

HELMUT HÜBNER

KLÜFTUNG UND VERERZUNG
IM GRUBENGEBIET ADAK
NORDSCHWEDEN

CLEAVAGE AND ORE MINERALIZATION
IN THE ADAK AREA, NORTHERN SWEDEN

MIT 3 TAFELN
WITH 3 PLATES



STOCKHOLM 1967

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER C NR 628

ÅRSBOK 61 NR 13

HELMUT HÜBNER

KLÜFTUNG UND VERERZUNG
IM GRUBENGEBIET ADAK

NORDSCHWEDEN

CLEAVAGE AND ORE MINERALIZATION
IN THE ADAK AREA, NORTHERN SWEDEN

MIT 3 TAFELN
WITH 3 PLATES

STOCKHOLM 1967

Redaktör: Per H. Lundegårdh

C. DAVIDSONS BOKTRYCKERI AB, VÄXJÖ

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
SUMMARY: Cleavage and ore mineralization in the Adak area, Northern Sweden	3
Zusammenfassung	4
Vorwort	4
1. Einführung und geologische Übersicht	4
2. Methodik	6
3.1. Messungen in der Grube Lindsköld	9
3.2. Messungen in der Grube Adak	10
4. Abschliessende Bemerkungen	11
Literatur	12

SUMMARY

The Adak Area is situated about 90 km WNW Boliden and occupies the northwestern part of the so-called Skellefte Sulphide Ore District. The predominant structural feature of the Adak Area is that of a dome (S. Gavelin 1942, 1948 and 1952). Around the center, which is mainly built up of Fe,Mg- and Al-rich secondary quartzites (metasomatically strongly altered acid, or possibly intermediate volcanites), the various rock sequences are more or less concentrically developed around the oldest rocks in the centre parts. The epigenetic sulphide mineralizations are mainly localized in the central parts of the dome and in the boundary zones between quartzite and the overlying banded (layered), sedimentary complex, mainly of tuffitic character. The supracrustal rocks are framed by granite.

The principal ore-minerals in the Adak and Lindsköld Mines are chalcopyrite and pyrrhotite, accompanied by arsenopyrite. Pyrite also occurs in subordinate amounts and then generally in parts that are poor in chalcopyrite. The Rudtjebäcken deposit constitutes a rather compact ore where pyrite is quite predominant, while chalcopyrite, pyrrhotite and sphalerite appear only in subordinate quantities.

In this presentation an attempt has been made to characterize the structure of ore bodies by systematic measurements of the ore veins. Different parts of the ore deposits Lindsköld and Adak have been investigated. The result of the measurements (about 4 000 poles of veins with different mineralizations, stereographic projection, lower hemisphere) has been treated by statistical methods and summed up in 51 diagrams in order to facilitate a comparison of the ore structures in different sectors of the mines.

The result of the investigations shows that the "plateformed" ore body Lindsköld does not possess a throughout uniform shape. Variations occur locally in strike as well as in dip.

In the investigated parts of the Adak Mine the veins with sulphide mineralization are more or less horizontal. In addition the veins occur in two zones with vertical and north-east striking, horizontal zone axes.

Both in the Adak Mine as well as in the Lindsköld Mine different systems of fractures and fissures have been mineralized. The systems of joints striking northeast and northwest in the hard ore quartzites indicate that the main pressure was active from N and S.

The origin and shape of the ore deposits depended on pre-ore structures i. e. shear joints and schistosity (the latter is mainly identical with bedding planes). The chemically defined boundaries of the ore bodies coincide more or less with the shape determined by tectonic analysis.

The diagrams representing quartz- and calcite-veins often show the same tendency as the diagrams for the sulphide veins, but certain discrepancies do occur. This fact indicates that in many cases the veins with quartz and especially calcite mineralization have been formed later than the sulphide veins. The above mentioned dissimilarities probably represent a change of shearing stress due to changing pressure conditions.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde der Versuch gemacht, die Struktur von Erzkörpern durch systematische Einmessung von Erzadern zu erfassen. Verschiedene Teile der epigenetischen Kupferlagerstätten Lindsköld und Adak wurden untersucht und die Erzstrossen beim Vermessen in einheitlich erscheinende Abschnitte unterteilt. Das Resultat der Messungen (ca. 4 000 Pole) wurde danach statistisch bearbeitet und in 51 Teildiagrammen zusammengefasst, um einen Vergleich der erzführenden Strukturen in den verschiedenen Teilgebieten zu ermöglichen.

Das Untersuchungsergebnis zeigt, dass die Erzscheibe Lindsköld keineswegs eine durchgehend einheitliche Form besitzt, sondern dass lokal starke Variationen sowohl im Streichen wie auch im Fallen auftreten.

Im aktuellen Abschnitt der Grube Adak liegen die Kiesadern zum grössten Teil mehr oder weniger horizontal. Ausserdem sind sie in zwei Gürteln mit senkrecht stehender bzw. nordöstlicher, horizontal liegender Achse angeordnet.

Sowohl in Adak wie auch in Lindsköld liegt Vererzung mehrschariger Kluftsysteme vor. Die NE und NW streichenden Kluftscharen lassen sich als Scherklüfte infolge eines von N und S her wirkenden Druckes erklären.

Die Entstehung und Form der Lagerstätten waren von bereits vor der Vererzung bestehenden Strukturen (Scherklüfte und Schichtfugen) abhängig.

VORWORT

Vorliegende Arbeit wurde im Auftrag von Bolidens Gruvaktiebolag im Frühjahr 1961 ausgeführt. Zweck der Untersuchung war die statistische Erfassung der Erz-, Quarz- und Kalzit-führenden Adern, um dadurch ein genaueres Bild über die Erzstrukturen in einzelnen Teilen der Gruben Lindsköld und Adak bekommen zu können.

Die Untersuchung wurde auf Anregung von Herrn Professor Sven Gavelin durchgeführt. An dieser Stelle möchte ich ihm und Herrn Chefsgeologen Dr. Erland Grip herzlichst für alle wertvollen Diskussionsbeiträge danken.

1. Einführung und geologische Übersicht

Das Adakgebiet mit den Kupfererzgruben Adak, Lindsköld und Rudtjebäcken liegt ungefähr 90 km WNW von Boliden in Västerbotten.

Die Geologie ist von S. Gavelin (1942, 1948 und 1952) beschrieben worden. Hier soll nur eine kurze Übersicht entsprechend dem vorhin genannten Verf. gegeben werden.

Die dominierende Struktur im Adakgebiet ist ein Dom (Abb. 1).

Zeichenerklärung:

- 1 Gabbro; 2 Granit; 3 Dacit-Andesit; 4 Effusiver Grünstein, uralitporphyritisch;
- 5 Effusiver Grünstein (basaltisch-andesitische Laven und Tuffe); 6 Gebänderte-geschichtete, intermediäre (überwiegend tuffitische) Sedimente und Graphitphyllit;
- 7 Quarzporphyr; 8 Glimmerquarzit, oft cordieritführend; 9 Sulfiderz; 10 Elek-trische Indikation, verursacht durch Sulfidimprägnation; 11 Streichen und Fallen;
- 12 Faltenachse.

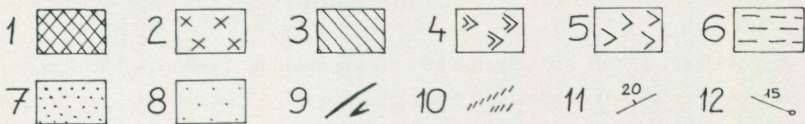
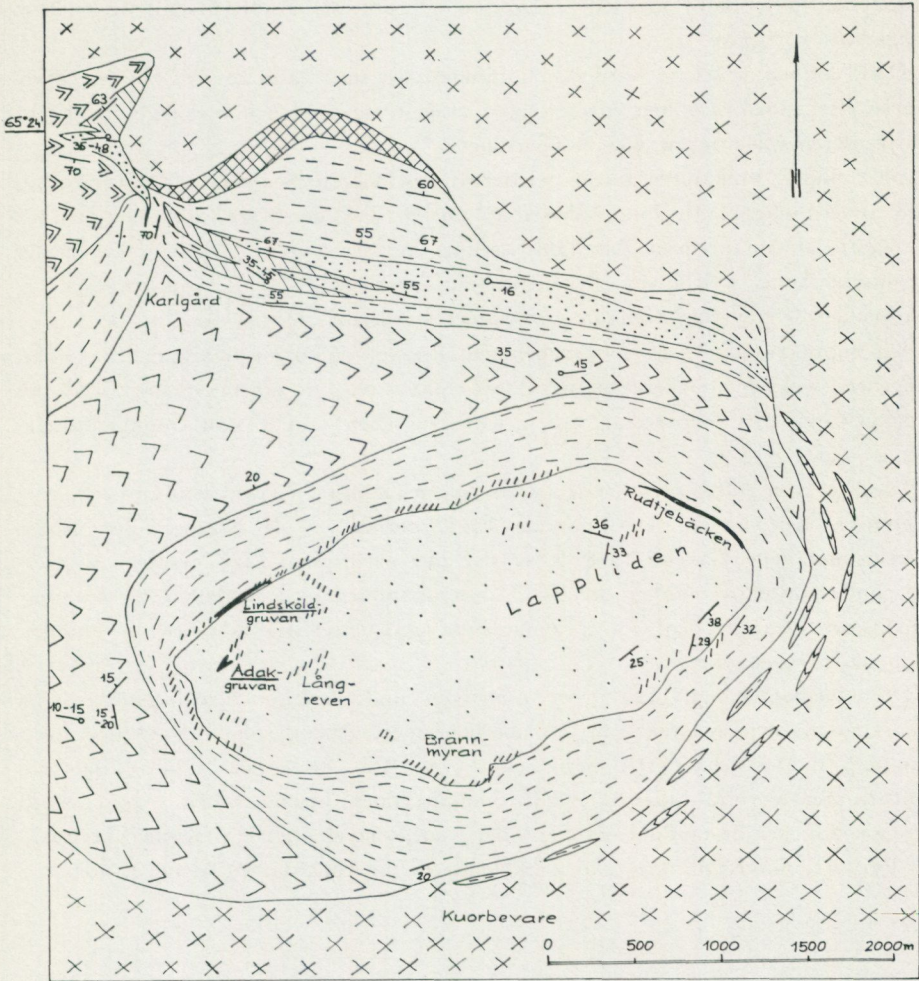


Abb. 1. Gesteinskarte über das Adakgebiet, Västerbotten, Nordschweden. Nach S. Gavelin (S.G.U., Ser. C, N:o 490, 1948), umgezeichnet und vereinfacht vom Verf.

Der zentrale Teil des Domes ist aus quarzitischen Gesteinen aufgebaut. Es handelt sich hierbei um sekundäre, (Fe, Mg)- und Al-reiche Quarzite, oft mit Sulfidmineralisierung (sog. Erzquarzit). Das Ausgangsgestein dürften saure Vulkanite gewesen sein.

Über den Quarziten liegen gebänderte bzw. geschichtete Tuffe und Sedimente mit einer Mächtigkeit von 200—300 m. Lokal kommen Metaarenite, fragmentführende und auch kalkige Schichten vor, wobei letztere heutzutage in Form von Kalksilikat-Horizonten mit Epidot oder Zoisit, Diopsid, Hornblende, Andradit und An-reichem Plagioklas vorliegen.

Die Tuff/Sedimentserie wird von intermediären und basischen Vulkaniten überlagert. Es handelt sich hier sowohl um Lavagesteine wie auch um agglomeratische Tuffe, deren Mächtigkeit 600 m übersteigt.

Über diesen Vulkaniten folgen wiederum geschichtete Sedimente, Quarzporphyr und andesitischer Tuff. Einige dieser im oberen Teil der Lagerfolge auftretenden Vulkanite ähneln in ihrer Zusammensetzung und Ausbildung gewissen Typen der Arvidsjaur-Serie, welche im allgemeinen zur effusiven Phase der Suprakrustalformation des älteren Svekofenniums gerechnet werden.

Die Suprakrustalgesteine werden beinahe allseitig von rotem, quarzreichem Granit umgeben, welcher lokal porphyrisch ausgebildet ist. Im nordwestlichen Teil des Adakgebietes tritt Gabbro an der Grenze zwischen Granit und Suprakrustalgesteinen auf.

Die Erze von *Adakgruvan* treten in massigem Quarzit in Form von unregelmässig begrenzten Körpern auf. Die Form der Erzkörper ist von der Struktur des Nebengesteins abhängig (Gavelin 1948, S. 42 ff.). Die wichtigsten Erzminerale Magnetkies und Kupferkies bilden Breccien, Imprägnationen und Schlieren in den verschiedenen Quarzittypen. Pyrit, Zinkblende und Arsenkies kommen in untergeordneten Mengen vor.

Die scheibenförmigen Erzkörper *Lindsköld* und *Rudtjebäcken* liegen teils im Quarzit nahe dem Kontakt mit der überlagernden, gebänderten Tuff/Sedimentserie und teils in der gebänderten Serie selbst (vgl. Abb. 5). In der Grube Lindsköld sind Kupferkies und Magnetkies die dominierenden Erzminerale. Arsenkies ist ein gewöhnlicher Bestandteil der Erze. Bei Rudtjebäcken liegt ein ziemlich kompaktes Pyritierz, mit Kupferkies und Zinkblende in untergeordneten Mengen, vor.

2. Methodik

Da es auf Grund der im allgemeinen unregelmässig verlaufenden Erzadern und wegen stellenweise nur schwacher Erzimprägnation schwierig ist, das Streichen und Fallen der Erzkörper zu beurteilen, wurde der Versuch gemacht, die Adern systematisch einzumessen. Dabei wurde folgende Einteilung getroffen:

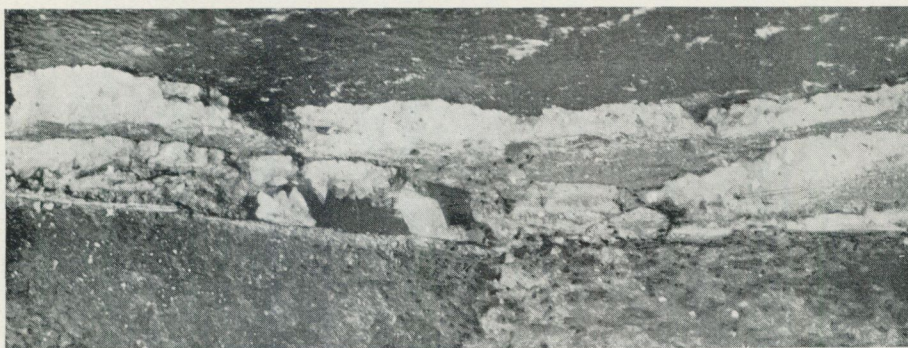


Abb. 2. Kluft mit Kalkspatfüllung. Im Kontakt zwischen Kalkspat und Nebengestein tritt Chlorit auf. Lindsköld, Strosse 604. Bildbreite ca 0,5 m.

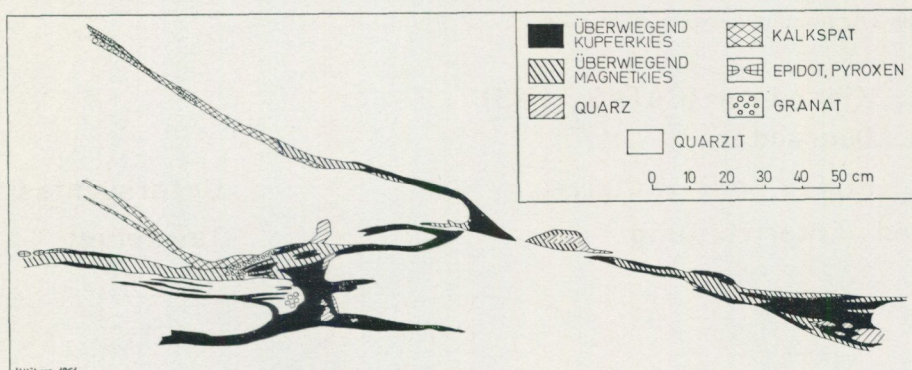


Abb. 3. Klufsystem mit komplexer Mineralisierung. Grube Lindsköld.

- a. Erzadern mit < 5 mm Mächtigkeit
- b. Erzadern mit 5—20 mm Mächtigkeit
- c. Erzadern mit > 20 mm Mächtigkeit
- d. Klüfte mit Quarzfüllung
- e. Klüfte mit Kalkspat- und/oder Chlorit-Füllung.

Es kommen teils Klüfte mit monomineralischer Füllung, teils Klufsysteme mit komplexer Mineralisierung vor. Die Kiesadern bestehen meist aus Magnetkies und/oder Kupferkies.

Auch das Streichen und Fallen von Störungsflächen und Schieferungsflächen bzw. Bänderung wurden eingemessen.

Die Diagramme wurden nach der von O. Mellis vorgeschlagenen Methode ausgewertet (stereogr. Projektion). Die Zählung ist mit Hilfe eines Kreises mit $r=10^\circ$ ausgeführt worden; die Kreisfläche entspricht in diesem Falle 1,54 % der gesamten Projektionshemisphäre (Mellis 1942, S. 339). Bei der Projektion wurde die untere Halbkugel verwendet.

Da es hauptsächlich darum ging, die strukturellen Merkmale für mehr oder we-

niger einheitlich erscheinende Teile der Erzkörper im allg. zu erfassen, wurde auf Grund reproduktionstechnischer Schwierigkeiten (Unübersichtlichkeit durch Verkleinern) davon abgesehen, für alle Diagramme gleichmässige Prozentintervalle zu wählen.

Beim Vergleich zwischen Erzadern verschiedener Mächtigkeit konnte kein Unterschied, die Tendenzen betreffend, beobachtet werden. Deshalb wurden alle ohne Rücksicht auf ihre Mächtigkeit pro Gebiet in je einem Diagramm zusammengefasst, um die Anzahl der für die statistische Auswertung zur Verfügung stehenden Pole möglichst gross zu halten.

Es ist weiters davon abgesehen worden, die Isoplethen bis 0 % einzulegen, da sich dies aus Gründen der Übersichtlichkeit nachteilig auswirken würde und es hier vor allem darum geht, die Tendenz im grossen gleich ersehen zu können.

Insgesamt wurden ungefähr 4000 Pole eingemessen. Folgende Symbole sind für die Diagramme verwendet worden:

K.....Kiesadern ($\text{CuFeS}_2, \text{FeS}$)

Q.....Quarzadern

C.....Klüfte mit Kalzit-
und Chloritfüllung

Untersuchtes
Teilgebiet

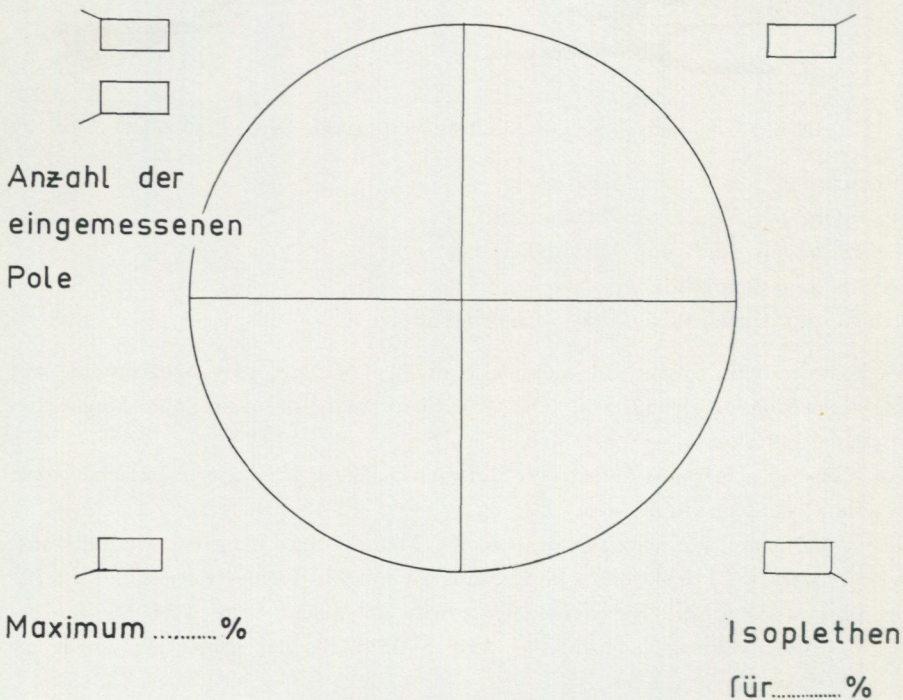


Abb. 4. Zeichenerklärung für die Tafeln I—III.

Der Begriff "Klüftung" wird in der vorliegenden Arbeit unabhängig von der Genese verwendet, deckt teils tektonisch bedingte Klüfte und teils verschieferte Schichtflächen.

3.1. Messungen in der Grube Lindsköld

Wie die Diagramme für die Kiesadern (Tafel I, II und III A) im allgemeinen zeigen, ist die charakteristische Lagerstättenform des Lindsköld-Erzes die einer flach liegenden Erzscheibe mit schwachem Einfallen nach NW (vgl. Abb. 5).

Die reichste Vererzung tritt an der Grenze zwischen dem Erzquarzit und der "gebänderten Serie" auf; dabei haben ohne Zweifel die geschichteten Tuffe und Sedimente die Rolle eines dämmenden Horizontes gespielt. In unmittelbarer Nähe dieser Permeabilitätsgrenze treffen wir auch die reichsten Sulfiderze an. Es kommen jedoch Übergangsformen zu schwächeren Imprägnationstypen vor. Die Entstehung und Form der Lagerstätte waren von zum Zeitpunkt der Vererzung bereits vorhandenen Strukturen (Schichtfugen und tektonisch bedingten Klüften) abhängig.

In allen Messgebieten, ausser im oberen Teil des Blindschachtes 604, welcher die "gebänderte Serie" durchörtert, ist das Nebengestein zum überwiegenden Teil quarzitisch.

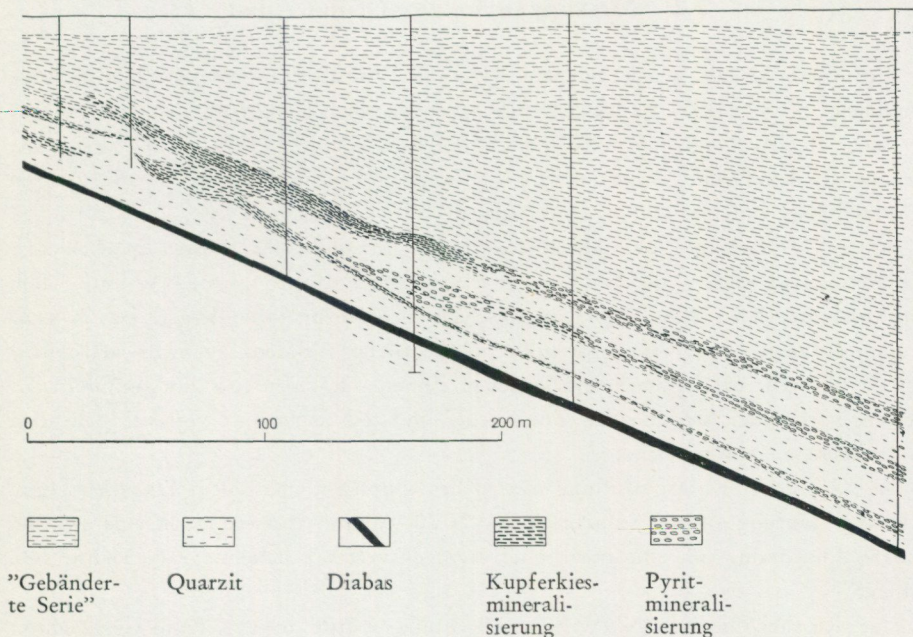


Abb. 5. Seigerriss durch das Lindsköld Erz. Nach S. Gavelin 1948, S. 46.

In den Abschnitten 1 bis 7 variiert das Streichen der Kiesadern (Maxima) von NW bis NE. Die Fallrichtung ist 10° bis 25° nördlich. Die mit Kalkspat gefüllten Klüfte weisen eine gewisse horizontale Anhäufung auf. Die Quarzadern liegen mehr oder weniger flach mit einem Maximum um N—S, 20° W.

Auch in den Messbereichen 10—12 (Blindschacht 604) variiert das Streichen der K-Maxima von NW bis NE mit 20° — 60° nördl. Fallen. Die Schieferung der "gebänderten Serie", welche hier sicher identisch mit primärer Schichtung ist, streicht nordöstlich und fällt 45° gegen NW ein.

Was das Streichen der K-Maxima in den Abschnitten 13—16 anbelangt, liegt keine bevorzugte Richtung vor. Die kiesführenden Klüfte fallen durchgehend flach nach SW, NW und NE ein; im südlichen Teil der Strosse 604 sind sie andeutungsweise in zwei nahezu senkrecht aufeinander stehenden Zonen mit beinahe horizontalen, nordwestlich und nordöstlich orientierten Zonenachsen angeordnet.

Innerhalb der Messbereiche 17—23 variiert das Streichen der mineralisierten Klüfte (Sulfide, Quarz und Kalkspat) hauptsächlich zwischen NNE und ENE mit nordwestlichem Fallen. Im K-Diagramm 19 b kann man eine deutliche Anordnung der vererzten Klüfte in zwei aufeinander winkelrecht stehenden Gürteln mit fast horizontal liegenden Achsen erkennen.

3.2. Messungen in der Grube Adak

In der Grube Adak wurde nur ein Teil eines Abbauortes auf der 275 m-Sohle untersucht (Tafel III B). Es handelt sich dabei um einen Erzkörper, der den Charakter einer flach liegenden Scheibe besitzt. Nach S. Gavelin (1952, S. 4) weisen die Erzkörper der Grube Adak meist eine längliche Form auf, wobei die Achsen normalerweise annähernd horizontal liegen.

In den Messgebieten 24 und 25 liegen die Erzadern im grossen gesehen fast horizontal und weisen eine Tendenz zu schwachem Einfallen gegen NW auf. Schon im Abschnitt 25 ist diese Struktureigenschaft nicht mehr so eindeutig. Das K-Diagramm 26 zeigt eine grössere Streuung mit deutlicher Tendenz zu mehr steilstehenden Strukturen, die in zwei verschiedenen Zonen mit einer teils horizontal orientierten, nordöstlich streichenden Zonenachse und teils einer fast vertikal stehenden Zonenachse angeordnet sind.

Die Klüfte mit Kalkspatfüllung weisen bei hauptsächlich steilem Einfallen gegen NE eine Häufung um die Streichrichtung N 20° W auf. Ausserdem ist eine gewisse, zonare Anordnung um eine mehr oder weniger vertikal stehende Zonenachse auffallend.

Eine Ruschelzone mit NNW-licher Richtung wurde in der Firste beobachtet. Das Nebengestein ist ausnahmslos quarzitisches.

4. Abschliessende Bemerkungen

Eine Voraussetzung für die epigenetische Sulfidvererzung war das Vorhandensein von Klüften. Folglich ist die Form der Erzkörper von der Art und Struktur des Nebengesteins abhängig. Das Untersuchungsergebnis zeigt, dass die durch Klüftung bedingte Form der Erzkörper im grossen und ganzen mit den Umrissen der durch chemische Analysen bestimmten (ökonomischen) Umgrenzung der Lagerstättenkörper übereinstimmt.

Der tektonische Bau des Adakgebietes ist durch eine E—W verlaufende, antiklinale Aufbeulung der Gesteinslager mit einer deutlichen Achsenkulmination gekennzeichnet (Gavelin 1948, S. 8).

Die Längsachse des Adak-Domes ist also ungefähr ost-westlich orientiert. Die Form des Domes lässt ahnen, dass ein aus nördlicher und südlicher Richtung wirkender Druck vorherrschte (Abb. 6). Sowohl in Adak wie in Lindsköld liegt eine Vererzung mehrschariger Kluftsysteme vor. Die nordöstlich und nordwestlich streichenden Kluftscharen im harten Quarzit (u. a. Lindsköld Diagramme K 19 b und Adak) würden sich dabei aus der Prinzipskizze, Abb. 6, als Scherklüfte erklären lassen.

Mehrere der länglichen Adak-Erzkörper sind nordöstlich orientiert. Die sogenannten Karlsson-Erze (elektr. Indikation ca. 400 m östlich von der Lagerstätte Lindsköld, vgl. Abb. 1) weisen z. T. eine nordwestliche Richtung auf.

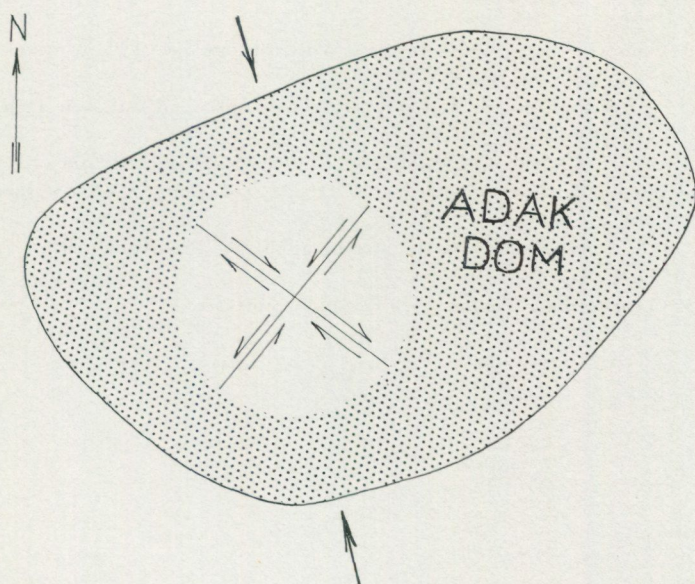


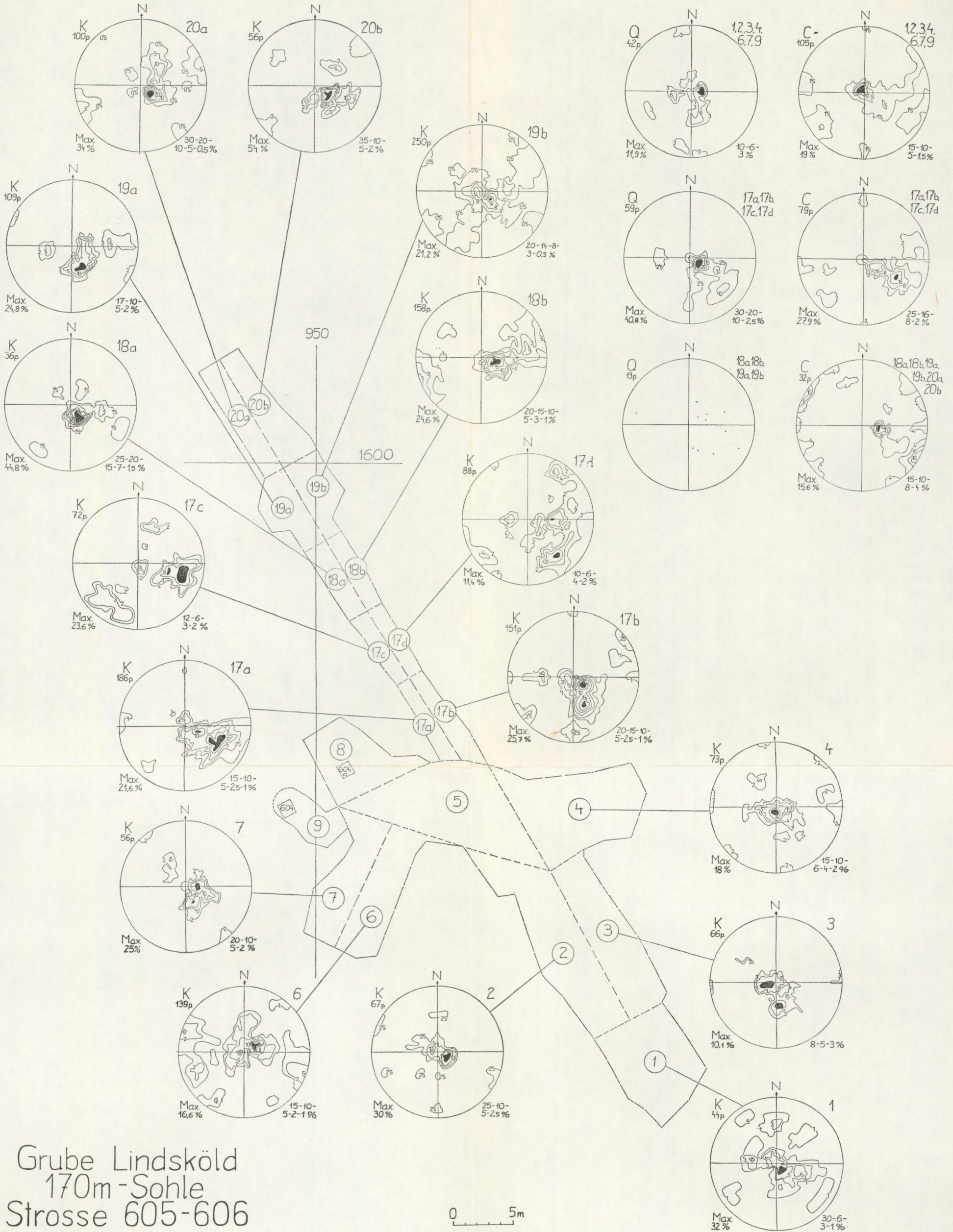
Abb. 6. Prinzipskizze.

Im Bereich der Lagerstätte Lindsköld dominieren Erzadern mit nordöstlichem Streichen und nordwestlichem Fallen. Die Erzadern liegen also mehr oder weniger parallel mit der Schieferung (grösstenteils identisch mit primärer Lagerung) des Nebengesteins. Im tektonisch analysierten Lagerstättenkörper der Grube Adak herrscht eine horizontale Hauptrichtung vor und die vorliegende Untersuchung sollte eigentlich durch tektonische Spezialkartierung von Grubenabschnitten mit steilstehenden Erzstrukturen ergänzt werden.

Die Diagramme für die Klüfte mit Quarz- und Kalzitfüllung weisen oft dieselbe Tendenz wie die K-Diagramme auf, wobei jedoch gewisse Abweichungen vorkommen. Diese Tatsache dürfte darauf beruhen, dass in vielen Fällen Quarz und vor allem Kalzit jüngere Bildungen darstellen als die Sulfide. Die Abweichungen dürften gleichzeitig eine gewisse Veränderung der Druckverhältnisse widerspiegeln.

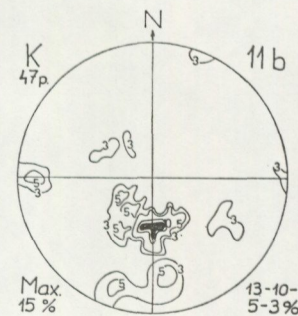
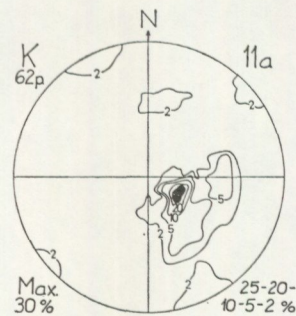
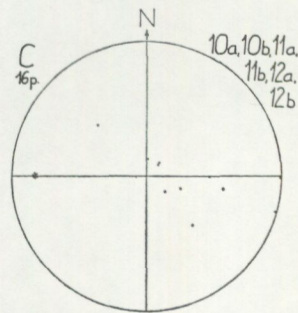
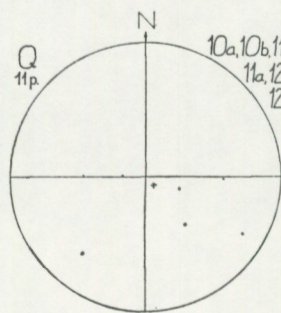
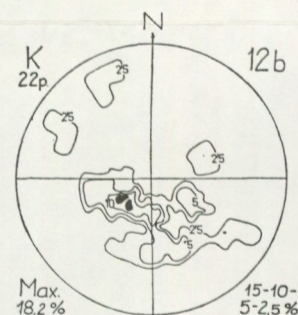
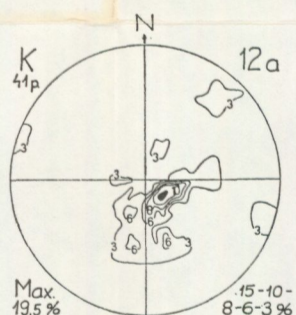
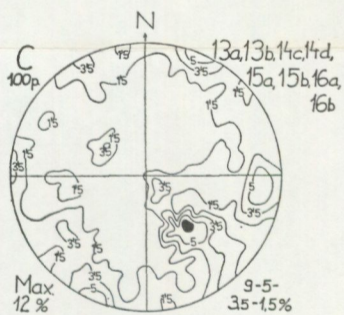
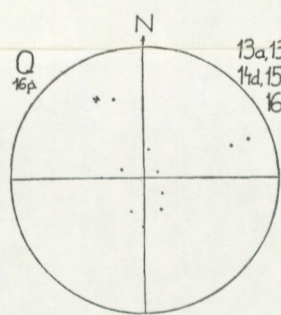
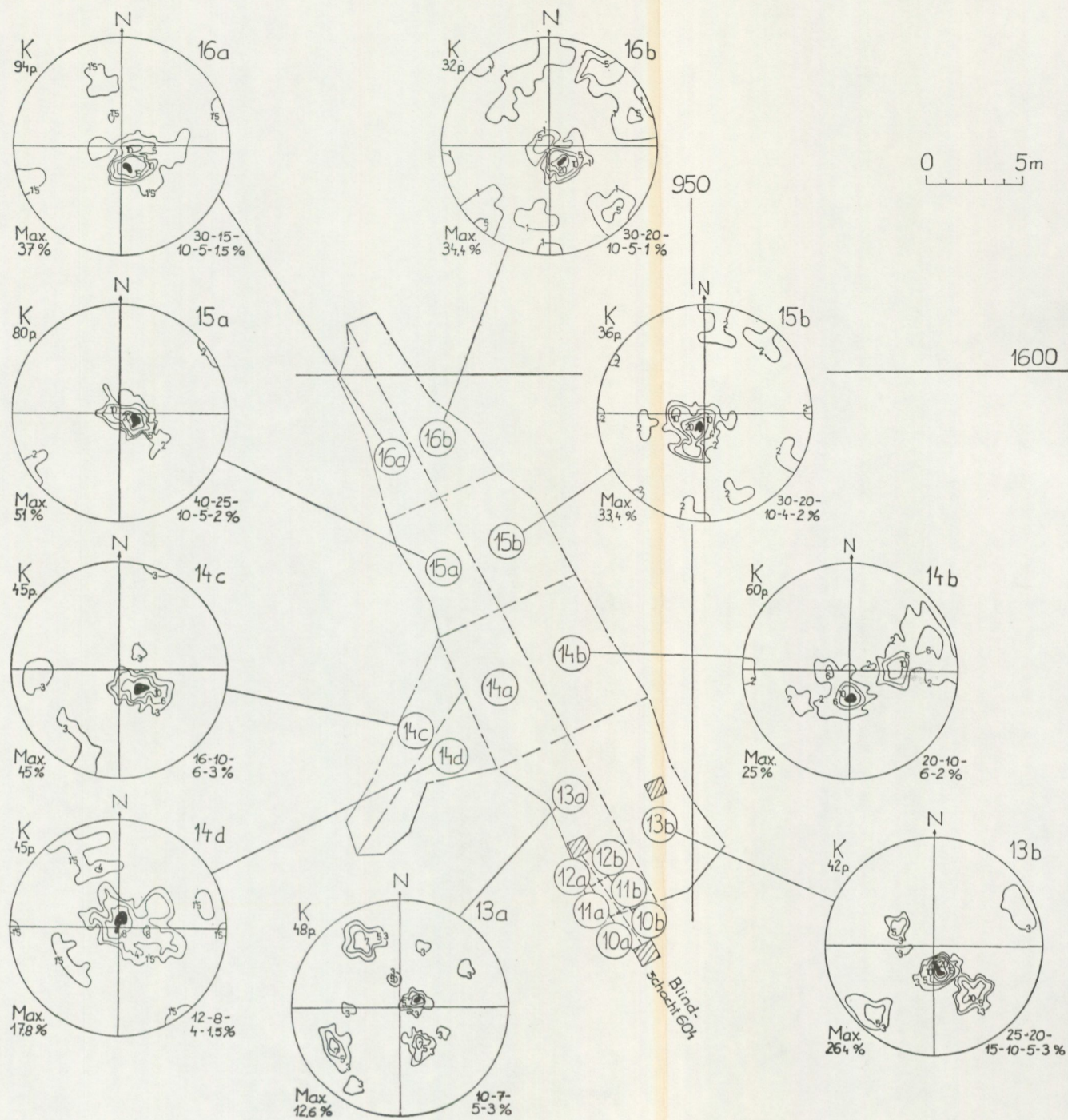
LITERATURVERZEICHNIS

- SGU = Sveriges Geologiska Undersökning
 BGIU = Bulletin of the Geological Institutions of the University of Uppsala
- FLINN, D., 1958: On tests of significance of preferred orientation in three-dimensional fabric diagrams. *Journ. of Geol.*, Vol. 66, S. 526—539.
- GAVELIN, S., 1942: Relations between ore deposition and structure in the Skellefte District. SGU, Ser. C, N:o 443.
- 1948: Adakområdet. Översikt av berggrund och malmer. SGU, Ser. Ca, N:o 490.
- 1952: Lime metasomatism and metamorphic differentiation in the Adak area. SGU, Ser. C, N:o 521.
- 1955: Beskrivning till berggrundskarta över Västerbottens län. 1. Urbergsområdet inom Västerbottens län. SGU, Ser. Ca, Nr. 37, S. 67—80.
- GRIP, E., 1941: Die Tektonik und Stratigraphie der zentralen und östlichen Teile des Skelleftefeldes. BGIU Bd. 30, S. 68—90.
- GRIP, E., QUENSEL, P., GEIJER, P., LJUNGGREN, S., 1960: Sulphide and iron ores of Västerbotten and Lappland, Northern Sweden. *Internat. Geol. Congr.*, XXI Session, Norden, S. 12—13.
- MELLIS, O., 1942: Gefügediagramme in stereographischer Projektion. *Min. Petr. Mitt.*, Band 53, 6. Heft, S. 330—353.
- METZ, K., 1957: Lehrbuch der Tektonischen Geologie. Stuttgart.

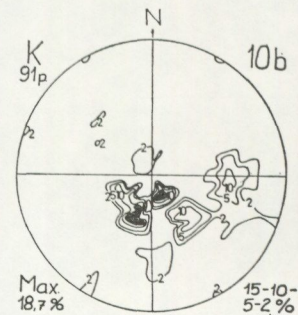
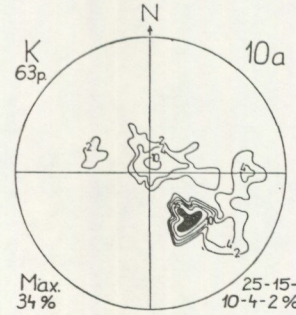


Grube Lindsköld
170m-Sohle
Strosse 605-606

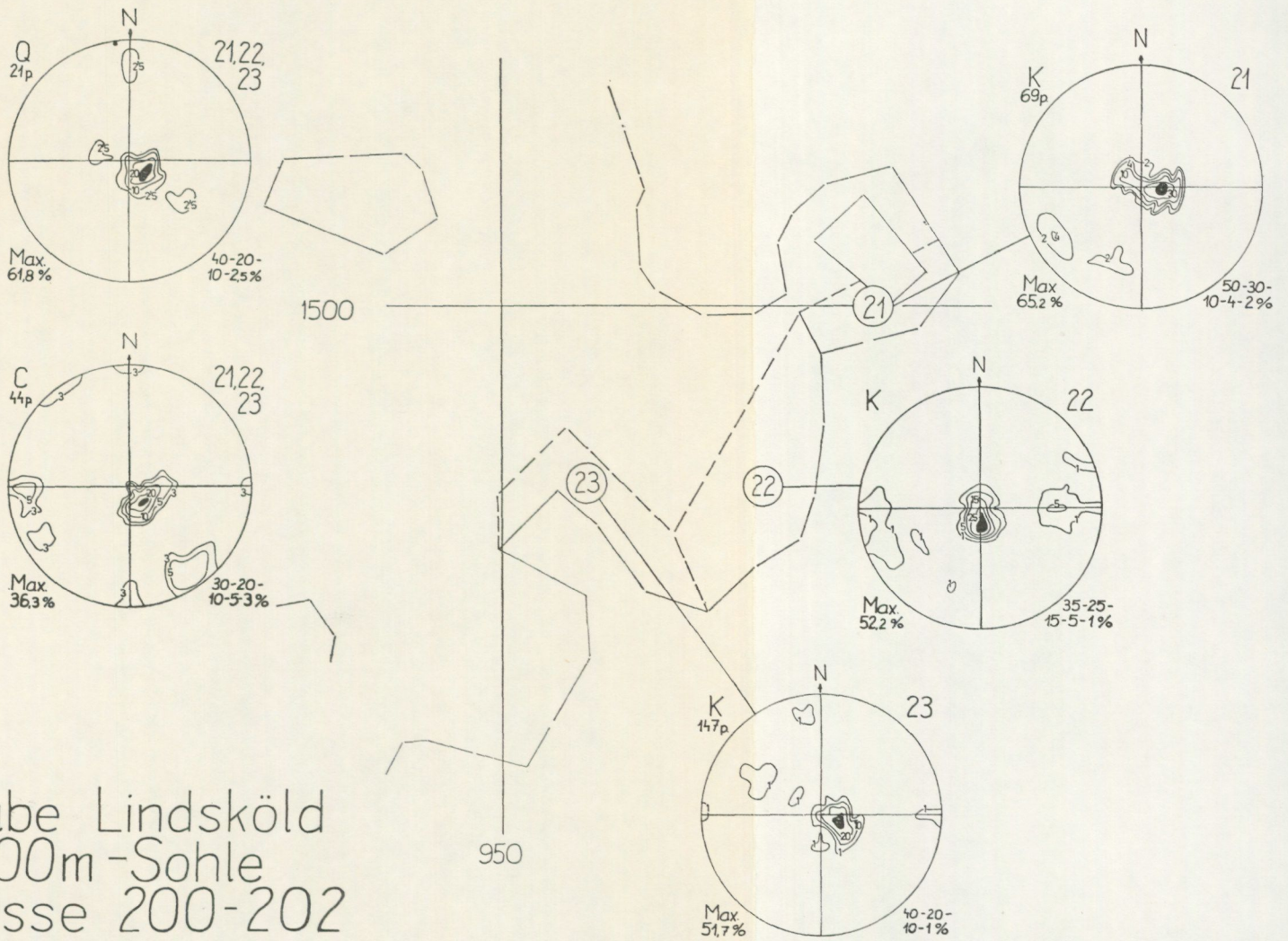
0 5m



Grube Lindsköld
170m-Sohle
Strosse 604

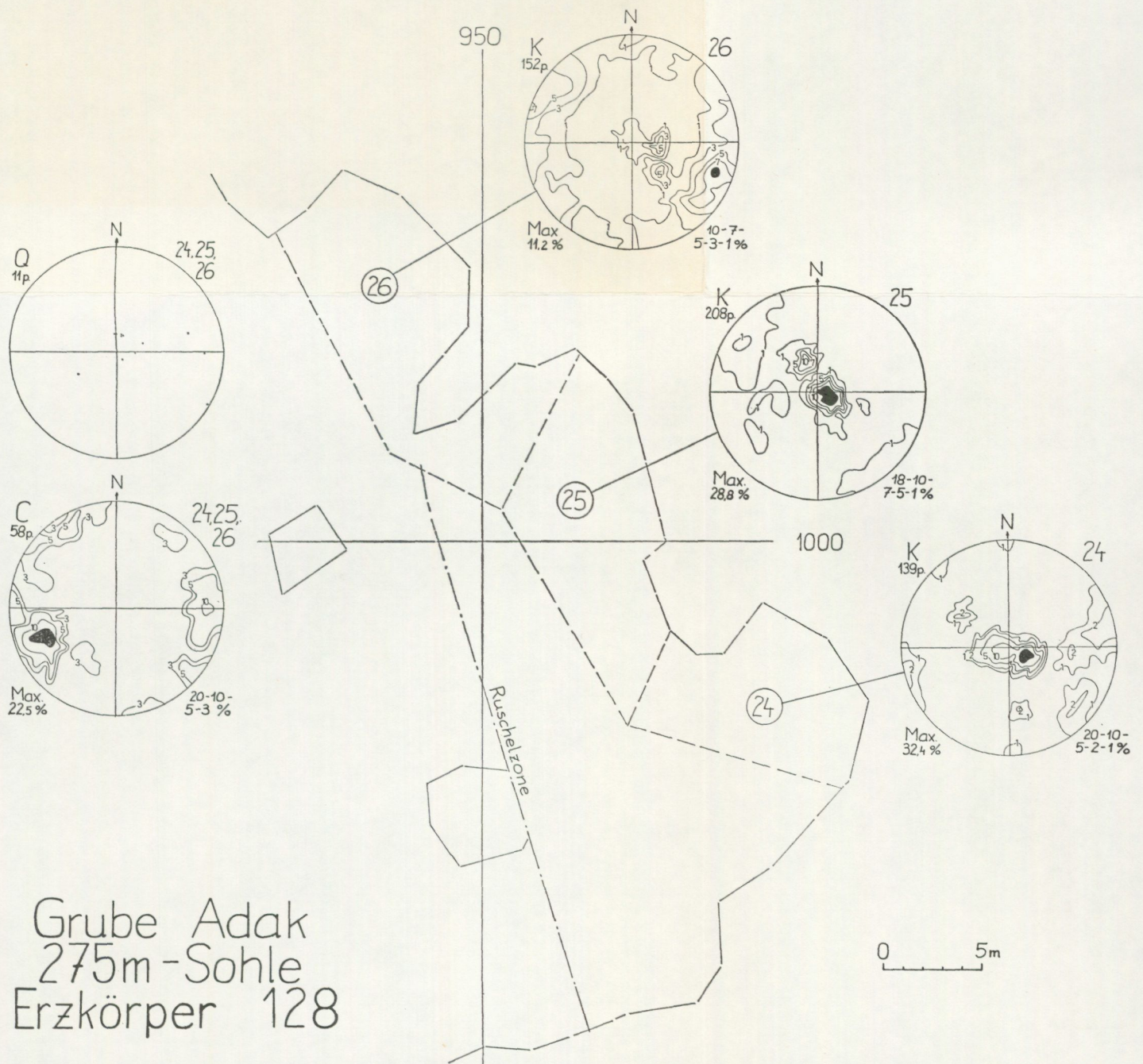


A



Grube Lindsköld
100m-Sohle
Strosse 200-202

B



Grube Adak
275m-Sohle
Erzkörper 128

PRIS 5 KRONOR

Distribution

SVENSKA REPRODUKTIONS AB

FACK VÄLLINGBY 1

Växjö 1967 C. Davidsons Boktr. AB

Printed in Sweden