

3193

Uran - Prospektion im Komagfjord - Fenster

Erster Zwischenbericht

Die Cu - U - Vererzungen des Porsa - Neverfjord - Gebietes

Michael Krause⁺

1979

⁺) Institut für Geowissenschaften
Johannes Gutenberg - Universität
Saarstr. 21
D 6500 Mainz

Zusammenfassung

Die Lagerstätten des Porsa - Neverfjord - Gebietes liegen im nordwestlichen Teil des Komagfjord - Fensters. Sie gehören den hydrothermalen Lagerstätten an. Es handelt sich um Gänge, überwiegend innerhalb von Pillow - Laven, die mit Kupfer mineralisiert sind und zu Beginn dieses Jahrhunderts in Abbau standen. Zwei der ehemaligen Gruben, Bachkes - und Bahrs - Grube, enthalten zusätzlich beträchtliche Konzentrationen von Uran. Analysen einiger radioaktiver Erzproben ergaben Durchschnittsgehalte von 0,38 % bzw. 0,07 % Uran. Die Uranführung beschränkt sich auf bestimmte Zonen innerhalb der Gänge. Geochemische Analysen, erzmikroskopische Untersuchungen sowie Geländebeobachtungen deuten darauf hin, daß die Ausfällung der Minerale in verschiedenen Phasen erfolgte. Als Liefergestein für die Kupfervererzungen werden Pillow - Laven, für die Uranmineralisationen Schwarzschiefer, die in diesem Bereich auftreten, angesehen. Vorkommende Uranminerale sind Pechblende und Uraninit bei Bachkes - Grube und Brannerit bei Bahrs - Grube. Als Kupferminerale treten Kupferkies, Digenit, Kupferglanz, Covellin und Malachit auf.

Inhaltsverzeichnis

	Zusammenfassung	2
1.	Einleitung	4
2.	Abriß der Geologie des Porsa - Neverfjord - Gebietes	4
3.	Probennahme	8
4.	Mineralogie der Vererzungen	9
4.1	Bachkes - Grube	10
4.2	Bahrs - Grube	15
5.	Probenaufbereitung	21
6.	Geochemische Analysen	21
6.1	Analysen mittels Röntgenfluoreszenzspektroskopie	22
6.1.1	Uran	22
6.1.2	Thorium	23
6.2	Analysen mittels Atomabsorptionsspektroskopie	23
6.2.1	Ag	24
6.2.2	Au	24
6.2.3	Cd	25
6.2.4	Co	25
6.2.5	Cr	25
6.2.6	Cu	26
6.2.7	Mo	26
6.2.8	Ni	27
6.2.9	Pb	27
6.2.10	V	27
6.2.11	Zn	28
7.	Elementkorrelationen	30
8.	Genese der Vererzungen	37
9.	Weitere Untersuchungsvorhaben	40

1. Einleitung

Während der Feldsaison 1978 wurden im nordwestlichen Teil des Komagfjord - Fensters, im Bereich des ehemaligen Porsa - Neverfjord - Grubenreviers, einige Uranmineralisationen aufgefunden. Zwei dieser Vererzungen befinden sich innerhalb von zwei ehemaligen Kupfererzbergbauen, nämlich Bachkes - und Bahrs - Grube. Bei allen anderen alten Gruben dieses Gebietes konnten keine nennenswerten Urankonzentrationen nachgewiesen werden. Außerdem wurde innerhalb von Schwarzschiefern, die an der Straße Porsa - Greville-Grube, südwestlich des Porsavanns, auftreten, eine Zone mit erhöhter radioaktiver Strahlung beobachtet. Die oben genannten Uranmineralisationen wurden im Rahmen dieser Arbeit mikroskopisch und geochemisch untersucht. Außerdem wurde versucht, die Genese dieser Vererzungen zu klären.

2. Abriß der Geologie des Porsa - Neverfjord - Gebietes

Das Porsa - Neverfjord - Gebiet liegt im nordwestlichen Teil des Komagfjord - Fensters und wird im Westen von der kaledonischen Überschiebungsdecke des Kalak - Deckenkomplexes diskordant überlagert. An der Basis dieser Decke befindet sich eine Gesteinsformation, die aus fein- und grobkörnigen Sedimenten besteht und wahrscheinlich eokambrischen Alters ist. Diese liegt ebenfalls diskordant auf den übrigen präkambrischen Gesteinen des Komagfjord - Fensters. Die Basis der präkambrischen Gesteine im Porsa - Neverfjord - Gebiet bildet eine etwa 2 km mächtige Serie von Pillow - Laven in die teilweise Tuffe, Agglomerate und Konglomerate eingelagert sind. Die Pillow - Laven werden von einer Formation von karbonatischen Sedimenten überlagert. An der Basis dieser Formation befinden sich graue Tonschiefer in die Schichten von Dolomiten eingelagert sind. Darüber folgen massive Dolomite mit einer Mächtigkeit von bis zu 100 Metern. Darüber folgt eine in der Mächtigkeit stark schwankende Formation von Schwarzschiefern. Die überlagernde,

oberste Gesteinsformation des Porsa - Neverfjord - Gebietes besitzt an der Basis ein teilweise entwickeltes Konglomerat, dessen Gerölle sich aus Grünsteinen, Tonschiefern und Milchquarz zusammensetzen. Darüber folgt eine etwas dickere Serie von zum Teil sehr kalkreichen Sedimenten. Diese werden schließlich von Tuffen und Laven überlagert.

Die Gesteine streichen im allgemeinen NE - SW und fallen mit ca. 50° nach NW ein. Der metamorphe Grad entspricht dem der unteren Grünschieferfazies. Nach REITAN (1963) treten in diesem Gebiet die Quarz-Albit-Muskovit-Chlorit-Subfazies bzw. die Quarz-Albit-Epidot-Biotit-Subfazies auf. Es gibt Anzeichen von zwei verschiedenen Faltungen und Metamorphosen: einer wahrscheinlich präkambrischen und einer kaledonischen.

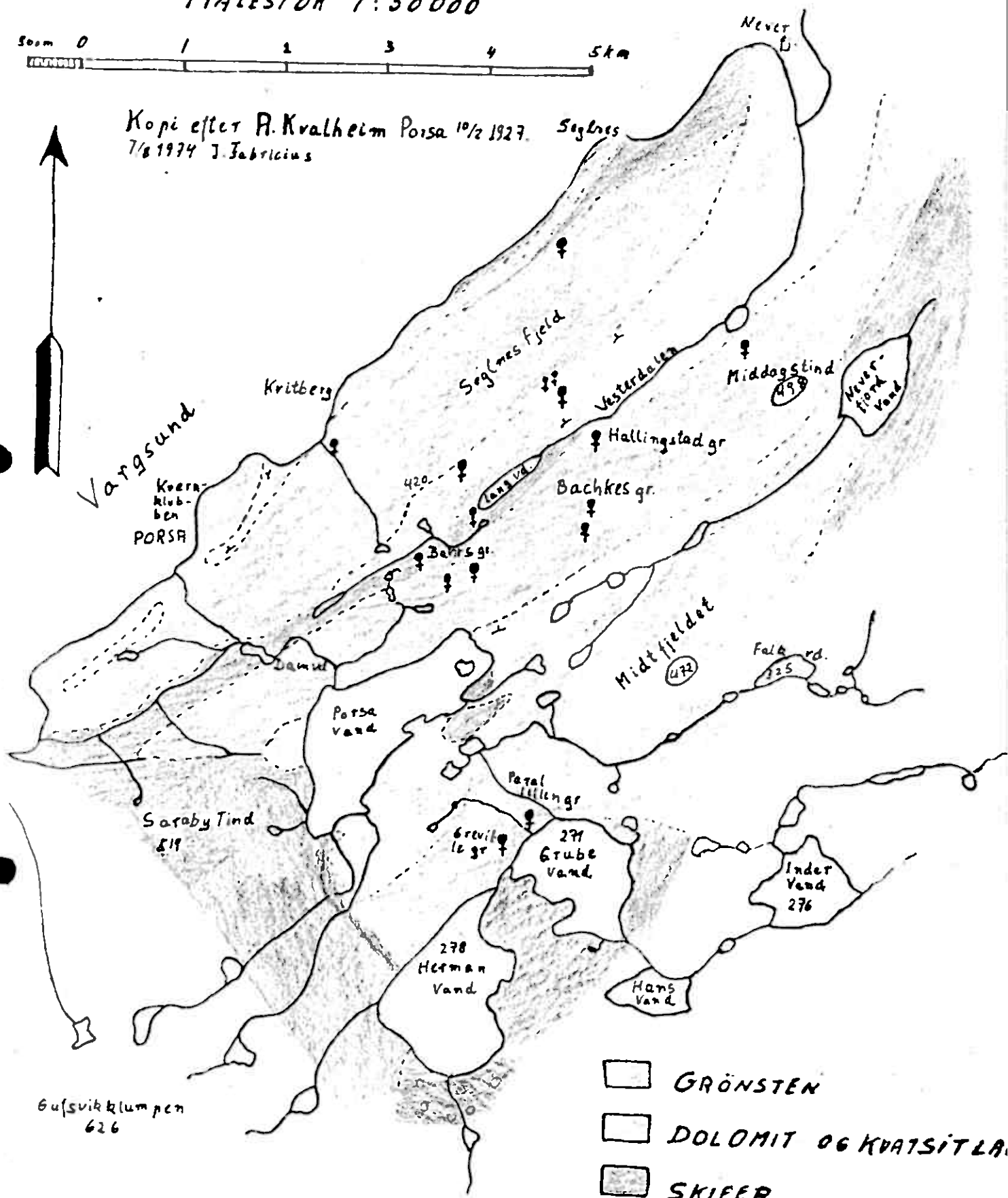
Von 1890-1910 und von 1924-1937 wurde im Porsa - Neverfjord - Gebiet Bergbau betrieben. Eine Übersicht über das Grubengebiet ist in Abb. 1 gegeben. Es wurden hydrothermal gebildete Gänge abgebaut, die als Haupterzminerale Kupferkies, Pyrit und Magnetit führen. Als Gangminerale treten meist Calcit und Quarz auf. Die Gänge sind meist wenige Meter mächtig und streichen E - W an Greville - und Parallelen - Grube und NW - SE an Bachkes - Grube (Abb. 2). Sie stellen Füllungen von Dehnungsklüften innerhalb der Pillow - Laven dar wie Untersuchungen von STEFAN und STRIBRNY (1977) zeigten. Nach alten Grubenplänen und Berichten werden sie mit der Tiefe zunehmend dünner.

PORSA GRUBEDISTRIKT

MÅLSTOK 1:50000

Scale 0 1 2 3 4 5 km

Kopi efter R. Kvalheim Porsa 10/2 1927.
7/8 1974 J. Fabricius



- GRÖNSTEN
- DOLOMIT OG KVARTSITL.
- SKIFER
- SANDSTEN
- KONGLOMERAT

Abb. 1

Bachkes-Grube

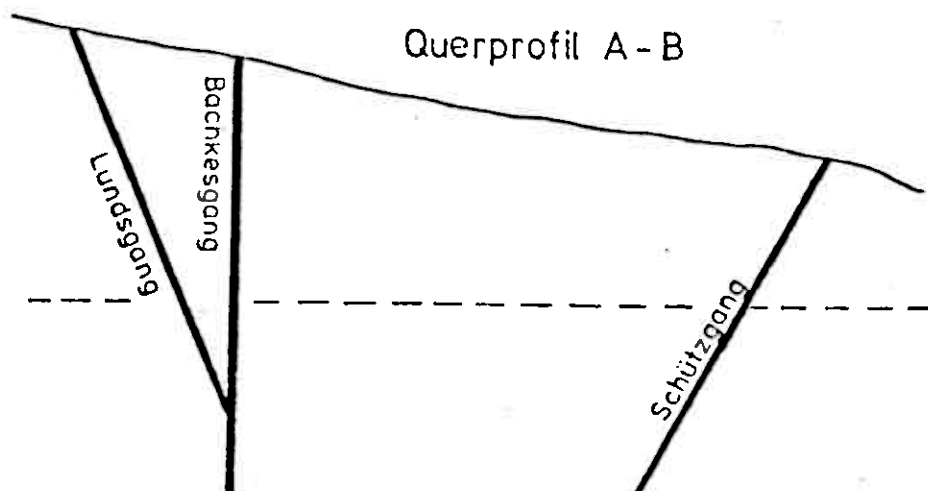
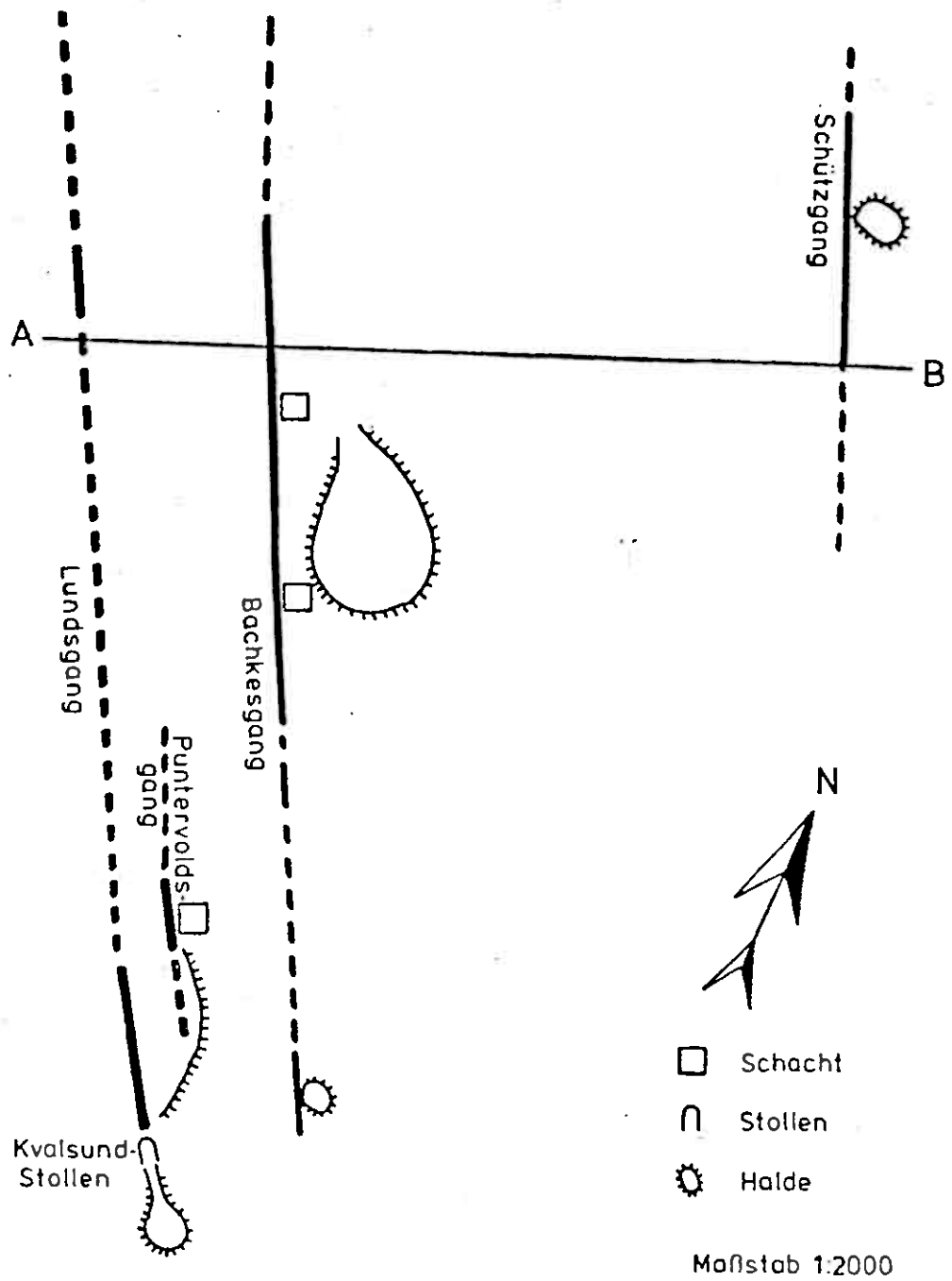


Abb. 2

3. Probennahme

Von allen im Porsa - Neverfjord - Gebiet auffindbaren ehemaligen Gruben wurden Erzproben und Nebengesteinsproben entnommen. Besonders wurden bei der Probennahme Bachkes - und Bahrs - Grube berücksichtigt. Die Proben wurden überwiegend von Halden genommen, da viele Gruben sehr schwierig zu begehen sind. Die Schächte von Bahrs-Grube standen z.B. voll Wasser. Auch an Bachkes - Grube ist eine Begehung mit größeren Schwierigkeiten verbunden. Die radioaktiven Erzproben von Bachkes - Grube wurden vor allem auf der Halde zwischen Puntervolds - Schacht und Kvalsund - Stollen aufgefunden (siehe Abb. 2) aber auch auf der Halde unmittelbar östlich des Backe - Schachts. An Bahrs - Grube wurden radioaktive Erzproben auf allen umliegenden Halden beobachtet. Beprobt wurde außerdem die erhöht radioaktiv strahlende Zone innerhalb der Schwarzschiefer an der Straße Porsa - Greville-Grube sowie die Schwarzschiefer selbst.

Von den Erzproben wurden überwiegend Erzanschliffe angefertigt, vom Nebengestein Dünnschliffe. Von radioaktiven Erzproben von Bachkes - und Bahrs - Grube wurden geochemische Analysen angefertigt, sowie auch wenige von den Schwarzschiefern und der daran gebundenen leichten Uranmineralisation.

4. Mineralogie der Vererzungen

Zur Ermittlung des Mineralbestandes der verschiedenen Erzkommen wurden Erzanschliffe, Dünnschliffe und Röntgendiffraktometeraufnahmen herangezogen. Besonders intensiv wurden die Cu - U - Vererzungen der Bachkes - und Bahrs - Grube untersucht. Außerdem wurden von den übrigen Cu - Vererzungen des Porsa - Neverfjord - Gebietes ebenfalls Proben ausgewertet.

Um die uranführenden Phasen zu lokalisieren, wurden von einigen Erzanschliffen sogenannte Autoradiographien angefertigt. Ein Beispiel für eine solche Autoradiographie ist in Abb. 3 dargestellt. Ein Erzanschliff wurde dabei für die Dauer von ca. 2 Tagen auf einen Röntgenfilm gelegt. Nach dieser Zeit wurde er entwickelt, wobei Schwärzungen durch die gamma-Strahlung der uranführenden Minerale verursacht wurden. Jede Schwärzung (auf Fotopapierabzug entsprechend hell erscheinend) charakterisiert die Lage eines radioaktiven Minerals im Erzanschliff.

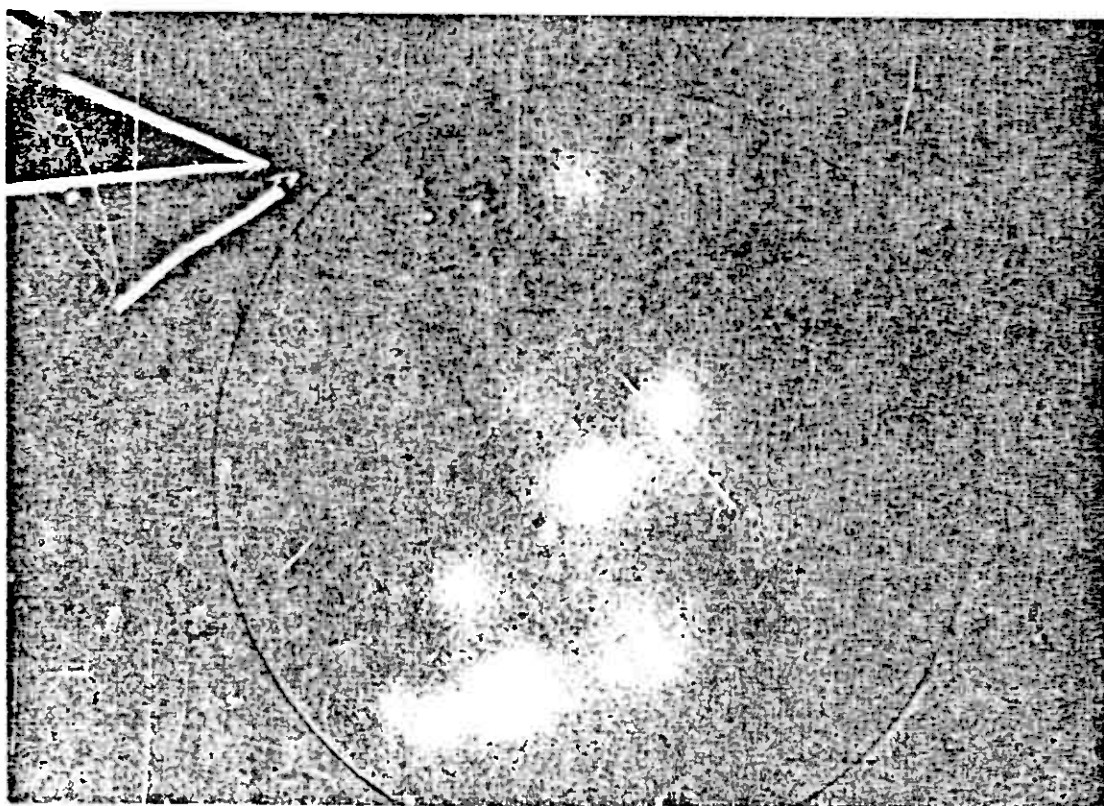


Abb. 3 Autoradiographie einer Probe von Bahrs - Grube. Belichtungen hier verursacht durch Brannerit. Vergrößerung ca. 5-fach.

4.1 Bachkes - Grube

In der Vererzung der Bachkes - Grube konnten folgende Minerale nachgewiesen werden:

primäre	sekundäre
Aktinolith-Tremolit	Covellin
Amianth	Goethit
Anatas	Lepidokrokit
Calcit	sek. Kupferminerale
Chalcedon	sek. Uranminerale
Chlorit	
Hämatit	
Kupferkies	
Magnetit	
Mikroklin	
Muskovit	
Pechblende	
Plagioklas	
Pyrit	
Quarz	
Uraninit	

Als erste Minerale kristallisierten offensichtlich Magnetit und Pyrit aus, gefolgt von Kupferkies. Magnetit und Pyrit treten bisweilen als idiomorphe Körner auf, sind meist jedoch von außen her korrudiert. Sie treten häufig in einer Masse von Kupferkies auf (Abb. 4). Einzelne Kupferkiesindividuen wandeln sich häufig von außen und von Rissen ausgehend in Covellin (normaler und blaubleibender) oder auch in Goethit um (Abb. 5 und Abb. 6). Der Goethit wiederum wird häufig von einer dünnen Seele von Lepidokrokit durchzogen. Umwandlungserscheinungen in Goethit sind bisweilen auch beim Magnetit zu beobachten. Diese Umwandlungserscheinungen in Covellin und Goethit sind als sekundär zu erachten.

Häufig lassen sich auch Umwandlungserscheinungen des Magnetits beobachten aus dem durch Oxidation Hämatit hervorgeht (Abb. 7).



Abb. 4 Magnetit (dunkelgrau) in Kupferkies (weiß)
ca. 1100 x in Öl

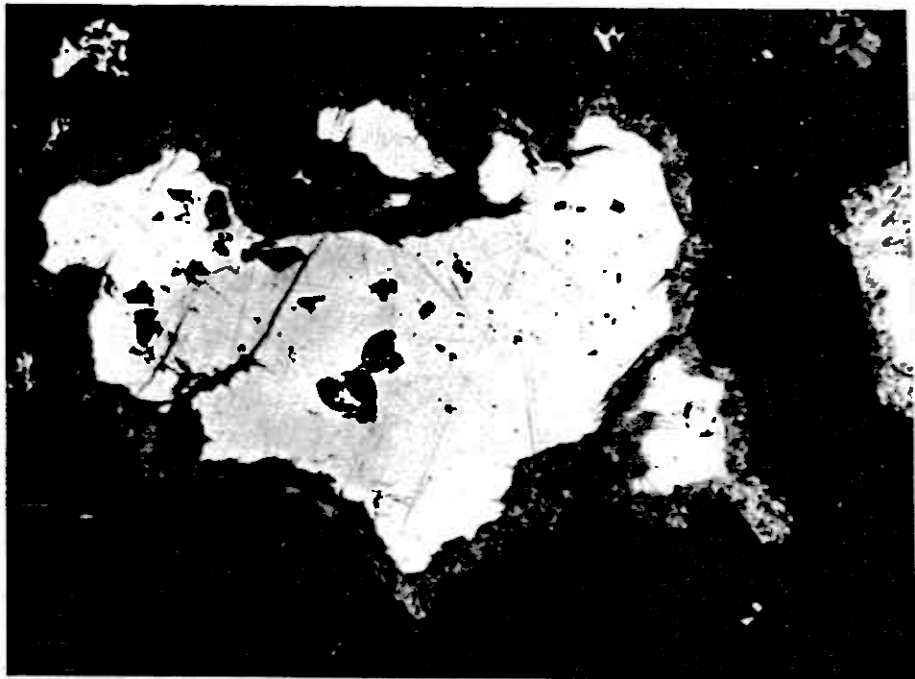


Abb. 5 Umwandlung von Kupferkies (weiß) in Covellin
(grauer Saum um Kupferkies), ca. 1100 x in Öl



Abb. 6 Umwandlung von Kupferkies (weiß) in Covellin
(Saum um Kupferkies) und Goethit (dunkelgrau)
ca. 1100 x in Öl

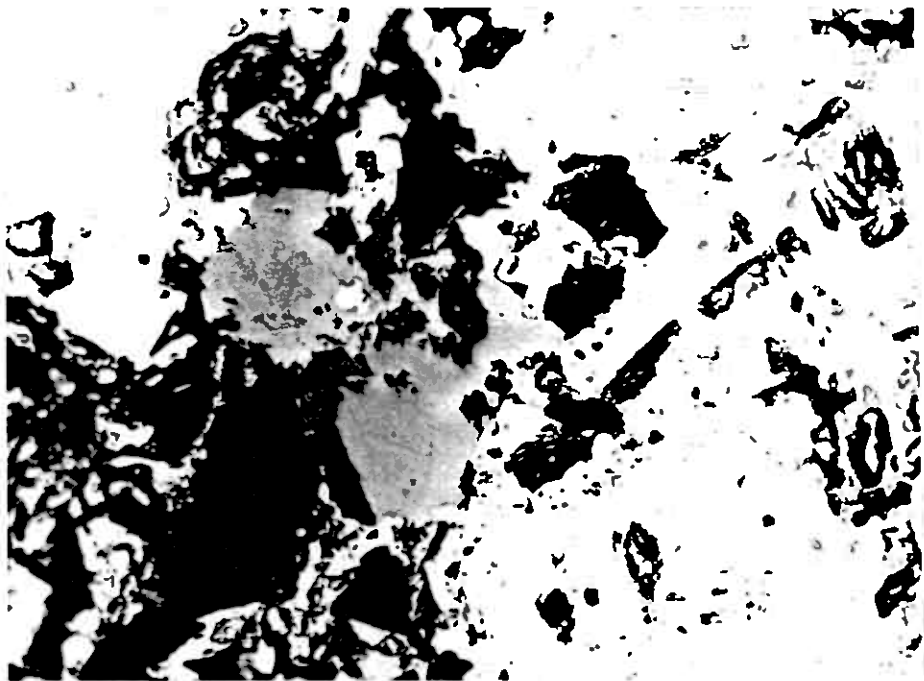


Abb. 7 Oxidation von Magnetit (grau) in Hämatit
(weiß), ca. 1100 x in Öl

Diese Umwandlungsreaktion ist aus erzgenetischer Sicht von Bedeutung und wird in Kapitel 8 interpretiert werden. Neben Hämatit treten bisweilen fein verteilt Pechblende und Uraninit (in kleinen Kristallen) auf (Abb. 8 und Abb. 9). Hämatit und Uranpecherz scheinen gleichzeitig gebildet worden zu sein.

Die Erzminerale sind auf zwei verschiedene Arten mit Gangmineralen verwachsen: Zum einen wurden Stücke beobachtet in denen derbe Kupferkiesmassen, die z.T. Pyrit und Magnetit beinhalten, mit größeren Aggregaten von Calcit und Quarz verwachsen sind. Uran ist hierin nicht enthalten. Dieser Verwachsungstyp stellt sicherlich das Hauptkupfererz dar. Zum anderen wurden Stücke beobachtet, in denen fein verteilter Kupferkies und Pyrit, sowie Hämatit und Uranpecherz mit Tremolit-Aktinolith, Chlorit, Plagioklas und Muskovit verwachsen sind. Diese Spezies scheint untergeordnet vorhanden zu sein und stellt wahrscheinlich eine bestimmte Zone innerhalb der Gangvererzung dar. Nur an diesen Typ ist Uran gebunden. Bisweilen konnten in diesem Verwachsungstyp auch Gesteinsbruchstücke des Nebengesteins beobachtet werden. Aktinolith-Tremolit, Chalcedon und Mikroklin wurden auf Klüften beobachtet. Amianth (Aktinolith-Tremolit-Asbest) kommt oft in unmittelbarer Nachbarschaft zu langen stengeligen Aktinolith-Tremolit-Kristallen vor.

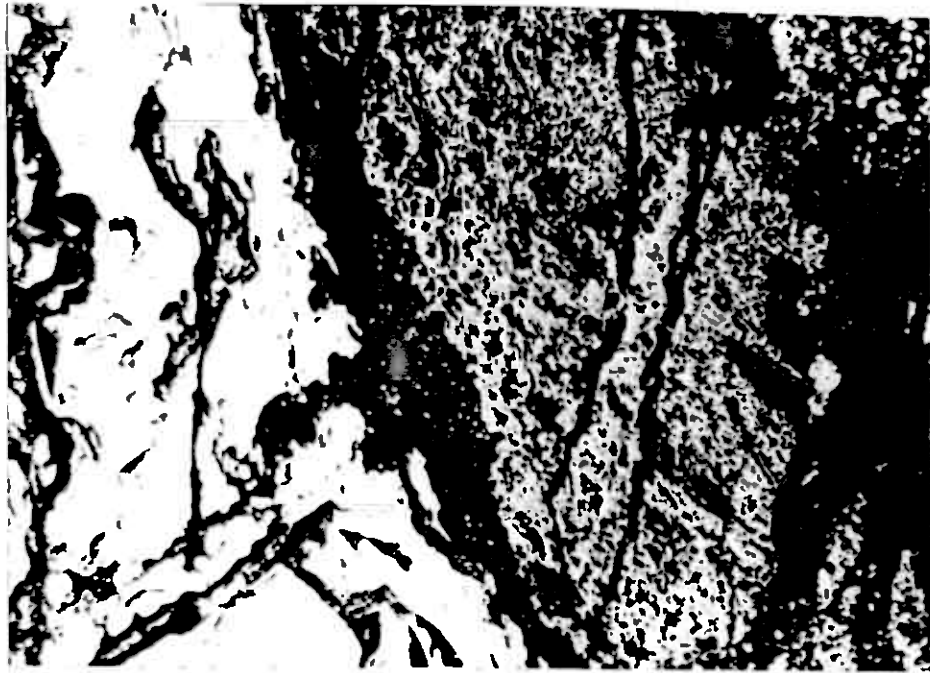


Abb. 8 Hämatit (links, weiß) neben Uranpecherz (grau),
ca. 1100 x in Öl



Abb. 9 Hämatit (links, weiß) neben Uranpecherz
(kleine Kriställchen und Kügelchen), ca. 1100 x in Öl

4.2 Bahrs - Grube

Die Mineralogie ist zu der der Bachkes - Grube ähnlich, unterscheidet sich in einigen Details jedoch wesentlich. Im einzelnen konnten folgende Minerale nachgewiesen werden:

primäre	sekundäre
Anatas	Goethit
Brannerit	Lepidokrokit
Calcit	sek. Kupferminerale
Chlorit	sek. Uranminerale
Dolomit	
Hämatit	
Kupferkies	
Magnetit	
Muskovit	
Plagioklas	
Pyrit	
Quarz	
Rutil	
Talk	

Pyrit, Magnetit und Kupferkies treten in der gleichen Paragenese wie in Bachkes - Grube auf (Abb. 10). Pyrit und Kupferkies wandeln sich vom Rand und von Rissen ausgehend in Goethit und Lepidokrokit um. Ebenfalls sind hier Umwandlungen des Magnetits in Hämatit durch Oxidation zu beobachten (Abb. 11).

Als Uranmineral tritt hier Brannerit ($U_3Ti_5O_{16}$) auf. Dieser ist meist mit Anatas verwachsen, tritt aber auch in Verwachsungen mit Rutil auf (Abb. 12 - 15). Uranpecherz wurde hier nicht beobachtet. Die Branneritbildung erfolgte hier wohl unter hydrothermalen Bedingungen nach RAMDOHRS sogenannter Pronto-Reaktion, wobei Brannerit auf Kosten von Uranpecherz und TiO_2 gebildet wird. An Gangmineralen treten derbe Aggregate von Calcit und Quarz in Verwachsung mit Kupferkies, Pyrit und Magnetit auf. Die Uranführung ist ähnlich wie bei Bachkes - Grube, auf Verwachsungen von Brannerit mit Hämatit, etwas Kupferkies und Pyrit, sowie Anatas, Rutil, Plagioklas, Muskovit, Chlorit, Dolomit und Talk beschränkt. Die Talkbildung ist hier wahrscheinlich durch die

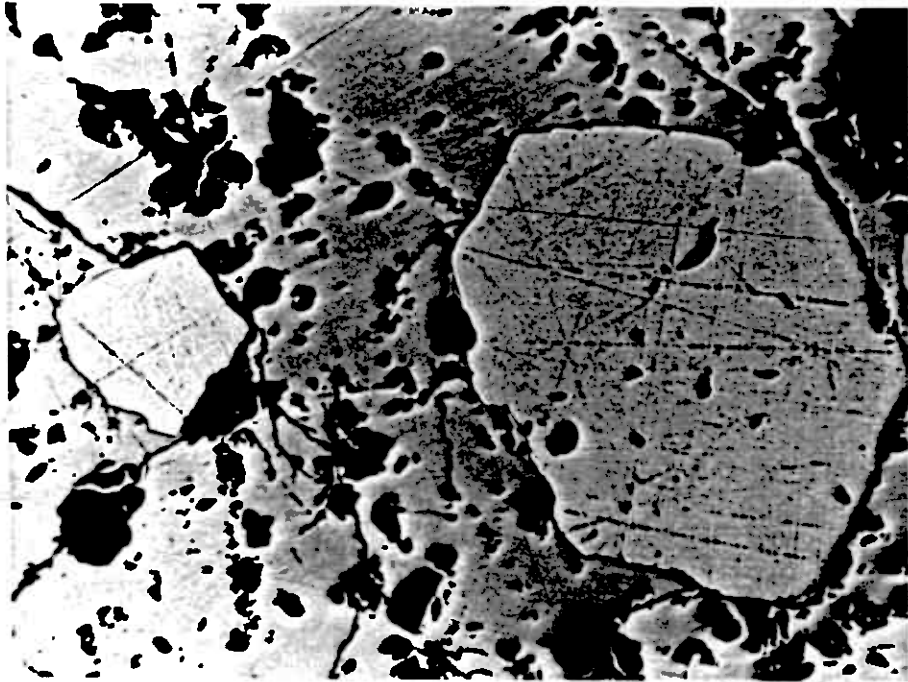


Abb. 10 2 Pyritkörner (hellgrau) in Kupferkies, ca. 100 x

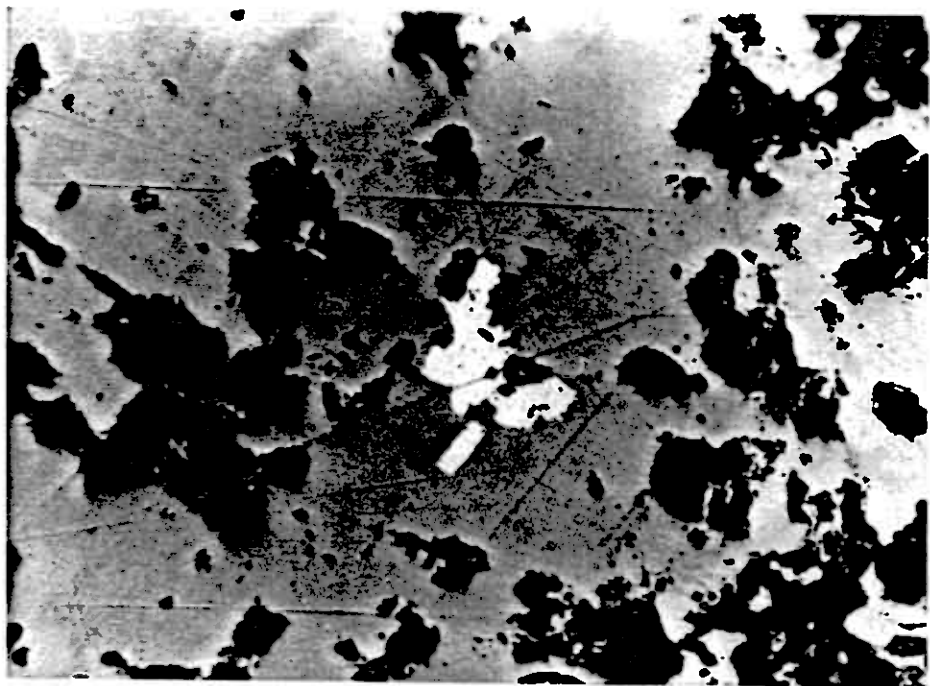


Abb. 11 Oxidation von Magnetit (grau) in Hämatit
(weiß), ca. 1100 x in Öl

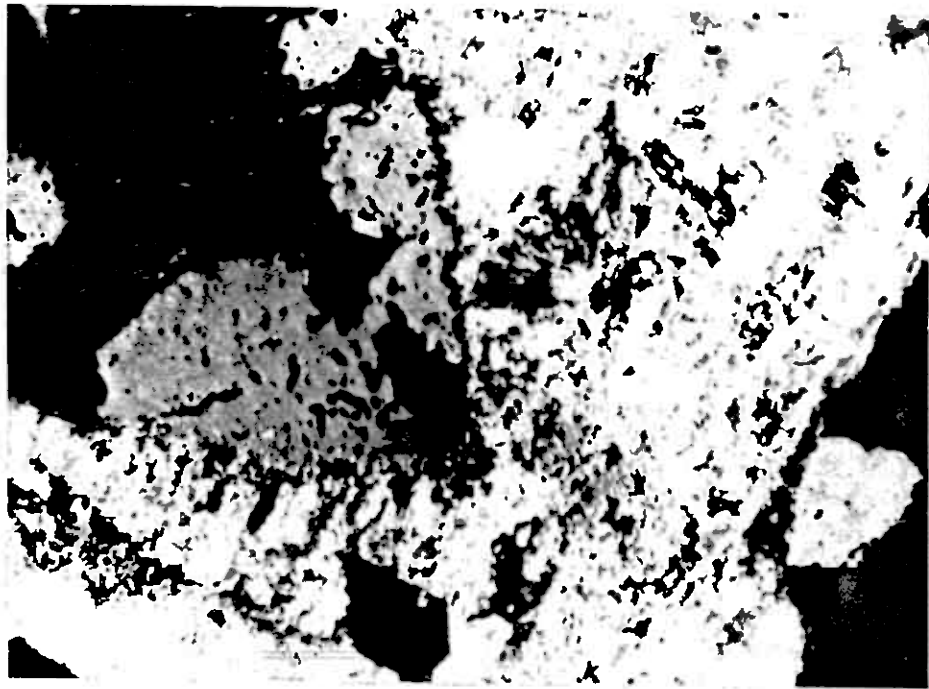


Abb. 12 Anatas (weiß, mit Innenreflexen), Brannerit
(mittelgrau), ca. 1100 x in Öl



Abb. 13 Wie Abb. 12, nur bei gekreuzten Nicols

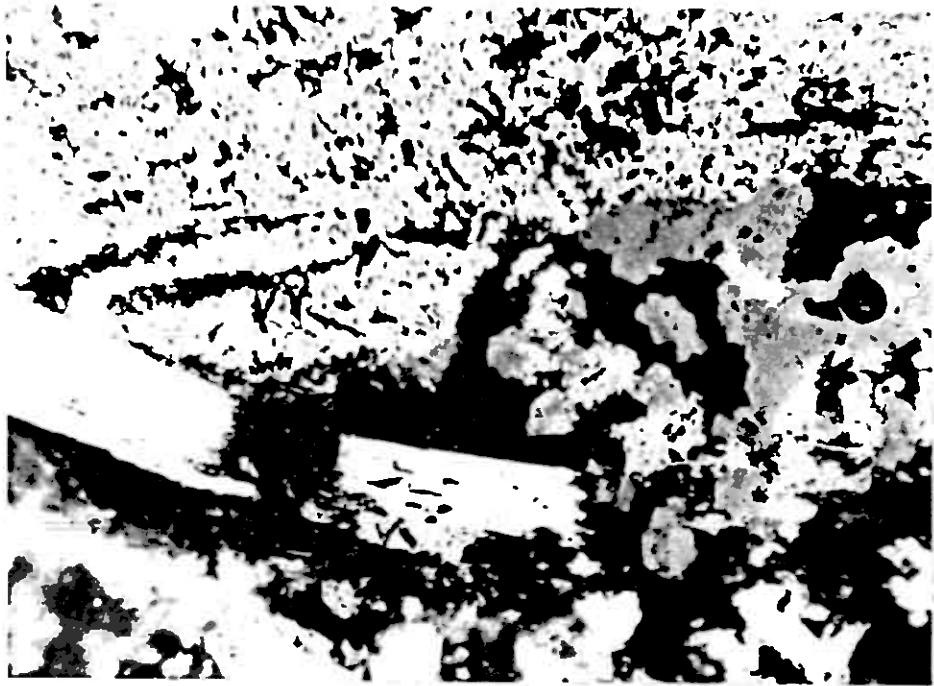


Abb. 14 Anatas (oben, weiß mit Innenreflexen),
Brannerit (in rechter Bildhälfte, mittelgrau) und
Rutil (weiß, stengelig), ca. 1100 x in Öl

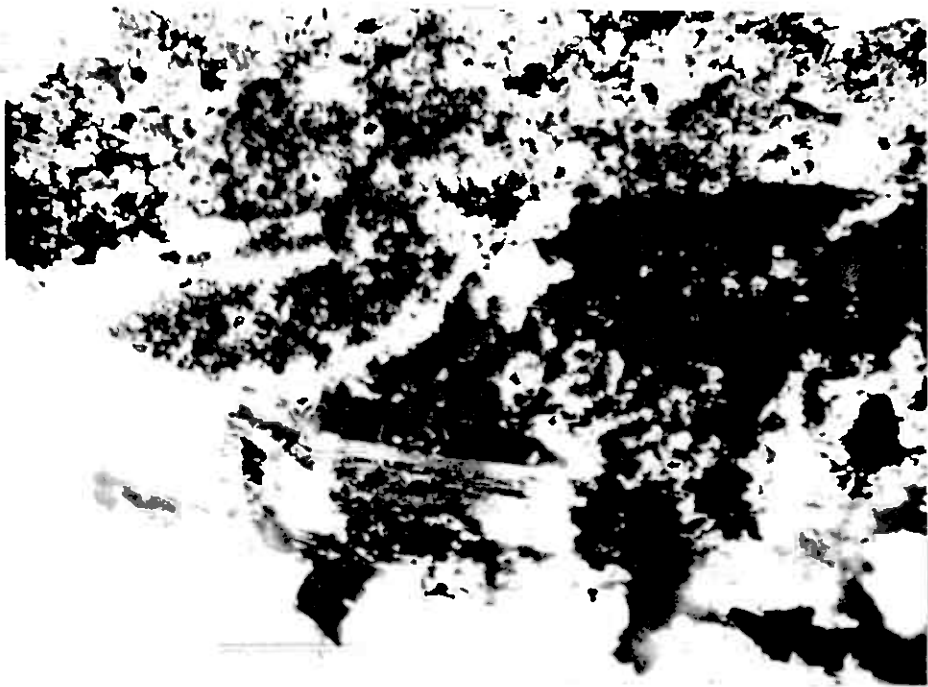
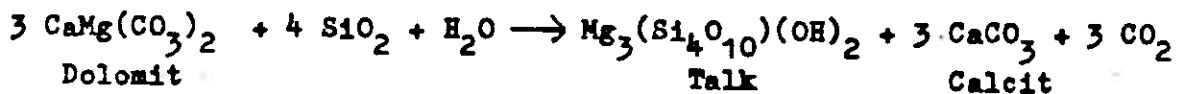


Abb. 15 Wie Abb. 14, nur bei gekreuzten Nicols

in unmittelbarer Nachbarschaft auftretenden Dolomitzüge bedingt nach der Formel:



Dolomit kommt hier selbst auch als Gangmineral vor.

4.3 Erhöht strahlende Zone innerhalb der Schwarzschiefer

Hier ergab sich folgender erzmikroskopischer Befund: Pyrit und Kupferkies treten in größeren Mengen als Imprägnationen im Gestein auf; diese wandeln sich teilweise in Goethit bzw. Covellin um. Rutil wurde häufig auf Schieferungsflächen beobachtet. Uranminerale konnten nicht beobachtet werden. In den Schwarzschiefern selbst konnten nur Pyrit und Rutil auf Schieferungsflächen beobachtet werden.

4.4 Die übrigen Cu - Vererzungen des Porsa - Neverfjord - Gebietes

Die übrigen Cu - Vererzungen, die oben nicht beschrieben wurden, weisen bis auf eine Ausnahme eine fast identische Mineralogie auf. Sie treten innerhalb der Pillow - Laven als Gänge auf und führen Pyrit, Magnetit und Kupferkies als Erzminerale. Magnetit und Pyrit treten häufig als idiomorphe Kristalle auf. Die Pyritkörner sind jedoch meistens von außen her korrudiert. Die Körner werden zumeist von einer Masse von Kupferkies umgeben. Als Gangminerale treten Quarz und Calcit auf. Umwandlungserscheinungen von Pyrit und Kupferkies in Goethit sind häufig zu beobachten. In der Vererzung der Hallingstad - Grube tritt Rutil in größeren Mengen auf. Die Vererzung der Greville - Grube führt lange, stengelige Aktinolith-Tremolit-Aggregate.

Einen besonderen Vererzungstyp stellt die nordöstlich des Langvann angeschürfte Kupfervererzung dar. Diese Vererzung tritt innerhalb der Dolomite auf. Hier treten idiomorphe Digenit-Kristalle und Kupferglanz auf (Abb. 16 und 17). Außerdem treten covellin und Malachit auf. Die Ursache für die Abwesenheit Fe-haltiger Cu-Minerale liegt möglicherweise in der Tatsache, daß die Vererzung innerhalb der Dolomite auftritt und Fe mit den Karbonaten vor Ausfällung der Cu-Minerale reagiert hat.

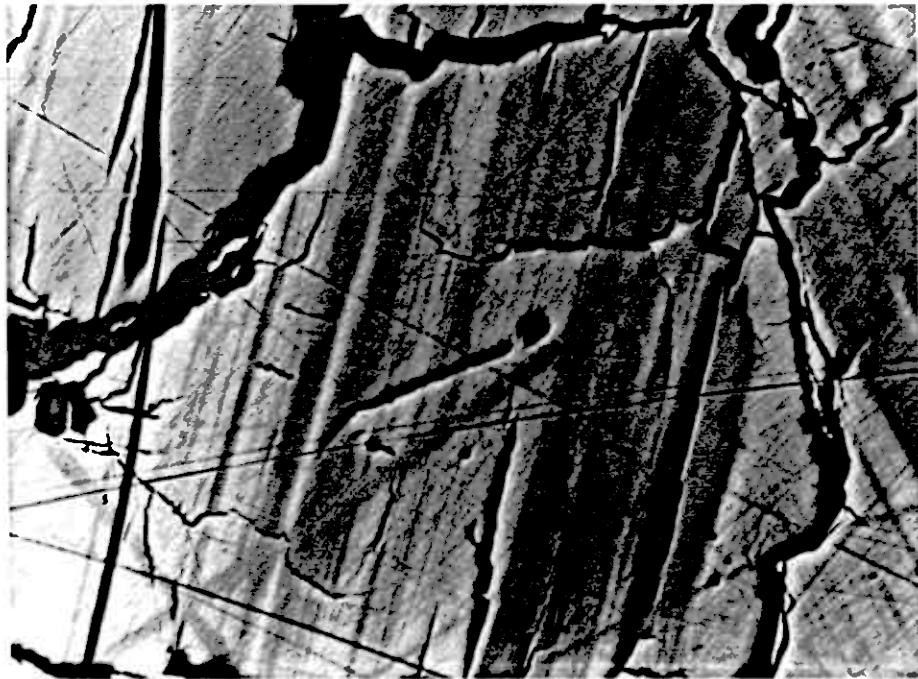


Abb. 16 Kupferlanz (hellgrau) mit Digenit in Lamellen (dunkelgrau), ca. 100 x

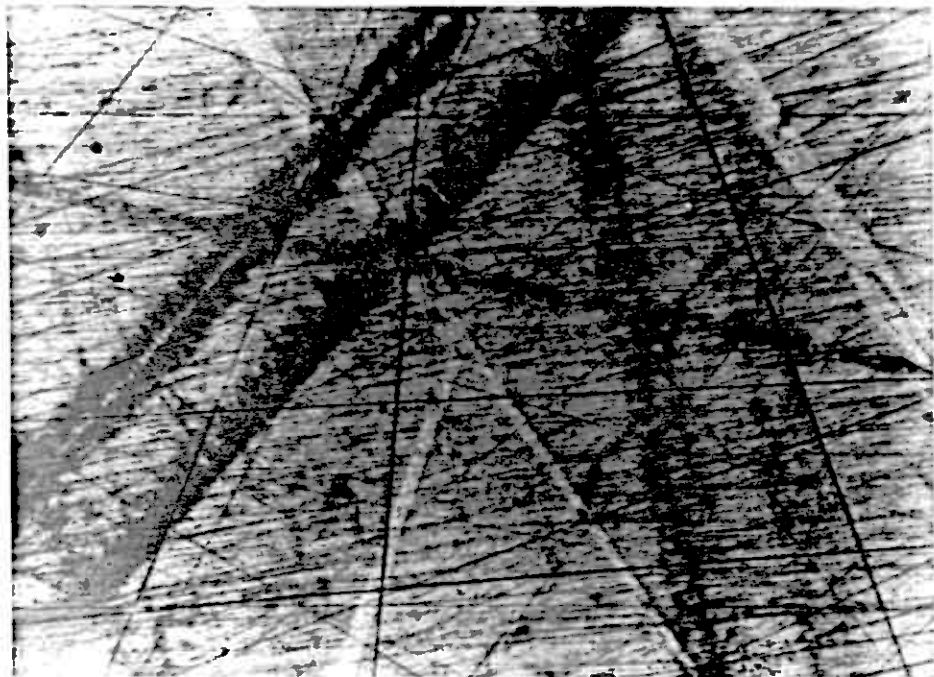


Abb. 17 Wie Abb. 16 nur ca. 1100-fache Vergrößerung in Öl

5. Probenaufbereitung

Die Erz- und Gesteinsproben wurden zunächst kontaminationsfrei zerkleinert und danach in einer Achat-Planetmühle zermahlen. Anschließend wurde das Gesteinspulver mehrmals in einer Achatmühle gemahlen, um kleinere Korngrößen zu erreichen. Danach wurde das Material durch ein Polyamidsieb der Maschenweite 63μ gesiebt.

Für die Analysen mittels Röntgenfluoreszenzspektroskopie wurden Pulvertabletten à 5 Gramm Probensubstanz angefertigt. Zur Analyse mittels Atomabsorptionsspektroskopie wurden die Proben mit Königswasser aufgeschlossen. Im einzelnen wurde dabei wie folgt verfahren: 1 Gramm des Probenpulvers wurde in ein Becherglas eingewogen und mit 20 ml Königswasser versetzt. Anschließend wurde das Königswasser bei 120°C auf einer Heizplatte abgeraucht. Danach wurde die Substanz mit 10 ml n-HCl aufgenommen und kurz aufgekocht. Die Lösung wurde schließlich abfiltriert und auf 100 ml mit Wasser aufgefüllt.

6. Geochemische Analysen

Von Bachkes - Grube wurden 11, von Bahra - Grube 9 Erzproben, die radioaktiv strahlten auf die Elemente Ag, Au, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V, Th, U und Zn analysiert. Dazu kamen noch zwei Schwarzschieferproben von der Straße Porsa - Greville-Grube, sowie zwei Proben aus der erhöht strahlenden Zone innerhalb der Schwarzschiefer von der gleichen Lokalität. Zwei Proben sind natürlich nicht ausreichend, um repräsentative Aussagen über die Geochemie der Schwarzschiefer machen zu können. Sie sollen als erste Anhaltspunkte dienen.

6.1 Analysen mittels Röntgenfluoreszenzspektroskopie

Die Elemente Uran und Thorium wurden mittels Röntgenfluoreszenzspektroskopie bestimmt. Dafür stand ein SIEMENS Sequenz-Röntgenspektrometer SRS 200 mit 10-Probenwechsler zur Verfügung. Dieses Gerät ist mit einem Logic Controller Typ SIEMENS LC 200 ausgerüstet, der es erlaubt, alle Meßparameter, wie z.B. Anregungsenergie, Diskriminator, Meßwinkel etc., extern über einen Lochstreifen zu steuern. Die Meßwerte (Impulsraten) wurden auf einem Schreiber ausgedruckt. Die Konzentrationen des betreffenden Elements wurden anschließend mittels eines Rechenprogramms bestimmt und die Impulsraten auf Totzeit korrigiert. Der Massenschwächungskoeffizient wurde durch Messung des Mo-komptonpeaks ($30,082^\circ$ bei $\text{LiF } 110$) bestimmt. Zur Bestimmung der Reproduzierbarkeit des Meßverfahrens wurden 10 von einer Probe hergestellte Tabletten gemessen. Analysenergebnisse siehe Tab. 1.

6.1.1 Bestimmung von Uran

Meßparameter: Analysatorkristall $\text{LiF } 110$
Meßwinkel: Peak U $37,3^\circ$
Background $39,1^\circ$ und $36,5^\circ$
Scintillationszähler: 1250 V
Kollimator $0,15^\circ$
Chromblende
Zählzeit: Peak 80 Sek., Backgr. 40 Sek.
Luftbetrieb mit Probenrotation
Anregung: Mo 60 kV 40 mA
Diskriminator: Kanalbreite 100 %

Verwandte Standards: NIM G (National Institute for Metallurgy,
South Africa)

SY 2 (Geological Survey of Canada)

Meßfehler:

Blanks: PCC 1 und DTS 1

Reproduzierbarkeit der Meßwerte incl. Probenaufbereitung: $\pm 1,35 \%$

Reproduzierbarkeit der Zählraten des Geräts: $\pm 0,55 \%$

Genauigkeit: (Prozentuale Abweichung des gemessenen Wertes des
Standards SY 2 zum empfohlenen Wert): $+ 0,22 \%$

6.1.2 Bestimmung von Thorium

Meßparameter: Analysatorkristall LiF 110
Meßwinkel: Peak Th $L\alpha$ $39,23^\circ$
Background $35,25^\circ$ und $41,52^\circ$
Scintillationszähler: 1250 V
Kollimator: $0,15^\circ$
Chromblende
Zählzeit: Peak 200 Sek., Backgr. 100 Sek.
Luftbetrieb mit Probenrotation
Anregung: Mo 60 kV 40 mA
Diskriminator: Kanalbreite 100 %

Verwandte Standards: NIM N

NIM S

NIM G (alle vom National Institute for
Metallurgy, South Africa)

Blanks: PCC 1 und DTS 1

Meßfehler:

Reproduzierbarkeit der Zählraten des Geräts: $\pm 0,83$ %

Genauigkeit (Prozentuale Abweichung des gemessenen Wertes von
Standard SY 2 zum empfohlenen Wert): $+ 0,25$ %

6.2 Analysen mittels Atomabsorptionsspektroskopie

Die Elemente Ag, Au, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, V und Zn
wurden mittels Atomabsorptionsspektroskopie bestimmt. Dazu
stand ein Gerät der Firma PERKIN-ELMER Typ 400 zur Verfügung.

Gerätebeschreibung:

Monochromator: Ein-Gitter-Monochromator in Czerny-Turner-Anord-
nung mit einem Gitter 64×64 mm, 1800 L/mm.
Wellenlängenbereich 190 nm bis 855 nm. Reziproke
Lineardispersion 1,6 nm/min.

Optik: Zweistrahloptik mit "Bleistiftstrahl"

UV-VIS-Untergrundkompensator: Echte Zweistrahl-Untergrundkom-
pensation im Spektralbereich von 190 bis 770 nm.
D₂-Lampe für UV- und Halogenlampe für VIS-Bereich.
Automatische Verstärkungsregelung (AGC).

Dreifach-Horizontal-Lampenwechsler

Digital-Elektronik-Meßwertanzeige mit 4 Leuchtziffern, verschieb-
barem Komma und Vorzeichen

Die Absorption der einzelnen Probelösungen wurde mit der Ab-
sorption bekannter, selbst hergestellter Eichlösungen mittels
Eichkurven verglichen. Dabei wurde darauf geachtet, daß nur
im linearen Bereich gearbeitet wird. Zur Bestimmung der Meß-
genauigkeit wurden 3 geochemische Explorationsstandards des
U.S. Geological Survey (GXR 2, GXR 5, GXR 6) herangezogen. Zur
Bestimmung der Reproduzierbarkeit wurde eine Probe 10 mal auf-
geschlossen und gemessen. Die Analysenwerte, außer für die
Elemente Ag, Au, Cd und Mo sind aus Tab. 1 zu ersehen.

6.2.1 Ag

Meßparameter:

Wellenlänge: 328,1 nm

Spalt 7 Å

Oxidans: Luft Brenngas: C₂H₂

Flamme: oxidierend

untere Nachweisgrenze: 1 ppm

Meßfehler:

Reproduzierbarkeit der Meßwerte am Gerät: $\pm 0,35 \%$

Genauigkeit: $+ 16,91 \%$ (GXR 2)

Bis auf drei Ausnahmen lag der Ag-Gehalt in den Proben unter 1 ppm.
UE 1: 2 ppm; UE 3: 2 ppm; UE 4: 5 ppm. Wegen der sehr niedrigen
Konzentrationen erklärt sich der relativ große Fehler in der Ge-
nauigkeit.

6.2.2 Au

Meßparameter:

Wellenlänge: 242,8 nm

Spalt 7 Å

Oxidans: Luft Brenngas: C₂H₂

Flamme: oxidierend

untere Nachweisgrenze: 4 ppm

Alle Proben lagen unter der Nachweisgrenze von 4 ppm.

6.2.3 Cd

Meßparameter:

Wellenlänge: 228,8 nm

Spalt 7 Å

Oxidans: Luft Brenngas: C_2H_2

Flamme: oxidierend

untere Nachweisgrenze: 1 ppm

Meßfehler:

Reproduzierbarkeit der Meßwerte am Gerät: $\pm 2,86 \%$

Genauigkeit: $- 3,25 \%$

Außer drei Proben lag der Cd-Gehalt unter der Nachweisgrenze von 1 ppm: UE 4: 2 ppm; UE 9: 1 ppm; UE 28: 1 ppm.

6.2.4 Co

Meßparameter:

Wellenlänge: 240,7 nm

Spalt 2 Å

Oxidans: Luft Brenngas: C_2H_2

Flamme: oxidierend

untere Nachweisgrenze: 2 ppm

Meßfehler:

Reproduzierbarkeit incl. Probenaufbereitung: $\pm 4,72 \%$

Reproduzierbarkeit der Meßwerte am Gerät: $\pm 5,77 \%$

Genauigkeit: $- 19,77 \%$

6.2.5 Cr

Meßparameter:

Wellenlänge: 357,9 nm

Spalt 7 Å

Oxidans: Luft Brenngas: C_2H_2

Flamme: reduzierend

untere Nachweisgrenze: 1 ppm

Meßfehler:

Reproduzierbarkeit incl. Probenaufbereitung: $\pm 4,27 \%$

Reproduzierbarkeit der Meßwerte am Gerät: $\pm 0,59 \%$

Genauigkeit: Cr ist in den Standards nicht bestimmt

6.2.6 Cu

Meßparameter:

Wellenlänge: 324,7 nm

Spalt 7 Å

Oxidans: Luft Brenngas: C_2H_2

Flamme: oxidierend

untere Nachweisgrenze: 5 ppm

Meßfehler:

Reproduzierbarkeit incl. Probenaufbereitung: $\pm 3,16 \%$

Reproduzierbarkeit der Meßwerte am Gerät: $\pm 1,40 \%$

Genauigkeit: - 2,35 % (GXR 2)

6.2.7 Mo

Meßparameter:

Wellenlänge: 313,3 nm

Spalt: 7 Å

Oxidans: Lachgas Brenngas: C_2H_2

Flamme: reduzierend

untere Nachweisgrenze: 8 ppm

Meßfehler:

Reproduzierbarkeit der Meßwerte am Gerät: $\pm 1,85 \%$

Genauigkeit: + 8,95 % (GXR 2)

Außer den nachfolgend aufgeführten lagen die Mo-Gehalte der Proben unter der Nachweisgrenze von 8 ppm: UE 1: 23 ppm; UE 4: 23 ppm; UE 9: 488 ppm; UE 17: 225 ppm; UE 23: 24 ppm; UE 26: 247 ppm; UE 28: 23 ppm; UE 30: 46 ppm.

6.2.8 Ni

Meßparameter:

Wellenlänge: 232,0 nm

Spalt: 2 Å

Oxidans: Luft Brenngas: C_2H_2

Flamme: oxidierend

untere Nachweisgrenze: 1 ppm

Meßfehler:

Reproduzierbarkeit incl. Probenaufbereitung: $\pm 4,23 \%$

Reproduzierbarkeit der Meßwerte am Gerät: $\pm 0,41 \%$

Genauigkeit: $- 15,77 \%$ (GXR 5)

Der relativ große Fehler in der Genauigkeit kommt sicherlich dadurch zustande, daß in den Standards silikatisch gebundenes Nickel mit Königswasser nicht in Lösung gebracht werden konnte.

6.2.9 Pb

Meßparameter:

Wellenlängen: 217,0 und 283,3 nm

Spalt 7 Å

Oxidans: Luft Brenngas: C_2H_2

Flamme: oxidierend

untere Nachweisgrenze: 3 ppm

Meßfehler:

Reproduzierbarkeit incl. Probenaufbereitung: $\pm 5,79 \%$

Reproduzierbarkeit der Meßwerte am Gerät: $\pm 2,0 \%$

Genauigkeit: $- 0,57 \%$ (GXR 2)

6.2.10 V

Meßparameter:

Wellenlänge: 318,4 nm

Spalt 7 Å

Oxidans: Lachgas Brenngas: Luft

Flamme: reduzierend

untere Nachweisgrenze: 27 ppm

Meßfehler:

Reproduzierbarkeit incl. Probenaufbereitung: $\pm 5,67 \%$

Reproduzierbarkeit der Meßwerte am Gerät: $\pm 8,38 \%$

Genauigkeit: V ist in den Standards nicht bestimmt

6.2.11 Zn

Meßparameter:

Wellenlänge: 213,9 nm

Spalt 7 Å

Oxidans: Luft

Brenngas: C_2H_2

Flamme: oxidierend

untere Nachweisgrenze: 1 ppm

Meßfehler:

Reproduzierbarkeit incl. Probenaufbereitung: $\pm 6,68 \%$

Reproduzierbarkeit der Meßwerte am Gerät: $\pm 0,73 \%$

Genauigkeit: $\pm 6,09 \%$ (GXR 2)

Tab. 1 Analysenwerte (ppm)

Bachke's-Grube:

Nr.	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Th	U	Zn	Th/U	V
UE 1	125	15	11200	70	185	57	3052	88	0,019	431
UE 3	60	13	25500	34	5	24	242	41	0,099	170
UE 9	40	10	4920	13	44	14	492	26	0,028	488
UE 16	60	18	7800	25	362	47	7554	39	0,006	402
UE 17	91	61	2710	14	31	5	2728	26	0,002	84
UE 20	65	13	5300	34	714	67	9092	54	0,007	544
UE 23	9	2	1750	0	618	108	7257	16	0,015	200
UE 26	97	50	8400	17	105	7	4582	32	0,002	156
UE 30	60	18	5310	25	117	18	2482	46	0,007	460
UE 36	54	13	6800	28	195	22	4224	44	0,005	314
UE 37	35	44	2475	17	21	4	348	42	0,011	200
$\bar{x} =$	63	23	7470	25	218	34	3800	41	0,018	314

Bahr's-Grube:

Nr.	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Th	U	Zn	Th/U	V
UE 4	850	196	104000	48	53	4	365	27	0,011	56
UE 10	195	1600	1020	104	76	7	330	33	0,021	314
UE 11	648	2325	17620	62	178	9	1415	35	0,006	520
UE 13	160	200	4130	4	7	4	131	15	0,031	84
UE 15	740	2060	15500	117	224	10	955	52	0,010	402
UE 19	547	1640	15300	23	214	8	1446	33	0,006	488
UE 22	262	950	5230	40	82	2	769	25	0,003	70
UE 25	650	620	3390	22	25	4	521	18	0,008	200
UE 32	162	880	2070	43	86	5	638	30	0,008	358
$\bar{x} =$	468	1163	18696	51	105	6	700	30	0,012	277

Schwarzschiefer:

Nr.	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Th	U	Zn	Th/U	V
UE 2	<2	9	11	1	<3	7	11	5	0,636	<27
UE 21	<2	9	8	0	<3	6	11	6	0,545	<27

Erhöht strahlende Zone innerhalb der Schwarzschiefer:

Nr.	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Th	U	Zn	Th/U	V
UE 28	<2	35	27	25	<3	7	130	12	0,054	84
UE 29	13	52	5300	95	<3	10	149	20	0,067	200

7. Elementkorrelationen

Um die Verteilung der Elemente innerhalb der Vererzungen von Bachkes - und Bahrs - Grube näher zu untersuchen und um eventuell einige erzgenetische Aussagen zu erhalten, wurden einige Elementkorrelationen aufgestellt. Die Daten wurden in ein x-y-Diagramm geplottet. In den nachfolgenden Abbildungen sind die Daten von Bachkes - Grube in den oberen Diagrammen mit Sternchen gekennzeichnet; die Daten von Bahrs - Grube befinden sich darunter, die Proben durch Kreise symbolisiert. Außerdem wurde zu jedem Diagramm der Korrelationskoeffizient (r) und die Regressionsgeraden berechnet. Im einzelnen gab es folgende Ergebnisse:

Sehr gute Korrelationen bestehen in beiden Vererzungen zwischen Uran und Blei sowie zwischen Thorium und Blei (Abb. 18 und 19). Dies bedeutet, daß der überwiegende Teil des vorhandenen Bleis radiogenen Ursprungs ist. Außerdem konnte eine recht gute Korrelation zwischen Thorium und Uran festgestellt werden (Abb. 20). Dies ist auf den ersatzweisen Einbau von Thorium für Uran im Uranpecherz bzw. im Brannerit zurückzuführen. Die Thorium-Werte sind dabei sehr niedrig. Keine bzw. eine sehr schlechte Korrelation besteht zwischen Uran und Kupfer (Abb. 21). Uranpecherz bzw. Brannerit gehen also mit dem Auftreten von Kupferkies nicht einher. Kupfer zeigt zu Kobalt bei Bahrs - Grube eine gute, bei Bachkes - Grube eine etwas schlechtere Korrelation (Abb. 22). Kobalt ist in hydrothermal gebildetem Pyrit des öfteren in beträchtlichen Mengen anwesend, was wohl auch hier der Fall sein dürfte. Somit läßt sich anhand dieser Aussage feststellen, daß, zumindest bei Bahrs - Grube, Kupferkies und Pyrit sich in ihrem mengenmäßigen Auftreten etwa gleich verhalten. Eine interessante Korrelation konnte auch zwischen Vanadium und Chrom beobachtet werden (Abb. 23). Bei Bahrs - Grube ergibt sich dabei eine gute positive, bei Bachkes - Grube eine gute negative Korrelation. Chrom tritt häufig in höheren Konzentrationen in hydrothermal gebildetem Pyrit auf, Vanadium meist in Magnetit bzw. Hämatit. Anhand dieser Korrelation könnte man also eine unterschiedliche Verteilung dieser Minerale in Bachkes - und Bahrs - Grube erwarten.

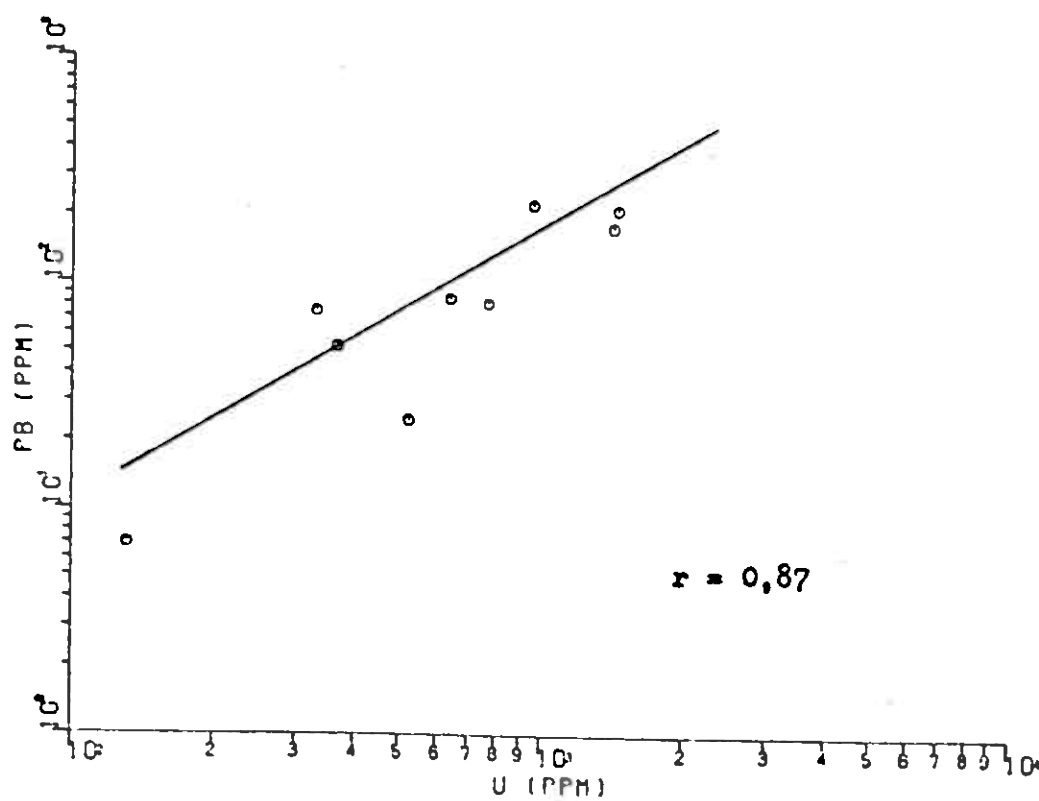
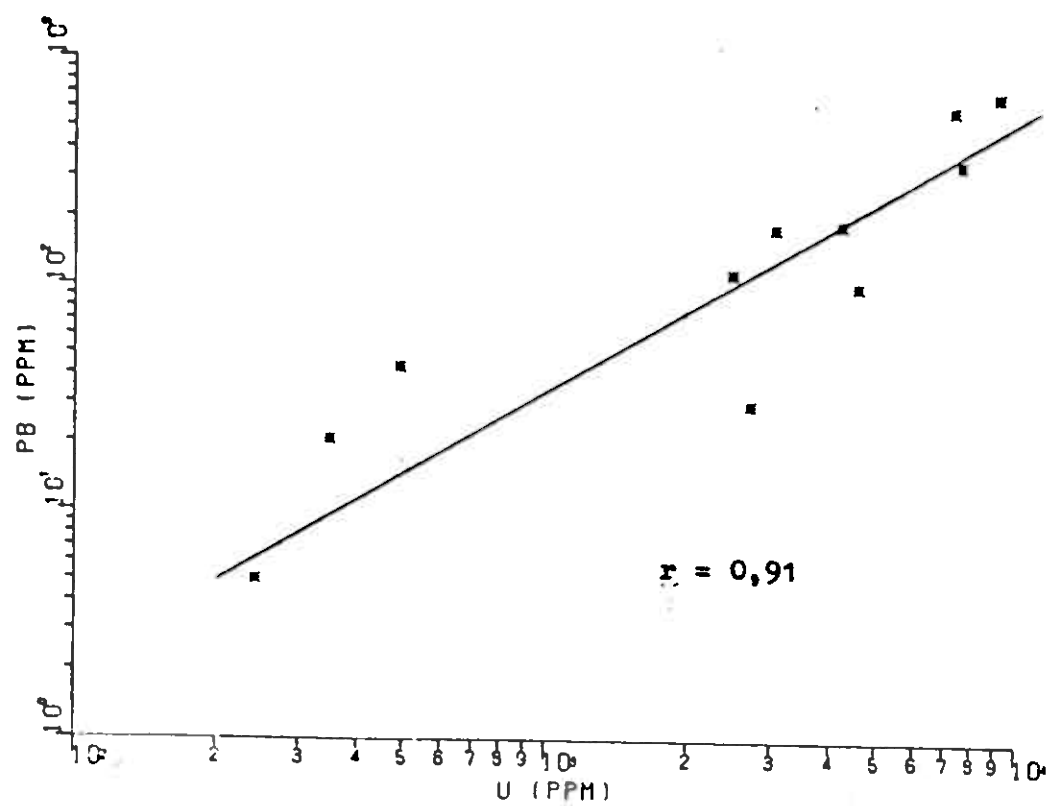


Abb. 18

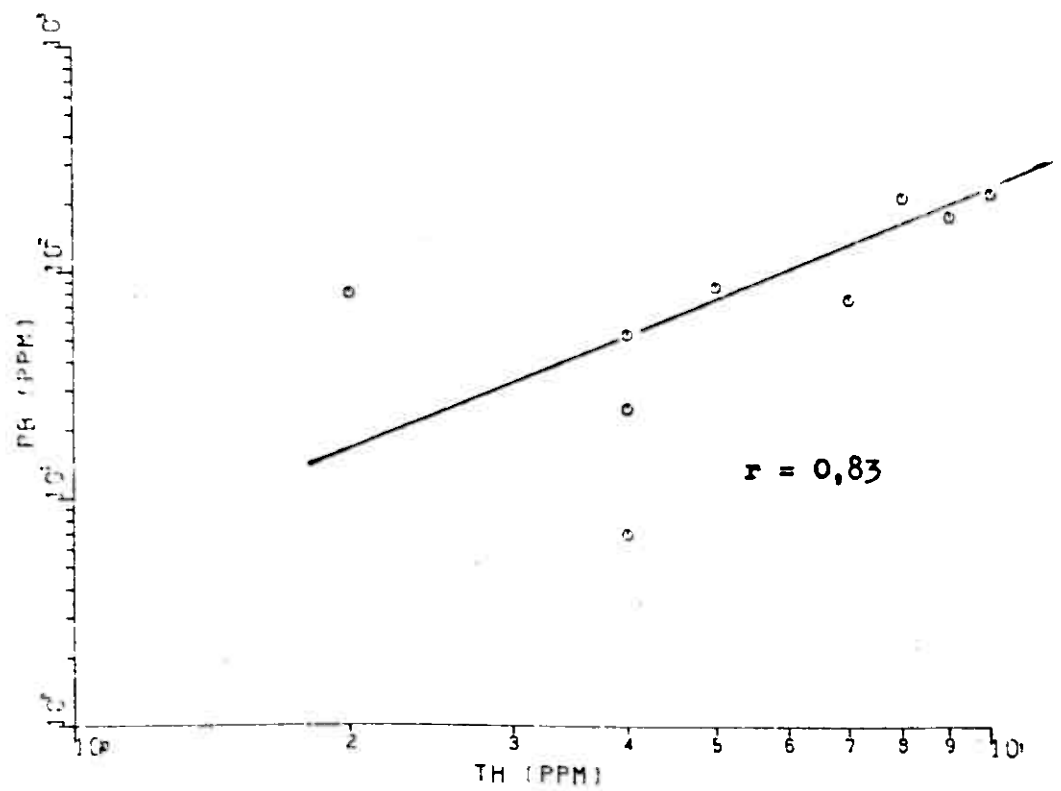
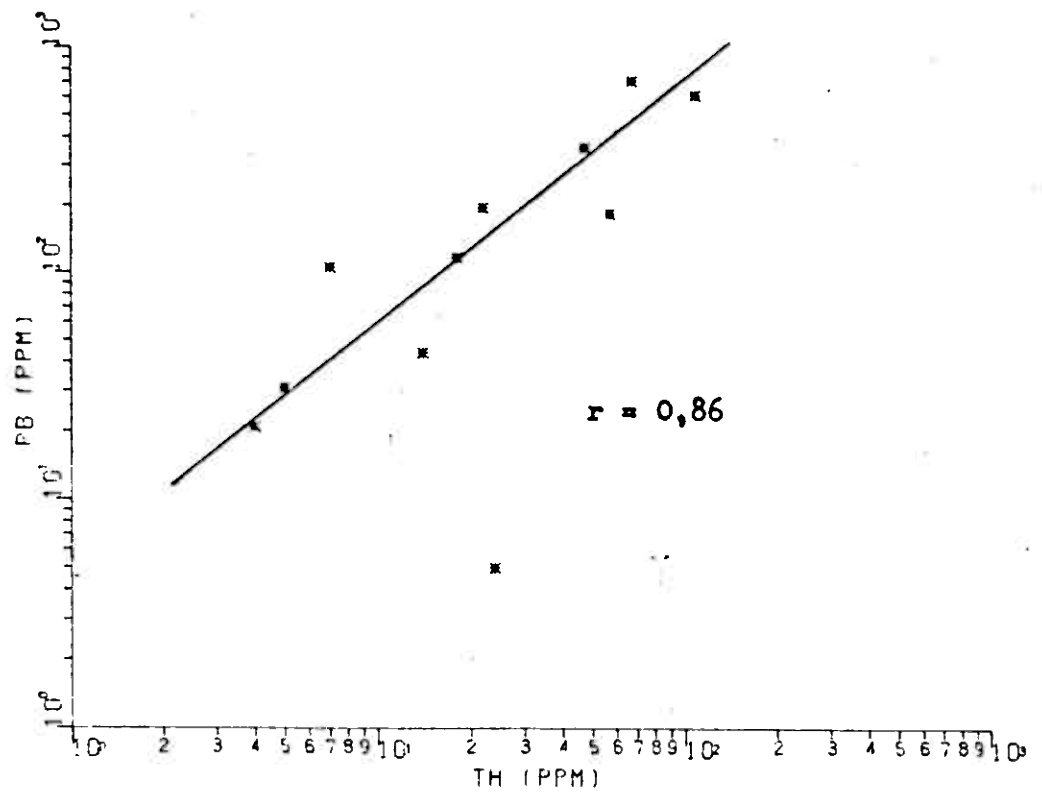


Abb. 19

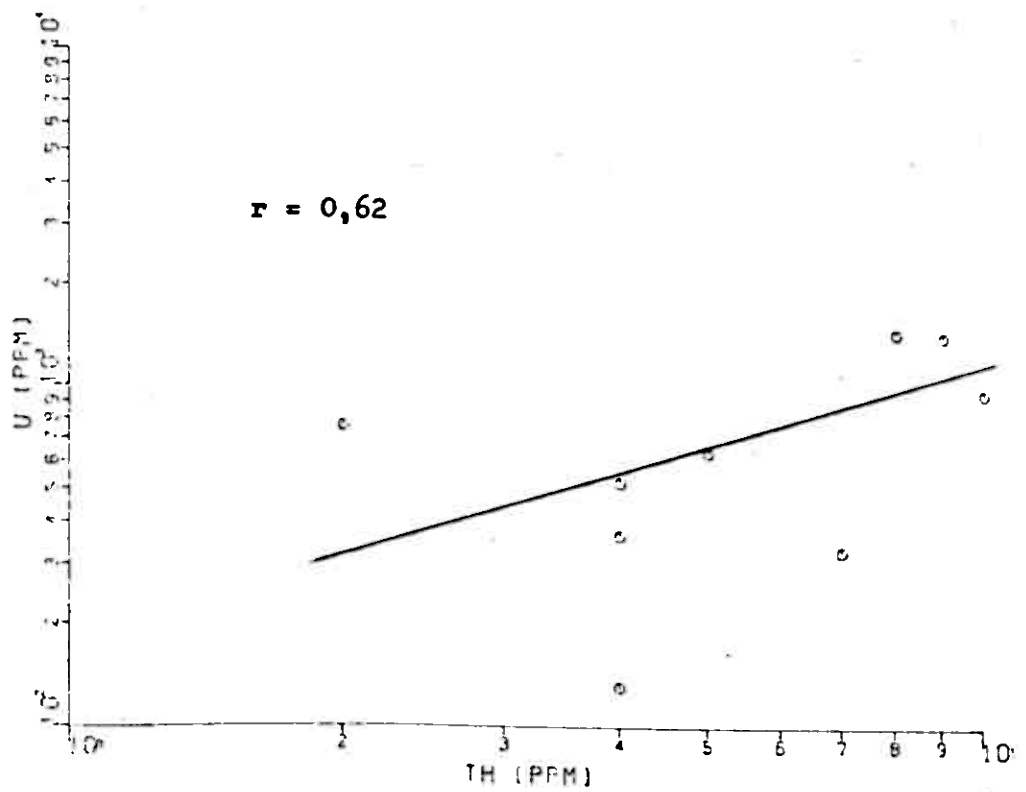
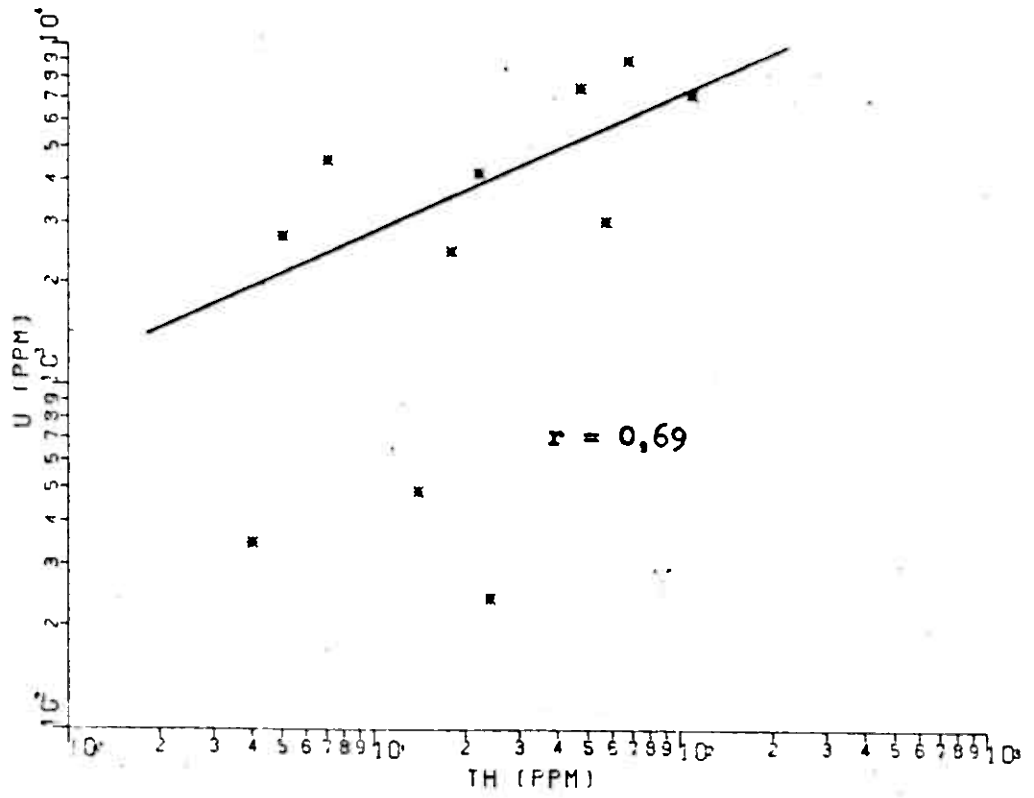


Abb. 20

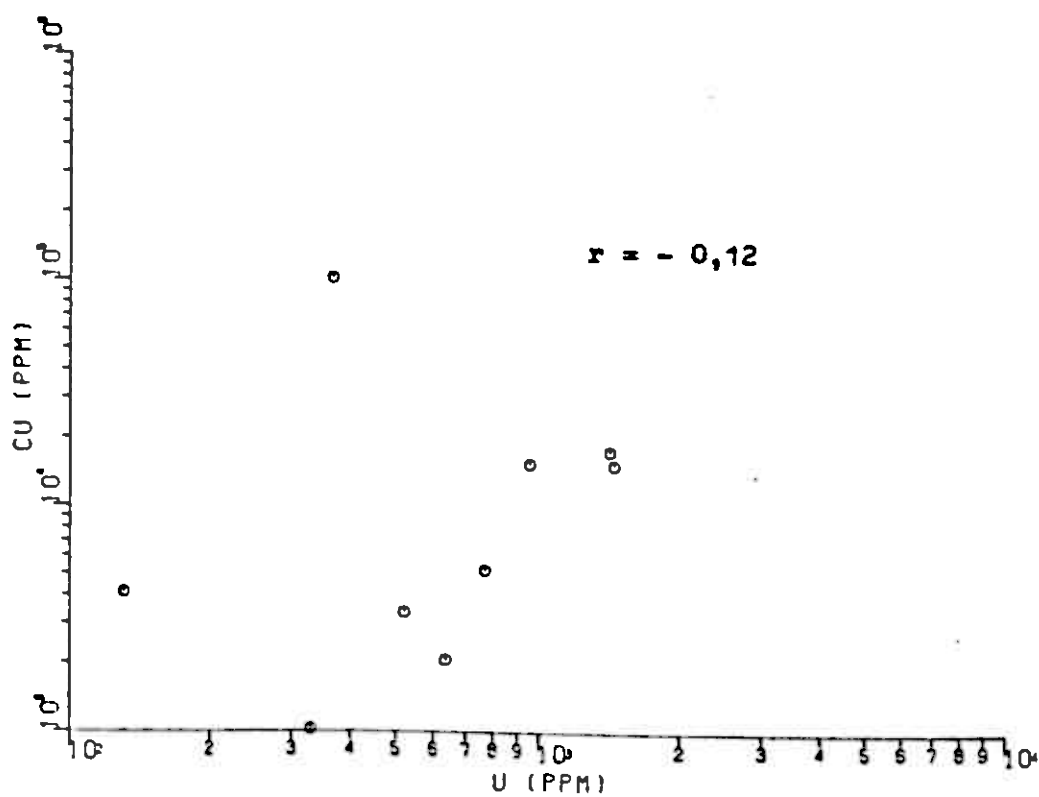
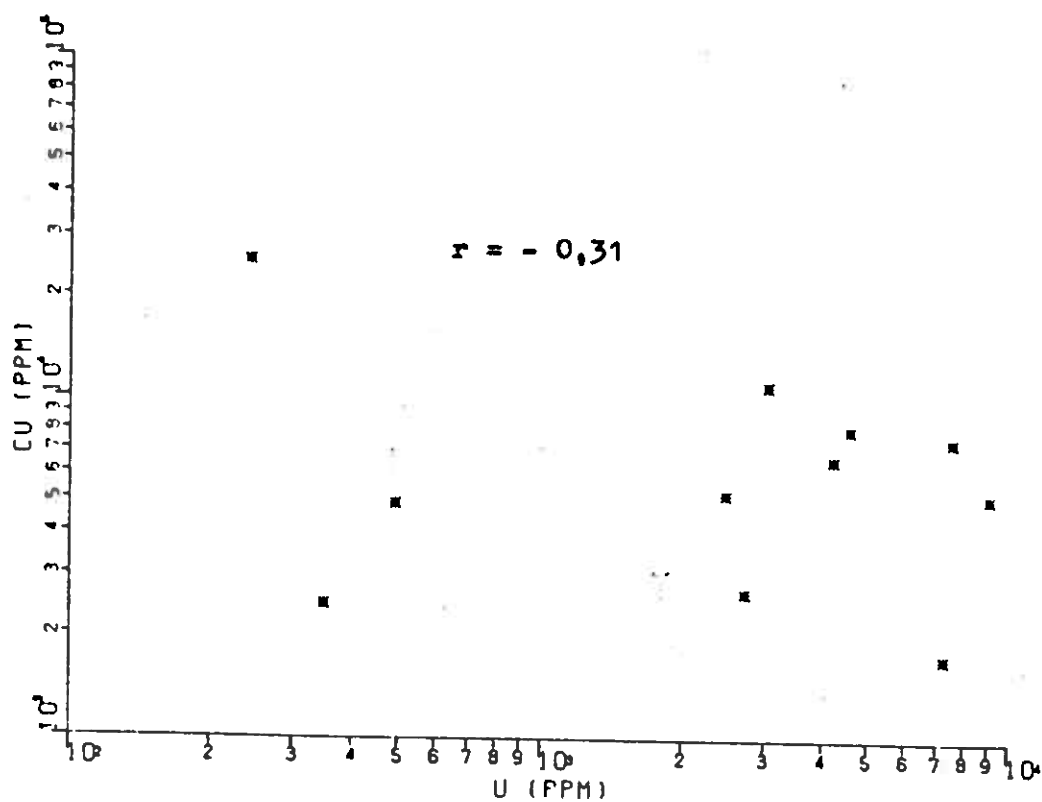


Abb. 21

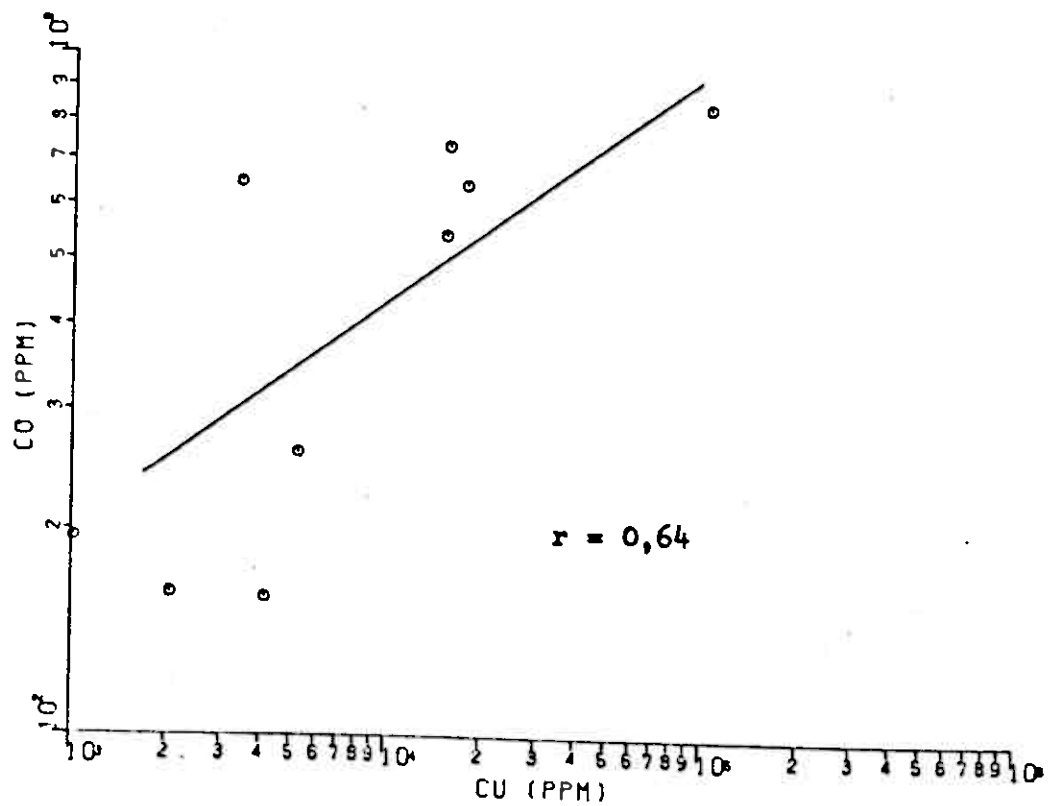
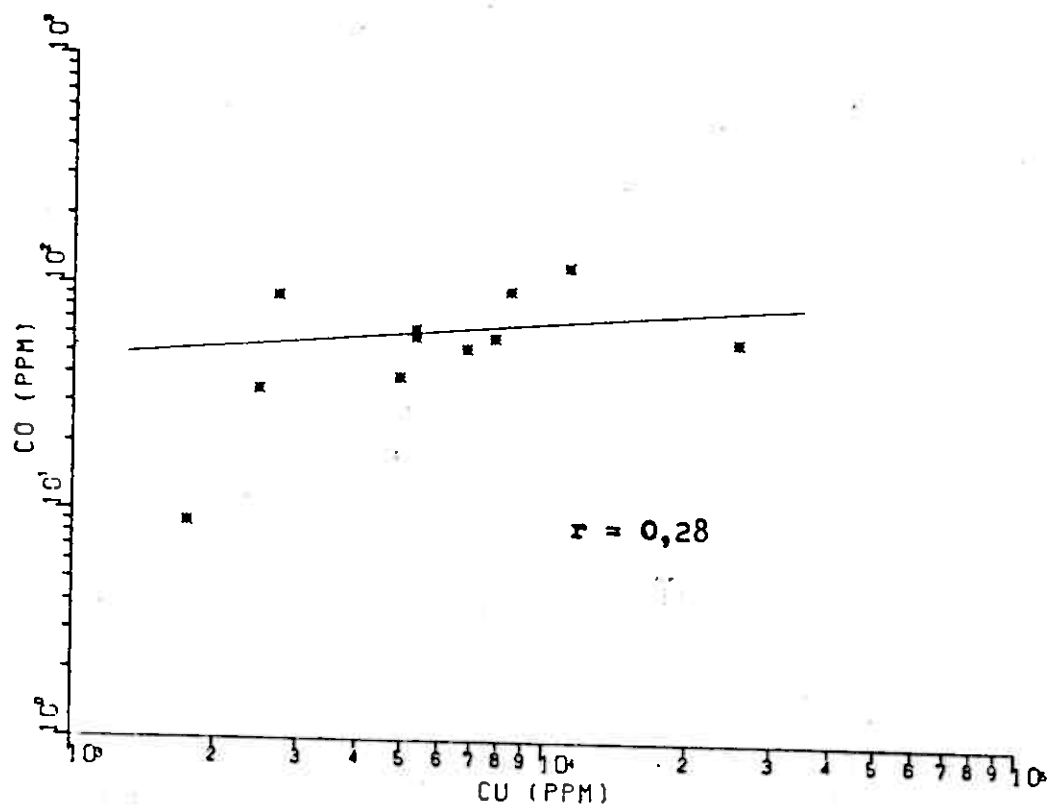


Abb. 22

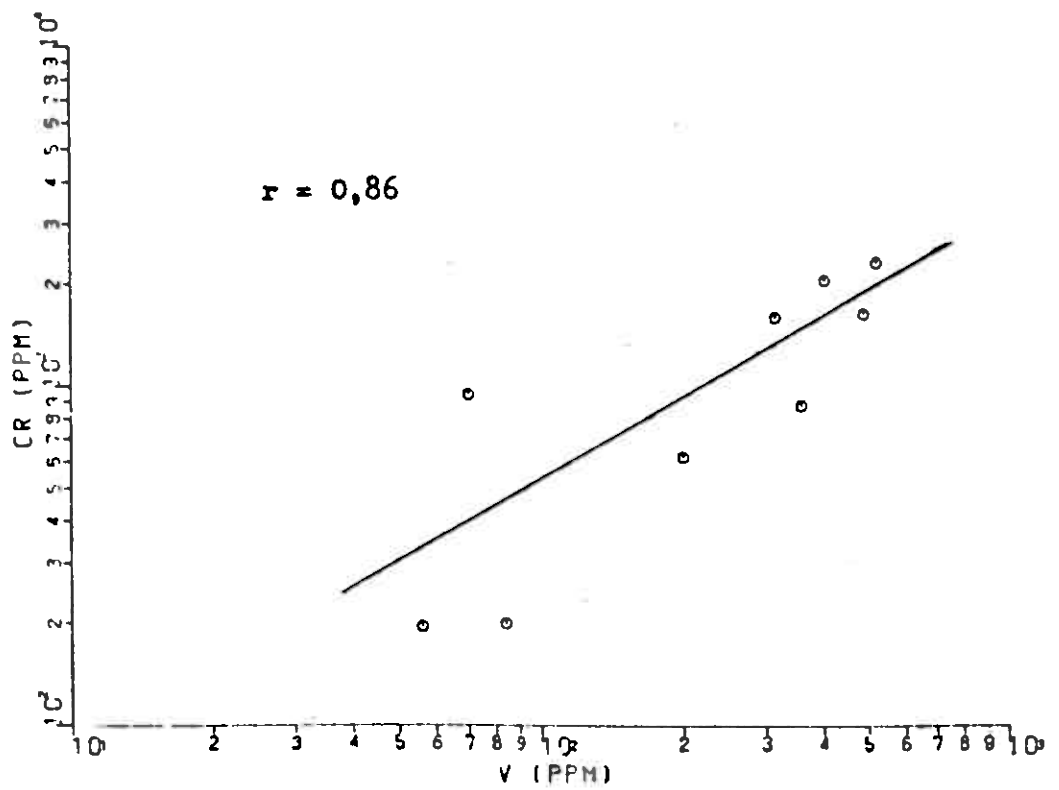
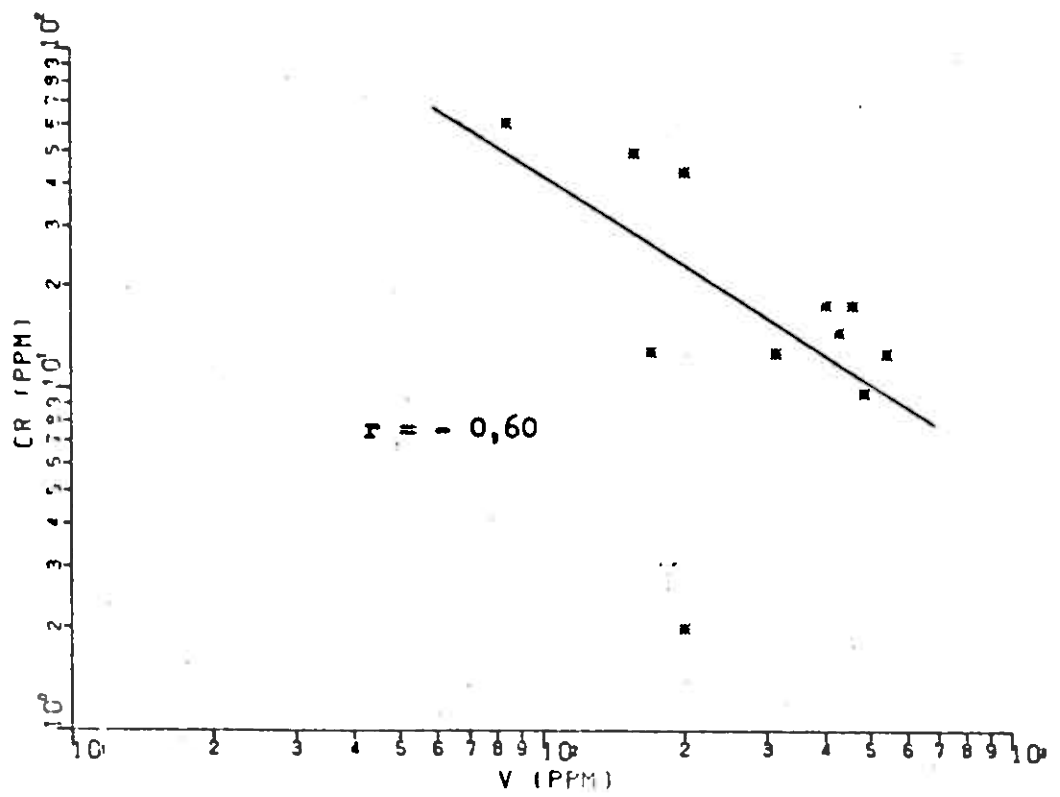


Abb. 23

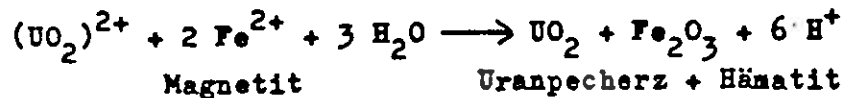
8. Genese

Anhand von mikroskopischen und geochemischen Untersuchungen sowie Geländebeobachtungen ergab sich bezüglich der Genese der Erzvorkommen folgendes Modell:

Die Cu - U - Vererzungen des Porsa - Neverfjord - Gebietes gehören den sogenannten hydrothermalen Lagerstätten an. Die Ausfällung der Erzminerale erfolgte in mehreren Phasen. In einer ersten Hauptphase wurden während der Metamorphose die in der Pillow-Lava vorliegenden Sulfide mobilisiert. Auf Klüften und in den Intergranularräumen des Gesteins zirkulierende Wasser dienten als Lösungsmittel. Die Metamorphose dürfte die Lösungen auf knapp 400°C aufgeheizt haben. Diese Temperatur entspricht der vorliegenden metamorphen Subfazies. Die Lösungen drangen in Dehnungsklüfte der Pillow-Laven ein und die Minerale wurden beim Aufdringen der Lösungen an die Oberfläche durch Abkühlung und sich damit ändernde physikochemische Bedingungen innerhalb der Lösungen ausgefällt. Zunächst kristallisierten Pyrit und Magnetit aus, danach Kupferkies, gefolgt von Calcit und Quarz.

Die Ausfällung des Urans erfolgte in einer zweiten Hauptphase, welches auch die Tatsache erklärt, daß nur zwei von über 10 Kupfervererzungen des Gebietes vom gleichen Typ mit Uran mineralisiert sind. Das Liefergestein für die uranführenden Lösungen dürften die die Pillow-Laven überlagernden Schwarzschiefer gewesen sein, die, wie die Analysen zeigten, uranführend sind. Außerdem wurde, wie schon erwähnt, eine Uranmineralisation beobachtet, die unmittelbar an die Schwarzschiefer gebunden ist und wohl auch durch Mobilisation während der Metamorphose zustande kam. Von aus Schwarzschiefern mobilisierten Uranlagerstätten wird in der Literatur häufig berichtet. Diese Lösungen drangen ebenfalls in die Dehnungsklüfte der Pillow-Laven und bekamen beim Auftreffen auf die hier bereits ausgefällten Sulfide einen reduzierenden Charakter, wobei es zu Ausfällung des Uranpecherzes kam. Vorhandener Magnetit wurde dabei z.T. zu Hämatit oxidiert, was auch erzmikroskopisch bestätigt wurde.

Dieser gesamte Vorgang spielte sich vereinfacht nach der chem. Formel ab:

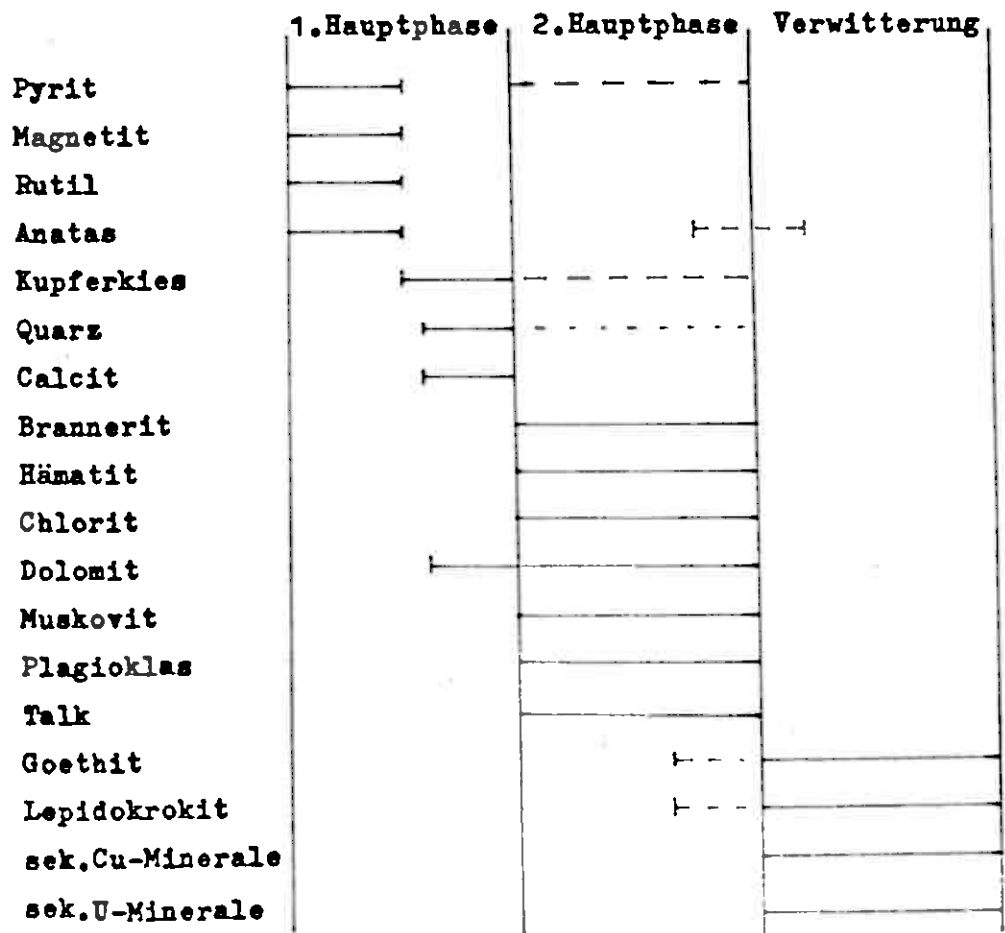


Bei der Ausfällung der Lösungen in der zweiten Hauptphase erfolgte sicherlich auch noch die Ausfällung von wenig Kupferkies und Pyrit.

Das Nicht-Korrelieren ddr Elemente Cu und U innerhalb der Vererzungen spricht ebenfalls für die Ausfällung des Urans in einer zweiten Phase. Außerdem stellt das uranführende Erz, wie bereits erwähnt, eine bestimmte Zone der Vererzung mit einer charakteristischen Verwachsung von bestimmten Gangmineralen dar.

Im Porsa - Neverfjord - Gebiet gibt es Anzeichen von zwei Metamorphosen. Die Vererzungen sind sicherlich während der letzteren, der kaledonischen entstanden, da größere metamorphe Überprägungen, Versetzungen oder Zerscherungen nicht beobachtet wurden.

Idealisiertes Schema der Mineralbildung bei Bahrs - Grube:



Idealisiertes Schema der Mineralbildung bei Bachkes - Grube:

	1.Hauptphase	2.Hauptphase	Verwitterung
Pyrit	-----	-----	
Magnetit	-----		
Anatas	-----		
Kupferkies	-----	-----	
Aktinolith-Trem.	-----		
Amianth	-----		
Quarz	-----	-----	
Chalcedon	-----		
Calcit	-----		
Uranpecherz		-----	
Hämatit		-----	
Plagioklas		-----	
Muskovit		-----	
Chlorit		-----	
Covellin		-----	-----
Goethit		-----	-----
Lepidokrokit		-----	-----
sek.Cu-Mineral			-----
sek.U-Mineral			-----

9. Weitere Untersuchungsvorhaben

Während der Feldsaison 1979 wird beabsichtigt, die Uran - Prospektion im Porsa - Neverfjord - Gebiet fortzusetzen, da in diesem Bereich das auftreten weiterer Uranmineralisationen denkbar ist. Mittels Analysen von Bachsedimenten und Bachwässern soll dies festgestellt werden. Die Bachsedimente sollen in Mainz fluorometrisch nach der Methode von SMITH und LYNCH (1969), sowie auf einige Pfadfinderelemente analysiert werden. Außerdem ist daran gedacht, im Bereich von anomalen Zonen und Vererzungen Bodenproben zu nehmen und diese ebenfalls in Mainz zu analysieren. Weitere Probennahme an den bekannten Vererzungen soll den Aufbau, die Wirtschaftlichkeit, die Genese und die Umwandlungserscheinungen des Nebengesteins weiter klären. Sollten sich aus den Ergebnissen der gamma-ray Helikopter-Befliegung von 1977 größere Anomalien ergeben, so wird beabsichtigt, diese in der gleichen Weise zu untersuchen wie im Porsa - Neverfjord - Gebiet. Eventuell wird eine letzte Geländebegehung zur Klärung von Anomalien in der Feldsaison 1980 notwendig.

10. Literaturverzeichnis

- DYBEK, J. (1962): Zur Geochemie und Lagerstättenkunde des Urans. Clausthaler Hefte zur Lagerstättenkunde und Geochemie der mineralischen Rohstoffe, Heft 1, Gebr. Bornträger, Berlin-Nikolassee, 163 S.
- KIMBERLEY, M. M. (1978): Uranium Deposits: Their Mineralogy and Origin. Mineralogical Association of Canada, Toronto, 521 p.
- KVALHEIM, A. (1942): Kort geologisk oversikt over Porsa grube-distrikt. NGU Bergarkivet Rapport Nr. 302
- PERKIN-ELMER (1972): Analytische Methoden der Atom-Absorptions-Spektrophotometrie
- PHARAOH, T. (1976): Geology of the Komagfjord Tectonic Window. unveröffentlicht
- RAMDOHR, P. (1975): Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. Akademie-Verlag, Berlin, 1277 S.
- REITAN, P. H. (1963): The geology of the Komagfjord tectonic window of the Raipas suite, Finnmark, Norway. Norges Geol. Unders. Nr. 221, 71 p.
- RICH, R.A., HOLLAND, D.H. and PETERSEN, U. (1977): Hydrothermal Uranium Deposits. Elsevier Scientific Publishing Comp. Amsterdam, 263 p.
- SMITH, A.Y. and LYNCH, J.H. (1969): Uranium in soil, stream sediment and water. Geol. Surv. Canada Paper 69 - 40
- STEFAN, M. und STRIBRNY, B. (1977): Tektonische Untersuchungen im Bereich des Porsa - Reviers, unveröffentlicht.
- VOKES, F.M. (1956): Some copper sulphide parageneses from the Raipas formation of Northern Norway, Norg. Geol. Unders. Nr. 200, p. 74 - 111.