

BEITRÄGE ZUR GEOLOGIE DER SCHWEIZ

KLEINERE MITTEILUNGEN

Nr. 59

**Untersuchungen über radioaktive Mineralien
und Gesteine in der Schweiz**

**Die Uranvererzungen Valsorey
südlich Bourg St. Pierre (Wallis)**

von

F. DE QUERVAIN

**Vorwort der Schweizerischen Geotechnischen Kommission und des
Arbeitsausschusses für die Untersuchung schweizerischer
Mineralien und Gesteine auf Atombrennstoffe und seltene
Elemente**

Von den zahlreichen durch den Arbeitsausschuss seit 1957 in Serien der Casannaschiefer und der Quarzite des Permokarbons der St. Bernharddecke im Wallis festgestellten Uranvererzungen ist bisher nur über diejenigen der Region Iséribles eingehender publiziert worden. Die kleine Studie «Die Uranvererzungen Valsorey südlich Bourg St. Pierre (Wallis)» ist einem Vorkommen mit stark verschiedener Paragenese gewidmet.

Den im Text genannten Mitarbeitern sei für ihre Mühewaltung vielmals gedankt.

Für den Inhalt von Text und Figuren ist der Verfasser allein verantwortlich.

Zürich, Mai 1973.

Der Präsident der
Schweiz. Geotechnischen Kommission
und des Arbeitsausschusses

Prof. F. DE QUERVAIN

Erscheint gleichzeitig in
«Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen»
Band 53, Heft 2, 1973

Die Uranvererzungen Valsorey südlich Bourg St. Pierre (Wallis)*)

Von *F. de Quervain* (Zürich)**)

Mit 9 Figuren und 5 Tabellen im Text

Die systematischen Messungen der Gesteinsradioaktivität in Stollenbauten durch den «Arbeitsausschuss für die Untersuchung schweizerischer Mineralien und Gesteine auf Atombrennstoffe und seltene Elemente» führten 1959 zur Feststellung von Uranmineralisationen im Freilaufstollen des Kraftwerkes der Société des Forces Motrices du Gd. St-Bernard (Suisselectra S.A.) im Val d'Entremont, welcher das Wasser des Valsoreybaches dem Staubecken Les Toules zuleitet. Die Hauptmineralisation befindet sich bei 1350 m (zwischen 1348 und 1365 m), eine kleine ferner bei 1800 m NE des Fensterstollens, im W-Hang des Valsorey, beide ca. 2 km SSE Bourg St. Pierre (Blatt 1345 Orsières der Landeskarte der Schweiz 1 : 25 000, siehe auch die Kartenskizze Fig. 1). Die Ausführungen beziehen sich auf das erstere weit bemerkenswertere Vorkommen. Es wurde in der Literatur bereits verschiedentlich kurz erwähnt (HÜGI et al. 1959, 1962, 1967), jedoch noch nicht im Detail beschrieben. Eine nähere Charakterisierung erscheint von Interesse, weil sich die Paragenese weitgehend von den zahlreichen bisher in der Schweiz festgestellten Uranvererzungen unterscheidet und überhaupt für Uranlagerstätten ungewöhnlich zu sein scheint.

Zu dieser Studie trugen zahlreiche Mitarbeiter bei. Die Messungen und Beobachtungen in den Stollen und die Probenahmen führten die Herren T. Labhart, H. Leu, J. Marti, T. Peters, A. Steck unter Leitung von Prof. Th. Hügi und Dr. E. Rickenbach durch. Ein Bericht darüber stammt von

*) Erscheint gleichzeitig als «Beiträge zur Geologie der Schweiz, Kleinere Mitteilungen Nr. 59».

***) Adresse des Autors: Prof. Dr. F. de Quervain, Präsident Schweiz. Geotechnische Kommission, Gloriastrasse 35, CH-8006 Zürich.

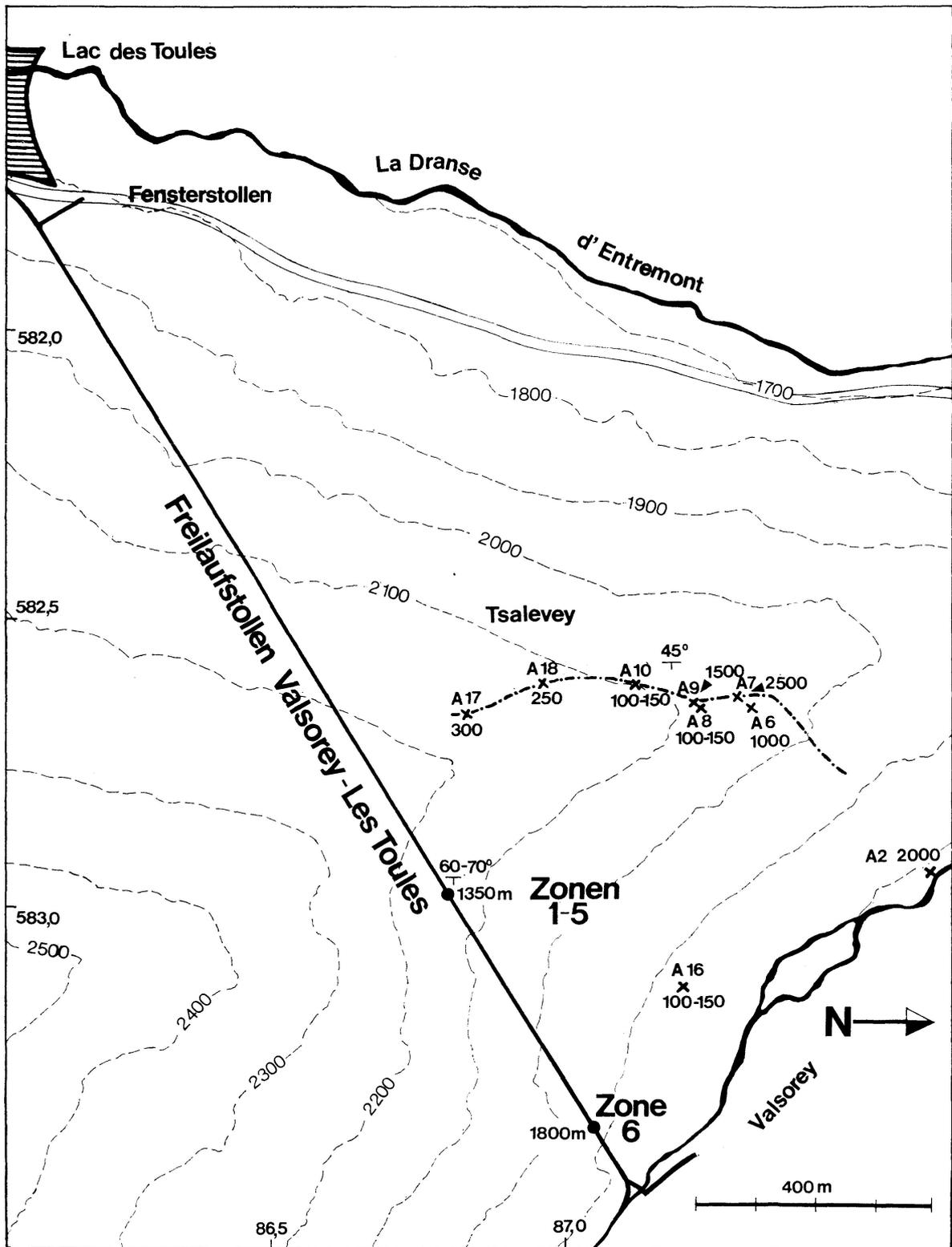


Fig. 1. Übersicht der Uranindikationen Valsorey südlich Bourg St. Pierre (Val d'Entremont, Wallis), Lokalisierung der Uranvorkommen im Stollen (Zonen 1-5 und Zone 6) und der radioaktiven Indikationen an der Oberfläche (A 2, A 6-A 10, A 16-A 18, mit Angabe der gemessenen Skalenteile). Strichpunktierte Linie ungefähres Ausstreichen des Zonenbereiches 1-5.

H. LEU. Erste Untersuchungen an Anschliffen machte der Verfasser unmittelbar im Anschluss an die Funde. Über die systematische Durchmusterung der Anschliffe liegt ein auf Veranlassung des Verfassers von G. BOSSHART ausgearbeiteter Bericht vor. Weitere erzmikroskopische Beiträge stammen von K. BÄCHTIGER und J. SOMMERAUER, letzterer steuerte Analysen mit der Mikrosonde und Autoradiographien bei.

Im Anschluss an die Feststellungen im Stollen wurde versucht, die Uranvererzungen an der Oberfläche wiederzufinden. Dies gelang trotz Erschwerung durch mangelhafte Aufschlüsse (Schuttbedeckung, Vegetation) im Gebiet der Alp Tsalevey (Chalevey). Die meisten Indikationen mit zum Teil recht hohen Werten liegen im Streichen der Stollenzonen (Fig. 1). Dies zeigt die Niveaunkonstanz der (allem Anschein nach aber z. T. unterbrochenen) Uranvererzung (Abstände bis 800 m in der Horizontalen und bis 350 m in der Vertikalen). Eine nähere Untersuchung der stark angewitterten Oberflächenproben erfolgte nicht.

GEOLOGIE

Der ganze im Valsorey-Stollen durchfahrene Gesteinskomplex gehört zu den Casannaschiefern s. l. der penninischen St. Bernhard-Decke. Im kurzen Stollenteil (Südabschnitt) zwischen dem Fenster Les Toules (m 0) und dem Stausee herrschen dunkle quarzitische Gesteine vor. Im Stollenteil (Nordabschnitt) zwischen m 0 und der Fassung im Valsorey liessen die Stollenaufnahmen die Casannaschiefer in 3 Haupttypen gliedern:

1. Quarzreiche, relativ wenig schieferige Ausbildungen, in Quarzite übergehend.
2. Feinkörnige Augengneise.
3. Chlorit-Sericitschiefer mit Variationen im Quarz- und Glimmergehalt.

Das Gestein, in welchem sich die mineralisierten Zonen befinden wird den Typen 2 und 3 zugerechnet. Direkte Träger der Vererzung sind graphitführende, karbonat-, z. T. auch quarzreiche Glimmerschiefer bis Phyllite. Bei 1300 m befindet sich eine ca. 1 m mächtige nichtmineralisierte graphitische Lage.

Der Stollen verläuft wenig nördlich des Blattes Grand Saint-Bernard des Geologischen Atlases der Schweiz 1 : 25 000. Im Gebiet der Vererzungen beträgt der Abstand bis zur Blattgrenze etwa 800 m. Die Stollenbeobachtungen lassen sich nicht ohne weiteres mit den petrographischen Ausscheidungen dieser Karte in Beziehung setzen, was zum Teil auf unterschiedlichen Gesteinsbenennungen beruhen dürfte. Der Bereich der Vererzungszonen 1–5 würde bei dem anzunehmenden unveränderten Streichen in das Grenzgebiet der Ausscheidungen von OULIANOFF «Micaschistes en général» und «Calcschistes chloriteux et sériciteux» fallen.

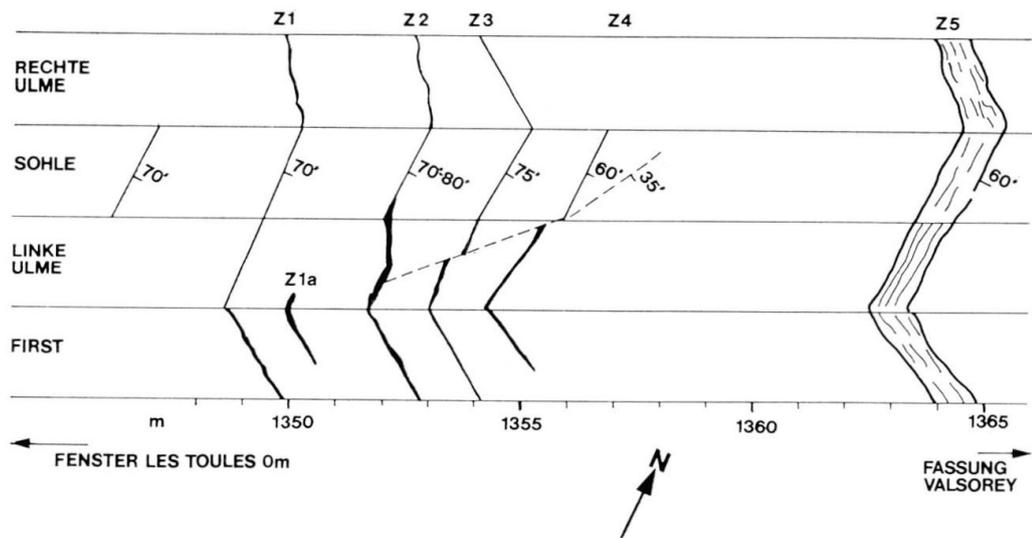


Fig. 2. Profil der mineralisierten Zonen 1–5 zwischen Meter 1348 und 1365. Aus LEU (1960).

Auf der Fig. 2 sind die 5 benachbarten mineralisierten Zonen der Hauptvererzung schematisch dargestellt. Die Foto Fig. 3 gibt eine Vorstellung von deren tatsächlichen Ausbildung und deren Beziehungen zum Nebengestein.

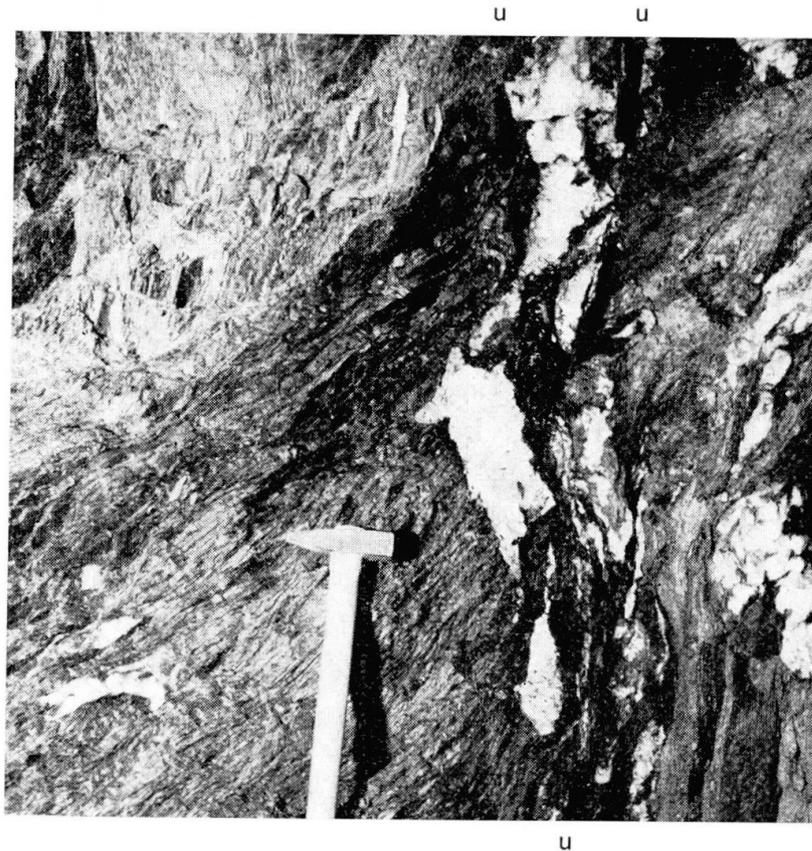


Fig. 3. Typisches Bild einer Mineralisierungszone (2). Deutlich die starke Tektonisierung des ganzen Komplexes. Pechblende in dunklem graphitführendem Schiefer (u) am Rande der mittleren Verquarzungszone. Phot. Th. Hügi.

Die radioaktiven Zonen sind nur teilweise scharf begrenzt. Sie sind von nicht radioaktiven Quarzadern bis -knauern durchsetzt und intensiv tektonisiert. Die Mächtigkeit der mehr oder weniger aktiven Teile, bzw. der einzelnen vererzten Lagen lässt sich etwa wie folgt angeben:

Tabelle 1

Zone	linke Ulme cm	rechte Ulme cm
1	0-5	5
2	10-30	ca. 20
3	2-5	13
4	-	ca. 10
5	ca. 100	ca. 100

Die Radioaktivitätsmessungen an den vererzten Zonen ergaben folgende Höchstwerte:

Tabelle 2

Zone	Lage m	linke Ulme	First	rechte Ulme
1	1348-1350	800-900	100	150
1 a	1350	-	2500	-
2	1351-1353	1500-2500	600	400
3	1353-1355	500-1500	-	100
4	1355-1357	400	-	-
5	1362-1365	800	-	100-150
6	1803	-	-	300

Die Messungen wurden mit dem Portable Scintillation Counter, Modell FS 11 durchgeführt. Die Werte entsprechen Skalenteilen (am Stollenmund 15, im nichtvererzten Bereich der Casannaschiefer meist 45 bis 50, mit einzelnen Abweichungen nach unten und oben).

DIE ERZMINERALIEN

Die ziemlich artenreiche Mineralisation der aktiven Zonen ist im einzelnen ausserordentlich schwankend. Dies geht am objektivsten aus der nachfolgenden Auszählung einiger typischer Erzanschliffe (mit einem Point-Counter) hervor. Die Zahlen geben das Verhältnis der vom Erz eingenommenen Fläche zur Gesamtfläche des Anschliffes wieder. Auch wenn die lagigen und schiefri-gen Handstücke ungefähr senkrecht zu ihrer texturell ausgeprägten Richtung geschnitten wurden, sind die Zahlen natürlich nur Richtwerte für das Volumen.

Folgende Mineralien bleiben stets unter 5⁰/₁₀₀: Magnetit, Brannerit, Zinkblende, Bleiglanz, Ilmenit, Fahlerz, Boulangerit.

Mengenunterschiede bei den Hauptmineralien (speziell Arsenkies und Graphit) führten anfangs zur Aufteilung in zwei Typen (Valsorey I und II). Nach

Tabelle 3

Verteilung der Erzminerale auf 8 typischen Anschliffen in ‰

Nummer	1	4	5	6	9	10	12	16
Mineral								
Pechblende	49	22	26	73	8	17	13	11
Pyrit I	154	56	59	160	5	18	7	43
Pyrit II	6	1	9	4	35	42	2	24
Arsenkies I	30	72	135	35	3	6	20	0
Arsenkies II	110	16	30	92	0	0	0	0
Magnetkies	2	30	15	18	8	3	8	30
Rutil	2	21	14	8	0	1	1	1
Kupferkies	5	7	2	14	0	0	0	1
Markasit	11	0	3	2	2	0	0	6
Graphit	74	20	24	53	22	131	140	211
«Gangart» (%)	55,4	75,2	68,2	54,0	91,6	78,0	80,5	67,1

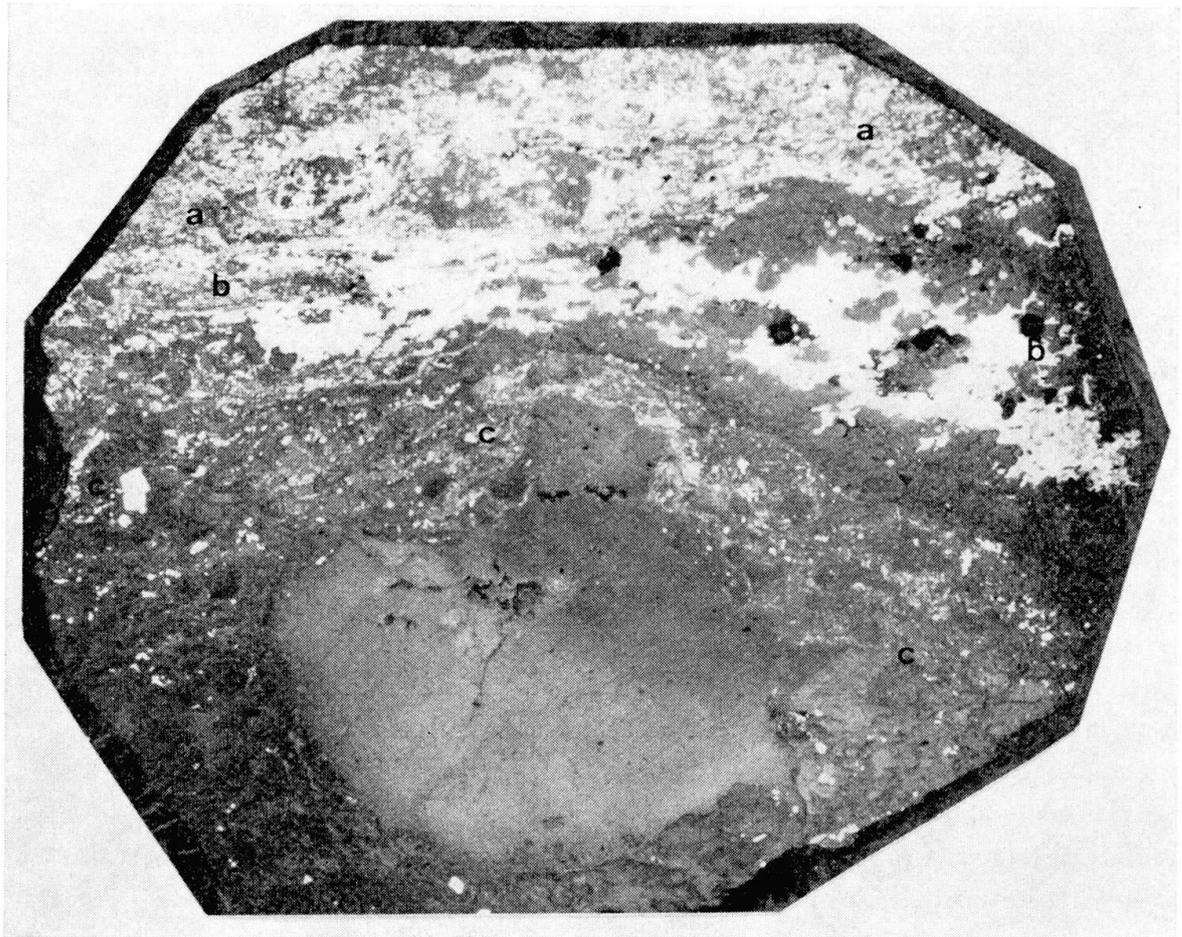


Fig. 4. Anschliffprobe (Nr. 6 der Tabelle 3) (1 : 5) mit stark differenzierten verzerrten Lagen. a weit vorwiegend Arsenkies, wenig Pyrit und Magnetkies; b vorwiegend Pyrit, vereinzelt Magnetkies und Kupferkies; c graphitreiche Zone völlig von feinsten Pechblende durchsetzt, dazu spärlich Pyrit, Arsenkies und Magnetkies. Der Quarzknauer unten ist erzfrei.

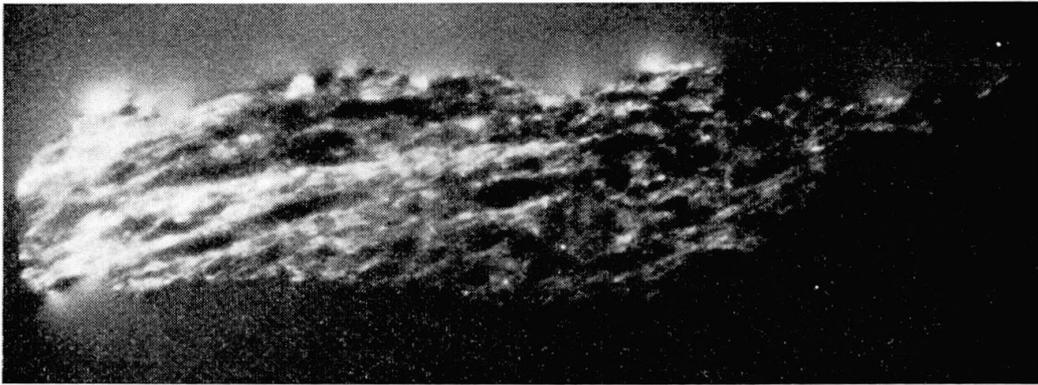


Fig. 5. Radiographie einer stark geschieferten mineralisierten Probe. Reich an Pechblende sind die dünnen Sericit-Graphit-Lagen. Reine gröberkristalline Quarzaggregate sind erzfrei.

der gründlicheren Bearbeitung erscheinen die Daten für eine solche Differenzierung ungenügend, besonders auch weil die Zuweisung zahlreicher Anschliffe zu einer bestimmten Zone nicht mehr möglich war. Die an Pechblende reichen Proben stammen vorwiegend aus den Zonen 2 und 3.

Die erzeichen Anschliffe zeigen zum Teil deutlich Lagentexturen, wobei Pyrit, Arsenkies und Pechblende lagenweise angereichert sein können (Fig. 4, 5). In den erzarmen Anschliffen kommen die Sulfidminerale manchmal fast statistisch verteilt vor.

Mikroskopische Charakterisierung

Pechblende. Rundliche Xenoblasten grossenteils sehr fein, $< 0,005$ mm, vereinzelt bis 0,1 mm, bevorzugt benachbart oder eingeschaltet in Graphit, Pyrit, Arsenkies, Magnet-

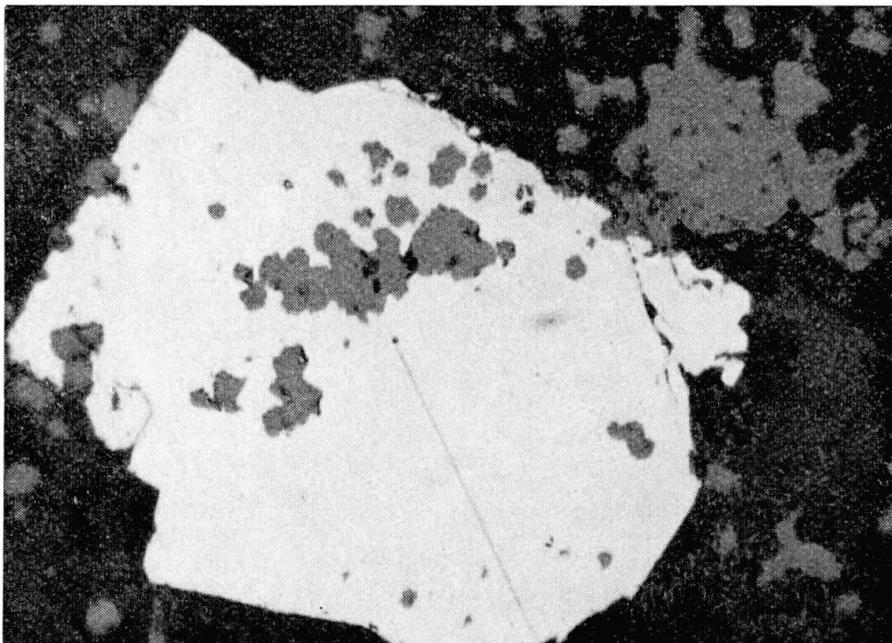


Fig. 6. Pechblende dunkelgrau, eingeschlossen in Pyrit (I) und Gangart. 1 : 440.

kies. Verbreitet sind perlschnurartige Reihen innerhalb Sericitlagen. Als Einschluss in Pechblende wurde nur Pyrit II festgestellt. Kugelige oder idiomorphe Ausbildung fehlt. Die Pronto-Reaktion, nach welcher Pechblende in Reaktion mit Rutil Brannerit liefert, konnte beobachtet werden.

Pyrit. In jedem Anschliff ist erkennbar, dass die Pyrite von unterschiedlichem Alter sind.

Eine ältere Pyrit-Generation (I) umfasst einerseits relativ grosse Idioblasten (bis 2 mm). Daneben werden auch Hypidio- und Xenoblasten (Zwischensubstanz von Gangart) angetroffen. Als Einschlüsse in Pyrit I (Verwachsungen, Verdrängungen, Infiltrationen) wurden beobachtet: Gangart, Arsenkies, Magnetkies, Kupferkies, Pechblende, Rutil, Graphit, Zinkblende. Randlich von Pyrit kann lamellarer Markasit beobachtet werden.

Einer jüngeren Pyrit-Generation (II) lassen sich verschiedenartige Ausbildungen von wohl nicht gleichem Alter zuweisen. Bei einer solchen handelt es sich um feine Haarkluftfüllungen, die von Pyrit-Idioblasten ausgehen, vereinzelt auch isoliert sind. Eine weitere besteht aus relativ kleinen kugeligen, nierigen, wolken- und atollartigen Bildungen. Merkmale von Melnikowit-Pyrit fehlen indessen. Schliesslich trifft man öfters xenomorphe Pyrite, die schriftgranitartig von Magnetit durchsetzt sind (siehe unten).

Arsenkies. Wie beim Pyrit lassen sich beim Arsenkies zwei Generationen (I und II) auseinanderhalten.

Arsenkies I fällt auf durch die spitzrhabische Schnitte (Korngrössen meist 0,1 bis 0,5 mm). Daneben findet man auch poröse, einschlussreiche Körner, die von Pyrit I umschlossen werden. Arsenkies I weist wesentlich weniger Einschlüsse auf als Pyrit I. Als solche wurden erkannt: Rutil, Magnetit, randlich Pechblende und Graphit.

Arsenkies II unterscheidet sich von I durch die kleine Grösse (um 0,01 mm) der oft verzwilligten Idioblasten und das Fehlen von Kataklyse und Einschlüssen. Zonenweise häuft er sich besonders stark an und bildet dann fast Netzwerke. Er verdrängt jedenfalls Magnetkies (resp. Pyrit-Magnetitverwachsungen) und wahrscheinlich auch Pechblende.

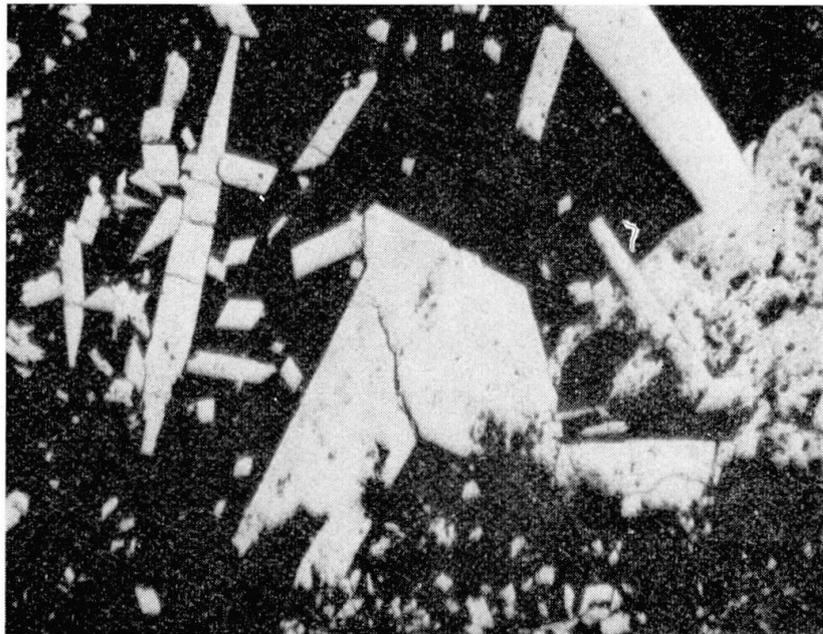


Fig. 7. Arsenkies I (grosse, stark korrodierte Kristalle), daneben Arsenkies II, ferner Pyrit von feinstem Magnetit durchsetzt, wohl sekundär aus Magnetkies gebildet. 1 : 180.

Magnetkies. Der Magnetkies (Korngrößen zwischen 0,1 bis über 1 mm) erscheint idiomorph als Leisten (Bruchstücke grösserer Individuen) oder xenomorph als Einschlüsse in Graphit und Pyrit I, als Ersatz von Arsenkies I, als Kluftfüllung, als feine isolierte Splitter in der Gangart. Charakteristisch für Magnetkies ist flammenartiges Ausfransen. Nach RAMDOHR (1960) soll es sich um Zerknitterungslamellen handeln, die durch Translation infolge starker mechanischer Beanspruchung entstehen.

Längs der deutlichen Spaltbarkeit nach (0001) ist hin und wieder Pyrit I ausgeschieden. Kupferkies verkittet gelegentlich zerbrochene Körner. Einschlüsse: Arsenkies I, Pechblende und Rutil, Verdrängungsreste: Graphit, Magnetit und Gangart. Magnetkies-Einschlüsse in Pyrit I und einige kataklastische Individuen lassen sich als Vertreter einer älteren Generation deuten.

Rutil. Die Rutil-Xenoblasten bewegen sich in Grösse von drei bis einem Zehntel Millimeter. Die Formen sind rundlich bis abgerundet länglich. Rutil erscheint als Einschluss in Pyrit und Arsenkies I oder als isolierte oder selten als agglomerierte Körner. Er selbst führt keinerlei Einschlüsse.

Kupferkies in Gebilden zwischen $< 0,1$ und 3 mm ist im Pyrit I eingeschlossen. Er wird von Magnetkies verdrängt, findet sich als Verkittungssubstanz von kataklastischem Pyrit und Arsenkies I, bettet aber auch Arsenkies II ein.

Markasit bildet meistens Säume um Pyrit I und schwammig-poröse Pseudomorphosen nach Pyrit. Die wenigen freien Körner sind meist xenomorph. Einschlüsse: idiomorpher Arsenkies I.

Magnetit. Als freie Xenoblasten, als Verwachsung mit Pyrit I. Graphische Strukturen in Pyrit sind wohl als Zusetzung von Magnetkies zu deuten (RAMDOHR 1960, S. 558). Ferner findet sich Magnetit in den Maschen der Graphitgewebe.

Zinkblende. Die wenigen um 0,05 mm grossen Zinkblende-Individuen sind isolierte Körner oder Einschlüsse in Pyrit I.

Bleiglanz ist mit wenig Xenoblasten in Pechblende-Manetkies-Umgebung äusserst spärlich vertreten.

Ilmenit ist nur in einzelnen xenomorphen Exemplaren vorhanden.

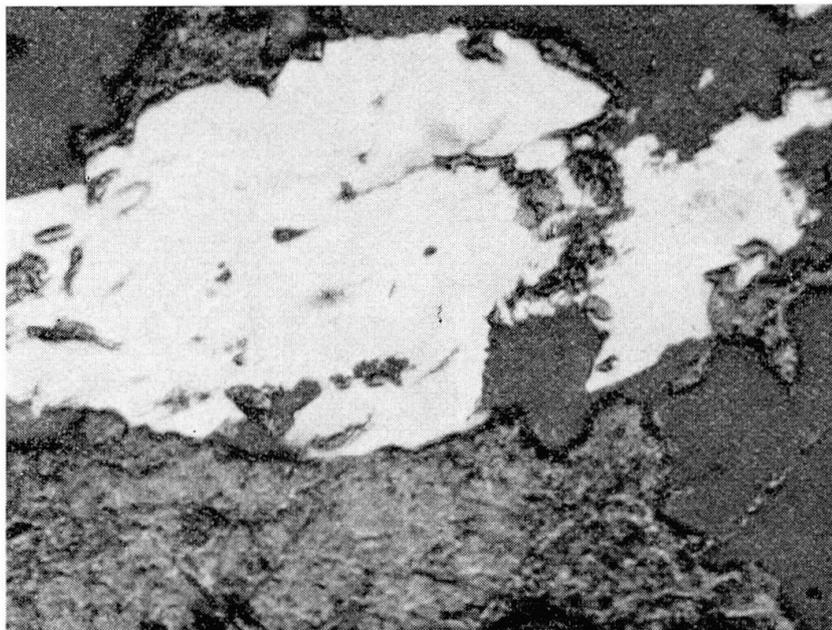


Fig. 8. Brannerit verwachsen mit Graphit und Quarz (glatte Oberfläche) 1 : 440.

Graphit. Zwei verschiedene Formen sind zu unterscheiden: halbwegs idiomorphe, gestreckte Einzelkörner und feinschuppige xenomorphe, meist sehr laminierte Gewebe bis Züge.

Der erste Typ erreicht Grössen von knapp zwei mm und ist einschlussfrei. Verwachsen ist er allenfalls mit Magnet- und Kupferkies. Er ist weniger verbreitet als der zweite Typ.

Der zweite Typ ist oft von Pechblende durchsetzt und enthält ferner Einschlüsse von Pyrit II, Arsenkies II, Magnetit und Gangart. Magnetkies einer späteren Phase verwächst ebenfalls mit dem Graphit oder umschliesst ihn fast völlig. Interessant ist ein Graphit-Einschluss mit Drucklamellen in Pyrit I.

Brannerit. Die wenigen Individuen sind meist gestreckt, graubräunlich, isotrop, Reflexion um 16%. Die Bestimmung wurde mit der Mikrosonde verifiziert (vorwiegend U und Ti, etwas Fe).

Die Untersuchung mit der Mikrosonde bestätigt auch die vereinzelte Anwesenheit von *Fahlerz* (Tetraedrit) und von *Boulangerit* in z. T. langgestreckten Kristallen (Mikrosonde: Pb 54,9%, Sb 26,7%, S 19,8% = 5 : 4 : 11).

BEGLEITMINERALIEN DER ERZE

Von einer eigentlichen Gangart kann man nicht sprechen. Die Begleitminerale sind dieselben wie im unmittelbaren Nebengestein, in der Menge, Struktur und Textur, auch im kleinen sehr wechselnd.



Fig. 9. Dünnschliff 1 : 10 aus einer Vererzungspartie mit drei verschiedenen Strukturbereichen des Quarzes. Links granoblastisch körnig, in der Mitte sehr feinkristallin von Karbonat und Erz durchsetzt, rechts lamellar (parallel einem Hauptrhomboeder?). Deutlich grössere Arsenkieskristalle.

Vorwiegend sind: *Quarz*, *Karbonat*, *Sericit-Muskowit*, spärlicher *Albit*; *Chlorit* fehlt. Das *Karbonat* ist weit vorwiegend *Dolomit*, grobspätig, z. T. stark verbogen. Beim *Quarz* können im gleichen Schriff Lagen oder gestreckte Linsen von granoblastischen Aggregaten sehr verschiedener Korngrösse (bis < 0,005 mm) mit langgestreckten, wohl plattigen Ausbildungen (offensichtlich nach einem Rhomboeder) abwechseln. Auch der *Dolomit* ist im letzteren Falle plattig. *Sericit*reiche Züge zeigen Neigung zu intensivster Kleinfältelung. Markante Bewegungshorizonte können bis unter 1 mm dick sein.

DAS NEBENGESTEIN

Nach den Schriffbefunden handelt es sich um etwas wechselvolle *Karbonat* (vorwiegend *Dolomit*) haltige meist sehr quarzreiche *Sericitschiefer* bis -gneise mit wenig albitischem *Feldspat* (bisweilen mit *Schachbrettbau*) und fast keinem *Chlorit*, teilweise von *Graphit* führenden Lagen durchsetzt. Auch das Nebengestein ist lagenweise auffällig tektonisiert.

CHEMISCHE BESTIMMUNGEN

Eine nach praktischen Gesichtspunkten entnommene Probe konnte chemisch nicht untersucht werden. Es wurde lediglich ein Handstück einer hoch radioaktiven Probe aus der Zone 3 analysiert (Röntgenfluoreszenz, Analix S.A. Genève).

Tabelle 4

U	16 100 ppm	Ga	90 ppm
Th	40 ppm	Zn	830 ppm
Pb	100 ppm	Cu	420 ppm
Zr	920 ppm	Ni	110 ppm
Y	560 ppm	Mn	1 000 ppm
Rb	600 ppm	Cr	50 ppm
As	9 800 ppm	Ti	3 850 ppm

Ferner wurden ungefähr 10 ppm Silber und ungefähr 50 ppm Antimon festgestellt.

VERGLEICH MIT ISÉRABLES

Im Auftreten besteht, soweit aus den nicht ausgedehnten Aufschlüssen zu schliessen, Verwandtschaft mit den Beobachtungen an den Uranvererzungen der Region Isérables: schmale vererzte Zonen (ohne eigentliche Gangart), im wesentlichen konkordant, in alpin metamorphen Glimmerschiefern, die zur Casannaschiefergruppe im weiten Sinne (inkl. metamorphes Permokarbon)

gehören. Wegen mangelnder Kenntnis des Gebirgsbaues zwischen Val d'Entremont und der Region Val de Bagnes–Val de Nendaz ist eine genauere Parallelisierung der Geologie der beiden Lokalitäten heute noch nicht möglich.

In der Mineralisierung sind Valsorey und Isérables dagegen völlig verschieden, wie folgende Aufstellung zeigt:

Tabelle 5

	Valsorey 1–5 ¹⁾	Isérables
Wichtigste Begleiterze (neben Pyrit)	Arsenkies, Magnetkies, Graphit	Fahlerz, Bleiglanz, Kupferkies, kein Graphit
«Gangart» (neben Quarz und Sericit)	Dolomit, kein Chlorit, keine Albitporphyroblasten, kein Turmalin	Albit (Porphyroblasten), Calcit, Chlorit, reichlich Turmalin

Für die weiteren Unterschiede wird auf die Beschreibungen verwiesen.

GENESE

Die Beobachtungen im Stollen sind für eine fundiertere Deutung der Bildungsgeschichte zu wenig ausgedehnt. Im wesentlichen dürfte sie ähnlich gewesen sein wie bei Isérables: Eine voralpine schichtige Vererzung einer schmalen Lage der Casannaschiefer wird alpin mehrphasig längs stärkeren Bewegungsbahnen mobilisiert und abgesetzt, wobei speziell im Pyrit und Arsenkies deutliche Altersunterschiede der Kristallisation in Porphyroblasten erkannt werden können. Die primäre Zufuhr von Uran (und der weiteren Metalle) muss hier wie bei Isérables offen bleiben (siehe die Ausführungen in TH. HÜGI et al. 1967).

LITERATUR

- K. BÄCHTIGER (1963): Die Kupfer- und Uranmineralisationen der Mürtchenalp (Kt. Glarus, Schweiz). Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Serie, Lief. 38.
- TH. HÜGI, F. DE QUERVAIN und E. RICKENBACH (1959): Les minéralisations d'uranium dans les Alpes suisses. Colloque de Grenoble sur la genèse des Minéralisations uranifères des Alpes Occidentales, p. 85–95.
- TH. HÜGI, F. DE QUERVAIN und E. RICKENBACH, mit F. HOFMÄNNER (1962): Übersichtskarte der Uran- und Thorium-Mineralisationen der Westalpen. Unter Mitarbeit von A. LENOBLE, G. MARINELLI und G. MITTEMPERGER. Schweiz. Geotechnische Kommission. Kümmerli & Frey, Bern.
- TH. HÜGI, V. KÖPPEL, F. DE QUERVAIN, E. RICKENBACH (1967): Die Uranvererzungen bei Isérables (Wallis). Beitr. Geol. Schweiz, Geotechn. Serie, Lief. 42. Mit Literaturangaben über alpine Uranvererzungen.

¹⁾ Die nicht näher untersuchte Zone 6 bei 1800 m scheint dagegen mehr vom Typus Isérables zu sein, z. B. reichlich Chlorit mit pleochroitischen Höfen um Pechblendekörner.

- N. OULIANOFF et R. TRÜMPY (1958): Notice explicative, Feuille Grand Saint-Bernard. En commission chez Kümmerly & Frey S.A., Berne
- P. RAMDOHR (1960): Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. 3. Auflage. Akademie-Verlag Berlin.

KARTEN

- Carte géologique générale de la Suisse 1 : 200 000, Feuille Sion (1946). En commission chez Kümmerly & Frey S.A., Berne.
- Atlas géologique de la Suisse, Feuille Grand Saint Bernard, par N. OULIANOFF et R. TRÜMPY (1958). En commission chez Kümmerly & Frey S.A., Berne.
- Carte des Gîtes Minéraux de la France 1 : 320 000, Feuille Lyon (1963). Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Paris. Schweizerischer Teil bearbeitet von der Geotechnischen Kommission.
- Geotechnische Karte der Schweiz, 1 : 200 000, Blatt 3, Genève-Lausanne-Sion. Zweite Auflage (1965). Kommissionsverlag Kümmerly & Frey, Bern.

BERICHTE

- K. BÄCHTIGER (1962): Bericht über die Untersuchung von 15 Erzanschliffen aus Casanna-schiefern von Valsorey (Kt. Wallis). Bericht für den Arbeitsausschuss für die Untersuchung schweizerischer Mineralien und Gesteine auf Atombrennstoffe und seltene Elemente.
- G. BOSSHART (1968): Bericht über die Untersuchung der uranerzführenden Casanna-Schiefer von Valsorey (Kt. Wallis), 1959. Bericht für den Arbeitsausschuss für die Untersuchung schweizerischer Mineralien und Gesteine auf Atombrennstoffe und seltene Elemente.
- H. LEU (1960): Bericht über Radioaktivitätsmessungen im Gebiet der Société des Forces Motrices du Grd. St. Bernard (Suisselectra S.A. Basel). Bericht für den Arbeitsausschuss für die Untersuchung schweizerischer Mineralien und Gesteine auf Atombrennstoffe und seltene Elemente.

Manuskript eingegangen am 20. März 1973.