



Bergvesenet

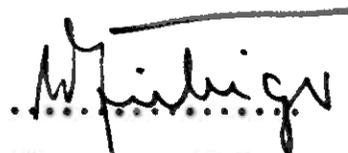
Postboks 3021, 7002 Trondheim

Rapportarkivet

Bergvesenet rapport nr BV 3281	Intern Journal nr	Internt arkiv nr Boks nr 6	Rapport lokalisering Nordland	Gradering
Kommer fra ...arkiv Bergverkselskapet	Ekstern rapport nr WF 6901	Oversendt fra	Fortrolig pga	Fortrolig fra dato:
Tittel Kobberfjell - Kobbernaglen - Mofjell 1969				
Forfatter W. Fiebiger		Dato 1969	Bedrift Bergverkselskapet Nord-Norge A/S	
Kommune Rana	Fylke Nordland	Bergdistrikt Nordlandske	1: 50 000 kartblad 1927 I	1: 250 000 kartblad
Fagområde	Dokument type	Forekomster		
Råstofftype	Erneord			
Sammen drag				

BERICHT ZU DEN
GEOLOGISCHEN UNTERSUCHUNGEN
IM GEBIET
KOBBERFJELL - KOBBERNAGLEN -
MOFJELL
IM SOMMER 1969

Bleikvassli Gruber, den 30.9.1969


(Werner Fiebiger)

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

Lage und Topographie.....	1
Geologische Uebersicht.....	2
Fruehere Arbeiten, Arbeitsmethoden und Unterlagen.....	4
Geologie des Kobberfjell - Kobbernaglen - Mofjellgebietes.....	6
A. Stratigraphie und Petrographie.....	6
A ₁ . Allgemeines.....	6
A ₂ . Beschreibung der anstehenden Gesteine.....	7
a. Quarz - Feldspat - Gneis.....	7
b. Amphibolit.....	8
c. Granat - Biotit - Gneis.....	9
d. Marmor.....	10
e. Quarz - Glimmer - Gneis.....	11
f. Ultrabasische Koerper.....	11
g. Die stratigraphische Position der Vererzung.....	12
B. Tektonik.....	13
B ₁ . Allgemeiner tektonischer Bau.....	13
B ₂ . Faltungsphasen.....	14
a. 1. Faltungsphase.....	14
b. 2. Faltungsphase.....	15
c. 3. Faltungsphase.....	16
B ₃ . Ueberschiebungs- und Bruchtektonik.....	16
C. Bewertung der Vererzungen.....	17
D. Vorschlaege fuer eine weitere Bearbeitung.....	18

Zusammenfassung

Kartenanhang

Einleitung

Die vorliegende Arbeit im Gebiet Kobberfjell - Kobbernaglen - Mofjell in den Monaten July bis September erfolgte im Rahmen einer systematischen Kartierung der geologischen Verhaeltnisse zwischen dem Pluragebiet im Norden und dem Okstindan im Sueden.

Dabei sollte die Uebersichtskartierung im Masstab 1:2000 auf der Grundlage der Luftbildserie 1320 (Widerøe) Aufschluesse ueber die Verbreitung der Erzhorizonte, die im Mofjell vorliegen und die regionalgeologischen Verhaeltnisse erbringen.

Von diesen Forderungen ausgehend wurde der Tektonik und Strati-graphie dieses Gebietes besondere Aufmerksamkeit gewidmet, waehrend die Beschreibung der Gesteine und Erze vorerst nur makroskopisch und uebersichtsmaessig vorgenommen wurde.

Bereits vorliegende Arbeiten von C.BELLI (Pluragebiet), P.H. BEEKMAN (Rauvatnet), L.BORSCH (Rostafjell), sowie die Unterlagen der Grube erwiesen sich als wertvolle Hilfe.

Es sei hier nicht versaeumt, allen meine Kollegen, besonders aber Herrn Drs. A.KRUSE meinen herzlichen Dank fuer ihre tatkraeftige Unterstuetzung auszusprechen.

Bleikvassli Gruber, den 30.9.1969


.....
Werner Fiebigen

L a g e u n d T o p o g r a f i e

Am Nordende des Ranafjords liegt die Stadt Mo i Rana ($66^{\circ}19'44''$) $5^{\circ}25'$ oestlich Oslo) im Rana-Distrikt, zu dem das gesamte Gebiet zwischen dem 66. und 67. Grad noerdlicher Breite in Norwegen zaehlt.

Suedlich Mo liegt ein etwa 15 km langer Hoehenzug, der in 5 km Breite vom Ranafjord bis zum Rødvatn zieht, das Mofjell. Daran schliesst sich nach Sueden die Andfiskå mit den Småvandene, ein zweiter Hoehenzug, der vom Hauknestind ueber den Kobbernaglen, dem Falktind bis zum Kobberfjell reicht, an. Die suedliche Begrenzung des Arbeitsgebietes bildet eine Linie, die vom Store Akersvatn ueber die hoechsten Erhebungen des Rostafjell zum Ranafjord zurueckzieht.

In diesem Jahr wurde der gesamte Nordteil des Gebietes, der SE-Teil und das Kobbernaglen - Falktind - Gebiet kartiert. Die weitere Bearbeitung erfolgt im naechsten Jahr. Eine Kartierung des Vester Mofjell liegt aus dem vergangenen Jahr vor.

Vom Ranafjord steigen die drei Hochflaechen auf durchschnittlich 500 m ueber N.N. an. Untergliedert werden sie durch das Andfisk- und das Dalselvtal, die in E-W - Richtung liegen. Diese E-W - Richtung, die auch durch tektonische Gegebenheiten gepraeagt ist, drueckt sich auch in der Anlage der einzelnen Hoehenruecken aus.

Die hoechsten Punkte erreicht das Gebiet am Kobbernaglen (796m), im Kobberfjell (725 m) und am Bjerkmofjell (770 m). Der Store Akervatn und die Småvandene, die die oestliche Grenze bilden, liegen nach ihrer Anstauung auf etwa 510 bzw. 525 m.

Waehrend die Haenge der Hoehenruecken sehr steil sind, bilden sich ab etwa 400 m mehr oder weniger ebene Hochflaechen, die leicht nach Osten ansteigen. Die Steilhaenge sind stark bewachsen, auf den Hochflaechen weicht die Vegetation zurueck, um an der Baumgrenze, die bei etwa 500 m liegt, in Moos und Niederholz ueberzugehen. Zahlreiche Moore bedecken die Hochflaechen, die sonst durch alle Formen der Eisebewegung charakterisiert sind. Durch diese Gletscherabschliffe sind zahlreiche Aufschluesse geschaffen worden, wie das Gebiet ueberhaupt als allgemein gut aufgeschlossen bezeichnet werden kann.

Neben der Europastrasse 6, die am Ranafjord entlangzieht, der Strasse Åga - Småvandene und der Strasse Umkardet - Kjensvatn durchziehen zahlreiche Schafpfade das Gelaende.

G e o l o g i s c h e U e b e r s i c h t

Zusammen mit Teilen der britischen Inseln, Irlands und des Nordseeuntergrunds lassen sich Norwegen und weiter im Norden Spitzbergen der kaledonischen Faltenzone zuordnen. Die grosse Erstreckung dieses Synklinalraumes verursachte zahlreiche Sonderentwicklungen. Der norwegische Teil des kaledonischen Trogs reicht von suedlich Bergen bis nach Finnmarken.

Aus einer im Unterkambrium einsetzenden unterschiedlich starken Absenkung des Gebietes nordwestlich des baltischen Schildes, der kaledonischen Geosynklinale, entwickelte sich durch Auffaltung das kaledonische Gebirge. Ausgangs des Silurs, in der ardennischen Phase kam es zur Hauptausfaltung (Grenze Ludlow - Downton). In der erischen Phase setzte sich die Faltung moeglicherweise fort.

Waehrend der umfassenden Heraushebung des verfalteten Bereiches kam es zur Foerderung grosser Mengen saurer Magmen und einer kraeftigen Metamorphose.

Das praekambrische Grundgebirge wurde waehrend der Faltung von Westen ueberschoben. Gegen Ende des Silurs verschmolzen dann beide Einheiten zum baltischen Schild.

Zwischen dem Store Børgfjell im Sueden und dem Nasafjell im Norden liegt eine hochmetamorphe Abteilung der Kaledoniden, deren oestlichster Auslaeufer bis ins Væsterbottenslän nach Schweden reicht. Nach einem Typprofil aus dem Roedingsfjell (KULLING 1955) wird der gesamte Komplex zwischen dem Kongsfjell und Mo i Rana als Roedingsfjelldecke bezeichnet.

Diese Zone ist allseitig von Schiebegrenzen umrandet. Das gesamte Gebiet ist weiterhin durch seine E-W - streichenden Faltenachsen gekennzeichnet, die es von den umliegenden NNE-SSW - streichenden Komplexen unterscheidet. Solche Querverfaltungen kommen in den noerdlichen Kaledoniden wiederholt vor und werden als Grundgebirgskulminationen gedeutet. Ob es sich in diesem Gebiet dabei um eine Verbindung zwischen den Kuestengraniten und denen an der schwedischen Grenze handelt, oder um eine separate Intrusion oder eine tektonische Erscheinung anderer Herkunft ist nicht geklaert.

HOLMSEN (1932) unterteilt das Gebiet des Rana - Distrikts in drei Streifen. An der Kueste und der schwedischen Grenze, in den zwei Randstreifen herrschen magmatische Gesteine wie Granit, Granodiorit, Gabbro und Hornblendegesteine vor, waehrend der Mittelstreifen aus hochmetamorphen Sedimenten besteht.

Der hohe Grad der Metamorphose in der nordlandfacies, zu der das Arbeitsgebiet gehoert, gliedert die Gesteine in die untere Abteilung der Epidot - Amphibolit - Facies der regionalen Metamorphose ein.

Die Nordlandfacies besteht aus einer maechtigen Serie der sogenannten Nordland - Glimmerschiefer - Marmor - Gruppe. Sie setzt sich aus Schiefnern mit hohem pelitischen Anteil und Quarziten zusammen, die zum Hangenden hin in Calcit- und Dolomitmarmor uebergehen. Darin eingeschaltet finden sich vulkanische Gesteine. Das Zuruecktreten von Konglomeraten wird auf ruhigere Sedimentationsbedingungen zurueckgefuehrt, was neben der hohen Metamorphose auf eine Ablagerung der Sedimente im zentralen Bereich der Geosynklinale schliessen laesst.

Radiometrische Altersbestimmungen haben ein relatives Alter von 395 Mill. Jahren ergeben. Das entspricht etwa der Grenze Silur/Devon. Es ist jedoch anzunehmen, dass bei diesen Altersbestimmungen die letzte Metamorphosephase ermittelt wurde, das tatsaechliche Alter der Sedimente aber zurueck zu datieren ist. KULLING nimmt aus einer Parallellisierung der Marmorhorizonte mit dem Mieske-Marmor unter Vorbehalt ein oberkambrisches bis unterordovizisches Alter an.

Die letzten Auslauer der Gebirgsheraushebung sind aus dem Quartier und aus der geschichtlichen Zeit zu beobachten. Auf ihnen beruhen die maechtigen Kluefte, die das heutige Landschaftsbild teilweise sehr deutlich praegen.

Fruehere Arbeiten, Arbeitsunterlagen
und Arbeitsmethoden

G. HOLMSEN hat im Jahre 1932 die Beschreibung der Geologie des Ranadistrikts herausgegeben. Dieses Buch stellt die Grundlage saemtlicher nachfolgenden Arbeiten dar.

Im Rahmen der Prospektion der Firma Bleikvassli Gruber sind seit 1965 einige Teile im Masstab 1:20000 kartiert worden. Einige dieser Arbeiten beruhen auf mineralogischen Untersuchungen und zur Beschreibung der Regionalgeologie nur bedingt verwendbar. Sie wurden aber trotzdem zum Vergleich der Ergebnisse herangezogen.

In diesem Jahr wurde ein groesseres Gebiet von mehreren Gruppen bearbeitet, und es gelang eine Korrelation ueber weite Strecken. Es bleibt aber ein entgueltiger Vergleich der verschiedenen Gebiete abzuwarten, da einige Rapporte noch nicht vorliegen. Soweit als moeglich wurden allgemeingueltigen Bezeichnungen und Beschreibungen aufgestellt. Auf der beigegebenen Karte sind die Arbeitsgebiete verzeichnet.

Fuer die Kartierung lagen vergroesserte fuenfzigtausender Karten im Masstab 1:20000 vor. Sie erwiesen sich aber immer wieder fuer eine genaue Kartierung unzureichend, da ihr Genauigkeitsgrad nicht gerade sehr gross ist.

Es wurde daher nach Luftbildern kartiert. Verwendung fand dabei die Luftbildserie 1320 (Widerøe), und zwar die Reihen A 5 - 11, B 5 - 10, C 9 - 15, D 11 - 17, E 15 - 18 und F 17 - 19. Daraus ergibt sich eine sehr hohe Genauigkeit bei der Festlegung von Punkten im Gelaende, allderdings ist eine gewisse Verzerrung auch bei der grossen Ueberlappung der Luftbilder nicht zu vermeiden. Ein grosses Nachteil entsteht durch die fehlenden Hoehenangaben. Deshalb sind auf der geologischen Karte die Luftbildgrenzen markiert um eine Lokalisierung der Punkte im Gelaende zu ermoeeglichen.

Die komplizierten tektonischen Verhaeltnisse erforderten eine Verfolgung der Gesteinsgrenzen in streichender Verlaengerung. Soweit moeglich erfolgte das, ansonsten wurde durch Querprofile ergaenzt und korreliert. Als bedeutsame Hilfe beim Kartieren er-

GEOLOGISCHE ÜBERSICHTSKARTE

M.: 1 : 250 000

NACH G. HOLMSEN (1932) „RANA“

1 BELLI 1966

4 KLEINEFOSS 1965

7 FIEBIGER 1968

2 BEEKMAN 1966

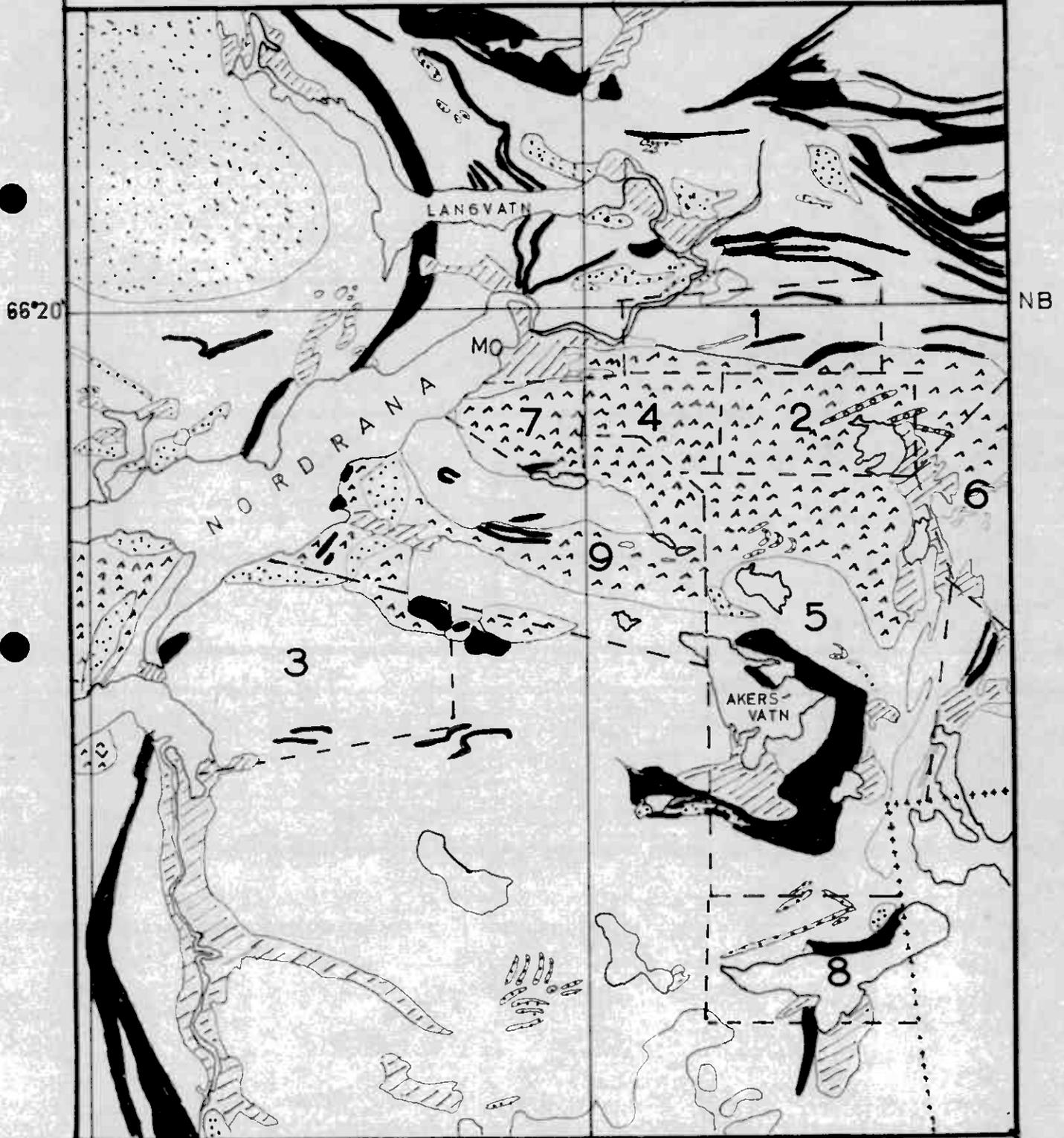
5 KLEINE HERING
SCHULZE 1969

8 LADN ORG 1969

3 BORSCH 1965

6 KRISCHE 1969

9 FIEBIGER 1969



3° E OSLO

3°30'

wiesen sich die Marmorhorizonte, die zwar in ihrer Mächtigkeit stark wechseln können, jedoch auf weite Strecken aushalten und die tektonischen Formen sehr gut nachzeichnen. Darüber hinaus unterliegt der Marmor nicht dem starken Facieswechsel, der die anderen Gesteine charakterisiert. Letztere konnten daher auch nur als Serien auskartiert werden. Eine genauere Untergliederung kann nur durch eine Kartierung in grösseren Masstab erfolgen und bedingt mikroskopisch - petrographische Untersuchungen. Auch die Amphibolit-horizonte sind sehr neubaubeständig, eignen sich aber nicht als Leithorizonte, da sie oft ausgequetscht sind oder primär nur in Linsen vorlagen.

DIE GEOLOGIE DES KOBBERFJELL - KOBBERNAGLEN - MOFJELL - GEBIETES

A. Stratigraphie und Petrographie

A₁. Allgemeines

Geht man von den geologisch - tektonischen Lagerungsverhältnissen im Kartiergebiet unter Berücksichtigung der Beobachtungen von KLEINE - HERING und SCHULZE und der Ergebnisse bereits vorliegender Arbeiten aus, so ergibt sich unter der Voraussetzung, dass normale Lagerung vorliegt in Übereinstimmung mit HOLMSEN folgende stratigraphische Abfolge (siehe auch beige-fuegte Anlage 1):

Die ältesten Gesteine des Gebietes sind die grobkristallinen Quarz - Feldspat - Gneise des Mofjelltyps. In seine obere Partie sind Granatglimmergneise und Amphibolite mit Marmorschlieren eingeschaltet. Der Vererzungshorizont des Mofjellgneises wird mit Vorbehalt ebenfalls in den oberen Teil dieser Serie gestellt. Seine uneinheitliche Verbreitung und Mächtigkeit macht eine genauere Platzierung vorerst unmöglich. Den Abschluss zum Hangenden bildet ein durchlaufender Amphibolit ("Grenzamphibolit").

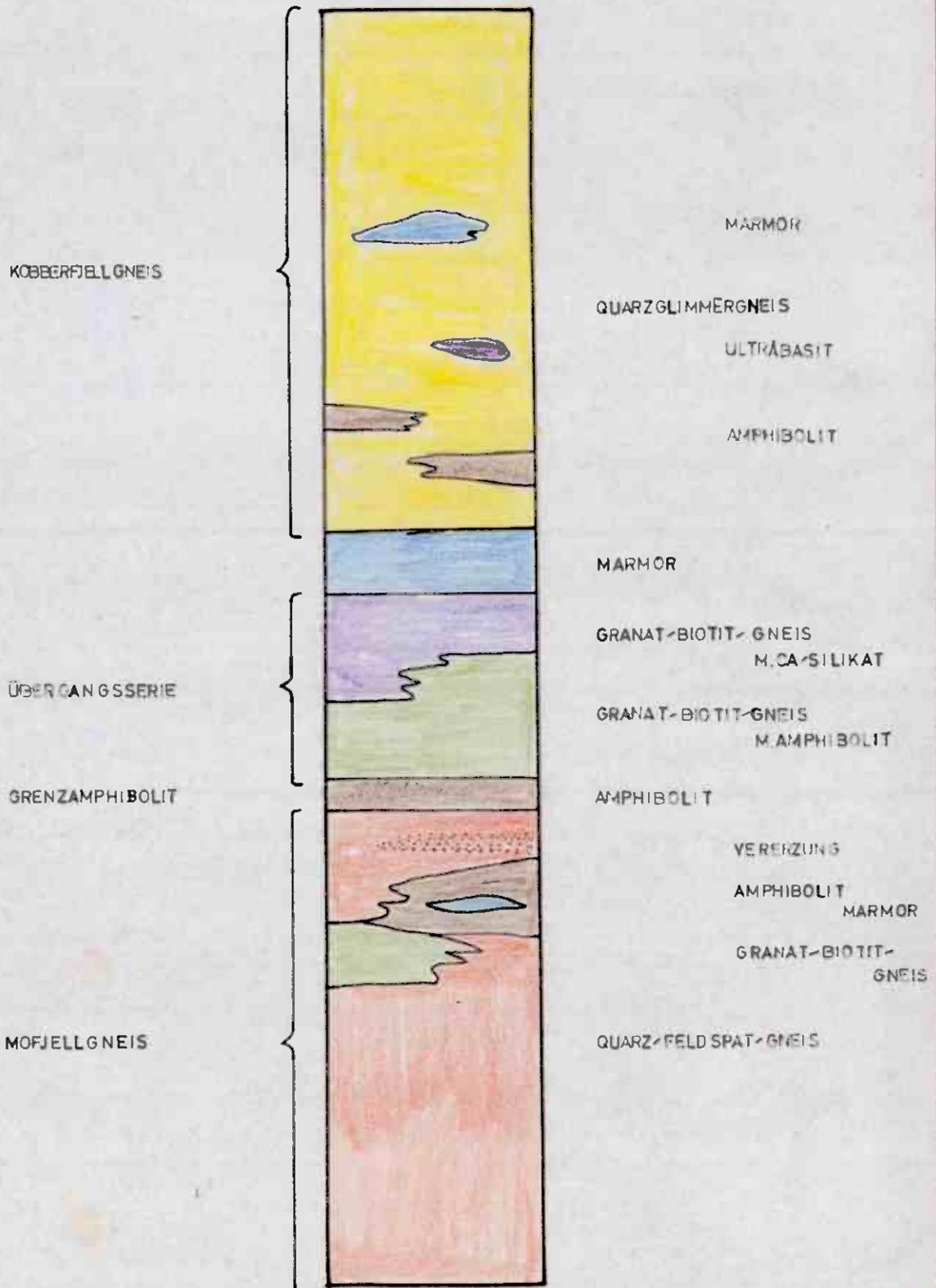
Darüber liegen Granat - Biotit - Gneise bis Schiefer, die überwiegend Amphibol enthalten, nach Westen aber zunehmenden Ca - Silikat - Gehalt aufweisen, wobei der Amphibolitgehalt weitgehend zurücktritt. Diese Gneise bilden eine Übergangsserie, zu der eventuell auch der hangende Marmor gestellt werden kann. Er zeichnet die tektonischen Formen nach und wurde deshalb als Leithorizont benutzt.

Das stratigraphisch oberste Stockwerk der Abfolge bildet der Komplex des Kobberfjellgneis, der aus Quarzglimmergneis besteht, in den Amphibolitlinsen eingeschaltet sind. Vereinzelt treten geringmächtige Marmorhorizonte auf, die aber nicht von stratigraphischer Bedeutung zu sein scheinen. Ausschliesslich in diesen Komplex eingeschaltet finden sich basische Magmatite wahrscheinlich peridotitischer Zusammensetzung.

Eine stratigraphische Einordnung der Gesteine westlich der Überschiebung ist momentan noch nicht möglich, da die wenigen Ergebnisse vorerst keine Rückschlüsse zulassen.

ANLAGE 1

STRATIGRAPHISCHER AUFBAU DES
KOBBERFJELL - KOBBERNAGLEN - MOFJELL - GEBIETES



A₂. Beschreibung der anstehenden Gesteine

a.) Quarz - Feldspat - Gneis

Das Mofjell in seiner gesamten E-W - Erstreckung vom Ranafjord bis zum Rødvatn, das Andfiskdalen und Teile des Falktind - Kobbernaglen - Gebietes sind aus diesem Gestein aufgebaut. Nach seinem Hauptverbreitungsgebiet und dem Punkt seiner ersten Beschreibung wurde dieser Gneis als Mofjellgneis bezeichnet, wobei aber beruecksichtigt werden muss, dass es sich bei dieser Bezeichnung um die Beschreibung einer Serie handelt, die zu differenzieren zur Zeit aber noch nicht moeglich ist.

Insgesamt ist der Mofjellgneis durch mehrere Faktoren gekennzeichnet. Beim Anschlagen erscheint das Gestein hellgrau bis weiss, waehrend es gelbbraun bis orange verwittert. Obwohl ein typischer Gneis bricht das Gestein unregelmässig bis muschelig, was teilweise auf die hohe Festigkeit und die allgemein recht grobkoernige Mineralausbildung zurueckgefuehrt werden kann.

Die Hauptminerale des Mofjellgneises sind, wie der Name schon sagt, Quarz und Feldspat, dazu Muskowit, waehrend Biotit und als Beimengung Granat sehr stark zuruecktreten, zum Teil auch ganz fehlen. Dabei wechseln aber die Gehalte der Hauptgemengteile untereinander sehr stark, es liegen zum Beispiel reine Quarzbaenke vor, andererseits wurden auch fast reine Feldsparlinsen gefunden. Eine Moeglichkeit, diese einzelnen faciiellen Uebergaenge auszukartieren ergab sich im Rahmen dieser vorliegenden Arbeit nicht. Es duerfte auch bei einer Detailkartierung auf Schwierigkeiten stossen, da der Mineralwechsel auf kleinste Bereiche schon sehr stark ist.

Aus den vorliegenden Ergebnissen laesst sich der Schluss ziehen, dass der Mofjellgneis primaer in einem sehr unruhigen Ablagerungsgebiet mit schneller grober Schuettung als Arkose entstand.

Zum Hangenden hin wird das Gestein feinkoerniger, es schalten sich Amphibolit und Kalkschlieren ein, die als primaer mergelige bis kalkige Ablagerungen gedeutet werden. Vereinzelt auftretende Granat - Biotit - Gneise werden als eisenhaltige Tonlagen betrachtet. Insgesamt scheint die Sedimentation zum Top hin ruhiger zu werden. Auf die Position der Vererzung wird spaeter eingegangen.

b.) Amphibolit

Neben dem Grenzamphibolit, der die Hangendgrenze des Mofjellgneis bildet, treten Amphibolitschlieren im Mofjellgneis selber auf. Diese wurden aber nicht auskartiert. Das wiederholte Auftreten der Amphibolitbaenke im Quarz - Feldspat - Gneis ist durch die intensive Isoklinalfaltung des gesamten Gebietes zu erklaren.

Weiter groessere Amphibolitbaenke finden sich im Quarzglimmergneis und im Marmor an der Strasse im Gebiet des Akersvatn-Staudamms. Wohl sind das Schichtanteile groesserer Ausdehnung, jedoch scheinen sie nicht im gesamten Gebiet auszuhalten und koennen nur teilweise parallelisiert werden. Im Bereich des Granat - Biotit - Gneis scheint Amphibol nur als Beimengung aufzutreten und sich nach Westen zu verlieren. Ein hoher Amphibolgehalt kennzeichnet besonders den dunklen Gneis westlich der Ueberschiebung.

Die Ausbildung der Amphibolite ist sehr unterschiedlich. Teilweise treten reine dunkle Amphibolite auf, die aus feinsten Hornblendekristallen bestehen. Weiter gibt es Uebergaenge zu groeberen Amphibolit mit reichlich Feldspatgehalt und wechselnden Granatanteilen. Vereinzelt finden sich hellere Amphibolgneise mit weisser Matrix und bis zu 1,5 cm grossen idiomorphen gruenen Hornblenden. Einen wichtigen Beleg zur Genese der Amphibolite scheinen die Marmoreinschaltungen an der Nordseite der Småvandene zu geben.

Hauptbestandteil aller dieser Gesteine ist die gruene Hornblende, die die Farbe des Amphibolits im frischen Bruch charakterisiert. Verwittert erscheint das Gestein dunkelbraun. Der Feldspat- und Granatgehalt ist stark wechselnd. Allgemein ist das Gestein sehr intensiv geschiefert und spezialgefaltet.

Die Genese dieser Amphibolite ist nicht geklaert. Die starke Verbreitung, das Aushalten ueber lange Strecken im Streichen, die Beimischung von Marmor und Kalksilikaten und die Position des Gesteins in der Stratigraphie lassen aber den Schluss zu, dass das Gestein sedimentaerer Herkunft ist, also primaer als Mergel vorlag. Voellig unklar ist der Charakter der Amphibolitlinsen im Mofjellgneis, es ist aber nicht auszuschliessen, dass vulkanische Produkte das Ausgangsmaterial fuer diese begrenzten und in den Grenzen unklaren Lagen ist.

c.) Granat - Biotit - Gneis

Der Komplex Mofjellgneis - Grenzamphibolit wird umrahmt von einer recht mächtigen Uebergangsserie, die aus Granat - Biotit - Gneis wechselnder Zusammensetzung besteht. Weiterhin findet sich dieser Gneis in den Spezialsatteln des Akersvatn-synklinorium. Inwieweit die Granat - Biotit - Gneise im Bereich des Mofjellgneis Einfaltungen oder facielle Aenderungen darstellen, ist ungeklärt. Jedoch neigt der Verfasser zu der Annahme, dass es facielle Aenderungen sind, zeigt doch der Granat - Biotit - Gneis voellig andere Ausbildungen und Eigenschaften als die Gesteine der eigentlichen Uebergangsserie. Jedoch wird diese Frage vorerst offengelassen, da SCHULZE im Gebiet des Sloikvoldtjern eine andere Meinung vertritt.

Grundsätzlich koennen zwei verschiedene Typen beschrieben werden. Weahrend im Osten ueberwiegend Granat - Biotit - Gneise mit Amphibolitgehalt kartiert wurden - wobei weiter nach Osten der Hornblendegehalt abnimmt - , steigt nach Westen der Ca - Silikatgehalt an, und der Amphibolgehalt geht zurueck. Die Grenzen sind hierbei nicht scharf, sondern verwischen sehr stark.

Biotit und Granat sind die Hauptgemengteile in einer ueberwiegend quarzitischen Matrix mit wechselndem Feldspatgehalt. Letzteres Phaenomen macht es schwierig, eine klare Entscheidung zu treffen, ob Gneis oder Schiefer vorliegt. Der hohe Verfestigungsgrad laesst aber zu dem Begriff "Gneis" neigen, obwohl gerade in diesem Gestein eine intensive Schieferung zu beobachten ist. Entsprechend verwittert auch das Gestein, seine Verwitterungsfarbe ist je nach Hornblende bzw. Ca - Silikatgehalt braun bis grau. Frisch angeschlagen ist das Material schwarz bis grau, wobei die Koernigkeit stark wechselt. Besonders die Granaten schwanken zwischen 1 mm und mehreren cm, wobei sie oft verzerrt und in Haarrissen mit Quarz getraenkt sind.

Vor der Metamorphose duerfte der Granat - Biotit - Gneis als eisenhaltiger Ton mit wechselndem Kalk- und Mergelgehalt vorgelegen haben. Insgesamt ist dieses Gestein aber homogen, was auf ruhigere und gleichmaessige Sedimentationsbedingungen schliessen laesst.

d.) Marmor

In der Kartierung erwies sich der Marmor als besonders guter Leit-
horizont. Er zeichnet nicht nur die tektonischen Formen nach, sondern ermöglicht auch oftmals die nicht ganz klare Unterscheidung zwischen Granat - Biotit - Gneis und Quarz-
glimmergneis, stellt er doch den Grenzhorizont zwischen diesen Gesteinen dar. Auf die Genese der Marmorlinsen im oberen Mo-
fjellgneis wurde oben eingegangen. Er entspricht in seiner gesamten makroskopische erkennbaren Struktur dem Marmorhorizont.

Wie die Kartierung erbrachte, entsprechen die zahlreichen im Gelaende gefundenen Marmore einer einzigen Lage, die durch intensive Verfaltung oftmals wiederholt wird.

Unter dem Begriff Marmor hat der Verfasser alle Gesteine zusammengefasst, die als Hauptbestandteil Carbonat - sowohl Dolomit als auch Calcit - enthalten. In den seltensten Faellen aber ist der Marmor rein. Es finden sich wechselnde Gehalte an Glimmer, Quarz und Amphibol. Als Akkzessorien treten weiter Wollastonit und wenig Zinkblende auf (Staudamm Akersvatn und bei der Ortschaft am Andfiskvatn). Tritt Letzteres auf, so ist der Marmor rein. Der Kontakt zum Nebengestein und zu den eingeschalteten Amphiboliten ist sehr scharf, ein Phaenomen, das noch nicht geklaert ist.

Waehrend der Calcitmarmor sehr grobkoernig - zuckerkoernig bis groesser - ist, unterscheidet sich der Dolomitmarmor, der zu-
meist in Linsen eingeschaltet ist, davon durch seine Feinkoernigkeit. Ein weiteres makroskopisches Unterscheidungs-
moment ist die gelbe Verwitterungsfarbe im Gegensatz zum weiss verwitternden Marmor.

Typisch fuer dieses Gestein sind die Verkarstungserscheinungen wie Dolinen und Ausloesungsspalten an den Grenzen zum Nebengestein. Im Gelaende finden sich daher auf diesem Gestein oft Graeben und Einsturzhoehlen. In tiefer liegenden Gebieten faellt der starke Bewuchs im Bereich kalkiger Gesteine auf.

Das Ausgangsmaterial der Marmore duerfte mit Kalk, unreiner Kalk mit mergeligen Lagen und kalkigen Mergel richtig beschrieben sein, wobei die Dolomitlinsen ein sekundaeres Produkt sein koennen.

Die oft stark schwankende Maechtigkeit und das teilweise Fehlen des Marmors ist in der hohen Mobilitaet des Gesteins in der Metamorphose begruendet.

e.) Quarzglimmergneis

Die hangende Einheit in der stratigraphischen Abfolge im Kartiergebiet bildet eine einheitliche Serie, in die nur im Liegenden Amphibolite und vereinzelt Marmore eingeschaltet sind. Auf die gefundenen Ultrabasite wird weiter unten eingegangen. Die Position dieses Gneises in der Stratigraphie bedingt in Folge der tektonischen Gegebenheiten seine wachsende Verbreitung im Gebiet des Dalselv in Richtung Ranafjord. Weiterhin tritt er in den Spezialmulden im Kobbernaglen - Akersvatn - Gebiet auf.

Zwei Minerale charakterisieren diesen feinkoernigen festen Gneis, Quarz und Glimmer, insbesondere Muskowit. Feldspat, Biotit und Granat treten weitgehend bis voellig zurueck. Verwitternd son- dert das Gestein plattig ab und zeigt eine helle gelbgraue Farbe.

Die homogene Ausbildung des gesamten Gesteinskomplexes laesst auf sehr ruhige Sedimentationsbedingungen schliessen. Als Ausgangsmaterial wird ein feinsandiger Schluff- bis Tonstein angenommen.

f.) Ultrabasische Koerper

In den Quarzglimmergneis eingeschaltet wurden zwei Ultrabasitkoerper gefunden. Beide sind von geringer Groesse und zeigen breite Verwitterungszonen. Makroskopisch wurde das Gestein als Peridotit angesprochen, waehrend die Verwitterungs- oder Kontaktzonen aus Serpentin und Serpentinasbest besteht. Beide Koerper scheinen ein einem Horizont zu liegen.

Eine grosstratigraphische Bedeutung kommt den Ultrabasiten in- sofern zu, als diese Gesteine in ganz Norwegen nur in einem Ho- rizont beobachtet wurden. Leider aber ist die Position dieses Horizontes in letzter Zeit umstritten. So muss eine grossraeu- mige Einordnung vorerst unterbleiben.

g.) Die stratigraphische Position der Vererzung

Sieht man von der Vererzung im Marmor ab, die allgemein sehr schwach ist und nur an der Nordflanke des Vester Mofjell von Bedeutung ist, findet sich nur eine groessere Vererzung im Bereich des Mofjellgneis.

Diese Vererzung, die ueberwiegend aus Fyrit und Magnetkies besteht und nur an einigen Stellen Anreicherungen anderer Buntmetallerze zeigt, ist horizontbestaendig, kann aber nicht im gesamten Gebiet verfolgt werden, da sie nur aus Impragnationslinsen besteht oder aber nicht von der Gelaendekante angeschnitten ist.

Der Verfasser neigt dazu, die Vererzung in die hangende Partie des Mofjellgneisses zu stellen. Zwei Faktoren sprechen dafuer, die Position der Mofjellgrube nahe der Uebergangsserie und dem Marmor (auch auf dem Kobbernaglen zu beobachten) und der teilweise vorhandene Marmor- und Amphibolitgehalt der Vererzungen. Beide Gesteine wurden nur im oberen Teil des Mofjellgneisses beschrieben. Die Wiederholung der Vererzung scheint einzig und allein auf Isoklinalverfaltung zu beruhen.

Die Anlage der einzelnen Erzlinen mag auf verschieden hohen Metamorphosestufen beruhen, da man mit einer relativen Mobilitaet der Erze rechnen muss.

Ueber die Genese der Vererzung besteht keine Klarheit, jedoch scheinen die heute vorliegenden Erzkoerper zum Impragnationstyp zu gehoeren. Ob die primaeere Anlage auf hydrothermalen Waessern in Zusammenhang mit Vulkanismus oder auf synsedimentaren Erscheinungen beruht, steht dahin. Die Anwesenheit von Marmor (Kalk) und Amphibolit (Mergel) laesst aber eher auf das Eindringen hydrothermalen Waessers schliessen.

Eine entgueltige Klaerung dieser Fragen waere ein grosser Schritt zur Auffindung neuer Lagerstaetten.

B. T e k t o n i k

B₁. Allgemeiner tektonischer Bau

G. HOLMSEN (1932) spricht von einer schwellenartigen Aufwoelbung im Bereich des Rana - Distrikts, und zwar entweder in Form einer Verbindung der Granite an der Kueste und an der schwedischen Grenze, einer separaten Intrusion in diesen Gebiet, oder einer Grundgebirgsaufwoelbung, die einen Nordtrog von einem suedlichen trennt. Diese Hypothese laesst sich durch drei Faktoren belegen:

- 1.) Die Strukturen, die sonst etwa NNE - SSW verlaufen, biegen im Pluragebiet und weiter suedlich auf etwa E - W - Richtung um.
- 2.) Als stratigraphisch aelteste Folge tritt Mofjellgneis auf, der bisher nur aus diesem Gebiet beschrieben ist.
- 3.) Die hohe "Vergneisung" (Augen- und Baendergneise) kann hervorgerufen sein durch die Naehc granitischer Gesteine, die sich in Granitisation und Feldspatitisation und in zahlreichen Pegmatiten und Migmatiten dokumentiert.

Zur Diskussion wird die Frage gestellt, ob nicht die Vererzungen im Mofjellgneis auf Apophysen eines Intrusivs beruhen koennen. Die Beschraenkung der Vererzungen auf den Mofjellgneis wuerde dafuer sprechen.

Das oben genannte Phaenomen bedingt an sich schon eine intensive Tektonik, daneben treten aber noch weitere Faltungsphasen auf, wobei der allgemeine Achsenplan grob E - W verlaeuft. Besonders erschwert wird die Klaerung der tektonischen Verhaeltnisse durch die mit der Faltung verbundene Metamorphose. So ist eine Klaerung der Verfaltung im Mofjellgneis, soweit sie die Spezialfaltung betrifft nur hypothetisch. Das ist bedingt in den verschiedenen sich ueberlagernden Phasen, in der der Schichtung subparallelen Schieferigkeit und in der Verwitterung und Abtragung der Faltenkerne.

Zwei Gesteinstypen, der Marmor und der Amphibolit scheiden beim Einmessen tektonischer Flaechen voellig aus, sofern nicht gerade Grenzen zum Nebengestein aufgeschlossen sind. Beide waren waehrend der Metamorphose so plastisch, dass sie in Gebiete mit Druckschatten migrierten bzw. aus Gebieten hohen Bruckes verdraengt wurden. Dabei verformten sie sich in sich so stark, dass

heute atektonische Fliessfalten und ähnliche Erscheinungen beobachtet werden können. Teilweise füllten sie wohl auch Hohlräume und Klüfte in ihrer näheren Umgebung aus. Es ist möglich, dass die scharfen Grenzen zum Nebengestein mit dieser hohen Mobilität zusammenhängen.

Eine Faltungsphase, die heute im dm - Bereich vorliegt, konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht verfolgt und gemessen werden. Sie ist sehr stark von den nachfolgenden tektonischen Beanspruchungen überprägt. Es ist aber anzunehmen, dass gerade diese Phase heute in der intensiven Verfaltung der Erzkörper dokumentiert wird, was eine Lokalisierung und Bewertung der Vorkommen so sehr erschwert. Diese Faltung wird als nullte Phase bezeichnet und nicht weiter berücksichtigt. Vielleicht ist es aber im Rahmen statistischer Auswertungen zahlreicher Messungen möglich, Aufschlüsse über diese Faltung zu bekommen.

Insgesamt konnten drei Faltungsphasen beobachtet und gemessen werden, die im Folgenden beschrieben werden.

B₂. Faltungsphasen

1. Faltungsphase

Bevor es zu einer grossräumigen Auffaltung des Gebietes kam, wurden die Gesteinspakete durch gleichmässigen Druck aus Norden und Süden in leichten weiten Wellen eingefaltet. Die Achsen dieser Falten durrften sehr steil bis senkrecht gestanden haben und hatten eine Streichrichtung von etwa 100° E - W. Dabei war der Faltenschenkelabstand wohl sehr gross und die Heraushebung aus dem primären Niveau nicht sehr hoch.

Es ist anzunehmen, dass die Achsen der Saettel und Mulden zueinander verstellt waren, wobei die Saettel flach nach Westen abtauchten (etwa $15 - 20^{\circ}$), während die Mulden nach Osten aus hoben.

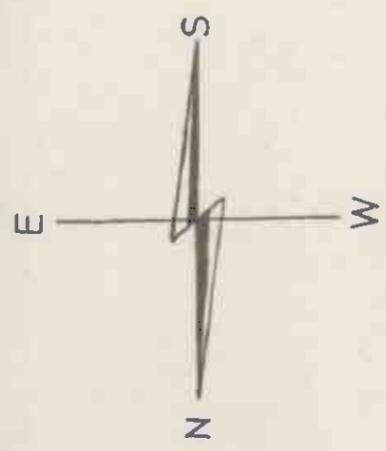
In der beigezeichneten Zeichnung ist das Faltenschema dargestellt, wobei die Profillinie nicht einer hypothetischen Oberfläche entspricht, sondern nur zu Projektionszwecken eingezeichnet wurde.

KOBBERFJELL- AKERSVATN- SYNKLINORIUM NACH DER 1. FALTUNGSPHASE

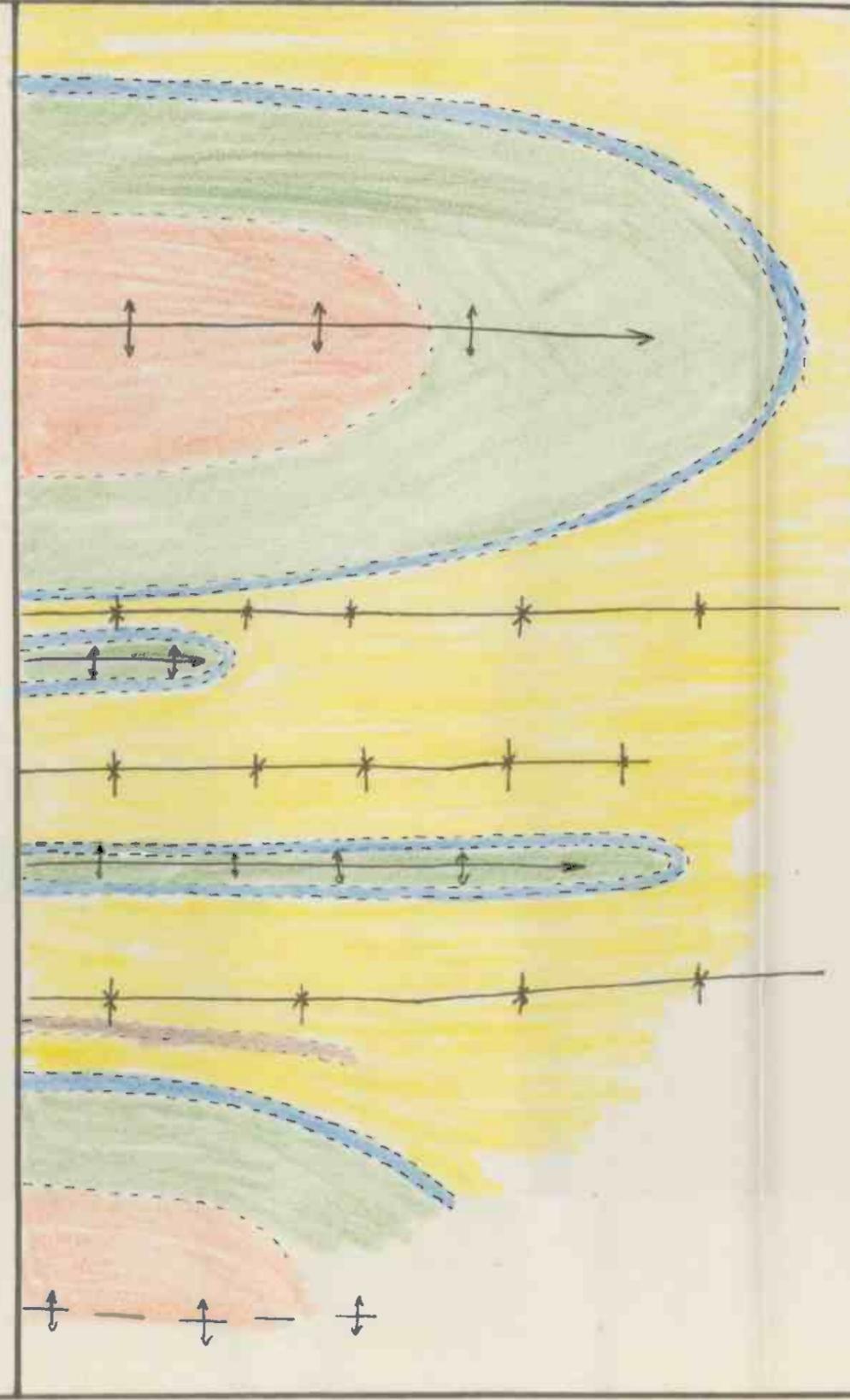
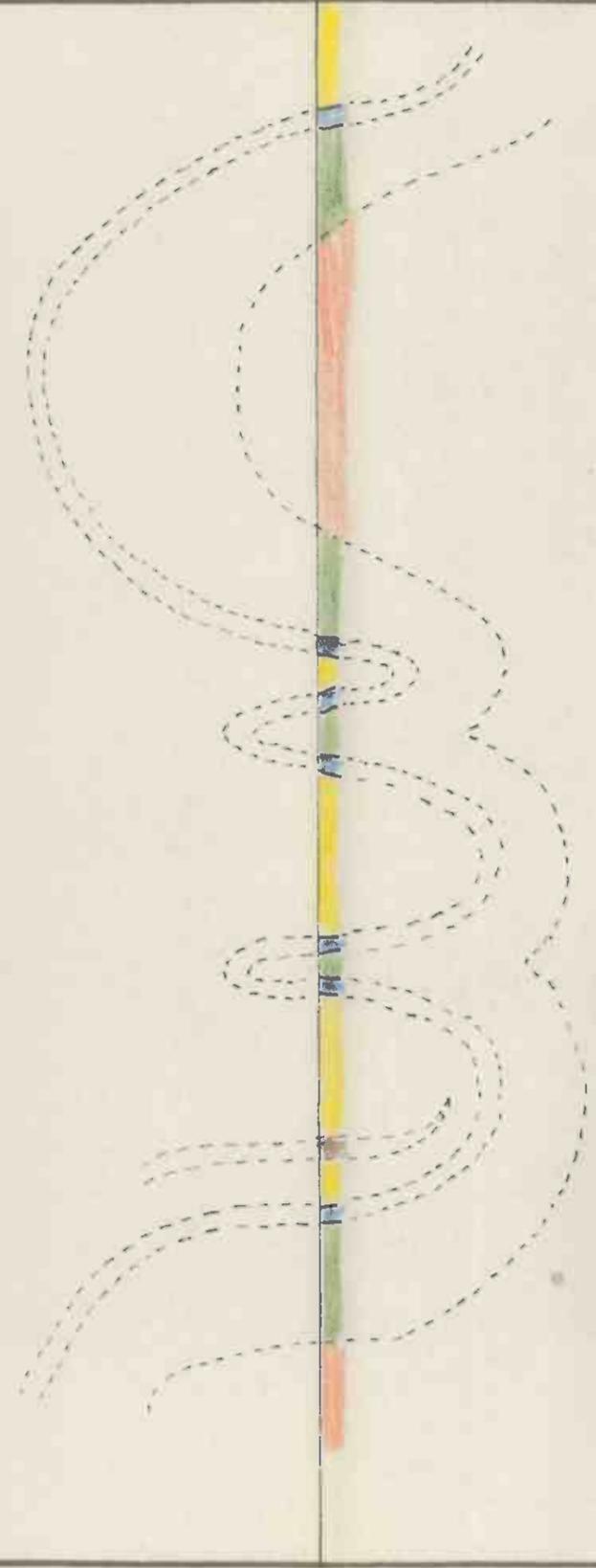
M. 1: 23 000 (NACH LUFTBILDERN)

HYPOTHETISCHE REKONSTRUKTION

ANLAGE 2



PROFIL (VERTIKALSCHNITT)



AUFSICHT (HORIZONTALSCHNITT)

2. Faltungsphase

Gegen Ende der ersten Faltungsphase kam es dann in Verbindung mit einer kraeftigen Metamorphose zur Hauptausfaltung des Gebietes. Dabei wurde im Kartierbereich ein Grossattel und eine Grossmulde angelegt. Die Druckverhaeltnisse duerften dabei nicht gleichmaessig gewesen sein, was eine Verstellung der Achsen zur Folge hatte.

Bei einem generellen Achsenstreichen in E - W - Richtung kam es zu einer starken Einengung des Raumes. Im Gebiet des Mofjell kam es zur Herausherbung, waehrend sich im Bereich Akersvatn - Dalselv eine Mulde absenkte. Durch den starken Seitendruck wurden die in der ersten Faltungsphase angelegten Falten zusammengequetscht und den Drucken entsprechend in die Vergenz der Hauptfalten eingepasst. Die Isoklinalfalten sind jetzt generell suedvergent, die Achsenflaechen fallen steil ($60 - 70^{\circ}$) nach Nord, ebenso ist das Schichteinfallen steil Nord ($50 - 80^{\circ}$).

Waehrend die Achsen der Hauptfalten im Ostteil des Gebietes leicht nach Sueden verkippt sind, stellen sie sich im Mittelteil wieder fast senkrecht. Inwieweit die Vergenz im Osten auf eine Umbiegung der Grossachsen zurueckzufuehren ist, kann sich aus der Kartierung KLEINE - HERING und SCHULZE ergeben. Im Gebiet des Vester Mofjell und des Kobbernaglen wird die Mofjellantikline stark suedvergent. Die Achsenflaechen duerfte mit etwa 50° nach Nord einfallen. Die Spezialfalten liegen ebenfalls flach, so dass sich fuer die Schichten Einfallswerte um $20 - 30^{\circ}$ ergeben, die nach Sueden zum Faltenkern hin aber ansteigen und Werte um $50 - 70^{\circ}$ erreichen. Aufgeschlossen ist in diesem Gebiet nur noch der liegende Schenkel der Grossfalte, waehrend Faltenkern und hangender Schenkel aberodiert sind.

Aehnlich verhaelt sich das Akersvatn - Dalselv - Synklinorium, jedoch stehen die Faltenachsen hier generell steiler als im noerdlichen Antiklinorium.

Die heute messbare Schieferigkeit gehoert wohl zu dieser Hauptfaltung. Die Werte liegen bei $70 - 80/30 - 50^{\circ}$ N und sind somit subparallel dem Streichen und Einfallen der Schichtung sind.

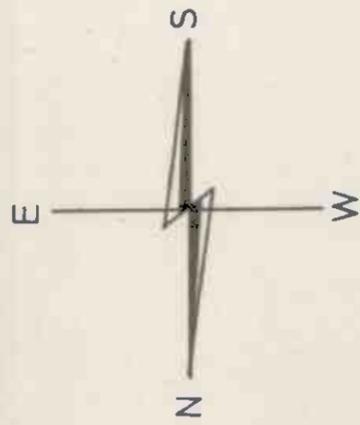
Die beigefuegte Karte erlaeutert die Lage nach der zweiten Faltungsphase im Gebiet Akersvatn - Kobberfjell - Småvandene.

KOBBERFJELL- AKERSVATN- SYNKLINORIUM NACH DER 2. FALTUNGSPHASE

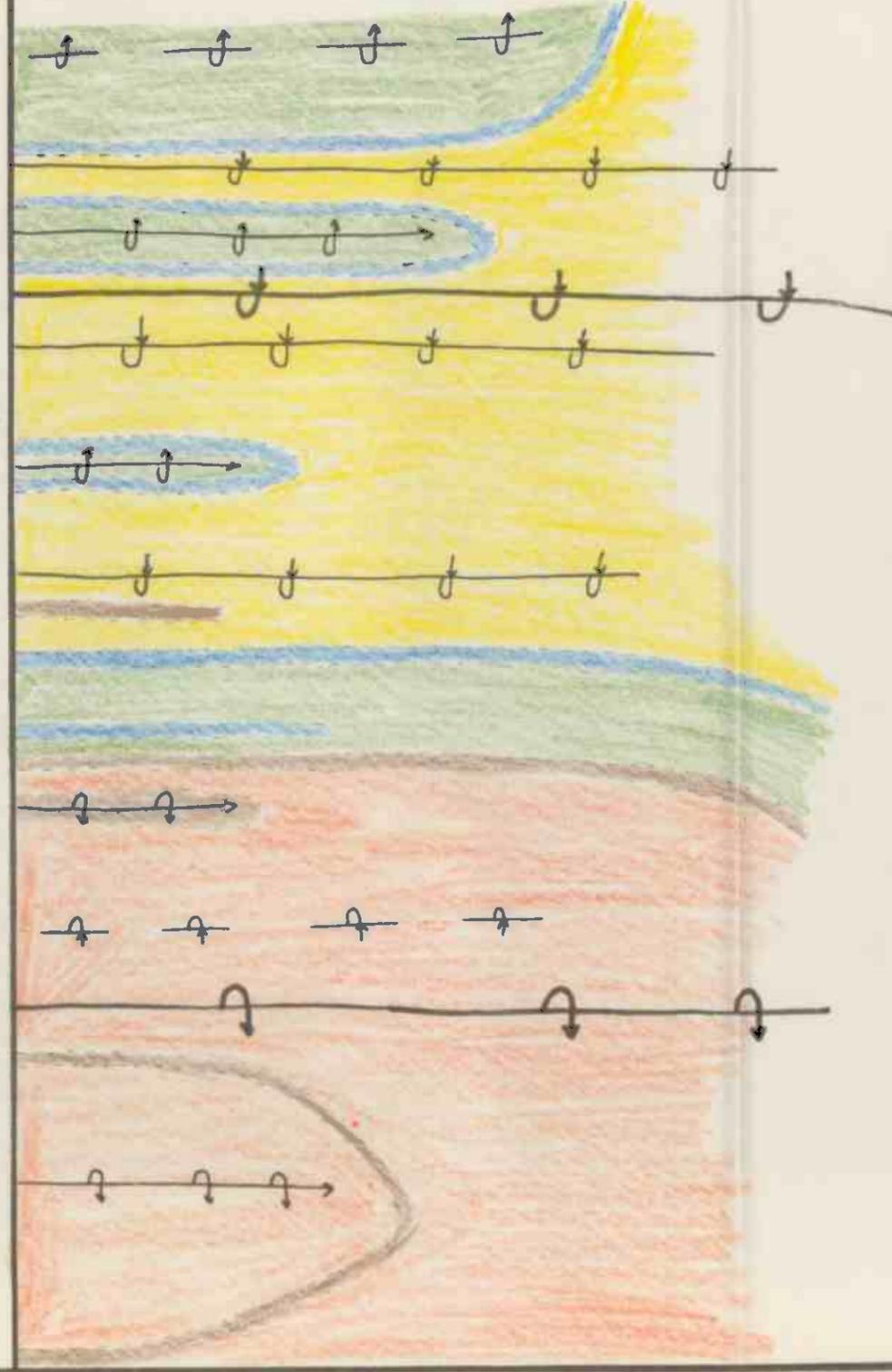
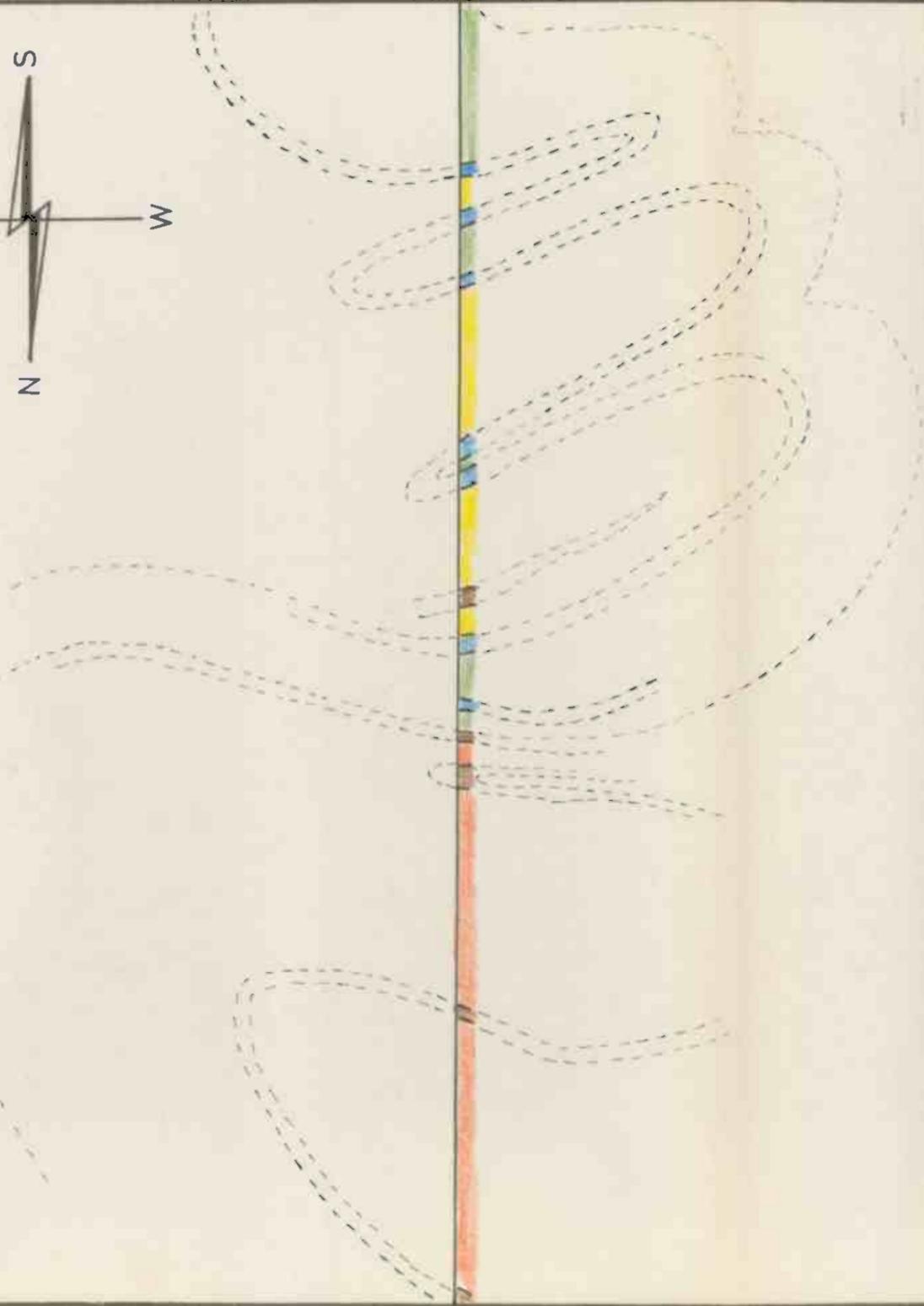
M. #1: 23000 (NACH LUFTBILDERN)

HYPOTHETISCHE REKONSTRUKTION

ANLAGE 3



PROFIL (VERTIKALSCHNITT)



AUFSICHT (HORIZONTALSCHNITT)

3. Faltungsphase

Die dritte Faltungsphase tritt in Form einer grossraeumigen Umbiegung der E - W - streichenden Achsen um eine Achse im Bereich des Akersvatn zum Vorschein. Dabei liegen nach dieser Umbiegung die Falten in ihrer Wiederholung fast parallel zu den Primaerfalten. Sehr gut zeigt sich das in einem Spezialsattel des Akersvatn - Synklinorium westlich des Akersvatn. Messungen im Quarzglimmergneis spiegeln die Umbiegung wider, die sich aber durch ein Abtauchen der Achse in Westrichtung (etwa 30°) weiter zum Ranafjord verliert.

Ueber diese Umbiegungsfaltung liegen noch nicht genuegend Ergebnisse vor, die genauere Aussagen rechtfertigen wuerden.

B₃. Ueberschiebungs- und Bruchtektonik

a.) Stoerungen und Kluefte

Zwei Stoerungen mit geringen Versatzbeträgen wurden im NE - teil des Gebietes kartiert. Diese Stoerungen scheinen aber juenger als die Metamorphose und Faltung zu sein, da sie nicht verfaltet sind. Streichende Stoerungen werden vermutet, koennen aber nicht auskartiert werden, da sie metamorph ueberpraegt sind.

Zahlreiche Kluefte grosser Ausdehnung bestimmen die Morphologie des gesamten Gebietes. Dabei herrschen zwei Richtungen vor. Groessere Kluefte streichen WSW - ENE, die kleineren NE - SW. Diese Kluefte werden fuer sehr jung gehalten und sind wohl bei den quartaeren und postquartaeren Hebungen des Landes entstanden.

b.) Ueberschiebung

Am Kobbernaglen wurde eine Ueberschiebung gefunden, deren Flaechen mit etwa 30° nach Osten einfaellt. Die Gesteine westlich der Ueberschiebung - Granatglimmerschiefer und Baendergneise - streichen N - S und fallen mit $30 - 40^{\circ}$ nach Osten.

Eine genauere Beschreibung dieser tektonischen Flaechen kann erst erfolgen, wenn das weiter im Sueden liegende Gebiet, das Rostafjell kartiert ist.

6. Bewertung der Vererzungen

Saemtliche im Kartiergebiet angetroffenen Vererzungen beschaenken sich auf den oberen Mofjellgneis und werden als ein einziger Horizont betrachtet. Nachdem die Vererzungstypen aus Beschreibungen im Mofjell (Hesjelia, Bertelsberg, Heramsgrube etc.) bekannt sind, beschaenkt sich der Verfasser auf einige kurze Hinweise. Im Allgemeinen liegen Pyrit- und Magnetkiesimpraegnationen vor, die nur eine geringere Anreicherung vorweisen. Vereinzelt wurden aber auch Anreicherungen mit Buntmetallgehalt gefunden. Dies trifft fuer die Schuerfe Kobbernaglen und den in diesem Jahr im Gebiet des Falktind angelegten Probeschurf zu (muendliche Mitteilungen KRUSE). Besonders Letzterer duerfte nach einer genaueren Analyse von Interesse sein.

Die gefundenen Mineralisationen rechtfertigen keine positive Bewertung. Besonders die Schuerfe am Kobbernaglen sind unter Beruecksichtigung der tektonischen Gegebenheiten aus dem Kreis der erfolgversprechenden Vererzungen auszuschliessen. Die Vererzung duerfte schon in geringer Teufe ausklingen. Allerdings kann eine Anreicherung in streichender Verlaengerung nach Osten nicht ausgeschlossen werden. Der neue Schurf kann dem gleichen Erzniveau angehoren.

Die zahlreichen Anomalien der geophysikalischen Vermessungen vergangener Jahre beruhen, wie es die Kartierung ergab, auf Pyritimpraegnationen. Sie sind an der Strasse Andfiskvatn - Småvandene angeschnitten. Die intensive Verfaltung bedingt eine mehrmalige Wiederholung der Horizonte, erschwert aber auch eine genaue Lokalisierung. Es besteht daher durchaus die Moeglichkeit, dass staerkere Erzanreicherungen im Untergrund anzutreffen sind. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit war eine genauere Untersuchung dieser Vererzungen nicht moeglich, so dass die Aussagen zwar als allgemein gueltig anzusehen sind, nicht aber auf spezielle Gegebenheiten eingehen koennen.

Die Vererzung im Marmor ist im Bereich des beschriebenen Gebietes nicht von Bedeutung, kann aber doch groessere Dimensionen annehmen, wie das Beispiel an der Nordseite des Vester Mofjell aufzeigt.

D. V o r s c h l a e g e f u e r e i n e w e i t e r e
B e a r b e i t u n g

Wie aus dem Vorangegangenen ersichtlich ist, muesste sich eine Untersuchung auf wirtschaftliche Lagerstaetten auf den Mofjellgneis beschraenken. Dabei kommen nach den vorliegenden Ergebnissen besonders das Andfiskdalen, das Gebiet Småvandene - Falktind - Kobbernaglen und noch nicht untersuchte Teile des Mofjell in Frage.

Als Arbeitsmethode wird eine intensive Vermessung der Vererzungen im streichenden Verlauf vorgeschlagen, wobei gleichzeitig Probeschuerfe groesserer Anzahl und gegebenenfalls "wild - Cat"-Bohrungen niedergebracht werden sollten.

Dem voranzustellen ist aber eine Detailkartierung im Masstab 1 : 5000, die eine genaue Festlegung der Erzlager bringen kann und intensive tektonische Untersuchungen, die ueber den gesamten Mofjellgneis ausgedehnt werden muessen. Die Bohrungen sollten von einem Geologen staendig kontrolliert werden, damit die Niederbringung nach tektonischen Gesichtspunkten geschieht und gegebenenfalls abgebrochen werden kann, wenn die Ergebnisse negativ sind. Auf diese Weise koennten die Kosten relativ niedrig gehalten werden.

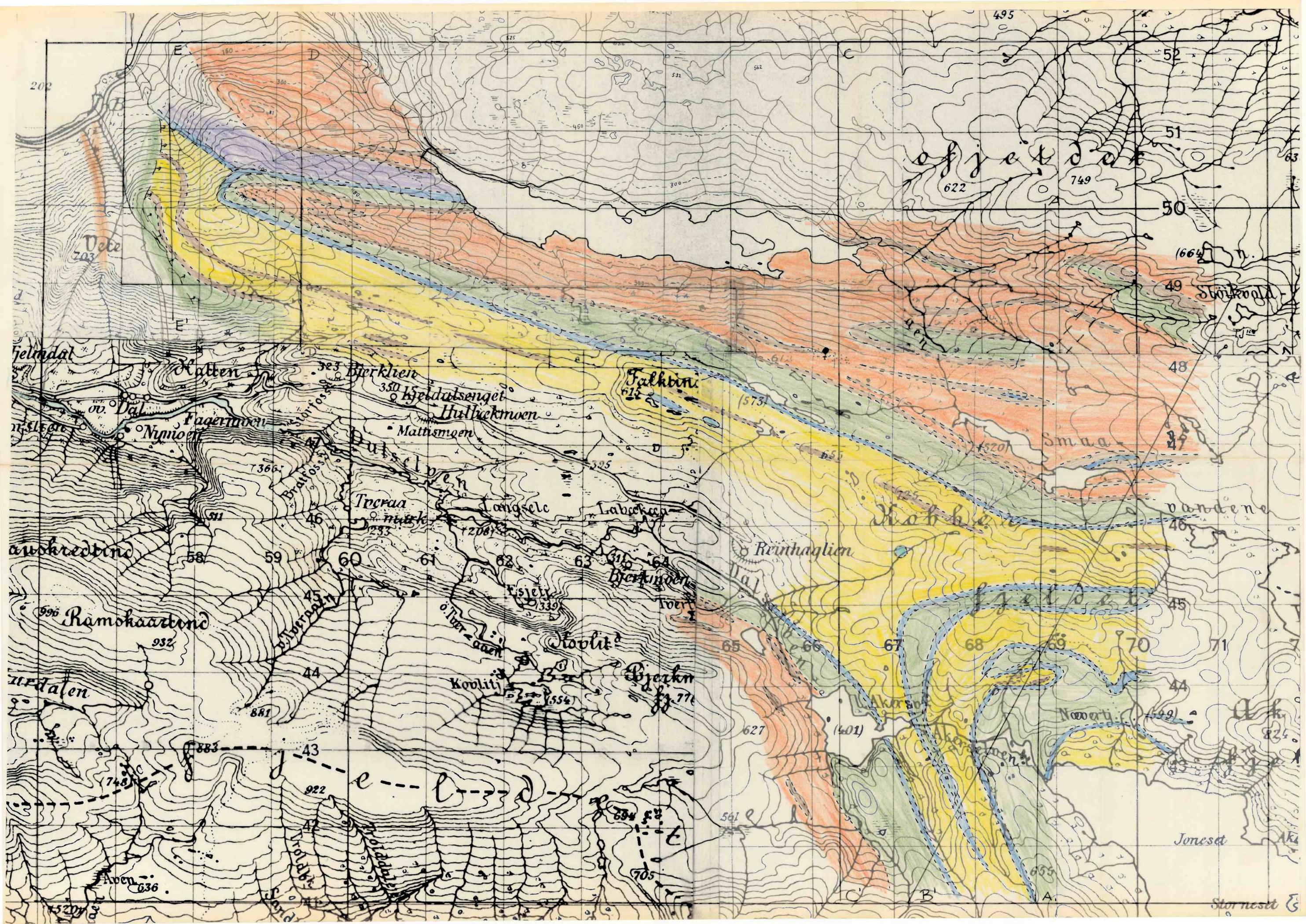
Wieterhin wird vorgeschlagen in der Kartierung der regionalgeologischen Verhaeltnisse fortzufahren, um den Mofjellgneis und seine Vererzungen gegen das andere Gestein abzugrenzen und um damit andere Vererzungen (z.B. Rostafjell) einordnen zu koennen.

ZUSAMMENFASSUNG

Im Rahmen der Kartierung wurde das Gebiet Koberfjell - Kobbernaglen - Mofjell bearbeitet. Die anstehenden Gesteine konnten stratigraphisch geordnet werden, und es gelang die Position der Vererzung festzulegen.

Die komplizierte Tektonik erschwert die erzgeologische Prospektion sehr star, insbesondere die Lokalisierung der Erzkoerper.

Zur Auffindung neuer Lagerstaetten wird eine Detailkartierung des Mofjellgneis und geophysikalische Messungen mit Anlegen von Probeschurfen empfohlen.



offjærdalen

Dele
203

Jelndal

Nymoer

auskredning

Ramokaartene

urdalen

Aven

Katten

Fagermoen

Tjoraa

Stjernaen

883

636

Bierklien

Kjøldalsenget

Hullbekkmoen

Mattismoen

Dalselven

Langsetc

Labakkca

Bjerkmoen

Koolit

Koolitj

Bjerkn

776

554

883

922

748

881

705

636

Falktini

Reinthaglien

Koolit

Koolitj

Bjerkn

776

554

883

922

748

881

705

636

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

Kjøldalsenget

Reinthaglien

Koolit

Koolitj

Bjerkn

776

554

883

922

748

881

705

636

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

627

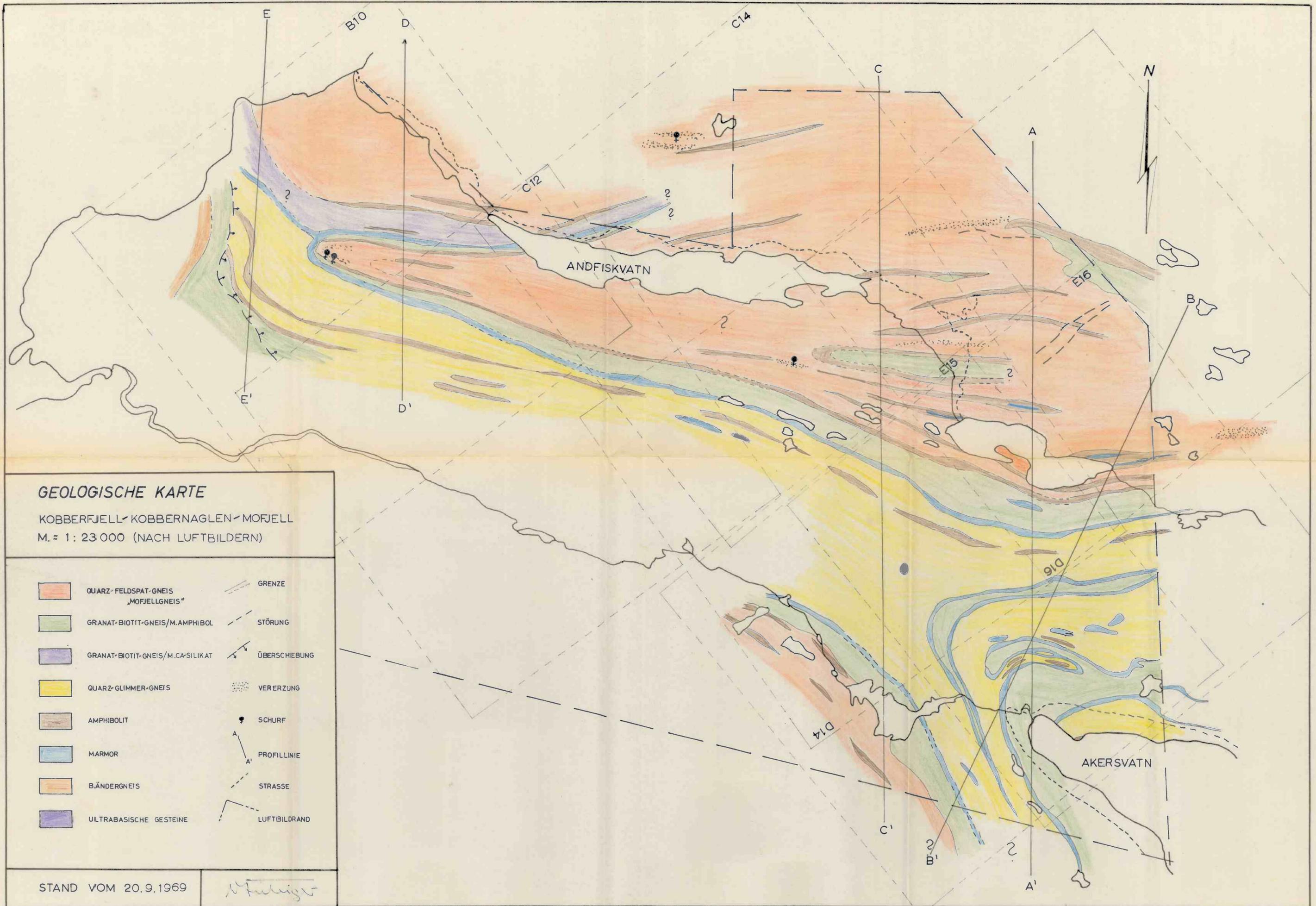
627

Joneset

Stornest

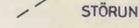
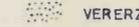
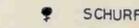
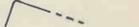
AK4

AK4



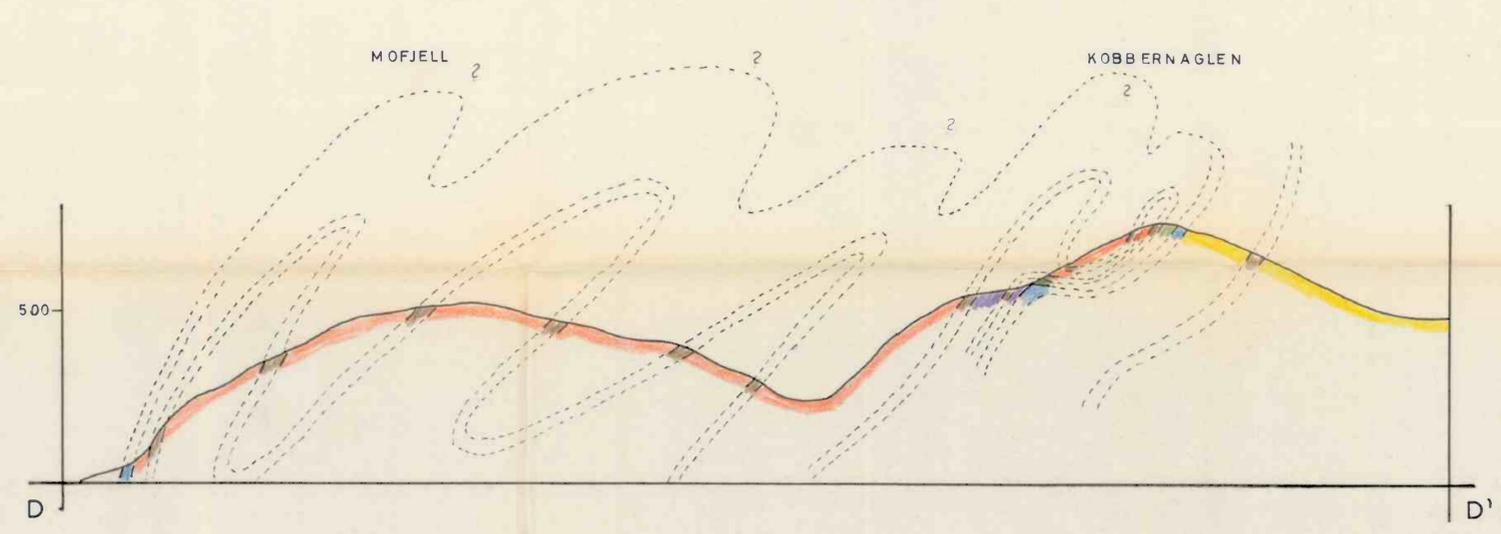
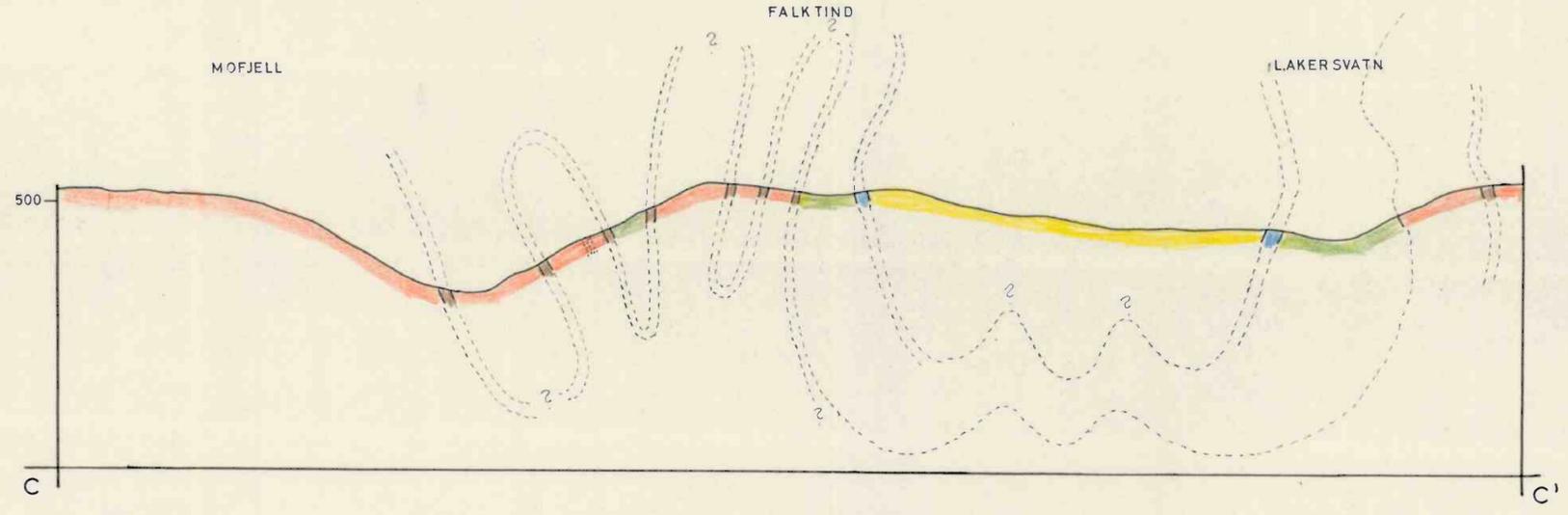
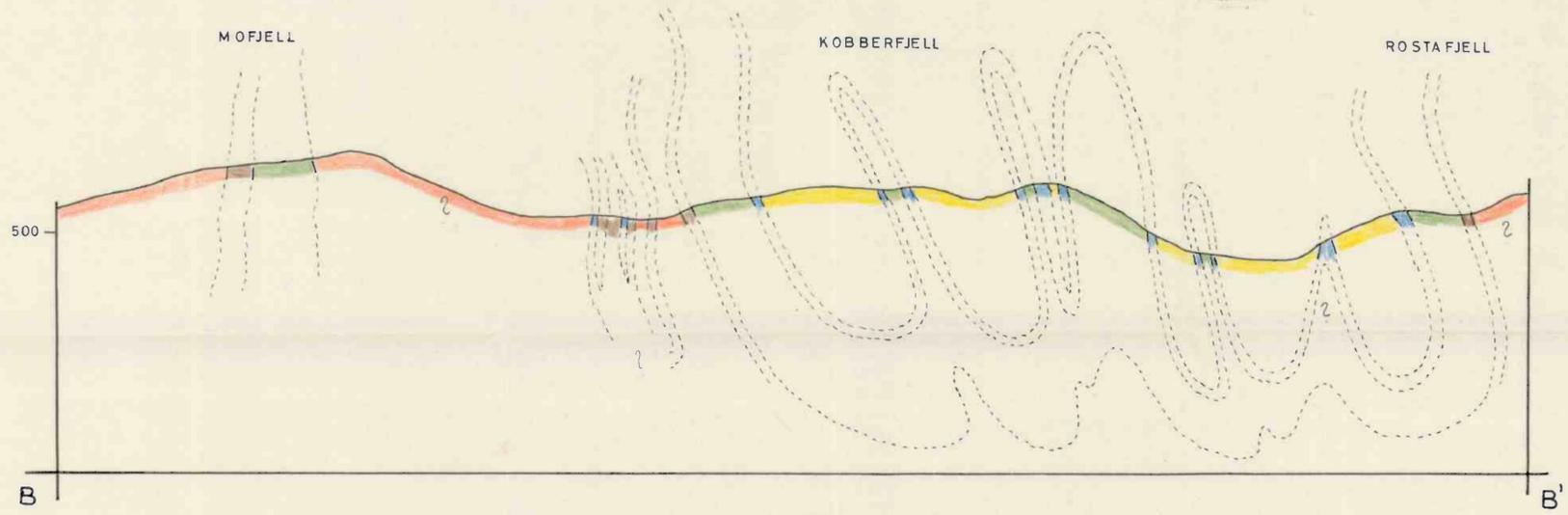
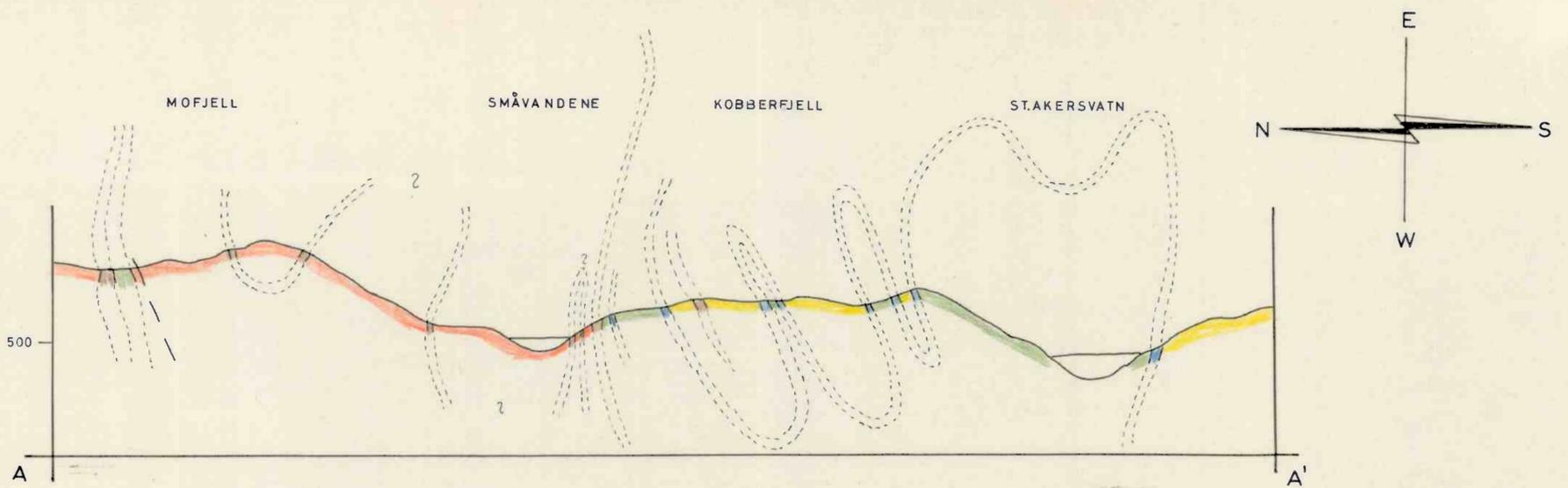
GEOLOGISCHE KARTE

KOBBERFJELL - KOBBERNAGLEN - MOFJELL
 M. = 1 : 23 000 (NACH LUFTBILDERN)

	QUARZ-FELDSPAT-GNEIS „MOFJELLGNEIS“		GRENZE
	GRANAT-BIOTIT-GNEIS/M.AMPHIBOL		STÖRUNG
	GRANAT-BIOTIT-GNEIS/M.CA-SILIKAT		ÜBERSCHIEBUNG
	QUARZ-GLIMMER-GNEIS		VERERZUNG
	AMPHIBOLIT		SCHURF
	MARMOR		PROFILLINIE
	B.ÄNDERGNEIS		STRASSE
	ULTRABASISCHE GESTEINE		LUFTBILDRAND

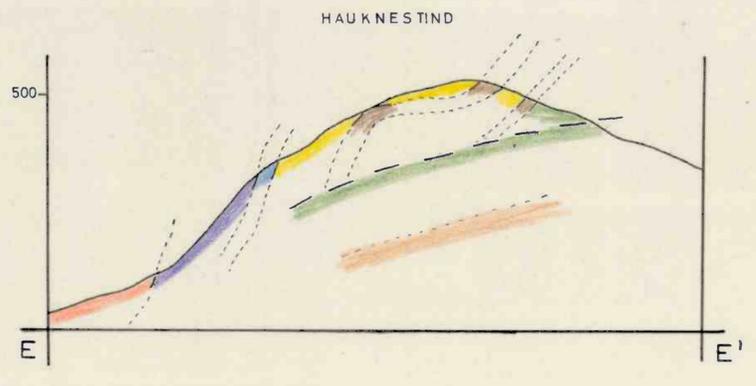
STAND VOM 20.9.1969

M. F. F. F.



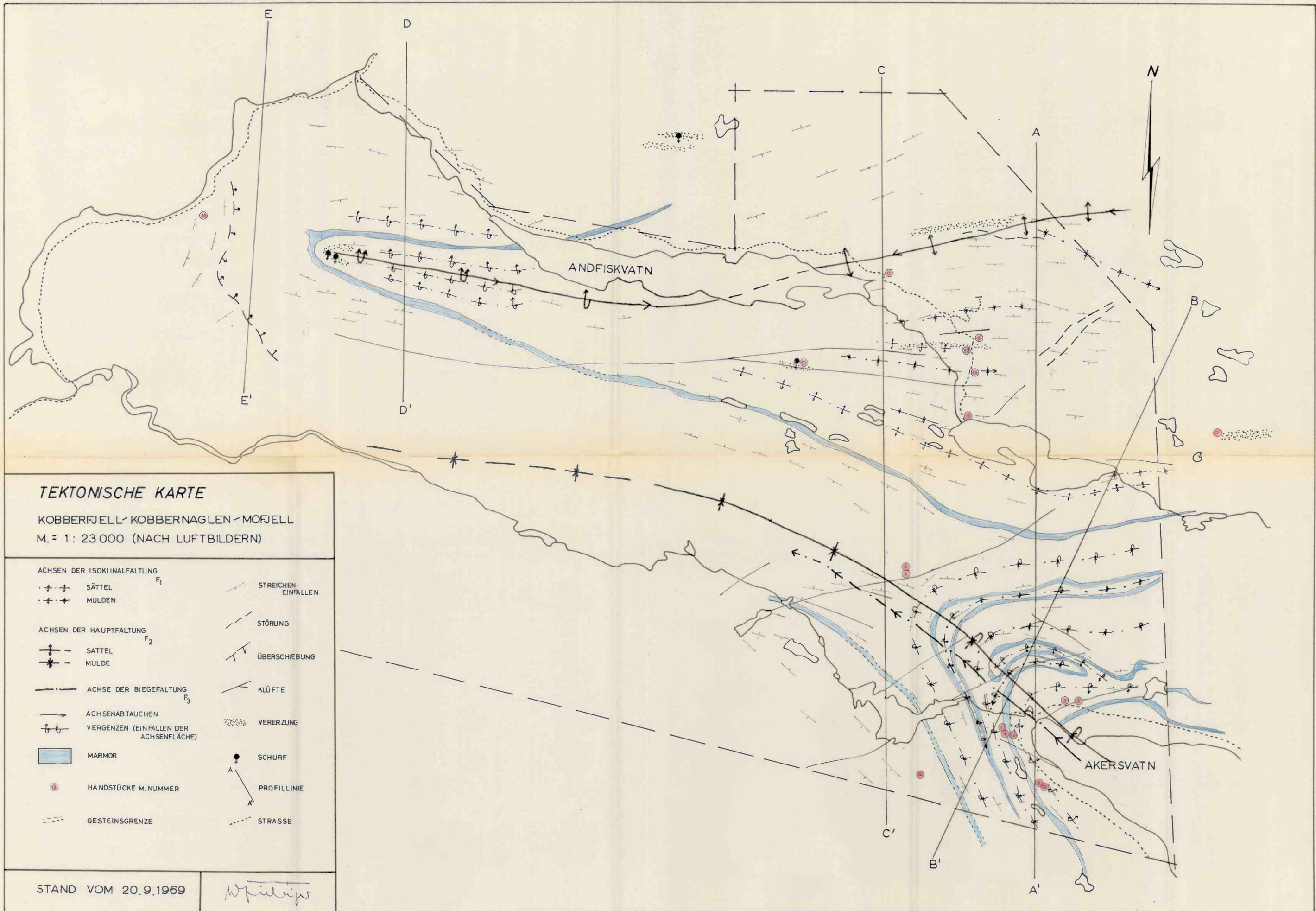
PROFILE ZUR GEOLOGISCHEN KARTE
 KOBBERFJELL - KOBBERNAGLEN - MOFJELL
 M₁ ≈ 1 : 23 000 ÜBERHÖHT AUF 1 : 10 000

- | | | | |
|---|--------------------------------------|---|---------------|
|  | QUARZ-FELDSPAT-GNEIS "MOFJELL GNEIS" |  | AMPHIBOLIT |
|  | GRANAT-BIOTIT-GNEIS/M. AMPHIBOL |  | MARMOR |
|  | GRANAT-BIOTIT-GNEIS/M. CA-SILIKAT |  | VERERZUNG |
|  | QUARZ-GLIMMER-GNEIS |  | ÜBERSCHIEBUNG |



STAND VOM 20.9.1969

M. F. H. G.



TEKTONISCHE KARTE

KOBBERFJELL-KOBBERNAGLEN-MOFJELL
 M. = 1:23 000 (NACH LUFTBILDERN)

- | | | |
|-----------------------------------|--|---------------------|
| ACHSEN DER ISOKLINALFALTUNG F_1 | | STREICHEN EINFALLEN |
| • + • | SÄTTEL | — / — |
| • - • | MULDEN | — \ — |
| ACHSEN DER HAUPTFALTUNG F_2 | | STÖRUNG |
| — + — | SATTEL | — / — |
| — - — | MULDE | — \ — |
| ACHSE DER BIEGEFALTUNG F_3 | | ÜBERSCHIEBUNG |
| — — — | ACHSE DER BIEGEFALTUNG | — / — |
| → | ACHSENABTAUCHEN | KLÜFTE |
| ⊕ ⊕ | VERGENZEN (EINFALLEN DER ACHSENFLÄCHE) | — / — |
| ■ | MARMOR | ••••• |
| ⊙ | HANDSTÜCKE M. NUMMER | • |
| — — — | GESTEINSGRENZE | A |
| | | A' |
| | | — · — · — |
| | | — · — · — |

STAND VOM 20.9.1969

W. Philips