Mitteilungen

Verein der Freunde des Bergbaues
in Graubünden

Stiftung Bergbaumuseum
Schmelzboden-Davos

25

3/1983

August 1983
7.Jahrgang
erscheint
vierteljährlich

REDAKTION: Hans Krähenbühl, Promenade 48,
7270 Davos Platz, Tf.083/35712

Jahresbeitrag: Fr. 35.--
Einzelnummer Fr. 6.--

PC: 70 - 10 205
Konto: Graubündner Kantonalbank Davos
Schweizerischer Bankverein Davos

PRAESIDENT Verein und Stiftung:
Hans Krähenbühl, Edelweissweg 2,
7270 Davos Platz

Stiftung: eröffnet am 26.Januar 1980

Regionalgruppenleiter:

- Davos-Silberberg: H. Krähenbühl, Edelweissweg 2, 7270 Davos-Platz
- Klosters-Prättigau: W. Studer, Bündiweg 6, 7250 Klosters
- Filisur-Albulatal: Chr. Brazerol, Café Belfort, 7499 Schmitten
- S-charl-Unterengadin: G. Peer, Clozza 217, 7550 Scuol
- Ems-Calanda-Ilanz: Dr. K. Bächtiger, ETH, Sonneggstr.5, 8092 Zürich
- Savognin-Oberhalbstein: E. Brun, Greifenseestr. 2, 8600 Dübendorf
- Schams: H. Stäbler, Lehrer, 7477 Filisur
- Oberengadin: W. Aegerter, Postfach 525, 7549 La Punt-Chamues-ch
- Arosa-Schanfigg: Renzo Semadeni, Chalet Tgamon, 7050 Arosa
- Bündner Oberland: G. Alig, Präs. Verkehrsverein, 7134 Obersaxen-Meierhof

TITELSEITE:
GRAFIK: Honegger-Lavater, Zürich
Mit freundlicher Genehmigung:
SIA - Schmirgel- und Schleifindustrie AG, Frauenfeld

INNENSEITE:
Georg Agricola, De Re Metallica Libri XII

Inhaltsverzeichnis

- Der Bergbau im Val Minor (Schluss) 2
- Die Bergbausiedlung Schmelzboden-Hoffnungsau am Silberberg bei Davos 8
- Molybdän, ein toxischer Faktor in einem Schweizer Alpental 10
- Ein aussergewöhnlicher Schlackenfund bei S-charl im Unterengadin 14
- Bergbauaufzeichnungen aus dem 13. Jahrhundert von Albertus Magnus 21

Verschiedenes 23

WISSENSCHAFTLICHE MITARBEITER:

- Prof. Dr.E. Nickel, Universität, CH-1700 Fribourg
  Prof. RN Dr. J. Stelcl, Universität, CSSR-61100 Brno/Brünn
- Prof.Dr. M. Weibel, ETH, CH-8092 Zürich
- Dipl.Ing.H.J. Kutzer, Bergbauingenieur, Am Steig 11, D-8919 Schondorf/Ammersee
- Prof.Dr. E. Niggli, Universität, CH-3000 Bern
- Dr. Ing. Herbert W.A.Sommerlatte, Bergbauingenieur, Im Rötel 21, CH-6300 Zug
- Dr.G. Weisgerber, Deutsches Bergbaumuseum, D-6430 Bochum

DRUCK BUCHDRUCKEREI DAVOS AG

Der Bergbau im Val Minor, Bernina

Ueli Bodmer und Werner Aegerter **(Schluss)**

8. Untersuchung von Erzen u. Schlackenproben mit dem Lötrohr als Nachweismethode für die Rekonstruktion alter Schmelztechnologien.
   Dipl.-Ing. H.J.Kutzer, Schondorf

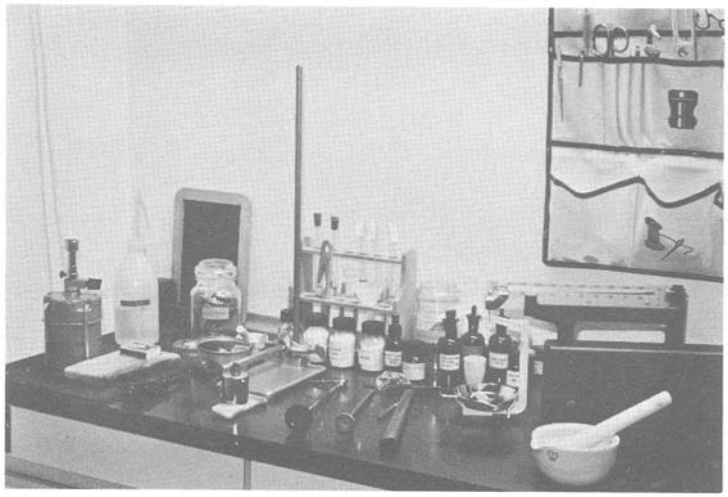
Von den Autoren Ueli Bodmer und Werner Aegerter wurde über das Bleiglanzvorkommen im Val Minor bereits ausführlich berichtet.
Der vorliegende Beitrag soll die Verhüttungstechnologie und deren Lokalisation mittels einfacher, bereits im Mittelalter praktizierter Lötrohrtechnik und deren erweiterte Anwendung zu klären versuchen.

Anlässlich der Exkursion in das ehemalige Bergbaugebiet am Südhang des Piz dals Lejs am 10.9.82 fand ich unterhalb des eigentlichen Abbaugebietes einen ziemlich grossen Bleiglanzbrocken, verwachsen mit Glimmerschiefer, Quarzit und Calcit. Dieser Bleiglanz sollte mit dem Lötrohr auf seine Bestandteile untersucht werden, um ein Bild über die im Gebiet des Berninapasses seinerzeit betriebene Verhüttungstechnik durch Beurteilung der Verhüttungsfähigkeit zu ermöglichen. Es galt, das Ausbringen von Rohblei und Silber zu ermitteln, wobei mit dem Ausbringen an Silber-Blicksilber gemeint ist. Für die Herstellung von Münzen wurde früher üblicherweise das Blicksilber, das u.a. noch Wismut, Spuren von Kupfer und die Edelmetalle Gold und Platin enthält, verwendet und die weitere Affination nur in Verbindung mit der lohnenden Gewinnung von Gold durch die Quartation mittels Scheidewasser (HNO_3) praktiziert. Aufgrund der noch vorhandenen Restmetalle, einschliesslich Resten von Blei, fallen demzufolge die gefundenen Blicksilbergehalte höher aus, als dies bei Metallanalysen, die das reine isolierte Metall angeben, der Fall ist.

Es wurden die nachfolgend aufgeführten Einwaagen an Bleiglanz, möglichst frei von Gangart, in eine kreisrunde Vertiefung von etwa 8 mm Durchmesser und 4 mm Tiefe in einem Lindenholzkohlequader von cm mit Soda vermischt positioniert und zunächst reduzierend, d.h. mit dem leuchtenden Teil einer Spiritusflamme mit dem Lötrohr angeblasen. Der sich nach Abströmen von SO_2 innerhalb weniger Minuten neben Beschlägen von Bleiglätte, Bleisulfat und Bleicarbonat bildende Regulus aus Rohblei wurde aus der Holzkohlenvertiefung gelöst und auf einer Analysenwaage ausgewogen. Danach wurde der Regulus mit der Oxidationsflamme, d.h. mit dem nicht leuchtenden inneren Teil der Flamme auf Silber abgetrieben, wobei zunehmend gelbe Bleiglätte als Schlacke und als Beschlag auf der Kohle entstand. Statt wie üblicherweise auf Kohlenasche wurde weiter auf Holzkohle abgetrieben, um die sich bildenden aussagefähigen Phasen wie Bleisulfat, Bleiglätte und Bleicarbonat im Entstehungsstadium mikrofotografisch erfassen zu können.

Einwaage	Rohblei		Blicksilbergehalt des Bleiglanzes		Blicksilbergehalt des Rohbleis
g	g	%	g	%	%
0,4	0,09	22,5	0,04	10	44
0,2	0,09	45	0,03	15	33
0,4	0,15	37,5	0,05	12,5	33
0,6	0,21	33,5	0,08	13,3	38
0,6	0,18	30	0,07	11,7	38,9

Die unter dem Mikroskop beobachteten charakteristischen Niederschläge auf der Lindenholzkohle bestanden aus weissem Bleisulfat, weissem Bleicarbonat, gelb bis dunkelgelbglasiger Bleiglätte und anderen sublimierten Oxiden und Verbindungen, die durch Farbreaktionen mit Kobaltnitratlösung (lO%ig) zu identifizieren sind. Hier konnten jedoch weder Zink, Zinn oder Arsen nachgewiesen werden.
Bei der geringen Grösse der Blicksilberreguli besteht die Möglichkeit, dass das Blei nicht immer ganz auf Silber abgetrieben werden konnte, sodass Restgehalte an Blei zusammen mit den Edelmetallgehalten in den Silberreguli enthalten sind. Anderenfalls wird dieser Fehler dadurch ausgegli-



Laboreinrichtung
für Lötrohrtechnik

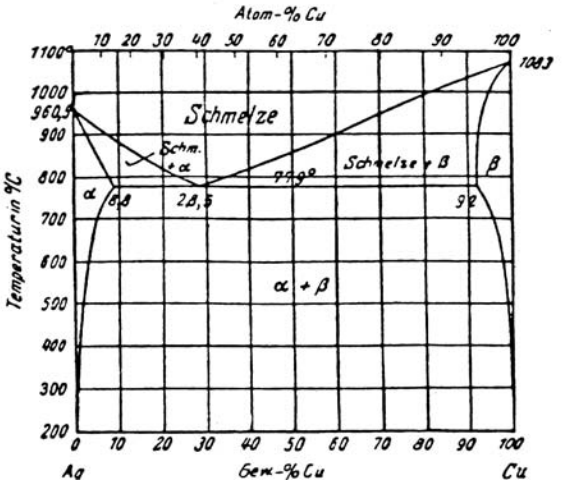
chen, dass feinste Silberkügelchen, die beim Spratzen des Silberkorns an die Umgebung abgegeben wurden und die unter dem Mikroskop zwar sichtbar, jedoch zum Wägen nicht mehr ohne weiteres manipulierbar und damit quantitativ nicht zu erfassen waren. Es soll nicht Sinn dieser Arbeit sein, gegen die modernen quantitativen Bestimmungsmethoden, die eine aufwendige Laboratoriumseinrichtung erfordern, anzutreten. Vielmehr soll in dieser Arbeit auf die einfache, seit dem Mittelalter bewährte Lötrohrprobierkunst zur Bestimmung von Erzmetall-und Schlackengehalten auf wenig aufwendige und überall im Feld mögliche Weise hingewiesen werden.

In den Bildern werden die verschiedenen Stadien vom beginnenden Aufschmelzen des Rohbleis aus dem Bleiglanz mit seiner kristallinen Struktur gezeigt, der noch glatte Rohbleiregulus von geringer Härte, der glasige Bleiglätteüberzug, z.T. mit aufgewachsenem Bleisulfat, welches sich mit dem abströmenden SO_2 beim Abtreiben des Rohbleis auf Silber bildet, sowie die sich mehr und mehr bildenden Spratztrichter, die für das an Silber immer mehr angereicherte Blicksilberkorn typisch sind.

Auf einigen Silberreguli wurde unter dem Mikroskop beim Bestimmen der Härte (die Mohshärte von Blei beträgt 1,5, die von Silber 2,5-3 und stellt ein zusätzliches Unterscheidungsmerkmal dar) die Bildung von Dendriten, vermutlich aus Kupferausscheidungen, festgestellt. Diese Dendriten gehen offenbar von Kupferanreicherungen an der Oberfläche aus, insbesondere an Spratztrichtern, welche ein optisches Unterscheidungsmerkmal eines Silberregulus gegenüber einem Bleiregulus darstellen, da Silber etwa das 20- fache seines Volumens an Sauerstoff aufnimmt, im Gegensatz zu Blei, in dem Sauerstoff überhaupt nicht löslich ist. Der Sauerstoff liegt dabei nicht nur frei, sondern auch gebunden als Ag_2O vor. Nachdem unterhalb 160^0 C das Lösungsvermögen des festen Ag für Ag_2O gleich 0 ist, erfolgt im Augenblick des Erstarrens die Ausscheidung und der plötzliche Zerfall des Ag_2O unter heftigem Entweichen des freigesetzten Sauerstoffs, das Silber spratzt unter Herausschleudern kleinster Silberkügelchen aus seiner dadurch zerklüfteten Oberfläche. Die Zahl der Spratztrichter auf der Oberfläche des Silberkorns gibt ein Mass für den Reinheitsgrad des Silbers an. Da auch Kupfer ein hohes Sauerstofflösungsvermögen besitzt, wirkt dieses als Sauerstoffkonzentrationsbrücke und scheidet sich vermutlich bevorzugt an der Stelle des höchsten Sauerstoffpartialdrucks aus, nämlich an den Gasaustritten der Spratztrichter, von wo es in bevorzugten Kristallisationsrichtungen, sobald ein Kristallisationszentrum für ein Wachstum vorhanden ist, kristal-

lisiert. Diese Erscheinung konnte jedoch nicht bei allen Silberreguli bestätigt werden, sodass bestimmte Kupferkonzentrationen im Silberkorn dafür offenbar Voraussetzung sein müssen. Ein Kupferdendriten aufweisendes Silberkorn wurde in eine Phosphorsalzperle eingeschmolzen, diese anschliessend zerstossen und unter dem Mikroskop betrachtet. Wie im Bild erkennbar, weisen die in der Kälte blauen Glassplitter der oxidierend erschmolzenen Phosphorsalzperle auf einen geringen Gehalt von Kupfer hin.

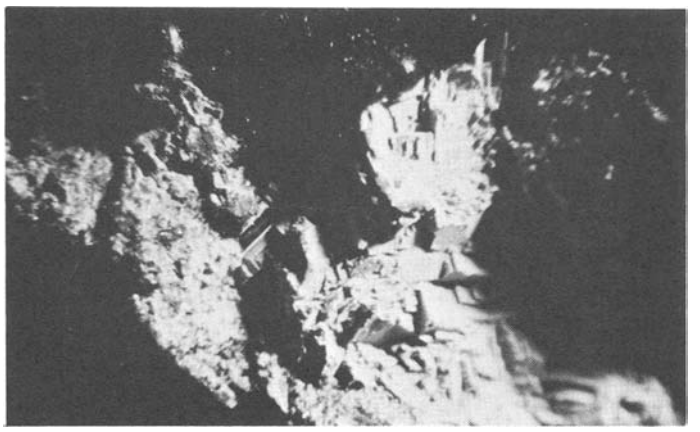
Kupfer befindet sich in Silber nach dem Zustandsdiagramm Silber-Kupfer bei 779^0 C und 8,8 % Kupfer auf der silberreichen Seite in fester Lösung an der Sättigungsgrenze, sodass die Voraussetzungen für eine spontane Ausscheidung des Kupfers bei Abkühlung unterhalb 779^0 C, insbesondere bei einem hinzukommenden Sauerstoffkonzentrationsanstieg zur Regulusoberfläche, gegeben erscheint.



Zustandsdiagramm Silber-Kupfer

Bei der Untersuchung einer Schlacke mittels des Lötrohrs bedient man sich der Umkehr des eigentlichen Verhüttungsvorganges. Die Aufgabe einer Metallhüttenschlacke besteht darin,

a) die Schmelzfähigkeit des Erzes zu beschleunigen,
b) die nichtmetallischen Bestandteile des Erzes aufzunehmen,
c) das gebildete Metallbad vor Oxidation zu schützen, sowie
d) durch reaktionsfähige Partner einen hohen Flüssigkeits- und Abscheidungsgrad zu bewirken.



Mit reduzierter Lötrohrflamme angeblasener Bleiglanz

Von diesen Merkmalen lassen sich einige Kriterien zur Identifizierung der Schmelztechnologie neben der makroskopischen Betrachtung heranziehen. So sagen sie

a) etwas über die vermutliche Schmelztemperatur,
b) etwas über die enthaltenen und aus dem Metallbad abgebrannten Elemente und Oxide, welche das zu gewinnende Metall kennzeichnen sowie über die abgelaufenen Reaktionen, und
c) etwas über die Beherrschung der Schmelztechnologie, d.h. über die Verhüttungseffektivität aus.

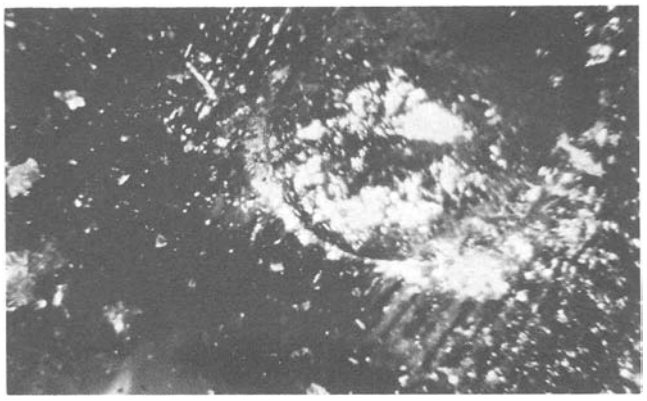
Alle diese Kriterien sind mit dem Lötrohr durch reduzierendes und oxidierendes Schmelzen beliebig umkehrbar, sodass damit das effektive und das theoretische Ausbringen nachvollzogen werden können. Dabei erlaubt die Kenntnis der bei bestimmten Temperaturen existenten optisch erkennbaren mineralischen Phasen (notfalls unter Zuhilfenahme eines Magneten, um Reaktionen überlagernde Bestandteile, wie z.B. FeO, Fe_3O_4 und Fayalit zu isolieren und die verbleibenden Oxide durch reduzierendes und/ oder oxidierendes Schmelzen mit Borax, Phosphorsalz oder Kobaltnitratlösung $Co\ (NO_3)_2$ auf ihre charakteristischen oxidischen Bestandteile anhand bekannter Farbreaktionen zu untersuchen) schlackenspezifische Aussagen.

In 2500 m wurden Schlackengranulate gefunden, die zunächst als Röstofenprodukte, u.a. wegen ihres relativ hohen Gewichtes, eingestuft wurden. Die Schlackenproben wiesen z.T.dichtere, grauschwarze Glasschmelze auf,

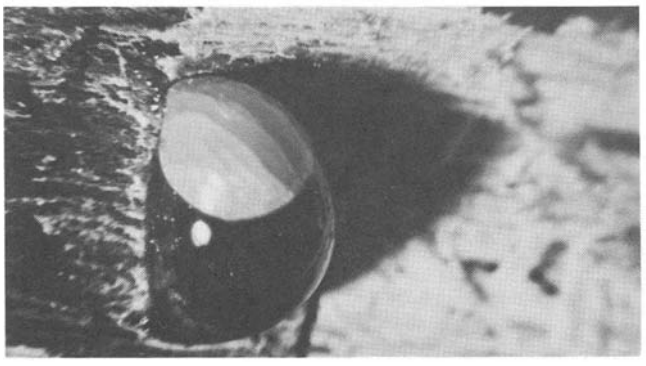
enthielten aber darin ungeschmolzene Körner von Gang- bzw. Zuschlagmaterial, die den gegebenenfalls notwendigen Zusatz einer schlackenbildenden Komponente makroskopisch erkennen lassen. Weiterhin sind erdige Bestandteile, u.a. Limonit, zu erkennen sowie gelb bis hellockerfarbige, feinkörnige unmagnetische und noch fein verteilt tiefrote Bestandteile.

Die Schlacke wurde zunächst in stükkiger Form mit dem Lötrohr oxidierend auf Holzkohle geschmolzen. Dabei war eine zunehmende Verglasung und Schwarzfärbung aufgrund weiterer Bildung von Fayalit (Fe_2SiO_4, Zn_2SiO_4) und FeO-Bestandteilen zu erkennen. Neben den glasig-metallisch schwarzen Fayalit- und FeO-Bestandteilen nahmen unter Verminderung der roten erdigen unmagnetischen Bestandteile auch die gelb- bis hellockerfarbigen glasigen Bestandteile zu. Dies weist auf den Uebergang von Fe_2O_3 und Fe_3O_4 zu FeO (Wüstit) und mit SiO_2 zu Fayalit hin, was auf grössere Zusätze einer Eisenkomponente - im vorliegenden Fall offensichtlich des anstehenden Pyrits - sowie auf die Umwandlung der roten in die gelbe Bleiglättenmodifikation (Umwandlungspunkt ca. 570^0 C) hindeutet.

Als nächster Schritt wurde die Schlacke mit einem Mörser zerkleinert und die magnetischen Bestandteile, d.h. die Eisenkomponente abgetrennt, da diese die weiteren Operationen und spezifischen Reaktionen überlagert und stört. Das zurückbleibende Schlackepulver wurde nun der reduzierenden Lötrohrflamme unterworfen, um gegebenenfalls noch die nichtmagnetischen Metalle Kupfer, Zink und Zinn darzustellen. Zum Nachweis von Farbreaktionen wurde Substanz in die Phosphorsalzperle gebracht. Kupfer konnte jedoch nur sehr schwach durch eine unsichere Blaugrünfärbung nachgewiesen werden. Einem weiteren Teil der reduzierten Substanz wurde 10%ige Kobaltnitratlösung $Co(NO_3)_2$ zugesetzt und diese wiederum scharf oxidierend geblasen. Es konnte nur eine schwache Blaugrünfärbung auf Zink (Rinnmanns Grün) festgestellt werden, sodass davon auszugehen war, dass Zn und Sn als flüchtige Oxide



Rohbleiregulus mit Härtemesseindruck

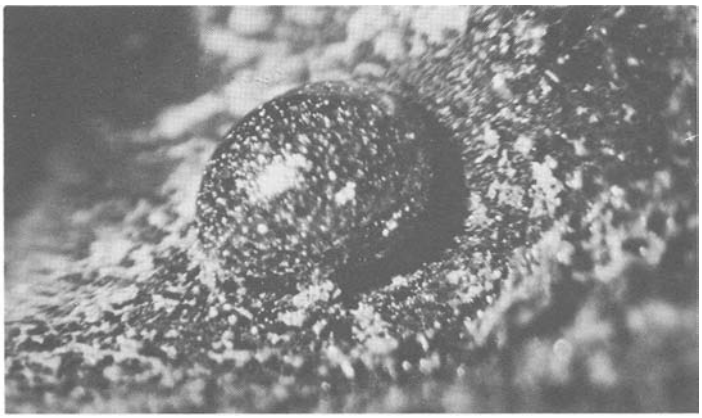


Bleiglättemodifikation durch langsames Abkühlen. AUfgewachsenes Bleisulfat (Anglesit)

bei der Oxidation und während der Bildung der Schlacke abgebrannt sind und Zn nur noch geringfügig als Zn_2SiO_4 (Zinkfayalit) vorliegt.

Aus der von den magnetischen Bestandteilen befreiten Restschlacke sollte gegebenenfalls nur noch Bleioxid und Bleiglätte in reduzierter Form darstellbar sein, um die Zugehörigkeit der vorliegenden Schlacke zu einer Bleiverhüttung belegen zu können.
Von der mit der reduzierten Lötrohrflamme angeblasenen Substanz blieb ein poröser dunkler Sinterkuchen, im wesentlichen aus hochschmelzenden Silikaten bestehend, zurück, welcher durchsetzt war von unter dem Mirkoskop erkennbaren feinsten silbernen Metallpartikeln und -beschlägen, bevorzugt an feinsten Holzkohlenfasern. Diese Metallpartikel sind qualitativ und quantitativ sehr schwer zu erfassen. Bläst man sie jedoch mit der oxidierenden Lötrohrflamme an, so tritt die für Bleiglätte typische gelbglasige Beschlagsbildung ein,vor allem an den feinen Holzfaserstrukturen.
Nasschemisch lässt sich der

feinstverteilte silbrige Bleibeschlag nur in grösseren Konzentrationen, z. B. als $PbSO_4$ oder $PbCrO_3$ nachweisen. Ueberraschend ist der trotz offenbar geringem Verflüssigungsgrad geringe Anteil an reduzierbaren Bleiverbindungen, sowie der hohe Anteil an ferromagnetischen Bestandteilen der Schlacke. Dies weist die Schlacke entgegen den ursprünglichen Annahmen eindeutig als typische Metallverhüttungsschlacke aus. Würde es sich um gerösteten Bleiglanz handeln, wäre zwar infolge des an der Kontaktzone anstehenden Pyrits auch ein Anteil magnetischer Substanz zu finden, jedoch müsste bei der Reduktion ein Metallregulus aus überwiegend Rohblei gebildet werden. Auffallend ist weiterhin, dass in der von den magnetischen Bestandteilen befreiten Schlakke unter reduzierenden Bedingungen kaum Schmelzreaktionen der Silikate zu verzeichnen sind, womit möglicherweise ein Hinweis besteht, dass die Temperaturführung des Ofens und Homogenisierung der Schlacke bei der Verhüttung unzureichend waren, um eine flüssige reaktionsfähige Schlakke, die durch einen hohen Fayalitgehalt gekennzeichnet wäre, zu erhalten. Dies wird auch durch den mikroskopischen Befund belegt, der die Schlacke nur mit zonaren Fayalitbildungen ohne die typisch glasige Beschaffenheit ausweist. Offenbar wurde auch ohne oder wenigstens nahezu ohne Kalkzusatz gearbeitet. Erst beim Nachheizen der Schlacke unter oxidierender Lötrohrflamme bildeten sich vermehrt glasiger Fayalit, und bei daran anschliessendem reduzierendem Blasen die feinste metallische Beschläge aufweisenden Gashohlräume, wie sie für eine Reaktionsschlacke typisch sind. Der geringe Gehalt an nichtreduziertem Metall, mit Ausnahme von Eisen, spricht für eine Verhüttung unter reduzierenden Bedingungen, wobei ein Metall zugesetzt wurde, das eine erhöhtere Affinität gegenüber Sulfidschwefel besitzt, als die anderen unmagnetischen Metalle. Dieses Metall ist offensichtlich Eisen gewesen und stammt offenbar aus dem Pyrit der Kontaktzone. Dieser wurde bevorzugt gegeben, da dadurch sowohl eine Flussmittelwirkung als auch ein relativ vollständiges Niederschlagen von Rohblei erzielt werden konnte.



Blicksilberregulus mit Spratztrichtern und Ag-Kügelchen

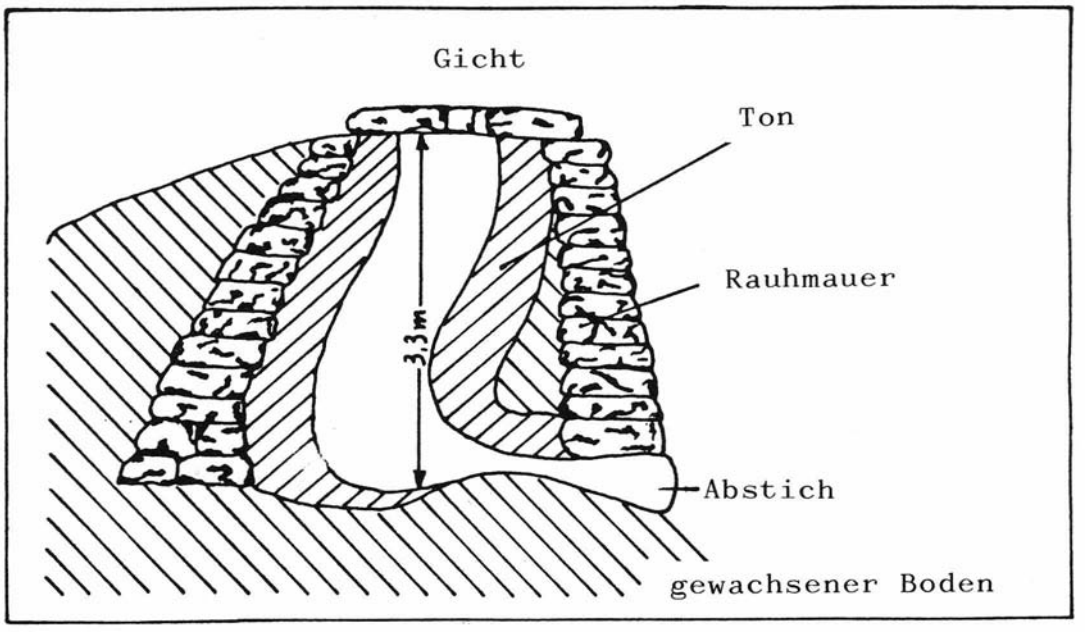
Nach meiner Auffassung, ausgehend allein von der Beschaffenheit der vorgefundenen Schlacke, handelt es sich folglich um eine Schlacke, wie sie für frühe Verhüttungsperioden repräsentativ ist, möglicherweise aus einem primitiven kleinen Windofen ohne mechanisches Gebläse. Dies wäre durch eine C14 - Untersuchung der in der Schlacke gefundenen Holzkohle zu belegen. Eine Verhüttung grossen Umfangs im Mittelalter in der Höhe des Fundortes ist jedoch kaum wahrscheinlich, da bei der bereits bekannten Nutzung der Wasserkraft die effektivere Schmelztechnik im Tal beherrscht wurde. Die überdurchnittlich hohen Gehalte an Silber könnten jedoch Anlass genug gewesen sein, dass man im Verborgenen arbeiten wollte, wozu man die mühsamere Schmelztechnik aus der Frühzeit im Windofen bzw. mit von Handblasebälgen unterstützen Schmelzgruben in Kauf nahm.

Diese Oefen waren bis zu 3,3 m hoch und wiesen mitunter einen den Niedergang der Beschickung und die Durchströmung des Windes verbessernden h i n t e r s ä s s i g e n Schacht auf, welcher insbesondere in Verbindung mit der Bleigewinnung durch die Niederschlagsarbeiten von Vorteil war. Dabei wurde der Bleiglanz nicht geröstet, sondern zusammen mit z.B. aus Pyrit reduziertem Eisen nach den vereinfachten Reaktionsgleichungen

$$2\ FeS + 3\ O_2 \rightarrow 2FeO + 2\ SO_2$$
$$2\ FeO + 2\ C \rightarrow 2\ Fe + 2\ CO$$
$$PbS + Fe \qquad Pb + FeS$$

zuerst das Eisen reduziert und damit das Blei niedergeschlagen wird.

Ofen mit hinter-
sässigem Schacht



Wie aus der makroskopischen Beschaffenheit der Schlacke abzuleiten ist, muss der Schacht des Ofens auch weniger hoch gewesen sein, da relativ wenig Fayalit bei der stark kieselsäurehaitigen Beschickung gebildet wurde, was auf verringerte Schachtarbeit infolge eines kürzeren Schamtes zurückzuführen ist, anderenfalls das bei der Niederschlagsarbeit reduzierte Eisen als Ofens au den Bleischachtofengang gestört hätte. Demzufolge gelangte nach dieser Verfahrensweise nur wenig metallisches Eisen in den Ofensumpf.

Das gewonnene Rohblei wurde vermutlich in einem Sumpf abgestochen und anschliessend auf Silber kupelliert.

Nach den typischen gelbglasigen Kupellationsschlacken müsste am Verhüttungsort, möglicherweise in der weiteren Umgebung des Verhüttungsofens, noch gesucht werden, um den Standort der Silbergewinnung aus silberhaltigem Bleiglanz zu ermitteln. Es erscheint durchaus möglich, dass die Gewinnung von Silber aus dem als Reichblei zu bezeichnenden Rohblei an einer ganz anderen Stelle durchgeführt wurde, wo auch mit grösserer Sorgfalt gearbeitet werden konnte und wo die Produktionsbedingungen vom Platz und den Witterungsumständen her gesehen, geeigneter waren.

L i t e rat ur:

U. Bodmer und W. Aegerter, Bergknappe Heft 3/4, Davos 1982

H.J. Kutzer, Kultur und Technik, Heft 4, Thiemig-Verlag, München 1982

Victor Tafel, Metallhüttenkunde, S. Hirzel-Verlag, Leipzig 1951

Metallhüttenkunde für Eisenhüttenleute, Verlag Stahleisen m.b.H., Düsseldorf 1965

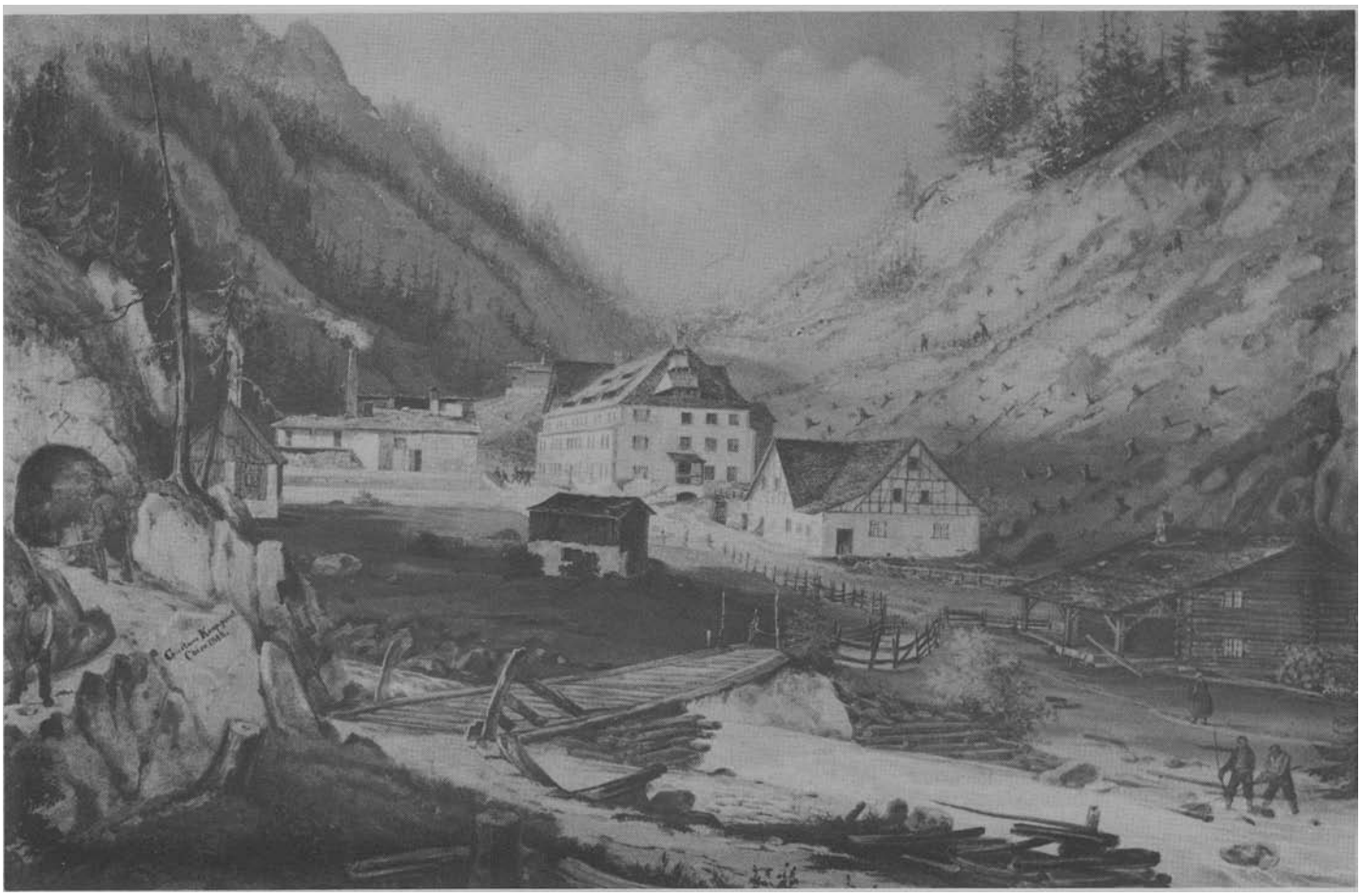
Red. - Im BK Nr.24, 2/83 haben die Geologen Reto Philipp, Rainer Kündig und Andreas Stäubli die Vererzung des Untersuchungsgebietes mit den modernsten, heute bekannten Methoden an der ETH Zürich untersucht und festgestellt, dass der Silbergehalt der Erze im Val Minor eher gering ist. Bergbauing. und Metallurge H.J. Kutzer hat ebenfalls in vorstehender Arbeit Erze und Schlacken der gleichen Vererzung auf den Silbergehalt untersucht, jedoch mit einer Methode, die schon seit Jahrhunderten bekannt und durch Hüttenleute und Probierer angewendet wurde, mit der sogenannten Lötrohrtechnik.
Dass die beiden Untersuchungen in Bezug auf den Silbergehalt zu unterschiedlichen Resultaten gekommen sind, liegt wohl darin, dass der Silbergehalt des Bleis der verschiedenen Proben je nach Lage der Entnahme der Proben im Vererzungsgebiet verschieden sein muss.

Aus dem geschichtlichen Teil der Arbeit von Ueli Bodmer und Werner Aegerter in den BK Nr.19, 1/82 und Nr.20, 2/82 kann jedoch entnommen werden, dass in den aufgeführten Dokumenten aus dem Mittelalter verschiedentlich über den Abbau von Silbererzen im Val Minor berichtet wurde. Die verschiedenen Untersuchungsmethoden haben dies bestätigt, jedoch mit unterschiedlichen Resultaten in Bezug auf den Silbergehalt.

Am Ende der Folge über den Bergbau im Val Minor, Berninapass, danken wir allen Autoren und Mitarbeitern, die zu diesem interessanten und Neugebiet bearbeitenden Beitrag beigesteuert haben, herzlich und freuen uns auf eine weitere erfolgreiche Zusammenarbeit.

Adresse des Verfassers: H.J.Kutzer,Bergbauing., Am Steig 11, D-8919 Schondorf

Die Bergbausiedlung Schmelzboden-Hoffnungsau am Silberberg bei Davos



Aquarell Schmelzboden-Hoffnungsau, van Gustav Kopp, Chur 1842

Als Fortsetzung des Artikels "Der Blei- und Zinkbergbau am Silberberg bei Davos-Monstein" im BK Nr.24 werden wir, wie vorgemeldet, nun über die Bergbausiedlung Schmelzboden-Hoffnungsau berichten.

Plattner schreibt

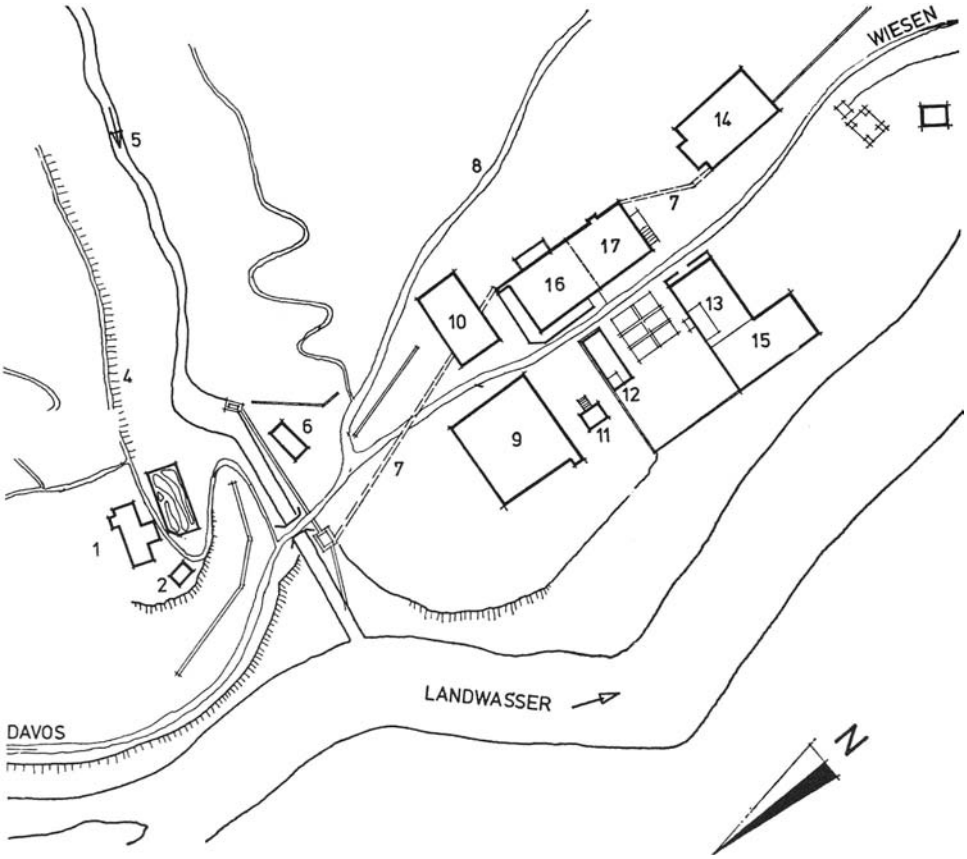
"Vom Jahr 1809 bis 1872 war ein schwunghafter Betrieb der Versuchsbaue, Anlegen von Poche und Wasche, Huthäuser, Schmelzhütte mit den nötigen Vorrichtungen, Schmiede und anderen erforderlichen Taggebäude. - 1811 begann der Hüttenbetrieb in der Hoffnungsau, wo die vorzüglichsten Taggebäude standen als grosses Wohnhaus, wo der Verwalter und andere Wohnung fanden, und für das Grubenpersonal und Durchreisende als Wirtshaus diente, ein Krumm-, Röst- und Zinkofen, ferner ein Schmelzofen mit 2 Flamm- und 6 Dorröfen (zur Entfeuchtung des Holzes für den Zinkdestillierprozesses), nebst Hafnerstube, einem Kohlenmagazin und anderen kleinen Gebäuden."

Von der Bergbausiedlung Schmelzboden Davos (früher Hoffnungsau) ist im Bergbaumuseum ein Oelgemälde zu sehen, das als Leihgabe des Heimatmuseums Davos ein Bild vom Ausmass dieser Siedlung zeigt (Gemälde von 1840). Durch Vermittlung der Direktion des Rätischen Museums Chur hatten wir Gelegenheit, ein Aquarell der gleichen Siedlung zu kaufen, das jedoch von einem anderen Standort aus gemalt, mehr Details offenbart und von Gustav Kopp, Chur, um 1842 gemalt wurde.
Joh. Strub aus Jenisberg schreibt über das Oelgemälde wie folgt:

"Unsere Abbildung sagt mehr als eine Seite Text; denn sie schöpft noch aus dem vollen und gibt ein authentisches Bild über die Werksiedlung um 1840. Das Landwasser

zeigt noch seinen wilden, ursprünglichen Bogen mitten durch die Mulde der heutigen Fettwiesen. Auch blieb es wohl das einzige Bild mit dem breitspurigen Kohlenmagazin und dem Erzschuppen dahinter und dem für diesen Bergbau so grundlegenden Sägewerk in Vollbetrieb. Es ist bei so vielen Tagebauten und Stolleneinbauten (Fahrbahnen) nicht wegzudenken. Hinter dem Erzschuppen macht sich die "Trockenpoche" (mit Handbetrieb) breit. Sie dient als zeitweise Aushilfe der Hauptpoche im Tälitobel am Silberberg und oben, am kahlen, heute aufgeforsteten Hang zeigt sich die Erzstrasse (Knappenweg) nach dem Silberberg-Abbaugebiet.
Eine starke Umwandlung hat das massive dreistöckige Hauptgebäude im Hintergrund erlebt. Es wurde durch Bergwerksverwalter Landammann Hitz um 1810 für die Gewerkschaft fertigerstellt, und bergseits wurden drei Oefen eingebaut: Röstofen, grosser Hochofen und ein Abtreibherd, die sich am Beginn der Schmelzezeit als vollständig überdimensioniert erwiesen. Heute ist nur noch die Hälfte dieses Verwaltungsgebäudes vorhanden, da die andere 1933 durch eine Rüfe zerstört wurde.

Schon der Gutachter Bergrat von Tscharner hebt hervor, dass "diese so gleichmässigen Erze einen einfachen Gang in der Schmelzmethode erwarten lassen". Der sehr mässige Schwefelgehalt der Erze bedurfte keiner Röstung, und anstelle des holzfressenden Hochofens und des nachfolgenden Schachtofens genügten zwei einfache Flammöfen als Bleischmelzen und ein kleiner Zinkofen für die Versuche der Zinkausbringung. Sie wurden drüben links über der Strasse aufgestellt, wo unser Bild sie andeutet. Auch der Abtreibherd kam wegen dem geringen Silbergehalt (0,2 ‰) von nur 1/5 Gramm auf 1000 Gramm Blei nicht in Funktion. Die Bleigruben im Schams (Taspin) und in S-charl produzierten doch immerhin etliche Gramm Silber auf das Kilo Blei. So wurde genügend Platz frei, um das monumentale Schmelzgebäude zu einem vorbildlichen Verwaltungsgebäude (heute Bergbaumuseum) auszubauen, mit Lebensmittelmagazin, Laboratorium (Probierstube) mit Probierofen und Zubehör (im Bergbaumuseum zu besichtigen); auch eine Schreibstube, ein Schulzimmer und sogar ein Andachtssaal fanden Platz (die Bänke dienen im Bergbaumuseum als Sitzgelegenheiten) .



Bergwerkssiedlung um 1845 im Schmelzboden (Hoffnungsau) Davos

1 Unterkunft 2 Küche 3/4 Fußweg Monstein 5 Monsteinbach 6 Kohlenlager
7 Wasserkanal zu Waschanlage 8 Erz- oder Knappenweg 9 Zinkofen 10 Pferdestall
11 Holzofen 12 Ziegelofen 13 Röstofen 14 Waschwerk 15 Bleiofen
16 Verwaltungsgebäude 17 Heutiger Zustand Verwaltungsgebäude (Museum)

Für Wohnzwecke blieben 12 heizbare Zimmer und mehrere Fremdenzimmer für die häufigen Besucher, sowie die nötigen Küchenräume. Verwalter Hitz und häufig der Mitgewerke J.B. von Salis, Initiant und Leiter der Zinkgewerkschaft, wohnten hier. Nach der Bergbauzeit gingen Bauten und Landwirt - schaft durch verschiedene Hände und wurden von der Familie Buol als Gasthaus betrieben. Jahrzehntelang haben die Familien Peter Issler (siehe Oelgemälde im Museum) und Sebastian Issler auf dem Schmelzplatz die Handelssäge betrieben. Am 11. August 1933 wälzte der Monsteinerbach nach einem heftigen Wolkenbruch eine unvorstellbar schwere Rüfe aus dem engen Tobel heran, welche das Hauptgebäude beschädigte und das Erdgeschoss teilweise mit Schlamm ausfüllte. Die nicht mehr benützten hinteren Räume wurden alsdann abgerissen und die Gebäudefront damit um die Hälfte verkürzt.

Schon während der Bergbauzeit hat der Bach aus seinem weiten Einzugsgebiet Unheil herangetragen. Am 15. Juni 1817 fiel ihm trotz verzweifelter Gegenwehr das ganze Blendelager zum Opfer. Das Material wurde von Verwalter Hitz auf 2000 Zentner geschätzt."

Literatur:

- von Tscharner, Bergrath: "Bericht über den Bergbau am Silberberg in der Bündtnischen Landschaft Davos", Bern 1809

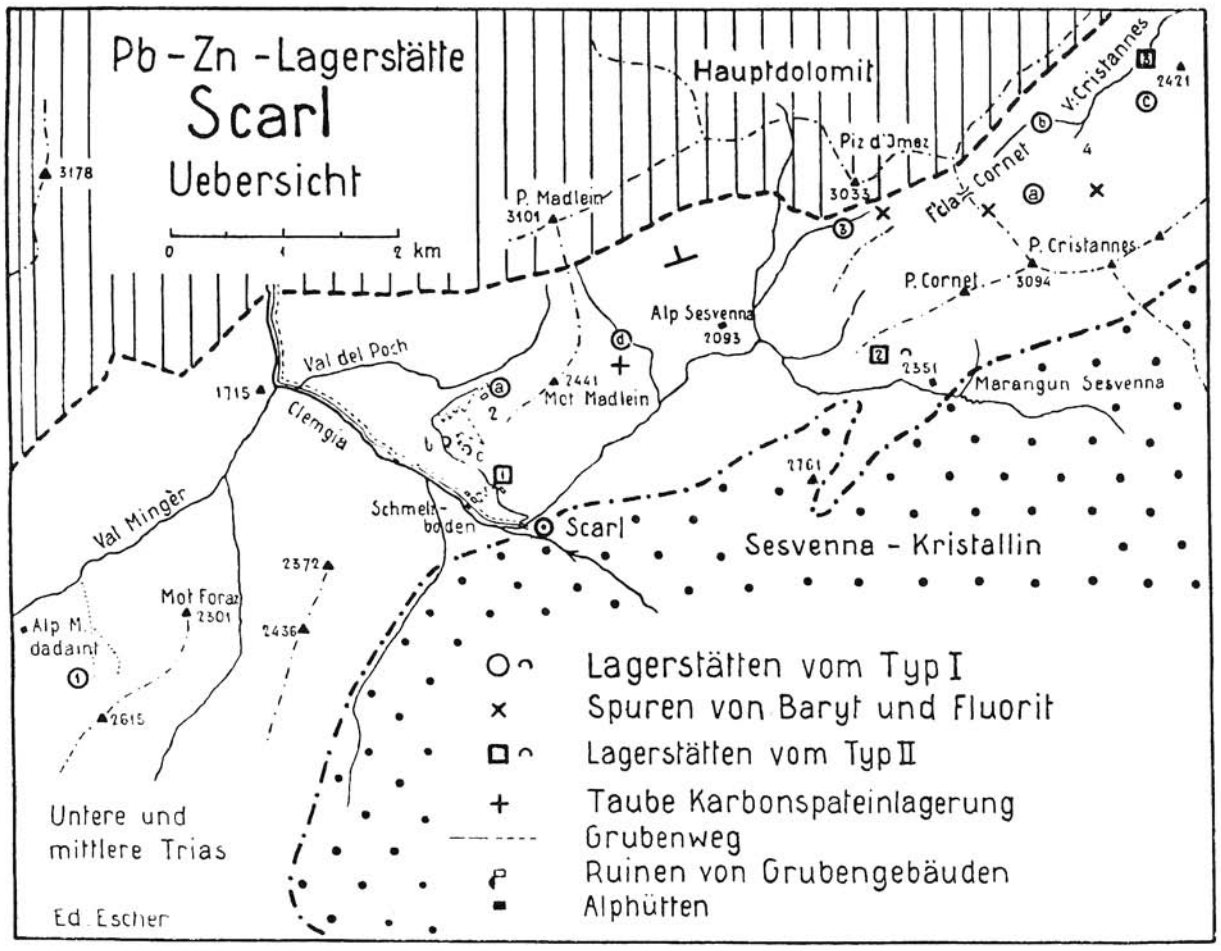
- P. Plattner: "Geschichte des Bergbaus der östlichen Schweiz! " , 1878

  J. Strub, Jenisberg: Veröffentlichungen in der Davoser Revue 1951/52 u.f.

- H. Krähenbühl: "Der alte Bergbau am Silberberg zu Davos", 1979.

Molybdän, ein toxischer Faktor in einem Schweizer Alpental

Otto Högl, Bern



RED. Im nachfolgenden Referat berichtet unser Mitglied Prof. Otto Högl über Vergiftungserscheinungen an Weidetieren im Zusammenhange mit Molybdänvorkommen im S-charltal. Im Anschluss an diese Arbeit bestätigt Dr. Thomas Geiger durch Schlackenuntersuchungen von der Schmelze in S-charl das Vorkommen von Molybdän in diesem Erzabbaugebiet.

Einleitung

Das östlichste grosse Alpental der Schweiz, das Engadin, ist wohl das höchste Tal Europas, welches recht dicht bevölkert ist. In der Talsohle, die sich auf einer Länge von etwa 90 km von 1900 bis ca. 1000 m {Landesgrenze)senkt, ebenso in den Seitentälern, finden sich zahlreiche Dörfer mit ziemlich grossem Tierbestand. Menschliche Ballungszentren sind die grossen und zum Teil weltbekannten Kurorte und Touristenzentren, wie St. Moritz, Pontresina, Scuol-Tarasp und andere. Die Höhe des Talbodens und die Lage im Zentrum der Alpenerhebung mildern das an sich rauhe Klima, so dass die Vegetation (z.B. Baumgrenze) höher als anderswo an den Hängen emporsteigt. Noch stärker dürfte sich auf die Weidetiere die sehr verschiedenartige und entsprechend der geologischen Unterlage von Ort zu Ort stark wechselnde Beschaffenheit der jüngeren Kulturböden auswirken. Seit Jahrzehnten wurden dementsprechend in Hochtälern Graubündens und des Wallis relativ eng begrenzte Gebiete beobachtet, wo speziell bei Rindern Gesundheitsschäden vorkommen, die nur zum Teil geklärt werden konnten.

Beschreibung der S-charl-Krankheit

Seit langem bekannt und besonders auffällig sind die Verhältnisse im Dorfe S-charl in 1873 m Höhe, in einem Seitentale des Unterengadins bei Scuol, welche seit Jahrzehnten Anlass zu eingehenden wissenschaftlichen Untersuchungen gegeben haben. S-charl liegt in einem schönen Wiesengelände, welches von waldigen Hängen und Felsenbergen umgeben ist, die es gegen rauhe Winde schützen. Es scheint alle Voraussetzungen für die Tierzucht und Milchwirtschaft zu bieten, doch liegt über dem Tal wie ein Verhängnis die seit Jahrhunderten bekannte S-charl-Krankheit. Das reichlich anfallende Gras und Heu darf nicht länger als einige Monate an die Tiere verfüttert werden, sonst ergeben sich, besonders gegen Ende des Winters, schwere Ernährungsschäden, die bis zum Tode führen, wenn Standort und Futter nicht gewechselt werden! Erstes Merkmal der Krankheit ist stets Anorexie, ein zunehmender Appetitmangel, der zum dortigen romanischen Volksnamen "Malmagliar" (Schlechtfresser) geführt hat. Die Tiere nehmen immer weniger Futter auf, verlieren an Gewicht, zeigen ein struppiges Fell und einen Trieb zur "perversen" Futteraufnahme, dh. sie benagen Holz, die Stallwände, kauen Lumpen und Kleider. Es entsteht eine ausgesprochene "Lecksucht", wie sie häufig bei Mangelkrankheiten vorkommt. Dann treten Schäden am Skelett auf, geschwollene, schmerzhafte Gelenke, gekrümmte Beine, so dass die Tiere nicht mehr stehen oder gehen können. Daraus schloss man auf eine Störung des Calzium-Phosphor-Stoffwechsels. Nach eingehenden Untersuchungen durch Tierärzte, Aerzte, Botaniker und Mineralogen in Richtung Mangelerscheinungen, dachte man aber auch an toxische Faktoren als Ursachen der Krankheit. Ein solcher würde unter Umständen auch eine Gesundheitsschädigung bei Menschen nicht ausschliessen. Dabei dachte man vor allem an die im oberen S-charltal, im "Mot Madlain" und weiter talaufwärts im Val Sesvenna, grossangelegten Blei-, Silber- und Zinkbergwerke, die

S-charl mit Abbaustellen u.Schmelze

seit dem 12. Jahrhundert periodisch ausgebeutet wurden und erst 1830 endgültig stillgelegt wurden. Reste der alten Bauten, verfallene Stollen und Ruinen von Schmelzen und Knappenunterkünften sind noch heute vorhanden.Es war naheliegend, auf Zink und Blei zu prüfen. Man fand weder das eine noch das andere im Wasser, welches den Stollen entströmte und auch nicht im Wiesengras, bzw. Heu, das den Tieren verfüttert wurde.

Systematische Untersuchungen über den Molybdängehalt

Obschon in Spurenmengen für Menschen, Tiere und Pflanzen lebensnotwendig, ist von Molybdän bekannt, dass es in verschiedenen Gebieten der Welt in einer Menge auftritt, die toxische Effekte auszuüben vermag. Untersuchungen in solchen Gebieten, wie in England ,USA Kanada, Neuseeland und Schweden, bestätigten obige Feststellungen und wurden nun auch im S-charltal zusammen mit den Tierärzten Dr. Campeli sen. und jr. in Scuol, die die Krankheit gut kannten, durchgeführt. Das Trinkwasser des Dorfes S-charl wurde aus dem untersten Stollen des alten Bergwerks entnommen und es wurde festgestellt, dass sowohl das Wasser und insbesondere auch das Gras und Heu ausnehmend grosse Mengen Molybdän enthielt: im Wasser etwa 80 mal mehr als im Trinkwasser schweizerischer Städte, im Heu etwa 15 mal mehr als in Heuproben anderer Gegenden der Schweiz. Wasser aus einem der höchsten Stollen des Bergwerkes, 250 m höher am Mot Madlain, ca. 2200 m ü.M. gelegen, ergab ein gleiches Resultat, einen Molybdängehalt von 29 Mikrogramm/l. Vergleiche mit S-charl und Wasserversorgungen der Schweiz (Mittelwerte) ergaben für S-charl 30 (ppb) und Schweiz 0,4 (ppb). Ausser dem Molybdängehalt war einzig der Fluoridgehalt deutlich höher, ohne jedoch irgendwie eine toxische Wirkung erwarten zu lassen. Weitere Untersuchungen über den Gehalt an den Elementen Kupfer, Zink, Blei und Kobalt, verglichen mit Werten aus der Literatur, lagen ausser Molybdän ungefähr in normalen Grenzen.

Geologische Feststellungen über die Umgebung von S-charl

Kellerhals, ein Geologe, der die Umgebung von S-charl eingehend bearbeitet hat und auch der Vererzung der Schichten in den Bergwerken nachgegangen ist, machte folgende Feststellung: bei den Erzen jener Gegend handelt es sich um hydrothermale Einlagerungen aus der Zeit der Alpenfaltung (Pliozän) in triassischem Wettersteindolomit und Muschelkalk. An Bleierzen fand Kellerhals

- Bleiglanz (Bleisulfid)
- Grünbleierz (Bleiphosphat)
- Gelbbleierz (Bleimolybdat)
- Weissbleierz (Bleicarbonat) und
- Anglesit (Bleisulfat)

Daneben Zink-, Kupfer-, Eisen- und Manganerze sowie Fahlerz, das alle genannten Metalle neben Arsen, Silber und Antimon enthält. Ausser dem Bleimolybdat wurden jedoch keine weiteren Molybdänverbindungen genannt.

Spurenelemente In Trinkwasser in S-charl und in der Schweiz in mg/l = ppm

	S-charl	Wasserversorgungen Schweiz, Mittelwerte
Lithium Li^+	0,1	0,01
Kupfer Cu^{2+}	unter 0,0005	0,002
Zink Zn^{2+}	0,001	0,002 (Quellen ungefaßt)
Blei Pb^{2+}	unter 0,001	unter 0,0001 (Quellen ungefaßt)
Fluorid F^-	0,9	0,06
Arsen als $HAsO_4^{2-}$	0,001	0,0009
Molybdän Mo	0,030	0,0004
Molybdän in Mikrogramm/l	30 (ppb)	0,4 (ppb)

Spurenelemente In Gras oder Heu in mg/kg Trockensubstanz

	S-charl	Normalwerte (Literatur)
Kupfer Cu	4,4	5,1 (10)
Zink Zn	52,4	35 (10)
Blei Pb	unter 0,01	—
Cobalt Co	0,4	0,06—1,3 normal, unter 0,04: Mangelerscheinungen (5, 11)
Molybdän Mo	9—13	Mittelwert Schweiz: 0,76 (9)
Mittel	11	

Als Gangart treten Quarz, Calzit, Dolomit, Baryt, Fluorit und Gips auf. Fluorit dürfte den Fluoridgehalt des Wassers aus dem Bergwerksstollen bedingen. Es ist eigenartig, dass alle oben genannten Metalle, vor allem Blei und Zink, die sicher in beträchtlichen Mengen in den Erzen vorliegen, im Wasser aus dem Bergwerk nur
in minimen Mengen, wie sie fast in jedem Trinkwasser vorkommen, nachgewiesen werden konnten, während Molybdat und Fluorid in deutlich erhöhten Mengen im Wasser erscheinen. Diese Substanzen bilden nach unseren Erfahrungen recht stabile Lösungen, während die erwähnten Metallverbindungen bei der Verwitterung entweder ungelöst bleiben oder durch das Carbonat und Sulfat des Wassers wieder fixiert werden. An den alten Abraumhalden, die seit ca. 160 Jahren im Freien der Witterung ausgesetzt blieben, konnten in Gesteinsbrocken und in der "Verwitterungserde" beträchtliche Mengen Blei, Eisen und etwas Kupfer nachgewiesen werden, jedoch kaum Spuren von Molybdän, weniger als 0,1 ppm. Molybdän wurde demnach in der erwähnten Zeit vermutlich fast vollkommen ausgewaschen. Das Dorf S-charl und die umgebenden Wiesen liegen vor allem auf Ausschwemmungen und Gesteinstrümmern aus dem Sesvennatal, in dem sich die gleichen erzführenden Schichten vorfinden. Hier dürfte die Herkunft des Molybdäns im Gras zu suchen sein. Die Reaktion des Bodens ist zudem leicht alkalisch (pH 7, 9 u. 8,1), was die Aufnahme von Molybdän durch die Pflanzen erleichtert.

Schlussfolgerungen

Aus oben gesagtem geht hervor, dass für den Menschen, der sich in dieser Gegend aufhält, absolut keinerlei Gefahr besteht. Die Wiesen und Alpen des Tales werden weiterhin durch Rinder und Milchkühe genutzt. Dadurch, dass sich die Tiere im Winter im Haupttal (Engadin) befinden, in S-charl nur vorübergehend im Frühjahr oder Herbst einige Wochen verbleiben, im Sommer auf die Alp getrieben werden, spielt heute die S-charl-Krankheit auch für die Tiere keine verhängnisvolle Rolle mehr.
Die von früher bekannten Symptome stehen jedoch vollkommen im Einklang mit einer - relativ schwachen - Molybdänose. Dieser Faktor wurde wohl vor allem darum so lange übersehen, weil das

Hauptsymptom der schweren Molybdänose, die Diarrhöe, dort praktisch nicht auftrat. Es entwickelte sich sozusagen kein akutes Stadium, sondern nur das chronische, das sich erst nach einigen Monaten einstellt. Das Hauptsymptom dieses Stadiums, der Appetitmangel, wurde auf den hochtoxischen Weiden anderer Gebiete früher kaum erwähnt, da das andere Merkmal, die Diarrhöe, viel drastischer hervortrat. Die Störung des Calzium-Phosphor-Stoffwechsels, das Lahmgehen, die Apathie und die Erscheinungen am Skelett dürften wohl auch als späte chronische Symptome betrachtet werden.

Verschiedene Thesen wurden über die Art der toxischen Wirkung von Molybdän aufgestellt. Bekannt ist die gegenseitige, antagonistische Beeinflussung des Molybdäns durch Kupfer. Auch die Menge des aufgenommenen Sulfates ist wirksam. Die Spurenelemente entfalten ihre Effekte meistens als Komponenten von Enzymen, wobei die Wirksamkeit der letzten erhöht oder erniedrigt wird. Molybdän soll in erhöhten Mengen hemmend auf die Sulfid-Oxydose wirken, so dass eine Anhäufung von Sulfid in den Geweben eintritt, die an sich toxisch wirken kann. Das Kupfer würde als Sulfid unlöslich sein und seine Wirkung als Kupferion einbüssen; dies soll speziell in Bergwerksgebieten, wo sulfidische Erze auch in die Kulturböden gelangen, eintreten. Abschliessend kann gesagt werden, dass die Erscheinungen der S-charl-Krankheit soviel Aehnlichkeit mit einer Molybdänose hat, dass damit der toxische Faktor in S-charl wohl erkannt sein dürfte.

(Auszug aus einem Referat, gehalten am Congressus Internationalis de Hygiena Alimentaria, 1974 in Brnò, CSSR)

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Otto Högl
Grüneckweg 12 CH-3006
Bern

Ein aussergewöhnlicher Schlackenfund bei S-charl im Unterengadin

Thomas Geiger, Wiesendangen

1. Einleitung

Ende Juli 1982 wurde mir von unserm Präsidenten H. Krähenbühl ein Schlackenstück von ungewöhnlicher Beschaffenheit zur nähern Untersuchung übermittelt. Chr. Brazerol, Regionalgruppenleiter Filisur-Albulatal hatte das Stück in einem Schlackenhaufen neben der Schmelze in S-charl gefunden. Das ca. 45 g schwere Stück besteht zu etwa einem Drittel aus auffallendem metallisch-silberglänzenden Material. Dieses ist in Form von zwei frischen Bruchflächen von spröder Beschaffenheit freigelegt. Besondere Merkmale sind die hohe Dichte und ein deutlicher Magnetismus.

Die Untersuchung dieses eigenartigen Stückes erwies sich in der Folge als eigentliche Knacknuss und erst der Einsatz moderner metallkundlicher Analysenmethoden brachte etwas Licht in den komplexen Aufbau. Um das Stück in praktisch unveränderter Form für die Ausstellung im Bergbaumuseum Davos zu erhalten, wurden für die nachfolgend erwähnten Untersuchungen nur sehr geringe Probenmengen verwendet:
Anschliff-Mikroskopie, Röntgenfeinstruktur, Rasterelektronenmikroskopie, Elektronenstrahlmikrosonde, chemische Mikroanalyse, optische Spektralanalyse.

2. Untersuchungsergebnisse

2.1 Makroskopische Beobachtungen und Dichtebestimmung

Abb. 1 zeigt eine Ansicht des Fundes. Der Teil mit metallischem Glanz enthält dunkle Einschlüsse verschiedener Art, Form und Grösse. Sie lassen sich unter der Lupe teils als Schlacke, teils als metallisches Blei bestimmen. Blei und seine Oxydationsprodukte finden sich auch auf der Aussenseite des metallglänzenden Bruchstückes. Weitere dunkelgraue Einschlüsse sind makroskopisch nicht bestimmbar.
Die Dichte des ganzen Stückes beträgt 5,7, diejenige eines kleinen Splitters vom "metallischen" Teil ca. 9,5.

2.2 Befunde am metallisch glänzenden Teil

Ueberraschend für den Fundort Scharl ist die erste Feststellung, dass Molybdän (Mo) und Eisen (Fe) die Hauptelemente bilden. Daneben treten jedoch eine ganze Reihe weiterer Elemente auf, die in Form verschieden zusammengesetzter Gefügebestandteile mikroskopisch fein miteinander verwachsen sind. Die wichtigsten Elemente neben Mo und Fe sind etwa in der Reihenfolge abnehmender Häufigkeit: Blei (Pb), Schwefel (S), Barium (Ba), Arsen (As), Kalium (K), Antimon (Sb), Calcium (Ca), Silizium (Si), Zink (Zn) .

Ueber die Kombination der Elemente in den verschiedenen Gefügebestandteilen ergeben sich auf Grund der Untersuchung mit der Elektronenstrahlmikrosonde und der Röntgenfeinstrukturanalyse interessante Hinweise. Bei dem spärlich verwendeten Probematerial und dem komplexen Mischkristallcharakter der verschiedenen Phasen, ist jedoch eine vollständige strukturelle Identifikation nicht möglich.

Mit Sicherheit steht jedoch fest, dass der Hauptbestandteil ein Molybdän-Eisen-Karbid von kubischflächenzentrierter Struktur mit a= 11,12 Å und dem Formeltyp M6C ist.

Die Zusammensetzung entspricht etwa der Formel Mo_3Fe_3C. Karbide sind Verbindungen von Metallen mit Kohlenstoff und weisen im allgemeinen hohe Härte auf. Die im Anschliff gemessene Mikrohärte ist mit $HV_{0.1}$ = 1050 tatsächlich recht hoch und entspricht etwa derjenigen des Quarzes. Eine mikrochemische Analyse von Kohlenstoff (Einwaage 3mg) ergab einen C-Gehalt von 2,6%, was gut mit dem theoretischen Wert von $Mo_3 Fe_3 C$ übereinstimmt.

Mikroskopisch eng verwachsen mit dem Mo-Fe-Karbid als Hauptphase erscheinen im Anschliff mindestens fünf weitere Gefügebestandteile. Vier davon werden in den lichtmikroskopischen Aufnahmen von Abb.2 (Hellfeld) und Abb.3 (Interferenzkontrast) mit den Buchstaben B, C, D und E bezeichnet.

Auf Grund von lokalen Analysen mit der Elektronenstrahlmikrosonde weisen die Bestandteile B - E und der Hauptbestandteil A (Fe-Mo-Karbid) die in Tab 1 angeführte chemische Zusammensetzung auf. Diese Resultate, sowie Hinweise der Röntgenfeinstrukturanalyse und der Mikrohärte erlauben die folgenden Rückschlüsse über die Art der Gefügebestandteile

A Molybdän-Eisen-Karbid mit merklichem Anteil an Blei und etwas Arsen (diese Beimengungen sind wahrscheinlich submikroskopisch fein ausgeschieden).

B,C Metallische Eisen mit etwas Molybdän in fester Lösung (B). Blei (C) als mikroskopisch erkennbare feine Teilchen ausgeschieden (ev. zusammen mit Arsen). Mikrohärte des Gemisches B +C ca. 230. Die Phase B erklärt den deutlichen Magnetismus der Probe.

D Wahrscheinlich intermetallische Verbindung von Fe und Mo (z.B. Fe_2Mo), mit deutlichem Anteil an Pb und As (als submikroskopische Ausscheidung?). Die mittelhohe Härte (HV_{01} 550), sowie der Röntgenbefund (Hin-

weis auf eine Laves-Phase AB_2) stützen die Annahme, dass eine intermetallische Phase vorliegt.

E Mischsulfid mit hohem Molybdängehalt neben Barium, sowie etwas Eisen und Kalium. Es ist keine analoge Zusammensetzung aus der Literatur bekannt. Eventuell liegt ein Thio-Spinell vor, z.B. $(Ba,K)(Mo,Fe)_2S_4$.

Tabelle 1

Elementgehalte (Gew.%) der Bestandteile A - E ermittelt mit der Elektranenstrahlmikrosonde

Element	A	B + C	D	E
Fe	33,2	84,7	41,6	9,63
Ma	56,6	4,15	41,9	38,4
Pb	6,67	6,8	11,3	2,77
As	2,62	2,85	4,49	1,07
Sb	0,06	1,5	0,06	0,14
S	0,85	-	0,65	29,2
Ba + K				Rest

Bei der qualitativen Elementanalyse im Rasterelektronenmikroskop wurden auch schlackenartige Einschlüsse unterschiedlicher Zusammensetzung nachgewiesen. Die Elemente Fe, As, Si, Ca, Al, Ba, K, Zn, Mo wurden dabei in lokal unterschiedlichen Anteilen festgestellt.

Die vielfältige und örtlich wechselnde Kombination der verschiedenen Atomsorten geht auch aus dem Schema der Elementverteilung hervor, welche mit Hilfe der Elektronenstrahlmikrosonde an einem kleinen Gefügeausschnitt im Anschliffpräparat ermittelt wurde (Abb.4)

2.3 Untersuchung der dunkelbraunen Schlacke

Eine halbquantitative spektralanalytische Untersuchung liess die folgenden Kationen nachweisen (relative Prozentangaben ohne Anionen)

Ba 42%	Fe 4
Si 19	Al 3
Ca 17	Mo 0,2
Mg 13	Pb 0,2
	Zn 0,2

Auffallend ist der hohe Barium-Gehalt (Baryt tritt als Gangart der Erze von S-charl auf), sowie die tiefen Gehalte an Fe, Mo und Pb, welche die Hauptanteile des metallartigen Teilstückes bilden. Röntgenographisch wurde eine Pyroxenartige Phase nachgewiesen an deren Aufbau die Elemente Si, Ca, Mg, Fe beteiligt sein dürften.

3. Lagerstättenkundliche und metallurgische Aspekte

Der Fund eines Schlackenstückes mit einer lokalen Anreicherung von Molybdän und Eisen ist auf den ersten Blick für die Lokalität S-charl überraschend. In Uebereinstimmung mit dem ehemaligen Verhüttungsplatz von Blei-Zink Erzen ist jedoch die Anwesenheit von metallischem Blei, sowie von viel Barium in der anhaftenden Schlacke. Aus einer Publikation von E.ESCHER (1), der die Erzvorkommen von S-charl untersucht hat, ergaben sich keinerlei Hinweise auf Mo-haltige Mineralien. Dagegen fand P.KELLERHALS (2) bei einer neueren Untersuchung der aufgelassenen Pb-Zn Bergwerke erstmals im Bereich der Vererzung Untermadlein das Mineral Wulfenit $PbMoO_4$. Damit könnte die Anwesenheit von Molybdän in den Verhüttungsprodukten der Schmelze S-charl prinzipiell erklärt werden. Im weitern lassen sich auch die geringen Anteile von Arsen und Antimon auf Grund des von P.KELLERHALS nachgewiesenen Fahlerzes verstehen.

Ueber die Art und Weise, wie das kleine, jedoch massive Stück Molybdän-Eisen-Karbid mit seinen Beimengen von Eisen, Blei und Mohaitigern Sulfid beim Verhüttungsprozess entstanden ist, kann vorläufig nichts sicheres ausgesagt werden. Es besteht die Möglichkeit,

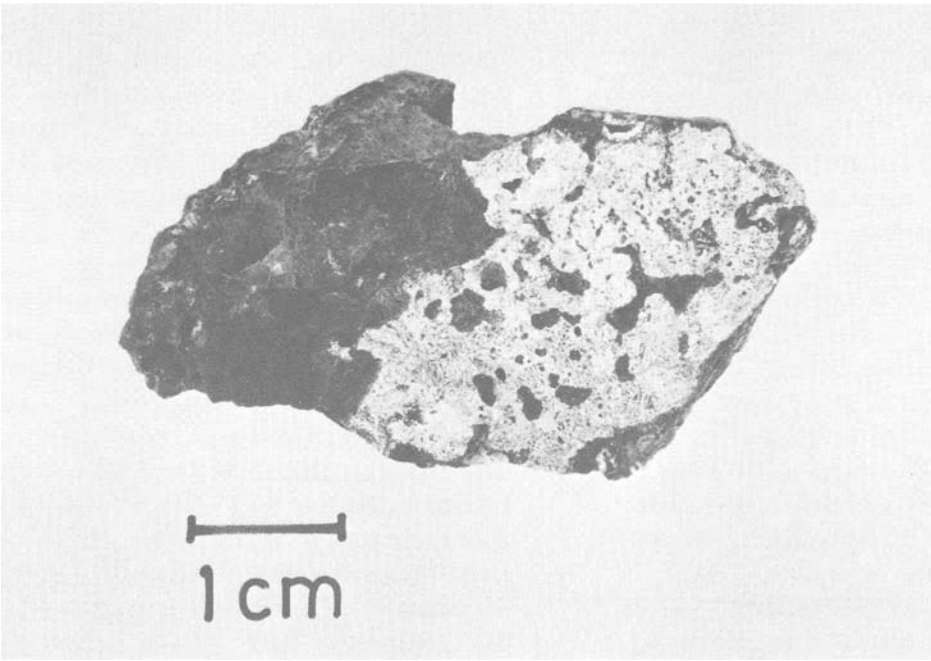


Abb. 1
Ansicht des Schlackenfundes

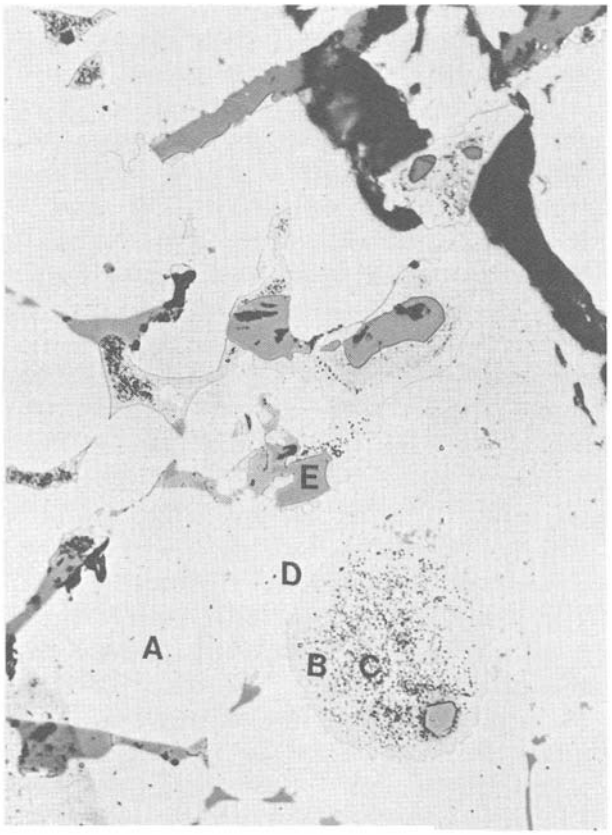


Abb. 2 0,01 mm

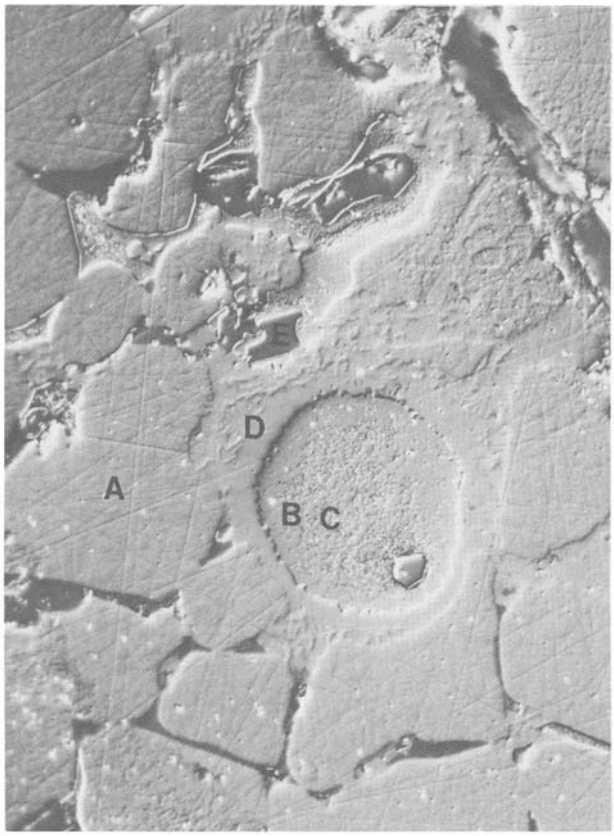


Abb. 3 0,01 mm

Elektronenmikrosonden-Aufnahmen:
Text auf Seite 15 und 16

dass beim frühern Abbau lokale Anreicherungen von Wulfenit angefahren wurden. Die auffallend gelbe Farbe und die hohe Dichte (ca.6,8) des Wulfenits haben eventuell zu einem besonderen Schmelzversuch geführt. Beim Reduktionsprozess von Wulfenit und etwas Eisenerz zusammen mit Holzkohle entstand möglicherweise neben metallischem Blei das Mo-Fe-Mischkarbid. Ob sich das Karbid Mo_3Fe_3C aus der schmelzflüssigen Phase oder über eine Art reduzierender Sinterprozess gebildet hat, muss noch offengelassen werden. Die Ausbildung des Mikrogefüges lässt jedoch vermuten, dass das Karbid tatsächlich aus dem schmelzflüssigen Zustand auskristallisierte.In diesem Fall wären Temperaturen von über 1470°C erreicht worden. Aus dem Auftreten von kugelförmigen Eisen-Ausscheidungen im Mikrogefüge darf geschlossen werden, dass dieses Eisen flüssig war. Auf Grund des Fe-Mo-C Zustandsdiagramms bedeutet dies, dass die Temperatur im Ofen mindestens 1200°C betragen hat (3).

Da das Endprodukt des Schmelzprozesses zwar einen vielversprechenden Metallglanz aufwies, jedoch infolge seiner Härte und Sprödigkeit keine direkte Verwendung fand, hat man möglicherweise von weitern Versuchen abgesehen. In diesem Zusammenhang sind die folgenden Literaturhinweise über das Element Molybdän von Interesse (4): "Die ersten Versuche metallisches Molybdän zu erzeugen, ergaben ein kohlenstoffhaltiges hartes und sprödes nicht schmiedbares Produkt (diese Beschreibung trifft auch für das Stück von S-charl zu). Das Element Molybdän wurde erstmals von SCHEELE 1778 als Bestandteil des Molybdänits (MoS_2) nachgewiesen
und von HJELM im Jahre 1782 als Metall selbst hergestellt. Während mehr als eines Jahrhunderts wurde dann das Molybdän praktisch vergessen. Die ersten industriellen Anwendungen erfolgten Ende des 19. Jahrhunderts als Legierungselement im Werkzeugstahl. Erst 1907 gelang FINK die Herstellung des ersten verformbaren metallischen Molybdäns. Dieses wurde dann auf Grund seines hohen Schmelzpunktes von 2620°C als Träger der Wolfram Spiralen in Glühlampen verwendet."

Neben vielen Spezialanwendungen von Mo-Metall in der Hochtemperaturtechnik wird heute der Hauptanteil des Molybdäns (ca. 80%) als wichtiges Legierungselement für Stähle und Gusswerkstoffe gebraucht. Als Einsatzmaterial dient dabei das einfacher als reines Metall herstellbare Ferromolybdän, eine Molybdän-Eisen-Legierung mit ca. 60-75% Mo. Das kleine Metallstück aus einem Schlackenhaufen bei S-charl stellt eine Art "Vorläufer" dieses in neuerer Zeit verwendeten Hüttenproduktes dar. Doch die Zeit war damals noch nicht reif für eine Anwendung. Was uns heute bleibt ist ein Staunen über den damaligen hohen Stand der Schmelztechnik, die zu einem derartigen Ergebnis führte.

Nach Bekanntgabe des überraschenden Molybdän Nachweises im Fundstück von S-charl, erhielt ich von H. Krähenbühl einen interessanten Hinweis, der den Zusammenhang Molybdän und S-charl aus einem ganz andern Blickwinkel beleuchtete.
Es handelt sich um die seit Jahrhunderten bekannte S-charl Krankheit der Weidetiere. Im Jahre 1974 hielt Prof. Dr. Otto Högl aus Bern einen Vortrag in Brnò (CSSR), über "Molybdän als toxischer Faktor in einem Schweizer Alpental" (5). Im folgenden werden aus dem Vortrag einige für uns interessante Aspekte zusammengefasst: "Gras und Heu des reizvollen Hochtals dürfen nur wenige Monate an das Vieh verfüttert werden, sonst ergeben sich schwere Ernährungsschäden (Durchfall), die bis zum Tode führen, wenn Standort und Futter nicht gewechselt werden. Untersuchungen über toxische Faktoren als Ursachen der Krankheit führten nicht etwa auf eine naheliegende Wirkung von Blei und Zink, sondern von Molybdän. Das dem untersten Stollen des alten Bergwerkes Untermadlein entnommene

Trinkwasser enthielt etwa 80 mal und das Heu etwa 15 mal höhere Mo-Gehalte als in der Schweiz üblich. Während Blei und Zink in Wasser schwer lösliche Verbindungen bilden, wird Molybdän bevorzugt ausgewaschen und damit auch von den Pflanzen aufgenommen."

Im Zusammenhang mit der biologischen Bedeutung von Molybdän ist darauf hinzuweisen, dass dieses Element zu den lebensnotwendigen Spurenelementen gehört (6). Auf Molybdän-Mangelböden (z.B. Gebiete in Australien) wird das Pflanzenwachstum stark gehemmt. Dagegen ist bei einem Zuviel an Molybdän vor allem bei Weidetieren eine toxische Wirkung festzustellen. Ausser im S-charl, sind nach Lit. (4) auch in manchen Gegenden Englands, Kaliforniens und Neuseelands Erkrankungen des Viehs auf erhöhte Mo-Gehalte zurückzuführen. Das Molybdän ist somit ein Beispiel für den bekannten Ausspruch von PARACELSUS (1493- 1541), dass "allein die Dosis macht, ob etwas Gift ist oder nicht" (zitiert nach (6)).

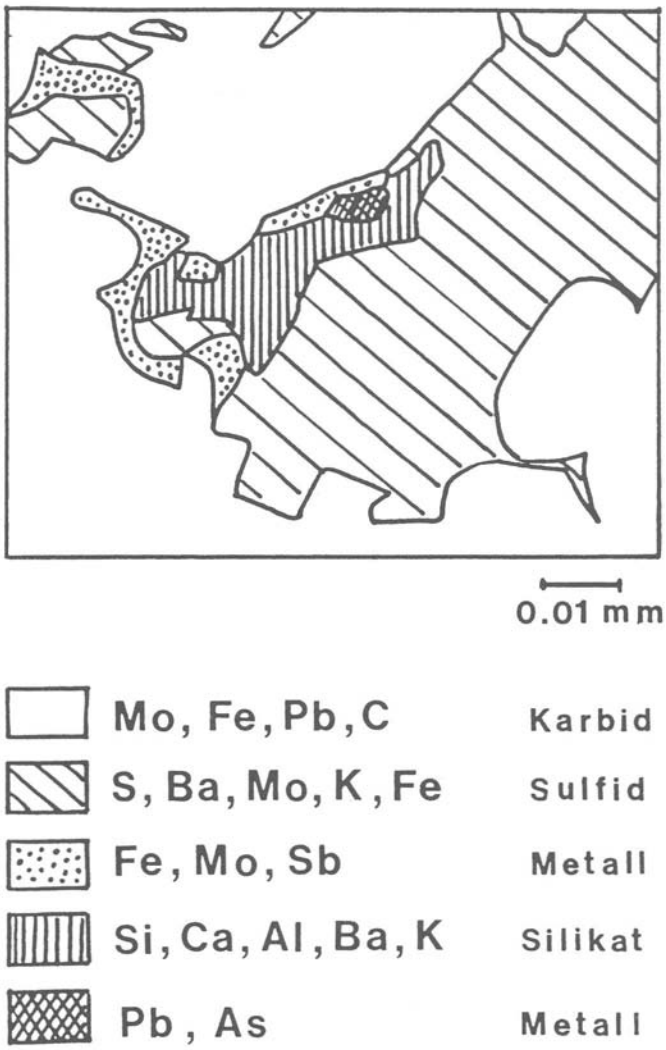


Abb. 4
Elementverteilungsbild von einem Mikro-Gefügeausschnitt aufgenommen mit der Elektronenstrahlmikrosonde (umgezeichnet)

4. Zusammenfassung

Das untersuchte "Schlackenstück" von S-charl ist mit seinem metallischen Glanz, der hohen Dichte und dem magnetischen Verhalten nicht nur äusserlich ein ungewöhnlicher Fund. Erstaunlich ist auch seine chemische Zusammensetzung und der komplexe Phasenaufbau. Im metallisch glänzenden Teil sind neben den Hauptelementen Molybdän (Mo) und Eisen (Fe) die folgenden Elemente nachgewiesen worden: Blei (Pb), Schwefel (S), Barium (Ba), Arsen (As), Antimon (Sb), Kalium (K), Calcium (Ca),Silizium (Si) und Zink (Zn) .

Hauptbestandteil ist ein Molybdän-Eisen-Karbid vom Typ M6C, etwa von der Zusammensetzung Mo_3Fe_3C, Dieser Befund erklärt auch die hohe Härte und das spröde Verhalten des metallartigen Teiles. Daneben treten metallisches Eisen und Blei, sowie intermetallische Verbindungen von Fe und Mo und komplexe Sulfide vor allem mit Mo, Fe, Ba, K auf. Das mengenmässig stark beschränkte Untersuchungsmaterial, die mikroskopisch enge Verwachsung und die vielfältigen Mischkristallbildungen erlauben keine genauen Angaben über Anzahl und Struktur aller auftretender Phasen.

Die für den Fundort S-charl überraschende Molybdän-Anreicherung liess vorerst Zweifel an der einheimischen Herkunft aufkommen. In der Folge sprachen jedoch ganz verschiedenartige Argumente für das Vorliegen eines "bodenständigen" Fundes:

Sowohl die chemische Zusammensetzung der Schlacke, als auch des metallartigen Teiles lassen sich auf Grund der im Bereich der Erzvorkommen nachgewiesenen Mineralien erklären. Dabei ist besonders der in neuerer Zeit aufgefundene Wulfenit von Bedeutung. Ausserdem ist die im S-charl Tal festgestellte Krankheit der Weidetiere auf die toxische Wirkung eines erhöhten Molybdän-Gehaltes im Wasser und im Futter zurückzuführen.

Ueber die metallurgischen Entstehungsbedingungen des Stückes lassen sich vorläufig nur Vermutungen äussern. Ob sich in geschichtlichen Unterlagen über den 1828 endgültig eingestellten Bergwerksbetrieb Hinweise zu dieser Frage finden lassen, bleibt offen. Eventuell könnten auch Nachforschungen über ähnliche Funde im Ausland weiterhelfen. Von Interesse erscheinen z.B. die Lagerstätten von Bleiberg in Kärnten und von Raibl im Südtirol, auf deren Aehnlichkeit mit dem Vorkommen von S-charl auch P. KELLERHALS (2) hingewiesen hat.

Offen bleibt auch die Frage, ob weitere, noch nicht aufgeschlossene Erzvorkommen insbesondere mit Wulfenit-Anreicherungen in der Umgebung von S-charl vorhanden sind. Hier könnten eventuell hydrogeologische Untersuchungen mit Berücksichtigung des Mo-Gehaltes im Wasser interessante Hinweise geben.

Ich danke der Firma Gebr. Sulzer AG in Winterthur für die Erlaubnis zur Benützung der modernen Analysengeräte im metallkundlichen Laboratorium.

Adresse des Verfassers: Dr. T. Geiger, Römerhofstrasse 30,8542 Wiesendangen

Literaturverzeichnis

1 ESCHER, E. (1935): Erzlagerstätten und Bergbau im Schams, in Mittelbünden und im Engadin Beitr.z,Geol.d.Schw., Geotechn.Serie, 18.

2 KELLERHALS, P. (1962): Neue Beobachtungen in den aufgelassenen Pb-Zn-Bergwerken von S-charl (Unterengadin) Eclogae geologicae Helvetiae Vol.55, Nr. 2.

3 JELLINGHAUS, W. (1968): Pulvermetallurgische Beiträge zu den Dreistoffsystemen Eisen-Wolfram-Kohlenstoff und Eisen-Molybdän-Kohlenstoff. - Arch.Eisenhüttenwes. 39 H. 9, S, 705-718.

4 ULLMANNS Encyclopädie der technischen Chemie (1979): 4. Aufl. Bd.17, S. 23-50.

5 HOEGL, O. (1974): Molybdän als toxischer Faktor in einem Schweizer Alpental. Referat gehalten am Congressus Internationlis de Hygiena Alimentaria, in Brnò , CSSR.

6 KIEFFER, F. (1979): Spurenelemente steuern die Gesundheit. - Sandoz Bulletin Nr. 51.

RED. Die beiden Veröffentlichungen von den Herren Prof.Högl und Dr. Geiger über S-charl haben uns in eine der schönsten Gegenden des Unterengadins geführt. Unsere Regionalgruppe Unterengadin, unter Leitung der Bergbaufreunde Georg Peer, H.J.Kutzer und Frl. Hürlimann haben die Initiative ergriffen, die schon längst fällige Sicherung und Restaurierung der Ruine der Schmelze in S-charl, der Stollen mit Aufbereitungsanlagen im Val dal Poch, an die Hand zu nehmen. Zu diesem Zwecke soll diesen Sommer / Herbst bereits mit Arbeitseinsätzen begonnen werden, wie aus untenstehendem Zeitungsausschnitt zu ersehen ist. Wir danken den oben erwähnten Bergbaufreunden für den unermüdlichen Einsatz und wünschen dem Vorhaben einen vollen Erfolg.

Spendeaktion zur Rettung der Blei- und Silberschmelze S-charl

Graubünden ist reich an alten Erzgruben, die zum Teil mit Unterbrüchen über Jahrhunderte ausgebeutet wurden. Zu ihnen zählt auch die Blei- und Silberschmelze in S-charl im Unterengadin. Zeit- und Wettergewalten haben den dortigen Gebäuden schwer zugesetzt (unser Bild). Jetzt sollen die Reste der Anlage in Zusmmenarbeit mit dem Verein der Freunde des Bergbaumuseums in Graubünden soweit wie möglich vor dem totalen Zerfall bewahrt und als der Allgemeinheit zugängliches industriegeschichtliches Denkmal hergerichtet werden. Ein Mineralienverkauf und Barspenden (auf PC 70-7168 Chur mit Vermerk «Acziun Schmelzra S-charl» sollen zur Erhaltung der Anlagen aus dem 19. Jahrhundert. deren Anfänge bis ins Mittelalter zuriickreichen, beitragen.

Bergbauaufzeichnungen aus dem 13. Jahrhundert von Albertus Magnus

Albertus Magnus, Holzschnitt von Tobias Stimmer

HK. Albertus Magnus wurde schon von seinen Zeitgenossen wegen seines umfassenden Wissens "doctor universalis" genannt. 1980 feierte man die siebenhundert jährige Wiederkehr seines Todestages. Er gilt als einer der hervorragendsten Vertreter der Scholastik, jenes Zweiges der mittelalterlichen Philosophie, die sich darum bemühte, die von der Religion verkündeten Glaubenswahrheiten philosophisch auch als Vernunftswahrheiten nachzuweisen. Dabei stützten sich die Scholastiker auf die philosophischen Schriften des Aristoteles, die im 13. Jahrhundert in Europa durch Uebersetzungen der arabischen Ueberlieferungen ins Lateinische und durch direkte Uebersetzungen des Urtextes von Konstantinopel her im Christlichen Abendlande mächtig zu wirken begannen.

Auf Albertus haben die damals auch wieder bekannt gewordenen wissenschaftlichen Schriften des Aristoteles einen besonderen Eindruck gemacht und ihn angeregt, sich ebenso wie dieser selbst mit eigenen Forschungen zu beschäftigen. Zu den Früchten seiner naturwissenschaftlichen Betätigungen gehörte u.a. das Buch über Mineralien, das sich auch mit den nutzbaren Mineralien befasste. Das grosse Verdienst, das Mineralienbuch des Albertus Magnus als Quelle für den mittelalterlichen deutschen Bergbau erkannt und nutzbar gemacht zu haben, gebührt dem Geologen Hans Hess von Wichdorff (1877-1932), dem es mit Hilfe dieses Buches gelungen ist, die Anfänge des Goldbergbaues bei Korbach näher zu bestimmen.
Ueber die Anfänge des Lebensweges von Albertus Magnus ist nur wenig Sicheres bekannt. Fest steht nur sein schwäbischer Geburtsort Lauingen an der Donau, nach dem er sich selbst "Albertus von Lauingen" nannte. Die Angaben über sein Geburtsjahr schwanken zwischen 1193 und 1207. Zuverlässige Nachrichten erhalten wir erst für die Zeit seines Studienaufenthaltes in Italien, wo er um etwa 1233 die 1222 gegründete Universität Padua - in Deutschland gab es zu dieser Zeit noch keine Hochschulen - bezog und sich dort 10 Jahre lang dem eifrigen Studium der aristotelischen Philosophie, der Naturkunde und der Medizin hingab. In den Dominikanerorden eingetreten, wandte er sich ausschliesslich in Bologna mit gleichem Eifer dem Studium der Theologie zu. Er lehrte sodann in Köln und anderen deutschen Städten die weltlichen Wissenschaften und trat, nachdem er in Paris die Doktorwürde erworben hatte, 1248 als Lehrer der Theologie zu Köln mit solchem Erfolg auf, dass sich die Kölner Schule unter dem Andrang der Schüler mehr und mehr zu einer Universität zu erweitern begann.

Das in mehreren Handschriften und einer grossen Anzahl von Drucken überlieferte Mineralienbuch "De mineralibus" des Albertus Magnus gliedert sich in 5 Bücher, von denen das erste die Steine im allgemeinen, das zweite die Steine im einzelnen behandelt und dabei auf 99 "kostbare Steine" und die ihnen zugeschriebenen magischen Kräfte eingeht. Erst im dritten und vierten Buch, die den Metallen gewidmet sind, finden die Erze als nutzbare Mineralien eine ausführliche Beschreibung. Während das dritte Buch die Erze im allgemeinen und dabei auch die Gewinnungsstätten von Erzen behandelt, schildert das vierte Buch die Erze im einzelnen in der Reihenfolge Quecksilber, Blei, Zinn, Silber, Kupfer, Gold und Eisen. Das abschliessende Buch befasst sich mit der sogenannten "Media", den nach des Albertus Ansicht zwischen den Steinen und den Erzen stehenden Mineralien, zu denen er unter anderem auch die Salze und den Bernstein rechnete. Kein deutscher Bergwerksort wird von Albertus in seinem Mineralienbuch so oft erwähnt wie Goslar und Rammelsberg.
Der heute noch in Betrieb befindliche Erzbergbau in Rammelsberg bei Goslar geht auf das 10. Jahrhundert (968) zurück. Es scheint, dass Albertus den Goslarer Erzbergbau persönlich gekannt hat, sowie auch den Kupferschieferbergbau bei Mansfeld in Schlesien und den Silberbergbau von Freiberg, die er namentlich in seinem Mineralienbuch erwähnt. Auch den Goldbergbau bei Korbach im ehemaligen Fürstentum Waldeck beschreibt er in seinem Buch.
Die grosse Bedeutung des Mineralien-Buches von Albertus Magnus beruht auf seinem hohen Alter. Als erster Versuch des deutschen Mittelalters, die Mineralogie durch eine zusammenfassende Darstellung der aus antiken Quellen und anderen Ueberlieferungen geschöpften näheren Angaben, ergänzt durch eigene Forschungen des Verfassers, den Zeitgenossen als eine selbständige Wissenschaft vorzustellen, ist dieses Buch einer besondern Beachtung wert. Für eine systematische Erfassung dieses Stoffgebietes nach natürlichen übergeordneten Gesichtspunkten war die Zeit noch nicht reif. Sie konnte erst 300 Jahre später zu Beginn der Neuzeit erfolgen.
Als Begründer der modernen Mineralogie gilt der grosse deutsche Humanist Georgius Agricola (1494-1555), der 1546 das erste moderne mineralogische Lehrbuch verfasst hat. Georgius Agricola gilt auch als der Begründer der modernen Geologie, der Lagerstättenkunde und der Montangeschichte. Seinen Weltruhm verdankt er seinem aus 12 Büchern bestehenden Werk "de re metallica" (Bergwerks- und Hüttenbuch), durch das er auch zum Schöpfer der Bergbau- und Hüttenkunde geworden ist. Aber auch Hans Stöckl trägt mit seinem Schmelzbuch "Schmelztechnik in den Tiroler Hüttenwerken um 1550" dazu bei, ein Spezialgebiet näher zu beleuchten und durch detaillierte Angaben über verschiedene Schmelzverfahren im Mittelalter zu orientieren. Wir werden über die beiden Pioniere der Darstellung des mittelalterlichen Berg- und Hüttenwesens noch berichten.
Der Wert der naturwissenschaftlichen Schriften des Albertus Magnus muss aus heutiger Sicht in erster Linie darin gesehen werden, dass in ihnen die Anfänge zu erkennen sind, mit denen das Mittelalter versucht hat, überlieferte naturwissenschaftliche Kenntnisse und Erfahrungen vermehrt durch eigene selbständige Beobachtungen in eine neue, zusammenfassende Darstellung zu bringen.

Auszug aus "Der Anschnitt" 4/1982,
von Dipl.Ing. Ernst Loock, Naumburg, Saale.

Verschiedenes

Zur Problematik archäologischer Bodeneingriffe durch Bergbaufreunde, eine rechtliche Klarstellung

JR. Mit grossem Interesse verfolgen der Archäologische Dienst GR und die Kantonale Denkmalpflege die Aktivitäten des Vereins der Freunde des Bergbaues in Graubünden. Eine positive Zusammenarbeit zwischen dem Bergbauverein und den kantonalen Aemtern (Denkmalpflege, Archäologischer Dienst und Rätisches Museum)
hat schon mehrfach stattgefunden; erwähnt seien z.B. Salouf-Flecs, Filisur-Bellaluna u.a.m. Diese Zusammenarbeit war wohl auch Grund dafür, dass anlässlich der Eröffnung der Stiftung Bergbaumuseum Graubünden ein Vertreter des Archäologischen Dienstes in den Stiftungsrat Einsitz nehmen konnte. Leider sind aber auch im Rahmen der Aktivitäten des Bergbauvereins Fälle zu verzeichnen, in denen diese Zusammenarbeit nicht oder zumindest nicht richtig funktionierte. So kam es beispielsweise vor, dass ganze Bergwerksstollen ausgeräumt und auch die archäologischen Bodenfunde von abgegangenen Gebäuden freigelegt wurden, ohne dass der Archäologische Dienst GR darüber orientiert oder auch nur zu einer vorgängigen Begehung eingeladen wurde. Desgleichen wurden anlässlich dieser Raubgrabung - als solche müssen diese wohl bezeichnet werden - Fundobjekte von wissenschaftlichem Wert geborgen und unterschlagen. Leider wurde weder der Archäologische Dienst noch das Rätische Museum über die Entdeckungen und die Bergung solcher Objekte unterrichtet. Wir müssen heute annehmen, dass ein Teil dieser Fundgegenstände wohl an das Bergbaumuseum Davos gelangte, ein anderer Teil aber sicher auch in den Händen Privater verblieb.

Zu diesen "wilden Grabungen" und zu diesen Fundunterschlagungen ist festzuhalten, dass sie rechtswidrig und schlichthin illegal sind.
Im Schweiz. ZGB, Art.724, steht unter dem Titel des Sachenrechtes geschrieben, dass Altertümer von erheblichem wissenschaftlichen Wert grundsätzlich Eigentum des Kantons sind, auf dessen Gebiet sie gefunden wurden. Und dass es sich z.B. bei Werkzeugen der Bergbautätigkeit, gleich aus welcher historischen Epoche, um Objekte von erheblichem wissenschaftlichen Wert handelt, braucht wohl kaum diskutiert zu werden. Auch Schlacken-und Erzfunde, die aus einem Fundzusammenhang stammen, können durchaus von erheblichem wissenschaftlichen Wert sein.
Diesen Wert zu beurteilen ist allein Sache der Experten (Archäologen, Metallurgen und anderen Spezialisten). Mit diesem Gesetzeshinweis will der Archäologische Dienst GR nicht verhindern, dass Zeugnisse der Bergbautätigkeit an das Bergbaumuseum GR gelangen, sondern er verlangt lediglich, dass solche Fundobjekte den ordentlichen Weg gehen, d.h. dass sie dem Kanton (Archäolog. Dienst GR) abgeliefert werden, wo sie inventarisiert und an das Rätische Museum weitergeleitet werden können. Das Rätisehe Museum wird letztlich entscheiden, wieweit sie als Leihgabe dem Bergbaumuseum Davos für die Ausstellung zur Verfügung gestellt werden können. Es darf einfach nicht angehen, dass Laien nach solchen Objekten graben und über den letztlichen Verbleib dieser Objekte verfügen. Wohin käme man, wenn z.B. jedes Museum in Graubünden - zur Zeit sind es deren 30 bis 40 - selbst nach archäologischen Zeugnissen suchen würde ?

Auch die Natur- und Heimatschutzverordnung des Kantons Graubünden und das Kulturförderungsgesetz erteilen im Zusammenhang mit einer Grabungstätigkeit klare Richtlinien.
In Art.19 der Natur- und Heimatschutzverordnung steht beispielsweise
"Alle Ausgrabungen von herrenlosen Naturkörpern und Altertümern stehen unter der Oberaufsicht der Regierung. Diese bezeichnet die zuständigen Aufsichtsorgane (Archäologischer Dienst GR) und umschreibt ihre Kompetenzen. Funde und Entdeckungen von wissenschaftlichem Interesse sind dem zuständigen Aufsichtsorgan anzuzeigen. Dieses trifft die erforderlichen vorläufigen Massnahmen zur Sicherung,

Ausgrabung und Bergung unter der Leitung des Kantonsarchäologen oder eines von ihm beauftragten Fachmannes".

Im übrigen besteht Anzeigepflicht an den Archäologischen Dienst GR bezüglich der Entdeckung von Altertümern von erheblichem wissenschaftlichen Wert oder von Ueberresten menschlicher Anlagen oder menschlicher Tätigkeit (Natur- und Heimatschutzverordnung, Art.21). Es gibt in dieser Verordnung auch Strafbestimmungen gegen jene, die diese Vorschriften vorsätzlich übertreten (Art.22).

Der Archäologische Dienst GR will mit diesem Hinweis auf die Rechtssituation bezüglich der Ausgrabungen von historisch wertvollen Bauwerken oder deren Ueberresten - zu denen wir ja zweifellos die Zeugen der Bergbautätigkeit, wie z.B. Schmelz- und Verhüttungsöfen, Bergwerke, Knappenhäuser u.s.w. zählen dürfen - nicht die Restaurations- und Sanierungsarbeiten an solchen Anlagen oder auch eine wissenschaftliche Forschungstätigkeit. lahmlegen. Sondern der Archäologische Dienst GR will lediglich verhindern, dass Laien - dazu müssen alle nicht archäologisch ausgebildeten Personen gezählt werden - solche Befunde von wissenschaftlichem Wert zerstören. Jede Ausgrabung, auch die Ausgrabung, die von einem Archäologen geleitet wird, ist eine Zerstörung eines archäologischen Befundes. Wenn solche Befunde zerstört werden müssen (z.B. durch Bautätigkeit), so muss dies auf wissenschaftlich gerechtfertigte Art und Weise geschehen. Es ist zwar eine einfache Angelegenheit, eine Ruine freizulegen oder einen Stollen auszuräumen. Aber dies so vorzunehmen, dass jedes Fundobjekt später seiner ursprünglichen Fundschicht oder Fundlage zugewiesen werden kann, dass jede Schicht exakt dokumentiert und jeder Befund zeichnerisch genauestens (steingerecht) festgehalten wird, dazu benötigt es einer Ausbildung, der Erfahrung und eines gewissen Instrumentariums. Wer eine Ruine freilegt, muss zudem wissen, dass sie unter Umständen in wenigen Jahrzehnten durch Frost und Erosion dem Erdboden gleichgemacht sein wird. Der beste Konservator ist und bleibt der Boden. Es hat keinen Sinn, dass man nicht gefährdete Bodenbefunde freilegt, um sie dann ihrem Untergang preiszugeben. Es ist besser, heute einen Bodenfund im Boden schlummern zu lassen, als ihn unfachmännisch ans Tageslicht zu reissen und dadurch für die Nachwelt die exakte Erforschung dieses Objektes zu verunmöglichen.

Falls die Erforschung eines Bodenfundes aus wissenschaftlicher Sicht unumgänglich wird, so kann allenfalls eine Forschungsgrabung eingeleitet werden. In Art.2 des Kulturförderungsgesetzes steht dazu "Der Kanton kann auch Ausgrabungen und Erhaltungsmassnahmen, die von Dritten vorgenommen und getroffen werden, durch Beiträge unterstützen, wenn Gewähr für einwandfreie Ausführung geboten ist."

Der Archäologische Dienst GR ist gern bereit, wissenschaftliche Projekte bei der Regierung zu befürworten, verlangt aber, dass solche Projekte unter der Leitung eines ausgebildeten Archäologen stehen, dass das Fundmaterial vollumfänglich dem Kanton abgeliefert wird, und dass dem Kanton eine Kopie der zeichnerischen und photographischen Dokumentation ausgehändigt wird. Die Ausgrabungskosten sind in der Regel von den Initianten solcher Projekte zu tragen. Kurz rekapituliert sei nochmals darauf hingewiesen, dass archäologische Ausgrabungen grundsätzlich Sache des Kantons sind, d.h. dass ohne die Aufsicht der zuständigen Instanzen keine Grabungen durchgeführt werden dürfen, und dass Funde von wissenschaftlichem Wert unbedingt dem Kanton abzuliefern sind. Aus diesen Gründen machen wir die Mitglieder des Bergbauvereins darauf aufmerksam, dass bei Restaurations- und Sanierungsarbeiten, die Bodeneingriffe erfordern, folgende Regeln einzuhalten sind

Die kantonalen Instanzen (Archäolog. Dienst GR und Kant. Denkmalpflege) sind über jedes Projekt im voraus schriftlich zu orientieren und müssen zu Begehungen eingeladen werden. Weitere Abmachungen und Massnahmen werden anlässlich der Begehung getroffen. Bodeneingriffe archäologischer Art sind nach Möglichkeit zu unterlassen.

Archäologischer Dienst
Graubünden

RED.Der Vorstand des Vereins und der Stiftung kann diese Ausführungen vollumfänglich unterstützen und bittet die Mitglieder der Vereinigung, sich an diese Weisungen halten zu wollen. Damit wird ermöglicht, dass unsere Aktivitäten auf diesem Gebiet weiterhin aufrechterhalten werden können und unliebsame Differenzen mit den Kantonalen Amtsstellen vermieden werden.
Der Präsident des Vereins und der Stiftung sowie auch die Regionalgruppenleiter, stehen jederzeit für diesbezügliche Fragen und Auskünfte gerne zur Verfügung.
Diesen Sommer soll die Schmelzanlage in S-charl mit dem Knappenhaus gesichert und restauriert werden. Eine Besprechung mit den Vertretern des Archäol.Dienstes u. der Denkmalpflege GR hat stattgefunden. Wir danken diesen beiden Amtsstellen für die aufbauende und hilfreiche Zusammenarbeit.

Bericht über die 25. Tagung des Geschichtsausschusses der GDMB (Gesellschaft Deutscher Metallhütten und Bergleute e.V.).

HK. Die 25. Tagung des Geschichtsausschusses der GDMB in Weilburg/ Lahn vom 14. bis 16. Oktober 1982 war eine Jubiläumstagung. Aus Anlass dieses Jubiläums ist eine über 200 Seiten umfassende Broschüre erstellt worden, in der die Aktivitäten des Geschichtsausschusses der GDMB in den bisherigen Tagungen dokumentarisch dargestellt sind. Als Mitglied dieser Gesellschaft wurde uns eine Broschüre überreicht. Nebst interessanten Vorträgen über den Eisenbergbau an der Lahn und Dill, alten Verhüttungsstätten an der Lahn und anderen, hat vor allem auch ein Vortrag über die "Erforschung von Zusammenhängen zwischen Schlacken, Erz und Lagerstätten von Dr. mont. G. Sperl, Leoben, Beachtung gefunden (wir werden darüber noch berichten). Ein Höhepunkt war auch der Besuch des Heimat- und Bergbaumuseums mit Befahrung des Tiefen-Stollens in Weilburg. Die 24. Tagung dieser Gesellschaft wurde bekanntlich 1981 in Davos abgehalten.

VERSTORBENE MITGLIEDER

Die nachfolgenden Bergbaufreunde sind leider zu früh von uns gegangen

- H. Baviera, Dipl.Ing. ETH/SIA, Zürich,
- E. Eggenschwyler, Dipl.Ing. ETH, Riggisberg, BE
- E. Maurer, Landquart,
- H. Andrist sen., Alp Flix/Klosters.

Herr Andrist hat als Bergführer auf Alp Flix die Ansicht vertreten, dass die alte Römerstrasse über den Julier über die Alp Flix führte und uns bei einem Besuch Reste von mutmasslich Römischen Gebäuden gezeigt. Auch sind im Bereich der Alp Flix verstreut öfters Schlackendepots zu finden, die vielleicht in diesem Zusammenhang erklärt werden könnten.

Wir entbieten den Angehörigen unsere herzliche Anteilnahme und bitten, den Verstorbenen ein ehrendes Andenken zu bewahren.

BUECHERECKE

Erze und Metalle, ihre Kulturgeschichte im Experiment

UB. Bei der Beschäftigung mit der Geschichte des Bergbaus wird man früher oder später mit Problemen metallurgischer Art konfrontiert.
Es ist ja nicht nur die Frage nach der Vergangenheit eines alten Bergwerks, die den Liebhaber und Forscher beschäftigt, sondern mit gleichem Interesse wird er zu ergründen versuchen, wie die gefundenen Erze in das begehrte Metall umgewandelt wurden. Obwohl die alten Klassiker wie z.B. Agricola, Balthasar Rössler oder der Alchemist Libavius die Hüttentechnik der damaligen Zeit sehr detailliert der Nachwelt überliefert haben, ist das Studium dieser Schriften mühsam, und der genaue Informationsgehalt oft rätselhaft. Sollen dann im heimischen Labor diese "Rezepte" nachvollzogen werden, so wird schnell der Punkt erreicht, wo eigene Fachkenntnisse nicht mehr ausreichen.

Moderne Werke zur Probierkunst helfen nur bedingt weiter, da sie naturgemäss von andern, modernen Voraussetzungen ausgehen. Es fehlte bis anhin eine einfache Praktikumsanleitung für Versuche zur antiken Hüttentechnik. Es ist das Verdienst von Hasso Moesta, genau diese Lücke erkannt und mit seinem Buch ausgefüllt zu haben. Der Autor vereinigt das Wissen der Geologen, Mineralogen, Chemiker, Metallurgen, Historiker und Archäologen zu einem wahrhaft interdisziplinären Werk! Der Verfasser behandelt die komplexe Materie nicht auf eine trockene, theoretische Art und Weise, sondern das Buch liest sich trotz exakter Wissenschaftlichkeit flüssig und spannend. Die geschilderten Versuche sind genau dokumentiert und mit einfachstem apparativen Aufwand durchführbar. Nicht nur technische Aspekte werden diskutiert, sondern jedes Experiment ist in sein kulturhistorisches Umfeld gestellt.
Jeder Freund des Bergbaus wird an diesem Buch seine helle Freude haben.

Erze und Metalle -
ihre Kulturgeschichte im Experiment,

von Prof. Dr. Hasso Moesta, Lehrstuhl für Physikalische Chemie, Universität Saarbrücken.

Mit 47 Abbildungen, 8 Farbtafeln und 28 Experimenten, 189 Seiten. Springer Verlag Berlin/Heidelberg/New York 1983. ISBN 3- 540- 11799- 7, Preis: ca.Fr. 33.-.

BELLALUNA

H.K. Als Abschluss der 1. Etappe der Sicherung und Restaurierung der Schmelze Bellaluna - der beiden Röstöfen - haben wir eine Orientierungstafel an der Kantonsstrasse angebracht, welche die Situation der früheren Schmelzanlage mit Erläuterungen darstellt. In verdankenswerterweise haben uns die Gemeinden Bergün und Filisur je einen Beitrag von Fr.1.000.-- zur Finanzierung der Tafel beigesteuert. Somit ist nun die ganze Anlage durch den Kanton Graubünden unter Denkmalschutz gestellt worden, was auf der Tafel entsprechend vermerkt ist. Beiträge für den Weiterausbau der Anlage nimmt der Verein der Freunde des Bergbaues in Graubünden dankbar entgegen (PC-Nr.70-10205).

SGHB

H.K. Die Schweiz. Gesellschaft für Historische Bergbauforschung hat sich zum Ziel gesetzt, die frühere Aufbereitungsanlage der "Blei-Zink-Lagerstätte Goppenstein", Wallis, die noch gut erhalten ist und ein seltenes Zeugnis früherer Bergbautätigkeit darstellt, zu restaurieren und der Nachwelt zu erhalten. Diesbezügliche Bestrebungen sind im Gange und eine finanzielle Basis für dieses Vorhaben wird gesucht. Wir wünschen den Initianten einen vollen Erfolg.

JAHRESBEITRAG 1983

Es dürfte verschiedenen Bergbaufreunden entgangen sein, dass sie den Jahresbeitrag 1983 noch nicht einbezahlt haben. Wir fügen diesem Heft einen Einzahlungsschein bei, damit dies nachgeholt werden kann.

Der Jahresbeitrag beträgt nach wie vor Fr. 25.- für Schüler-Lehrlinge und Studenten sowie Fr. 35.-für die übrigen Mitglieder.

Wir danken Ihnen für die uns entgegengebrachte Unterstützung und werden uns bemühen, Sie weiterhin über unsere Projekte und unsere Tätigkeit im BERGKNAPPE zu orientieren.

Der Vorstand

Der Besuch des Bergbaumuseums Graubünden im Schmelzboden-Davos und des Schaubergwerkes am Silberberg hat erfreulich viele Gäste angelockt, und wir freuen uns auf weitere interessierte Besucher diesen Sommer.
Oeffnungszeiten:Mittwoch 14.00-16.00h
Samstag 16.00-18.00h vom 8. Juni - 19. Oktober 1983. Führungen an das Schaubergwerk im Rahmen des Davoser-Sommer-Gästeprogrammes:
Jeden Mittwoch 14.00h ab Museum. Dauer ca. 3 Stunden
vom 15. Juni - 14. September 1983.