

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:	- (1997)
Heft:	17b
Artikel:	Die Fahlerz- und Uranvorkommen bei Affeier im Vorderrheintal
Autor:	Staub, Thomas
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-1089694

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: 22.01.2026

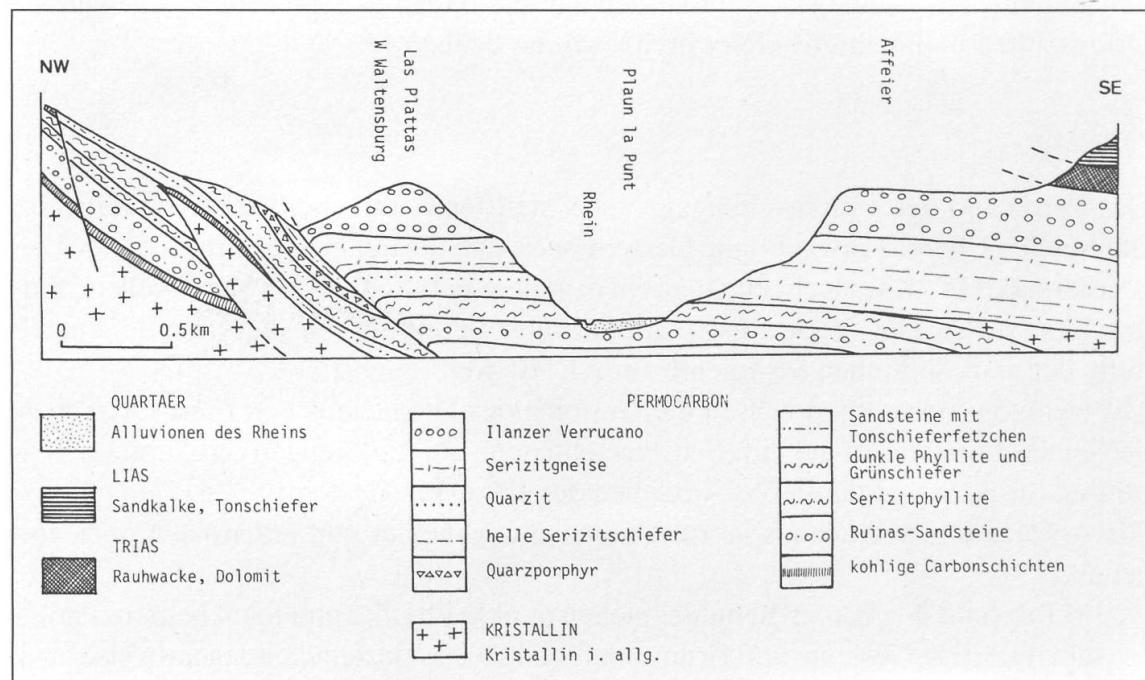
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Fahlerz- und Uranvorkommen bei Affeier im Vorderrheintal*

1. Geologie und Petrographie des Gebietes von Ilanz-Obersaxen

Die Fahlerzvererzung von Affeier liegt in den wechselhaften Gesteinen der Verrucano-Serie von Ilanz-Obersaxen, welche nach Wyssling (1950) durch den mesozoisichen Mantel des Gotthardmassivs überlagert, die nahezu flachliegende Überdeckung des langsam ostwärts abtauchenden Gotthardmassivs bildet (vgl. Figur 1).

Der Verrucano wurde während dem Perm als detritische Beckenfüllung im Glarnerbogen, einem Kontinentalbecken mit SW-NE-Streichrichtung, abgelagert (Trümpy, 1966) und später während der alpinen Orogenese schwach metamorph überprägt. Er kann nach Oberholzer (1933) in eine nördliche Randfazies, den Sernifit, eine sandig-schiefrige Fazies des Beckeninneren, die Schönbühlschiefer, und in eine südliche Randfazies, den Ilanzer Verrucano, unterteilt werden.



Figur 1: Querprofil durch das Vorderrheintal zwischen Affeier und Waltensburg/Brigels, nach geologischen Aufnahmen von Wyssling (1950) und Staub (1980).

* Der vorliegende Artikel ist auf Wunsch der SGHB entstanden. Weil der Verfasser seit Abschluss seines Studiums bedauerlicherweise keinen Kontakt mehr zu seinem Fach, der Mineralogie-Petrographie, hat, basiert er auf dem wissenschaftlichen Wissensstand von 1980. Dem Text liegen die wesentlichsten Erkenntnisse seiner Dissertation (Staub 1980) und deren Veröffentlichung in der Geotechnischen Serie (Staub 1983) zugrunde.

Der Verrucano bildet die Hauptmasse über der Glarner Überschiebung südlich der Mürtschenstockgruppe bis zum Vorab. Im Untersuchungsgebiet ist er wesentlich am Aufbau beider Talseiten des Vorderrheintales beteiligt. Nach Wyssling (1950) bildet er über dem Tavetscher Zwischenmassiv einen komplizierten Schuppenbau.

Der alpine Verrucano (Trümpy, 1966) hat im Gebiet des Glarnerlandes weitgehend eine für Redbed-Bildungen typische, rote Farbe, während er gegen Süden hin mit steigendem Metamorphosegrad vergrünt (reduzierende Bedingungen). Im Untersuchungsgebiet stehen infolgedessen nur grünlich-graue bis grüne Gesteine an.

Tektonik

Die Serie des Verrucano von Ilanz-Obersaxen bildet im Vorderrheintal zwischen Ilanz und Tavanasa als flaches, leicht südostwärts einfallendes, deckenartiges Gewölbe die direkte Bedeckung des ostwärts langsam abtauchenden Gotthardmassivs. Die Hauptschieferung S1 mit Fallazimut 159/18° ist mit fast einheitlichem NE-Streichen und schwach geneigtem SE-Einfallen in allen lithologischen Einheiten sichtbar.

Im ganzen Untersuchungsgebiet können zwei subvertikal stehende Kluftflächensysteme unterschieden werden. K₁ streicht etwa NW-SE und fällt mit 75-85° steil nach SW bis NE ein, K₂ streicht ungefähr NE-SW und fällt etwa 80-90° nach SE bis NW ein. Beide Kluftsysteme sind sehr ausgeprägt und bilden in exponierten Lagen grosse Offenspalten und mehrere Meter breite, offene Gräben.

Lithologie

Der Verrucano des Untersuchungsgebietes stellt eine uneinheitliche, von teilweise fliessenden Übergängen geprägte Gesteinsserie dar, die auf beiden Talseiten des Vorderrheintales in oft schlecht zugänglichen, steilen Felswänden fast durchgehend aufgeschlossen ist. Die wechselhafte Gesteinsausbildung ist auf die variable Ausbildung der ursprünglichen Sedimente zurückzuführen.

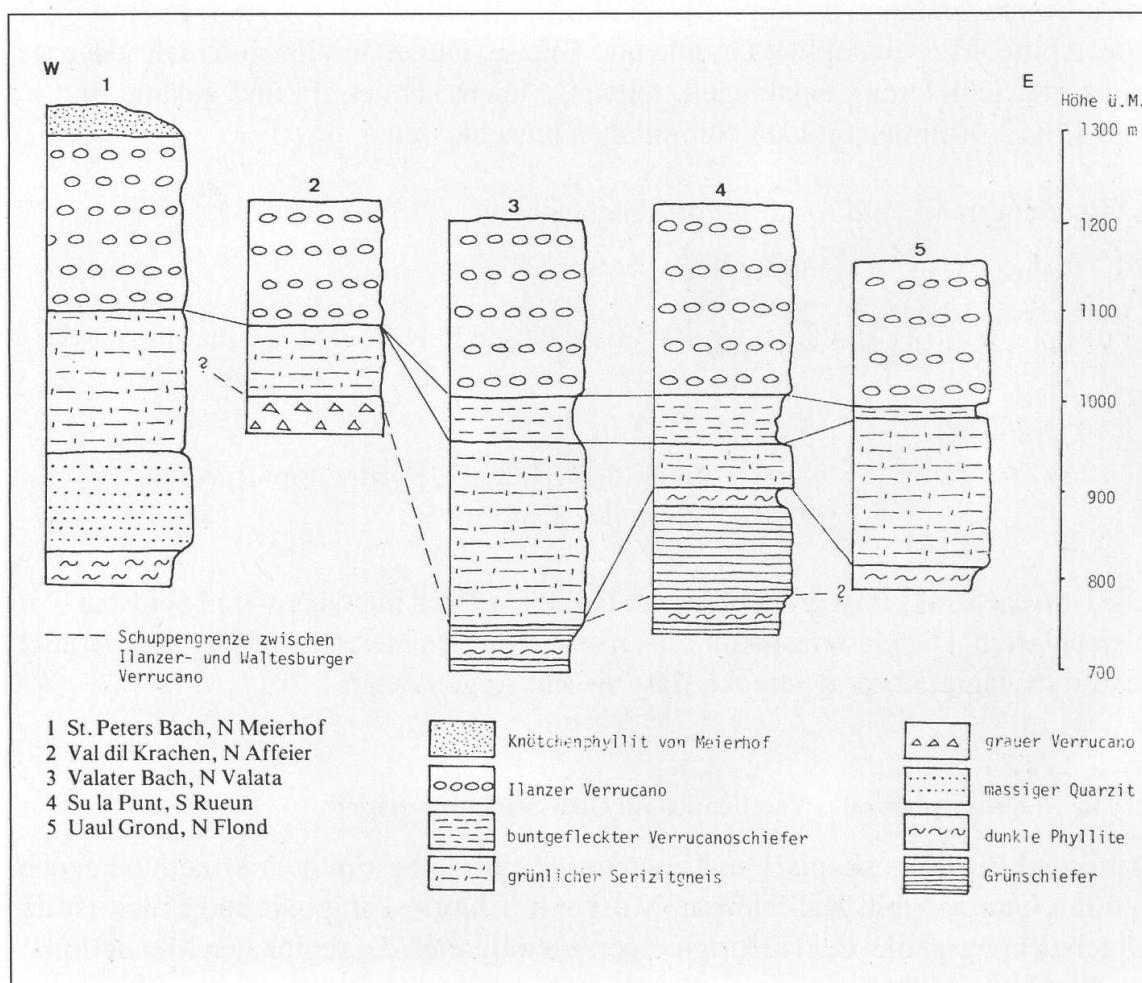
Mit wenigen Ausnahmen weisen die Gesteine des Verrucanos von Ilanz-Obersaxen denselben Mineralbestand auf. Sehr verschieden sind die Mengenverhältnisse, Textur und Struktur und damit das Aussehen der einzelnen Gesteinstypen.

Die Abfolge des Verrucanos ist im Untersuchungsgebiet von unten nach oben folgende:

- Im Talgrund des Vorderrheintales stehen dunkle Phyllite und lokal begrenzt grünschieferartige Gesteine und Grünschiefer an. Diese Gesteine bilden teilweise auch wechselhafte Folgen (vgl. Figur 2, Profile 3, Valater Bach und 4, Sur la Punt S Rueun).
- Darüber folgen am westlichen Ende des Gebietes massige bis schwach gebänderte, lauchgrüne Quarzite.
- Der graue Verrucano, eine schwach biotitführende, feinkonglomeratische Varietät ist auf der linken Talseite südöstlich von Waltensburg aufgeschlossen. Man findet ihn aber auch auf der rechten Talseite als schmalen, über etwa 250 Meter Distanz aufgeschlossenen Streifen (vgl. Figur 2, Profil 2, Val dil Krachen).

- Ein dunkler Phyllit folgt auf die Grünschiefer von Rueun. Er ist nach Osten hin langsam abtauchend bis gegen Ilanz zu verfolgen.
- Ein grünlicher Serizitgneis liegt darüber. Er steht im gesamten Untersuchungsgebiet auf beiden Talseiten in sehr unterschiedlicher Mächtigkeit an.
- Im Dach des grünlichen Serizitgneises folgen buntgefleckte Verrucanoschiefer, die beim Valater Bach (Profil 3) am mächtigsten sind.
- Darüber und im Westteil direkt über dem Serizitgneis liegt der Verrucano des Ilanzer Typus, der über das gesamte Gebiet hinweg aufgeschlossen ist.
- Oberhalb Meierhof (Profil 1) bildet ein silbergrauer Knötchenphyllit den Abschluss der Verrucano-Serie von Ilanz-Obersaxen.

Gesamthaft gesehen sind nur der Serizitgneis und der Ilanzer Verrucano weitverbreitet. Die übrigen Gesteine sind oft nur lokal aufgeschlossen. Im Untersuchungsgebiet kann nicht von einer einheitlichen Verrucano-Stratigraphie gesprochen werden. Bruchtektonik mit Zerlegung der Gesteinsmassen in einzelne, gegeneinander versetzte Pakete ist weitgehend auszuschliessen. Das rasche, laterale Auskeilen und teils abrupte Fehlen gewisser Horizonte kann durch Verschuppung entstanden sein. Dabei



Figur 2: Profile im Verrucano von Ilanz-Obersaxen (nach Staub, 1980).

ist nicht ausser Acht zu lassen, dass ein lateraler Wechsel der Lithologie durch Wechsel im ursprünglichen Ablagerungsmilieu bedingt sein kann.

Petrographische Beschreibung des Ilanzer Verrucano

Makroskopisch betrachtet ist der Ilanzer Verrucano ein meist deutlich geschieferetes, konglomerat- bis gneisartiges Gestein von blassgrünlicher Farbe. Typisch sind dunkelgraue bis rotviolette Flecken oder Schmitzen von variabler Grösse. Die blassgrüne Farbe wird durch meist zusammenhängende, oft fleckige Serizithäute erzeugt, welche schieferungsparallel verlaufen. In einer feinkörnigen Masse aus Quarz und Serizit liegen millimeter- bis zentimetergrosse, parallel zur Schieferung ausgewalzte Quarzlinsen, die dem Gestein zusammen mit dem ausgeprägt schieferigen Charakter gneisartiges Aussehen verleihen.

Der Ilanzer Verrucano variiert recht stark in seiner Ausbildung: Zuoberst, direkt unter der Trias, setzt er meist mit sehr hellen, oft nahezu weissen Quarziten ein. Typisch für diesen obersten Ilanzer Verrucano sind rosa gefärbte Quarzkörper. Gegen unten erfolgt ein Wechsel zu grobkörnigerem, zugleich auch konglomeratischerem Verrucano. In diesem Teil des Ilanzer Verrucanos treten als Relikte der ursprünglichen Bildungen faust- bis kopfgrosse Gerölle verschiedenster Art auf. Es sind Quarzite, Aplite, Muskovitaplite, Granite und Gneise. Diese Gerölle sind mehr oder weniger zur Schieferung eingeregelt, teilweise leicht gequetscht und gelängt und oft von 1 bis 2 Millimeter dicken Serizitlagen umschlossen.

Mineralbestand; mikroskopische Untersuchung

– Quarz	50–70%
– Serizit	20–40%
– Alkalifeldspäte	10–20%
– Albit	5–10%
– Carbonate	bis 20%
– Akzessorien:	opake Mineralien (Hämatit, Pyrit, Graphit) Apatit, Zirkon, Turmalin, Chlorit

Die Gesteinsstruktur ist granoblastisch-lepidoblastisch mit Quarz- und Feldspat-Porphyrklasten. Die Gesteinstextur teils massig, ungerichtet, teils ausgeprägt paralleltextruiert, lagig, linear-gestreckt, flaserig, mit Augentextur.

2. Zur Metamorphose des Verrucanos im Untersuchungsgebiet

Aufgrund der mikroskopisch und röntgenographisch bestimmten Mineralparagenesen mit Quarz, Albit, Kalifeldspat, Muskovit, Chlorit, Paragonit und Calcit ist das Untersuchungsgebiet dem niedrigtemperierten Bereich der regionalen Metamorphose, der Grünschieferfazies, und zwar deren tiefsttemperierten Subfazies, der Quarz-Albit-Muskovit-Chlorit-Subfazies nach Winkler (1974) zuzuordnen.

Die Druckabschätzung nach Sassi & Scolari (1974), die auf röntgenographischen Daten von Muskovit beruht, weist auf metamorphe Überprägung bei Drücken von 2 bis 3 kbar.

Die Temperaturabschätzung mit Hilfe des Muskovit-Paragonit-Thermometers nach Eugster & Yoder (1955) ergibt Temperaturen von 550 bis 580° C, was aufgrund der beobachteten Mineralparagenese eindeutig zu hoch ist, müsste doch bei dieser Temperatur und einem Druck von 2 kbar nach experimentellen Befunden von Schreyer & Yoder (1964) längst Cordierit und Biotit gebildet worden sein.

Nach Rosenfeld (1969) besteht jedoch die Möglichkeit, die Natriumgehalte von Muskoviten, die mit Paragonit koexistieren, mit dem Calcit-Dolomit-Thermometer nach Graf & Goldsmith (1955) zu korrelieren. Die so ermittelten Temperaturen streuen im Bereich zwischen 300 und 400° C, einem Temperaturbereich, der für das betrachtete Gebiet zu erwarten ist.

3. Zur Geschichte des Bergbaus im Untersuchungsgebiet

Um über die Bergbaugeschichte des Untersuchungsgebietes Aufschluss zu erhalten, habe ich bei den Archivaren der Gemeinden Obersaxen, Waltensburg und Andiast – leider ohne viel Erfolg – um Nachforschungen nach Schriftdokumenten betreffend Bergbau gebeten.

Die folgenden Angaben stützen sich deshalb vorwiegend auf Plattner (1878), der in den Siebzigerjahren des letzten Jahrhunderts „sämtliche“ churrätischen Geschichtsquellen durchforscht hat, um das Alter, die Ausdehnung und die volkswirtschaftliche Bedeutung des Bergbaus in Churrätien kennen zu lernen. Einige Bemerkungen sind zudem einem Artikel von Heim (1970) entnommen.

Die Frühzeit des Bergbaus in der Surselva

Plattners einleitende Bemerkung (Plattner, 1878, S. 5) gilt möglicherweise auch für das Bündner Oberland und für Obersaxen:

„In Helvetien und Noricum, den Nachbarländern Rätiens, ward schon zur Zeit der Römer ein schwunghafter Bergbau, insbesondere auf Eisen betrieben worden. Von bergmännischer Tätigkeit in Rätien aus so entlegener Zeit ist keine schriftliche Kunde auf uns gekommen. Römische Schmelztiegel und uralte Schlacken wurden jedoch vor einigen Jahren von N.A. Natsch in Mels und Conservator Jmmler in St. Gallen auf dem Burghügel von Bilters, dieser ergiebigen Fundstelle keltischer und römischer Altertümer aufgefunden...“

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass selbst in einzelnen schwer zugänglichen Tälern Rätiens schon in dieser Periode Eisenwerke in Betrieb waren.

Spätlateinisch ist der Name des Weilers Canicul im Ferreratal, Caniculi heisst Erzgruben. Der Ausdruck cunicunis, dem wir im Testamente des Bischofs Tello, 766 begegnen, scheint eine fehlerhafte Leseart für cuniculis zu sein und auf Bergbau (oder Bewässerungsgräben) in den Besitzungen am Vorderrhein, insbesondere Obersaxen, Ruis und Waltensburg hinzudeuten.

Bestimmte Andeutungen, dass im 8. Jahrhundert schon Bergbau betrieben wurde, fehlen uns durchaus.“

Plattner äusserte sich vor über hundert Jahren über die Frühzeit des Bergbaus in Graubünden nur vorsichtig vermutend und stellte fest, dass aus jener Zeit keine schriftliche Überlieferung über Art und Ausmass des bündnerischen Grubenbaus vorhanden sind.

Vor 25 Jahren fasste Heim das Wissen zur Frühzeit des Bergbaus in Graubünden folgendermassen zusammen:

„Vieles deutet darauf hin, dass der Erzbergbau in Bündens Bergen viel, viel älter ist, als es die überlieferten Urkunden wahrhaben wollen. So hat – glaub ich – Professor Niggli aus Zürich in der bronzezeitlichen Crestaultsiedlung bei Surmin im Lugnez nachweisen können, dass dort schon im zweiten Jahrtausend vor Christus – also vor rund 3500 Jahren – erfolgreich Kupfererze ausgeschmolzen wurden, die ihrer Natur nach entweder von Arosa (Parpaner Rothorn), aus Filisur oder aus dem Avers stammten. Von den Kupfer-, Blei- und Zinkvorkommen in Ruis/Andiast und von der Fahlherzlagerstätte auf Obersaxen wird vermutet, dass sie ursprünglich schon im 8. Jahrhundert abgebaut worden seien.“

Den Ausführungen von Heim ist zu entnehmen, dass er sich auf die Angaben von Plattner stützt. Sichere Angaben über den Bergbau jener Zeit kann man also nicht machen. Indessen ist es durchaus möglich, dass der Bergbau – wenn auch in einem kleinen Rahmen betrieben – in die Zeit der Römer zurückreicht.

Der Erzbergbau nach dem Jahre 1000

Im Jahr 1354 werden erstmals die Erzgruben im Bündner Oberland erwähnt: In der Disentiser Klostergeschichte ist die Rede von einem Streit unter kirchlichen Brüdern um das Silberbergwerk des Abtes von Disentis im Val Medel.

In einer Urkunde von 1459 im bischöflichen Archiv in Chur verschafft sich Graf Jos Niclas von Zollern von Ammann und Gemeinde Waltensburg die Bewilligung und das Recht, in ihren Wäldern das zum Betrieb der dortigen Bergwerke nötige Holz zu holen und in der Alp Weiden zu benützen.

Eine Bergwerksordnung für die Herrschaften Rhäzüns und St. Jörgenberg aus dem Jahre 1468 bestätigt, dass im Gebiet des Vorderrheins im 15. Jahrhundert Bergbau betrieben wurde (Plattner, 1878, S 26).

Eine weitere Quelle zur Bergbaugeschichte jener Zeit liegt im Staatsarchiv Graubünden (Moor: Darstellung vaterländischer Geschichte, 15. Jahrhundert). Darin wird der Verkauf der Herrschaft St. Jörgenberg von Graf Jos Niclas von Zollern an das Kloster Disentis 1472 – „doch mit Vorbehalt allerlei Erzes, Metal und Bergwerk“ – erwähnt.

Und weiter: „1490 Konradin von Marmels kauft die Herrschaft Rhäzüns von Grafen

von Hohenzollern mit Ausnahme aller Bergwerke und Erz, sei es Gold, Silber, Kupfer, Blei oder anders, wie und wo das in unserer Herrschaft Rhäzüns, Obersaxen und in der Herrschaft St. Jörgenberg liegt oder zu finden ist.“

Nach 1000 ist ein ziemlich reger Bergbau nachgewiesen. Es stellt sich aber immer wieder die Frage, ob und wie erfolgreich die Erzsuche im Laufe der Zeit war. Angesichts der Erzgängchen, wie sie heute noch zu finden sind, darf man wohl kaum annehmen, dass der Bergbau im Vorderrheintal jemals besonders erfolgreich und wirtschaftlich lukrativ betrieben werden konnte.

Der Erzbergbau nach dem Jahre 1500

Ein erzgeschichtliches Kulturdokument ersten Ranges ist zweifellos das erst um die Mitte des 19. Jahrhunderts wiedergefundene Verzeichnis der Erzbergwerke des Davoser Bergrichters Christian Gadmer aus dem Jahre 1588, der für den damaligen Regalinhaber, Erzherzog Ferdinand von Österreich, die Bergwerke im Bund der zehn Gerichte (Belfort, Davos, Klosters, Castels, Schiers, Schanfigg, Langwies, Churwalden, Maienfeld und Aspermont) zu verwalten hatte.

Dieses Verzeichnis beinhaltet 93 Erzgruben, wovon sich allein sieben in den Gemeinden Obersaxen und Ruis befinden:

Obersaxen	Nr. 79	St. Johann am Rhein bei Ruis
	80	St. Peter, wahrscheinlich Cava da Mettal, Affeier
Ruis	81	St. Jakob
	82	St. Johann
	83	St. Thomas*
	84	St. Michael*
	85	St. Johann

* dabei handelt es sich wohl um die Gruben im Andester-Tobel.

Aus den folgenden Jahrhunderten liegen viele Urkunden betreffend Bergbau in Graubünden vor. Es bildeten sich mancherorts Gewerkschaften zur Ausbeutung bereits bekannter Vorkommen und zur Suche nach neuen Erzbauten. Unter den Schriften befinden sich Pachtverträge sowie Regelungen bezüglich des zur Verhüttung notwendigen Holzschlages und Transportes (Plattner, 1878, S. 70).

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts, am 27. Oktober 1804, gründete Alt-Landammann Peter Demenga von Misox (Spezereihändler in Ilanz) eine Bergbaugesellschaft, die wiederum auf privater Basis teils im Oberland, teils in der Landschaft Schams arbeitete.

Aus jener Zeit stammt eine Beschreibung der Cava da Mettal unterhalb Affeier von E.U. von Salis, die den Zustand der Grube im Sommer 1810 beschreibt (Plattner, 1878, S. 71):

„Zwei Stunden ob Ilanz, am rechten Rheinufer unter dem Plateau, auf welchem das Dorf Obersaxen (Meierhof) liegt, befindet sich eine steile, kahle Felswand, in welcher sich die Erzlager befinden, auf welche gebaut wurde.

Mittelst eines Einfahrsschachtes, der von besagtem Plateau aus 3.5 Lachter [Längenmass bei der Vermessung von Grubenfeldern] niederging, und einer söhlichen Auffahrung von 1.5 Lachter hatte man das Lager ausgerichtet, den Bau von dem äussersten nördlichen Punkt des Schachtes an nach Süden verführt, und das Feld auf der oberen Strecke auf 33 Lachter erbrochen. Vor Ort dieser Strecke standen im Juli 1810 2 Zoll mächtige Fahlerze in körnigem Baryt an. Sie wurden verfolgt und versprachen Ausdauer.

Tiefer unten, wozu das Lager durch Erzverhaue, die teils von den Alten, teil in neuen Zeiten unternommen wurden, zugänglich wurde, war das südliche Feld noch 17 Lachter erlängt; man brach daselbst östlich gegen das Erzlager hinaus, und hatte bereits Spuren von Erzen.

Rückwärts vom südlichen Ort der unteren Strecke, ungefähr in der Mitte des Bandes, hatte man zu Tag aus gegen jene erwähnte steile Felswand hinaus gebrochen, und daselbst durch Erweiterung des Gebirges einen Platz zur Aufbereitung und Scheidung der Erze vorgerichtet. Man konnte diese Tagöffnung als den oberen Stollen ansehen, der die Hängebank des Eingangsschachtes 35 Lachter unterteufte. Rückwärts von diesem Stollen in der Richtung nach Süden, in ungefähr 10 Lachter söhlicher Entfernung, wurde das Lager nun streckenweise nach dem westlichen Abfall verhauen, und es wurden daselbst derbe, starke, 4 Zoll mächtige Fahlerze in beinahe ununterbrochener Einlagerung gewonnen.

In 14 Lachter seiger Teufe vor genannter oberer Scheidbank hatte man Tagaus in eben jener Felswand, die hier beinahe senkrecht abfällt, und wohin man nur mit viel Mühe und Gefahr gelangen konnte, zwei Versuche gegen das Erzlager unternommen, und auf einem derselben nach einer kurzen Erlängerung des Feldes von 2 bis 3 Lachter die Lager mit 2 Zoll mächtigen Fahlerzen edel erbrochen.

In abermaliger, ungefähr 14 Lachter seiger Teufe von eben besagtem mittleren Stollen war Stunde 37/8 ein tiefer Stollen gegen das Erzlager eingetrieben, und das Ge-

Einige Fachausdrücke, die von Salis in seinem Bericht verwendet:

Hängebank	übertägige Anlage, welche die Verbindung zwischen Schachtförderung und übertägiger Förderung herstellt
Lachter	Längenmass, 1 Lachter = 2.092 Meter
seiger	vertikal, senkrecht
söhlig	horizontal, in der Richtung einer Sohle
Stunde	früher übliche Vollkreisteilung des Gradbogens des Grubenkompass, also eine Richtungsangabe
Zoll	Längenmass, 1 Zoll = 2.54 Zentimeter

birg damit auf 22 Lachter Feldes Länge aufgeschlossen worden. Von dem damaligen Feldorte dieses Querstollens sollte man nach den Markscheiderrissen bis auf das Erzlager noch 18 Lachter aufzufahren haben. Man hielt dies Grube für eine der edelsten, und auf eine lange Reihe von Jahren gesichert!“

Der Bericht meldet weiter:

„Auch abgesehen von diesem erwünschten, doch noch nicht entschiedenen Ereignis, ist die zur Zeit erwiesene Ausdauer und Mächtigkeit der Erzausbrüche, des für diese Gattung Erz zwar nicht bedeutenden, inzwischen immer reichlichen Gehalts an Silber, und vorzüglich der Umstand, dass das Erzlager, durch jene kleinen Versuchsarbeiten, die seinerzeit zu einem mittleren Stollen die Anlage gaben, und die von dem Fahrschacht an 54, von der Scheidbank Stollen aber 14 Lachter beinahe ganz unverrückter Feldteufe einbringen, bereits edel erfunden worden, von solchem Gewicht, dass insofern Aufbereitungs- und Schmelzarbeiten, vornehmlich letztere, in zweckmässiger Übereinstimmung mit einem wirtschaftlichen Baue stehen, und sich die Angabe bestätigt, dass sich die Erze gegen die Teufe zu in Silber angereichert haben sollen, man sich in einigen Jahren von dieser Grube auf ungezweifelte Ausbeute Rechnung machen darf.“

Der Berichterstatter bemerkt hierzu noch, dass sich, laut einem Berichte von Dezember 1810, die Arbeiten in Obersaxen über alle Erwartungen bewiesen hätten. Das Lager gewinne an Mächtigkeit und an Silbergehalt mit jedem abgeteuften Lachter.

Es ist sicher am Platze, diesen Bericht, der offenbar in einer allzu optimistischen Weise abgefasst wurde, mit einer gewissen Skepsis zu lesen und zu vergleichen mit dem, was die Grube heute noch darstellt. Die Beschreibung der Grube durch von Salis deckt sich indessen, was die Anordnung und Länge der Stollen betrifft, recht gut mit der heutigen Situation. Allerdings darf man in Anbetracht der dünnen Erzgängchen, wie sie heute noch anstehen, kaum auf reiche Ausbeute und wirtschaftlichen Abbau hoffen.

Anschliessend seien folgende kritische Bemerkungen zur Grubenbeschreibung von v. Salis gemacht: Die Mächtigkeit des Erzgängchens beträgt nach meinen Beobachtungen heute maximal noch fünf Zentimeter (circa 2 Zoll), wenn man den ganzen Gang inklusive taubem Material misst.

Natürlich besteht die Möglichkeit, dass die Vererzung im heute abgebauten Bereich bis doppelt so mächtig war. Man kann aber feststellen, dass diese grösseren Mächtigkeiten nicht von langer Ausdauer waren. Heute gibt es nicht mehr die geringsten Hinweise auf „4 Zoll mächtige Fahlerze in fast ununterbrochener Einlagerung“. Der dickste Gangabschnitt, den ich finden konnte, ist, wie gesagt, nur 2 Zentimeter dick. von Salis spricht von Baryt als Gangart. Heute kann dagegen nur Quarz und Karbonat als Gangart festgestellt werden.

Die zwei Versuche, die nach von Salis von „Tagaus“ gegen den Fels unternommen wurden, konnte ich im Feld nicht lokalisieren. Dagegen fand ich am Fusse der Felswand, in der die Stollen liegen, auf etwa 1150 Meter Höhe einen circa 45 Meter

langen, vollkommen erzleeren Stollen, der möglicherweise von einem der jüngsten Abbauversuche stammt. Er ist übrigens auch bei Friedlaender (1930) nicht erwähnt.

Dass sich ein Abbau in der folgenden Zeit als unwirtschaftlich erwiesen haben muss, ist aus der Tatsache abzuleiten, dass nur sehr wenig Akten, die dieses Vorkommen betreffen, aus der Zeit des 19. Jahrhunderts vorliegen.

Aus dem Gemeindearchiv von Meierhof erhielt ich lediglich eine dreiseitige Akte in schwungvoller Frakturhandschrift. Sie wurde am 25. Oktober 1873 verfertigt und betrifft die Erzausbeute im unteren Pifal bei Affeier (Cava da Mettal).

Im Gemeindearchiv fanden sich daneben folgende Belege betreffend Bergbau: Akten 14: 1815 hat die Gemeinde einen Streit mit der Reichenauischen Bergbaugesellschaft; Die Chronik Curschellas von 1875. Darin wird „la Pella“, d.h. „Eisenstampfen“ genannt.

Das Gemeindearchiv Waltensburg ist im Besitze folgender Belege: Urkunde 57: 1826 wird im Grottawald „eine grubiser Schmelze“ genannt; Urkunde 61: Im Grenzvertrag zwischen Waltensburg und Obersaxen von 1830 wird das „Inneres Erzloch, ein Klafter vom Stollen entfernt“ (Nähe Valater Tobel) genannt.

Im Gemeindearchiv Andiast befindet sich ein Kaufrechtsvertrag aus dem Jahre 1916 betreffend einer Parzelle am Schmuerbach (Andestertobel), der dem Käufer, einem gewissen Gustav Weinmann, Fabrikant in Zürich, ein Schürfrecht einräumt.

Heute scheint die Erzgrube von Affeier – im Zehntausender-Vermessungsplan als „Cava da Mettal“ eingetragen – unter der einheimischen Bevölkerung weitgehend in Vergessenheit geraten zu sein. Jedenfalls gelang es mir 1974 auch unter der älteren Bevölkerung nicht, jemanden zu finden, der sich an die alte Grube erinnern konnte. Der Grund dafür liegt wahrscheinlich einerseits darin, dass in diesem Jahrhundert kaum mehr Abbau betrieben wurde, andererseits wohl auch in der exponierten Lage des Stollenzuganges.

4. Das Fahlerzvorkommen von Affeier/Obersaxen

Die Lage der Vererzung im Verrucano

Das Fahlerzvorkommen von Affeier liegt unter der Oberkante der steilen Felsflanken, die von Obersaxen in nördlicher Richtung ins Vorderrheintal hinabfallen. In der gleichen Zone sowie unterhalb und östlich davon gibt es mehrere Uranindikationen. Das Nebengestein ist der Ilanzer Verrucano, der hier das Dach der Verrucano-Serie von Ilanz-Obersaxen bildet. Den Zugang zur alten Cava da Mettal erreicht man am besten, indem man von Punkt 1255 am Meliorationssträßchen unterhalb Affeier ausgehend ungefähr der Höhenkurve auf 1250 Meter westwärts folgt. In circa 350 Meter Entfernung gelangt man so zum Rand der eingangs erwähnten Felsflanken, von wo aus man über ein leicht absinkendes, schmales Grasbändchen von circa 20 Meter Länge zum Einstiegsschacht der Grube gelangt.

Aufnahme und Beschreibung der Stollen

Die vorhandenen Stollen sind mit einfachsten Mitteln (Geologenkompass und Meterband) vermessen worden. Im abgebildeten Stollenplan (Figur 3) ist das Gefälle einzelner Stollenabschnitte mit Pfeilen in Fallrichtung bezeichnet. Der Plan enthält zudem Werte von Radioaktivitätsmessungen in «counts per second» (Messgerät: SRAT SPP-2-NF). Unterhalb des vermessenen Stollens befinden sich zwei weitere kurze Stollen. Der eine führt vom Fuss der Felswand aus circa 50 Meter südwärts in den Fels und endet mit einem etwa 15 Meter hohen Schacht. Dieser Stollen ist nicht vererzt. Es steht lediglich ein schmales, Magnetit-führendes Serizit-Chlorit-Schieferbändchen an. Etwa 10 Meter höher ist die Öffnung eines weiteren Stollens gelegen, der von aussen her nicht erreichbar ist. Er steht möglicherweise über dem Schacht in direkter Verbindung mit dem unteren Stollen.

Der Stollenzugang: Ausgehend von der schlechten Zugänglichkeit der Vererzung kann man sich fragen, wie das Erzvorkommen entdeckt und auf welchem Weg das Erz weggeschafft wurde. Vom Vorderreintal aus sind heute deutlich grün verfärbte Felspartien zu erkennen. Die grüne Farbe ist auf Kupfer-Sekundärmineralien zurückzuführen, sie diente bestimmt schon in früher Zeit als Indiz für Kupfervererzung. Es ist deshalb denkbar, dass die Vererzung aus der Ferne entdeckt und danach systematisch gesucht wurde. Für die Wegschaffung des Erzes wurde wohl der Weg über die Felswand benutzt, indem das auf der Scheidbank schon aussortierte Erz hinuntergeworfen oder abgesiebt wurde. Der heutige Zugang von oben wäre jedenfalls für den Transport von Erz in Hütten oder mittels Schlitten denkbar ungünstig. Am Fuss der circa 80 Meter hohen Felswand, in deren obersten Teil sich die Grube befindet, breitet sich denn auch ein mit niedrigen Pflanzen bewachsener Schuttfächer aus, in dem man viel Ausbruchmaterial, jedoch kaum vererzte Stücke findet.

Die Grubenbaue: Wie im historischen Kapitel erwähnt, erfolgte hier der Erzabbau über längere Zeit. Die Form der Stollen und die Struktur der Stollenwände lassen dementsprechend Rückschlüsse auf verschiedene Abbauperioden zu.

Der kleinere Teil der Grube, namentlich die ersten 50 Stollenmeter, zeichnen sich durch einen niedrigen und schmalen Querschnitt aus, der eine Begehung nur in gebückter Haltung erlaubt. Die weiteren Stollenstrecken haben wesentlich weitere Querschnitte und können besser begangen werden.

Der Abbau erfolgte offenbar, indem man einfach vom Eingangsschacht ausgehend der Vererzung folgte. Der Stollenvortrieb und Querschläge wurden jeweils aufgegeben, wo der Erzgang vertaut oder auskeilt. Die auf den Seiten 24/25 wiedergegebenen Abbildungen dienen zur Illustration der Grubenanlage.

Die Lage und Beschaffenheit der Mineralisation

Der Erzkörper besteht aus einem Hauptgang, der verschiedenenorts noch über einige Distanz verfolgt werden kann. Von diesem Hauptgang zweigen vielerorts kleine Seitentrümer ab, die beliebige und oft auf kurzer Strecke wechselnde Richtung haben.



Abb 10; Bergwerk Mühlebach; Aufbruch im «Kohlenabbau 1943» vergleiche Abb. 7 (Foto Karl Landtwing, 1988).

Und doch: Das Bild mit den Palmen, den Sumpfzypressen, den Seerosen und Krokodilen will sich nicht recht zeigen. Zu sehr bedrückt die Enge, zu unscheinbar zieht sich die dunkle Kohlenschicht der rauen Wand entlang. Rechts ein schmaler, niedriger Gang abwärts, ein Gesenk ins Ungewisse. Der nasse schwarze Boden, der die Kohle trug, glänzt im Scheine des Karbids. Auf der Seite flösst der «alte Mann» Vertrauen ein. Rutschen? Auf allen Vieren kriechen? Die Nässe ist so unangenehm, wie es die harten Steine an der Decke sind. Nach mühsamen Metern mündet das Gesenk in einen streichenden Stollen. Wieder etwas Bewegungsfreiheit! Der Stollen verzweigt sich; beinahe umfasst er eine massive Sandsteinsäule. Wie die Füllung eines Birnenweggens ist das Flöz am Fusse der Wand zwischen den harten Sandsteinen eingeschlossen und stellenweise dezimeterweit herausgeholt. Wir sind vor Ort. Tropische Wärme vermag uns nicht zu umfangen, wohl aber ein leises Schaudern beim Gedanken an die Häuer. Hier lagen sie, nass, dampfend, fröstelnd, um mit der Haue die dünne Kohlenschicht herauszuschärfen. Gute alte Zeit? Bilder aus den Anfängen des englischen Kohlenbergbaus werden plötzlich Realität von Menzingen.

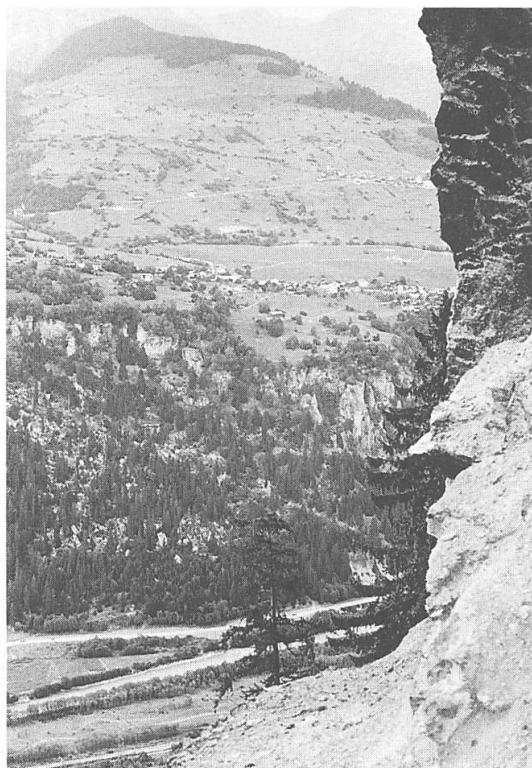
Staub und Wolfensberger, die hier ein Geschäft zu machen hofften, können wir uns bildhaft vorstellen. Wer aber waren die Männer, die für sie die Kohlen aus dem «Feuer» holten? Sie haben nichts hinterlassen als die Löcher im Berg. Was mochte in ihnen vorgegangen sein, wenn sie am Morgen durch die enge Röhre zur Abbaustelle kro-

chen? Die Vorstellung von rauschenden Palmen wird sie kaum beflügelt haben, vielleicht aber die Hoffnung, doch noch eine ergiebigere Stelle zu finden.

Zurück ans Licht des Tages. Der Kontrast könnte grösser nicht sein. Vor uns geht der Blick hinaus auf eine grossartige Moränenlandschaft, die gewaltige Gletscher in kalter Zeit gebildet haben. Hinter uns, verborgen im Schoss der Erde, liegen die Zeugen eines üppigen Moorwaldes und eines warm-feuchten Klimas. Was Jahrtausende auseinanderliegt, ist hier auf den einen Kilometer gerafft. Einem Thermometer gleich haben die Mergel und Kohlen die miocänen Umweltbedingungen registriert. Und als sensibler Barometer geben sie uns Auskunft über die wirtschaftliche Wetterlage in der Schweiz des 19. und 20. Jahrhunderts. Die Zeiten ändern sich; doch mögen nie mehr Tage kommen, wo die Kohlen, die noch immer tief im Innern des Höhronen schlummern, wieder als abbauwürdig angesehen werden könnten – der Not gehorchend und allen bisherigen Misserfolgen zum Trotz.

Anmerkungen

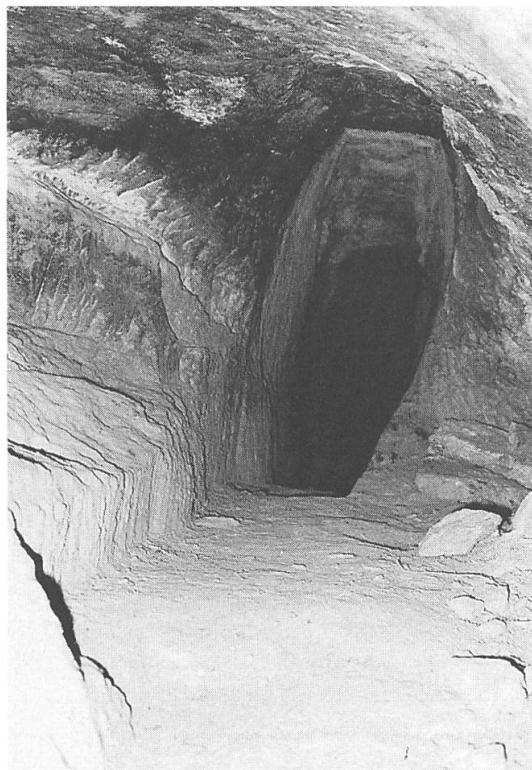
- ¹ Archiv der Einwohnergemeinde Menzingen: Correspondenz-Buch, Einwohnerrat 1887–1895, Brief 227, Juli 1890, S. 183.
- ² Die Schreibweise der Orts- und Flurnamen richtet sich im Text nach der Landeskarte der Schweiz (1:25'000), in Zitaten wird die alte Schreibweise übernommen.
- ³ Archiv der Einwohnergemeinde Menzingen: Protokoll des Gemeinderates vom 9. Dezember 1836.
- ⁴ Stadt- und Kantonsbibliothek Zug, TMsc 330: Präsident J. A. Elsener: Aufzeichnungen über gmdrthl. Verhandlungen 1832–1839.
- ⁵ Der freie Schweizer, Nr. 9, 3. März 1837.
- ⁶ Der Eidgenosse, Nr. 22, 17. März 1837.
- ⁷ Der freie Schweizer, Nr. 21, 26. Mai 1837.
- ⁸ Emil Letsch: Die Schweizerischen Molassekohlen östlich der Reuss, in: Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz; geotechnische Serie, 1. Lieferung, Bern, 1899, S. 11.
- ⁹ Neue Zuger-Zeitung, Nr. 99, 10. Dezember 1887.
- ¹⁰ Staatsarchiv Zug: Gerichts-Protokoll des Kantons Zug vom May 1842 bis May 1844, S. 256–257.
- ¹¹ Archiv der Einwohnergemeinde Menzingen: Sammelmappe «Braunkohlenbergbau Hohe Rone»; [Willi Schön]: Die Braunkohlen der Hohen Rone, o. O., o. J.
- ¹² Mergel: Sedimentgestein aus einer Mischung von Kalk und Ton (und u. U. feinem Sand); diente früher als Dünger für nährstoffarme («ausgemergelte») Böden.
- ¹³ Letsch (wie Anm. 8), S. 12 und 61–63. Befunde vor Ort und die wenigen schriftlichen Hinweise erlauben den Schluss, dass der Abbau im Greit gleich wie im gut dokumentierten Bergwerk Käpfnach erfolgte.
- ¹⁴ Letsch (wie Anm. 8), S. 12.
- ¹⁵ Franz Iten: Ein Zuger Kohlenbergwerk, in: Heimat-Klänge, Sonntags-Beilage zu den Zuger Nachrichten, Nr. 1, 5. Januar 1936.
- ¹⁶ Letsch (wie Anm. 8), S. 13.
- ¹⁷ Wie Anm. 1, S. 183.



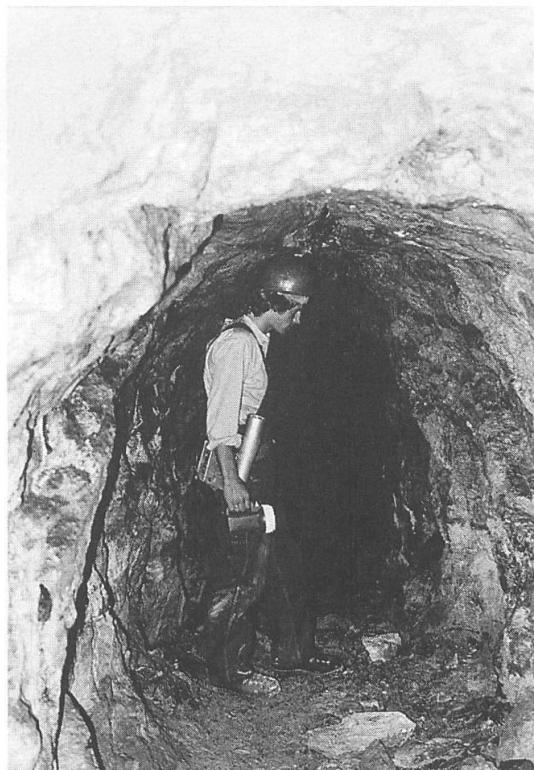
Ausblick vom mittleren Stollenfenster nordwärts auf Waltensburg und Andiast (alle Fotos: Thomas Staub).



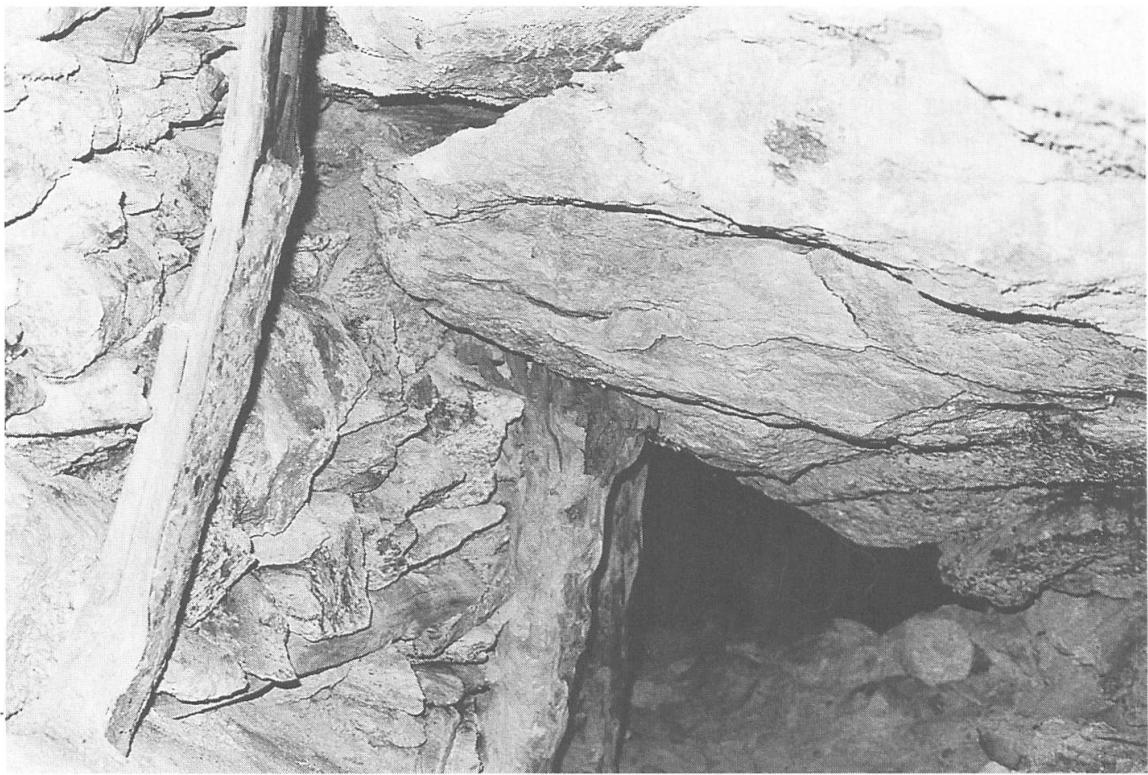
Blick von der kleinen Plattform am Stolleneingang nordwärts in die steile Felswand und auf den Vorderrhein.



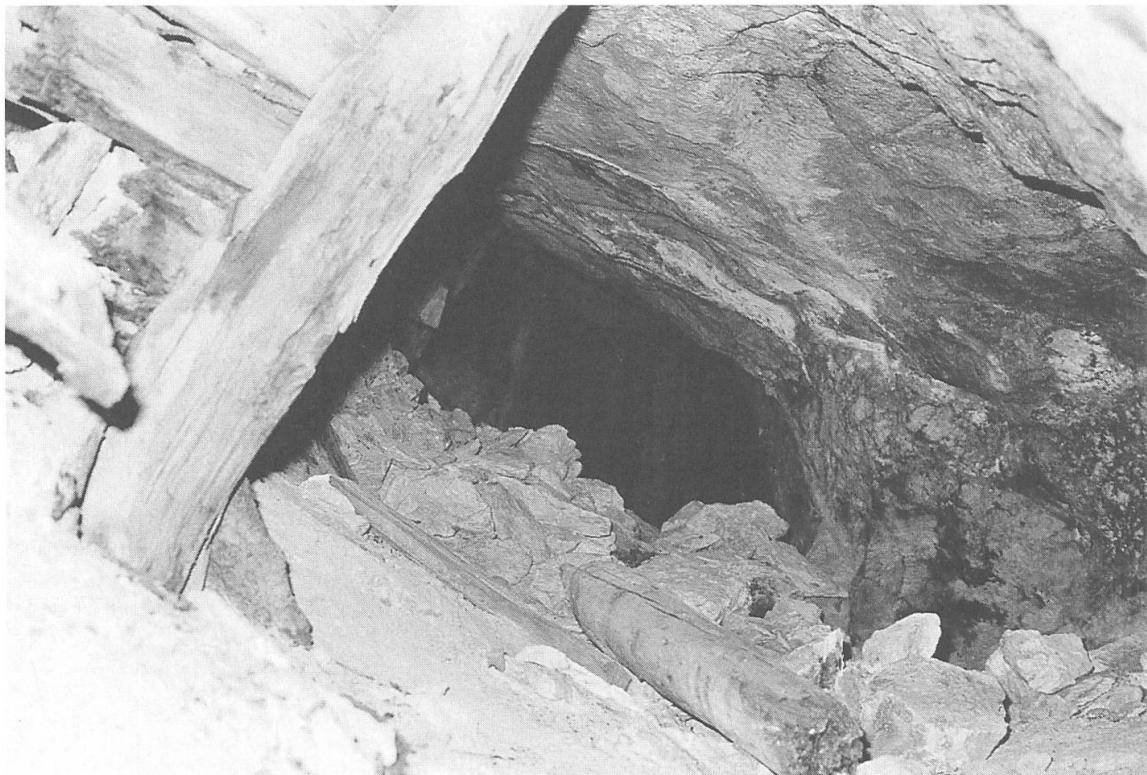
Blick vom Eingangsschacht etwa Richtung Süden. Die Vererzung ist oben links gut sichtbar.



Neuerer, geräumiger Stollenabschnitt. Der Stollen ist hier etwa 185 cm hoch und 120–150 cm breit.



Ein gefährlich von der Decke klaffender «Sargdeckel», notdürftig abgestützt (Aufnahme von 1976). Der stützende Holzträger ist bereits stark beansprucht.



Das Bild zeigt den teilweise eingestürzten Versatz im Hauptabbaugebiet. An einigen Stellen geben die Holzeinbauten dem Bergdruck nach, stellenweise beginnt auch die Decke einzubrechen (Stand 1976).

Der Hauptgang verläuft schief zur Schieferung des Nebengesteins. Diese ist im Grenzbereich zum Gang leicht asymmetrisch deformiert, im Gang selber nicht sichtbar. Die Mächtigkeit des Erzganges ist mit 1 bis 10 Zentimeter Dicke durchwegs gering. Der Gang hat eine plattenförmige Gestalt mit ungefähr planparallelen Begrenzungsfächen. Lokal sind knotenartige Verdickungen oder auch Quetschungen festzustellen. Eine Zonierung der sehr variabel zusammengesetzten Gangfüllung fehlt. Umwandlungerscheinungen wie Auslaugung oder Mineralneubildung sind im Nebengestein nicht zu beobachten. Im Bereich auskeilender Nebentrümer ist das Nebengestein jedoch schwach mit Erz imprägniert.

Die Erzmineralien

Makroskopisch lassen sich drei Erzminerale unterscheiden, namentlich Fahlerz (Tetraedrit), Pyrit und Kupferkies, wobei Pyrit und Kupferkies nur sehr untergeordnet auftreten.

Erzmikroskopische Untersuchung unter Einbezug von Härtebestimmungen und Reflexionsmessungen:

Fahlerz	Farbe:	Grauweiss mit schwachem Stich ins Bräunliche. In Öl grau mit leicht oliv-bräunlichem Unterton.
	Reflexionsvermögen:	Im Mittel aller Proben 30%, gemessene Extremwerte bei 29.8% und 30.8%. In Öl wird das Reflexionsvermögen stark herabgesetzt. Das Fahlerz ist isotrop, bei x Nicols vollkommen dunkel. Auf Spalten sind rötliche Innenreflexe zu beobachten.
	Vickers-Härte:	Im Mittel aller Proben 333, Extremwerte bei 286 und 372.
Pyrit	Farbe:	Sehr lichtes, fahles Gelb.
	Reflexionsvermögen:	Die Messwerte schwanken wenig um 48.5%. Zuweilen ist bei x Nicols leichte Anisotropie festzustellen.
	Vickers-Härte:	Der Mittelwert liegt bei 1334, Extremwerte sind 1163 und 1748.
Kupferkies	Farbe:	Sattes Goldgelb mit schwach grünlichem Stich.
	Reflexionsvermögen:	Circa 38.4%, an den meist sehr kleinen Mineralkörnern schlecht messbar.
	Vickers-Härte:	Circa 173.
Goethit	Farbe:	Stahlgrau bis weiss, zoniert.
	Reflexionsvermögen:	Circa 20%, bläulich-weißer bis mattgrauer Reflexionspleochronismus, Anisotropie bei x Nicols deutlich.
	Vickers-Härte:	—.

Die Gangart und Gangparagenese

Makroskopisch können im Gangmaterial neben den Erzen Quarz, Carbonate, Baryt und Feldspäte sowie etwas Hellglimmer festgestellt werden. Illustrationen der Gangart sind den Dünnschliffskizzen in Figur 4 zu entnehmen.

Der Quarz macht über 90% der Gangart aus. Untergeordnet treten die Carbonate auf, während Baryt, Feldspat und Hellglimmer nur vereinzelt zu beobachten sind. Der Gangquarz ist ein weisser Milchquarz, zuweilen durch Verunreinigungen bräunlich verfärbt.

An einigen Stellen findet man sekundäre Kupferminerale als Hohlraumfüllungen in kleinen Klüftchen und als krustige Überzüge an Orten, wo Grubenwasser zirkulierte. Röntgenographische Untersuchungen lassen auf Azurit, Malachit und Chalkanthit schliessen.

Mikroskopisch ist Quarz die wichtigste Komponente der Gangart. Er bildet ein ungleichkörniges Mosaik von teils glatt, teils extrem undulierend auslöschenden Individuen. Gegen das Salband hin wird er oft etwas feinkörniger. In Verwachsung mit Fahlerz ist starke Tendenz zu idiomorphen Kornformen zu beobachten.

Bei den Carbonaten handelt es sich um teilweise eisenhaltigen Calcit und Dolomit. Mit den Carbonaten vergesellschaftet treten sekundäre Kupferminerale auf.

Baryt liegt in idiomorphen, leistenförmigen Individuen von bis zu 3 Millimeter Länge vor. Er zeigt keine Deformationserscheinungen, was darauf hinweist, dass es sich dabei um eine späte Mineralbildung handelt.

Die Albite sind polysynthetisch verzwilligt, die Zwillingslamellen oft verbogen. Die Anorthit-Gehalte liegen nach optischen Daten zwischen 5 und 10% Anorthit.

Die Hellglimmer sind spissig zwischen Erzkörnern eingewachsen, füllen kleine Nester und Zwickel aus.

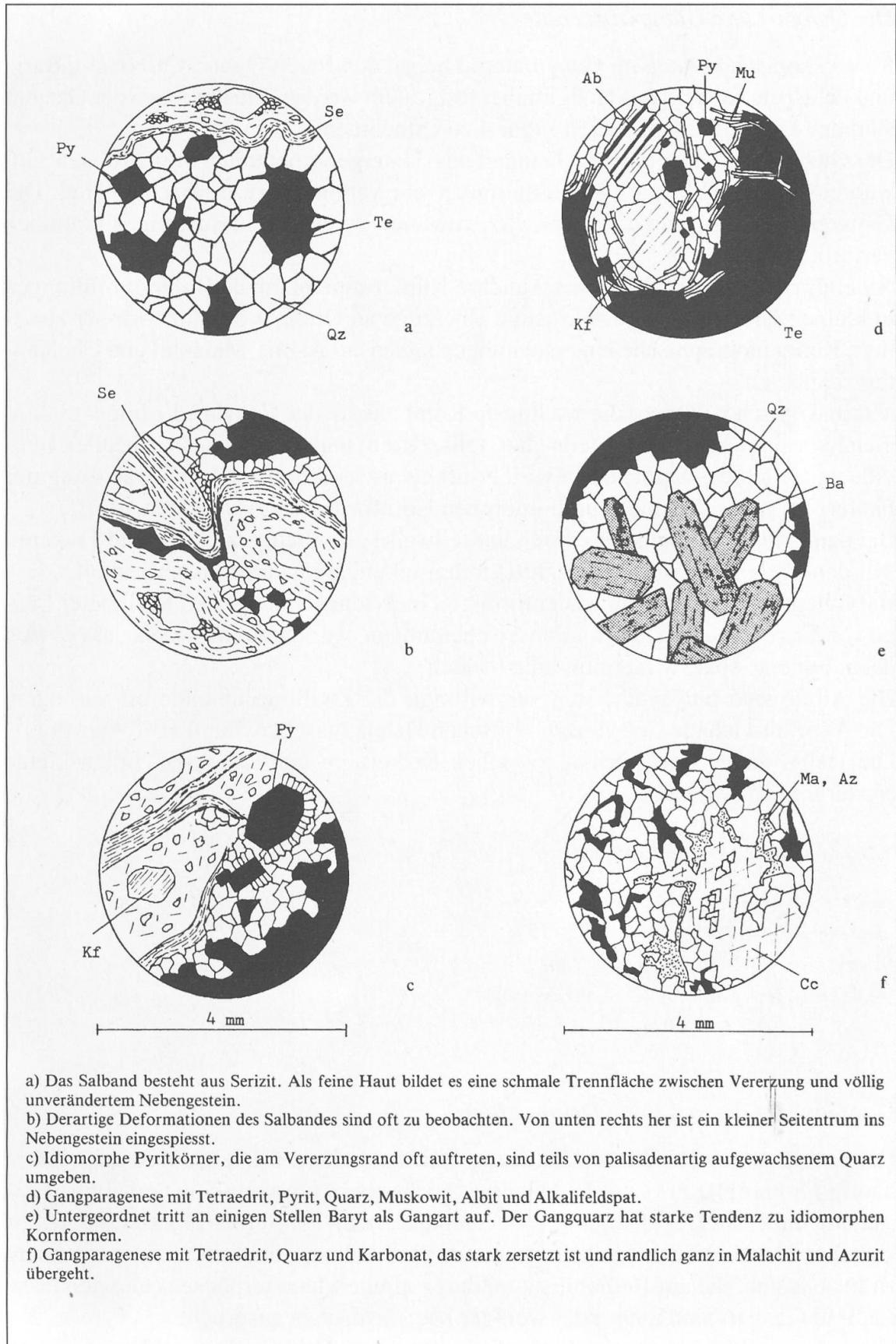
Zusammensetzung der Gangart:

Quarz	70 – 90%
Carbonate	10 – 15%
Baryt	bis 5%
Albit und Hellglimmer	akzessorisch

Das Ganggefüge und seine Deformation

Das Erz ist unterschiedlich stark durch Quarz durchsetzt. Die Quarzkörper haben häufig idiomorphe Formen. Der Gang ist nicht zoniert, was auf eine einaktige Entstehung hinweist. Der Übergang vom Gangquarz zum Erz verläuft meist kompliziert verzahnt. Lokal ist beginnende Bildung sulfidischer Intergranularfilme im Gangquarz zu beobachten, die auf Remobilisation durch alpine Metamorphose schliessen lässt. Erz und Gangart sind mehr oder weniger kataklastisch beansprucht.

Kupferkies bildet kleine, rundliche Einschlüsse im Fahlerz. Dabei könnte es sich eventuell um Reliktstrukturen handeln.



Figur 4: Dünnschliffskizzen der Gangparagenese (nach Staub, 1980).

Der Pyrit hat ausgesprochen idiomorphe Kornformen. Umgeben von Fahlerz ist er meist zerbrochen. Goethit konnte als Umwandlungsprodukt in Spalten von Pyrit bestimmt werden. Die Pyrite haben sich je nach ihrer Umgebung während der Deformation des Ganges sehr unterschiedlich verhalten. Während Pyritkörner in der Gangart geschont wurden, sind von Fahlerz umgebene Pyrite meist in mehrere Teile zerbrochen und auseinandergedriftet. Das sie umgebende Fahlerz weist das normale polygonale Rekristallisationsgefüge auf. Die Beanspruchung der Pyrite erfolgte demnach vor der Rekristallisation des Haupterzes.

Im Fahlerz konnte nach Strukturätzung ein nahezu isometrisches, polygonales Korngefüge mit schwacher Tendenz zu idiomorphen Formen nachgewiesen werden. Bei Korngrößen von 0.05 bis 0.5 Millimetern sind die Körner von gedrungener Form, selten länglich. Zahlreiche kleine Risse und ausgeprägte Kataklaststrukturen setzen sich durch Korngrenzen hindurch fort. Demzufolge sind sie jünger als die Rekristallisation des Erzes. Das heisst also, dass der Gang nach der Rekristallisation des Fahlerzes tektonisch beansprucht wurde.

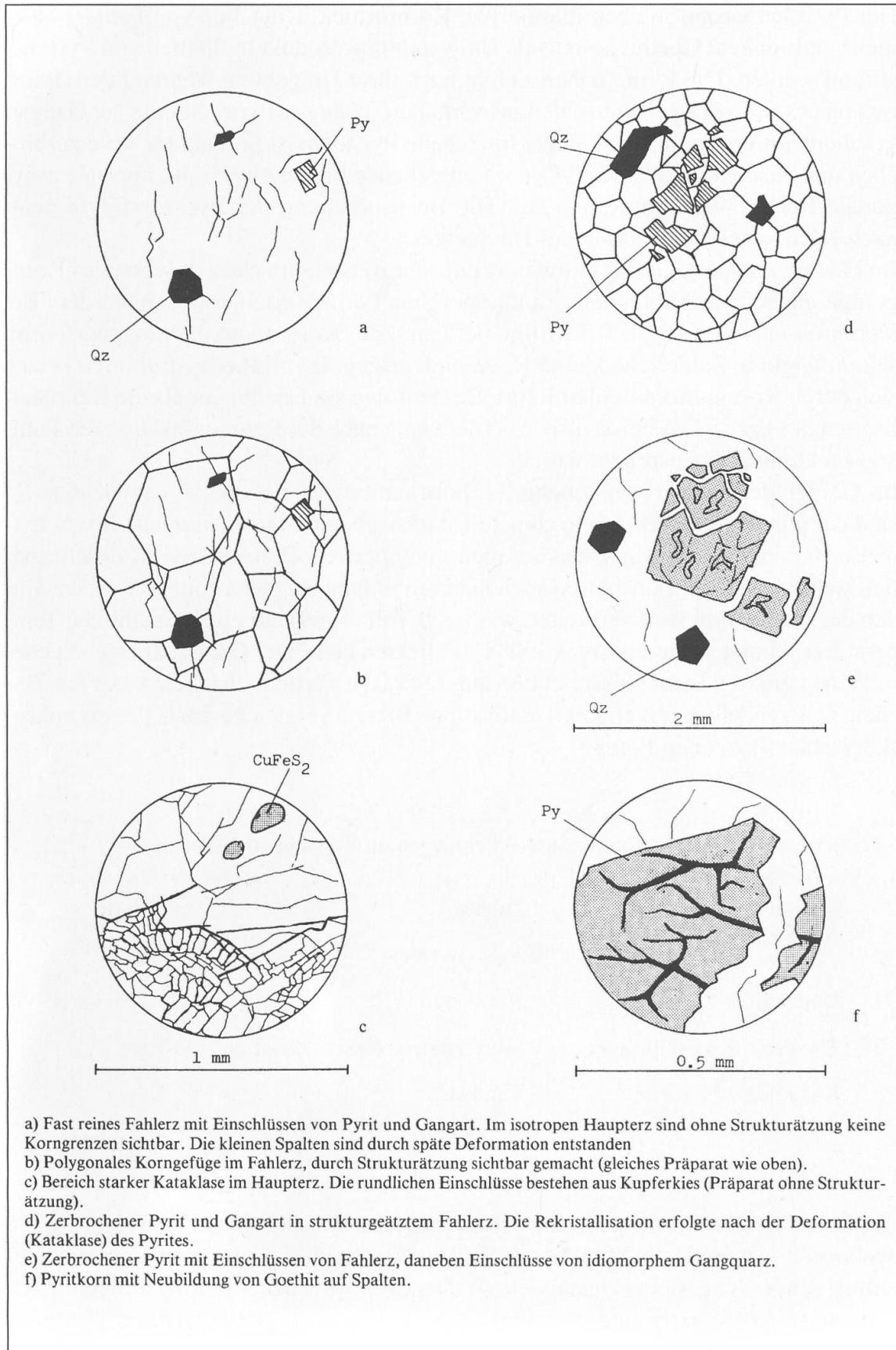
Im Gefüge der Gangart sind ebenfalls Deformationsphänomene zu beobachten. So sind die fein lamellierten Albite zum Teil stark verbogen. Der Gangquarz löscht teilweise stark undulierend aus, was auf niedrigtemperierte Deformation (Kaltdeformation) schliessen lässt. Daneben ist auch Subkornbildung bei gleichzeitigem Verschwinden der Undulation weit verbreitet, was nach Voll (1969) auf eine allmähliche Temperaturerhöhung auf mindestens 350° C schliessen lässt. Der Gangquarz weist generell einen grossen Einschlussreichtum auf. Dies ist nach dem gleichen Autor ein Zeichen von syndeformativer Rekristallisation. Hierzu vergleiche auch die erzmikroskopischen Skizzen in Figur 5.

Zeitliche Abfolge der Deformationserscheinungen im Erzgang von Affeier:

	<u>Gangquarz</u>	<u>Fahlerz</u>	<u>Pyrit</u>
0	Entstehung des Ganges in einem Füllungsakt		
1	Undulation	Kornlängung?	Kataklaste
2	Teilweise Rekristallisation	Vollkommene Rekristallisation	
3	Kataklaste	Kataklaste	

Die Tatsache, dass die ausgeprägte Schieferung des Nebengesteins im Erzgang nicht beobachtet werden kann, könnte zum Schluss führen, dass dieser nach der Verschieferung des Nebengesteins entstanden sei. Dagegen sprechen allerdings folgende Argumente:

- Im Gang fehlen Schichtsilikate, die zur Nachzeichnung einer Schieferungsrichtung geeignet wären, fast vollkommen.



Figur 5: Erzmikroskopische Skizzen (nach Staub, 1980).

- Die Anzeichen für eine alpintektonische Deformation des Ganges sind im mikroskopischen wie im makroskopischen Bereich mannigfaltig.
- Die Tatsache ist mitzuberücksichtigen, dass Sulfide äusserst leicht rekristallisieren und dass auch Quarz schon bei Temperaturen von 350° C rekristallisiert, wodurch frühere paralleltexturierte Gefüge gelöscht werden können.
- Die Verschieferung des Nebengesteins ist im Bereich des Ganges deformiert.

Der Chemismus des Fahlerzes von Affeier

Die nach Klockmann (1978) zu den Sulfiden gehörenden Fahlerze umfassen eine Mischkristallreihe mit den reinen Endgliedern Tetraedrit und Tennantit.

Tetraedrit	$\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ (Antimonfahlerz)
Tennantit	$\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ (Arsenfahlerz)

Die ideale chemische Zusammensetzung der reinen Fahlerz-Endglieder in Gewichtsprozent lautet:

	für Tetraedrit	für Tennantit
Cu	45.77	51.55
Sb	29.22	
As		20.27
S	25.01	28.18

Die in der Natur vorkommenden Fahlerze sind selten als reine Sb- oder As-Fahlerze ausgebildet.

Neben dem Antimon-Arsen-Ersatz ist auch die Substitution des Kupfers in weiten Grenzen möglich durch: Ag, Fe, Hg, Zn, Pb, Ni, Co, Ge, Te und Sn. Fahlerze mit bedeutenden Gehalten dieser Substituenten werden mit Spezialnamen benannt:

Freibergit:	Cu-Ag-Sb-Fahlerz mit Ag-Gehalten bis 18 Gewichtsprozent
Schwazit:	Cu-Hg-Sb-Fahlerz mit Hg-Gehalten bis 17 Gewichtsprozent
Annivit:	Cu-Sb-Bi-Fahlerz
Goldfieldit:	Te-Fahlerz mit Te-Gehalten bis 17 Gewichtsprozent
Colusit:	Zn-As-Fahlerz, Sn-reich

Fahlerzproben von Affeier, analysiert mittels Mikrosonde ergaben eine im Gross- und im Mikrobereich sehr homogene Zusammensetzung. 10 chemische Elemente konnten nachgewiesen werden: Kupfer, Schwefel, Antimon, Arsen, Zink, Eisen, Quecksilber, Blei, Silber und Cadmium. Nach weiteren Elementen, die am Aufbau des Fahlerzes von Affeier beteiligt sein könnten, wurde erfolglos gesucht.

Die Messwerte wurden auf die allgemeine Tetraedrit-Formel nach Pauling & Neumann (1934) umgerechnet, die aus strukturellen und chemischen Daten abgeleitet haben: $(\text{Cu}, \text{Ag})_{10}(\text{Fe}, \text{Zn})_{0.5}(\text{As}, \text{Sb})\text{S}_{3.25}$.

Fahlerzproben von Affeier:

	Minimalgehalt (Gewichtsprozent)	Maximalgehalt (Gewichtsprozent)
Kupfer	35.01	37.58
Schwefel	24.06	25.33
Antimon	19.64	25.48
Arsen	2.52	7.12
Zink	3.00	4.61
Eisen	1.78	2.74
Quecksilber	1.76	4.42
Blei	0.52	2.80
Silber	0.00	0.42
Cadmium	0.00	0.64

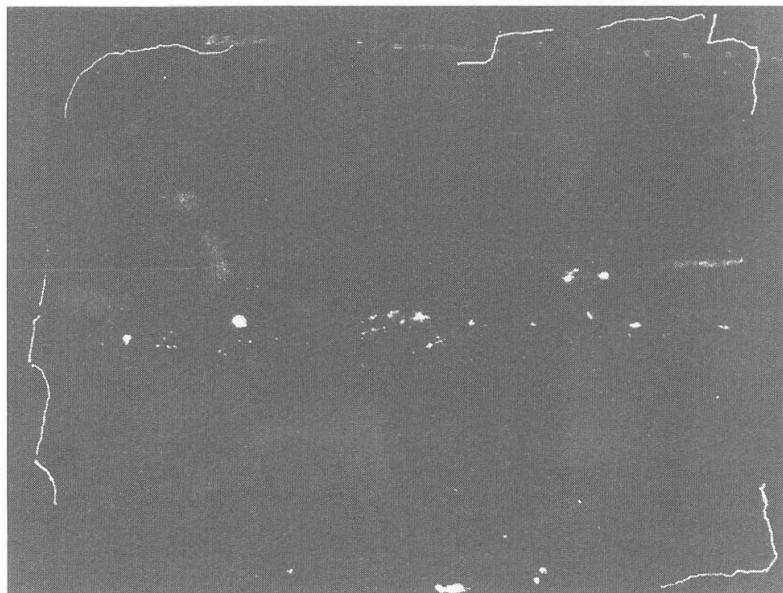
Hg, Pb und Cd zur zweiten Gruppe metallischer Kationen genommen und auf ganze Zahlen gerechnet ergibt sich für das Fahlerz von Affeier die folgende Tetraedritformel: $(\text{Cu},\text{Ag})_{10}(\text{Fe},\text{Zn},\text{Hg},\text{Pb},\text{Cd})_2(\text{As},\text{Sb})_4\text{S}_{13}$.

5. Die Uranvererzungen im Raume von Affeier

Die erste Entdeckung von Uranvererzungen im Vorderrheintal geht auf das Jahr 1958 zurück. Im Auftrag der „Studiengesellschaft für die Nutzbarmachung schweizerischer Lagerstätten mineralischer Rohstoffe“ hatte damals Dr. A. Fehr zusammen mit Prof. Dr. E. Niggli zirka 200 Meter östlich des Grubeneinganges der Fahlerzgrube von Affeier an der Aussenkante eines Felsvorsprungs eine Stelle mit erhöhter Aktivität gefunden. Gleichzeitig wurden auch auf der gegenüberliegenden Talseite bei Andiast und Waltensburg Uranindikationen gefunden. In den folgenden Jahren befass-ten sich A. Arnold (Mineralogisch-Petrographisches Institut, Universität Bern) und H. Mülli im Auftrag der Studiengesellschaft wiederum mit dem gesamten Gebiet und entdeckten zwei weitere Indikationen unterhalb Affeier. Danach stellte sich heraus, dass sich eine vererzte Zone unterhalb des Bergwerks von Affeier nordost- und talabwärts zieht. Das gesammelte Proben- und Datenmaterial der Studiengesellschaft hat Professor Niggli für die Weiterbearbeitung zur Verfügung gestellt.

Die Lage der vererzten Zone bei Affeier

Die drei stärksten Vererzungen befinden sich östlich der Fahlerzgrube auf einem markanten Felsvorsprung und nördlich davon, am Fusse der hohen Felswand, in der die Stollen von Affeier liegen. Von hier aus ist die vererzte Zone ENE-wärts bis über den Valaterbach hinaus zu verfolgen (vgl. Skizze von Mülli, 1960). In einiger Entfernung von der genannten Felswand, am Fussweg von Waltensburg nach Affeier, sind an Sturzblöcken ebenfalls stark erhöhte Werte gemessen worden. Auch in den Stol-



Figur 6: Autoradiographie einer Erzprobe (Probe UH 5b, Arnold).

len von Affeier sind Anomalien zu finden (vgl. Stollenplan). Die Fahlerzvererzung selbst enthält jedoch keine Uranmineralien. Es besteht also kein Zusammenhang zwischen den beiden Vererzungen.

Untersuchung des Probenmaterials

Da die Vererzung als ausgesprochen feinkörnige Imprägnierung vorliegt und die Uranmineralien makroskopisch nicht erkennbar sind, eignen sich Autoradiographien (vgl. Fig. 6) am ehesten zur Lokalisierung der Vererzung. Sie zeigen, dass das Uranerz in schmalen Horizonten schieferungsparallel und lagig angeordnet ist. Linsen- bis nestförmige Konzentrationen des Erzes innerhalb dieser Lagen sind häufig zu beobachten. Die radioaktiven Mineralien bilden zum Teil rundliche Formen von wenigen Millimetern Durchmesser.

Im Dünnschliff sind dünne, parallel zur Schieferung verlaufende Anreicherungen feinkristallinen, opaken Materials zu erkennen. Daneben beobachtet man auch Anlagerungen von feinkörnigem Erz randlich um grössere Pyritkörner.

Im Erzanschliff kann das Uranerz in Form von Pechblende als winzige rundliche Gebilde, die mit Pyrit zusammen auftreten, beobachtet werden. Einzelne Pyritkörner sind auch von schmalen Pechblendesäumen umgeben.

Die röntgenographische Untersuchung des Uranerzes im Bradleyverfahren ergibt Pechblende und Brannerit.

Zur Genese der Uranmineralisation

Nach Adler (1974) beruht die Mobilität des Urans auf der Löslichkeit des Uranylions (UO_2^{2+}) in Bodenwässern (Grundwasser, Porenwasser, Metamorphosewasser), und die Ausscheidung des Metalls als Erz wird durch chemische Reduktionsvorgänge bewirkt. Damit wird die Uranerzbildung in Sedimenten vor allem durch eine Reihe

von Bedingungen und Umständen bestimmt, unter denen reduzierende Agentien entstehen und akkumuliert werden. Als reduzierende Agentien kommen kohlige Substanz (pflanzlicher Herkunft), Schwefelwasserstoffe, Huminsäuren, Bitumen, Erdgas und Pyrit in Frage. Die schichtig-lagige Anordnung und imprägnationsartige Verteilung der Pechblende zusammen mit einem vollkommen unveränderten Nebengestein weisen auf sedimentäre bis epigenetische Entstehung der Uranvererzung hin.

Die Frage, ob die Uranminerale als Detritus in die Verrucano-Sedimente eingeschwemmt wurden (synsedimentäre Entstehung) oder ob sie durch chemische Reaktionen postsedimentär aus wässrigen Lösungen ausgefällt wurden, ist nicht einfach zu beantworten. Sicher ist, dass zumindest eine Umlagerung des Urans in gelöster Uranylform stattgefunden hat, denn das Uranerz ist heute in schieferungsparallelen, dünnen Häuten angereichert, in Zonen erhöhter Wegsamkeit also, in denen die Zirkulation von Wässern während der Metamorphose bevorzugt stattfand.

In der Folge der alpinen Metamorphose traten in den vererzten Gesteinen auch die zur Fällung des Urans notwendigen reduzierenden Bedingungen ein. Die Beteiligung von Pyrit am Fällungsvorgang manifestiert sich in dessen direkter Vergesellschaftung mit der Pechblende. Pyrit hat als Reduktionsbarriere gewirkt und das Uran aus seiner sechswertigen Uranylform zu vierwertigem UO_2 reduziert. Auch andere Reduktionsmechanismen können am Fällungsprozess beteiligt gewesen sein, sie sind aber heute nicht mehr direkt nachzuweisen. Interessant ist die Feststellung, dass hier wie bei den Vererzungen der Mürtschenalp in unmittelbarer Nähe voneinander Uran- und Kupfervererzungen auftreten. Bächtiger (1963) kommt zum Schluss, dass die Kupfer- und die Uranvererzung der Mürtschenalp genetisch nicht in direkten Zusammenhang gebracht werden können. Im Falle von Affeier bin ich der gleichen Auffassung: Hier liegt einerseits eine typisch gangförmige Fahlerz- und andererseits eine schichtgebundene Uranvererzung vor, die räumlich und zeitlich in keinen Zusammenhang gebracht werden können.

Mikrothermometrische Untersuchungen

An Fluideinschlüssen in mehreren Quarzproben aus dem Erzgang von Affeier und aus Klüften des Nebengesteins wurden mikrothermometrische Messungen durchgeführt. Dies in der Absicht, Aussagen über Druck und Temperatur während der Genese der Vererzung von Affeier machen zu können.

Zwischen den Einschlüssen in den Klüften und jenen im Erzgang sind bezüglich der Homogenisationstemperaturen keine bedeutenden Unterschiede festzustellen. Von der Tatsache ausgehend, dass sich die Fluidlösungen im Erzgang von jenen in den alpinen Klüften hinsichtlich Salzgehalt deutlich unterscheiden, läge der Schluss nahe, die Fluide seien nicht dem gleichen (alpinen) Ereignis zuzuordnen. In diesem Fall könnten die Fluidlösungen im Erzgang als primär mit der Ganggenese in Zusammenhang stehend betrachtet werden. Dagegen spricht indessen die starke alpine Überprägung des Ganges. Man könnte aber auch postulieren, der erhöhte Salzgehalt in den Einschlüssen der Vererzung sei auf Verdünnung von primären, noch salzrei-

cheren Lösungen, wie sie in Sulfidlagerstätten auftreten, durch Zufuhr alpiner Fluidlösungen zurückzuführen. Dies erscheint sehr unwahrscheinlich, weil in diesem Fall auch noch Einschlüsse mit aberrant hohen und tiefen Salzgehalten auftreten müssten, wenn man unvollständige Verjüngung der Einschlüsse voraussetzt. Man muss aber auch berücksichtigen, dass die Salinität von Einschlusslösungen sehr lokal ändern kann. In diesem Zusammenhang ist die Feststellung wichtig, dass ein Quarzgang, der ohne direkte Beziehung zur Vererzung in den Stollen von Affeier ansteht, Fluidlösungen der gleichen Salinität enthält wie der Erzgang selber. Es könnte sich also durchaus um eine lokale Erhöhung des Salzgehaltes handeln. Eine andere Argumentation scheint daher viel einleuchtender zu sein:

Die alpine Überprägung der Vererzung manifestiert sich sowohl innerhalb der Erzmasse als auch in der Gangart deutlich. Die Gefügeveränderungen (Rekristallisation, Kataklase) weisen sogar auf eine mehrphasige Deformation hin. Die Fluideinschlüsse im Gangquarz zeigen praktisch keine Merkmale typisch primärer Entstehung. Ihre Anordnung entlang alter Korngrenzen des später rekristallisierten Quarzgefüges zeugt von ihrer Entstehung während der Rekristallisation des Gangquarzes. Die Isochoren für maximale und minimale Homogenisationstemperaturen und Salzgehalte decken sich für Quarzproben aus dem Erzgang und aus dem Nebengestein. Diese Übereinstimmung ist ein wichtiger Hinweis darauf, dass die die Fluidlösungen der Vererzung zu den selben alpinen Einschlusslösungen gehören, die in den Kluftquarzen eingeschlossen wurden.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Anwendung der Mikrothermometrie im vorliegenden Fall keine Aussage über die Bedingungen während der Genese der Fahlerzvererzung ermöglichte. Dafür gelang es, die alpine Überprägung der Vererzung, die auch aus strukturellen Beobachtungen abgeleitet wurde, auf einem anderen, unabhängigen Weg zu bestätigen.

Literaturverzeichnis

- Alder H. H. (1974): Concepts of uranium-ore formation in reducing environments in sandstones and other sediments. - Proceedings of the IMA-Symposium, Athens 1974, 141-168.
- Bächtiger K. (1963): Die Kupfer- und Uranmineralisationen der Mürtschenalp, Kt. Glarus. - Beiträge zur Geologie der Schweiz. Geotechnische Serie, 38. Lieferung.
- Eugster H. & Yoder H. (1955): Synthetic and natural muscovites, - Geochimica and Cosmochimica Acta 8.
- Graf D.L. & Goldsmith J.R. (1955): Dolomite - magnesian Calcite relations at elevated temperatures and CO₂-pressures, - Geochimica and Cosmochimica Acta 7, 109-128.
- Heim B. (1970): Bergbau des Bündner Oberlandes. - Terra Grischuna 70/5.
- Klockmann (1978): Lehrbuch der Mineralogie (16. Aufl., Herausgeber: Ramdohr P. & Strunz H.). - Enke Verlag, Stuttgart.
- Oberholzer J. (1933): Geologie der Glarner Alpen. - Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, Neue Folge 28.

- Pauling L. & Neumann E.W. (1934): The crystal structure of Binnite and the chemical compositin and structure of minerals of the Tetrahedrite group. - Zeitschrift für Kristallographie, 88, 54-62.
- Plattner P. (1878): Geschichte des Bergbaus der östlichen Schweiz. - Sprecher und Plattner, Chur.
- Rosenfeld J.L. (1970): Rotated garnets in metamorphic rocks. - Geological Society of America, Special paper 129, 1970.
- Sassi F. & Scolari A. (1974): The b_0 -value of potassic white micas as a barometric indicator in low-grade metamorphism of pelitic shists, - Contributions to Mineralogy and Petrology, 45.
- Schreyer W. & Yoder H. (1964): The system Mg-Cordierite - H_2O and related rocks, - Neues Jahrbuch der Mineralogie, Abhandlungen, 101, 271-342.
- Staub, Th. (1980): Mineralogisch-petrographische Untersuchungen an den Erzvorkommen von Affeier und ihrer Umgebung im Verrucano von Ilanz–Obersaxen (GR). - Dissertation, Universität Bern.
- Staub, Th. (1983): Die Fahlerz und Uranvorkommen bei Affeier (Vorderrheintal, Graubünden). - Beiträge zur Geologie der Schweiz. Geotechnische Serie, 62. Lieferung.
- Trümpy R. (1966): Considérations générales sur le Verrucano des Alpes Suisses. - Atti del Simposio sul Verrucano, Società Toscana di Scienzia Naturale, Pisa 1966.
- Voll G. (1969): Klastische Mineralien aus den Sedimentserien des Schottischen Highlands. - Habilitationsschrift, Universität Berlin.
- Winkler H.G.F. (1974): Petrogenesis of metamorphic rocks, - Springer-Verlag, Berlin.
- Wyssling L. (1950): Zur Geologie der Vorabgruppe. - Dissertation, ETH/Universität Zürich.

Anschrift des Autors:

Dr. phil. nat. Thomas Staub
 Brunnacker
 3086 Zimmerwald