

Zeitschrift: Minaria Helvetica : Zeitschrift der Schweizerischen Gesellschaft für historische Bergbauforschung = bulletin de la Société suisse des mines = bollettino della Società svizzera di storia delle miniere

Herausgeber: Schweizerische Gesellschaft für Historische Bergbauforschung

Band: - (2018)

Heft: 39: Goldabbau in der Schweiz

Artikel: Geochemische Prospektion am Gold-Wolfram-Vorkommen "Goldene Sonne", Calanda (GR)

Autor: Zographos, Gregor

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1089825>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 03.05.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Geochemische Prospektion am Gold-Wolfram-Vorkommen «Goldene Sonne», Calanda (GR)

Gregor Zographos

Eine Zusammenstellung unveröffentlichter Forschungsdaten aus dem Archiv der ehemaligen Schweizerischen Geotechnischen Kommission (SGTK), heutigen Fachgruppe Georessourcen Schweiz am Departement Erdwissenschaften der ETH Zürich, welche für die Beiträge zur Geologie der Schweiz / Kleinere Mitteilungen Nr. 90 durch R. Kündig, R. Vogler, (C. Bärtschi & A. Studer) verfasst, aber nie publiziert wurden.

Einleitung

Im Rahmen der Vervollständigung des Inventars der mineralischen Rohstoffe der Schweiz und im Zusammenhang mit einem Projekt des Bundesamtes für die wirtschaftliche Landesversorgung (BWL) führte die Schweizerische Geotechnische Kommission (SGTK) in den 90er Jahren geologisch-bergwirtschaftliche Untersuchungen am Goldbergwerk «Goldene Sonne» am Calanda (GR) durch.

Das bis dahin verschiedentlich auf Gold prospektierte Vorkommen (CADISCH 1939; BÄCHTIGER 1967, 1968/69, 1972, 1986) wurde in Bezug auf weitere, strategisch wichtige Metalle kaum untersucht. Dabei interessierte im Zusammen-

hang mit den Untersuchungen des BWL nebst Gold insbesondere das Element Wolfram, welches in den 80er Jahren (BÄCHTIGER, RÜDLINGER & CABALZAR, 1972) in Form des Schwerminerals Scheelit (CaWO_4) am Calanda entdeckt wurde.

Bei den Untersuchungen war es für die SGTK wichtig, nebst der allgemeinen, geologisch-erzpetrographischen Charakterisierung des Vorkommens auch Faktoren wie Zugänglichkeit, Infrastruktur, bestehende Untertagebauten, Schürfungen und Aufschlüsse, metallogenetische Interpretation auch eine bisher in steilem Waldgelände noch nicht getestete Bodenproben-Analytik

durchzuführen und deren Aussagekraft für weitere Prospektionen zu prüfen.

Das Vorkommen «Goldene Sonne» liegt am SSE-Hang des Taminser Calanda (752'450 – 752'600 N 190'500 – 190'650 E), rund 7 km westlich von Chur im Gemeindegebiet von Felsberg. Die 1200 – 1300 m ü. M. gelegenen Stollen und Schürfstellen sind von Felsberg aus über eine Forststrasse zu erreichen, von deren Ende (1100 m ü. M.) ein ungefähr 600 Meter langer Waldpfad zu den Hauptvererzungen führt. Diese liegen direkt am Fuss mächtiger Malmkalkwände in sehr steilem, von Gehängeschutt und Nadelwald bedecktem Gelände.

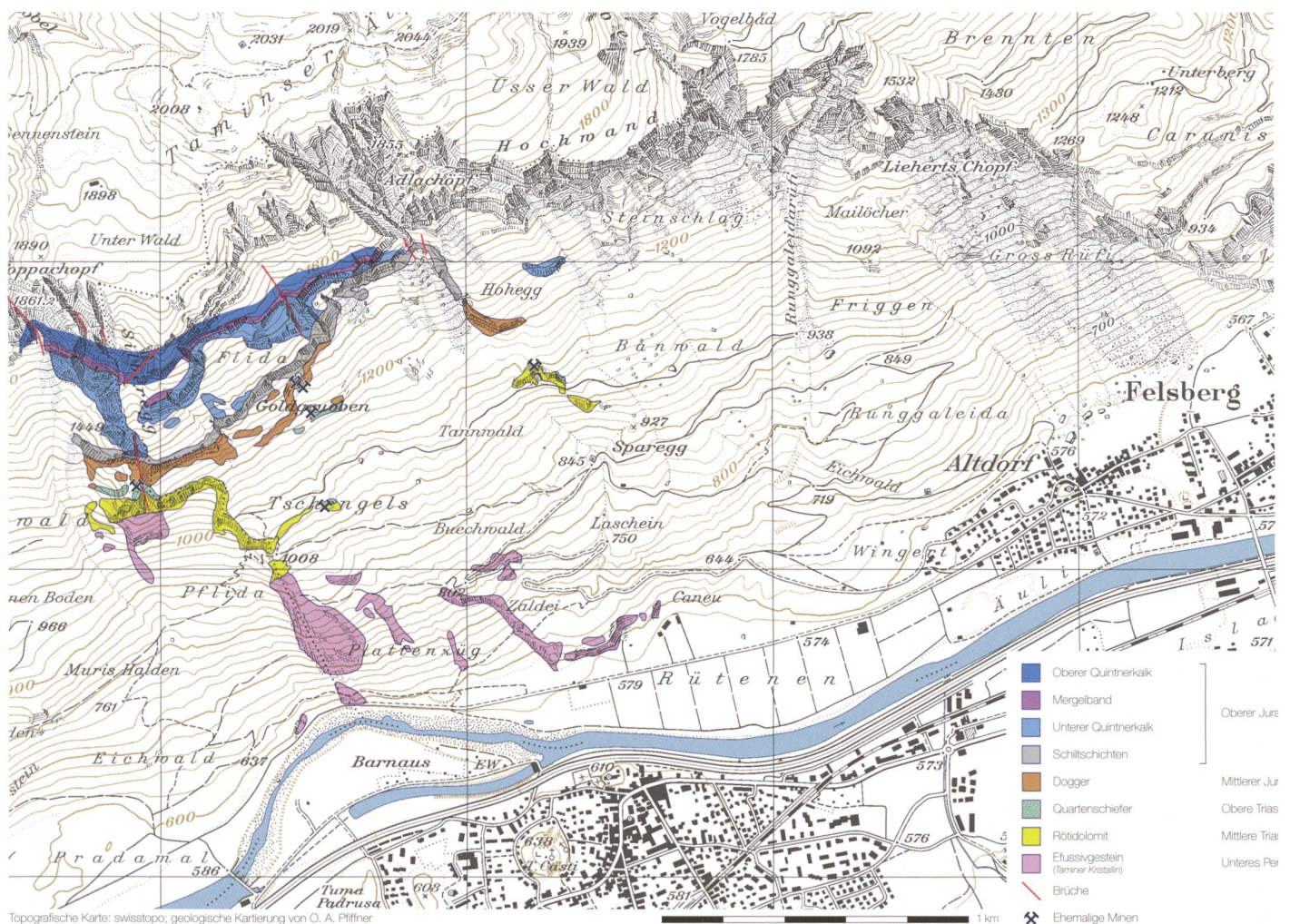


Fig. 1

Geologische Übersicht des Calandas mit den Stolleneingänge der ehemaligen Minen.

Historischer Überblick

Obwohl in der Literatur teilweise ausführliche Beiträge zur Geschichte der Goldenen Sonne am Calanda zu finden sind (CADISCH 1939; Bergknappe 38 (1986), 55 (1991), 92 (2000), 93 (2000); GERBER, 1994), werden vollständigkeitshalber die wichtigsten Aktivitäten und Ereignisse am Bergwerk kurz zusammengefasst:

Die Arbeiten von 1809 – 1818 sind die ältesten belegten Bergbauaktivitäten im Gebiet der Goldenen Sonne. Die spärlichen Beschreibungen sind aber eher von geognostischem Charakter.

Während einer zweiten Bergbauperiode von 1856 – 1861 wurde in der Oberen Gruob vom damals bestehenden Stollensystem aus in östlicher Richtung im bescheidenem Rahmen abgebaut. Mehrere prachthvolle Goldstufen stammen aus dieser Zeit.

Am Ende des 19. Jahrhunderts wurde nochmals versucht das Vorkommen nutzbar zu machen; zu einem Abbau kam es jedoch nicht (Rocco 1899).

Im Jahre 1925 führte Joos Cadisch im Auftrag der SGK Untersuchungen an den Lagerstätten der «Goldenen Sonne» durch. Des Weiteren wurde Cadisch während der Wirtschaftskrise in den Vorkriegsjahren durch die Schweizerische Zentralstelle für Arbeitsbeschaffung mit einer erneuten Erforschung des Bergwerks beauftragt. Sein Bericht (CADISCH 1939) fiel jedoch in Bezug auf die Goldvorkommen pessimistisch aus.

Diverse Schürfarbeiten nach Gold blieben bis heute meist erfolglos. Lediglich 1960 wurde ein Strahler in der Oberen Gruob durch einen sensationellen Fund beglückt.

Diverse Schürfarbeiten nach Gold blieben bis heute meist erfolglos. Lediglich 1960 wurde ein Strahler in der Oberen Gruob durch einen sensationellen Fund beglückt.

Diverse Schürfarbeiten nach Gold blieben bis heute meist erfolglos. Lediglich 1960 wurde ein Strahler in der Oberen Gruob durch einen sensationellen Fund beglückt.

Von 1970 – 1972 wurde südöstlich der Mittleren Gruob und der Oberen Gruob sowie in der goldfreien Mittleren Gruob in Flourit- und Quarzgängen erstmals das Wolframat Scheelit entdeckt (BÄCHTIGER, RÜDLINGER & CABALZAR 1972).

In den 90er Jahren wurde die SGTK vom Bundesamt für die wirtschaftliche Landesversorgung beauftragt, das Au-W-Vorkommen am Calanda aus strategischen Gründen nochmals zu begutachten. Die Resultate dieser Untersuchung sind Hauptbestandteil der vorliegenden Zusammenstellung.

Aufgrund der Literaturangaben muss angenommen werden, dass der Bergbau auf Gold zu keiner Zeit auch nur annähernd rentabel gewesen sein kann. Während die Goldgehaltsangaben aus der Abbauzeit mit 14,2 g Au/t für gröbere Gangmasse und immerhin 64,6 g Au/t für Grubenklein für heutige Verhältnisse durchaus interessante Grössenordnungen darstellen, sind wohl die Analysen von Cadisch (1930) und Staub (1934) (CADISCH 1939) mit Goldgehaltsangaben von weniger als 1 g Au/t viel wahrscheinlicher und vergleichbar mit den neuen Untersuchungen der SGTK.

Überblick der Geologie am Calanda

Im tektonischen Kontext gehören die mesozoischen Gesteine des Taminser Calanda zur autochthonen bis parautochthonen Sedimentbedeckung des Aarmassivs (Infrahelvetikum). Der Kontakt zum altkristallinen Grundgebirge kann wenige Kilometer in nördlicher Richtung im Fenster von Vättis im Taminatal beobachtet werden (HÜGI 1941).

Die Stratigraphie auf der Südseite des Taminser Calanda, an der die Bergbauaktivitäten studiert wurden, umfasst mindestens vier Serien unterschiedlicher Perioden (Fig. 2):

Permische Eruptiva (290 – 250 Ma)

Am Talgrund wie auch in den unteren Teilen der Forststrasse stehen Vulkanite permischen Alters an. Nach Pfiffner (1973) handelt es sich dabei hauptsächlich um Spilite und Keratophyre. Gegen das Hangende (Trias) wird das sogenannte «Tamiser Kristallin» durch Dazit bis Rhyodazit begleitet von Tuffen und Tuffiten abgeschlossen. Die metamorphisierten Tuffe und Tuffite stehen heutzutage als graugrüne Epidot-Chlorit-Serizitschiefer an. Bächtiger (1966) beobachtet an ihrer Basis Pillow-Lava-Bildungen, was zur Interpretation führt, dass sie zur Wurzelzone der Helvetischen Decke zählt.

Trias (250 – 210 Ma)

Über den permischen Vulkaniten folgen Sedimentgesteine der Trias. Unter- und oberhalb der Forststrasse (an ihrem Ende auf 1100 m ü. M.) finden sich grössere Aufschlüsse von grobgebanktem, oft fein durchädertem, grauem Dolomit, welches dem des Rötidolomit entspricht. Er bildet in diesem Gebiet die Hauptlithologie der Trias-Serie. Abgeschlossen wird die Serie von Sandsteinen und Tonschiefern der oberen Quarten-Serie. Die Tonschiefer sind im obersten Bereich stark hydrothermal überprägt worden (AUDÉTAT 1995). Der helle, gelblich angewitterte, markante Rötidolomit steht u. a. in der Silberegg, beim Kupfergrüebli oder bei der Unteren Grube (1050 m ü. M.) an.

Dogger (178 – 157 Ma)

Angrenzend an die Gesteine der Trias folgt direkt die Serie des Doggers. Somit besteht eine Schichtlücke zu Beginn der Serie aus Jurasedimenten. Die Gesteine aus dem Lias fehlen im Gebiet. Gemäss Trümpy (1949) und Bächtiger (1966) wurden diese gar nicht erst abgelagert. Der Dogger wird von eisenreichen Sandsteinen und Tonschiefern dominiert, die kontinuierlich in eine Echinodermenbrekzie übergehen. Gegen den Malm wird

die Serie von einem geringmächtigen oolithischen Kalk abgeschlossen. Dieser ist zum Teil stark mit Pyrit durchzogen und beinhaltet viel Magnetit und zählen zum Blegioolith (AUDÉTAT 1995). Die Obere Grube «Flida» der «Goldenen Sonne» befindet sich stratigraphisch in der «Bommersteinserie», in der Untereinheit Aalenian des Doggers (GERBER 1994).

Malm (157 – 145 Ma)

Über den Gruben der «Goldenen Sonne» stehen schliesslich die mächtigen, fast senkrechten Malmkalkwände an. Der Malm wird durch merglige Kalkschiefer, Schiltkalke sowie durch den Quintnerkalk als «eigentlicher Hochgebirgskalk», aufgebaut (CADISCH 1939).

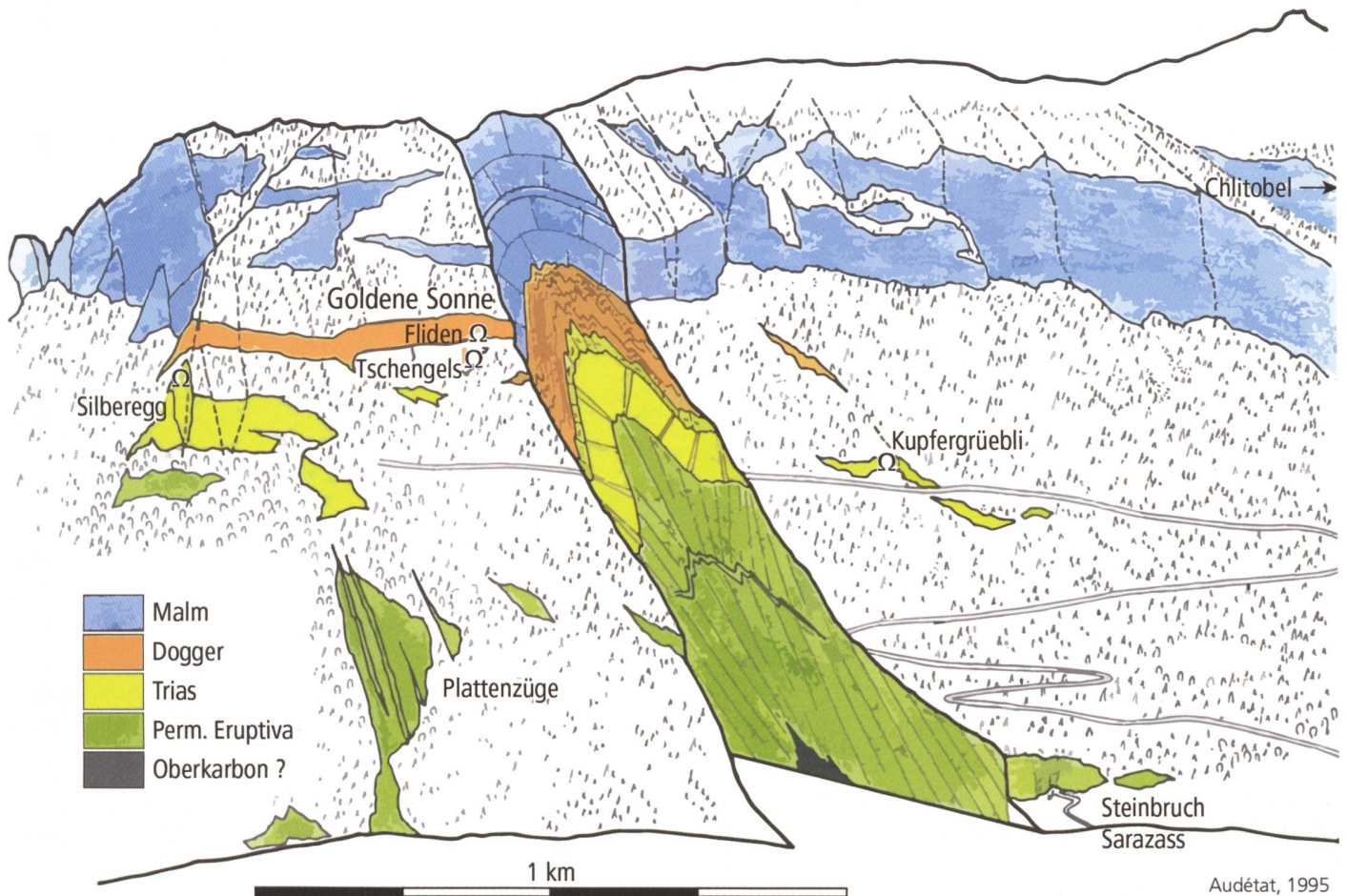
Zwei Deformationsphasen haben im Gebiet der «Goldenen Sonne» zur Ausbildung von zwei differenzierbaren Schieferungen und Kluftsystemen geführt (GERBER 1994; AUDÉTAT 1995).

Geologie in der Umgebung der Gruben

Im Folgenden wird die Geologie in der Umgebung der Gruben an der Oberfläche sowie untertage beschrieben.

«Untere Gruob» (Fig. 3)

Beim Eingang der «Unteren Gruob» (Koordinaten: 752'530 N 190'210 E, 1050 m ü. M.) steht rötlichgelb angewitterter, massiger, gut gebankter Dolomit an, der dem Rötidolomit entsprechen dürfte. Ab einer Tiefe von 30 m im Innern des Stollens folgen Wechsellagerungen von rötlich-violetten Schiefern mit Dolomitknollen und grauen, graphitreichen Schiefern sowie Quarzsandsteinen. Nach den stratigraphischen Ausführungen in Oberholzer (1933) und Blumenthal (1911) handelt es sich dabei um den Melsersandstein. Auf der ganzen Stollenlänge sind keine Anzeichen einer Vererzung zu erkennen. Lediglich nach 85 m steht in



einer Scherzone grünlicher Serizitphyllit an, der demjenigen in der Umgebung der Vererzungen in den anderen Stollen ähnlich sieht. Vermutlich ist mit dem hier abgeteuften Schacht versucht worden, in eine erzführende Zone dieses Gesteins zu gelangen, welches hier aber keine Anzeichen einer Vererzung zeigt.

«Mittlere Gruob» (Fig. 5)

Der vorderste Teil der «Mittleren Gruob», auch bekannt als Grube «Tschengels» (Koordinaten: 752'490 N 190'520 E, 1200 m.ü.M.) führt durch eine Wechsellagerung von massigem Kalk und dünnen, grünlichen, pyritführenden Serizitphylliten. Nach etwa 50 m folgt dunkelgrauer, massiger Kalk, der zum Teil leicht geschiefert ist. Der Stollen endet

in leicht krenuliertem Kalkschiefer. Die Hauptschieferung fällt mit 150-170/30-60 ein. Vor allem im vorderen Teil des Stollens sind zahlreiche unregelmässige, zum Teil stockartige Quarz-Kalzit-Gänge aufgeschlossen, die zweien Kluftsystemen angehören. Das erste (Q1) verläuft mit 140-180/20-80 fast schieferungsparallel, das zweite (Q2) steht mit 330/70 steil dazu.

«Obere Gruob» (Fig. 6)

Die «Obere Gruob» oder Grube «Fliden» (Koordinaten: 752'450 N 190'620 E, 1280 m.ü.M.) liegt direkt am Fuss der mächtigen Malmkalkwänden. Der am Eingang anstehende dunkelgraue, massige Kalk geht nach wenigen Metern in dunkelgraue teils sandige Schiefer und

Fig. 2

Zeichnung mit der geologischen Zusammensetzung des Calandas. die Grossfalte ist durch den Schnitt veranschaulicht. Nach AUDÉAT (1995)

Phyllite über, die Pyritwürfeln mit bis zu 5 mm Kantenlänge enthalten. Die Hauptschieferung weist ein Fallen von 140-160/35-75 auf. Wie in der «Mittleren Gruob» sind auch hier zwei Quarz-Kalzit-Kluftsysteme mit Schieferungsorientierungen von 130-160/20-85 resp. 260-330/65-80 auszumachen. Etwa 30 m unter dem Stolleneingang sind noch Anzeichen eines weiteren Stollens, der «Neuen Gruob», zu sehen, dessen Eingang aber komplett zugeschüttet ist.

«Chupfergrüebli»

Der Eingang zu diesem kurzen Stollen (Koordinaten: 753'220 N 190'660 E, 1090 m ü. M.) ist eingestürzt und befindet sich in Rötidolomit. Der Dolomit enthält hier in den Gängen und Adern aus Quarz und Fluorit etwas Chalkopyrit und Fahlerz sowie wenig Malachit und Azurit.

«Taminser Grüebli» (Fig. 4)

Beim «Taminser Grüebli» (Koordinaten: 751'910 N 190'280 E, 1250 m ü. M.) handelt es sich um einen kurzen, sehr unregelmässigen Stollen, der einem Quarz-Kalzit-Gang folgt. Der Eingang liegt vollständig in diesem Gang, welcher am Ende des Stollens abtaucht. Beim Nebengestein handelt es sich um einen grünlichen, schmierigen Serizitphyllit (Quartenschiefer). Der Quarz-Kalzit-Gang ist sehr unregelmässig, zum Teil fast stockartig ausgebildet und enthält bis 0.5 m grosse Linsen des Nebengesteins. Die Schieferung des Nebengesteins schmiegt sich der Form des Ganges an und sein Fallen beträgt 180-210/35-60. Der Gang weist oft dicke Krusten eines Eisenhydroxides auf. Kurz vor dem Stolleneende ist der Serizitphyllit auf einer Fläche von einigen Quadratzentimetern mit Malachit überzogen.

Weitere Aufschlüsse in der Umgebung der Stollen

Die einzige Stelle, an der Quarz-Kalzit-Klüfte an der Oberfläche aufgeschlossen sind, liegt etwa 100 m östlich der «Mittleren Gruob». Hier ist das Gestein – ein bräunlicher, sandiger Kalk – durch Lawinen und intensiver Strahlertätigkeit auf einer Fläche von etwa 10 x 30 m gut aufgeschlossen. Die Gänge und Linsen enthalten in Hohlräumen oft schöne Bergkristallstufen.

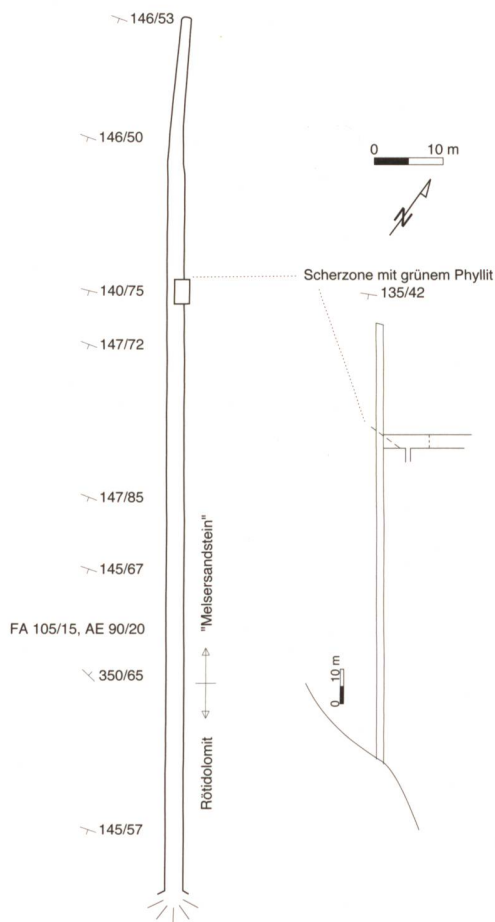


Fig. 3
Stollenplan der «Untere Gruob»

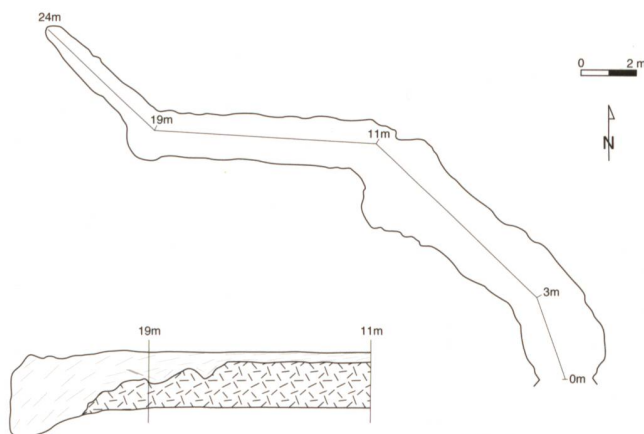


Fig. 4
Stollenplan des «Taminser Grüebli»

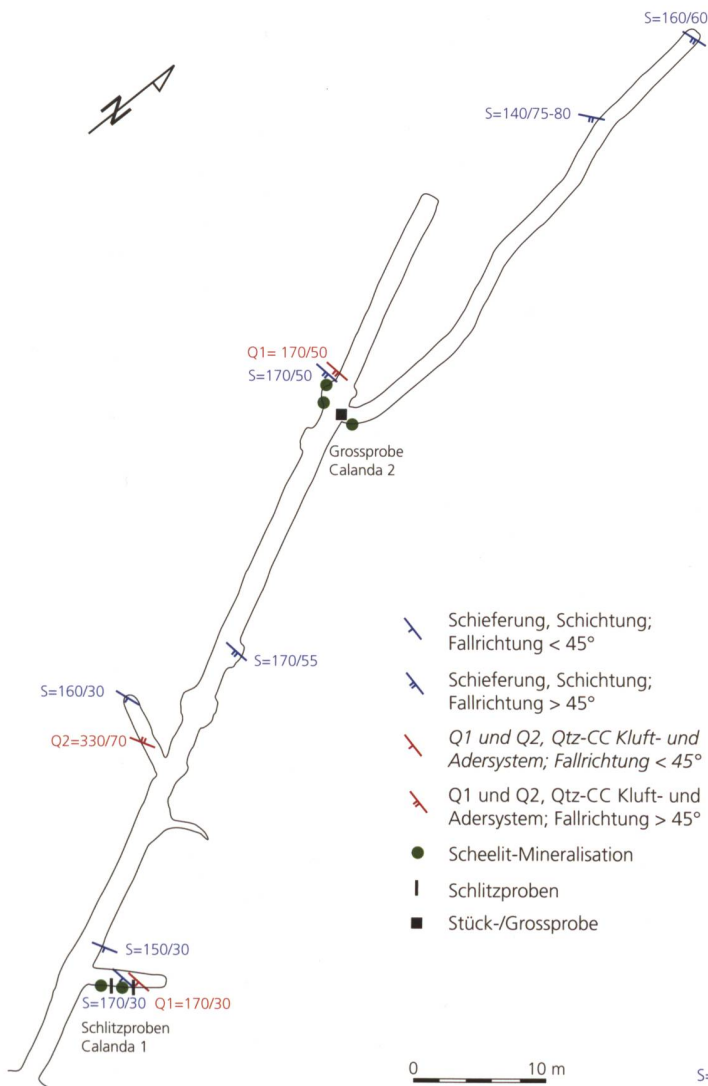


Fig. 5
Stollenplan der «Mittleren Grub»

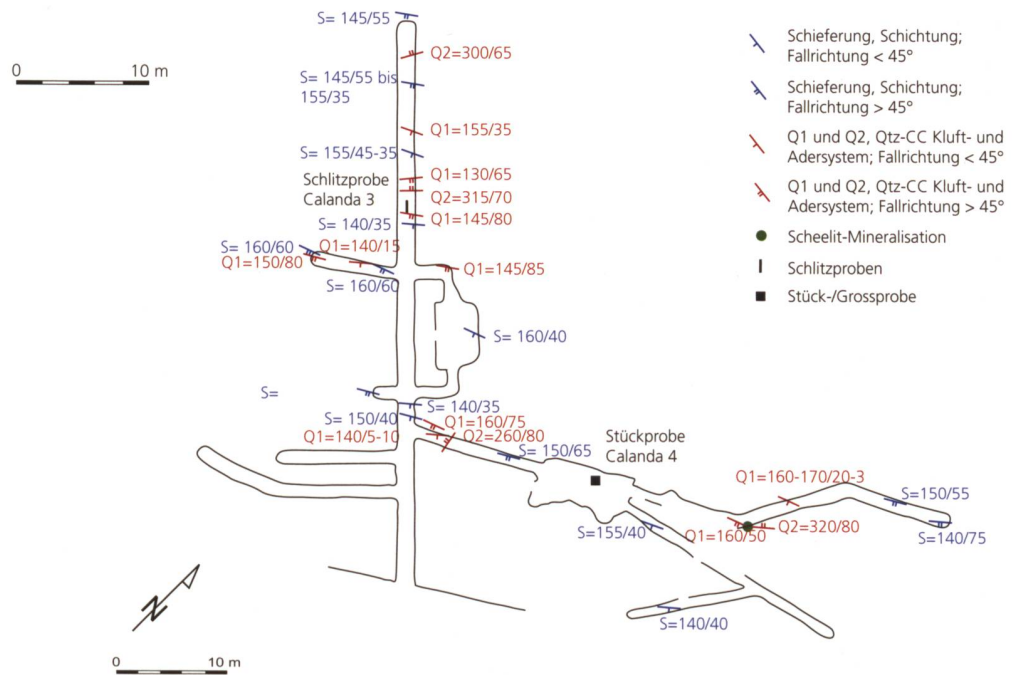


Fig. 6
Stollenplan der «Oberen Grub»

Vererzungen

Wie bereits erwähnt, sind in der «Mittleren Gruob» und in der «Oberen Gruob» zwei Quarz-Kalzit-Kluftsysteme, Q1 und Q2, zu unterscheiden. Das erste Kluftsystem Q1, das ungefähr schieferungskonkordant verläuft, enthält den überwiegenden Teil der Mineralisation. Q2 dagegen ist als taub zu bezeichnen und weist nur vereinzelt etwas Pyrit auf. Der Quarz-Kalzit-Gang, der im «Taminser Gruebli» abgebaut wurde, ist infolge

seiner geometrischen Lage auch zum System Q1 zu zählen und weist ebenfalls eine signifikante Vererzung auf.

Mineralogie

Der Calanda weist eine sehr reichhaltige Mineralienvielfalt auf, welche in diesem Umfang eher selten in den helvetischen Decken aufzufinden ist. Durch die starke Zerklüftung in den unterschiedlichen Gesteinen am Calanda sind die Voraussetzung und der chemische

Ursprung gegeben, damit heterogene Mineralparagenesen und Vererzungen in signifikanter Grösse auftreten können. In Parker (1973) werden die verschiedenen Mineralfundstellen beschrieben, auf die hier nicht in Detail eingegangen wird.

Auf die verschiedenen geologischen Einheiten bezogen, lassen sich die über 40 vom Calanda bekannten Mineralien in folgende Paragenesen einteilen (WEIBEL 1990 und STALDER et al. 1998):

Formationen	Mineralien
Permische Kristallin Plattenzüge; Tschengels; Sondierstollen Domat/Ems-Felsberg; Steinbruch Sarazass	Adular, Albit, Apatit, Calcit, Chalcopyrit, Chlorit, Covellin, Epidot, Galenit, Hämatit, Pyrit, Quarz, Titanit, Turmalinasbest
Triassischer Rötidolomit Kupfergruebli; Silberegg	Azurit, Boulangerit, Calcit, Cerussit, Chlorit, Covellin, Dolomit, Fluorit, Galenit, Gold, Malachit, Pyrit, Quarz, Scheelit, Sphalerit, Stibiconit, Tenorit, Tetraedrit, Wulfenit, Zinkenit
Dogger «Goldene Sonne»	Arsenopyrit, Azurit, Brochantit, Calcit, Cerussit, Chlorit, Dolomit, Fluorit, Galenit, Goethit, Gold, Kaolinit, Malachit, Muskovit, Pyrit, Quarz, Scheelit, Siderit, Synchisit, Tetraedrit, Wulfenit
Malm Chlitobel, Felsberg	Azurit, Bindheimit, Calcit, Chalcopyrit, Covellin, Dolomit, Fluorit, Galenit, Hemimorphit, Malachit, Mimetesit, Pyrit, Quarz, Stibiconit, Tetraedrit, Zinkenit
Gault Hintertal, Untervaz	Adular, Anatas, Apatit, Brookit, Calcit, Chlorit, Illit, Quarz, Rutil
Tertiärer Flysch Mastrils bei Landquart	Albit, Brookit, Calcit, Quarz

Fig. 7

Die Lithologien am Calanda mit ihren Mineralzusammensetzungen nach Audétat (1995); aufgeschlüsselt in erwiesene und vermutete Vorkommen.

Mineral assemblages of the lithologies at the Calanda

Audétat, 1995

———— identity or existence certain
 identity or existence questionable

Malm	Host rock	Altered host rock	Hydrothermal phase	
Calcite	————			————
Quartz	————		————
Dolomite		————		————
Fluorite				————
Zinkenite				————
Sphalerite				————
Fahlore				————
Pyrite			
Chalcopyrite			
Dogger	Host rock	Altered host rock	Veining phase 1	Veining phase 2
Quartz	————			
Magnetite	————			
Graphite			
Sericite	————			
Chlorite	————			
Chloritoid	————			
Calcite	————		————
Scheelite	 ?		
Fluorite	 ?		
Arsenopyrite		————		
Pyrrhotite			
Chalcopyrite			
Fahlore			
Ankerite		————	
Pyrite		————		————
Gold				————
Röti Series (Röti Dolomite)	Host rock	Veining phase 1	Veining phase 2	Veining phase 3
Quartz	————
Dolomite	————			
Fahlore		————		
Pyrite		————		
Scheelite		————		
?Chalcostibite		————		
Sphalerite		————		
Fluorite		————		
Galena		————		
Sulfosalt minerals*		————		
Gold			————	
Wulfenite			————	
Azurite, Malachite				————
Calcite				————
Cerussite				————
Permian eruptives	Host rock	Altered host rock	Hydrothermal phase	
Calcite	————			————
Quartz	————		————
Chlorite	————			————
Plagioclase	————			————
Orthoclase	————			————
Pumpellyite			
Fe-Ti-Oxide	————			————
Sericite	————		————
Epidote	————		
Biotite	————		
Pyrite	
Albite		————		————
Tourmaline		————		————
Chalcopyrite		————		————
Hematite		————		————
Apatite				————
Adularia				————
Galena				————
Covellite				————

*) Jamesonite, Boulangerite, Bournonite, Zinkenite

Prospektion und Probenentnahmen

Gold und Scheelit sind Minerale, die makroskopisch im Nebengestein oder in hydrothermalen Gängen oft nur sehr schwer oder nicht zu erkennen sind. Scheelit zeigt aber unter kurzweiligem UV-Licht eine – je nach Mo-Gehalt – charakteristische Fluoreszenz. Gold kann oft nur durch chemische Analysen festgestellt werden. Unter Berücksichtigung dieser beiden Tatsachen entschied man, Untersuchungen in den Stollensystemen, geochemische Bodenprospektionen sowie eine nächtliche Übertage-UV-Prospektion durchzuführen.

Untersuchungen in den Stollensystemen

Die folgenden Beschreibungen zeigen die damaligen Methoden und Erkenntnissen der Feldarbeit auf.

Vermessung der Stollen

Da für die vorgesehenen Untersuchungen keine exakten Stollenpläne existierten wurden die noch begehbaren Stollensysteme der Oberen Gruob (auch Grube «Fliden» genannt) und Mittleren Gruob (auch als Grube «Tschengels» bezeichnet) genau vermessen. Sie sind in den Fig. 6 und Fig. 5 dargestellt und enthalten nebst den strukturgeologischen Messungen auch die Entnahmestellen der verschiedenen Proben, sowie Angaben über Scheelitmineralisationen und weiterführende geologische Beobachtungen.

Strukturgeologische Untersuchungen

In den zwei Stollensystemen wurden das Nebengestein und die hydrothermalen Gänge eingemessen (siehe Stollenpläne). Dabei bezeichnet S die Schieferung des Nebengesteins, Q1 die Quarz/Calcit-Klüfte- und Gänge, wel-

che parallel zur Schieferung liegen, und Q2 die Quarz/Calcit-Klüfte- und Gänge, welche steil zur Schieferung stehen.

Die beiden Untertagebauten verlaufen in stellenweise pyritreichen, grünlich-weißen Serizitschiefern und grauen bis schwarzen Phylliten. Die Schiefer zeigen ein Fallen der Hauptschieferung von 140-175/20-85. Diese Gesteine werden von einer Vielzahl von Quarz-Karbonat-Adern und -Linsen durchzogen.

Zwei Hauptrichtungen der Klüfte/Gänge lassen sich feststellen. Ein erstes Quarz-Calcit-Kluftsystem (Q1) verläuft nahezu schichtparallel (110-160/10-85), ein zweites Quarz-Calcit-Kluft- und Adersystem (Q2) verläuft steilstehend dazu (260-330/60-80). Die beiden Kluft- und Adersysteme sind in den Stollenplänen eingetragen und in einem zusammenfassenden Stereogramm ausgewertet (Fig. 8). Der überwiegende Teil der Mineralisationen wurde im System Q1 festgestellt. Gänge und Linsen des Systems Q2 sind an vielen Stellen – offensichtlich wegen ihres Reichtums an schön ausgebildeten Kluftkristallen (Quarz und Calcit) – von Strahlern ausgebeutet worden. Sehr oft sind grobspätiges Karbonat und Quarz in faust- bis kopfgrossen Knauern angereichert. Diese Gänge und Knauer sind in vielen Fällen taub, führen gelegentlich aber Konzentrationen von Pyrit (Kantenlängen bis 5mm).

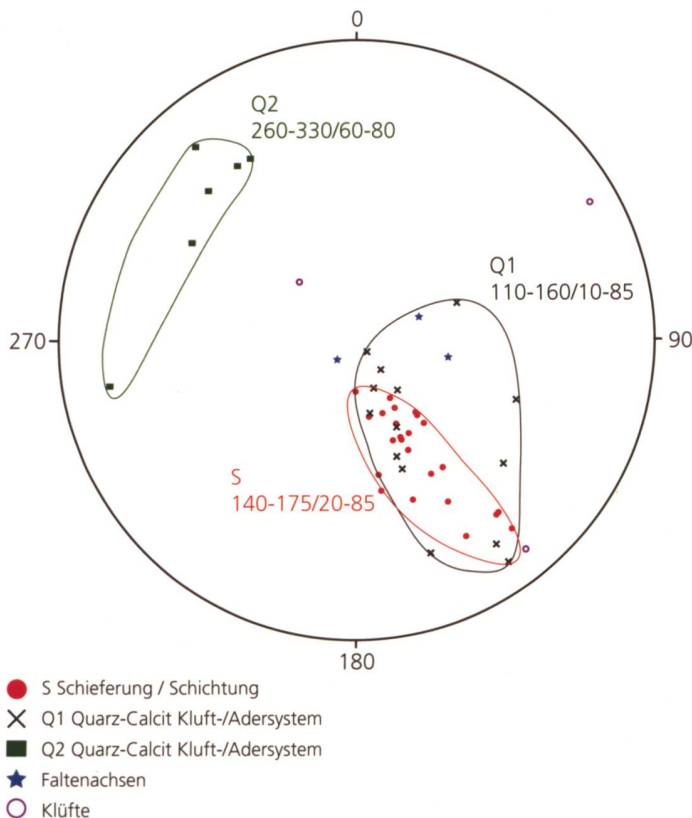
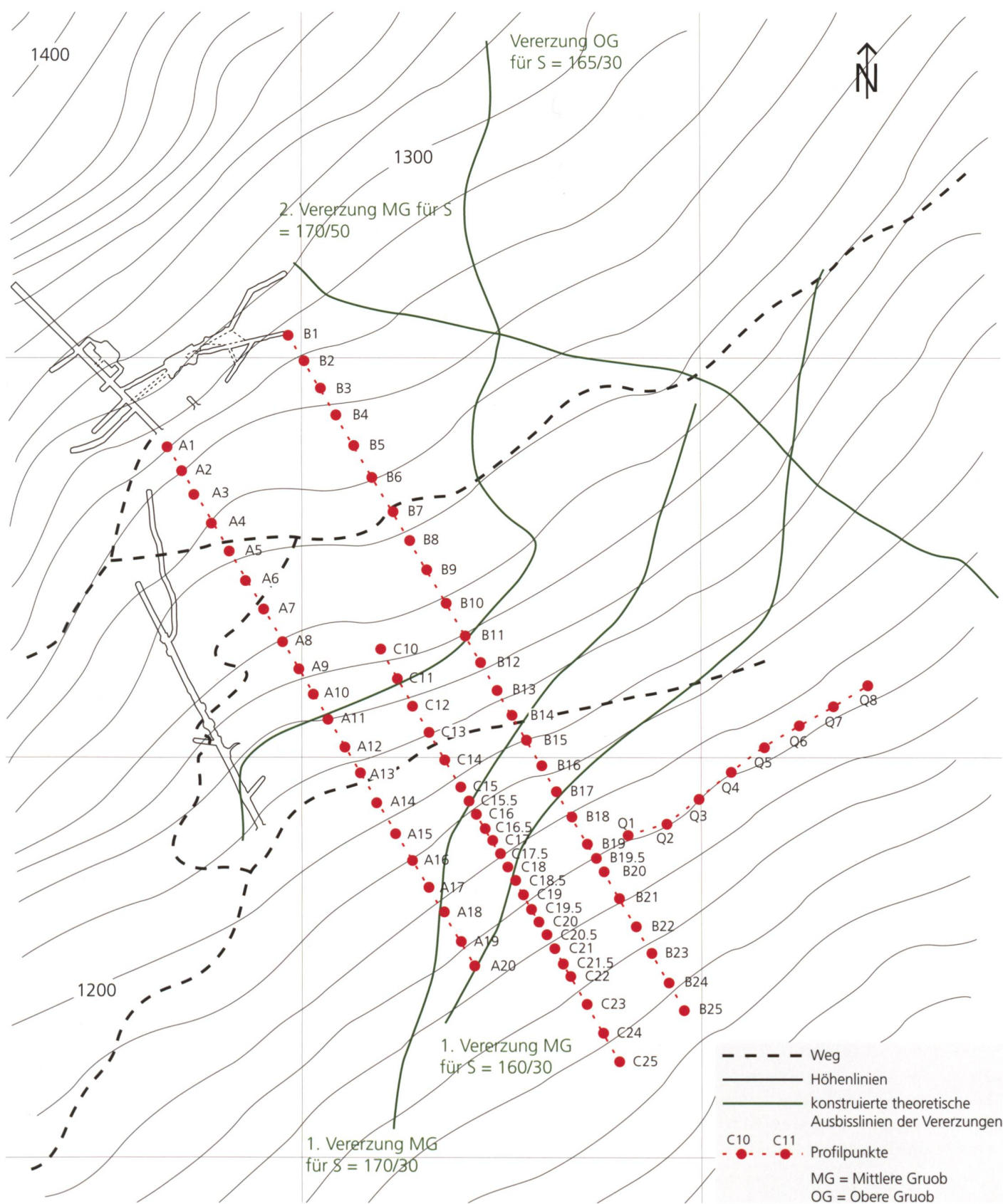


Fig. 8

Stereoplot mit den Messwerten aus der Orientierung der Zwei Kluftsystemen Q1 und Q2 sowie die Schieferung des Gesteins.

Fig. 9

Lage der Profile A, B, C, Q mit Bezeichnung der einzelnen Probestellen.



Prospektion und Mineralisation

Goldmineralisation: Freigold wurde im Verlauf der früheren Untersuchungen keines gefunden. Zwar wurde der vierte Weststollen der Oberen Gruob, in dem 1960 Freigold gefunden wurde, speziell untersucht. Als einzig makroskopisch feststellbares Erzmineral wurde Pyrit gefunden. Dieses Mineral tritt sowohl als feinkörnige Masse wie auch als grössere, idiomorphe Kristalle (bis 5mm gross) in den Schiefen und Phylliten, wie auch in den Quarz-Karbonatadern auf. Da Pyrit häufig ziemlich hohe Goldgehalte aufweisen kann, wurden an verschiedenen Stellen Schlitz- und Grossproben der pyritreichen Schiefer und Quarz-Karbonatgänge gesammelt (siehe Stollenpläne Fig. 4 – Fig. 6).

Scheelitmineralisation: Durch die minutiöse UV-Prospektion in den beiden Stollensystemen wurde eine grössere Anzahl scheelitvererzter Adern in der Mittleren Gruob gefunden. Eine einzige Stelle mit wenig Scheelit fand sich im östlichen, ehemaligen Abbaugbiet der Oberen Gruob (Fig. 6). Die bisher reichste Scheelitmineralisation wurde im ersten Oststollen der Mittleren Gruob gefunden (Fig. 5). Hier, wie auch an anderen Stellen dieses Stollensystems, zeigt sich, dass der Scheelit feinkörnig und lagig in unmittelbarem Kontakt zur Quarz-Karbonat-Adern zum feingeschieferen Nebengestein (pyritführender Serizit-schiefer bis -phyllit) vorkommt (Fig. 5). Oft findet sich hier das Erzmineral auch im Nebengestein selbst; gelegentlich bildet es fast monomineralische, wenige zehntel-mm mächtige Äderchen im Nebengestein. Auch wenn in einigen Fällen lokale Scheelitkonzentrationen gefunden werden konnten, muss die W-Mineralisation in den beiden untersuchten Stollensystemen als eher punktuell und schwach bezeichnet werden.

Probenentnahme in den Stollensystemen

Um eine erste Übersicht über den Gehalt an ökonomisch interessanten Elementen machen zu können, wurden im 1989 an verschiedenen Stellen Proben gesammelt (Fig. 5 und Fig. 6):

- Schlitzproben (über 1.5 – 2m), ungefähr senkrecht zum Streichen des Nebengesteins oder der hydrothermalen Gänge bzw. Gangschwärme:
Die Analyse dieser Proben sollte ein Bild über den Gehalt an Gold in den pyritreichen Schiefen und Phylliten sowie an Wolfram in den von hydrothermalen Gängen durchzogenen Schiefen und Phylliten geben. Bei den Schlitzproben wurde darauf geachtet, möglichst den ganzen Querschnitt der vererzten Zone zu beproben.
- Grossproben (ca. 5-10kg) von hydrothermalen Gängen aus dem östlichen Abbaugbiet der Oberen Gruob:
Die Analysen dieser Proben sollten Auskunft geben über den durchschnittlichen Gold- und Wolframgehalt der hydrothermalen Phase.
- Handstücke und Grossproben von unvererztem Nebengestein auch aus der weiteren Umgebung:
Die Analysen dieser Proben sollten metallogenetische Aussagen möglich machen (sind die Elemente der Mineralisation aus einer der Lithologien der näheren Umgebung mobilisiert worden?). Die Proben wurden bei OMAC-Laboratories, Loughrea, Irland mit Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) auf die Elemente Cu, Pb, Zn, Ag, As, Sb, Bi, W und Au hin analysiert.

Geochemische Bodenprospektion

Um die Scheelitmineralisation östlich der Mittleren Gruob näher lokalisieren zu können, wurden in einem ersten Schritt zwei geochemische Bodenproben-Profile gesammelt (siehe Fig. 9). Die Profile wurden mit Kompass und Meterband vermessen, jeder Probenpunkt wurde mit einem Holzpflock markiert. Dies erlaubt eine genaue Orientierung allfälliger späterer Detailprospektionen.

Das erste Proben-Profil A hat seinen Ausgangspunkt 10 m unterhalb des Stollenmundlochs Obere Gruob (ca. 1270 m); von dort aus wurde alle 10 m, in Richtung 150° eine Bodenprobe gesammelt. Das Profil erstreckt sich über 200 m effektive Länge, bis ca. 60 m unterhalb (1170m) und ca. 30(?) m östlich des Stollenmundlochs Mittlere Gruob. Bei den meisten der 20 gesammelten Proben (A1 – A20) konnte Material aus dem Anreicherungshorizont (B-Horizont) genommen werden. Dieser Horizont befindet sich im Untersuchungsgebiet – je nach Steilheit des Geländes – in 10 – 30 cm Tiefe und hebt sich durch seine gräuliche bis graubraune Färbung gegenüber des darüberliegenden schwarzen bis schwarzbraunen A0-, A1-Horizont ab. Oft sind die Bodenprofile in diesem sehr steilen Gebiet repetiert; in diesen Fällen wurde aus jedem angeschnittenen Profil aus dem jeweiligen B-Horizont Material genommen.

Das zweite Proben-Profil B wurde 40 m östlich mit Beginn auf 1280 m genommen; geländebedingt konnten hier nur über 190 m Proben (B1 – B19) gesammelt werden. B19 liegt auf gleicher Höhe wie A18, 30 m von dieser entfernt (vgl. Fig. 9). In diesem zweiten Proben-Profil sind die meisten der einzelnen Boden-Profile nur schlecht entwickelt; es wurde so gut als möglich versucht Material, das dem B-Horizont entspricht, zu entnehmen. Streckenweise führt das

Profil durch Bergsturzgebiet; hier liegt meist der Humus (A0-, A1-Horizont) direkt auf grösseren Bergsturzblöcken.

Die Analysen der Bodenproben der Profile A (1 – 20) und B (1 – 19) haben in Bezug auf Gold und Wolfram zwei signifikante Anomalien vor allem in tiefergelegenen Bereich gezeigt, auf die in den hier präsentierten Resultaten der geochemischen Messungen eingegangen wird. Aus diesem Grund wurde das bestehende Profil B verlängert sowie ein drittes Bodenprofil C im unteren Bereich zwischen Profil A und B gelegt, mit dem Ziel, die Gold- und Wolfram-Anomalien zu verifizieren und weiter zu verfolgen. Das Profil A wurde nicht verlängert, weil die während den Arbeiten neu gefundenen Felsaufschlüsse östlich der Profillinie B (ca. 1170 m, auf Höhe von B19) sowie die in der nächtlichen UV-Prospektion gewonnenen Erkenntnisse die Entnahme eines zusätzlichen Querprofils Q sinnvoller erschienen liessen.

Dem Profil B, wo die grösste Wolframanomalie durch den Punkt B19 angeschnitten worden war, wurden die Bodenproben B20 bis B25 im Abstand von 10 m in der Verlängerung der bestehenden Profilspur entnommen; mit einer zusätzlichen Probe (B19.5) zur Verifizierung der erwähnten Anomalie.

Das Profil C wurde, ausgehend von der Kote 1235 m, in der Mitte der Verbindungsstrecke A10 – B10, parallel zwischen den bestehenden Profilvereihen A im Westen und B im Osten gelegt (Abstand je ca. 20 m). Die Proben wurden mit C10 bis C25 bezeichnet, dies zur besseren Korrelation mit den früheren Probenserien A und B. Zwischen den Punkten C10 und C15 wurde alle 10 m eine Bodenprobe aus dem B-Horizont entnommen. Vom Punkt C15 bis zum Punkt C21 – im Bereich der vermuteten Anomalie – wurde alle 5 m eine Bodenprobe entnommen, vom Punkt C21 bis zum Endpunkt C25 eine Probe wiederum alle 10 m.

Das Profil Q wurde in nordöstlicher Richtung, ausgehend vom Punkt B19, etwa auf der Höhe der vermuteten Anomalie angelegt. Die Bodenproben Q1 bis Q8 wurden im Abstand von je 10 m entnommen.

Übertage-Prospektion mit der UV-Lampe

Der Bereich zwischen dem Stolleneingang der Mittleren Gruob und der Profilspur B wurde in der Nacht von der Kote 1200 m bis hinunter zur Kote 1140 m mit UV-Lampen abgeleuchtet. Durch diese Prospektion mit UV-Lampen konnte eine Wolfram-Mineralisation (Scheelit) auf Kote 1190 m, zwischen den Profilmittelpunkten C15 und B16, lokalisiert werden. Es handelt sich dabei um eine Quarzlinse mit feinen Äderchen aus Scheelit sowie kleinen, isolierten Scheelitkörnern (ca. 1 mm²). Der aufgeschlossene Teil der Linse misst ca. 1 m x 2,5 m. Die Linse verläuft ca. 170/30. Die Quarzlinse steckt in Serizit-Phyllit, der randlich zum Quarz zum Teil mit Pyrit vererzt ist. Das Aussehen der Quarzlinse erinnert stark an die im ersten Oststollen der Mittleren Gruob gefundenen Quarzgängen mit der dort gefundenen Scheelit-Mineralisation. Es könnte sich durchaus um die Verlängerung dieser Zone in östlicher Richtung handeln. Von der neu gefundenen Scheelit-Mineralisation wurden Proben genommen.

Weitere Scheelit-Mineralisationen wurden während dieser Prospektion keine gefunden. Insbesondere haben sich die Felsbänder unter dem Stolleneingang der Mittleren Gruob als taub erwiesen.

Alluvialprospektion

Auf eine Alluvialprospektion musste verzichtet werden. Da bisher bloss die ungefähre Lage der von Bächtiger,

Rüdlinger & Cabalzar (1972) beschriebenen Scheelitmineralisation bekannt war, sollte durch eine weiträumigere Alluvialprospektion versucht werden, das scheelitführende Gebiet am Calanda einzugrenzen. Eine Begehung der Gräben und Runsen am Südhang des Taminser Calanda wie auch im Gebiet des Kunkelspasses und des Gebietes von Vättis ergab aber, dass um den ganzen Taminser Calanda herum keine Oberflächengewässer existieren. Diese wären aber nötig, um eine gewisse Akkumulation von Schweremineralen wie Gold und Scheelit überhaupt zu ermöglichen. Die zweifellos vorhandenen starken Niederschläge versickern offensichtlich direkt in den ausgeprägten Karstsystemen oder aber unter die mächtigen Gehängeschuttfächern, die rund um den Taminser Calanda zu finden sind. Grössere Wasseransammlungen konnten einzig in den beiden Stollensystemen gefunden werden.

Neue Aufschlüsse im Untersuchungsgebiet

Bei der Entnahme der Bodenproben wurden mehrere neue Aufschlüsse im Gebiet östlich der Profilvereihe B entdeckt. Es handelt sich um mehrere Felsbänder (Serizit-Phyllit und -Schiefer) mit zahlreichen Quarzbändern und Klüften. Vom regionalen Verband her können diese Bänder als sub-anstehend betrachtet werden, da sie höchstens leicht versackt oder verkippt sind. Zahlreiche Löcher und ausgeräumte Stellen zeugen von intensiver «Strahlertätigkeit». Das Interesse galt aber offensichtlich dem Quarz, (z.T. schön ausgebildete Bergkristallstufen). Einige der Handstücke aus diesen Aufschlüssen weisen kleine, isolierte Scheelit-Mineralisationen auf (Einzelkörnchen, selten Äderchen).

Analysen und Resultate

Festgesteinsanalysen

Die Messungen der Schlitz- und Stückproben aus der Mittleren Gruob «Tschen-gels» (INV/RK/03 – 05) und aus der Oberen Gruob «Flida» (INV/RK/06 und 07) wurden bei der Firma OMAC Laboratories Ltd. in Loughera, Irland ausgeführt. Es wurden die Elemente Cu, Pb, Zn, Ag, As, Sb, Bi, W und Au mit der Atomabsorptions-Methode (AAS) gemessen

Bei der Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) wird die Probe atomisiert und daraufhin einer Energiequelle (Licht) ausgesetzt. Die verschiedenen Atome absorbieren elementspezifisch charakteristische Wellenlängen des Lichtes, woraus die Atomart und aus der Energiebilanz die Atom-Konzentrationen bestimmt werden können (SKOOG & LEARY, 1996).

Gold

Mittlere Gruob: Die Goldgehalte in den Schlitzproben des ersten Oststollens wurden an der in der Fig.3 bezeichneten Stelle (INV/RK/03 ca. 3m ab Querstolleneingang, INV/RK/04 ca. 4m ab Querstolleneingang) mit 405 resp. 138 ppb Au gemessen. Die Grossprobe INV/RK/05 eines Pyrit-vererzten Serizitschiefers an der Hauptstollenverzweigung bei 51 m wies sogar einen Goldgehalt von 692 ppb Au auf. Freigold ist aus den Literaturdaten in der Mittleren Gruob noch nie beschrieben worden und konnte auch durch neuere Untersuchungen nicht gefunden werden. Die hier gemessenen Goldgehalte sind sehr wahrscheinlich an Pyrit oder Arsenkies gebunden, welcher in grösserer Menge (ca. 2 – 5% Pyrit) auftritt (Kündig & Wenger, 1989).

Obere Gruob: Der Goldgehalt in der Schlitzprobe INV/RK/06 im vierten Weststollen, wo 1960 Freigold gefunden wurde, liegt mit 31 ppb Au sehr tief. Pyrit tritt an dieser Stelle nur mässig auf. Wenn hier, wie erwähnt, Freigold auftritt, ist eine Schlitzprobenanalyse natürlich sehr vom Zufall abhängig. In der unterirdischen Abbaustelle im Oststollen wurde in den analysierten Stückproben (vererzte Quarz/Calcit-Stücke) kein nennenswerter Goldgehalt gemessen (weniger als 20ppb Au).

Wolfram

INV/RK/03 und 04 zeigten unerwartet tiefe Wolframgehalte, wurde doch die Schlitzprobe direkt über die mit der UV-Lampe festgestellte Scheelitvererzung im ersten Oststollen der Mittleren Gruob entnommen (Kündig & Wenger, 1989). Eine Ausleuchtung des analysierten Probenmaterials ergab ebenfalls zahlreiche Scheelitkörner. Eine Verwechslung von Scheelit mit dem sich unter UV-Licht ähnlich verhaltenden Mineral Hydro-Zinkit ist ausgeschlossen.

Arsen zeigt in der Schlitzprobe INV/RK/06 in der Oberen Gruob (4. Weststollen) eine markante Anreicherung (2570 ppm As). Die anderen Proben zeigen keine erhöhte Konzentration, weder an As noch an den anderen gemessenen Elementen (vgl. Tabelle 2).

Bei den Schlitzproben in der Mittleren Gruob müssen Vergleichsanalysen von INV/RK/03, 04 und 05 gemacht werden, da evtl. ein analytischer Fehler vorliegen könnte. Die gemessenen Werte scheinen allgemein zu tief zu liegen für die makroskopisch doch deutlich sichtbare Scheelit-Vererzung in der Mittleren Gruob.

Proben	W (ppm)	Au (ppb)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Zn (ppm)	As (ppm)
Inv/RK/03	65	405	5	7	22	10
Inv/RK/04	67	138	9	4	16	5
Inv/RK/05	<5	692	11	17	20	5
Inv/RK/06	<5	31	16	5	131	2570
Inv/RK/07	<5	-20	8	3	6	21

Probenbezeichnung:

Inv/RK/03	Mittlere Gruob, Schlitzprobe, 1. Oststollen, ca. 3m
Inv/RK/04	Mittlere Gruob, Schlitzprobe, 1. Oststollen, ca. 4m
Inv/RK/05	Mittlere Gruob, Stückprobe, Hauptstollen bei 51m
Inv/RK/06	Obere Gruob, Schlitzprobe, 4. Weststollen
Inv/RK/07	Obere Gruob, Stückprobe, Abraumstelle

Fig. 10

Festgesteinsanalysen verschiedener Schlitz- und Stückproben aus der Mittleren und Oberen Gruob.

Analysen der Gesteins- und Bodenproben

Die Bodenproben wurden bei der Firma BONDAR-CLEGG & Company Ltd. in Ottawa, Kanada mittels induzierter Neutronenaktivierungsmethode (I.N.A.A.) auf «Gold + 33 Spurenelemente» hin analysiert. Von den 34 mit dieser Option gemessenen Elementen sind 24 Elemente vernachlässigbar und können für die weiteren Betrachtungen eliminiert werden, da sie entweder unterhalb der Nachweisgrenze liegen oder in unbedeutender Menge vorkommen. Dies betrifft die Elemente Na, Sc, Fe, Zn, Se, Br, Zr, Mo, Ag, Cd, Sn, Te, La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Hf, Ta, Ir, Th, U. Die übrigen Elemente Cr, Co, Ni, As, Rb, Sb, Cs, Ba, W, Au weisen durchaus interessante Anzeichen auf, welche für die geochemische Interpretation relevant sein können.

Hierbei wurden die Messwerte der beiden Profilreihen A und B von parallel verglichen (d.h. vom Bereich der Oberen Gruob zur Mittleren Gruob, vgl. auch Fig.2).

Die Gehalte an Ni, Cr, Co, Cs, Ba und Rb zeigen keine grösseren Anomalien und entsprechen in etwa den durchschnittlichen Gehalten in Böden mit mergelreichem Einzugsgebiet.

Die beiden in dieser Untersuchung interessierenden Elemente Gold und Wolfram weisen jedoch eine schwache Anomalie im Bereich unterhalb der Oberen Gruob und eine – vor allem in Bezug auf das Gold – signifikante Anomalie im Bereich unterhalb der Mittleren Gruob auf. Der Goldgehalt von maximal 568 ppb im Profil B auf der Höhe der Mittleren Gruob (Probenpunkte B16/B17) deutet auf eine Anreicherung hin, die weiter verfolgt werden sollte. Im Profil A ist die Gold-Anomalie ungefähr auf der gleichen Höhe etwas weniger ausgeprägt, jedoch ebenfalls deutlich erkennbar. Die Wolframgehalte zeigen ebenfalls zwei schwache Anreicherungs-zonen in beiden Probenserien A und B im Bereich der Probennummern 2 – 5 und 14 – 20, also wiederum unterhalb des Stollenkomplexes Obere Gruob sowie unterhalb der Kote des Mundloches der Mittleren Gruob (1200 m). Die Wolframwerte sind aber allgemein sehr tief (weniger als 10 ppm W) mit einer einzigen Ausnahme im Punkt B19 (40 ppm W). Sehr deutlich tritt in beiden Profilen eine Häufung des Elementes As mit Spitzenwerten von bis zu 2720 ppm As zutage.

Die graphische Verteilung der Elemente Au, W, As und Sb, bezogen auf die Profile A und B, ist in den Figur 6 a-d dargestellt. Wie die Werte in Figur 6 zeigen, ist zwischen den Elementen Au, As und Sb – vor allem für das Profil B – eine deutliche, positive Korrelation zu erkennen. Zwar zeigen auch die Werte für das Wolfram eine gewisse Korrelation mit den oben erwähnten Elementen, jedoch ist zu beachten, dass die Wolframgehalte der Bodenproben nur wenig über den Durchschnittsgehalten von Sedimentgesteinen liegen.

Die Analysen der im Laufe des Sommers 1989 entnommenen Bodenproben haben in Bezug auf Gold und Wolfram zwei signifikante Anomalien gezeigt. In den beiden Bodenprofilreihen A1 – A20 und B1 – B19 wurden die Anomalien hauptsächlich im unteren Profilbereich angeschnitten. Durch die Verlängerung der bestehenden Profilerien sowie durch eine dazwischenliegende, neue Bodenprofilreihe C sollten die gefundenen Häufungen der Elemente Au und W verifiziert und weiter verfolgt werden. Die zwischen den Profilen A und B entnommenen Proben C14 – C25 bestätigen die bereits beobachteten Anomalien in den Werten der Elemente W und Au. Des Weiteren ist im Profil Q1 – Q8 die Anhäufung von W bestätigt worden. Wobei gegen NE der Kote entlang ab Q6 eine deutliche Abnahme festgestellt werden konnte.

Die einzelnen Werte der beprobten Bodenprofile A, B, C und Q sind an der Fachstelle für Georessourcen Schweiz der ETH Zürich einsehbar.

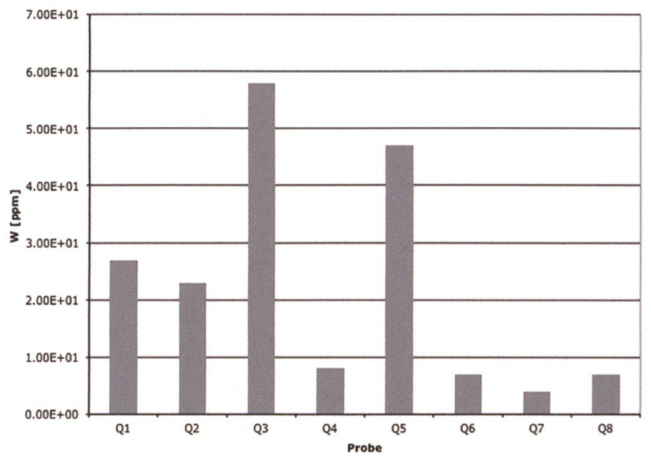
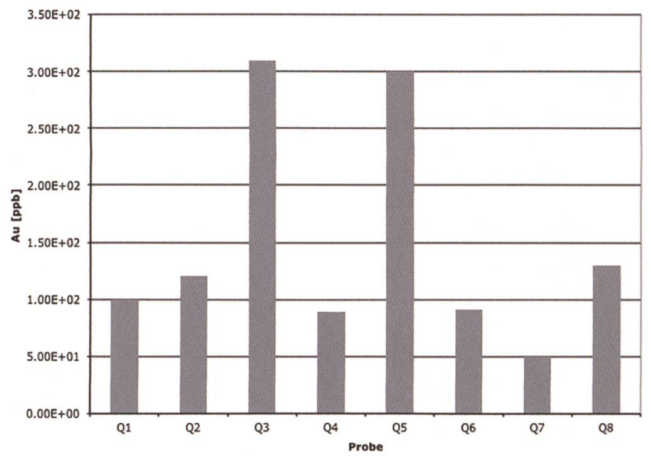
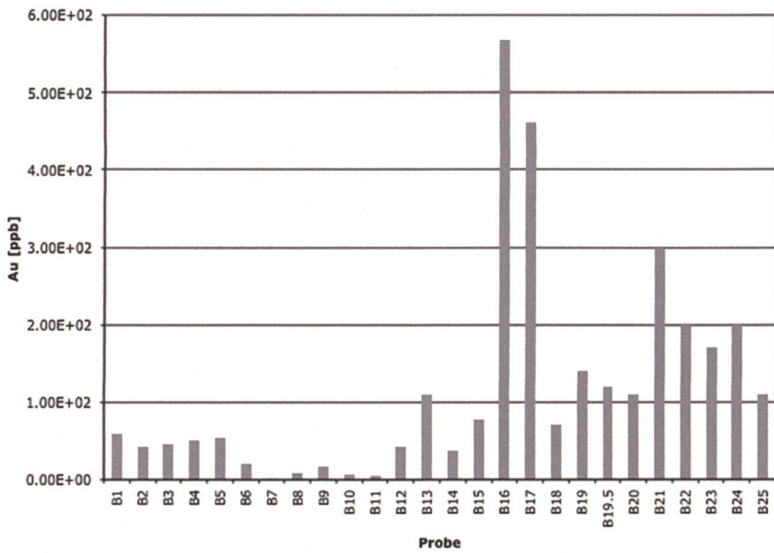
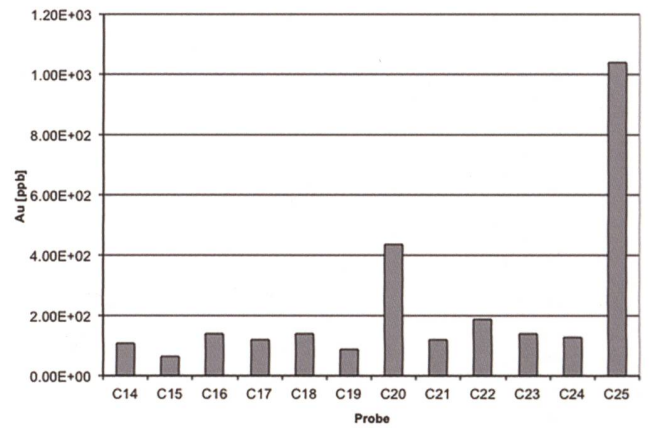
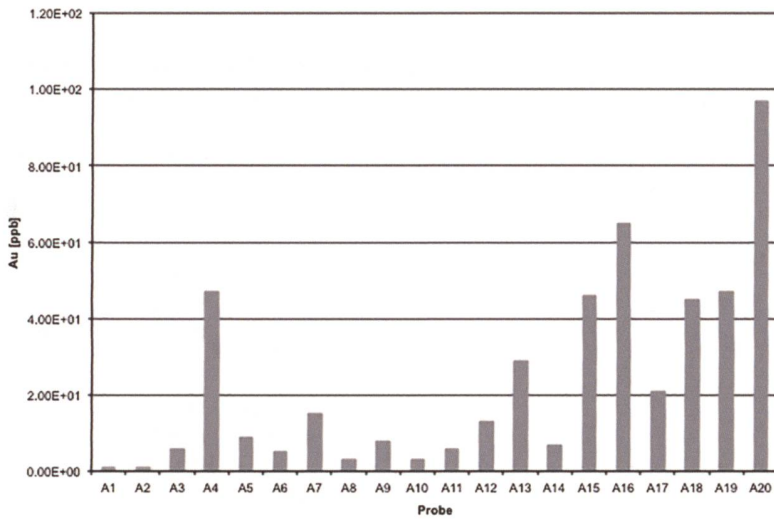
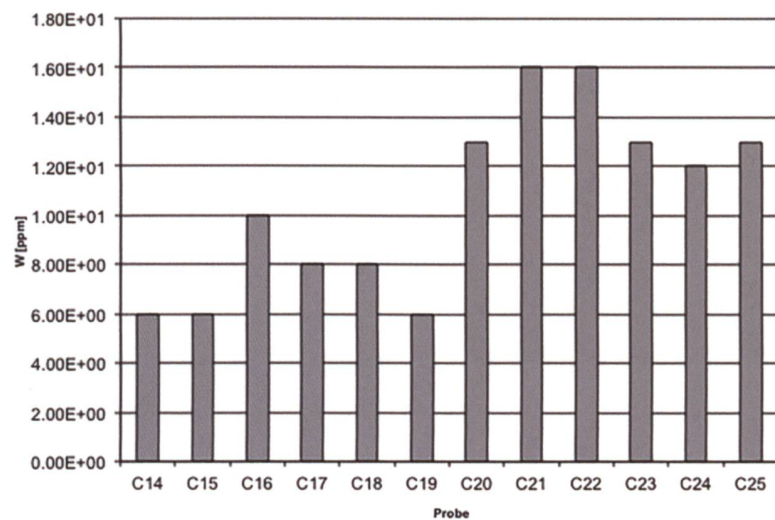
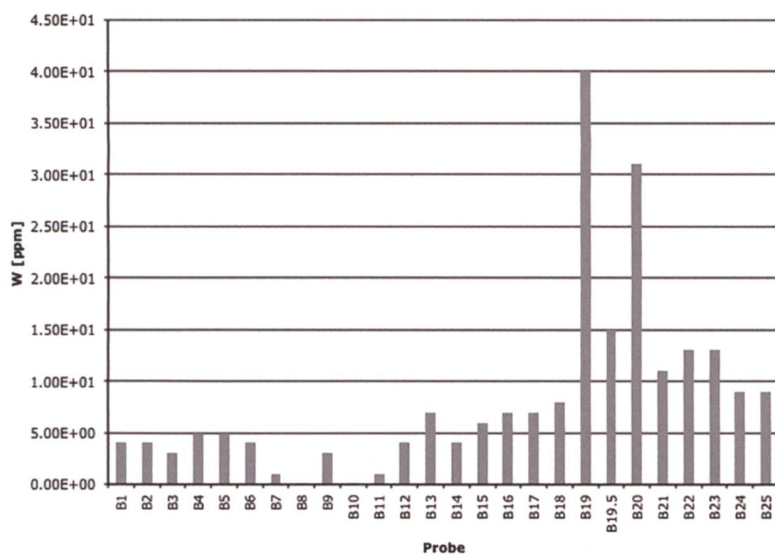
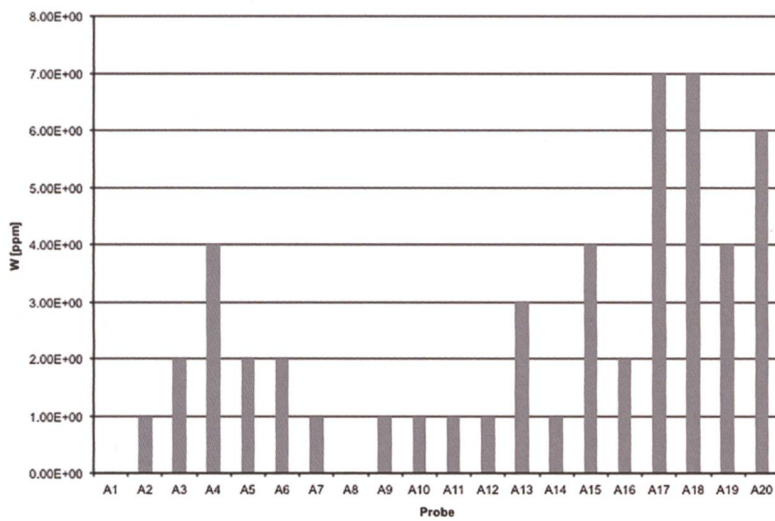


Fig. 11 a – h

Verteilung der Gehalte der Elemente Au und W in den Bodenprofilen A, B, C und Q, dargestellt in Balkengraphik. Auffällig sind die Probenpunkte mit starken Anreicherungen von Gold, bzw. Wolfram. Zur Orientierung dient die Fig. 9 auf Seite 13



Literatur

Audétat, Andreas (1995): Mineralogische und Petrographische Untersuchungen an Au, Sb, Cu -führenden Quarz-Karbonat-Gängen am Calanda bei Chur, Kt. Graubünden, Diplomarbeit am Institut für Mineralogie und Petrographie, ETH Zürich

Bächtiger, Kurt (1967): Die neuen Goldfunde aus dem alten Goldbergwerk «Goldene Sonne» am Calanda; SMPM 47, 643-657;

Bächtiger, Kurt (1968/69): Die alte Goldmine «Goldene Sonne» am Calanda, 3 Teile; Schweizer Strahler 1968/4, 170-178; 1969/1, 202-212; 1969/3, 276-289;

Bächtiger, Kurt, Rüdlinger, G. & Cabalzar, W. (1972): Scheelit in Quarz- und Fluorit-Gängen am Calanda; SMPM 52, 561-563;

Bächtiger, Kurt (1986): Der alte Goldbergbau an der «Goldenen Sonne» am Calanda bei Chur; Bergknappe 38, 1-14;

Cadisch, Joos (1939): Die Erzvorkommen am Calanda; SMPM 19, 1-20;

Gerber, Daniel Stefan (1994): Das Goldbergwerk «Goldene Sonne» am Calanda. Einige historische, strukturgeologische, petrographische und geochemische Aspekte zur Vererzung in den Oberen Grube auf dem Gebiet der Gemeinde Felsberg (GR), Diplomarbeit am Institut für Mineralogie und Petrographie, ETH Zürich

Hügi Th. (1941): Zur Petrographie des östlichen Aarmassivs (Bifertengletscher, Limmernboden, Vättis) und des Kristallins von Tamins; SMPM 21, 1-120;

Rüdlinger, G., Cabalzar, W. (1972): Scheelitfund am Calanda; Schweizer Strahler, 2/10, 368.

Rocco, J. B. (1899): Die bergbaulichen Untersuchungen auf Gold am Calanda (Graubünden) – Einladung zur Gründung einer Gesellschaft jener Untersuchungen.; Bern, Böhler & Co. 1899.