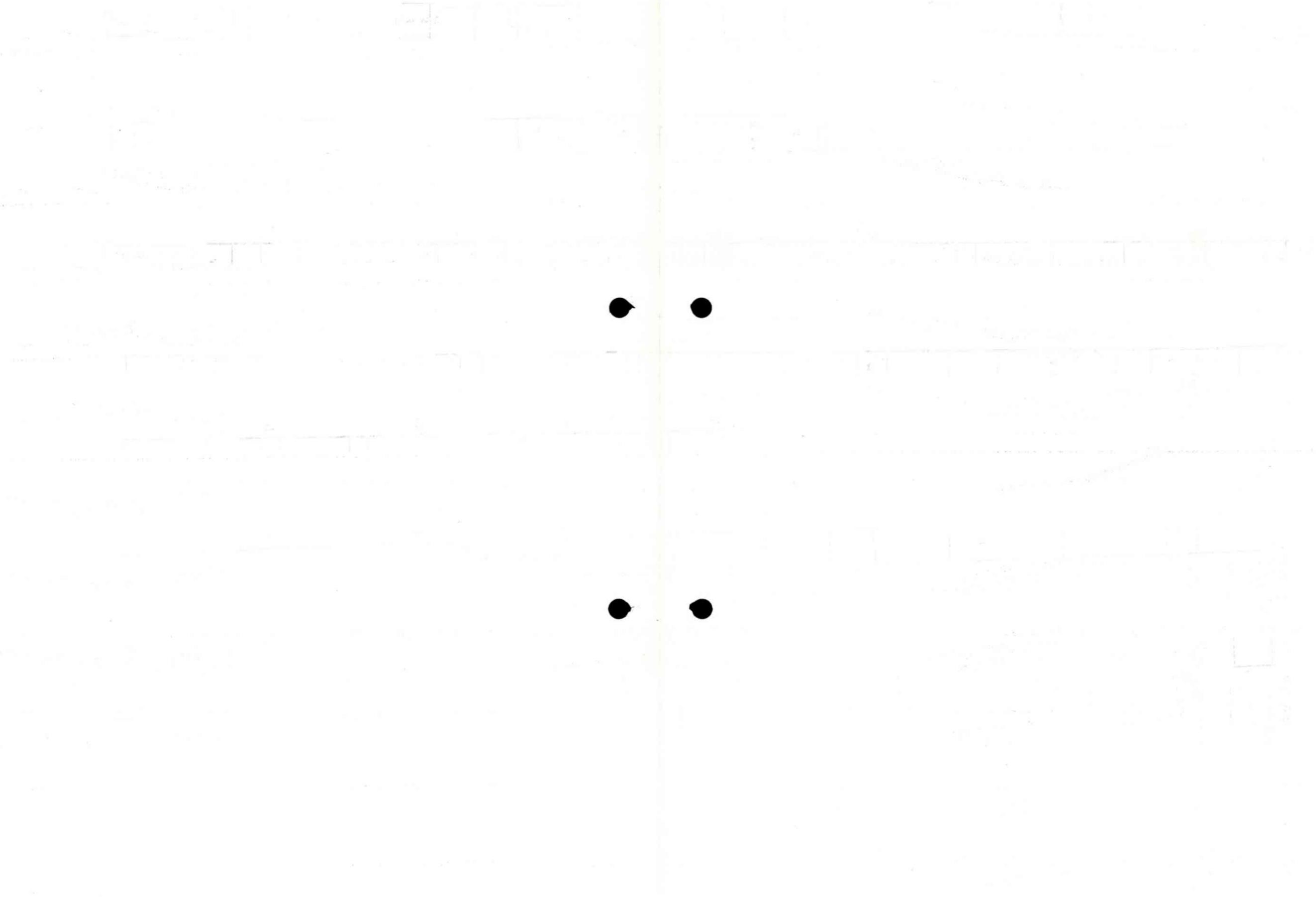
4 Chlorit-  
Epidot Gneiss

Diagram of a granule structure, showing a central core surrounded by smaller circles.

$$M = MoS_2$$

S = Pyrit, Kupferkies, Magnetkies

Kernbohrungen 1972

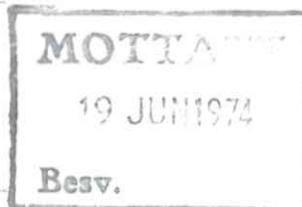




Borle  
**BORREGAARD**  
INDUSTRIES LIMITED, NORGE

1701 SARPSBORG  
Telefon: (031) 51 120  
Postgiro: 36000  
Bankforbindelse:  
Christiania Bank og Kreditkasse, Oslo  
Bankgiro: 6001.05.58010

Folldal Verk A/S  
2580 FOLLDAL



Deres brev

Deres ref.

Vår ref. BFO/mv/ill Dato 13. juni 1974

Att.: Morten Berle

Ang.: Bestemmelse av Mo og Au i borkjerneprøver, Flottorp.

Vi viser til ovennevnte og oversender Dem herved analyseresultatene på 20 prøver fra Deres geologiske undersøkelsesfelt, Flottorp.

Resultatene er middelverdi av 2 - 4 parallelle analyser. For bestemmelse av molybden var god overensstemmelse over de parallelle analysene. Molybden ser ut til å være homogent fordelt i prøven som gjør at parallelle analyser stemmer overens, men dette er ikke tilfelle for gull. Konsentrasjonsnivået for gull ligger vesentlig lavere enn for molybden og parallelle analyser for de laveste prøver gir opp til 100% avvik. Problemet her er å få opparbeidet homogene prøver.

Oppslutningsprosedyren er den samme som beskrevet i brev av 27.11.73. Molybden ble bestemt i vandig miljø, mens gull ble bestemt i organisk fase.

Kostnaden for en parallel-analyse eks. av Mo er kr. 300,-.

Analyseresultater: Se vedlegg.

Vennlig hilsen  
for BORREGAARD INDUSTRIES LIMITED

*Miklos Varga*  
Miklos Varga

vedlegg

*Molybden - Hlein*

5

Prøve merket				Molybden g/tonn	Gull g/tonn
BH - I	2.60 - 6.50 m	Pr. nr. 11		27	1,6
BH - I	6.50 - 7.05 "	" III		44	1,6
BH - II	1.10 - 2.60 "	" 1		20	0,8
BH - II	4.70 - 6.50 "	" 3		10.	0,8
	6.50 - 7.25 "	" 4		140	0,6
BH - III	0.00 - 1.10 "	" 1		36	2,3
BH - III	1.10 - 2.10 "	" 2		130	0,9
BH - III	2.10 - 3.90 "	" 3		32	1,3
BH - III	3.90 - 5.60 "	" 4		29	1,4
BH - III	5.60 - 7.10 "	" 5		21	1,2
BH - III	7.10 - 8.00 "	" 6		350	0,5
BH - IV	0.00 - 4.95 "	" 1		16	0,1
BH - IV	7.50 - 11.80 "	" 3		53	0,7
BH - V	0.00 - 1.60 "	" 17		4	1,1
BH - V	1.60 - 6.40 "	" 18		19	1,3
BH - VI	0.00 - 1.20 "	" 19		580	1,2
BH - VI	1.20 - 4.40 "	" 20		29	1,7
BH - VI	4.40 - 9.60 "	" 21		68	1,1
BH - VI	14.00 - 17.75 "	" 23		160	1,2
BH - VII	2.70 - 7.75 "	" 25		98	0,6

Tunfield

0,13