



# Bergvesenet

Postboks 3021, N-7441 Trondheim

BÆRBAR MASKIN

## Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr	Intern Journal nr	Internt arkiv nr	Rapport lokalisering	Gradering
------------------------	-------------------	------------------	----------------------	-----------

6824

Kommer fra ..arkiv  
Grong Gruber AS

Ekstern rapport nr

Oversendt fra  
Grong Gruber a.s.

Fortrolig pga

Fortrolig fra dato:

Tittel

Zwischenbericht : Lagerstättenkunde schichtgebundener Sulfidvererzungen. Paragenese, Geochemie und Genese der vererzungen im Joma-gebiet

Forfatter

Horbach, Rita  
Liessmann, Wilfried

Dato    År

Okt 1984

Bedrift (Oppdragsgiver og/eller oppdragstaker)

Grong Gruber AS

Kommune

Røyrvik

Fylke

Nord-Trøndelag

Bergdistrikt

1: 50 000 kartblad

19241 19244

1: 250 000 kartblad

Grong

Fagområde

Geologi

Dokument type

Forekomster (forekomst, gruvefelt, undersøkelsesfelt)

Jomaforekomsten  
Borvasselv skjerp

Råstoffgruppe

Malm/metall

Råstofftype

Cu, Zn

Sammendrag, innholdsfortegnelse eller innholdsbeskrivelse

Foreløpig rapport i forbindelse med doktorgradarbeid ved Technische Universität Clausthal.

Undersøkelser i området Gåsvatn- Småvatna.

Bergarter beskrives. Disse inndeles i Fyllitter, Metavulkanitter og Kvartsitter som videralle har en detaljert videre inndeling. Tektonikk i området vurderes og malmen i Joma beskrives. Borvasselv skjerp prøvetas, men beskrives ikke.

En abitt-kloritt skifer betraktes som en ledehorisont i forhold til Jomamalmen

Dipl.-Geol. Rita Horbach

Dipl.-Min. Wilfried Ließmann

Institut für Mineralogie und Mineralische Rohstoffe  
-Fachgebiet Lagerstättenforschung-

Technische Universität Clausthal

Zwischenbericht zum D F G - Forschungsvorhaben Nr. Kr 242/16 - 1  
für den Zeitraum März bis Oktober 1984

Lagerstättenkunde schichtgebundener Sulfidvererzungen  
Paragenese, Geochemie und Genese der Vererzungen  
im Joma-Gebiet (Norwegen)

# Grong Gruber AS

## THE JOMA DEPOSIT

Ore reserves pr. 01.01.85	15 mill. tonn
With average	15 % Cu, 1,78 % Zn, 17-20 g/t Ag
Spesific weight	4,1 gives 36 % S

## Production pr. year:

	1983	1984*
Mine output, dry	482.738 tonn	395.711 tonn
Cu-average	1,48 %	1,38 %
Zn-average	1,48 %	1,42 %
Cu-concentrate, dry	25.031 tonn	18.414 tonn
Zn-concentrate, dry	8.309 tonn	8.616 tonn

\* Not a typical year do to several production difficulties.

Arve Haugen  
april - 85

## Inhaltsverzeichnis

### 1. Einleitung

1.1. Lage und regionale Geologie des Joma-Gebietes

1.2. Aufgabenstellung

1.3. Arbeitsgebiete

1.3.1. Kartiergebiet (R. Horbach)

1.3.2. Die Grube Joma (W. Ließmann)

### 2. Durchgeführte Arbeiten

2.1. Vorarbeiten

2.1.1. Vorarbeiten im Zeitraum März-Juni (R. Horbach)

2.1.2. Vorarbeiten im Zeitraum Mai-Juli (W. Ließmann)

2.2. Durchgeführte Arbeiten in Norwegen

2.2.1. Geländeeinsatz Mitte Juni-Mitte September (R. Horbach)

2.2.2. Untertageeinsatz von Juli-Mitte September (W. Ließmann)

2.3. Auswertung des Proben- und Datenmaterials nach der Geländesaison

2.3.1. Auswertung der durchgeführten Arbeiten (R. Horbach)

2.3.2. Bearbeitung und Auswertung des aus Joma mitgebrachten Materials (W. Ließmann)

### 3. Arbeitsergebnisse

3.1. Ergebnisse der Geländesaison

3.1.1. Geländearbeit

3.1.2. Die Lagerstätte Joma

3.2. Ergebnisse der petrographischen Untersuchungen

3.2.1. Petrographische Untersuchungen (R. Horbach)

3.2.2. Erzmikroskopie der Joma-Proben

4. Fortführung der Arbeiten

4.1. Laufende Arbeiten

4.1.1. Arbeitsplan bis Juni 1985 (R. Horbach)

4.1.2. Arbeitsplan bis Juni 1985 (W. Ließmann)

4.2. Geplante Arbeiten

4.2.1. Geplante Arbeiten für die Geländesaison 1985  
(R. Horbach)

4.2.2. Geplante Arbeiten in Joma im Sommer 1985  
(W. Ließmann)

5. Literaturverzeichnis

6. Anlagen 1 - 11

Zwischenbericht zum DFG-Forschungsvorhaben Nr. Kr 242/16-1

Thema : Lagerstättenkunde schichtgebundener Sulfidvererzungen  
Paragenese, Geochemie und Genese der Vererzungen im  
Joma-Gebiet (Norwegen)

1. Einleitung

1.1 Lage und regionale Geologie des Joma-Gebietes

Das Arbeitsgebiet liegt in Mittelnorwegen, ca. 300 km NNE von Trondheim, in der Provinz Nord-Trøndelag (Gemeinde Limingen) nahe der schwedischen Grenze. Die hier auftretenden Sulfidvererzungen befinden sich in den metamorphen geosynklinalen Schichteinheiten der zentralen Kaledoniden des NE Grong-Reviers.

Die Kieslagerstätte Joma und einige Mineralisationen im Umfeld sind an Grünsteinhorizonte der Røyrvik-Gruppe gebunden. Auch in den umliegenden Deckeneinheiten finden sich z.T. vergleichbare bauwürdige Lagerstätten: Stekkenjokk, im NE auf schwedischem Gebiet, Gjersvik und Skorovass, im SW-W von Joma in Norwegen.

1.2 Aufgabenstellung

Ziel und Gegenstand der momentanen Untersuchungen bildet die detaillierte Kartierung und Strukturanalyse des Gebietes zwischen Gåsvatnet und Småvatnan mit der Borvasselv-Vererzung sowie die detaillierte Bearbeitung der Joma Erzkörper. Hiermit soll zur Klärung der Lagerstättenbildenden Prozesse beigetragen und eine Korrelation der verschiedenen Vererzungen vorgenommen werden. Dafür ist die Kenntnis der lateralen und vertikalen Elementverteilung sowie die Ermittlung der Paragenesen in Erz und Nebengestein notwendig.

Von besonderem Interesse ist die stratigraphische Stellung der Grünsteinhorizonte innerhalb der Røyrvik-Gruppe. Die petrographische Bearbeitung der Proben mit Hilfe von Interpretation der Feingefüge und Spurenelementgeochemie dient zur Bestimmung der Ausgangsgesteine. Ferner sollen durch die detaillierte Kartierung im Gelände und Grubenbereich Gesteinseinheiten mit leithorizontartigem Charakter gefunden werden.

### 1.3. Arbeitsgebiet

#### 1.3.1. Kartiergebiet

(R. Horbach)

Das Arbeitsgebiet liegt SE der Gemeinde Røyrvik (s. Anlage 2) und umfaßt die Bereiche der Småvatnan (H  $64^{\circ}51'$  / R  $13^{\circ}47'$ ) bis südlich des Gåsvatnet (H  $64^{\circ}49'$  / R  $13^{\circ}40'$ ).

#### 1.3.2. Die Grube Joma

(W. Ließmann)

Das Erzbergwerk Joma liegt ca. 16 km östlich von Røyrvik. Genaue Position: ( $64^{\circ}52'N$ ,  $13^{\circ}52'E$ ). Die Lagerstätte befindet sich etwa 2 km SE der Übertageanlagen und wird von dort über einen 2,2 km langen Förderstollen aufgeschlossen (480 m üNN). Das ca. 200 m hohe Grubengebäude umfaßt insgesamt 18 Sohlen, die über Rampen und Wendeln miteinander verbunden sind. (siehe Anlage 3). Die Übertagearbeiten erfolgten im Tagebau und in der Umgebung der Lagerausbisse. In der Grube wurden 5 Sohlen zur Bearbeitung ausgewählt.

## 2. Durchgeführte Arbeiten

### 2.1. Vorarbeiten

#### 2.1.1. Vorarbeiten im Zeitraum März - Juni (R. Horbach)

- Literaturstudium
- Luftbilddauswertung
- Mikroskopie von Sammlungsmaterial anderer schichtgebundener Sulfidvererzungen und deren Nebengesteine
- Vorbereitung des Kartenmaterials für die Kartierung

#### 2.1.2. Vorarbeiten im Zeitraum Mai - Juli (W. Ließmann)

- Literaturstudium
- Mikroskopie von Sammlungsmaterial anderer schichtgebundener Sulfidvererzungen und deren Nebengesteine

### 2.2. Durchgeführte Arbeiten in Norwegen

#### 2.2.1. Geländeeinsatz Mitte Juni - Mitte September (R. Horbach)

- Übersichtsbegehung von Aufschlüssen im Bereich Røyrvik nach dem Exkursionsführer: Exkursion in the Scandinavian Caladonides (s. Literaturverzeichnis) zur Einführung in die verschiedenen Gesteinstypen
- Beginn der Kartierung im Maßstab 1 : 5.000 am Gåsvatnet Einführung des wiss. Mitarbeiters W. Ließmann und der student. Hilfskräfte S. Bartl und J. Metz in die regionale Geologie des Jomagebietes und deren Einarbeitung in die Kartierproblematik
- Kartierung des Borvasselv- und Småvatngebietes
- gezielte Probenahme für mikroskopische Arbeiten
- ausgewählte Probenahme der Großproben für chemische Analysen



- Detailkartierung der Borvasselvvererzung im Maßstab 1 : 200 systematische und Beprobung von Erz und Nebengestein
- Befahrung der Joma-Grube zum Vergleich mit den eigenen Geländebefunden

#### 2.2.2. Untertageeinsatz von Juli - Mitte September (W. Ließmann)

- Einführung in die regionale Geologie des Grong-Revieres
- Einführung in die regionale Geologie des Jomagebietes insbesondere des Gebietes Gåsvatnet-Borvasselv-Småvatnan durch R. Horbach
- Studium des vorhandenen Karten- und Rißmaterials der Grube
- Untertageeinführung in Joma durch Mitarbeiter der Grong Gruber A/S
- Befahrung der wichtigsten Grubenbaue zur Auswahl der für Detailkartierung und Bemusterung geeigneten Aufschlüsse
- Kartierung von Erz und Nebengestein im Maßstab 1 : 100 und 1 : 50 auf insgesamt 5 Sohlen im Zentralbereich des Haupterzkörpers
- Systematische Probenahme von Profilen querschlägig zum Erzkörper (Erz und Nebengestein)
- Beprobung von Aufgäbe, Konzentraten und Abgängen der Aufbereitungsanlage
- Exkursionen zu den Nachbarlagerstätten Gjersvik und Skorovass

#### 2.3. Auswertung des Proben- und Datenmaterials nach der Geländesaison

##### 2.3.1. Auswertung der durchgeführten Arbeiten (R. Horbach)

- Anfertigen von Dünn- und Anschliffen
- Aufbereiten der Proben für geochemische Analysen
- Beginn der geochemischen Messungen auf Hauptelemente

- Erstellung eines Kartenentwurfes im Maßstab 1 : 10.000
- Mikroskopische Untersuchungen von Mineralparagenese, Erzminerale und Korngefüge der Gesteine.

#### 2.3.2. Bearbeitung und Auswertung des aus Joma mitgebrachten Materials (W. Ließmann)

- halbieren der Handstücke mit einer Diamantsäge
- Makroskopische Beschreibung der Proben, verbunden mit Auswahl von geeigneten Stellen für die Anfertigung von An- und/oder Dünnschliffen
- von den ca. 150 Proben sind im Moment etwa 50 verschliffen bzw. noch in der Präparation
- Mikroskopische Untersuchung der ersten 20 Anschliffe
- Ermittlung der räumlichen Verteilung von Erztypen anhand von vorhandenen Bohrprofilen und den eigenen Kartiierungsergebnissen, zur Rekonstruktion der primären Stratigraphie

### 3. Arbeitsergebnisse

#### 3.1. Ergebnisse der Geländesaison

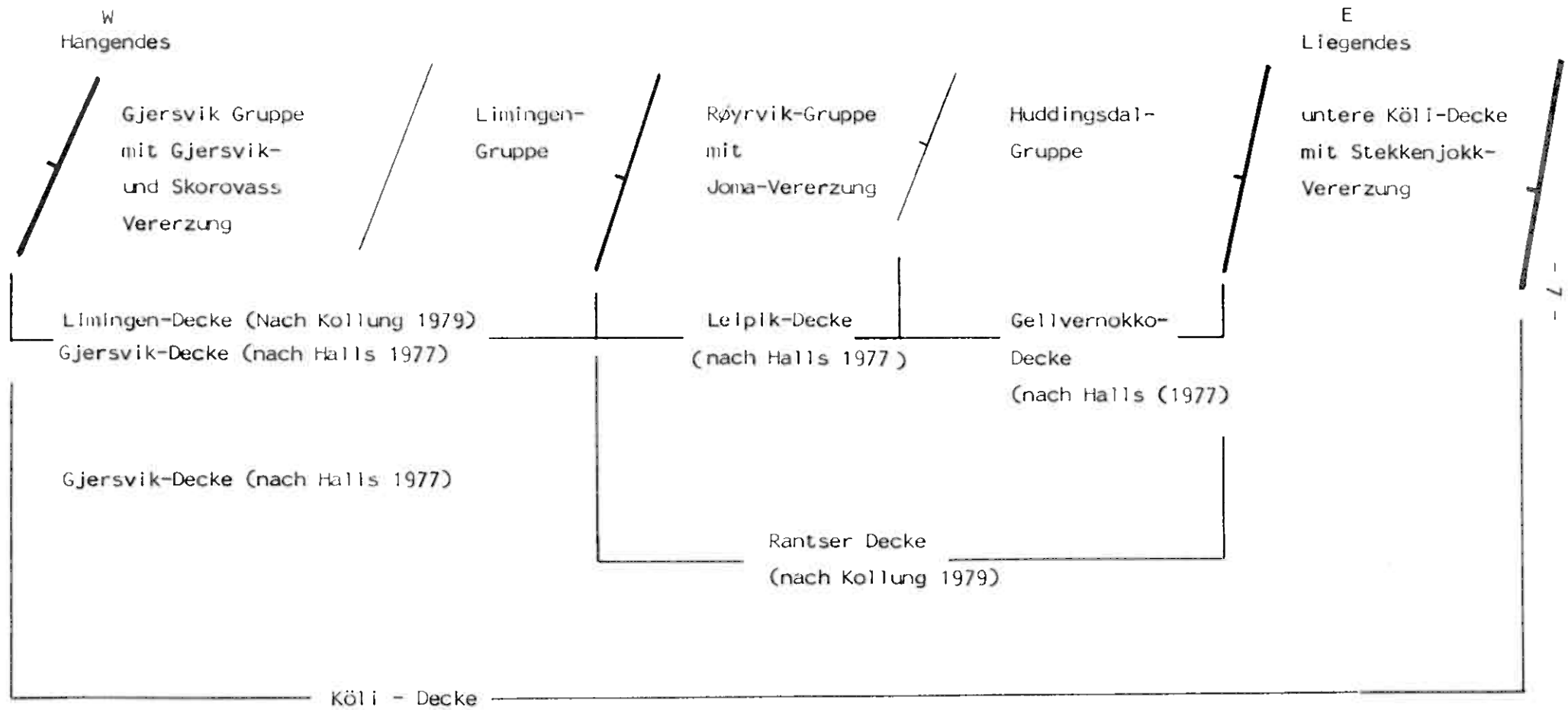
##### 3.1.1. Geländearbeit

##### Regionale Geologie

Das Arbeitsgebiet liegt 5 km SW der Grube Joma und 9 km SE der Gemeinde Limingen (s. Anlage 2).

Die hier auftretenden Gesteinseinheiten sind der Røyrvik-Gruppe zuzuordnen (Kollung 1979). Diese wird im Norden von der Huddingsdal-Gruppe begrenzt, im Süden und Westen von der Limingen-Gruppe und im Osten von der unteren Köli-Decke. Die Røyrvik-Gruppe, als tektonisch höhere Einheit und die Huddingsdal-Gruppe, als tektonisch tiefere Einheit bilden zusammen die Rantser-Decke, die als mittlere strukturelle Einheit des Seve-Köli-Komplexes anzusehen ist.

Schematische Deckenabfolge von W nach E



Die oben angeführten Gruppen sind Teil der Grong- Depression, die sich aus eugeosynklinalen Einheiten präkambrischen-silurischen Alters zusammengesetzt (Kollung 1979). Für die metamorphen sedimentär-vulkanischen Gesteine der Røyrvik-Gruppe wird ein kambrisches bis unteres ordovizisches Alter angegeben (u.a. Kollung 1979). Die massige stratiforme Sulfidvererzung der Grube Joma ist an die mittlere metamorphe vulkanische Einheit dieser Gruppe gebunden. Olsen (1980) nimmt eine syngenetische, vulkanogen-sedimentäre Entstehung für diese Lagerstätte an.

#### Geländeeinsatz vom 15. Juni - 9. September 1984

Wegen der relativ kurzen Geländesaison und der schlechten Wetterverhältnisse konnte in diesem Geländesommer nur ein Teil des Gebietes bearbeitet werden. Mit der Kartierung wurde im Bereich südlich des Gåsvatnet begonnen, da die höher gelegenen Teile der Småvatnan infolge der Schneelage noch nicht begehbar waren. Diese abgelegenen Bereiche wurden auch wegen der langen Anmarschwege von einem Zeltcamp aus kartiert. Der Aufschlußgrad liegt, bedingt durch dichten Bewuchs, ausgedehnte Hochmoorflächen und glaziale Überdeckung, teilweise unter 10%.

Die Ergebnisse der Geländearbeiten sind in der vorläufigen geologisch-petrographischen Karte und in der Strukturelementkarte dargestellt (s. Anlage 10 und 11).

Ziel der Kartierung ist es, stratigraphische und petrographische Unterschiede bzw. Gemeinsamkeiten der Gesteine im Arbeitsgebiet herauszuarbeiten, Leithorizonte für Sulfidmineralisationen zu finden und die Verbandsverhältnisse der Vererzungen zu den umgebenden Einheiten zu klären. Erkenntnisse darüber sollen auch aus detatillierten

Strukturmessungen gewonnen werden. Ein im Arbeitsgebiet zu Tage ausstreichendes Erzband im Bovasselvflußbett (s. Anlage 10) wurde deshalb systematisch in vertikaler und lateraler Erstreckung einschließlich des Nebengesteins beprobt und im Maßstab 1 : 200 detailkartiert.

#### Ergebnisse der Kartierung:

Folgende Gesteinshaupttypen konnten im Kartiergebiet vom Hangenden zum Liegenden ausgehalten werden:

- 1) Quarzit
- 2) Grünschiefer
- 3) Phyllit

mit unterschiedlichen Varietäten und Übergängen innerhalb und mitunter zwischen den einzelnen Einheiten. Metabasit- und Metaultrabasit-Vorkommen wurden überwiegend südlich des Gåsvatnet beobachtet. Die Metaintrusiva sind auffälligerweise mit Grünschieferhorizonten verknüpft. Die drei oben erwähnten Haupteinheiten treten in drei, z.T. auch in vier mehr oder weniger parallel zueinander verlaufenden Horizonten auf.

Leithorizonte für Sulfidmineralisationen lassen sich in unterschiedlichen stratigraphischen Positionen je nach Aufschlußgrad teilweise über mehrere hundert Meter aushalten.

#### Makroskopische Beschreibung der einzelnen Gesteinseinheiten

##### 1) Quarzite

Das bereichsweise sehr feinkörnig-massige, feingebänderte Gestein weist Farbvariationen von dunkelgrau bis weiß auf. Typische sedimentäre Strukturen wie z.B. graded bedding oder Rippelmarken wurden nicht beobachtet. Quarz, Biotit, Helliglimmer und Erz sind makroskopisch zu erkennen.

Einschaltungen von Phyllit- und Glimmerlagen unterschiedlicher Mächtigkeit, die in allen Quarziten des Arbeitsgebietes auftreten, ermöglichen eine Feinfäلتung des Gesteins. Die Klüfte im Quarzit sind teilweise mit Quarz verheilt.

## 2) Metavulkanite

### a) Grünstein:

Diese als Metabasalte anzusehenden Gesteine wurden nur vereinzelt im inneren Grünschiefergürtel im Gebiet der Smávatnan gefunden. In einer dunkelgrünen feinkörnig bis dichten Grundmasse sind Aktinolithnadelchen zu erkennen.

### b) Grünschiefer:

Feinkörnige meist stark verschieferte Typen können von mehr massigeren weniger verschieferten unterschieden werden. Die Farbe variiert von hellgrün bei chlorit- und karbonatreichen Grünschiefern bis schwarzgrün bei epidot-reichen. Größere Texturen treten in Karbonatreichen Gesteinen auf. Sie werden durch größere Karbonatblasten, Quarz-Feldspataggregate und Epidotnester hervorgerufen.

Bereichsweise zeigen die häufig Aktinolith-reichen Grünschiefer Übergänge zu fast monomineralischen Aktinolith-schiefern. Am Kontakt zu Phyllit wurden mitunter größere Aktinolithlinsen im Grünschiefer beobachtet.

Biotitreiche Varietäten sind bislang nur im Kontaktbereich zur Limingen-Decke gefunden worden. Hier treten auch sehr karbonatreiche Gesteine auf.

Die Kontakte der Grünschieferhorizonte zu den Phylliten und Quarziten sind konkordant. Im ganzen Arbeitsgebiet gibt es meist geringmächtige Phyllitlagen als Einschaltungen in den Grünschiefern. Mit Annäherung an den Kontakt zu diesen wechsellagern sedimentäres und vulkanogenes Material in mm - cm - Bereich.

Sulfidmineralisationen sind sowohl an karbonatreiche, als auch an chloritreiche Lagen innerhalb der Grünschiefer gebunden (Leithorizonte).

c) Metatuffe

Metatuffe kommen überwiegend im mittleren Grünschieferzug der Småvatnangegend vor und sind hier mit einer Mächtigkeit bis zu 5 m aufgeschlossen. Die gröbere Textur dieser hell- bis mittelgrünen, meist karbonatreichen Gesteine wird durch unregelmäßige Quarz-Feldspataggregate hervorgerufen.

d) Metatuffite

Diese durch eine Wechsellagerung von sedimentären und vulkanogenem Material gekennzeichnete Gesteinsvarietät tritt hauptsächlich in der Kontaktzone von Grünschiefer und Phyllit auf. Die sedimentären Lagen zeigen Biotit-Chlorit- und Quarzföhrung, die vulkanogenen Lagen Quarz-Feldspat-reiche Aggregate.

e) Albit-Chlorit-Schiefer

Dieses Gestein, das als ein Leithorizont für die Sulfidmineralisation angesehen werden kann und auch aus den vererzten Einheiten der Grube Joma bekannt ist, konnte im Liegenden und Hangenden des Borvasselverbandes sowie in einem Bach SSW des Gåsvatnet beobachtet werden. Kennzeichnend sind Quarz-, Feldspat-, Karbonat- und Chloritföhrung sowie Sulfidimprägnationen.

Die Zuordnung zu einer Gesteinshauptgruppe konnte anhand makroskopischer Kriterien nicht erfolgen und muß deshalb mikroskopisch versucht werden.



### 3) Phyllite

Anhand mikroskopischer Kennzeichen können die Phyllite folgendermaßen untergliedert werden:

- a) Quarzphyllit
- b) Graphitphyllit
- c) grauer Phyllit

#### a) Quarzphyllit

Diese Phyllitvarietät befindet sich immer im Kontaktbereich zu Quarziten. Kennzeichnend sind Quarzeinschaltungen in einem dunkelgrauen Phyllit, die zum Quarzitkontakt hin zunehmen. Dadurch entsteht ein unterschiedlich stark ausgeprägter Übergang von Phyllit über Quarzphyllit und phyllitischem Quarzit zur Quarzit. Der Quarz kann in Form konkordanter Bänder, Lagen und Linsen vorliegen oder unregelmäßige Gängchen und Kluftausfüllungen bilden. Die intensiv verschieferten Phyllitlagen sind hellglimmerreich, Biotit-, Chlorit- und Karbonat-führend.

#### b) Graphitphyllit

Graphitphyllitlagen können häufig in Kontaktnähe zu Grünschiefer im grauen Phyllit beobachtet werden. Das Gestein ist hellglimmerreich, Biotit-Chlorit- und Karbonat-führend. Die schwarze Farbe wird durch hohe Graphitanteile auf den Schieferungsflächen verursacht. Sulfide treten in Form von Bändchen, Linsen und Imprägnationen auf, die mit Einschaltungen von Tuff- bzw. Grünschieferlagen mengenmäßig zunehmen.

#### c) Grauer Phyllit

Die graue bis graubraune, auch dunkelgraue Farbe ist bedingt durch unterschiedliche Gehalte an Quarz, Hellglimmer,

Biotit, Graphit und Karbonat. Hellglimmer und Biotit bilden mitunter größere Blasten auf den Schieferungsflächen. Karbonat und Quarz kommen in Form von Linsen oder konkordanten Lagen vor.

Der Graue Phyllit, die im Arbeitsgebiet häufigste Phyllitvarietät, zeigt lokal Einschaltungen Biotit-reicher Lagen und Sulfidimprägnationen. Im mittleren Quarzithorizont südöstlich des Gasvättnet treten 0,5 - 2 m mächtige Lagen grauen Phyllits mit scharfem konkordanten Kontakt ohne „graduelle“ Übergänge zum Quarzit auf.

#### Marmor:

Im Liegenden des Borvasselverbandes treten mehrere weiße, nahezu reine Marmorlagen, mit Mächtigkeiten von wenigen cm im Grünschiefer auf. Diese sind ebenfalls aus dem Liegenden der Jomavererzung bekannt und können als Leithorizont gelten.

#### Intrusiva:

Es wurden grobkörnige Metabasite und ein feinkörniger serpentinierter Metaultrabazitkörper gefunden, deren genauere Beschreibung mikroskopisch erfolgen soll.

### Tektonik

Bei den bisher im Gelände durchgeführten Arbeiten stand die geologisch-petrographische Kartierung im Vordergrund. Deshalb kann über den strukturellen Bauplan nur untergeordnet berichtet werden. Folgende Ergebnisse liegen bislang vor (s. auch Anlage 11): Der nahezu S-förmige Verlauf der Gesteinseinheiten von den Småvatnan bis zum Gåsvatnet spiegelt sich tendenziell auch im Streichen der Planargefüge wieder. Das Einfallen der Schichten ist entsprechend ihrem Verlauf nach S bzw. E gerichtet. Ein Umbiegen des Streichens von E-W in N-S-Richtung mit W-Einfallen deutet sich südlich des Gåsvatnet an. Größere Faltenstrukturen zeichnen sich im Småvatnan-Gebiet am Verlauf der Einheiten ab. Die gemessenen Kleinfaltenachsen im m-10 er m-Bereich zeigen einen generellen NNE-Trend mit leichten lokalen Schwankungen und Abtauchwerte bis max.  $15^{\circ}$  meist nach SSW. Eine Ausnahme bildet das Gebiet SE des Gåsvatnet mit einer Anordnung der Faltenachsen nahezu senkrecht dazu. Die Arten der Falten variieren von Konzentrischen- und Knickfalten bis zu isoklinalen Falten.

Der Kontakt der Røyrvik-Gruppe zur Limingen-Decke ist scharf. Der bogige Verlauf des Kontaktes von E-W nach N-S und wieder nach E-W entspricht dem der Røyrvik-Einheiten im Liegenden.

Gewisse Zweifel ergeben sich an Kollung's Interpretation der Verbandsverhältnisse (Kollung 1979). Gegen seine Annahme einer Überschiebungsbahn, die beide Gruppen trennen soll, sprechen folgende Beobachtungen:

- a) fehlende Mylonite
- b) bogiger Verlauf der Deckenbahn, entsprechend dem Verlauf der Røyrvik-Gesteinseinheiten im Liegenden

- c) tendenziell gleiche Ausrichtung der Planargefüge im Kontaktbereich in beiden Einheiten.

Die im Arbeitsgebiet E-W und N-S verlaufenden Störungen mit Blattverschiebungscharakter zeigen nur geringe Versatzbeträge bis zu wenigen Metern.

Die Versatzbeträge der beobachteten Aufschiebungen liegen im cm-m-Bereich.



Abb. 1      gestörte Lagerung des Erzbandes  
(meist durch Aufschiebungen), Borvasselv

Eine Bestandsaufnahme der bruchtektonischen Elemente erfolgte bislang anhand von Luftbildern. Dabei zeichnen sich bevorzugt folgende drei orthogonale Systeme der Bruchstrukturen ab:

- 1) eine ausgeprägte NE-SW-Richtung ( $25 - 35^\circ$ )  
und senkrecht dazu Lineationen um  $115-125^\circ$
- 2) Bruchstrukturen in N-S- und E-W-Richtung
- 3) untergeordnet ein System in  $75^\circ$ - und  $160^\circ$ -Richtung

mit leichten lokalen Schwankungen.

Eine detaillierte richtungsstatistische Bearbeitung und die Korrelation der Luftbilddaten mit den Geländedaten steht noch aus.

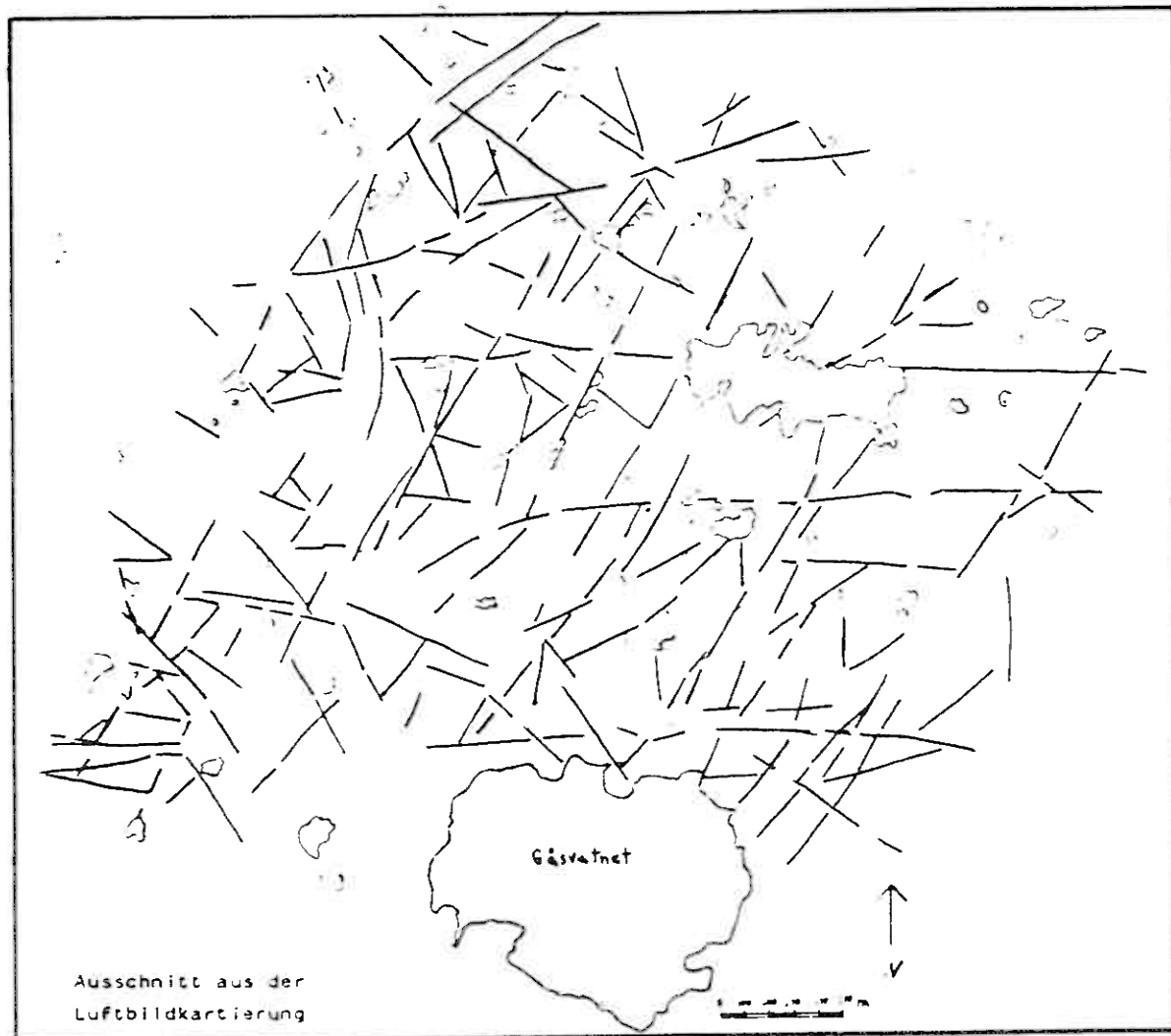


Abb. 2

Die tektonischen Vorgänge führten zur Bildung von zwei Schieferungen. Aus den Deformationsphasen resultierende Falten, Störungen und Klüfte sind bis in den mikroskopischen Bereich erkennbar. Die Deformation führte ferner zur Bildung von Grenulation und Kinkbands.

Erzanreicherungen finden sich häufig auf Klüften und gelegentlich in Faltenscheiteln.

Anhand der Granatblastese läßt sich eine prä-, syn- und postdeformativ erfolgte Sprossung der Minerale erkennen.

### 3.1.2. Die Lagerstätte Joma

Die Kieslagerstätte Joma umfaßt mehrere perlenschnurartig angeordnete Erzlinen, die über Tage ca. 1.500 m weit verfolgbare sind. Die Form und Lage der Erzkörper ist aus Anlage 3 zu entnehmen.

Zur Zeit beschränkt sich der Abbau auf den zwischen 5 und 20 m mächtigen Haupterzkörper ("Myrgangen"). Dieses Lager liegt genau in der Umbiegung des Erzhorizontes. Das SW-Einfallen verflacht sich von  $50 - 60^{\circ}$  im Tagebau (580 m NN) auf  $20 - 30^{\circ}$  im Niveau der 416-m-Sohle.

Nach Olsen (1980) und den eigenen Kartierungen ergibt sich die in Anlage 5 dargestellte schematisierte Stratigraphie. Danach bilden Erzkörper und Nebengestein den invers <sup>foliel</sup> liegenden Schenkel einer großen, überkippten Isoklinalfalte mit NW-SE-Achsenstreichen. Während dieser ersten Deformationsperiode (D1) wurden Erzkörper und Nebengestein gemeinsam gefaltet und geschiefert. In der Grube sind hauptsächlich Überschiebungen und damit verbundene Schleppepfalten vorherrschend, deren Amplituden schwanken zwischen einigen m und wenigen cm. Eine zweite Faltung (D2) schuf offene, asymmetrische Falten mit Amplituden im cm-Bereich, deren Achsen etwa rechtwinklig zu den D1-Achsen verlaufen (NE-SW).

Die Untertagekartierung ergab drei Haupterztypen, die im folgenden kurz charakterisiert werden sollen. Diese Typen lassen sich in zahlreiche Untereinheiten gliedern. Aussagen über die sehr komplizierte Feinstratigraphie sind allein auf Grund von makroskopischen Befunden nicht möglich. Erst in Verbindung mit einer ausführlich erzmikroskopisch Bearbeitung werden hier Ergebnisse zu erwarten sein.

#### a) Massives Pyriterz

Dieser Erztyp macht mehr als 90% der Lagerstätte aus. Im Zentralteil des "Myrgangen", zwischen 480- und 416 -m-Sohle erreicht dieser Erztyp seine größte Mächtigkeit (max. 25 m). Das feinkörnige, dichte Erz ist scharf gegen die hangenden Grünschiefer abgegrenzt. Eine schwache Sulfidimprägnation ist nur bis in 1 - 2 m Entfernung vom Kontakt zu beobachten. In verschiedenen stratigraphischen Niveaus sind scharf begrenzte Karbonatlinsen bis 1 m mächtig konkordant ins Erz eingeschaltet. Sie lassen sich oft als Leithorizont über mehrere Sohlen verfolgen. Eine deutliche Konzentration dieser Marmorlagen ist in der Nähe des hangenden Kontaktes erkennbar. Das Pyriterz besitzt in diesem Bereich ebenfalls einen hohen Karbonatanteil. An einigen Stellen der Lagerstätte (z.B. 495-m-Sohle) bildet eine 1,5 m mächtige Marmorbank die hangende Begrenzung des Pyriterzes.

Zinkblende findet sich ebenfalls in den hangenden Erzpartien etwas angereichert. Ein abgrenzbarer Zn-Horizont (wie die Zn-Zone in Skorovass) konnte nirgendwo in der Grube beobachtet werden. Es handelt sich vielmehr um einzelne 5 - 20 cm mächtige, absetzige ZnS-reiche Lagen und Schlieren, die nie weiter als ca. 2 m verfolgbar sind.

In der Nähe des liegenden Kontaktes sind einige bis 1 m mächtige, scharf begrenzte Amphibol-Biotit-Chlorit-Schiefer-Horizonte ins Erz eingeschaltet. Diese über 10er m verfolgbaren Schichten können als tuffitische Zwischenmittel gedeutet werden. Im Zentralteil des "Myrgangen" bildet eine etwa 4 m mächtige Tuffbank (Epidot-Aktinolith-Chlorit-Schiefer) die liegende Begrenzung des massiven Pyriterzes.



b) Kupferkies-Magnetkies-Erz (z.T. "Durchbewegterz")

Diese Erzart tritt mengenmäßig gegenüber den anderen beiden Typen weit zurück. Mit Gehalten von 5 - 15% Cu ist es das einzige wirkliche Reicherz in Joma.

Kupferkies-Magnetkies-Erz bildet mehrere flache, linsenförmige Körper, die konkordant zwischen Pyriterz und Chloritschiefer liegen. Die Mächtigkeiten sind stark schwankend, als Maximum können 2 m gelten. Die größte dieser Linsen erstreckt sich im NW-Teil des "Myrgangen" zwischen 560 und 480 m ü NN und ist etwa 400 m lateral verfolgbar. Unterhalb der 480-m-Sohle keilt dieser Erztyp aus und setzt erst wieder im Niveau der 375-m-Sohle auf. Der direkte Kontakt zwischen Pyriterz und Kupferkies-Magnetkies-Erz ist stets scharf. Solche Aufschlüsse sind selten, da oft tuffitische oder karbonatische Linsen beide Erzarten trennen. In den hangenden Partien des Kupferkies-Magnetkies-Erz folgen einige Pyriterzbänder konkordant dem Kontakt.

Bei Mächtigkeiten über 30 cm zeigt das Erz ein typisches "Durchbewegungsgefüge". Auf Grund der großen Plastizität von Kupferkies und Magnetkies während der Deformationsperioden wurde das primäre s-Gefüge völlig aufgelöst.

Kompetentere Schieferhorizonte wurden zerschert und oft boudiniert, einzelne Bruchstücke wurden auch rotiert und von den im 1-m Bereich mobilisierten Sulfiden "umflossen". (Anlage 7) Nicht selten ist zu beobachten, daß Kupferkies-Magnetkies-Erz besonders in den Faltenscheiteln in das massive Pyriterz eingepreßt wurde.

An einigen Stellen treten Magnetit- bzw. Magnetit-Quarzlagen und Linsen in den liegenden Partien des Kupferkies-Magnetkies-Erzes auf. Eine bis mehrere m mächtige, dunkle Quarzitbank begrenzt das Kupferkies-Magnetkies-Erz im Liegenden. Magnetit ist als Imprägnation verbreitet. Generisch läßt sich dieses Gestein als chemisches Präzipitat

einer oxidischen Vorphase der Thermentätigkeit deuten. Später erfolgte die Ausscheidung von Magnetkies und Kupferkies, unterbrochen durch die Ablagerung von tonig-sandigem und tuffogenem Material.

Die z.T. rhythmische Wechsellagerung von Erz und Nebengestein im cm-Bereich ist trotz der starken "Durchbewegung" zumindest in Fragmenten erhalten geblieben.

### c) Imprägnationserz (vererzter Chloritschiefer)

Dieser Erztyp tritt stets im geologisch Liegenden des Kupferkies-Magnetkies-Erzes auf. Es handelt sich hier um stark geschieferte Epidot-Biotit-Amphibol-Chlorit-Gesteine, die in manchen Grubenteilen 10 m Mächtigkeit erreichen. Diese Schiefer sind besonders nahe des Kontaktes zum Derberz z.T. erheblich mit Kupferkies und Magnetkies vererzt. (2 - 5% Cu)-Erzlagen und Schiefer bilden eine unregelmäßige Wechsellagerung im mm-cm Bereich. Darin eingeschaltet treten auch mächtigere Linsen von derben Pyriten oder Kupferkies-Magnetkies-Erz auf. Mit zunehmendem Abstand vom eigentlichen Erzkörper nimmt die Mächtigkeit der Derberzlagen von etwa 10 cm nahe des Kontaktes auf etwa 1 cm in 2 m stratigraphischer Entfernung ab. Der Abstand zwischen den einzelnen Linsen vergrößert sich zum Liegenden hin rasch. Auch die Gesamterzföhrung der Chloritschiefer nimmt schnell ab. In ca. 4 m Entfernung vom Erzkörper ist oft kaum noch eine Sulfidföhrung zu beobachten.

Das Erz hat eine gewisse Ähnlichkeit mit dem Rammelsberger "Banderz". (Anger, 1963) Die deutliche Zunahme der Erzführung vom Liegenden zum Hangenden deutet auf eine verstärkte Thermentätigkeit hin. Die Erzausfällung wurde zwischenzeitlich durch die Ablagerung von Tuffen, Tuffiten und tonig-sandigen Sedimenten unterbrochen.

d) Quarz-Albit-Gestein ("Quarzkeratophyr")

Dieses helle, ungeschieferte Gestein bildet eine zusammenhängende, 5 - 6 m mächtige Masse im Liegenden des Chloritschieferhorizontes. Besonders im Tagebau und auf den oberen Sohlen der Grube ist dieses Gestein bis zu 6 m mächtig aufgeschlossen. Unterhalb der 495-m-Sohle scheint es teilweise auszukeilen, jedenfalls lassen sich auf den tieferen Sohlen nur noch vereinzelte, gering mächtige Linsen beobachten. Das dichte Gestein ist normalerweise stark fragmentiert, es wird netzwerkartig von bis zu cm mächtigen Pyritgängchen durchtrüert. Die Zusammensetzung des Gesteins ist stark wechselnd. Im nur wenig chloritführenden Quarz-Albit-Fels gibt es ausgesprochen chlorit- und glimmerreiche Gesteinstypen, die darin als dm-mächtige Linsen und Schlieren regellos verteilt sind.

Im Bereich des Liegenden Nebenlagers (387-m-Sohle; siehe Anlage 6) ließ sich eine im mm-Bereich gut gebänderte Varietät des Quarz-Albit-Gesteins beobachten. Die hier bis 0,5 m mächtige Schicht ist im Hangenden und Liegenden scharf begrenzt. Im Abstand von einigen cm sind darin parallel verlaufende bis 1 cm dicke Pyriterschichten eingeschaltet, die sich oft über mehrere m verfolgen lassen.

Über die Stellung beider Gesteinsvarietäten zueinander kann auf Grund fehlender Grubenaufschlüsse noch keine Aussage gemacht werden. Olsen (1980) deutet das Quarz-Albit-Gestein als einen durch hydrothermale Alteration veränderten "Grünstein".

Wegen der noch nicht durchgeführten mikroskopischen Untersuchung muß an dieser Stelle auf eine eigene genetische Deutung verzichtet werden.

Die Ergebnisse der Untertagearbeit sprechen eindeutig für eine syngenetisch-exhalative Genese des Joma Erzes. Die über weite Distanzen verfolgbare Konkordanz von Erz und

Nebengestein sowie der oft beobachtete rhythmische Wechsel von Erzausscheidung und Sedimentation seien als Beweise genannt. Erzmobilisationen haben in größerem Umfange nicht stattgefunden. Nur die sehr plastischen kupferkiesreichen Erze sind im dm seltener im 1 m-Bereich auf Klüften gewandert.

### 3.2. Ergebnisse der petrographischen Untersuchungen

#### 3.2.1. Petrographische Untersuchungen (R. Horbach)

Um eine Übersicht über die im Arbeitsgebiet auftretenden Gesteinstypen und ihre Variationen zu erhalten, wurden 175 Proben (s. Anlage 11) für mikroskopische Auswertungen genommen. Zusätzlich sollen 57 Großproben für analytische Zwecke die Differenzierung der Einheiten erleichtern und Aufschlüsse über ihren Chemismus geben. Daraus lassen sich z.B. Informationen über eine Spilisierung der Gesteine und eventuelle Alterationszonen ableiten. Durch Spurenelementanalytik sollen ferner Rückschlüsse auf Edukte, Ablagerungsräume und Sedimentationsabfolge gezogen werden.

##### a) Mikroskopische Untersuchungen

Im Zeitraum von Mitte September bis Ende Oktober konnten repräsentative Proben des Kartiergebietes nur übersichtsmäßig mikroskopiert werden. Bislang wurden 50 Dünnschliffe angefertigt. Die mikroskopischen Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen.

Anhand dieser Dünnschliffe können die kartierten Einheiten in folgende Hauptgruppen untergliedert werden:

Quarzite  
feinkörnige Grünsteine  
grobkörnige Metakaven  
Grünschiefer  
Metatuffe  
Metatuffite  
Phyllite  
Glimmerschiefer  
Marmor  
Metaintrusiva  
Serpentinite

Diese Hauptgruppen lassen sich aufgrund wechselnder Gehalte der sie aufbauenden Minerale noch weiter in Untergruppen einteilen (s. Tab.).

Übersicht über die wichtigsten Gesteinseinheiten und ihre Mineralbestände

Hauptgruppen	Untergruppen	Mineralbestand
Quarzite	Granat - Quarzit Glimmer - Quarzit Phyllit - Quarzit	Quarz, Plagioklas, Muskovit, Serizit, Biotit, Chlorit, Granat, Apatit, Epidot, Klinozoisit, Turmalin, Karbonat, Titanit, Graphit, Kutil, Erz
Grünsteine Grünschiefer Metatuffe Metakavon	Aktinolith - Schiefer Epidot - Aktinolith - Sch. Epidot - Aktinolith - Albit - Sch. Chlorit - Aktinolith - Sch. Epidot - Chlorit - Aktinolith - Sch. Albit - Chlorit - Sch. Epidot - Chlorit - Sch. Karbonat - Chlorit - Sch. Karbonat - Aktinolith - Sch. Karbonat - Epidot - Chlorit - Sch. Klinozoisit - Chlorit - Sch. Klinozoisit - Aktinolith - Sch. Epidot - Sch. Klinozoisit - Aktinolith - Albit - Sch.	Aktinolith, Plagioklas, Quarz, Epidot, Klinozoisit, Chlorit, Karbonat, Titanit, Biotit, Heliglimmer, Apatit, Erz, Magnetit, Limonit, Hornblende,
Metatuffite	Diolit - Chlorit - Schiefer Chlorit - Sch. Aktinolith - Epidot - Chlorit - Sch. Muskovit - Aktinolith - Albit - Sch. Epidot - Chlorit - Albit - Sch. Albit - Biotit - Epidot - Sch. Klinozoisit - Aktinolith - Albit - Sch. Biotit - Titanit - Muskovit - Sch. Diolit - Albit - Sch. Serizit - Phyllit Gneiss - Phyllit Quarz - Phyllit Gneiss - Quarz - Phyllit	Quarz, Plagioklas, Chlorit, Biotit, Heliglimmer, Aktinolith, Karbonat, Epidot, Klinozoisit, Titanit, Orthit/Apatit, Erz, Gneiss/Hämatit,
Phyllite	Diolit - Serizit - Phyllit Chlorit - Quarz - Phyllit Epidot - Muskovit - Phyllit Klinozoisit - Muskovit - Chlorit - Phyllit Granat - Diolit - Phyllit Gneiss - Serizit - Phyllit Gneiss - Chlorit - Phyllit Quarz - Serizit - Phyllit Aktinolith - Muskovit - Phyllit	Serizit, Muskovit, Quarz, Plagioklas, Karbonat, Graphit, Titanit, Chlorit, Epidot, Klinozoisit, Biotit, Granat, Apatit, Erz, Turmalin, Zirkon
Glimmerschiefer	Granat - Diolit - Glimmerschiefer Chlorit - Glimmerschiefer Biotit - Glimmerschiefer	Quarz, Plagioklas, Diolit, Muskovit, Serizit, Granat, Titanit, Chlorit, Epidot, Apatit, Klinozoisit, Turmalin, Zirkon, Orthit, Limonit, Erz
Metakavon		Karbonat, Quarz, Aktinolith, Chlorit, Heliglimmer, Limonit
Metaintrusive		Epidot, Klinozoisit, Plagioklas, Hornblende, Muskovit, Serizit, Aktinolith, Chlorit, Titanit, Quarz
Serpentin		Serpentin, Talk, Chlorit, Karbonat, Heliglimmer, Erz, Aktinolith

Die hauptsächlich am Gesteinsaufbau beteiligten Minerale sind:

#### Plagioklas:

Die teilweise nach dem Albitgesetz verzwillingten feinkörnigen Albite und Oligoklase der Grünschiefer, Metatuffe und Metatuffite zeigen häufig, infolge des gerichteten Druckes, eine Deformation der Zwillingslamellen und eine Auswalzung der in S eingeregelteten Körner. Größere mehr gerundete detritische Plagioklase sind des öfteren nach dem Karlsbader Gesetz verzwillingt. Grobkörnigere Porphyroblasten weisen mitunter sigmoidal verbogene Intergefüge auf. Anhand der parallel der ersten Schieferung eingeregelteten Einschlüsse läßt sich die Verbiegung und Rotation der Blasten durch eine zweite Deformationsphase (zweite Schieferung) erkennen. Saussuritisierte Plagioklase, die unter Neubildung von Albit und Klinozoisit rekristallisieren, wurden nur in Metalaven und Metaintrusiva gefunden.

#### Quarz

Die meist fein- bis mittelkörnigen Individuen bilden z.T. gut rekristallisierte polygonale Pflasterstrukturen. In vielen Quarz-Kristallen bewirkte die Deformation undulöse Auslöschung und die Bildung von Subkörnern. Große detritische Körner liegen mitunter in einer feinkörnigen Quarzmatrix. Quarz bildet häufig, zusammen mit Plagioklas, Lagen in Phylliten, Glimmerschiefern und Metatuffiten. Eine Wechsellagerung von feinkörnigen und grobkörnigen Quarzlagen tritt gelegentlich in Quarziten auf.

### Aktinolithe und Hornblenden:

Die meist grünlich gefärbten Aktinolithe sind überwiegend Bestandteil der Metavulkanite und Metatuffite. Große quersprossende Blasten zeigen oftmals eine garbenförmige Anordnung. Eingeregelter Individuen sind teilweise in Lagen angereichert.

Hornblenden wurden nur in Metavulkaniten und Metabasiten beobachtet. Die häufig grobkörnigen Blasten sind retrograd aus anderen Mineralien gebildet worden. Randlich zeigen sie eine Kristallisation von Aktinolithen und Umwandlungen in Chlorit und Biotit.

Eine blaugrüne Farbe der Aktinolithe und das gleichzeitige Auftreten von Hornblende (wahrscheinlich Aktinolithische Hornblende) deuten auf eine Bildungstemperatur, die im Bereich der oberen Grünschieferfazies liegt. Detaillierte Untersuchungen darüber müssen noch durchgeführt werden.

### Hellglimmer und Biotit:

Phyllite, Glimmerschiefer und Metatuffite sind durch lagenförmige Anordnung von Serizit, Muskovit und Biotit gekennzeichnet. Anhand der Glimmerregelung lassen sich häufig  $S_1$ ,  $S_2$  und eventuell auch  $S_0$  erkennen. Quergesproßte postdeformativ gewachsene Individuen finden sich sowohl in den Quarz-Feldspatlagen, als auch in den Glimmerlagen. Syndeformativ mit der zweiten Phase gewachsene Blasten erfuhren mitunter eine Einregelung in  $S_2$ .

Als Umwandlungsprodukte von Plagioklas treten Serizitnester auf.

Graphit und Chlorit sind überwiegend in den Glimmerlagen konzentriert.



### Chlorit:

Chlorite wurden in allen bislang mikroskopierten Gesteinstypen gefunden. Sie kommen in Form von einzelnen Tafeln und quergesproßten Blasten vor. Meist aber bilden sie unregelmäßige Agglomerationen, Nester und Lagen. Häufig tritt eine zonare Anordnung der Mg-Fe-Verteilung in den Schuppen auf. In einigen Gesteinstypen, besonders in Chlorit-Schiefern, hat sich Mg-reicher Chlorit gebildet.

Chlorit entsteht auch als Umwandlungsprodukt aus Biotit, Aktinolith und Hornblende.

### Epidot und Klinozoisit:

Epidot und Klinozoisit kommen ebenfalls in allen bislang bearbeiteten Gesteinsarten vor. Sie bilden oft Lagen in Metavulkaniten. Nesterförmige Anordnungen können als Pseudomorphosen nach Plagioklas gedeutet werden.

### Karbonat:

Karbonat findet sich in fast allen bearbeiteten Schliffen in Lagen, Linsen und auf Klüften in Form von Blasten und Agglomerationen. Parallel  $S_1$  angeordnete Karbonatpflaster zeigen mitunter Zwillingslamellen, die infolge einer zweiten Deformationsphase in Richtung von  $S_2$  verbogen wurden. Parallel der Schieferung ausgewalzte Blasten wurden häufig beobachtet. Die tektonische Überprägung der Gesteine spiegelt sich auch in ihren Mikrogefügen wider. Dabei kann eine wesentlich stärkere Deformation der Phyllite und Glimmerschiefer gegenüber den Metavulkaniten und Metaintrusiva beobachtet werden. Dies läßt sich mit einer unterschiedlichen Kompetenz der verschiedenen Gesteine erklären.

#### Mikroskopie der Anschliffe

Bisher wurden 20 Anschliffe der Borvasselvererzung angefertigt, die in diesem kurzen Zeitraum nicht mehr bearbeitet werden konnten.

Eine kurze Durchsicht der Schliffe zeigte interessante Paragenesen mit gediegenem Silber.

#### Chemische Analytik

Die Messungen werden zur Zeit durchgeführt. Ergebnisse liegen noch nicht vor.

### 3.2.2. Erzmikroskopie der Joma-Proben

In den bisher erzmikroskopisch untersuchten Anschliffen wurden folgende Minerale bestimmt:

Pyrit, Magnetkies, Kupferkies, Zinkblende, Magnetit, Graphit, Rutil, Bleiglanz, Arsenkies, Cubanit, Hämatit, Mackinawit, Vallerit, Anatas.

Folgende Minerale wurden möglicherweise beobachtet, konnten aber noch nicht sicher identifiziert werden:

gediegen Silber, Fahlerz, Spießglanz, Bravosit sowie ein weißes, hochreflektierendes, isotropes Mineral.

Eine Kurzbeschreibung der Erzminerale und ihre Verteilung in den Haupterztypen wird in der nachfolgenden Tabelle gegeben.

Auf eine Interpretation der Gefüge wird an dieser Stelle verzichtet, um hierzu fundierte Aussagen machen zu können ist die Bearbeitung einer größeren Anzahl von Schliffen notwendig.

Bisher fanden sich keine Anzeichen für eine Umwandlung von Pyrit zu Magnetkies (" natürliches Abrösten ") während der Metamorphose. In einigen Schliffen ließen sich scharf begrenzte Magnetkieslagen in fast monomineralischen Pyriterz beobachten. In der Nähe des Kontaktes war lediglich eine Verkittung von kataklastischem Pyrit mit mobilisiertem Magnetkies zu erkennen. Solche Stellen sprechen eindeutig für eine primäre Bildung des Magnetkieses.

Schematische Verteilung der verbreitetsten Erzminerale in den

Erzmineral	a) Massives Pyriterz	b) Kupferkies-Magnetkies-Erz
Pyrit	sehr oft monomineralisch $\pm$ wenig Kupferkies am häufigsten kataklastisch-blastisch $\varnothing$ 0,2 mm, auch feinkörnige dichte Aggregate z. T. mit Gelstruktur-Relikten	tritt gegenüber den beiden Matrixmineralen schonlich zurück, entweder als gerundete Idioblasten oder als feinkörnige bis cm große Aggregate darin isoliert "schwimmend"
Magnetkies	hier selten, xenomorph, Rißfüllungen in kataklastischem Pyrit, sonst bevorzugt mit Kupferkies verwachsen	bildet mit Kupferkies eine zusammenhängende Matrix, stets gut rekristallisiert, manchmal lamellar ausgebildet
Kupferkies	normalerweise wenig, xenomorph zwischen den Pyritblasten, auch als feine Einschlüsse im wenig rekristallisierten Pyrit. In Bereichen starker Rekristallisation mobilisiert	bildet mit Magnetkies eine zusammenhängende Matrix, oft im Anschlußfließen noch monomineralisch, auffällig stark anisotrop
Zinkblende	immer xenomorph, "amöbenförmig" zwischen anderen Erzmineralen, bräunlich rote IR, verbreitet, aber nur in Schlieren und Bändern dominierend	tritt gegenüber a) sehr zurück, wenige, aber in Folge der Sammelkristallisation große (bis 0,5 mm) Xenoblasten isoliert in der Kupferkies-Magnetkies- Masse
Magnetit	nur in 2 Schläffen, rundliche Blasten in einigen 0,2 mm mächtigen Bändern angereichert, sonst nicht beobachtet	in allen Schläffen vertreten, im Erz z.T. recht angehäuft, stets Idioblasten, meist aber als derbe Lagen in Schiefer- einschlüssen
Bleiglanz	wenig, selten größer 20 $\mu$ m, xenomorph in Zwickeln zwischen anderen Erzmineralen seltener als "Tropfen" im Pyrit	nicht beobachtet
Arsenikies	sehr untergeordnet	verbreitet als einzelne, bis zu cm große Idioblasten im Erz, z. T. kanten- gerundet und mit Ritzlinien versehen
Cobaltit	nicht beobachtet	sehr verbreitet als dünne Lamellen im Kupferkies, selten starker angereichert
Mackinawit	nur Spuren	0,10 $\mu$ m große Leisten oder Tafeln, be- vorzugt Säume an Korngrenzen zwischen Magnetkies und Kupferkies, sehr verbreitet, aber nie merklich angereichert

tlische Verteilung der verbreitetsten Erzminerale in den drei Haupterztypen

a) ssives Pyrit Erz	b) Kupferkies-Magnetkies-Erz	c) Imprägnationserz
oft monomineralisch + wenig Kupferkies ufigsten kataklatisch-blastisch mm, auch feinkörnige dichte Aggregate mit Gelstruktur-Relikten	tritt gegenüber den beiden Matrixmineralen erheblich zurück, entweder als gerundete Idioblasten oder als feinkörnige bis cm große Aggregate darin isoliert "schwimmend"	nur in einigen bis 1-2 mm mäch- tigen Lagen zusammen mit Magnet- kies, sonst zurücktretend
selten, xenomorph, Rißfüllungen kataklastischem Pyrit, sonst bevorzugt Kupferkies verwachsen	bildet mit Kupferkies eine zusammenhängen- de Matrix, stets gut rekristallisiert, manchmal lamellar ausgebildet	häufigstes Erzmineral, sowohl in den Erzbändern, als auch isoliert in den Gangartlagen eingesprengt
erwiese wenig, xenomorph zwischen ritblasten, auch als feine Ein- ise im wenig rekristallisierten In Bereichen starkerer Rekti- sation mobilisiert	bildet mit Magnetkies eine zusammenhängen- de Matrix, oft im Anschliffbereich mineralisch, auffällig stark anisotrop	stets mit Magnetkies zusammen, etwa gleich ausgebildet und verteilt, mengenmäßig etwas zurücktretend
xenomorph, "amöbenförmig" zwischen n Erzmineralen, bräunlich rote erbreitet, aber nur in Schlieren ndern dominierend	tritt gegenüber a) sehr zurück, wenige, aber in Folge der Sammelkristallisation große (bis 0,5 mm) Xenoblasten isoliert in der Kupferkies-Magnetkies Masse	nur sehr untergeordnet
2 Schliffen, ründliche Blasten in 0,2 mm mächtigen Bändern angerei- sonst nicht beobachtet	in allen Schliffen vertreten, im Erz z.T. recht angehäuft, stets Idioblasten, meist aber als derbe Lagen in Schiefer- einschlüssen	in bis mm starken Lagen oft einziges Erzmineral
selten größer 20 µm, xenomorph ckeln zwischen anderen Erzmineralen en als "Tropfen" im Pyrit	nicht beobachtet	nicht beobachtet
untergeordnet	verbreitet als einzelne, bis 50 µm große Idioblasten im FeS, z. B. Kanten- erodet und mit Korrosionserscheinungen	scheinbar verbreiteter als in b), Lagen von Arsen- kies im Chloritschiefer
nt beobachtet	sehr verbreitet als dünne Lamellen im Kupferkies, selten starker angereichert	verbreitet im Kupferkies auf Klüften sonst eher selten
Spuren	0 10 µm große Leisten oder Tafeln, be- vorzugt Säume an Korngrenzen zwischen Magnetkies und Kupferkies, sehr verbre- tet, aber nie merklich angereichert	Verbreitung ähnlich wie im Kupferkies-Magnetkies-Erz scheinbar etwas seltener

#### 4. Fortführung der Arbeiten

##### 4.1. Laufende Arbeiten

##### 4.1.1. Arbeitsplan bis Juni 1985

(R. Horbach)

- Anfertigung von weiteren Dünn- und Anschliffen
- Mikroskopische Bearbeitung besonders im Hinblick auf Paragenese, Gefüge, metamorphe Reaktionen und Leit-horizonte
- Ermittlung des Modalbestandes
- Quantitative röntgenographische Untersuchungen an Proben im submikroskopischen Bereich
- chemische Analytik an unterschiedlichen Gesteinseinheiten
- Bestimmung der Haupt- und Spurenelemente mit AAS, ICP und Funkenspektroskopie
- Mikroanalytik, zur Identifizierung von mikroskopisch nicht bestimmbar Mineralphasen
- Mikrosondemessungen an Amphibolen
  - Feldspäten
  - Granaten
  - Biotiten (Stilpnomelan)
  - Epidot, Klinozoisit, Zoisit
- zur Festlegung der Metamorphosebedingungen und zur ge-naueren Charakterisierung der einzelnen Phasen
- Erstellung einer Photolineationskarte
- Auswertung der Gefügemessungen

4.1.2. Arbeitsplan bis Juni 1985

(W. Ließmann)

- Fortsetzung der erzmikroskopischen Untersuchungen:  
Paragenesen, Verwachsungen, Gefügeinterpretation,  
Modalanalysen  
Suche nach möglichen Silberträgern
- Durchlichtmikroskopische Untersuchungen von  
Nebengestein und Gangarten
- Chemische Analytik (AAS, ICP, Funkenspektren)  
zur Bestimmung der Haupt- und Spurenelemente
- Qualitative und quantitative phasenanalytische  
Bestimmung submikroskopischer Komponenten
- Mikrosondenuntersuchungen zur Identifizierung  
nicht optisch bestimmbarer Mineralphasen  
Mikroanalytische Untersuchung an Zinkblenden  
(auf Fe, Cd, Mn), Pyriten (Ni, Co, Mn) und  
anderen Erzmineralen (z.B. Sulfosalze) und  
Gangarten sowie an noch zu bestimmenden Mineralen  
des Nebengesteins
- Lumineszenz Untersuchung an den Karbonaten
- Bearbeitung der Aufbereitungskonzentrate

#### 4.2. Geplante Arbeiten

##### 4.2.1. Geplante Arbeiten für die Geländesaison 1985 (R. Horbach)

- Kartierung des verbleibenden Bereiches nördlich des Borvasselv im Maßstab 1 : 5.000
- detaillierte Strukturgeologie
- Klärung der Verbandsverhältnisse, insbesondere auch an der Grenze zur Limingen-Deckenüberschiebung
- Klärung der stratigraphischen Position der erzimprägnierten Leithorizonte
- gezielte Probenahme aufgrund der bisherigen Ergebnisse für mikroskopische Arbeiten und chemische Analytik
- Bemusterung von Bohrkernmaterial aus dem Borvasselvgebiet

##### 4.2.2. Geplante Arbeiten in Joma im Sommer 1985 (W. Ließmann)

- Fortführung der im Vorjahr begonnenen Kartierungen in der Grube
- Detailaufnahme und Bemusterung von ausgewählten Bereichen der Grube (Profile)
- Untersuchung der "Nordgangen"-, "Sydgangen"- und "Elvegangen"-Erzkörper im Ausbiß sowie durch Bearbeitung der vorhandenen Bohrkern
- Beprobung von Bohrkernen aus nicht mehr befahrbaren Teilen der Lagerstätte.



## 5. Literaturverzeichnis

- Anger, G. (1971) : Microfabrics in the geosynclinal sulfide deposits  
Gebr. Bornträger, Berlin, Stuttgart
- Anger, G. (1964) : Die genetischen Zusammenhänge zwischen deutschen und norwegischen Schwefelkieslagerstätten  
Clausthaler Hefte zur Lagerstättenkunde und Geochemie der mineralischen Rohstoffe, Heft 3
- Anderson, C. A. (1969) : Massive sulfide deposits and volcanics  
Econ. Geol., Vol. 64 Nr. 2, pp. 129 - 146
- Bergstöl, L. Vokes, F. M. (1974) : Stromeyerite and Mekinstryite from godejord polymetallic sulfide deposit,  
Central Norwegian Caledonides  
Mineral. Deposita 9, S. 325 - 337
- Cann, J. R. (1971) : Major element variations in ocean-floor basalts  
Phil. Trans. Roy. Soc. Land A 268, S. 495 - 505
- Carstens, C. W. (1932) : Zur Frage der Genesis der norwegischen Kiesvorkommen  
Zentralblatt für Praktische Geologie 40, S. 97 - 99
- Eldridge, C. S. a. all. (1983) : Mineral textures and their bearing on formation of the kuroko Orebodies.  
Econ. Geol. Monograph 5, pp 241 - 281
- Fritsch, W. ; Meixner, H. und Wieseneder, H. (1967) : Zur quantitativen Klassifikation der kristallinen Schiefer  
N. Jb. für Min., Monatsh.
- Gale, George H. and Roberts, David (1974) : Trace element geochemistry of norwegian lower paleozoic basic volcanics and its tectonic implications  
Earth and Planetary Science Letters 22, S. 380 - 390

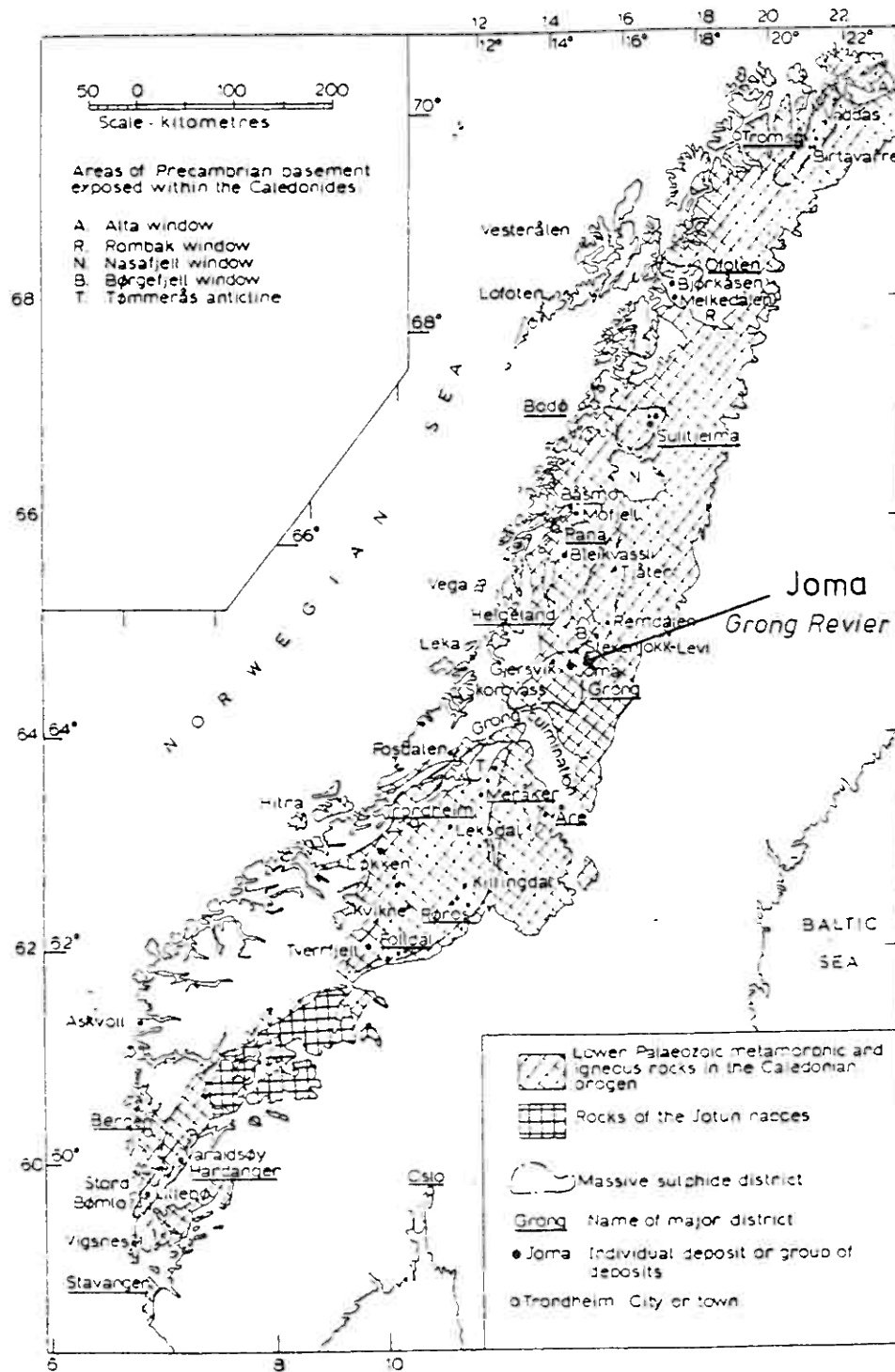
- Halls, C. a. all. (1977) : Geological setting of the Skorovass orebodies within the Allochthonous volcanic stratigraphy of the Gjersvik nappe, central Norway  
Geol. Soc. London (and Int. Min. and Met.)  
Spec. Pub. n. 7, S. 128 - 151
- Kollung, S. (1979) : Stratigraphy and major structures of the Grong-District, Nord-Trøndelag  
Norges Geologiske Undersøkelse 354, S. 1 - 51
- Krause, H. (1956) : Zur Kenntnis der metamorphen Kieslagerstätte von Sulitjelma (Norwegen)  
Neues Jb. Mineral. Abb. 89, S. 137 - 148
- Möller, P., Morteani, G. (1979) : Spurenelemente als Hilfsmittel für die Lagerstättenforschung  
TIZ-Fachberichte, Heft 4 103. Jg., S. 190 - 199
- Müller, G. (1970) : Metamorphe Basalte und Tuffe des Stavanger-Gebietes  
Contr. Mineral. and Petrol. 29, S. 123 - 134
- Oftedahl, C. (1958) : Storisens transport av kisblokker fra Joma  
Norges Geologiske Undersøkelse 203
- Oftedahl, C. (1958) : Oversikt over Grongfeltets Skerp og Malmforekomster  
Norges Geologiske Undersøkelse, 202
- Oftedahl, C. (1968) : Greenstone subvolcanoes in the central norwegian Caledonides  
Geol. Rundschau 57, S. 320 - 330
- Ohmota, H. (1983) : Chemical Processes of Kuroko Formation  
Econ. Geol. Monograph 5 pp 570 - 604
- Olsen, J. (1980) : Genesis of the Joma stratiform sulfide deposit, central norwegian caledonides  
Proceedings of the 5<sup>th</sup> quadrennial IAGOD  
Symposium, Vol. 1, S. 745 - 757,  
pub. E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung, Stuttgart

- Pearce, J. A. and Cann, J. R. (1973) : Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analysis  
Earth and Planetary Science Letters 19, S. 290 - 300
- Reinsbakken, A. (1980) : Geology of the Skorovass mine:  
A volcanogenic massive sulphide deposit in the Central Norwegian Caledonides  
Norges geol. Unders. 360, S. 123 - 154
- Reinsbakken, A. and Stephens, M. B. (1981) : Exkursions in the Scandinavian Caladonides  
Exk. No. 314, Uppsala Caledonide Symposium (UCS)
- Solomon, M. (1976) : „Volcanic" Massive sulphide deposits and their best rocks - A review and an exploration in: Wolf, K. H. (1976), Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits, Vol. 6, S. 21 - 54
- Strand, T. (1958) : Greenschists from the south-eastern part of Helgeland, Norway, their chemical composition, mineral facies and geologic setting  
Norges Geologiske Undersökelse 203
- Tatsumi, T. (1970) : Volcanics and ore genesis  
University of Tokyo Press 448 p
- Vokes, F. M. (1962) : Mineral parageneses of the massive sulfide ore bodies of the Caledonides of Norway  
Econ. Geol. Vol. 57 pp 890 - 903
- Vokes, F. M. (1968) : Regional metamorphism of the Paleozoic geosynclinal sulphide ore deposits of Norway  
Applied earth science, Vol. 77
- Vokes, F. M. : Caledonian massive sulphide deposits in Scandinavia: A comparative review.  
In : Wolf, K. H. (1976) : Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits, Vol. 6, S. 79 - 127
- Wedepohl, K. H. (1963) : Die Untersuchung petrologischer Probleme mit geochemischen Methoden  
Fortschr. Miner. 41, 1, S. 99 - 121

## 6. Anlagen

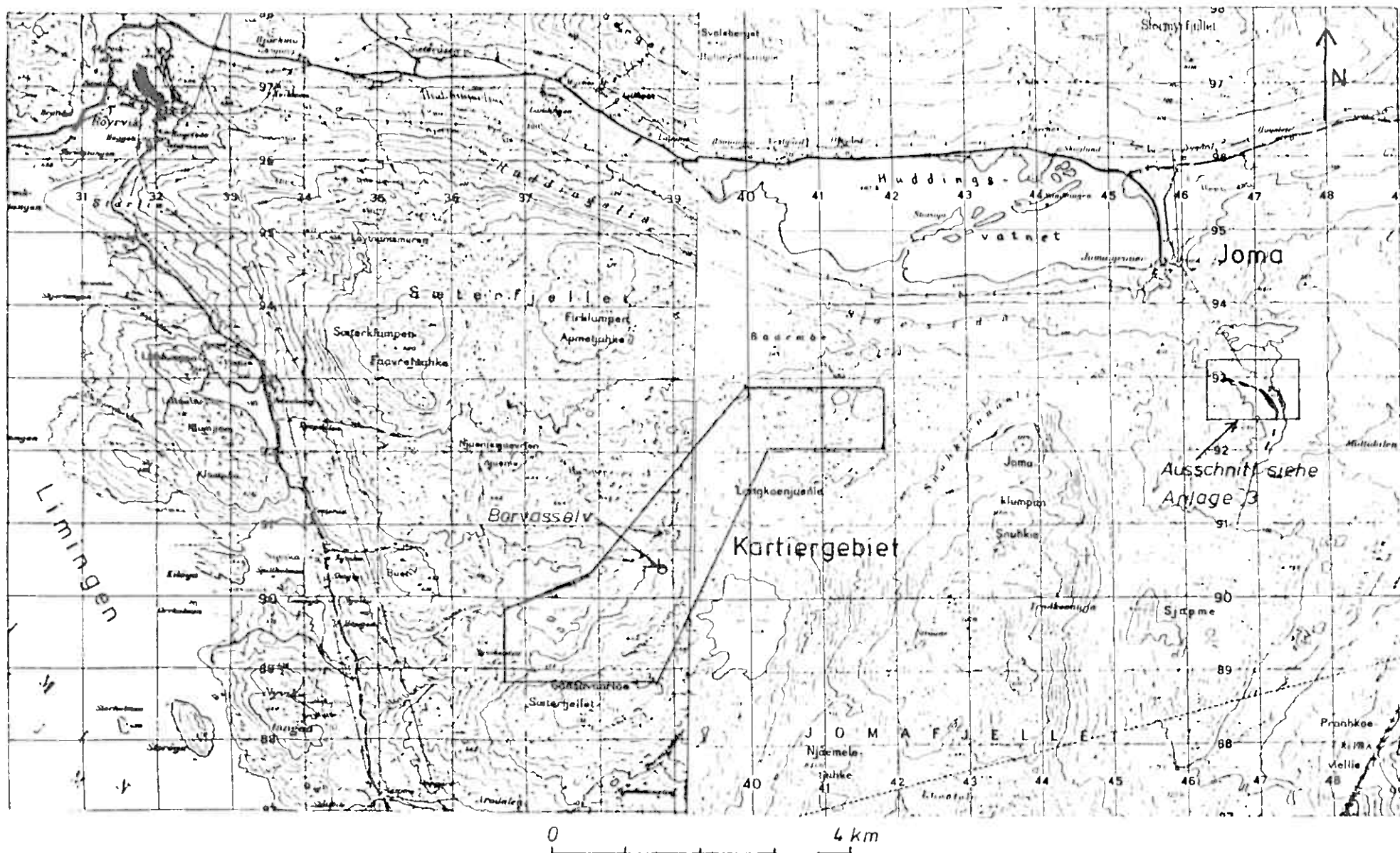
### Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 Übersichtskarte Norwegen
- Anlage 2 Lage des Kartiergebietes und der Grube Joma
- Anlage 3 Lageskizze der Joma Erzkörper
- Anlage 4 NW-SE-Profil durch den Zentralteil  
der Lagerstätte Joma
- Anlage 5 Idealisierte Stratigraphie des Hauptlagers  
der Grube Joma (Säulenprofil)
- Anlage 6 Ausschnitt eines Profils durch das  
Liegende Nebenlager
- Anlage 7 Abb. 1 - 2 Untertagefotos
- Anlage 8 Abb. 3 - 4 Geländefotos  
Abb. 5 - 8 Dünnschliffphotos
- Anlage 9 Abb. 1 - 4 Anschliffphotos
- Anlage 10 Geologische Karte
- Anlage 11 Strukturkarte

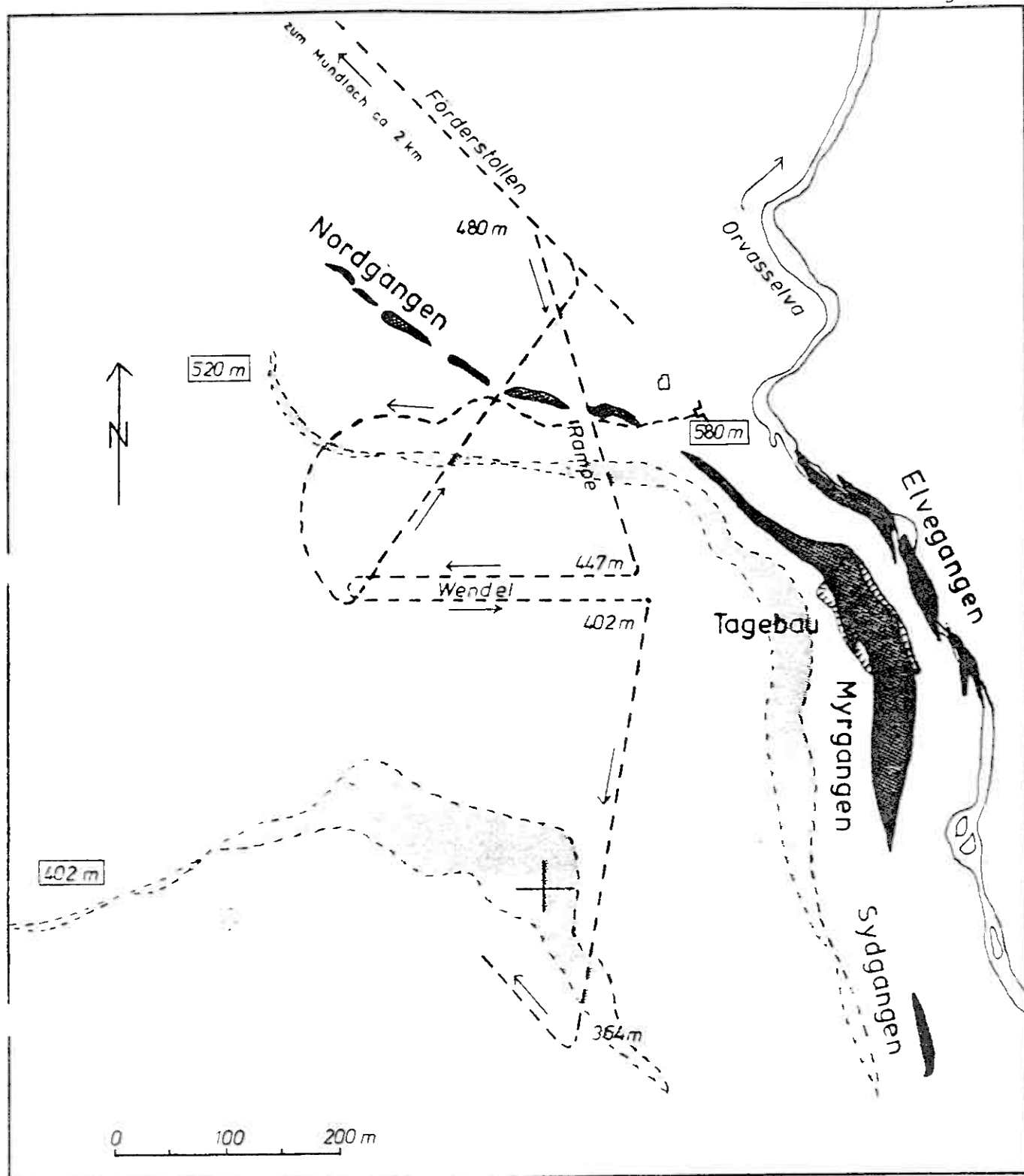


Übersichtskarte Norwegen

aus Wolf (1976): Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore  
Deposits, Vol. 6








Lage des Kartiergebietes und der Grube Joma , SE bzw. E von Royrvik / Nord-Trøndelag  
( verkleinerter Ausschnitt der top. Karte Norwegen 1:50000, Blatt 1924 I u. IV )

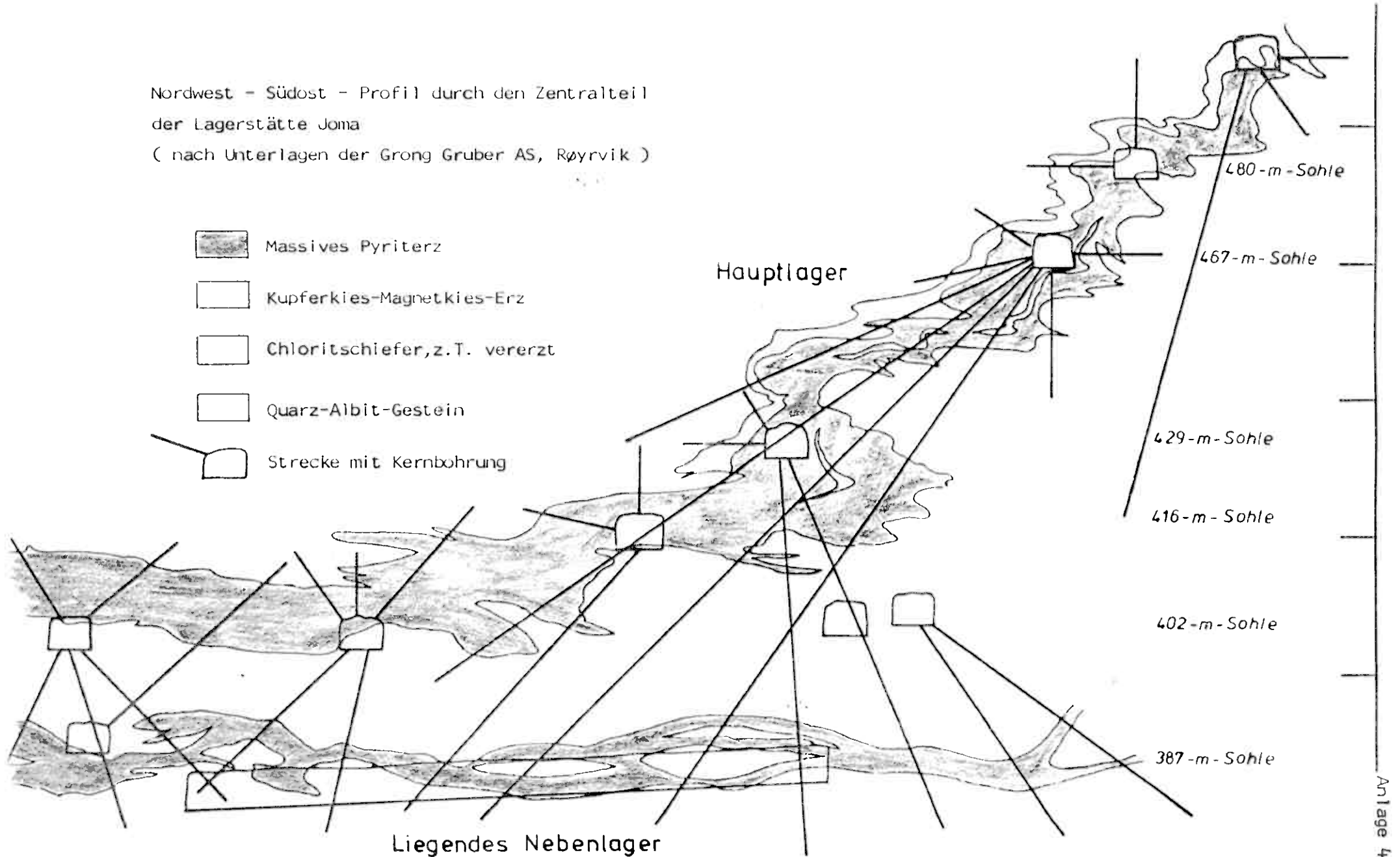


Lageskizze der Joma Erzkörper im Tagesausbiß ( 580 m ü. NN ), sowie in 520 m ü. NN und in 402 m ü. NN

Das Grubengebäude wird durch den Verlauf von Förderstollen, Rampe und Hauptwendeln angedeutet.

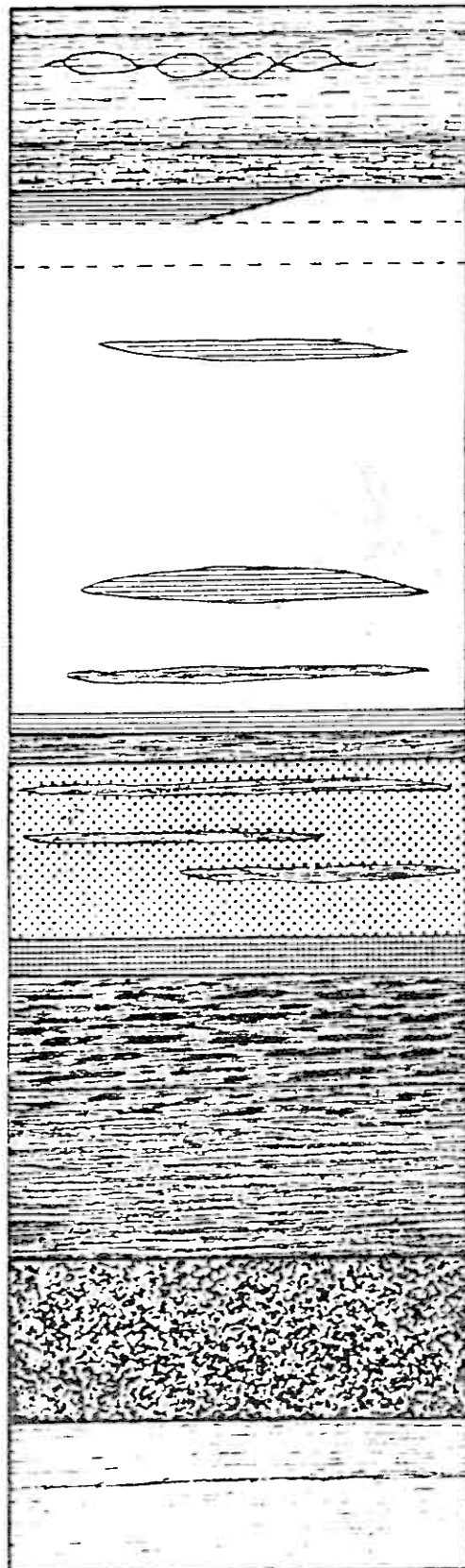
Nordwest - Südost - Profil durch den Zentralteil  
der Lagerstätte Joma  
( nach Unterlagen der Grong Gruber AS, Røyrvik )

-  Massives Pyritierz
-  Kupferkies-Magnetkies-Erz
-  Chloritschiefer, z.T. vererzt
-  Quarz-Albit-Gestein
-  Strecke mit Kernbohrung





# Idealisierte Stratigraphie des Hauptlagers der Grube Joma



stratigraphisch Hangendes

Karbonatreicher Grünstein, lokal mit  
Pillow-Strukturen  
am Erzkontakt stärker geschiefert und  
Sulfidimprägnation  
lokal Marmorbank am Kontakt  
ZnS-Schlieren im Pyriterz, nehmen  
zum Liegenden hin ab

Massives Pyriterz mit einigen Marmor -  
und Chloritschieferlinsen

Marmor und amphibolreicher Chlorit -  
schiefer, "Zwischermittel"

Kupferkies-Magnetkies-Erz mit z. T.  
Magnetitführ. Chlorit-Amphibol-Schiefer  
Lagen und Linsen

"Durchbewegterz"  
Quarzitbank, lokal mit Magnetit

bänderzähnlich vererzter Chloritschiefer  
z.T. reich an Kupferkies  
"Imprägnationserz"

erzfreier Chloritschiefer

Quarz-Albit-Gestein, netzwerkartig  
mit Pyritgängchen durchsetzt  
z. T. gebändert

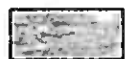
Massiger Grünstein

stratigraphisch Liegendes



Ausschnitt eines Profils durch das Liegende Nebenerlager

Joma , 387-m-Sohle , SW-Stoß der NW-Kammer , Längsseite etwa 10 m



Massives Pyrit Erz



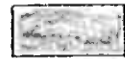
Chloritschiefer



Marmor



Kupferkies-Magnetkies-Erz



Grünstein



Quarz-Albit-Gestein



Abb. 1 Durchbewegtes Kupferkies-Magnetkies-Erz (Bildmitte), im Liegenden durch eine Chlorit-Amphibol-Schiefer Lage vom Massiven Pyriterz getrennt

Joma, 375-m-Sohle, E-Auffahrung nach N , Weststoß

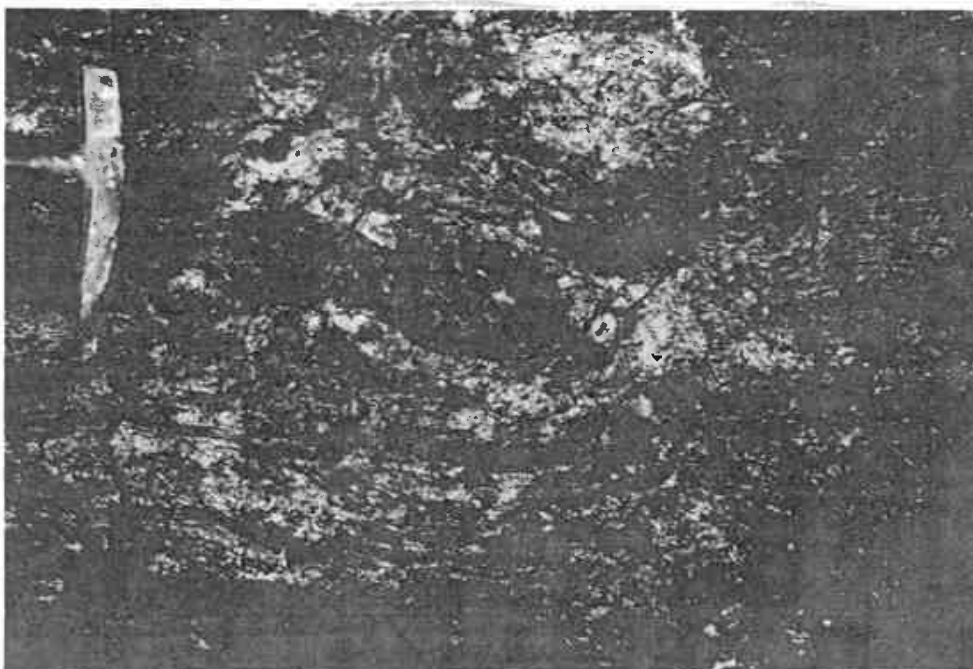


Abb. 2 Durchbewegtes Kupferkies-Magnetkies-Erz mit zahlreichen, z.T. rotierten Fragmenten ehemals konkordanter Chloritschieferlagen  
Joma, 375-m-Sohle, E-Auffahrung nach N , Weststoß



Abb. 3    Falten im Grünschiefer  
Die Faltenscheitel werden teilweise durch  
kleine Aufschiebungen versetzt, Borvasselv



Abb. 4    Kleinfältelung im Grünschiefer mit Grenulation  
Ausschnitt aus Abb. 3, Borvasselv

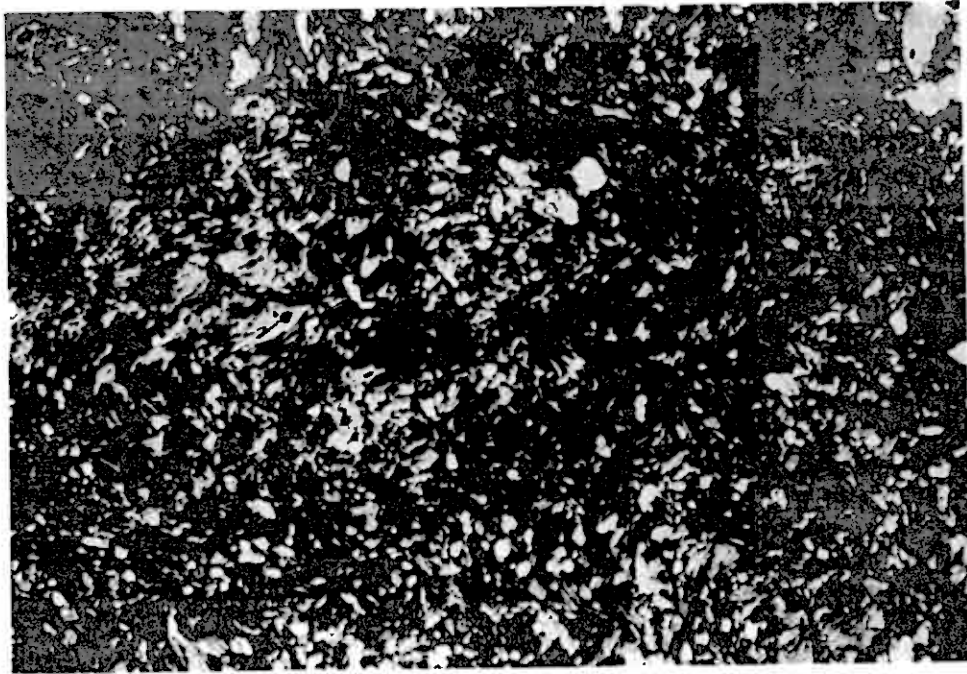


Abb. 5 Albit-Chlorit-Schiefer: Leithorizont  
 graugrün : Mg-Chlorit  
 grau und weiß : Quarz und Albit  
 Bildlängskante 12,5 mm



Abb. 6 Grünschiefer: Reliktische Hornblende (rechts unten)  
 von Aktinolith umgeben  
 Bildlängskante 1,06 mm



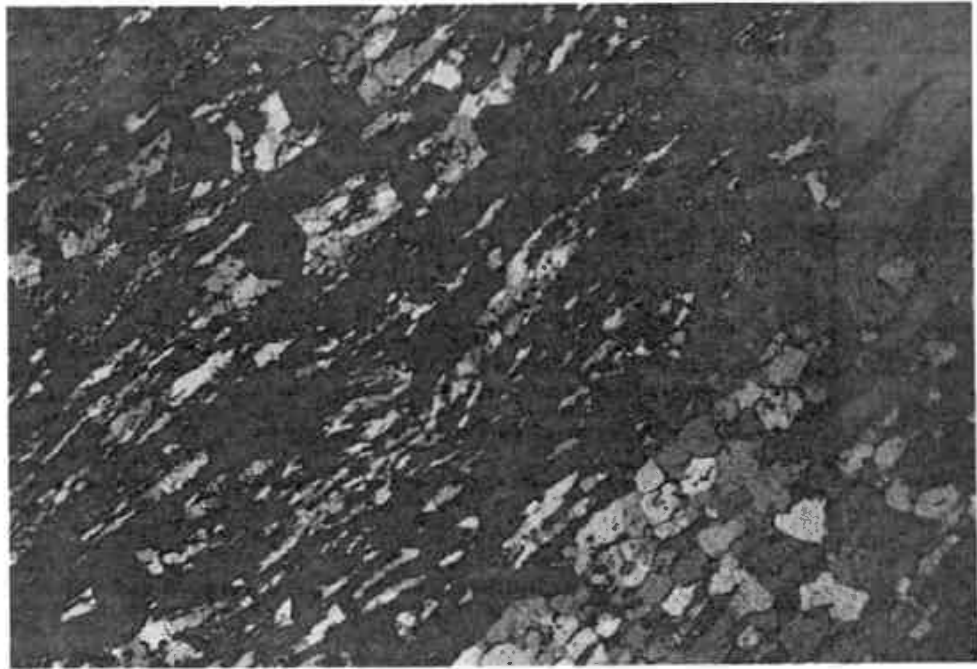


Abb. 7 Granat-Biotit-Phyllit: Biotit-reiche Lagen mit Quarzlagen, zonar gebaute Granate (links oben) Biotitleisten (braun), Quarzpflaster (rechts unten)  
Bildlängskante 12,5 mm

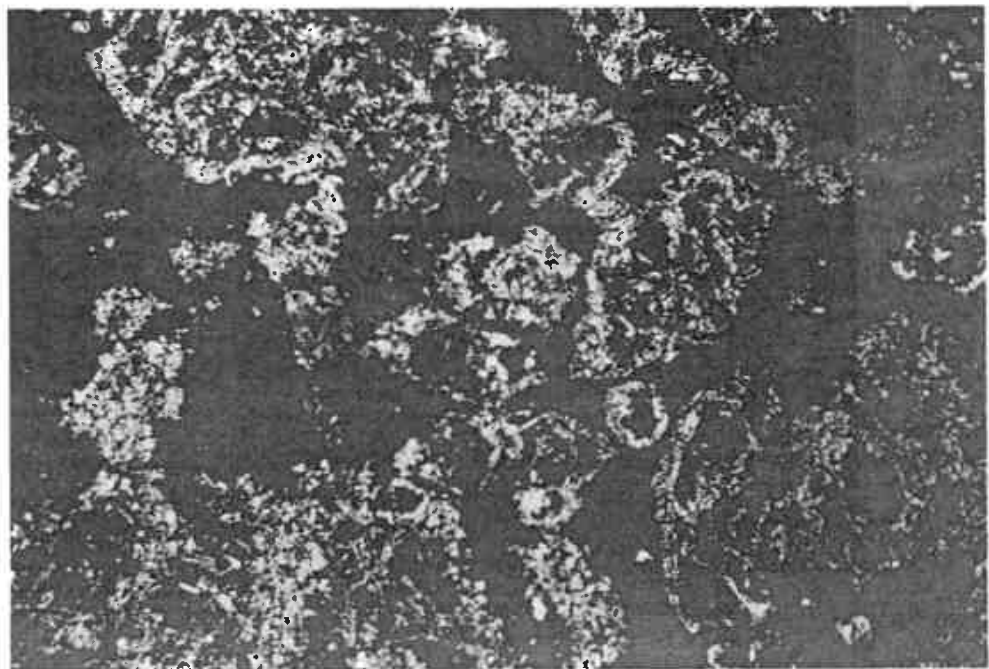
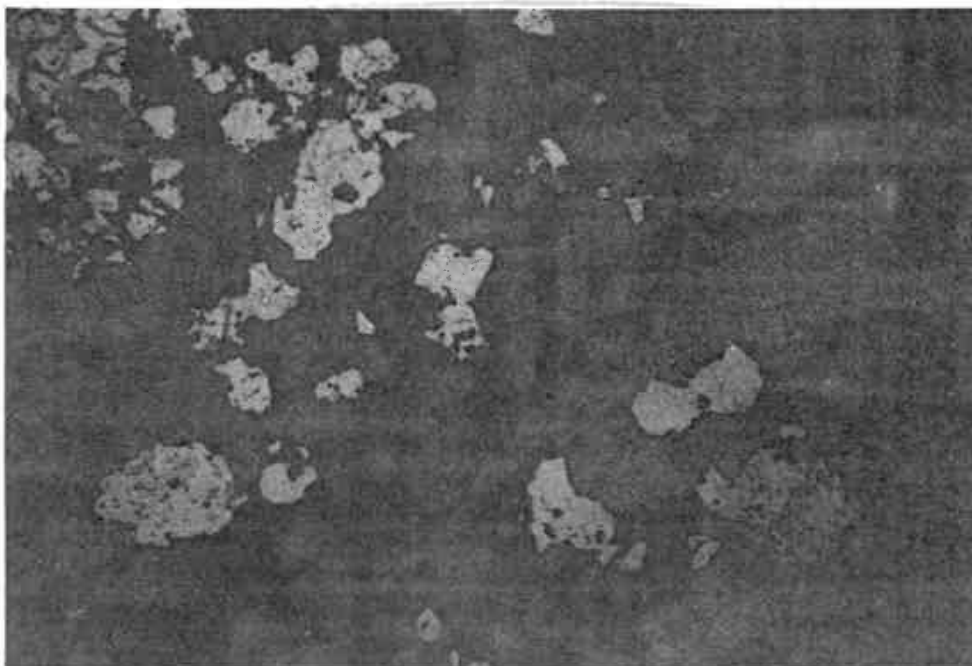


Abb. 8 Metaultrabasis: Talk pseudomorphosen nach Olivin, schwarz : Chlorit  
Bildlängskante 12,5 mm



50  $\mu\text{m}$

Abb. 1 Kataklastischer Pyrit (weiß, Bildmitte) mechanisch durch Magnetkies (braun) von Rissen her verdrängt, umgeben von Kupferkies (gelb)  
Joma , Hauptlager , 495-m-Sohle  
Auflicht , Luft , // Nicols



50  $\mu\text{m}$

Abb. 2 Idiomorpher Magnetit (grau) und xenomorpher Pyrit (weiß) im Magnetkies (braun)  
Joma , Hauptlager , 495-m-Sohle  
Auflicht , Luft , // Nicols

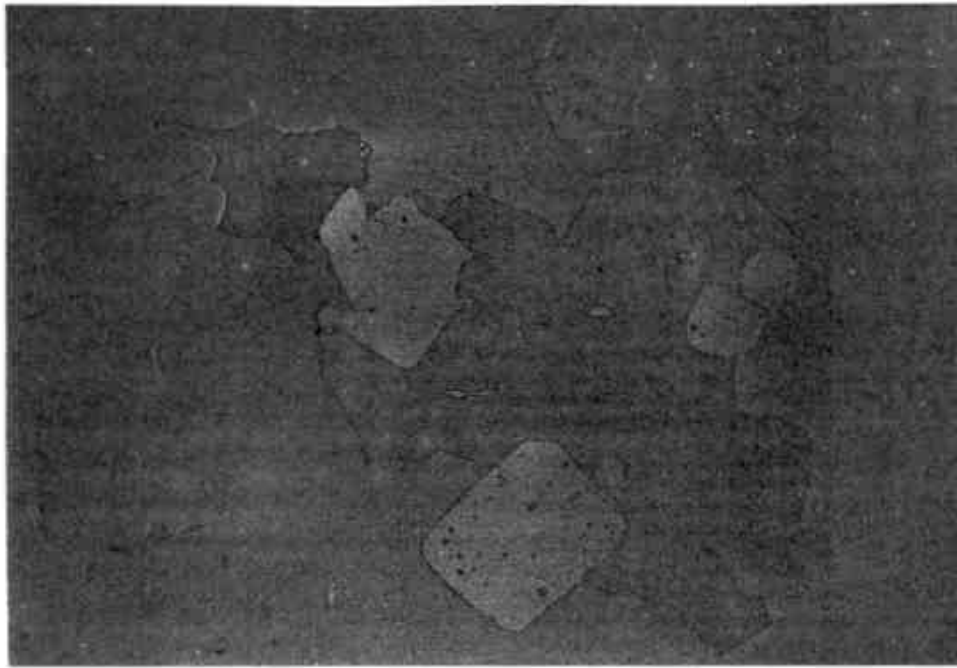


Abb. 3 Zinkblende (dunkelbraun, mit rötlichen IR) verwachsen mit kantengerundeten, idiomorphen Pyritkörnern, umgeben von Kupferkies (hellgelb)

100  $\mu$ m

Joma . Hauptlager , 495-m-Sohle  
Auflicht , Immersion , // Nicols

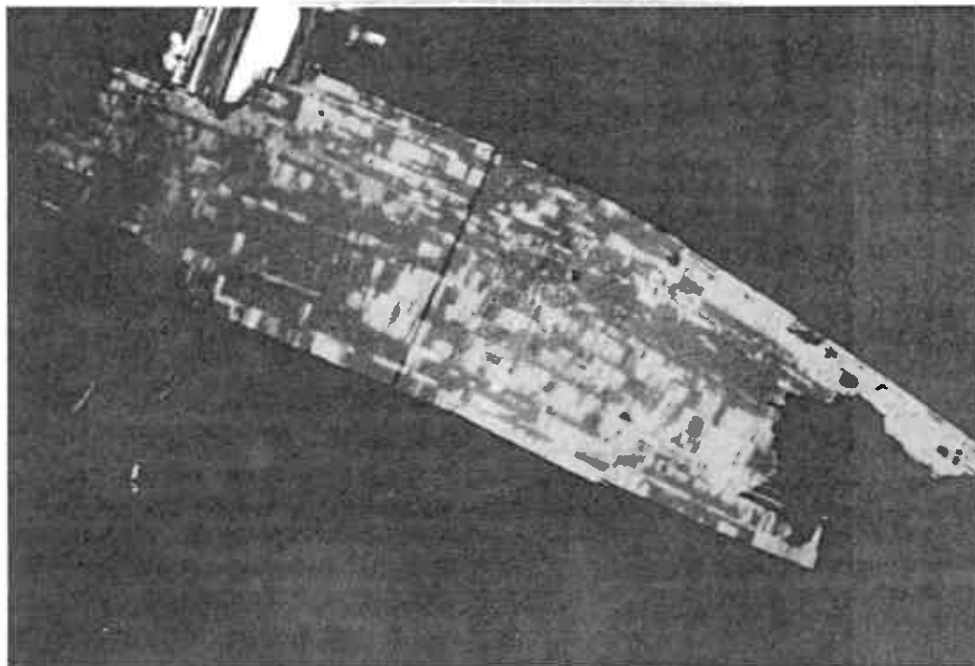


Abb. 4 Cubanitkristall (lamellenförmig, hellblau) in Kupferkies eingelagert, Entmischungsprodukt!

100  $\mu$ m

Joma , Hauptlager , 495-m-Sohle  
Auflicht , Immersion , angekreuzte Nicols



GEOLOGISCH PETROGRAPHISCHE KARTE

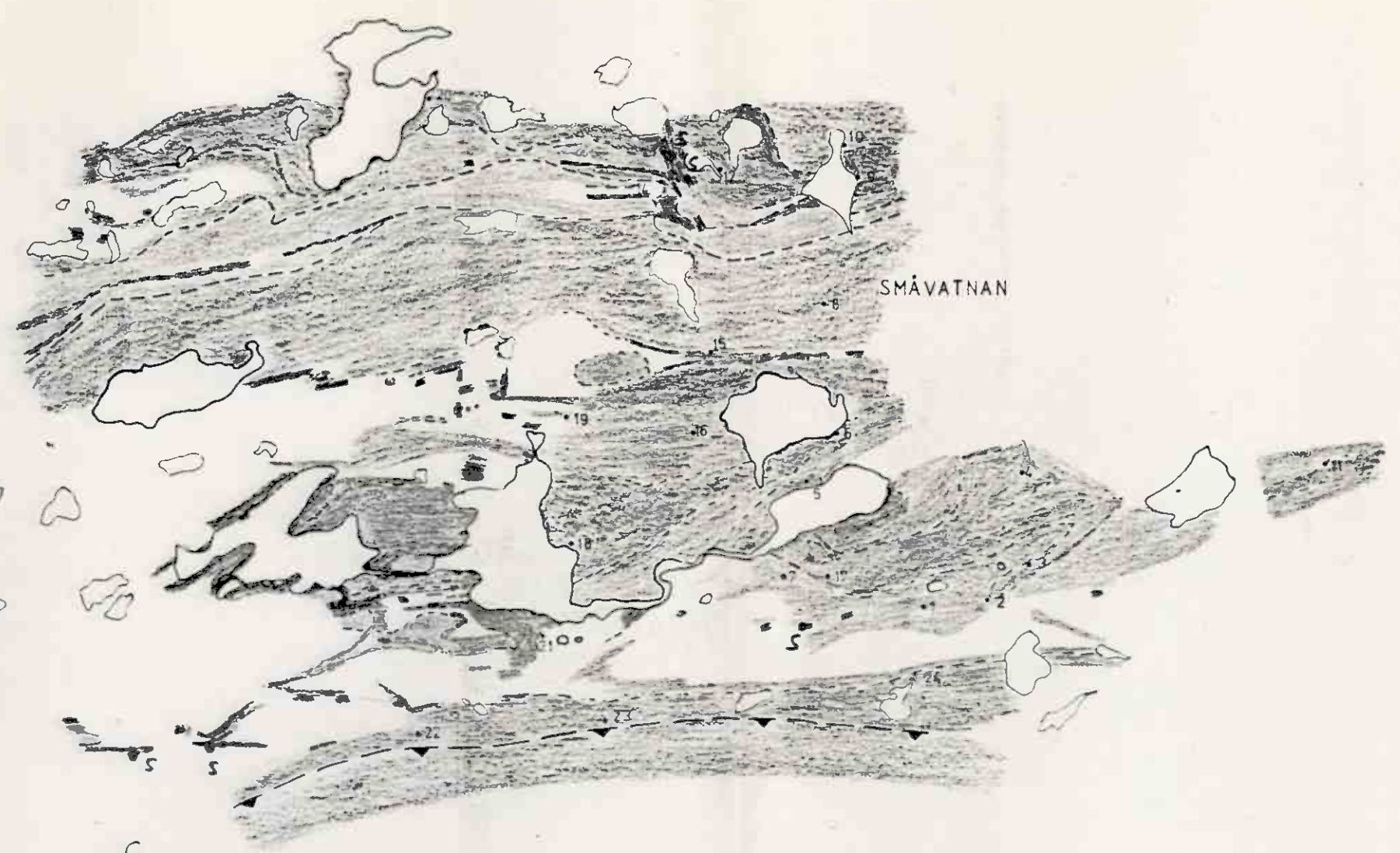
GÅSVATNET SMÅVATNAN (SE RØYRVIK)

ZEICHENERKLÄRUNG

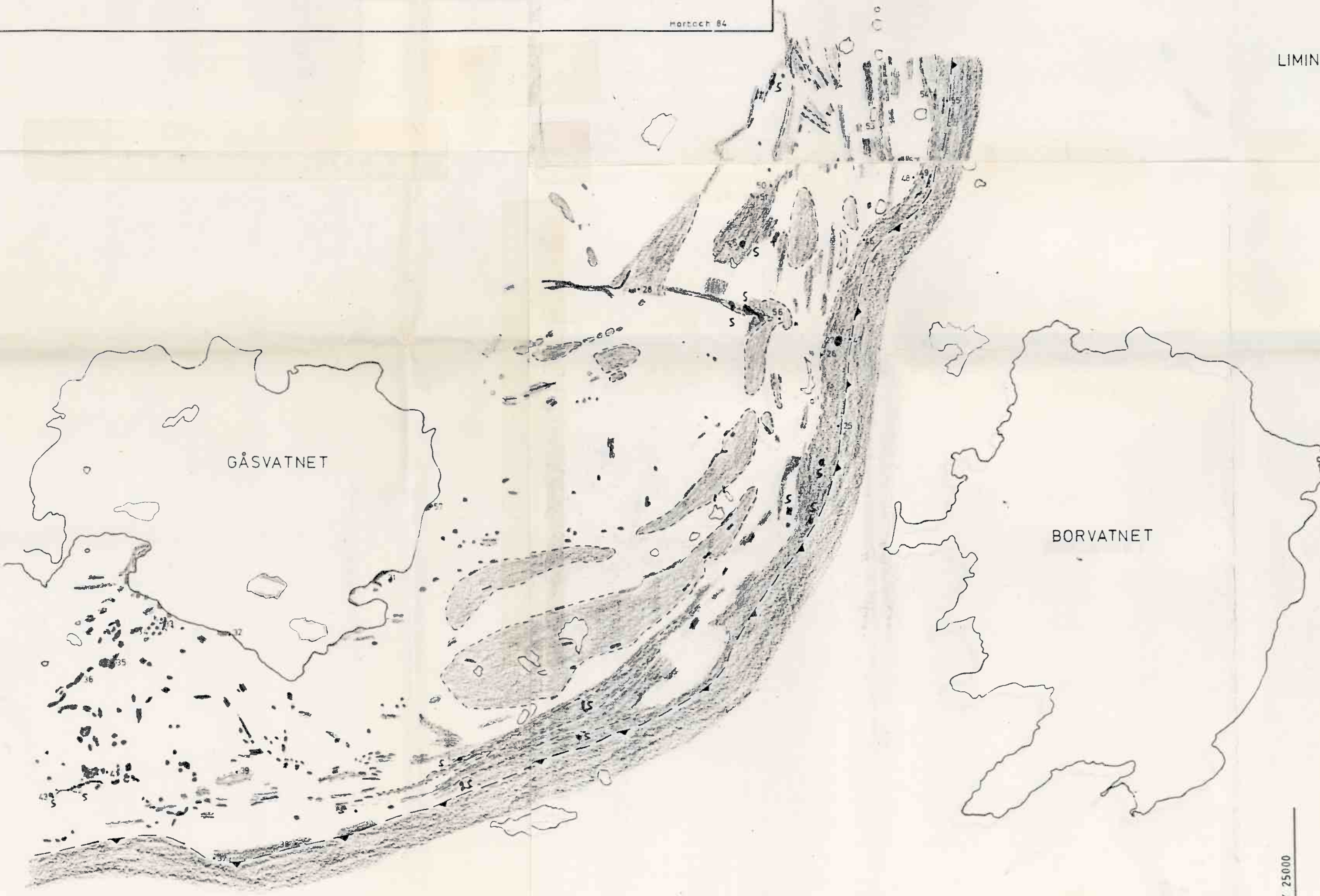
- Quarzit
- Grünschiefer
- Phyllit
- Metabasite u. Metaultrabasite
- Limingen Gruppe
- Gesteinsgrenzen u. Grenzen der aufgeschlossenen Bereiche
- Deckenüberschiebung
- Probenpunkte
- Gewässer
- Erzband
- Erzimpregnation



Morsbich 84



LIMINGEN GRUPPE



X 759000

Y 25000





# STRUKTURELEMENTKARTE


GÅSVATNET - SMÅVATNAN (SE-RØYRVIK)

## ZEICHENERKLÄRUNG

 Streich- und Einfallsrichtung der Planargefüge

 Abtauchen der Faltenachsen

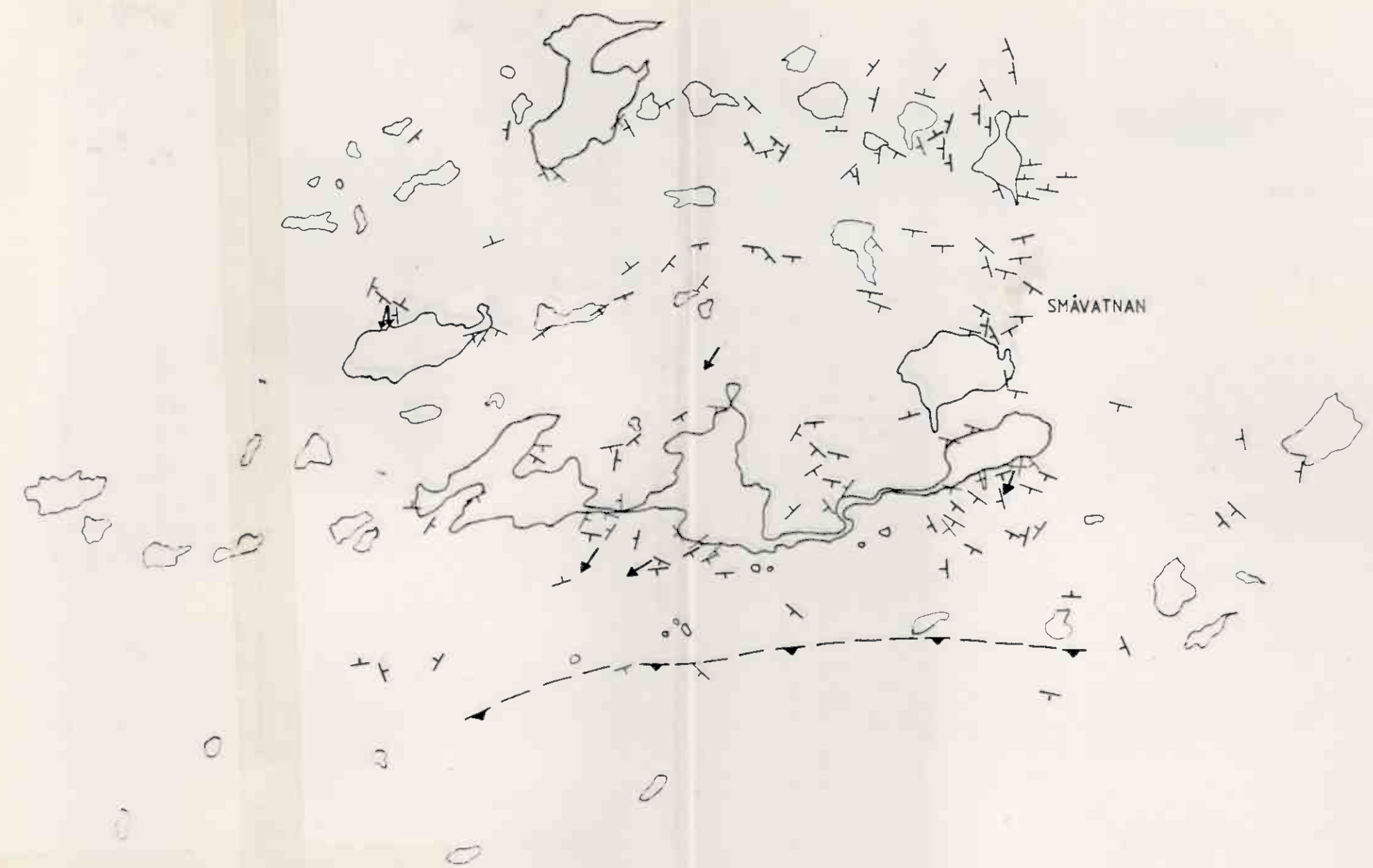
 Deckenüberschiebung

 Gewässer

0 100 200 300 400 500 m



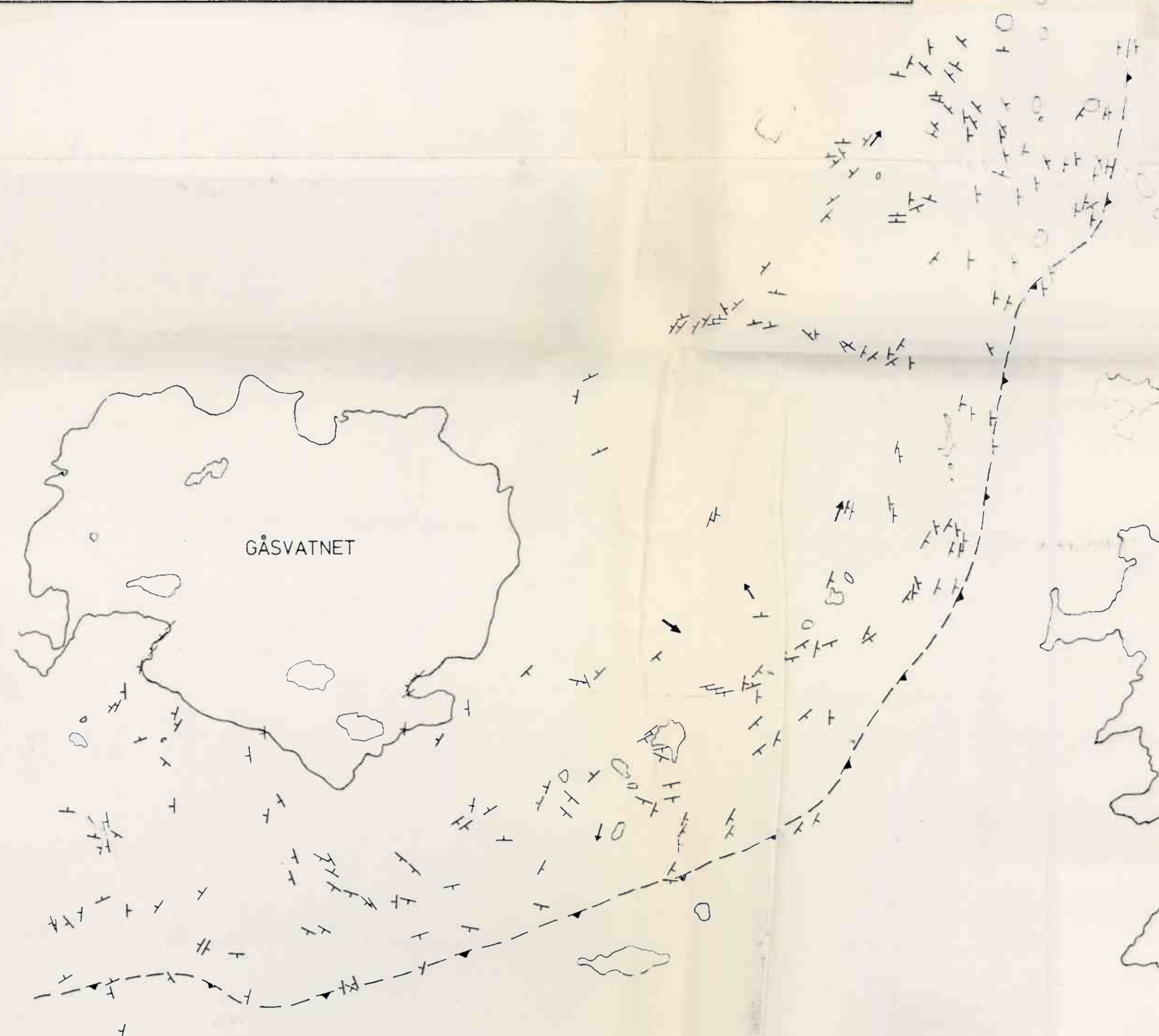
Herbst 84



LIMINGEN GRUPPE



BORVATNET



X 759000

Y 25000