



Freunde des Bergbaus in Graubünden, FBG
Amis da las minieras en il Grischun, AMG
Amici delle miniere nel Grigioni, AMG

4/2000
November
24. Jahrgang

Präsident: Otto Hirzel

Korrespondenz, Redaktion:

Freunde des Bergbaus in Graubünden
Postfach, 7270 Davos Platz 1

Regionalgruppen Graubünden:

- **Arosa-Schanfigg:**
Renzo Semadeni, Aelpli, 7050 Arosa
- **Bündner Oberland:**
Gaudenz Alig, Miraniga, 7134 Obersaxen
- **Ems-Calanda:**
Ruedi Krähenbühl, Vialstr. 13, 7205 Zizers
- **Filisur-Albulatal:**
Christian Brazzerol, Cafe Belfort, 7493 Schmiten
- **Klosters-Prättigau:**
Reto Renner, Aujiweg 9, 7249 Serneus
- **Oberengadin:**
Georg D. Engel, Via Tegiatscha 22, 7500 St. Moritz 3
- **Savognin-Oberhalbstein:**
Eduard Brun, Greifenseestrasse 2, 8600 Dübendorf
- **Schams:**
Hans Stäbler, Rufana, 7477 Filisur
- **Unterengadin:**
Peder Rauch, Vi, 7550 Scuol

Partnervereine und Stiftungen

- **Miniers da S-charl**
Matias Filli, Trü Sura, CH-7550 Scuol
- **Bergbauverein Silberberg Davos:**
Otto Hirzel, Postfach, CH-7270 Davos Platz 1
- **Stiftung Bergbaumuseum Graubünden, Schmelzboden - Davos:**
Ruedi Krähenbühl, Vialstr. 13, CH-7205 Zizers
- **Fundaziun Schme1zra S-charl:**
Peder Rauch, Vi, CH-7550 Scuol

Redaktionskommission:

Dr. h.c. Hans Krähenbühl, Redaktor,
Walter Good, Vorsitz, Beat Hofmann,
Matthias Merz, Hans Peter Schenk

Redaktionsschluss: 15.1., 15.4., 15.7., 15.10.

Jahresbeitrag FBG:

Bergknappe je Einzelnummer: Fr. 50.-
Fr. 10.-
(PC: 70-10205-6) -

Inhaltsverzeichnis

- Von der Steinzeit zur Metallzeit	2
Auf den Spuren der frühen Metallurgie in Mitteleuropa	
- Bergbau - Wasserwirtschaft im Harz und Erzgebirge (Fortsetzung I/Schluss)	7
- Schwefel-, Vitriol- und Alaun-Gewinnung auch in der Schweiz (Fortsetzung 1)	13
- Bedeutung des Waldes für die Verhüttung von Erzen	19
- Ein erstaunliches Ingenieurkunstwerk der Antike auf Samos, Griechenland	22
- Vom Vermessungswesen im 16. Jahrhundert	25
- Mitteilungen	29

Wissenschaftliche Mitarbeiter:

- E. Brun, Greifenseestr. 2, CH-8600 Dübendorf
- E.G. Haldemann, Dr., Geologe, CH -1792 Cordast FR
- F. Hofmann, Dr. phil., Geologe, Rosenbergstr. 103, CH-8212 Neuhausen am Rheinflall
- H.J. Köstler, Dr., Dipl. Ing., Grazerstrasse 27, A-8753 Fohnsdorf
- H. Krähenbühl, Dr. h.c., Edelweissweg 2, CH-7270 Davos Platz
- H.J. Kutzer, Dipl. Ing., Rehbergstr. 4, D-86949 Windach
- St. W. Meier, Dr. phil., Historiker, Lauriedstr. 7, CH-6300 Zug
- E. Niggli, Prof. Dr., Kirchstr. 12, CH-3097 Liebefeld
- E. Nickel, Prof. Dr., av. du Moléson 19, CH-1700 Fribourg
- G. Sperl, Prof., Dr. phil., Jahnstr. 12, A-8700 Leoben
- H. Stäbler, Rufana, CH-7477 Filisur
- G. Weisgerber, Prof., Dr., Deutsches Bergbaumuseum, D-44791 Bochum

Innenseite: Georg Agricola, De Re Metallica Libri XII.

Druck: Buchdruckerei Davos AG

Von der Steinzeit zur Metallzeit Auf den Spuren der frühen Metallurgie in Mitteleuropa

Hans Krähenbühl, Davos

1. Einleitung

Aus einem sumerischen Streitgespräch entnehmend schreibt Chr. Strahm: "Das Gold gehört in den Staub der Sakristei, nutzlos liegt es in der Fäulnis der Gräber, um seine Geräte aus Kupfer sorgt sich aber der Mensch, er braucht sie für die Arbeit in Feld und Haus. Die Goldfunde sind demzufolge Indizien über die soziale Rangordnung der damit ausgezeichneten Personen, das Kupfer und seine Bearbeitung enthüllen jedoch das kulturelle Niveau. Mit seinem Erscheinen und einer verbreiteten Werkzeugproduktion sind tiefgreifende strukturelle Veränderungen in der damaligen Gesellschaft verbunden, die eine neue Entwicklungsstufe der Menschheit einleiten".

Die Einführung der Metallurgie benötigte in erster Linie einen grossen Energieaufwand und aus Erzabbau und Metallverarbeitung in industriellem Ausmass entstanden grosse soziokulturelle Folgen. Diese Technologie setzte das gesamte Wissen um die Metallurgie sowie von geeigneten Lagerstätten und deren Ausbeutung voraus. Die Erkenntnisse der Metallurgie zur Herstellung von Metallen können nicht als eine einmalige Erfindung gewertet werden sondern müssen im Gefolge der pyrotechnischen Entwicklung, während der der Mensch das Feuer beherrschen und nutzen lernte, gesehen werden.

Das Feuer diente nicht nur zum Kochen sondern auch als Mittel zur Keramikherstellung, Gipsgewinnung und zur Kalkverarbeitung und natürlich auch zur Brandrodung. Die metallurgischen Entwicklungsphasen haben tiefgreifende Veränderungen der Gesellschaft und unmittelbare Konsequenzen in der ersten Kupferproduktion bewirkt.

2. Die Entwicklungsphasen der Kupfergewinnung

Die metallurgischen Entwicklungsphasen beginnen mit der "Vorstufe" der Bearbeitung von gediegenem Kupfer und von Kupfermineralien, einer "Initialphase" des Erkennens des neuen Rohstoffes mit der er-

sten materialgerechten Technik des Erhitzens und Verarbeitens von gediegenem Kupfer sowie der "Experimentierphase" zur Entwicklung einer "frühen Metallurgie" von oxidischen Erzen. Danach erfolgte die "Aufbauphase" einer Herausbildung der "entwickelten Metallurgie", dem Abbau und der Verhüttung von sulfidischen Erzen. In der "industriellen Phase" entstand die "intensive Metallurgie" mit dem Abbau verschiedener Erze zur Gewinnung von verschiedenen Metallen und der Herstellung von Arsen- und Zinnbronze (Strahm),

Die verschiedenen Entwicklungsstufen in Mittel und Südost- Europa sowie dem Vorderen Orient sind in der Tabelle (Abb. 1) zu erkennen. Alle diese Ent-

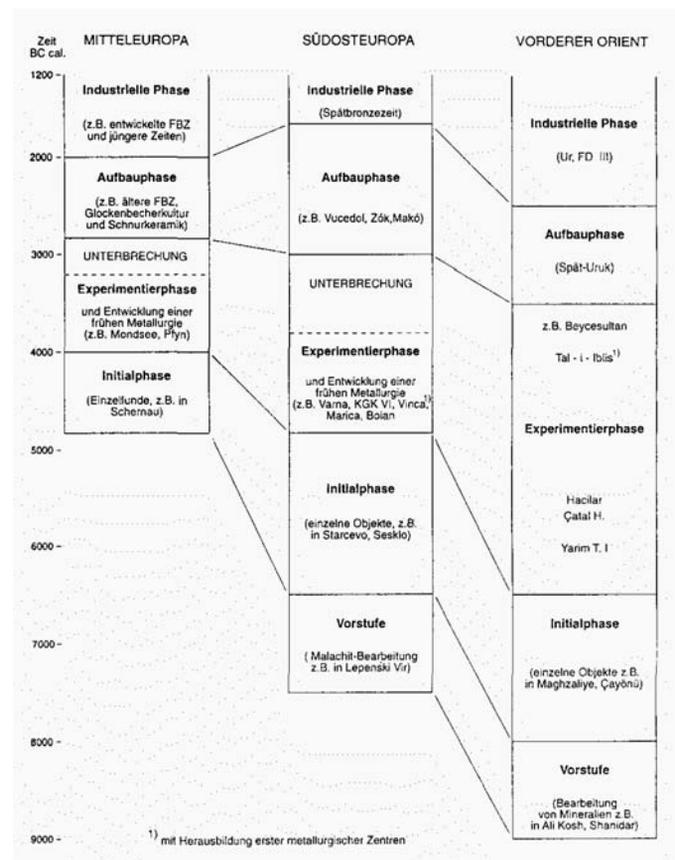


Abb. 1 Chronologische Darstellung der metallurgischen Entwicklungsphasen (helvetia archaeologica)

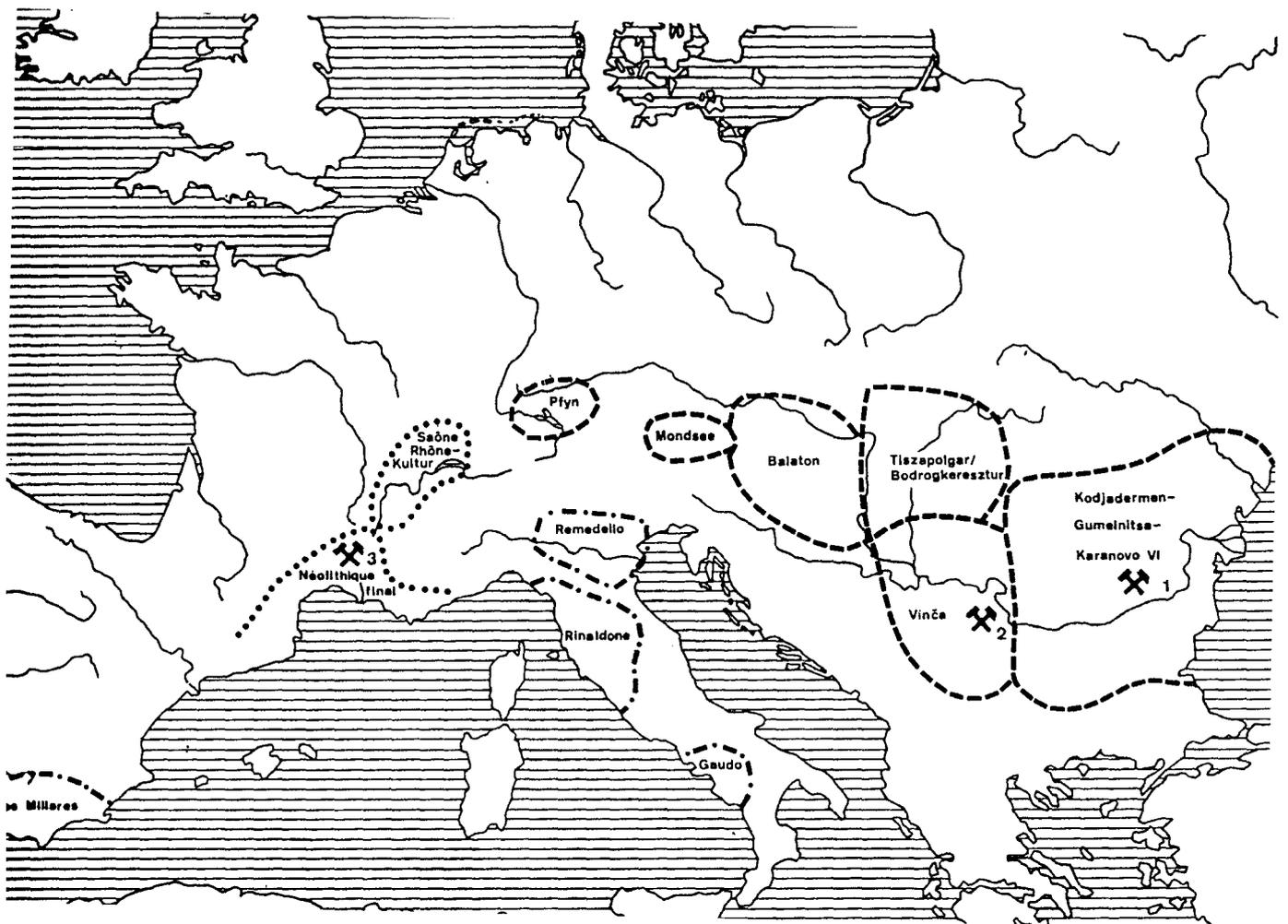


Abb. 2 Die Ausbreitung der karpato-balkanischen Metallurgie (---) und der westmediterranen Metallurgie C. . .) mit den wichtigsten Bergwerken: 1 Aibunar (BG) 2 Rudna Glava (YU) 3 Cabrières (F) (aus helvetia archaeologica)

wicklungsphasen sind Schritte auf dem Weg zu Hochkulturen, deren Entfaltung ohne diese Erkenntnisse undenkbar und die Entstehung grosser Zivilisationen nicht möglich gewesen wären.

3. Die Ausbreitung der Metallurgie in Mitteleuropa

Ein interessantes Forschungsfeld ist die Ausbreitung der Metallurgie in Mitteleuropa und der Weg dieser Verbreitung (Abb. 2). Im Vorderen Orient erfolgte vermutlich die erste und früheste Metallverarbeitung über Jahrtausende, deren Belege aber nur punktuell, im Gegensatz zu den Metallfunden in Mitteleuropa, welche dichter überliefert sind. In Südosteuropa erkennt man schon im 6. vorchristlichen Jahrtausend eine bescheidene Produktion von Kupferobjekten mit Beilen, Meisseln und Hammeräxten, deren kom-

plizierte Herstellung eine vollkommene Beherrschung des Materials voraussetzte. Bekannt sind die dazugehörigen Bergwerke in Aibunar in Bulgarien sowie von Rudna in Serbien. Von hier aus hat sich die neu entwickelte Metallurgie nach Südosten bis in das südrussische Steppengebiet verbreitet. Jedoch bedeutender für die mitteleuropäischen Kulturen ist die Ausbreitung nach Nordosten über Ostungarn nach Polen und den nordostalpinen Raum. Hier benützte man ein arsenhaltiges Kupfer, das sich besser giessen lässt, beim Schmieden härter wird und bessere Eigenschaften aufweist als Reinkupfer. In der Mondseekultur, die durch erstaunlichen Reichtum an Funden auffällt, wurden Gusstiegel mit Metallspuren entdeckt. Die dazugehörigen Lagerstätten in dem unweit vorn Mondsee gelegenen, erzeichen Salzachtal gelten als vermutliche Rohstoffliefe-

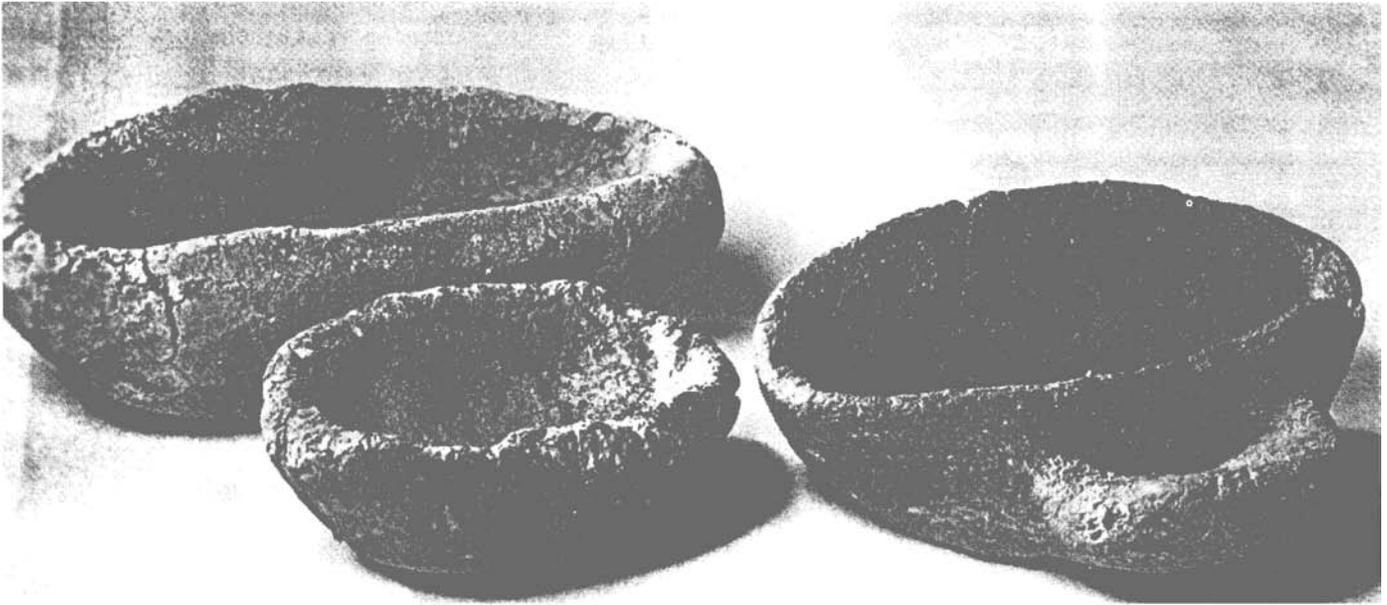


Abb. 3 Gusstiegel der Pfynerkultur. Zürich, Rentenanstalt, Wetzikon, Robenhausen. Längen 10.1 und 14 cm

ranten. Dieselbe Technologie finden wir in der gleichzeitigen nordostschweizerischen "Pfyn"- Kultur (Abb. 2 und 3).

Die Ausbreitung der karpatenländischen Metallurgie wird besonders deutlich in der zahlenmässig grössten Fundgruppe der Kupferflachbeile, deren Typen auch in der Schweiz, z. B. in Thayngen, Zürich,

Wetzikon, Robenhausen und Dietikon, ausgegraben wurden (Abb. 4). Die Frage nach Import oder Herstellung an Ort und Stelle der Funde, kann durch die Herkunftstbestimmung der Rohstoffe geklärt werden. Dies ist möglich durch das Metallanalyseverfahren, durch das die Herkunft des Erzes bzw. der Ort der Bergwerke festgestellt werden kann. Die Zusammensetzung der Spurenelemente des Metalls, anhand der darin enthaltenen Verunreinigungen der Erze und der Zuschläge, können die Orte der Erzgewinnung ermitteln (Abb. 5).

Die Herkunft der in der Westschweiz gefundenen Kupfergegenstände deutet auf südfranzösische und italienische Lagerstätten, wie z. B. im Languedoc in Frankreich, hin.

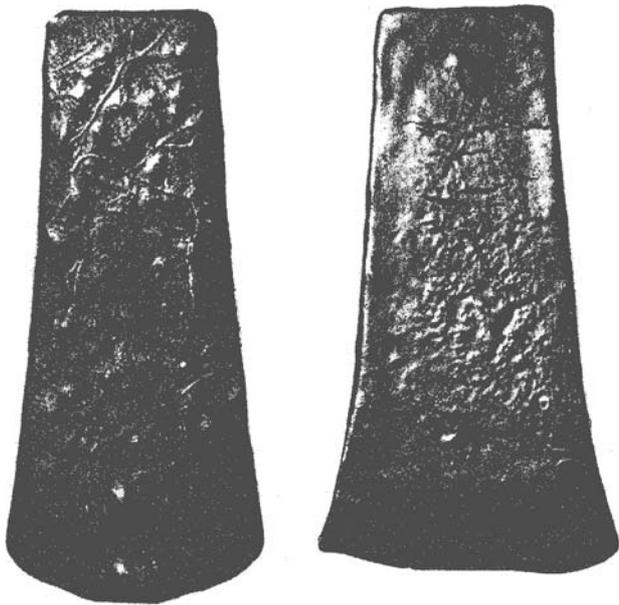
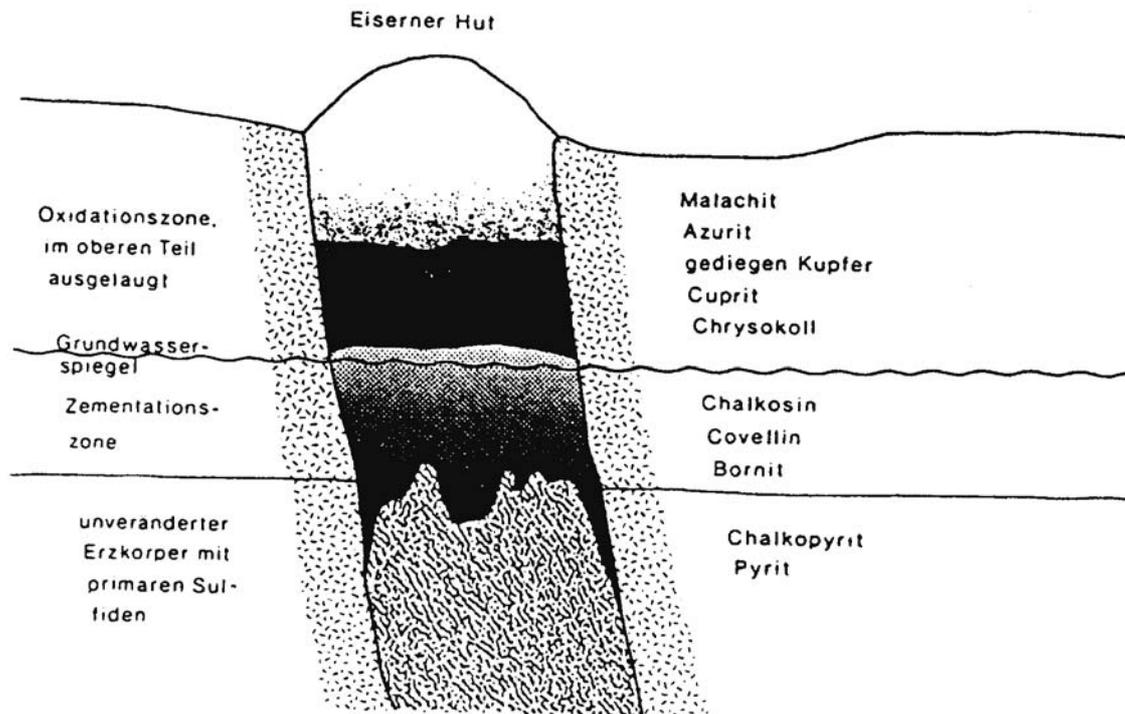


Abb. 4 Zürich, Wollishofen: Beile aus möglicherweise gleicher Gussform, rechts mit ausgeschmiedetem Schneidenteil. (aus *helvetia archaeologica*)

4. Die Weiterentwicklung der Metallurgie

Nach dem Abklingen einer ersten, verbreiteten Kupferverarbeitung in Mitteleuropa nach der Mitte des 4. Jahrtausends wurde, nach einer längeren Zeit, eine entwickelte Metallurgie erarbeitet, die auch komplexere Erze zu verhütten verstand. Diese Stufe, die eingangs als "Aufbauphase" bezeichnet wurde, breitete sich schnell aus. Es drängt sich die Hypothese auf, dass die damaligen Handwerker innerhalb der karpatenländischen Metallurgie erst den "Eisernen Hut" und die Erze der Oxidationszone abgebaut, und damit reines Kupfer und Arsenkupfer produziert haben und dann, in einigen Gebieten, ein kompliziertes



Ahh.5 Schematische Darstellung eines Kupfererzerganges im oberflächennahen Bereich.

Verfahren zur Verarbeitung von Erzen, d. h. Fahlerzen, aus der Zementations- und Reduktionszone durch eine mehrstufige, mit höheren Temperaturen arbeitende Verhüttung entwickelt und tiefere Erzgänge erschlossen haben. Dieses Verfahren breitete sich auch auf Mittelitalien aus. Die dortigen polymetallischen Erze waren das Fundament für die sich stark entfaltende "Rinaldone- und Remedello"- Kultur, die schon kurz vor 3000 v. Chr. beginnen sollte.

Der Ablauf der Einführung der Metallurgie erfolgte stets in den gleichen Schritten: Import, Verarbeitung in der betreffenden Region, selbständiger Abbau und schliesslich die kulturprägende industrielle Herstellung. Dieser Ablauf erfolgte offensichtlich in sehr kurzer Zeit und beruhte auf dem leicht zu verarbeitenden, gediegenen Kupfer und den oxidischen Erzen. Die Ausbreitung hat sich dabei an den natürlichen Vorkommen orientiert. Die ersten chalkolithischen Kulturen finden sich jeweils naturgemäss in den Gebieten mit reichen Kupferlagerstätten (Abb. 6).

Die erste Phase der Einführung der Metallurgie blieb in ihrer Struktur neolithisch, es kam alleine die Me-

tallurgie zusätzlich zur neolithischen Wirtschaftsweise hinzu. Zu Recht sprechen wir hier von einem Chalkolithikum, das noch Teil des Neolithikums ist. Erst mit der industriellen Verarbeitung der Erze und der serienmässigen Herstellung der Metallgeräte setzt eine neue Epoche ein, aus der sich dann auch mit der Kunst der Herstellung von Bronze mit der Kupfer- Arsen- Zinn-Legierung, die Bronzezeit ankündigt.

Literatur

- Christian Strahl, Die Anfänge der Metallurgie in Mitteleuropa. *Helvetia archaeologica* Nr. 97, 1994
- Frühes Eisen in Europa, Festschrift Walter Ulrich Guyan zu seinem 70. Geburtstag, 1979
- Karl Stölzel, Giesserei über Jahrtausende. Leipzig 1978
- H. Moesta, Erze und Metalle - Ihre Kulturgeschichte im Experiment, 1983

(Fortsetzung folgt)



Abb. 6 Die frühen Kupferkulturen und die Kupferlagerstätten mit den urgeschichtlich belegten Bergwerken (aus *helvetia archaeologica*) hellgrau: Kulturen der ersten karpatho- balkanischen Metallurgie um 4400 - 3400 v. Chr. grau: Kulturen der westmediterranen Metallurgie um 3000 - 2300 v. Chr. schwarz: Kultur- Zentren der Kupfermetallurgie

Bergbau - Wasserwirtschaft im Harz und Erzgebirge

Ralf Scheibe, Regensburg

Fortsetzung 1 / Schluss

3. Wasserwirtschaftssystem in Freiberg

In der Entwicklung des Bergbaus in Sachsen ergeben sich einige personelle Verflechtungen mit dem Oberharz, viele Parallelen aber auch deutliche Unterschiede. So begann der Bergbau bedingt durch das langsame Fortschreiten der Ostkolonisation erst im Jahre 1168. Wenige Jahre zuvor hatte der Markgraf Otto von Meissen das ihm von Kaiser Barbarossa übergebene Land zwischen Mulde und Striegis roden lassen. Dabei wurden im Stadtgebiet von Freiberg die ersten Erzfunde gemacht. Mit der rasch einsetzenden Schürftätigkeit durch hinzugezogene Goslarer Bergleute wurden schnell bedeutende Erzgänge erschlossen. Schon damals sicherte sich der Markgraf Anteile am Bergseggen, denn er hatte mit dem Bergregal uneingeschränkte Verfügungsgewalt über die Bodenschätze. Bereits um 1300 waren die Reicherze in der Oxidations- und Zementationszone abgebaut und es musste im Stollenbau weitergearbeitet werden. Dabei entstanden auch die ersten wasserwirtschaftlichen Bauwerke in Freiberg.

Schon in der ersten Epoche des Freiburger Erzbergbaus ging auch in anderen Teilen des Erzgebirges Bergbau um. Silber aber auch Zinn wurden im Greiffensteingebiet bei Ehrenfriedersdorf gewonnen. Hier gab es schon um 1400 ein Graben- und Teichsystem.

Mit der Renaissance wurde der Bergbau im Erzgebirge bedeutend ausgeweitet. Mit Geld sächsischer und auch süddeutscher Handelshäuser wurden Neugründungen von Bergstädten finanziert, bestehende Bergmannssiedlungen erhielten den Status einer Bergstadt: Annaberg 1496, Schneeberg 1481, Scheibenberg 1522, Oberwie-

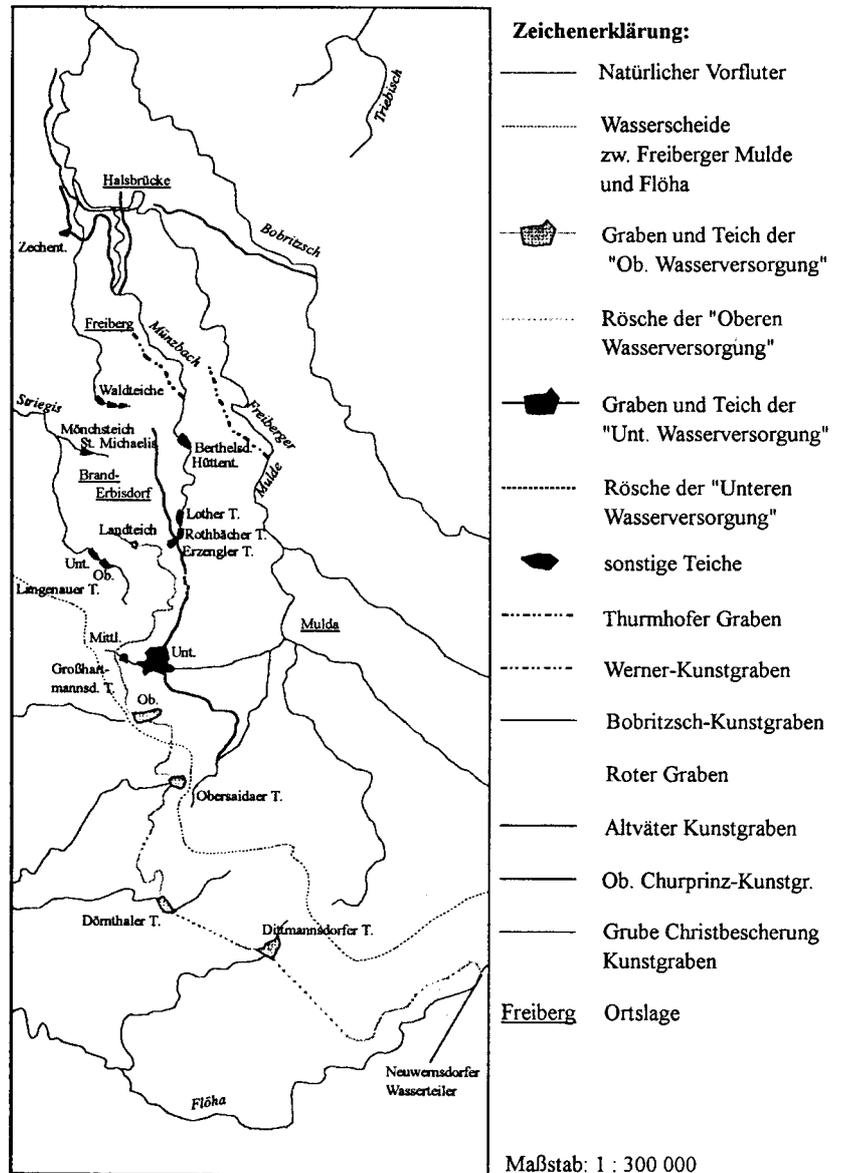


Abb. 12 Wichtige Teiche und Gräben der Bergbau - Wasserwirtschaft von Freiberg und ihre Lage im natürlichen Flusssystem

senthal 1527 und Marienberg 1421.

Die sächsischen Kurfürsten verstanden es, mit geschickter Investitionslenkung den Grundstein für einen auf Jahrhunderte Erträge bringenden Bergbau zu legen, indem sie zuerst die Wasserproblematik lösten. Für die Versorgung von Wasserrädern wurden neben Ober- auch Unterwasserversorgungen getätigt.

In den dreissigjährigen Krieg wurde Freiberg 1632 bis 1642 einbezogen. In dieser Zeit ging der Bergbau stark zurück. Trotzdem wurde an der Vollendung der Oberwasserversorgung weiter gearbeitet. Bis 1860 wurden insgesamt ca 45 km Gräben gebaut, davon verliefen 15 km unterirdisch. Typisch für das Freiburger Bergbaurevier ist, dass viele Gruben nicht direkt aus Teichen, sondern mit "gebrauchtem" Wasser versorgt wurden. Wie auch im Oberharz begann man um die Jahrhundertwende (19./20. Jahrh.) die nicht mehr benötigte Energie aus dem aufgestauten Wasser zum Erzeugen von elektrischer Energie zu nutzen. Im Laufe der Jahrhunderte zeichnete das Maschinenwesen die allgemeinen Entwicklungstrends der Technikgeschichte nach.

Zuerst wurden Erze als auch Grubenwasser durch menschliche Körperkraft bewegt. Dann folgte die Nutzung von Zugtieren (Pferde und Rinder) in Göpelanlagen. Aber bereits 1540 wurde die erste funktionsfähige Anlage zur Förderung von Wasser aus grösserer Tiefe mit Pumpenkunst in Ehrenfriedersdorf eingerichtet. Agricola gibt in seinem Werk "de re metallica" von 1556 Hinweise auf ältere Maschinen, die Wasser mit an Endlosketten befestigten Schöpfgefässen oder in Rohren bewegten Lederbulgen förderten. Der Antrieb erfolgte durch Wasserräder. Die sich allmählich fast überall durchsetzende Dampfmaschine vermochte es nicht, die Wasserkraft aus dem Bergbau zu verdrängen. Bei der Wasserwältigung im Oberharz hielt sich das Wasserrad bis 1923, im Freiburger Raum bis 1913.

4. Das Ausmass der Untersuchungen in der vorliegenden Diplomarbeit.

Im Vorhergehenden wurde zusammenfassend ein Überblick über die historische Entwicklung des Bergbaus im Zusammenhange mit dem Wasserwirtschaftssystem im Harz und um Freiberg gegeben. Es wurden

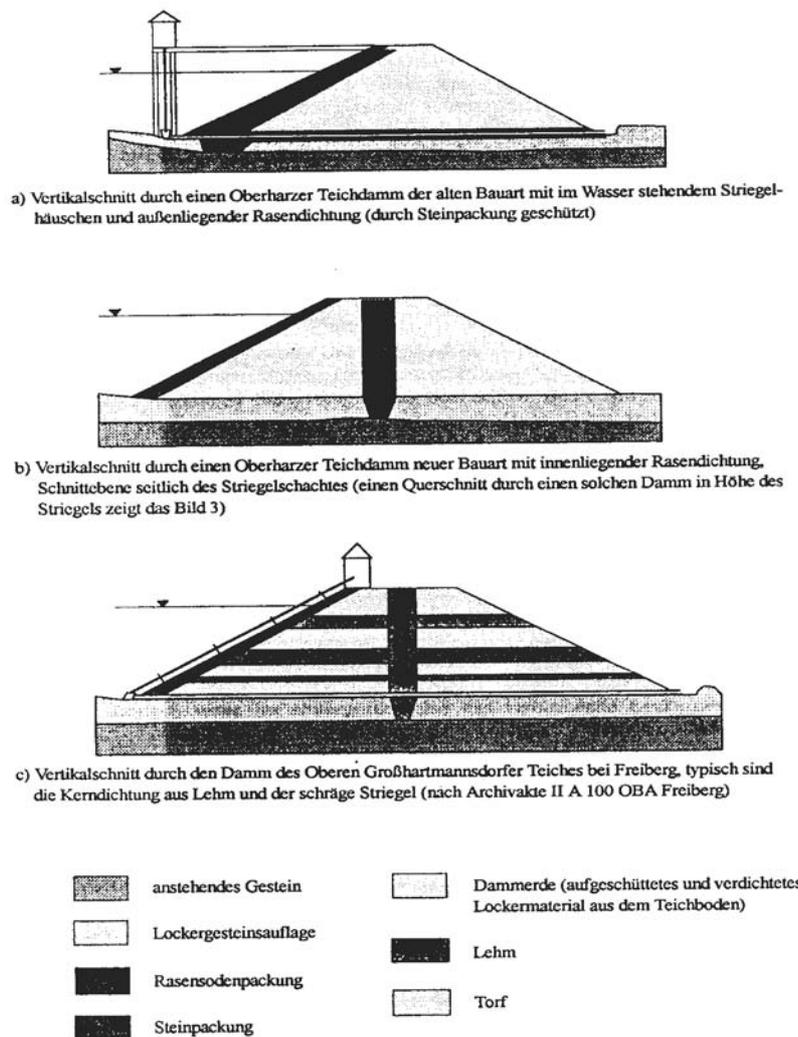


Abb. 13 Querschnitte von Teichdämmen aus dem Oberharz und aus Sachsen

auch Vorläufer der Wasserwirtschaftstechniken der Antike erwähnt, aber auch die Entwicklung der erstaunlichen, technischen Kunstgezeuge aufgezeigt. Dabei handelte es sich um eine stark verkürzte Übersicht ohne Vollständigkeitsanspruch, da die eingehende und fundierte Arbeit den Rahmen einer Veröffentlichung in unserer Zeitschrift "Bergknappe" sprengen würde.

Die über 100 Seiten starke Diplomarbeit enthält viel Untersuchungen, Tabellen und Pläne. Sie soll die Zusammenhänge und Aspekte der übertägigen Speicherräumkapazitäten im Rahmen der historischen Entwicklung und hydrogeographischen Auswirkungen im Harz und im Erzgebirge darstellen. Das nachstehende Inhaltsverzeichnis gibt einen Überblick über die behandelten Themen. Das Literaturverzeichnis soll ein vertieftes Eindringen in die komplexe Materie erleichtern.

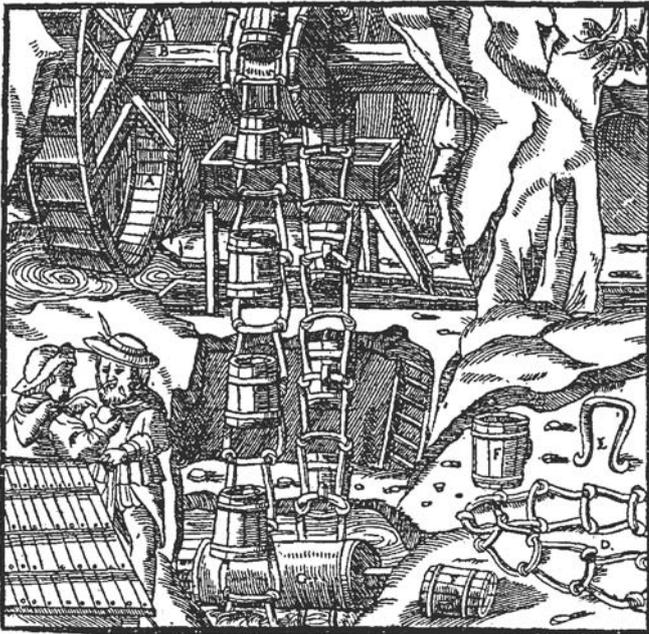


Abb. 14 Stollenentwässerung mittels Wasserrad und Trommel mit Kannen (aus *Agricola*)

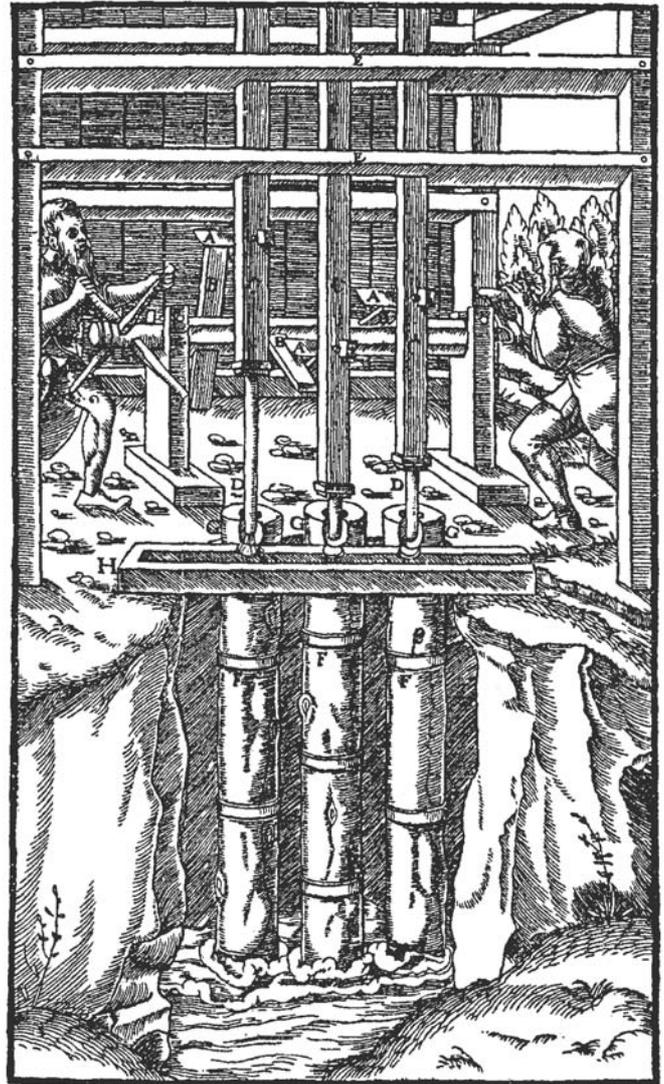


Abb. 15 Stollenentwässerung mittels Kolbenpumpen mit Handbetrieb (aus *Agricola*)

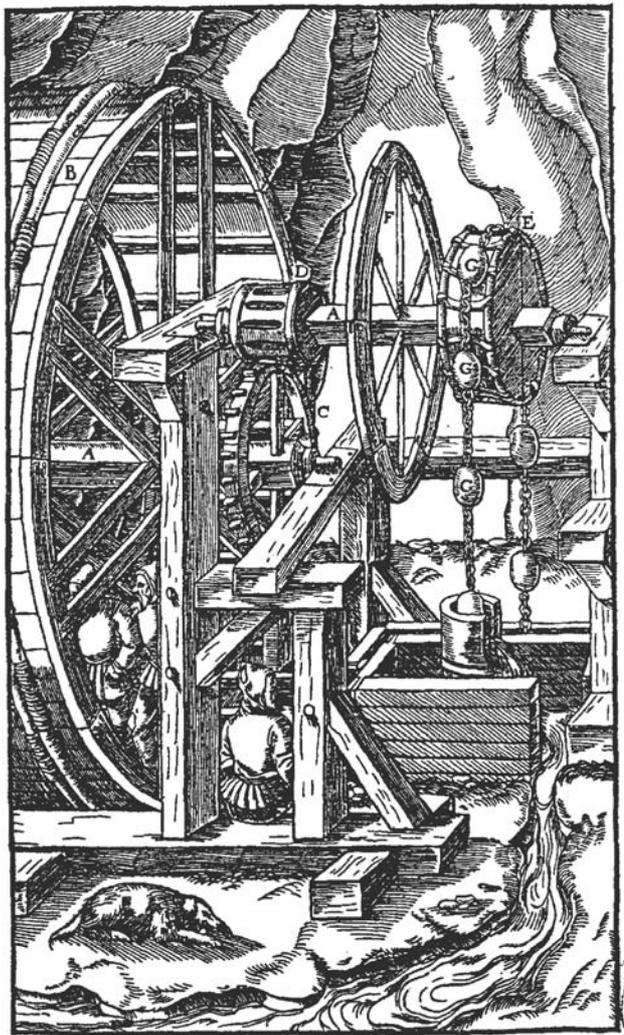


Abb. 16 Stollenentwässerung mittels Wasserrad und Bällen (Heinzen) (aus *Agricola*)



Abb. 17 Stollenentwässerung mittels Göpelanlage und mit Zugtieren (aus Agricola)

Wir danken dem Verfasser Ralf Scheibe für die Überlassung seiner Diplomarbeit zur Veröffentlichung, in gekürzter Form, in unserer Zeitschrift

Fortsetzung I/Schluss

Adresse des Verfassers
Ralf Scheibe, Diplom- Geograph
Holzschnitzerstrasse 10
D- 93059 Regensburg

Bergbau - Wasserwirtschaft im Harz und Erzgebirge

Inhaltsverzeichnis	S. 3
Vorwort	S. 3
1 Einleitung	S.4
2 Zur historischen Entwicklung der bergbaulichen Wasserwirtschaftssysteme im Harz und um Freiberg	
2.1 Vorläufer in der Antike	S. 5
2.2 Entwicklung des Bergbaus und seiner Wasserwirtschaft im Oberharz	S. 6
2.3 Die Entwicklung im östlichen Harz	S.20
2.4 Die Entwicklung im Freiburger Bergbaurevier	s.26
2.5 Anmerkungen zur Entwicklung der Maschinenteknik	S.33
2.6 Großtalsperren als Ergänzung der Bergbauteiche im Harz und im Erzgebirge	S. 34
3 Die Standortfaktoren für die Speicherbauten	
3.1 Die natürlichen Verhältnisse	
3.1.1 Oberflächenformen	S. 34
3.1.2 Klima und hydrogeographische Verhältnisse	S.36
3.1.3 Böden und Vegetation	S.38
3.2 Auswahl und Unterteilung der zu betrachtenden Teiche	S. 39
3.3 Rechtliche Rahmenbedingungen als Standortfaktoren des Teichbaus	S. 40
3.4 Zweckmäßigkeit der Stauanlagen	
3.4.1 Verhältnis von Bauaufwand und erzieltm Speichervolumen als Funktion des gewählten Standortes	S. 42
3.4.2 Gefällehöhen und Entfernungen der Teiche von den Schächten	S. 55
3.5 Einfluß der Standortwahl auf die Sicherheit der Teiche	S. 58
3.5.1 Baugrund und Bauausführung als Beitrag zur Standsicherheit der Teiche	S. 59
3.5.2 Das Gefährdungspotential durch Hochwasser	S. 81
3.5.3 Gefährdung durch Windstau und Wellen	S. 91

3.6 Abschließende Betrachtung zur Standortwahl der Teiche S. 92

4 Zusammenfassung S.95

Quellenverzeichnis

Literatur S.97
Archivmaterialien S.102
Karten S.104

Anlagen

Anlage I: Liste aller bekannten Teiche im Oberharz

Anlage II: Grössenverhältnisse der Teiche zur Berechnung des Aufwand/Nutzen-Verhältnisses

Anlage III: Daten zum Baugrund und zur

Standsicherheit der Teichdämme Anlage IV:

Daten zur Hochwassergefährdung ausgewählter Teiche

Danksagung

Erklärung zur Diplomarbeit

Literaturverzeichnis

- AGRICOLA, G.: De re metallica libri XII. Basel 1556. In: PRE-SCHER, H. (Hrsg.): Georgius Agricola. Ausgewählte Werke. Gedankenausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie Dresden Band VIII. Berlin: Deutscher Verlag für Wissenschaft, 1974.

- ALTERMANN, M. & K. RABITZSCH: Quartäre Deckschichten im Raum Elbingerode - Rübeland (Harz). In: Hercynia N.F. 13 (1976) H. 3, S.295 - 331

- BARTHELS, CHR.: Vom frühneuzeitlichen Montangewerbe zur Bergbauindustrie. Erzbergbau im Oberharz 1635 - 1866. Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum Nr.54. Bochum:

Deutsches Bergbau-Museum, 1992, 740 S.

- BARTELS, CHR.: Mittelalterlicher und frühneuzeitlicher Bergbau im Harz und seine Einflüsse auf die Umwelt. In: Naturwissenschaften 83 (1996), H. 11, S.483 - 497

- BAUMANN, L.: Neue tektonische und paragenetische Untersuchungsergebnisse im Freiburger Lagerstättenbereich. In: Freiburger Forschungshefte C 163. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1963.S. 13-43

- BAUMANN, L.: Die Erzlagerstätten der Freiburger Randgebiete. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1964.240 S. (Freiburger Forschungsheft C 188)

- BAUMANN, L.: Zur genetischen Stellung der erzgebirgischen Mineralparagenesen. In: Freiburger Forschungshefte C 364. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1981.S. 9-24 - BÖTTCHER, J. et. al.: Seilfahrt. Auf den Spuren des sächsischen Uranbergbaus. Haltern: Bode-Verlag, 1990.152 S.

- BODE, A. & O.H. ERDMANNSDÖRFFER: Erläuterungen zur Geologischen Karte Blatt St. Andreasberg Nr.2378. Berlin: Preußisches Geologisches Landesamt, 1927. 79 S.

- BORCHARDT, D.: Physisch-geographische Analyse und hydro-geographische Charakteristik von Kleineinzugsgebieten der oberen Selke/Harz. Diss. Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, 1980. 247 S.

- BRAMER, H.; MARCINEK, J.; NITZ, B.; RUCHHOLZ, K. & S. SLOBODDA: Physische Geographie Mecklenburg-Vorpommerns, Brandenburgs, Sachsens-Anhalts, Sachsens und Thüringens. Gotha: Hermann Haack, 1991.627 S.

- BRÜNING, K.: Der Bergbau im Harze und im Mansfeldischen. Braunschweig, Hamburg: Westermann, 1926. 214 S.

- BUCHHOLZ, P. & H. WACHENDORF: Abschätzung der mittleren Sedimentations- und Subsidenzraten im Devon und Karbon des Oberharzes. In: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 144 (1993) Teil 1, S.159-172

- JORDAN, H.: Erläuterungen zu Blatt Ostrode Nr. 4227. Mit Beiträgen von K.-H. BÜCHNER, M. CLAUS, G. GOLDBERG, B. HEINEMANN, P.SIMON & V. STEIN. Hannover: Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, 1976.148 S.

- KATZUNG, G. & O. EHMKE: Das Präquartär Ostdeutschlands. Köln: Verlag Sven von Loga, 1993.139 S.

- KEGEL, K.: Bergmännische Wasserwirtschaft. Halle: Verlag W. Knapp, 1938.277 S.

- KIESEKAMP, E. H.: Der Einfluß des Waldes und der Großkahlschläge auf den Wasserhaushalt und den Bodenabtrag des Oberharzes. Diss. Forstwirtsch. Fak. Universität Göttingen 1952, 92 S. - KOERBER, W. E.: Der Eisenbergbau im Mittelharz und seine Entwicklung. In: Der Harz - eine Landschaft stellt sich vor 2 (1979), S.18 - 21

- KRAUSE, K.-H.: Anthropogene Veränderungen der hydrographischen Verhältnisse des östlichen Harzes, dargestellt an Beispielen. Diss. Martin-Luther-Universität Halle, 1967.

- KRAUSE, K.-H.: Der Wormsgraben. Zur Hydrographie, Geschichte und wasserwirtschaftlichen Bedeutung eines Hanggrabens im Harz. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Universität Halle 17 (1968),H. 1, S.71 -84

- KRAUSE, K.-H.: Entwicklung und gegenwärtige Funktion von Anlagen der historischen bergbaulichen Wasserwirtschaft im Unterharz. In: Wissenschaftliche Abhandlungen der Geographischen Gesellschaft der DDR 17 (1986) S. 143 - 164

- KUGLER, H. & H. NEUMEISTER: Zur Charakteristik und Relief-

- entwicklung einiger Mittelgebirge in der DDR. In: Petermanns Geographische Mitteilungen 115 (1971), H. 3, S.161-171
- KUSCHKA, E. & H.J. FRANZKE: Zur Kenntnis der Hydrothermalität des Harzes. In: Zeitschrift für Geologische Wissenschaften 2 (1974), S. 1417-1436
 - LIEBSCHER, H.-J. & A. BAUMGARTNER: Allgemeine Hydrogeologie und Quantitative Hydrologie. Berlin, Stuttgart: Gebr. Borntraeger, 1990. 673 S.
 - LIEBMANN, W.: Historischer Bergbau im Harz. Köln: Sven von Loga, 1992.321 S.
 - LORENZ, W.; SCHÜTZEL, H. & H. DOUFFET: Die Erzlagerstätte Freiberg und ihr geologischer Rahmen. In: Exkursionsführer zur 31. Jahrestagung der Gesellschaft für Geologische Wissenschaften der DDR. Berlin 1984. 96 S.
 - LUTZENS, H.: Ein Beitrag zur Geologie des Unterharzes. In: Zeitschrift für Geologische Wissenschaften 3 (1975), S.267 - 298
 - MAGIRIUS, H.: Schneeberg, St. Wolfgangskirche. Passau: Weick-Verlag, 1996. 28 S.
 - MALITZ, G. & . SCHNEIDER: Zur Untersuchung des Niederschlagsfeldes im Harz. In: Zeitschrift für Meteorologie 36 (1986) H. 6, S.370 - 374
 - MARCINEK, J. & R. SCHMIDT: Gewässer und Grundwasser. In: LIEDTKE, H. & J. MARCINEK (Hrsg.). Physische Geographie Deutschlands. Gotha: Perthes, 1994. S. 131 - 156
 - MATHES, G. & K. UBELL: Allgemeine Hydrogeologie - Grundwasserhaushalt. Berlin, Stuttgart: Gebr. Borntraeger, 1983. 438 S.
 - MATSCHAK, H.: Wasser und Bergbau. Berlin: Akademie-Verlag, 1966.112 S. (Freiberger Forschungsheft A 403)
 - MARX, S.: Die im Gebiet der DDR aufgetretenen extrem hohen Tagessummen des Niederschlages (1901 bis 1978) mit Angaben über die Ausmaße des starken Dauerregens vom 7./8. August 1978. In: Zeitschrift für Meteorologie 30 (1980) H. 5, S. 319 - 327
 - MEIER, H. J.: Versagen einer Talsperre infolge Hydrologisch - Meteorologischer Belastungskomponenten. Karlsruhe: Veröffentlichungen des Institutes für Hydrologie und Wasserwirtschaft der Universität Karlsruhe (TH) Heft 32 (1987). 223 S.
 - MERKER, O.: Die Bergwerksteiche, ihre Gräben und Röschen. In: Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins 60 (1930), S. 5 - 31
 - NATERMANN, E.: Die wasserwirtschaftlichen Anlagen des Oberharzer Bergbaues und ihre wasserwirtschaftlichen Grundlagen. Diss. TH Berlin-Charlottenburg 1922. 91 S.
 - NESTLER, J.: Die Entstehung des Roths Schönberger Stollns. In: Freiburger Forschungshefte D70. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1970.S. 51 - 58
 - OELKE, E.: Der alte Bergbau um Schwenda und Stolberg/Harz. In: Hercynia N.F. 7 (1970),S.337-354
 - OELKE, E.: Der Bergbau im ehemals anhaltinischen Harz. In: Hercynia N. F. 10 (1973), S. 77-95
 - OELKE, E.: Die Silbergewinnung im ehemals stolbergischen Harz. In: Hall. Jb. f Geowissenschaften 3 (1978), S. 57 - 80
 - PINNEKER, E.: Das Wasser in der Litho- und Asthenosphäre. Berlin, Stuttgart: Gebr. Borntraeger, 1992. 263 S.
 - RACHER, M.: Schneedecke und Wasserhaushalt - Ergebnisse mehrjähriger Untersuchungen im hydrometeorologischen Versuchsgebiet Selke/Harz. In: Abhandlungen des Meteorologischen Dienstes der Deutschen Demokratischen Republik Nr. 100 (Band XIII) Beiträge zur angewandten Meteorologie. Berlin: Akademie-Verlag, 1970. S.161 - 170
 - RICHTER, K.: Die geologische Geländeaufnahme. In: BENTZ, A. (Hrsg.): Lehrbuch der Angewandten Geologie Bd. 1. Stuttgart: Enke, 1961.1071 S.
 - RICHTER, M.: Entstehung und Alter der Oberharzer Gänge. In: Geologische Rundschau 32 (1941) S. 93-105
 - RIETSCHEL, CHR. & B. LANGHOF: Dorfkirchen in Sachsen. Berlin: Evangelische Verlagsanstalt, 1966.160 S.
 - SCHEFLER, H.: Die hydrogeologischen Verhältnisse der Schachanlage "Einheit" bei Elbingerode (Harz). In: Zeitschrift für angewandte Geologie 11 (1965), H. 2, S.73 - 76
 - SCHIOLER, T.: Rekonstruktion einer römischen Feuerlöschpumpe im Antiquarium Communale. In: Mitteilungen des Leichtweiss-Institutes für Wasserbau der Technischen Universität Braunschweig Heft 103/1989, S.281 - 321
 - SCHMIDT, M.: Die Rasendichtung der Oberharzer Teichdämme. In: Wasserwirtschaft 76 (1986) H.6, S.257-261
 - SCHMIDT, M.: Die Oberharzer Bergbauteiche. In: DEUTSCHER VERBAND FÜR WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU e.Y. (Hrsg.): Historische Talsperren. Stuttgart: Konrad Wittwer, 1987.464 S.
 - SCHMIDT, M.: Besondere Schadensfälle an Oberharzer Bergbauteichen. In: Mitteilungen des Leichtweiss-Institutes für Wasserbau der Technischen Universität Braunschweig Heft 103/1989, S.381 - 421
 - SCHMIDT, M.: Die Wasserwirtschaft des Oberharzer Bergbaues. Schriftenreihe der Frontinius-Gesellschaft e.v. Heft 13. Bergisch Gladbach: Frontinius-Gesellschaft e.V., 1992. 379 S. (=1992a)
 - SCHMIDT, M.: Talsperren im Harz. Clausthal-Zellerfeld: Pieper, 1992.119 S. (=1992b)
 - SCHMIDT, M.: Wasserkraftwerke für den Westharzer Bergbau im 13. bis 19. Jahrhundert. In: TÖNSMANN, F. (Hrsg.): Geschichte der Wasserkraftnutzung. Kasseler Wasserbau-Mitteilungen H.7 (1996), S. 45-63
 - SCHNITTER, N.: Verzeichnis geschichtlicher Talsperren bis Ende des 17. Jahrhunderts. In: DEUTSCHER VERBAND FÜR

- WASSERWIRTSCHAFT UND KULTURBAU e.V. (Hrsg.):
Historische Talsperren. Stuttgart: Konrad Wittwer, 1987.464 S.
- SCHRÖDER, H. & H. J. FIEDLER: Beitrag zur Kenntnis der periglazialen Deckschichten des östlichen Harzes. In: Zeitschrift für Geologische Wissenschaften 5 (1977), S. 51 - 81
 - SCHRÖDER, E.: Erläuterungen zur Geologischen Karte Blatt Schwenda Nr.2527. Berlin: Preußisches Geologisches Landesamt, 1935. 53 S.
 - SCHWAB, M. & G. JACOB: Wippraer Zone - Taunus - Hunsrück. Ein struktureller Vergleich. In: Zeitschrift für Geologische Wissenschaften 24 (1996) H. 3/4, S. 305-316
 - STACKENBRANDT, W. & H. J. FRANZKE: Alpidic Reactivation of the Variscan Consolidated Lithosphere. The Activity of some Fracture Zones in Central Europe. In: Zeitschrift für Geologische Wissenschaften 17 (1989) H. 7, S. 699-712
 - STEDINGK, K. (GLA Sachsen-Anhalt) mündl. Mitteilung 1997
 - STOFFEL, D.: Schwer- und Flußspatlagerstätten des Südwestharzes. Geologisches Jahrbuch Reihe D, Heft 54. Hannover, 1983.269 S.
 - STRUTZ, R.: "... beynahe ein ganz eiserner Boden." In: Neue Wernigeröder Zeitung 15/96, S. 20
 - THIEM, W.: Neue Aspekte für die Rekonstruktion der Reliefentwicklung des Harzes. In: Hercynia N.F. 11 (1974), H. 2/3, S. 233 - 260
 - TROLL, C.: Klima und Pflanzenkleid der Erde in dreidimensionaler Sicht. In: Naturwissenschaften 48 (1961) H. 9, S. 332 - 348
 - WAGENBRETH, O. & E. WÄCHTLER: Der Freiburger Bergbau.

- Technische Denkmale und Geschichte. Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1986. 371 S.
- WAGENBRETH, O. & E. WÄCHTLER: Bergbau im Erzgebirge. Technische Denkmale und Geschichte. Leipzig: Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, 1990. 480 S.
 - WEIKINN, C.: Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitenwende bis zum Jahr 1850. Hydrographie. Teil 2: 1500 bis 1600. Berlin: Akademie-Verlag, 1960. 486 S.
 - WEIKINN, C.: Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitenwende bis zum Jahr 1850. Hydrographie. Teil 3:1600 bis 1700. Berlin: Akademie-Verlag, 1961. 586 S.
 - WEIKINN, C.: Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitenwende bis zum Jahr 1850. Hydrographie. Teil 4:1700 bis 1750. Berlin: Akademie-Verlag, 1963. 381 S.
 - WENGLER, R.: Bericht des Bergverwalters Planer über den Stand des Freiburger Bergbaus im Jahre 1570. In: Mitteilungen des Freiburger Altertumsvereins 35 (1898), S. 57 - 83
 - WIENHOLZ, R, HOFFMANNJ. & M. KURZE: Geologischer Bau und Entwicklung im Grenzbereich Osterzgebirge/Zwischengebirge von Frankenberg-Hainichen. In: Exkursionsführer zur 26. Jahrestagung der Gesellschaft für Geologische Wissenschaften der DDR. Berlin 1979. 69 S.
 - ZELAZNIEWICZ, A. & P. BANKEWICZ: Cadomian Basement of the Palaeozoic Platform in Central Europe. In: Studia geoph. et geod 39 (1995), S. 302-308

Schwefel- Vitriol- und Alaungewinnung auch in der Schweiz

Hans Krähenbühl, Davos

Fortsetzung 1

B. Alaungewinnung:

4. Alaun in der geschichtlichen Überlieferung

Erstmalig wurde Alaun in China um 2500 v. Chr. erwähnt. In Mesopotamien wurde Alaun um 2250 v. Chr. zum Gerben von Feinleder verwendet. Zudem wurde Alaun auch als Arzneimittel bei Trübungen der Hornhaut oder Pupille sowie auch bei verschiedenen Hautkrankheiten eingesetzt.. Die Römer verwendeten Alaun zum Färben und Gerben. In gebrannter Form kam es in der Medizin zum Einsatz.

Allerdings nimmt man an, dass die von verschiedenen Völkern des Altertums mit "Alaun" und "Stypteria" bezeichneten Substanzen in der Natur schon vorgebildete Mineralien waren und sich stark vom heutigen Alaun unterschieden. Der Alaun wurde zuerst im Orient hergestellt und war mit Sicherheit schon vor dem 12. Jahrh. in Europa bekannt. Im 15. Jahrh. bestanden bereits viele Alaunsiedereien unweit von Konstantinopel. Die Gewinnung von Alaun in Ägypten war um 1700 v. Chr. Monopol der Könige. Dasselbe wird auch aus dem Römischen und Ptolemäischen Reich überlie-

fert. Bis zur Gründung der ersten Alaunfabriken in Europa bestand auf diesem Gebiet eine Abhängigkeit von den Türken. Die Kunst des Alaunsiedens wurde im Kirchenstaat bei Tolfa von den Päpsten zur Bereicherung benutzt. Die Vorgehensweise der Alaunherstellung wurde vor Ausländern geheim gehalten, so dass die Zünfte und Gewerken aller Länder ihren Alaun aus dem Kirchenstaat beziehen mussten. Damit die europäischen Kaufleute den Alaun nicht bei den Türken oder in Spanien einkauften, versuchte die päpstliche Kammer durch Einsatz von kirchlichen Drohungen und Androhung des Bannes dies zu verhindern. Trotzdem entstanden überall in Europa viele Alaunwerke.

Die Europäer lernten Alaun und seine Zubereitung erst im 15. Jahrh. aus den Ländern des Vorderen Orients kennen. Durch den genuesischen Kaufmann Bartholomäus Pedir wurde das Alunitvorkommen auf der Insel Ischia entdeckt, da die Flora dieses Gebietes mit der eines Alunitvorkommens bei Konstantinopel übereinstimmte. Bereits 1464 erfolgte die Gründung eines Alaunwerkes. Zur fast gleichen Zeit (1460) entdeckte Johannes di Castro das Alaunsteinvorkommen bei Tolfa, das später das bekannteste in der Welt wurde und wo man bis in das 20. Jahrh. Alaun herstellte.

Bei Volterra bei Pisa befand sich ein drittes Alaunwerk, das Mitte des 15. Jahrh. gegründet wurde. Die erste europäische Produktionswerkstätte ausserhalb Italiens befand sich in der ersten Hälfte des 16. Jahrh. in Spanien. Bereits um die Mitte des 16. Jahrh. wurden die ersten deutschen und böhmischen Alaunwerke gegründet.

5. Die Verwendungsmöglichkeiten des Alauns und dessen chemische Zusammensetzung

Entscheidend für die bis zur Mitte des 19. Jahrh. ständig steigende Alaunproduktion in der Welt waren sowohl die vielfältigen Verwendungszwecke als auch die hervorragenden Möglichkeiten der Herstellung sehr reiner Alaunkristalle mit sehr einfachen technischen Mitteln (Walter). Dies liegt vor allem in den Löslichkeitsverhältnissen begründet. Die Löslichkeit von $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ nimmt mit sinkender Temperatur viel rascher ab als die Löslichkeit von Salzen, die als Verunreinigungen in den Rohlösungen enthalten sind. So lösen sich bei $100^\circ C$ 70.8 g Alaun in 100 g Wasser, bei $0^\circ C$ gerade noch 3.0 g.



Abb. 8 Alaunkristalle

Daher lassen sich aus heissen, verunreinigten Lösungen durch Abkühlen Alaunkristalle gewinnen, ohne dass die enthaltenen Verunreinigungen mit auskristallisieren. Durch ein- oder mehrmaliges Umkristallisieren lassen sich schöne, grosse, farblose Alaun- Oktaeder herstellen, deren besonderer Vorzug die Abwesenheit des färbenden Eisensulfates darstellt.

Die Anwendungsgebiete des Alauns wuchsen mit der zunehmenden Verfügbarkeit dieser chemischen Verbindung. Bereits Agricola und andere stellten die Verwendung in der Färberei und bei der Bereitung des Scheidewassers in den Vordergrund. Grosser Bedarf bestand beim Gerben von Leder, bei der Papierherstellung zur Stärkung des Papiers und zur besseren Haltbarkeit der Tinte, sowie in der Medizin als zusammenziehendes, narbenbildendes Mittel.

Bis zu Beginn des 18. Jahrh. bestand wenig Klarheit über die Zusammensetzung der chemischen Verbindung Alaun und dass Alaun aus Ton und Schwefelsäure gebildet wird. Verschiedene Gelehrte erkannten anfangs des 18. Jahrh. die Alaunerde als eine dem Ton nahestehende Erde. Die endgültige Trennung der Erde des Alauns von der Kalkerde vollzog A. S. Markgraf 1754. Er bemerkte, dass sie im Ton mit Kieselerde verbunden und mit Schwefelsäure aus diesem gezogen werden kann. Man kam zum Schluss, dass in der Alaunerde das Oxyd eines Metalles vorliegt, dessen Verwandtschaft zum Sauerstoff so gross ist, dass "sie nicht von Kohle überwunden

werden kann" (Lavoisier), Lavoisier erkannte, dass die Basis von Alaun keine einfache sei, sondern dass darin Tonerde und fixes Alkali als wesentliche Bestandteile vorliegen. Spätere quantitative Untersuchungen bestätigten die Auffassung von Lavoisier, dass die Austauschbarkeit von Kaliumsulfat im Alaun durch Ammoniumsulfat stattfindet. Damit war die Herstellung von Alaun aus Alaunschiefer und die praktizierte Zugabe von Urin (Ammoniumionen) oder Pottasche (Kaliumionen) "zur Absättigung überschüssiger Säure, die die Alaunkristallisation hemmt", wissenschaftlich geklärt. Bis zu dieser Zeit war die Zusammensetzung des Alauns unbekannt und wurde durch Alchemisten und durch Empirie beherrschte Praxis auf der Ebene der Spekulation bestimmt.

Mit der Erhöhung des Kenntnisstandes über den Alaun wurden im 18. Jahrh. weitere Anwendungsmöglichkeiten erkannt:

- als Feuerschutzmittel
- als Grundstoff für weitere Chemikalien (Glaubersalz, Salmiak, Berliner Blau)
- für die Kerzenherstellung, als Zusatz zum Talg, um die Härte der Lichter zu erhöhen - als Fäulnisschutzmittel
- zum kalten Versilbern
- zur Abscheidung der Butter aus der Milch
- als Leimzusatz
- zur Verfestigung des Pyrophors
- als Zusatz zu Malerfarben (Camin, Florentiner Lack).

Mit der Erkenntnis der Zusammensetzung des Alauns trat anfangs des 19. Jahrh., neben den traditionellen Rohstoffen Alaunstein, Alaunschiefer und Alaunerde, auch Ton in den Mittelpunkt des Interesses. Die benötigte Schwefelsäure konnte seit dieser Zeit in grösseren Mengen und relativ preiswert hergestellt werden (Walter).

Die Bedeutung des Kalium- Aluminium- Sulfates nahm in der zweiten Hälfte des 19. Jahrh. immer mehr ab, seit die Möglichkeit bestand, reines Aluminiumsulfat im technischen Massstab herzustellen. Aluminiumsulfat hat heute den Kalialaun aus nahezu allen seinen Anwendungsbereichen verdrängt. Alaun findet nur noch in geringem Umfang technische Verwendung, z. B. in der Weissgerberei zur Gerbung von Fellen, als Beize in den Färbereien, als Koagulierungsmittel von Latex. Seine gefässzusammenzie-

hende und eiweissfällende Wirkung wird in der pharmazeutisch- kosmetischen Industrie eingesetzt. Das heute bedeutendste Anwendungsgebiet liegt in der Gipsindustrie, die Kalialaun als Härtemittel und Abbindebeschleuniger verwendet. Die heutigen grosstechnischen Verfahren zur Alaunproduktion gehen meist von reinem Aluminiumhydroxyd aus, das bei der Alaungewinnung als Zwischenprodukt anfällt.

Bereits vor dem Mittelalter wurde Alaun durch Eindampfen alauhaltiger Quellwässer oder durch Umkristallisation natürlich vorkommender Alaune gewonnen. Solche relativ selten vorkommende Minerale sind Mendozit, Kalinit und Tschernigit. Das im Mittelalter wichtigste Alaunmineral war der Alaunstein (Alunit) der chemischen Zusammensetzung $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 4 Al(OH)_3$. Dieses Mineral enthält bereits Kalium-, Aluminium- und Sulfationen, die bei der Verarbeitung zusammentreffen. In Deutschland gab es keine Vorkommen von Alaunstein. Als Ausgangsstoffe dienten Minerale, deren Aluminiumkomponente in Form von Silikaten (meist Tonen) vorlagen. Es sind dies Alaunschiefer (auch Vitriolschiefer genannt), grauschwarze Tongesteine mit beträchtlichem Gehalt an organischen Stoffen (Bitumen oder Kohle) sowie an Schwefelkies (FeS) in Form feiner Kriställchen oder grösseren Knöllchen, Alaunerde (auch Alaunton genannt), verwitterte Alaunschiefer von erdiger Beschaffenheit, dunkelblauer Farbe und besonders hohem Gehalt an kohlehaltigen Bestandteilen. Geringe Bedeutung für die Alaunherstellung in dieser Zeit hatten die Asche von Steinkohle, Feldspat, Leucit und Kryolith.

6. Die verschiedenen Verfahren zur Herstellung von Alaun

a) die Herstellung von Alaun aus Alaunstein

Die Abbildung 9 stellt das technologische Fließschema der mittelalterlichen Alaunherstellung aus Alaunstein dar.

Alaunstein in Oefen rösten - erkaltete Steine auf Haufen stapeln - Haufen mit Wasser übergossen - sechs Wochen liegen lassen - Kessel oder Pfannen aus Kupfer mit den gebrannten Steinen und Wasser füllen - Masse unter ständigem Umrühren kochen - von herausgenommenen Steinen ablaufendes Wasser zurücklaufen lassen und ständig neues Röstgut nachfüllen - Holzrinnen von Kessel zu

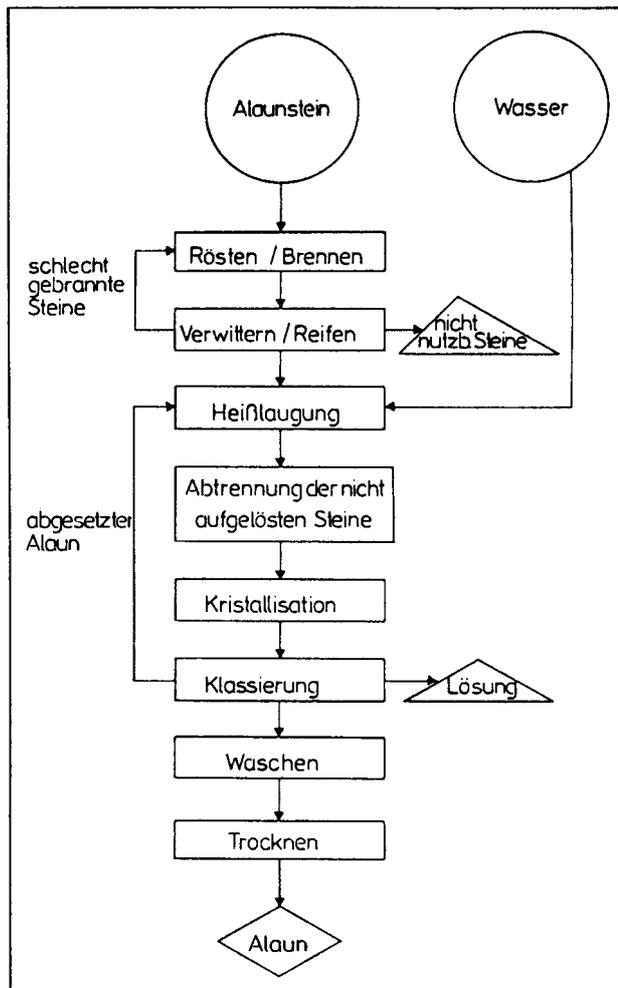


Abb. 9 Verfahrensschema der Alaungewinnung aus Alaunstein (Mittelalter - 19. Jahrhundert)

viereckigen Bottichen legen und Wasser in Rinne schöpfen - in Bottichen bis 15 Tage auskristallisieren lassen - Wasser aus Bottichen ablassen, Alaun noch einmal mit Steinen sieden - Alaun in Körbe füllen, waschen und trocknen.

Auch Agricola beschrieb den gesamten Prozess in seinen 12 Büchern, "De re metallica".

b) Herstellung von Alaun aus Alaunschiefer und Alaunerde

Die für Deutschland bedeutenden Alaunrohstoffe und Alaunerde, wurden vom 16. bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts bergmännisch gewonnen. Im Unterschied zum Alaunstein hatten diese Rohstoffe keinen nutzbaren Gehalt an Sulfaten und an Kalium. Sulfat bildet sich im Laufe der Weiterverarbeitung aus dem im Rohstoff enthaltenen Schwefelkies, die Alkalikomponente wurde als Urin (Ammonium), Pottasche



Abb. 10 Waschen von Alaunkristallen

oder Seifensiederlauge (Kalium) zugesetzt. Erstaunlich ist, dass man diese Verfahrensschritte im 16. Jahrhundert ohne jede Kenntnisse der chemischen Vorgänge, allein durch Erfahrung fand. Die erste wissenschaftliche Beschreibung stammt von Alexander von Humboldt. Die chemische Umwandlung des

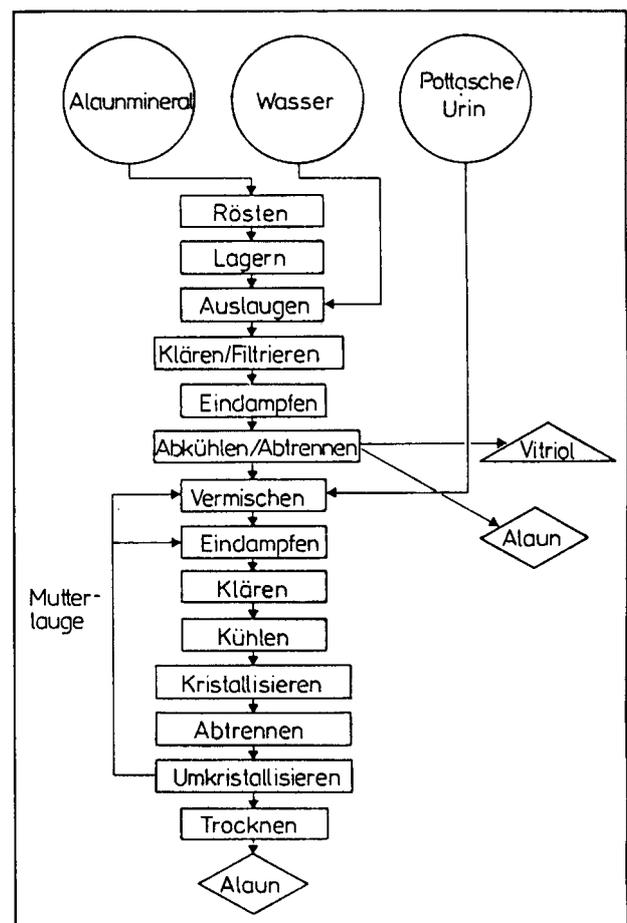


Abb. 11 Verfahrensschema der Alaungewinnung aus Alaunschiefer (16. - 18. Jahrhundert)



Abb. 12 Arbeitsgänge bei der Alaungewinnung nach Agricola

Schwefelkies zu Sulfat fängt bereits bei der Verwitterung unter Zutritt von Wasser und Laufsauerstoff an: $2\text{FeS}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 7\text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$. Die dabei gebildete freie Schwefelsäure wirkt sofort auf die Tonminerale ein und löst Aluminiumionen aus dem Aluminiumsilikatgitter heraus. Agricola beschreibt erstmals die Alaunherstellung aus Alaunschiefer und Alaunerde. Zunächst wurden die bergmännisch gewonnenen Minerale nach dem Brennprozess einige Monate der Luft ausgesetzt. Das Auswaschen mit Wasser und der Zusatz von Urin erfolgte dann im grösseren Behälter. (A) Wenn das Wasser die Werkstoffe herausgelöst hatte, wurde die Lösung in einen grossen runden Trog (E) abgelassen. Aus diesem Klärbehälter wurde die Lösung mittels kleinen Röhren in viereckige Bleipfannen (G) abgelassen, das Wasser weitgehend verdampft und die "erdigen"

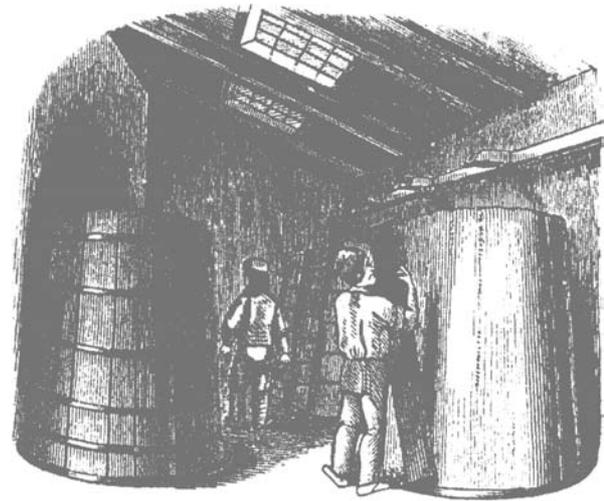


Abb. 13 Waschfässer zum Kristallisieren von Alaunlösungen

Anteile abgetrennt. Die Abfüllung der überstehenden Lauge erfolgte in hölzerne Gefässe, die zum Abkühlen in die Erde eingegraben waren. (H) In Bottichen mit senkrecht und waagrecht angebrachten hölzernen Stäben zum Anwachsen des Alauns, erfolgte die Kristallisation des Endproduktes. (J) Dieses wurde anschliessend gewaschen und in einem warmen Raum getrocknet. Beim Anlegen von Alaunsiedereien bemühte man sich, natürliche Gegebenheiten weitgehend auszunutzen. Am höchsten Punkt eines Werkes befand sich der Wasserreservoirbehälter. Etwas tiefer lagen die Auslaugekästen. Diese waren untereinander versetzt, so dass die dünnere Lauge aus den ersten Kästen noch einmal über Alaunmineralien lief. Weiter unten an den Berghängen wurden öfters neben oder auch oberhalb der Sudhütte die Klärbehälter bzw. Absetzbecken für Eisenoxidschlamm gebaut. In der Sudhütte schöpfte man Mutterlauge in hölzerne Röhren, aus denen sie in Klärbottiche und von dort in Mehl- oder Schüttelkästen ablief. Letztere lagen am tiefsten Punkt der Alaunfabrik, so dass Wasser bzw. die Lösung nie bergauf transportiert werden mussten. Bei mehrmaligem Kochen oder Sieden befanden sich die Kristallisationsbehälter auf gleicher Höhe wie die Sudhütte. (Walter) Ausbeuteabschätzungen bei der Herstellung von Alaun aus Alaunschiefer ergaben, dass aus 50 - 200 Zentnern Alaunschiefer etwa ein Zentner Alaun gewonnen werden konnte, dies entspricht einer Ausbeute von 0.5 - 2 %.

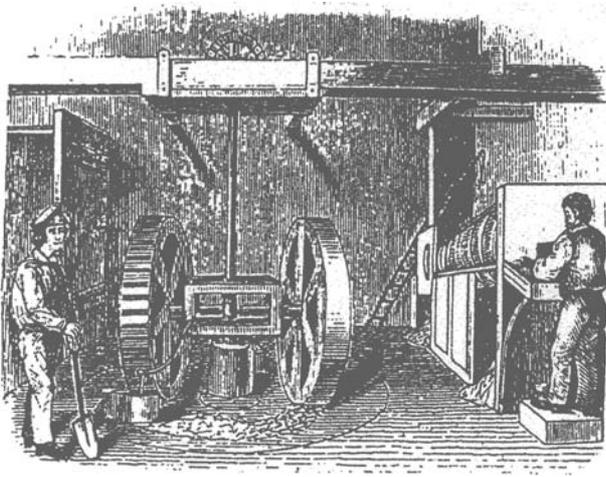


Abb. 14 Zerkleinern des Alauns

c) Herstellung von Alaun aus weiteren Rohstoffen

Ende des 18. Jahrhunderts wurde erstmals Ton als Ausgangsstoffe zur Alaunherstellung vorgeschlagen. Der Ton, chemisch ein Aluminiumsilikat, musste hierbei mit Schwefelsäure ausgelaugt werden. (siehe Abb. 15). Bauxit ist seit der Mitte des 19. Jahrhunderts der wichtigste Ausgangsstoff für Alaunherstellung. Die Verwendung von Bauxit, eine oxidische Aluminiumverbindung, verbilligte wesentlich die Alaunproduktion. Der silicatarme Rohstoff brauchte vor der Laugung nicht calciniert werden. Nach Verbesserung des Bleikammerverfahrens stand Schwefelsäure in genügender Menge und preiswert zur Verfügung.

(Fortsetzung folgt)

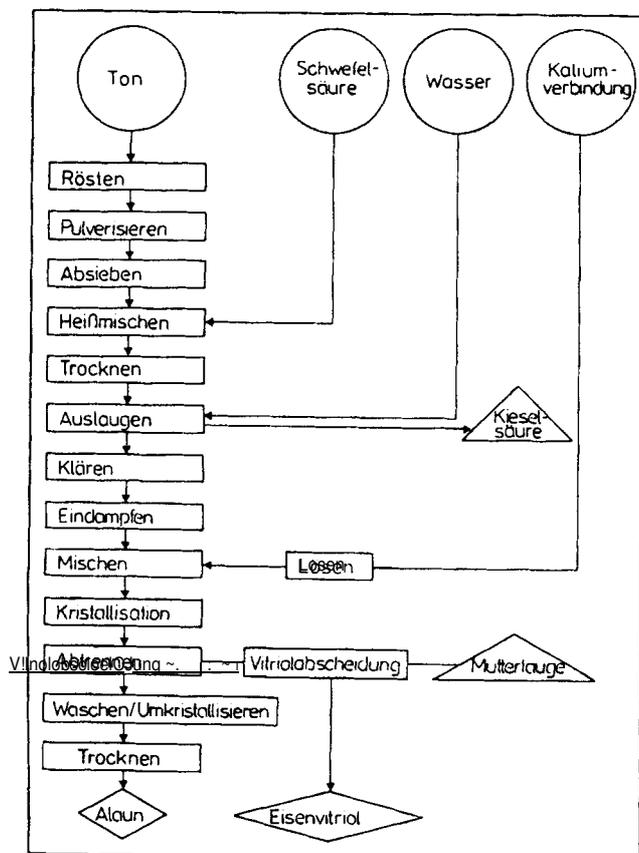


Abb. 15 Verfahrensschema der Alaungewinnung aus Ton (19. Jahrhundert)

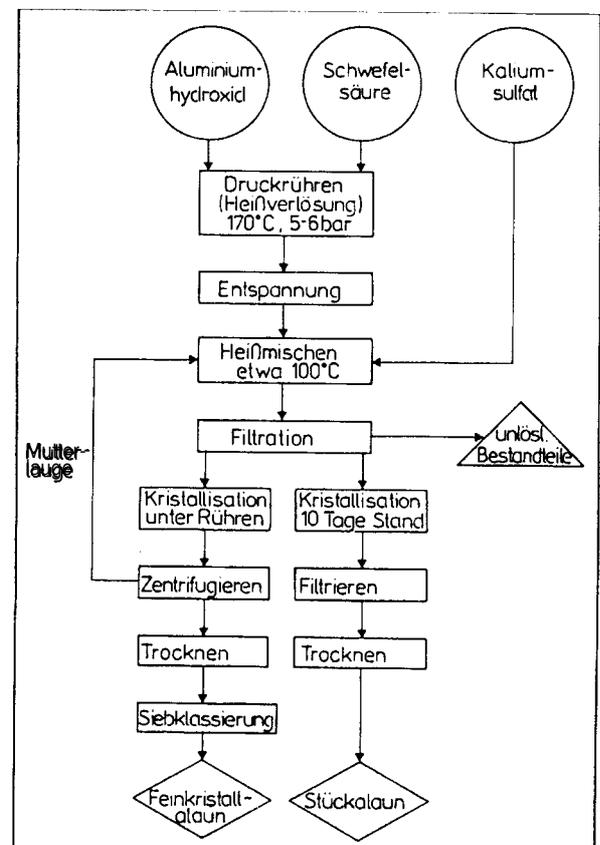


Abb. 16 Verfahrensschema der Alaungewinnung aus Bauxit (um 1900)

Die Bedeutung des Waldes für die Verhüttung von Erzen

Hans Krähenbühl, Davos



Abb. 1 Bevölkerungszuwachs und Industrialisierung im 19. Jahrhundert führten zu einer starken Steigerung des Holzbedarfs und entsprechender Nutzung der Wälder. Im Bild die Darstellung von Holzflössern um 1870.

Bergbaurechte wurden im Mittelalter immer mit "Holz und Wasser" verliehen, d. h. die Schlagrechte für Bau- und Kohleholz und die Wasserrechte für den Antrieb der Wasserräder waren Teil des Abbaubeziehungsweise Schmelzrechtes. Weil das Holzrecht allgemein galt, wurde es in den Bergordnungen geregelt.

Etwa im 11. Jahrhundert entwickelte sich der Begriff des Bergregals. Die "Regalia" waren dem Kaiser und den Königen vorbehalten, die sie verleihen, belehnen und veräussern konnten. Die zunehmenden Belehnungen und willkürlichen Regalanmassungen der Landesherren führten zur "Goldenen Bulle" von

1356, der Übergabe des Bergregals an die Kurfürsten, die dem Kaiser durch das Zölibat nicht gefährlich werden konnten. 1648 erhielten es auch die übrigen Landesherren. Der Bischof von Chur erhielt das Bergregal vom Kaiser schon 1349, sieben Jahre vor der "Goldenen Bulle".

Das Holz des Waldes war damals bei der Metallproduktion unersetzlich. Die Erze bekamen erst ihren Wert, wenn sie mit Hilfe von Holzkohle zu Metall verarbeitet worden waren. Ursprünglich wurde soviel Holz geschlagen, wie man für den Betrieb der Hüttenwerke brauchte. Mit der wachsenden Zerstörung der Wälder durch Raubbau trat eine Umkehr

Von garyansischen finnenhändlern sind
 zwei gleichlautende Kaufbriefungen gemacht
 die palben von den Kontrahenten mit Sigill
 2: Notariffisch bekräftigt in jedem Teil
 ein Coemplex von gleicher Kraft und Gültigkeit
 wird zugeführt worden.

Chur 12 Oktober 1846. E. Albertini Notar des Kantons Graubünden

von Bellaluna.
 Joseph Ant. Schiliger, Notar des
 Kantons Graubünden.

Abb. 2 Ausschnitt aus dem
 Kaufbrief eines Waldes in der
 Umgebung von Tiefenkaasel
 für das Schmelzwerk Bellaluna

ein in der Produktionskapazität. Aus den Erzen konnte
 nur noch soviel Metall gewonnen werden, wie Holz
 aufzutreiben war. Darum wurden auch die
 Hüttenwerke bei Holzmangel in der Umgebung nach
 waldreichen Gegenden verlegt. Dies geschah auch im
 Schmelzboden bei Davos, wo die "Bergbaugesellschaft
 Schmelzboden- Hoffnungsau" anfangs des 19. Jahrh.,
 als der Wald ringsum geschlagen war, die
 Schmelzanlage nach Klosters verlegte. Das Erz vom
 Silberberg musste mühsam dorthin transportiert
 werden. Später geschah das Gleiche nochmals, als die
 Schmelzöfen nach Bellaluna im holzreichen Albulatal
 verlegt werden mussten. Die Zinkblende wurde auf
 steilem Weg über Jenisberg und Filisur auf dem
 Rücken der Arbeiter nach Bellaluna zum Zinkofen
 getragen. Vielfach wurde das Holz auch geflösst, was
 in den Wildbächen des Gebirges nicht ungefährlich
 war.

Man erkannte bereits schon im 19. Jahrh. in
 Graubünden das Waldsterben, hervorgerufen durch
 den übermässigen Holzschlag sowie durch die
 schädlichen Dämpfe der Schmelzanlagen. Es häuften
 sich schwere Schäden durch Lawenniedergänge und
 Erosionen. Vor allem die entwaldeten Gebiete waren
 betroffen. Von den kahlgeschlagenen Hängen
 abgeschwemmtes Erdreich und Gesteinsmaterial ver-
 schüttete grosse Flächen fruchtbaren Landes sowie

auch Verkehrswege. Bannwaldgebiete wurden dage-
 gen weitgehend verschont.

1876, nach dem Niedergang des Bergbaues, wurde das
 Bundesgesetz über die Forstpolizei im Gebirge in Kraft
 gesetzt. Es regelt die Anlage und Sicherung von
 Schutzwäldern. Unter Aufsicht von Forstinspektoren
 wurden Rutschhänge durch Aufforstungen befestigt
 und man zähmte zahlreiche Wildbäche. 1898 konnte
 dann der Schutz der Wälder auf die ganze Schweiz
 ausgedehnt werden.

Nach dem Freikauf der acht Gerichte von Österreich,
 verfügten die Gemeinden selber über ihren Wald. Wer
 in Filisur, Bergün oder im Oberhalbstein Bergbau
 betrieb, konnte nun für eine mässige Summe den
 nötigen Wald von den Gemeinden erwerben, falls
 dieser nicht schon in den Abbaurechten enthalten war.
 In einem Vertrag, der uns von unserem Mitglied a.
 Landammann Hans Laely übergeben und lesbar ge-
 macht wurde, ist ein Wald in der Umgebung von
 Tiefenkaasel, welcher von J. C. Dautwitz (Dauwitz)
 gekauft worden war, den Eigentümern vom
 Schmelzwerk Bellaluna, laut Kaufbrief, zur freien
 Verfügung gestellt worden. Die Schmelzhütte Bella-
 luna wurde zu dieser Zeit von Direktor E. Albertini
 betrieben (Abb.2).

1826 erscheint Bergwerksverwalter Joh. Hitz vom Sil-

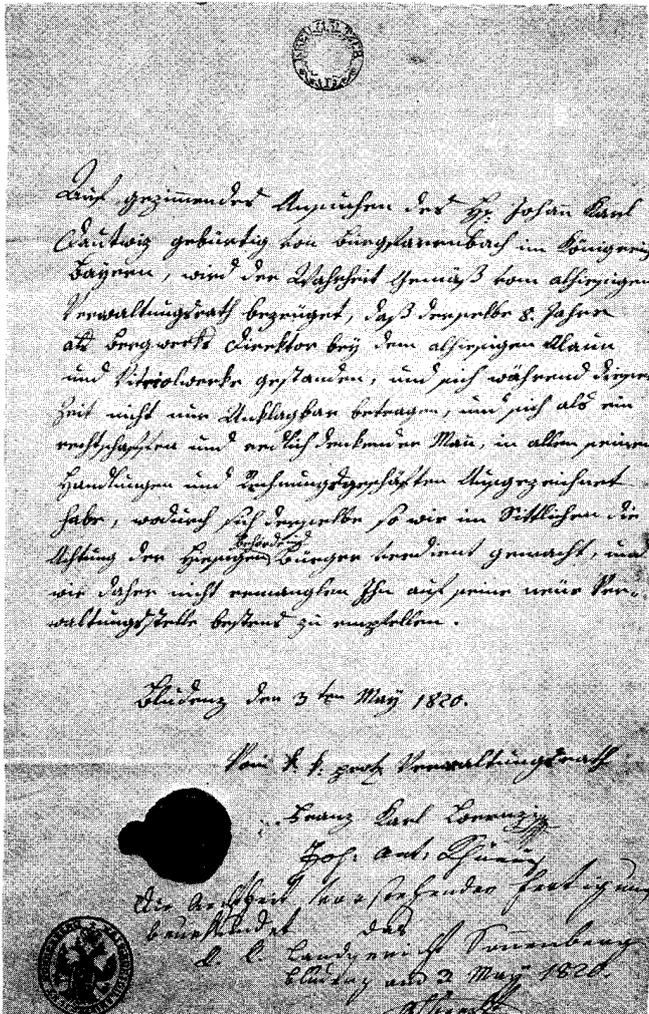


Abb. 3 Mit J. C. Dautwitz übernahm 1819 ein erfahrener Bergmann das Vitriolwerk auf Cruschetta im Val d'Err. Beglaubigte Urkunde seiner früheren Tätigkeit als Bergwerksdirektor der Bludenzener Alaun- und Vitriolwerke, die er während 8 Jahren leitete. (Aus Brun, Geschichte des Bergbaus im Oberhalbstein)

berberg Davos, wahrscheinlich als Strohmänn der Gewerken Oberslt. Rageth Abys von Chur, dem wir schon im Bündner Oberland begegnet sind, und Bundespräsident Christof Albertini, in Bellaluna. Interessant ist in diesem Zusammenhang ein Vertragspassus, in dem bereits 1825 Waldverkäufe mit dem damaligen Direktor J. C. Dautwitz des "Vitriol-, Alaun- und Kupferbergwerkes Tinzen" erwähnt werden. Nachfolgend der Vertrag zwischen der Gemeinde Tiefenkastel und den Eigentümern von Bellaluna:

Convention

Zwischen der Ehrs. Gemeinde Tiefenkastel und den Herren Eigenthümern von Bellaluna.

Da der zwischen der Ehrs. Gemeinde Tiefenkastel und den ehrs. Nachbarschaften Alvaneu Bad und Tschessalunga wegen dem Walde in Tiefenkastner Alp Uziuras abgewaldete Bestand durch ein gütliches Einverständnis vom 8. Oktober 1846 gegeben (gegeben?) worden ist und sich die Gemeinde Tiefenkastel nunmehr im Fall befindet, den am 24. Novbr. 1825 an J. C. Dautwitz gemachten Waldverkauf nach Inhalt des den 18. Decbr. 1839 mit den Eigenthümern von Bellaluna als Innhabern abgemeldeten Kaufes getroffenen Einverständnisses zu wahren, so hat sich hierüber näher einverstanden wie hier nachfolgt:

- 1.) Der ganze seiner Zeit wie obenbemeldet an J. C. Dautwitz verkaufte Wald, mit Ausnahme desjenigen Theils, welcher den Höfen Alvaneuer Bad und Tschessa-Iunga durch das oben angeführte gütliche Einverständnis eigenthümlich abgetreten worden ist, wird den Eigenthümern von Bellaluna laut Kaufbrief vom 24 Novbr. 1825 zur freien Verfügung gestellt.
- 2.) Die Schlagzeit des unbestrittenen Waldtheiles von Luvinalarg westwärts bleibt nach dem Kaufbrief unverändert und dauert also bis 24. Novbr. 1855, die des übrigen bestritten gewesenen Waldes hingegen wird auf 20. Jahre von jetzt an festgesetzt und erstreckt sich also bis inclusive 1866.
- 3.) Die Eigenthümer sind innert diesen Zeiträumen berechtigt den Wald nach Inhalt des Kaufbriefes ungehindert zu benützen und namentlich wird die Ehrs. Gemeinde Tiefenkastel denselben bei der Verführung des ihnen zuständigen Holzes sey es zu Land oder zu Wasser keinerlei Schwierigkeiten in den Weg legen, jedoch haben sich diesshalb beide Theile an die Flössordnung zu halten.
- 4.) Hingegen verpflichten sich die Eigenthümer von Bellaluna der besagten Gemeinde Tiefenkastel Gulden zweitausend Bündnerwährung, und zwar die Hälfte am nächsten Churer St. Andreasmarkt u. die andere Hälfte am nächsten Churer Maimarkt samt Zinss „4% seit 1. Novbr. D. J. zu bezahlen.
- 5.) Durch obiges Einverständnis sind die zwischen den Herren Eigenthümern von Bellaluna u. der Ehrs. Gemeinde Tiefenkastel obschwebenden Anstände

bezüglich des zwischen Letzterer u. Hr. Dautwitz unterm 24. Novbr. 1825 abgeschlossenen Kaufvertrags und bezüglich der unterm 18. Decbr. 1839 zwischen den H. Eigenthümern von Bellaluna u. der Gemeinde Tiefenkaſtel errichteten Convention des Gänzlich beseitiget u. diesen beiden Verträgen ab Seiten der Gemeinde Tiefenkaſtel ein Genüge geleistet.

6.) Von gegenwärtigem Einverständnis sind zwei gleichlautende Ausfertigungen gemacht, dieselben von den Kontrahenten mit Sigill u. Unterschrift be-

kräftiget u. jedem Theil ein Exemplar von gleicher Kraft und Gültigkeit zugestellt worden.

Chur 12. Oktober 1846

sig.: E. Albertini Namens des Eigenthümer von Bellaluna

sig.: Joseph Ant. Philipp. Namens der Gemeinde Tiefenkaſten.

(Fortsetzung folgt)

Ein erstaunliches Ingenieurkunstwerk der Antike auf Samos, Griechenland

Hans Krähenbühl, Davos



Abb. 1a Situation der Ägäis mit der Insel Samos und dem Eupalinos-Tunnel

Einleitung

Polykrates, der Tyrann von Samos, liess einen Tunnel durch einen Berg treiben, um die antike Stadt Samos mit frischem Quellwasser zu versorgen. Der 1036 m lange Tunnel wurde durch den Baumeister Eupalinos erstellt, ein genialer Ingenieur des 6. Jahrh. v. Chr. und war schon in der Antike in Griechenland ein berühmtes Bauwerk.

Ein Besuch dieser einzigartigen Anlage wirft die Frage auf, wie es mit den damaligen technischen Hilfsmitteln möglich war, einen solchen Stollenbau zu

planen, vorzutreiben und zu Ende zu führen. Herodot zählt das Bauwerk des Eupalinos, der unter Hypokrates gegen Ende des 6. Jahrh. v. Chr. Baumeister war, zu den rühmenswertesten Bauwerken der Zeit und schreibt: "Ich habe so ausführlich über Samos berichtet, weil die Samier die gewaltigsten Bauwerke geschaffen haben, die sich in ganz Hellas befinden. Erstens haben sie durch einen einhundert Klafter hohen Berg einen Tunnel gebohrt, der am Fusse des Berges beginnt und nach beiden Seiten Mündungen hat. Dieser Tunnel ist sieben Stadien



Abb. 1 b Die Insel Samos heute, Pythagoraion

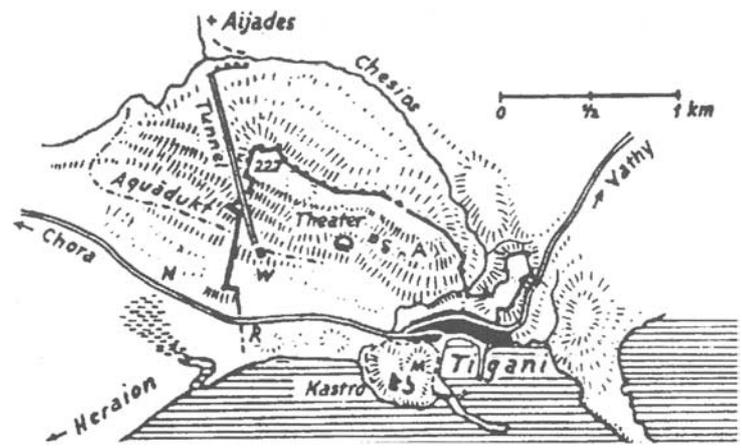


Abb. 2 Stadt Samos in der Antike mit Eupalinos-Tunnel (W Eingang zum Tunnel)

lang und acht Fuss hoch und breit. Unter diesem Tunnel ist seiner ganzen Länge nach ein zweiter, zwanzig Ellen tiefer und drei Fuss breiter Tunnel gegraben. Durch diesen letzteren wird aus einer grossen Quelle das Wasser in Röhren in die Stadt geleitet. Diese Wasserleitungsanlage wurde gebaut von Eupalinos, Naustrophos' Sohn aus Megara".

Geschichte und Kultur der Insel Samos

Samos, vor zweieinhalb Jahrtausenden Kulturzentrum der ionischen Griechen, ist seit dem Ende des kleinasiatischen Griechentums Vorposten der griechischsprechenden Ägäischen Inselwelt. Das Jahrhundert des Polykrates, das sechste vorchristliche, ist die Glanzzeit der Insel. Es ist die Epoche der kühnen Seefahrer, genialen Bildhauer, Kunsthandwerker, Ar-

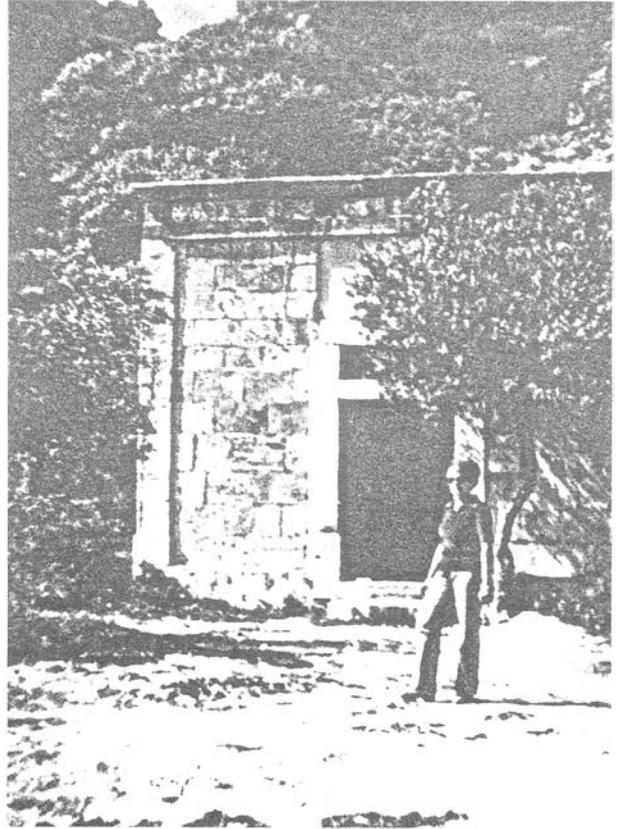


Abb. 3a Eingang Eupalinos-Tunnel im Süden

chitekten und Ingenieure. Zudem ist es auch das Jahrhundert des grössten Sohnes der Insel, des mathematischen Denkers und Philosophen Pythagoras, der als Emigrant in Grossgriechenland, dem fernen Westen der griechischen Welt, die Lebensgemeinschaft des pythagoräischen Bundes begründete. Li-



Abb. 3b Pythagoras



Abb. 4a Perikles. Antike Kopie nach einem Original des Kresilas, um 440- 430 u. Chr., British Museum

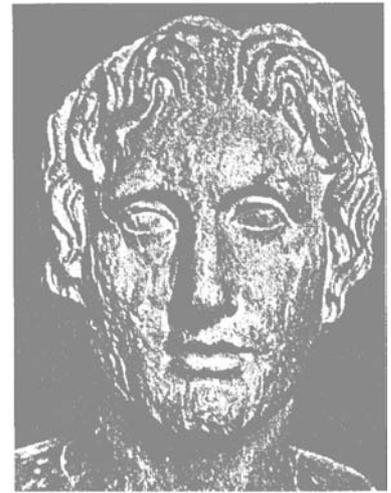


Abb. 4b Alexander der Grosse



Abb. 5 Kopernikus' Werk löste nach einem Jahrhunderte langen Stillstand in der Astronomie eine Entwicklung aus, deren Ende noch nicht absehbar ist.



Abb. 6 Die Kopernikanische Wende - Befreiung vom aristotelischen Geist und rationale Erweiterung der Wissenschaften nach dem Stillstand im Mittelalter

terarisch lebt das antike Samos in zwei bekannten Sprachkunstwerken, in Herodots anekdotisch farbigem Bericht, aber noch mehr in Schillers zitatreicher Ballade vom "Ring des Polykrates".

Perikles und Athens imperialistische Politik haben der samitischen Hochblüte ein Ende gesetzt. Athen war es auch, das im 4. Jahrh. die Samier in ein vierzigjähriges Exil trieb und das Inselland unter attische

Kolonisten aufteilte (Kleruchen). So kam es, dass Epikur, der Begründer der nach ihm benannten Philosophenschule, als Sohn eines attischen Siedlers auf Samos geboren wurde.

Alexander der Grosse ordnete kurz vor seinem Tod die Rückkehr der vertriebenen Samier an.

Bekannt wurde Samos auch im 3. Jahrh. durch den Mathematiker und Astronomen Aristarchos, eines bedeutenden Gelehrten, der als ein Kopernikus der Antike zuerst die Hypothese von einem heliozentrischen Weltsystem vertrat. Damals wurde Samos von den Ptolemäern regiert (281 - 201 v. Chr.) und in Alexandria, der glanzvollen Metropole hellenistischer Wissenschaft, hat Aristarchos gewirkt und gelehrt.

Im byzantinischen Mittelalter gelangte Samos noch einmal zu einer gewissen Bedeutung als Sitz eines Militärbezirkes mit einer Flottenbasis zur Abwehr der im ägäischen Raum operierenden arabischen Geschwader. Nach dem Zusammenbruch des Byzantinischen Reiches im vierten Kreuzzug wurde die Insel Objekt von fränkischen Potentaten. Zuletzt gehörte die Insel dem genuesischen Geschlecht der Giustiniani.

Im Jahre 1476 fiel Samos in die Hände des Sultans Mehmet II. Fatih, des Eroberers Konstantinopels, um für 437 Jahre Teil des osmanischen Reiches zu bleiben.

(Fortsetzung folgt)

Vom Vermessungswesen im 16. Jahrhundert

Die Faksimile- Ausgabe von Johann Conrad Ulmers Geodaisia

Mit dem Untertitel: Von gewisser und bewährter Feldmessung ein gründlicher Bericht

H. P. Schenk



Wie dem Titel zu entnehmen ist, handelt es sich um eine Anleitung zur Vermessungsarbeit eines Feldmessers der damaligen Zeit.

Gemäss der Einleitung ist dieses Werk das zweitälteste in der deutschsprachigen Schweiz. Das Original ist im Jahre 1580 in Strassburg erschienen (1).

Es werden Verfahren zur Berechnung rechteckiger, dreieckiger und runder Flächen detailliert erörtert (Abb. 1, Faksimile).

Durch dieses Werk angeregt, suchte ich in weiteren Quellen nach Informationen zum Vermessungswesen zu Beginn der Buchdruckerkunst:

Im Werk von Agricola (de re metallica libri XII) sind im 3. und 5. Buch Winkelmessgeräte bezüglich Machart und Gebrauch genau beschrieben. Das Ver-

Abb. 1 Geodaisia, das ist: von gewisser vñ bewährter Feldmessung / eyn gründlicher bericht. wie nämlich beyde / aller Felder grösse zu messen und abzurechnen... Von Johann Conrad Ulmer / Prediger zu Schaffhausen (Faksimile)

Kriegsbuch

erster Theil.

Von Kayserlichen Kriegsrechnen, Meßbüch
und Schulbüchlein, Ordnung und
Regiment etc.

Alles mit schönen Figuren gezieret und an
Tag geben, Durch
Leonhardt Fronsperger.

Gebracht zu Frankfurt, zu verlagung
Sigmund Feysers.

MDLXV.

Abb. 2 Kriegsbuch erster Theil. Von Leonhardt Fronsperger

messungswesen war damals stark geprägt durch Astronomie, Militärwesen und Kartographie. Im Kriegsbuch (2) von Fronsperger (1565- 1596) zum Beispiel sind verschiedene Winckelhacken

(Winckelhacken) samt Beschreibung abgebildet (Abb. 2). Den indirekten Distanzmessverfahren ist ein wesentlicher Teil des Buches gewidmet. Abb. 3 zeigt die Bestimmung der Distanz AB mit Hilfe des Höhensatzes. Gemäss diesem ist das Quadrat der Höhe (AC) in einem rechtwinkligen Dreieck gleich dem Produkt aus den beiden Hypothenusenabschnitten AB und AE' (wobei E' der Einstichpunkt der Verlängerung CE auf dem Boden ist) Damit wird die gesuchte und nicht direkt messbare Distanz $AB = (AC)^2 / AE'$. Der rechte Winkel wird mit dem Winckelhacken aufgespannt. Abb. 4 stellt einen Winckelhacken dar, wie er bei Böllern und Büchsen zur Ermittlung der Schussdistanz verwendet wurde (a), Ein weiteres indirektes Verfahren zur Distanzbestimmung ohne Messkette stammt aus 'Quadratum geometricum' aus dem Jahr 1569 von Christoph Schissler dem Älteren aus Augsburg (3). Diese Methode benützt die Ähnlichkeit von rechtwinkligen Dreiecken. In der Abb. 5 sind die Dreiecke ADE und CEF einander ähnlich. Somit gilt $CF:CE \sim AD:DE$ und die unbekannte Distanz $CF = AD \times CE / DE$. Die Genauigkeit dieser geometrischen Methoden war beschränkt, wurden doch sehr kleine Strecken gemessen und grosse daraus bestimmt. Für die Ähnlichkeitsmethode und die Masse $AD=100$ cm und einem Ablesefehler von 1 mm auf der Strecke $CE+DE = 150$ cm beträgt der Fehler bei $CF=30$ m etwa $\pm 2\%$ und $\pm 10\%$ bei 160 m

Von der bereitung eines andern gebrauchlichen Instru-
ments/von einem gemeinen Stab/ damit die Linien für ge-
nommener weite vnd höhe zu messen.



Abb. 3 Höhensatz zur Bestimmung der Länge des Hypothenusenabschnittes AB. Der rechte Winkel wird mit dem Winckelhacken gebildet (siehe Text)

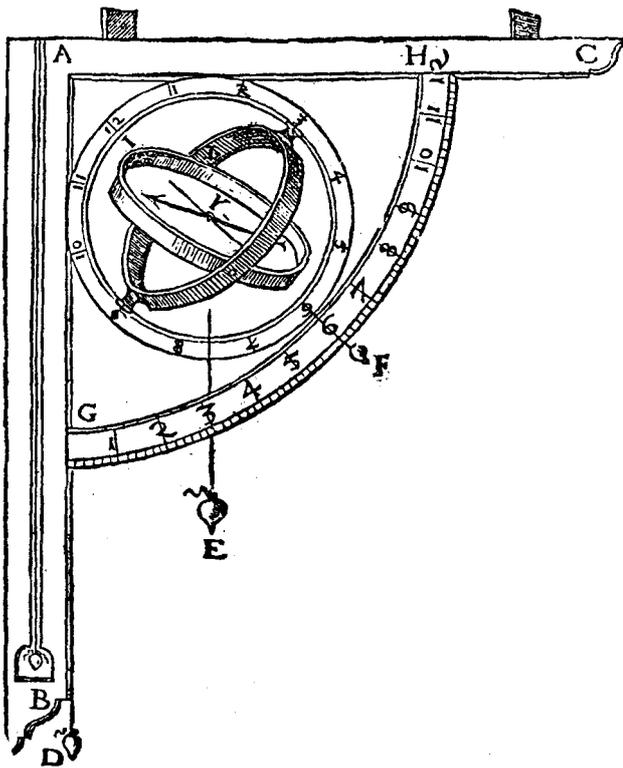


Abb. 4 Winckelhacken mit Kompass um bei Tag und Nacht schiessen zu können

Für $DE = 1 \text{ mm}$ ($CE = 1499 \text{ mm}$), der Grenze der Ablesegenauigkeit, ist $CF = 1499 \text{ m}$ und $DE = 2 \text{ mm}$ entspricht $CE = 749 \text{ m}$.

Das Buch "Die Schweiz auf alten Karten" (4), von Prof. Dr. Leo Weisz, handelt die Messkunst zur Kartenherstellung ab. Auch hier ist der Einfluss der Kriegskunst ersichtlich. Neben den berühmten Namen wie Jost Bürgi, dem Erfinder der Logarithmen

(unabhängig und zeitgleich mit John Napier) und Leonhard Zubler taucht auch der Davoser Johann Ardüser (1584- 1665) auf (Abb. 6). Ardüser hatte unter anderem einen Namen als Festungsbauer, arbeitete er doch zeitweilig für Herzog Rohan in Graubünden. 1620 wurde er Stadtingenieur von Zürich und war massgeblich an der Entwicklung des Vermessungswesens beteiligt. Seine Kenntnisse stellte er im Buch "Geometrica theoretica et practica" zusammen (Abb. 7).

Auch im Bergbau der damaligen Zeit - siehe Agricola, de re metallica - war die Vermessungskunst teilweise auf einem hohen Stand. Es bleibt aber wohl Spekulation, mit welchen Mitteln beispielsweise Bergrichter Christian Gadmer (1588- 1618) seiner Vermessungstätigkeit nachgekommen ist. Es wäre interessant der Frage nachzugehen, ob der Davoser Bergrichter Ardüser (um 1644) (5), dank eventueller verwandtschaftlicher Beziehungen zum Zürcher Stadtingenieur, über die damals modernsten Methoden verfügt hatte.

(a) "Kurtzer bericht / folgendts Compassz / Winkelhackens und Instruments.

Erstliehen ist die Rahm von A.B.C. aus einem gerechten Winkelmaß gezogen und darein ein vierteil einer Zirkelrundung / so mit G. biss zum H. verzeichnet / welche in zwölf gleich theil / und derselbigen jeder besonder / noch weiter in sechss kleiner Minuten oder Punkten gemercket und beschrieben worden / durch solches auff jedes Stück Böller oder Büchsen / die rechnung gewiss zu schiessen und werffen wargenommen mag werden / dessgleichen es auch zu dem abmessen / wie dann das ge-

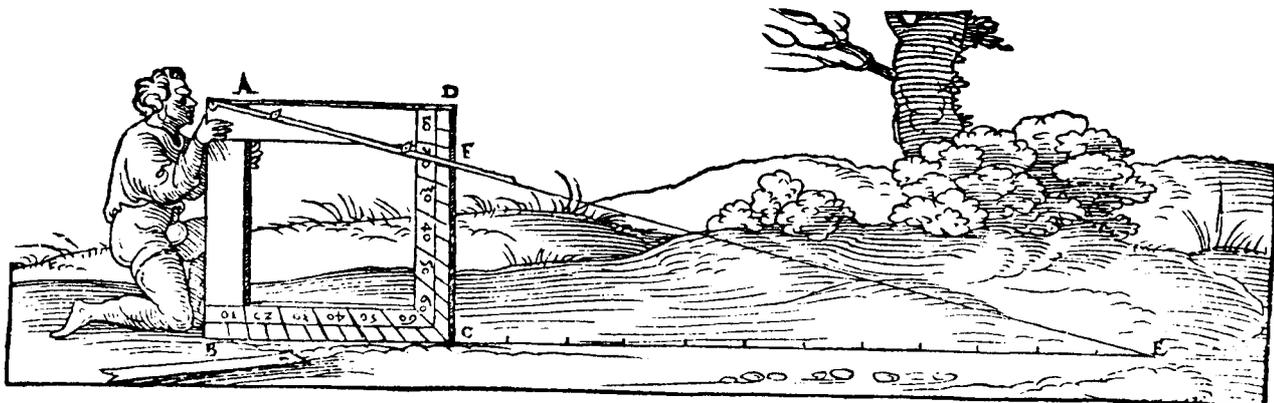


Abb. 5 Indirekte Streckenmessung mit dem Verfahren der ähnlichen, rechtwinkligen Dreiecke nach Christoph Schissler dem Älteren, Augsburg



Abb. 6 Johann Ardiuser, (1584 - 1665) Stadttingenieur von Zürich

wicht Fädemlein / sampt dem Kugele / so mit D. gezeichnet zu erkennen thut geben".

Literatur:

- (1) Johann Conraten von Ulm. Geodaisia, Das ist: Von gewisser und bewährter Feldmessung. Strassburg 1580 (Original: Peyersche Tobias-Stimmer Stiftung, Stadtbibliothek, Schaffhausen)
Originaler Nachdruck: Meier-Verlag Schaffhausen, 1998 ISBN-3-85801-143-6
- (2) Fronsperger Leonhardt, Kriegsbuch erster Theil. Sigmund Feyerabend, Frankfurt. 1565. Privatbesitz HPS
- (3) H. Wunderlich "Das Dresdner 'Quadratum Geometricum' aus dem Jahre 1569 von Christoph Schissler d. Ä., Augsburg". Veröffentl. d. Staatl. Math. Phys. Salons, Dresden. Berlin 1960 in Museumshandbuch der Stadt Dortmund ISBN 3-924302-01-4, 1985
- (4) Weisz Leo, Die Schweiz auf alten Karten, Verlag

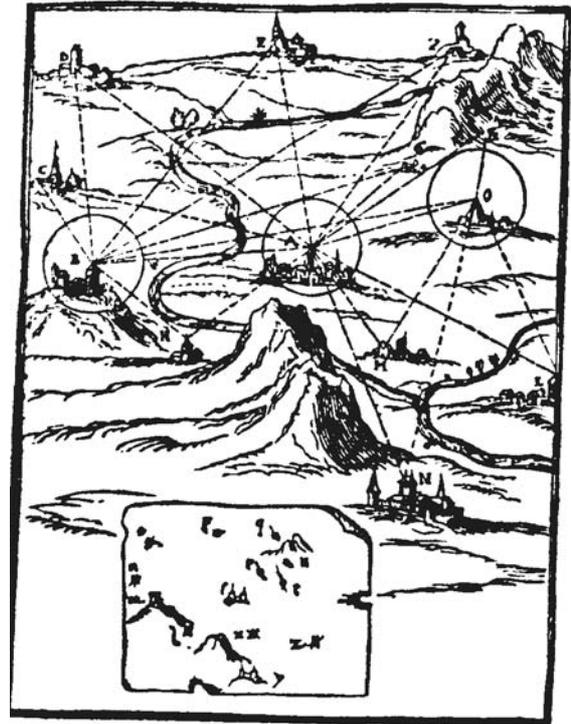


Abb. 7. Landschaftsvermessung und ihre Auswertung auf dem Plan nach Johann Ardiuser, 1627

der Neuen Zürcherzeitung, Zürich 1945
(5) Krähenbühl Hans, Der alte Bergbau am Silberberg zu Davos Verlag Davoser Revue 1979, p. 23

Adresse des Verfasser:
Hans Peter Schenk
Unotstrasse 4
8248 Uhwiesen

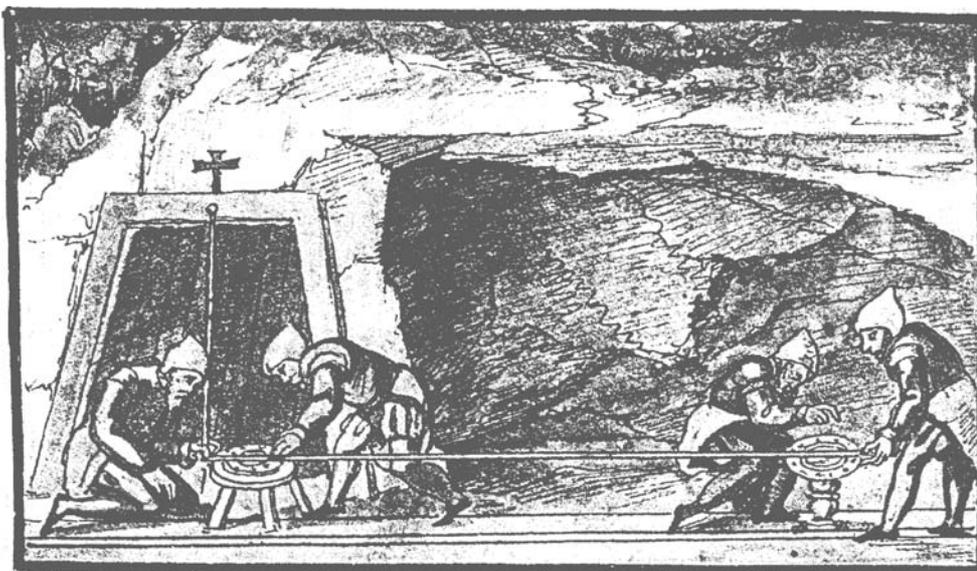


Abb. 8 Markscheider an der Arbeit, aus Schwazer Bergbuch 1556

Mitteilungen

EXPO - 2000 - Aussenprojekt BERGBAU IN GOSLAR

Im Rahmen der Weltausstellung 2000 Hannover wurde ein Expo- Aussenprojekt "Bergbau und Kirche in Goslar dokumentiert Harzer Sozial- und Religionsgeschichte" vorgestellt, das in der 1527 zur Bergmannskirche gekürten "Frankenberger Kirche" in Goslar, als Ausstellungsort, untergebracht war. Wir möchten dem Leser im Zusammenhange der Artikelfolge über "Bergbau und Wasserwirtschaft im Harz", einen Beitrag von Guntram Jordan über "Wer nie mit dem Dunkel gerungen", vorstellen. (Der Artikel wurde uns von unserem Mitglied und Gönner Jochen Luther zugestellt)

Wer nie mit dem Dunkel gerungen

Von Guntram Jordan

"Herr, beschütze ihn vor den Geistern, die ihm in grausamen Höhlen listig nachstellen ... ". Verzweifelt und mit dem Schicksal hadernnd bittet im "Gebet einer Bergmannsfrau" von Johann Gottfried Reese 1705 eine Harzer Bergmannsfrau Gott um Beistand für ihren Mann, der unter Tage seiner einsamen und lebensgefährlichen Arbeit nachging. Und moralische Unterstützung konnten die mutigen Männer des Harzer Bergbaus in ihrem "... gefährlichen und sauren Berufe ... " seit mehr als tausend Jahren gut gebrauchen.

Denn wer den Großteil seines Lebens im Dunkeln und unter menschenunwürdigen Bedingungen fristen musste, wer ständig den Tod vor Augen hatte und bis an die Grenzen der körperlichen und seelisehen Leistungsfähigkeit getrieben wurde, für den bekamen Religion und Glaube einen hohen Stellenwert.

Heilige spendeten Mut

Eindrucksvoll wird diese Sozial- und Religionsgeschichte jetzt im Expo- Außenprojekt "Bergbau und Kirche" in Goslar dokumentiert.

Ein zentraler Anlaufpunkt ist die Frankenberger Kirche, die 1088 zum ersten Mal urkundlich erwähnt wurde.



1527 wurde das am Rand der Stadt gelegene Gotteshaus zur Bergmannskirche. Ausgeschmückt war die Kirche zu dieser (katholischen) Zeit mit zahlreichen Heiligenbildern und Altären, bei denen betende und hilfeschuchende Bergleute und deren Ehefrauen Segen für sich und ihre Angehörigen erbat. Ob bei St. Johannes, St. Katharina oder St. Maria Magdalena: häufig waren es die positiven Eigenschaften der Heiligen, die den Menschen Mut zum Weiterleben und -arbeiten spenden sollten. Während der Reformation wurden die Altäre und Heiligenbilder aus der Frankenberger Kirche entfernt. Doch bedruckte Tafeln in den Seitenschiffen der Kirche zeigen jetzt zum Expo- Projekt die verschwundenen Schutzheiligen wieder.

Auch die kleine Klauskapelle am Rand der Goslarer Innenstadt nahe der Frankenberger Kirche spielte jahrhundertlang eine wichtige Rolle im Leben der Goslarer Bergleute. Denn hier in dem schlichten Steinhaus mit seiner spartanischen Ausstattung traf man sich bereits um drei Uhr früh zur Morgenan-

dacht, bevor es zur Arbeitsschicht unter Tage in den nahen Rammelsberg ging.

War im Bergwerk ein tödliches Unglück geschehen, wurden in der im 12. Jahrhundert errichteten Kapelle auch die Toten aus den Stollen des Silbererzbergwerks aufgebahrt. Oft zogen dann lange Prozessionen zum Friedhof, um dem toten Kumpel die letzte Ehre zu erweisen. Doch häufig brachte nicht der Tod die schnelle Erlösung. Oft waren es grausige Verletzungen, die erst nach langem Leiden zum Tod führten. Viele Männer mussten nach Bergwerksunfällen ihr Leben verkrüppelt oder blind fristen. Davon zeugen Auszüge aus den Frankenberger Kirchenbüchern, die jetzt auf den Bänken der Klauskapelle zu lesen sind.

Auszüge aus Sterberegistern

So verunglückte 1679 etwa Balzer Pikkert, welcher im Berge in seiner Berufs-Arbeit am Schwaden oder bösen Wetter erstickt im 63 Jahr, den er 6. dito (April) aus dem Claushauß begraben worden". Ob von Erz erschlagen, von glitschigen Leitern gestürzt, bei Sprengunfällen verunglückt oder an giftigen Gasen erstickt - Gelegenheiten, einen einsamen und grausigen Tod zu sterben, gibt es bis heute weltweit für die Kumpel genug.

Man braucht nicht viel Phantasie, um sich anhand der Auszüge der Sterberegister ein Bild vom Alltag der Harzer Bergleute in der "guten alten Zeit" zu machen. In der asketischen Schlichtheit der Klauskapelle wird dem Besucher am eindringlichsten deutlich, welche Bedeutung der Glaube für die Bergmannsfamilien hatte. Und ein Zitat nach Herrmann Claudius fasst es treffend so zusammen:

" ... Wer nimmer mit dem Dunkel gerungen, weiß nicht um das Licht, weiß nicht um den Atem der reinen Luft, weiß nimmer um Gott ... "

Ordentliche Vereinsversammlung (früher "Generalversammlung" genannt) des Vereins "Freunde des Bergbaus in Graubünden", FBG

Datum und Ort:

Samstag, 10. Februar 2001, 14.30 h im Hotel Bahnhof-Terminus Davos Platz
(Achtung: Nicht mehr im Hotel Flüela!)

Traktanden: Die statutarischen

Anträge von Mitgliedern, die an der Versammlung behandelt werden sollen, sind bis spätestens 20 Tage vor der Versammlung schriftlich dem Vorstand, Postfach, 7270 Davos Platz, einzureichen.

Anschliessend an die statutarischen Geschäfte wird Yves Bonanomi, dipl. Natw. ETH, einen hoch aktuellen Vortrag halten, mit dem Titel:

"Der Gotthard - Basistunnel"

Gäste sind herzlich willkommen.

Im Namen des Vorstandes lade ich alle Bergbau-
freunde ein mit einem

herzhaften "Glück auf"

Der Präsident: Otto Hirzel

Berichte aus den Regionen

Mitteilungen des Bergbauvereins Silberberg

Davos, BSD

Einladung zur 1. Ordentlichen Vereinsversammlung des BSD

Die Versammlung findet vorgängig der 25. Ordentlichen Vereinsversammlung der
"Freunde des Bergbaus in Graubünden", FBG statt.

Datum und Ort:

Samstag, 10. Februar 2001, 13.30 h im Hotel Bahnhof-Terminus, Davos Platz.

Traktanden : Die statutarischen.

Anträge von Mitgliedern, die an der Versammlung behandelt werden sollen, sind bis spätestens 20 Tage vor der Versammlung schriftlich dem Vorstand, Postfach 7270 Davos Platz 1, einzureichen.

Der Vorstand freut sich auf eine rege Beteiligung.

OH

Zivilschutz Meilen saniert den "Langen Michael"

Im "Langen Michael", der in jahrelanger aufopfernder Fronarbeit von unserem Ehrenmitglied, Hanspeter Bäschi, für das Publikum begehbar gemacht wurde, hat sich leider ein Pilz eingeschlichen, der etliche Bodenbretter so morsch gemacht hat, dass Einbruchgefahr bestand. Anfangs Juli hat nun eine Gruppe des Zivilschutzes Meilen, der unter Führung von Rettungschef Bernhard Aebischer in Monstein Dienst tat, die schlimmsten Mängel behoben. Pilzbefallene Bretter wurden entfernt und teilweise durch neue ersetzt. Andere Strecken wurden mit Kies wieder begehbar gemacht. Die Meilener Stollenarbeiter waren von ihrer nicht alltäglichen und recht anstrengenden Arbeit begeistert. Sie haben unserm Verein einen grossen Dienst erwiesen, für den wir auch hier bestens danken möchten. Übrigens : Bernhard Aebischer ist als neues Mitglied unserem Verein beigetreten.

OH

Projekt Ruine Knappenhaus des Bergbauvereins Silberberg

Der BSD hat sich zum Ziel gesetzt, das einzige noch teilweise erhaltene Gebäude am Silberberg, das Knappenhaus zu erhalten.

Neben dem Mundloch des Dalvazzerstollens befanden sich der Pochplatz und das Knappenhaus mit dem Wasch- und Scheidraum und dem Schrägaufzug, über welchen das Erz zum Tribihus befördert wurde. Von hier gelangte es mit Saumtieren und Einachswagen über den Erzweg zum Schmelzboden zur Verhüttung.

An einer Besichtigung im Herbst 1999 stellte Herr Augustin Carigiet der Kantonalen Denkmalpflege Graubünden fest, dass die Reste des Knappenhauses eine erhaltenswürdige Ruine ist und dass einem weiteren Zerfall nur durch eine rasche und professionelle Kronensicherung - Restaurierung Einhalt gebo-



Abb. Ruine 'Knappenhaus' im Wiesner Schaffäli mit der noch erhaltenen 5- stöckigen Südostmauer. Foto J. Rehm (Beilage zum Projektbericht März 2000)

ten werden kann. Das Interesse seines Amtes an diesem Bergbauzeugen dokumentiert der in Aussicht gestellte Beitrag.

Eine spezialisierte Firma hat einen Kostenvoranschlag mit verschiedenen Varianten ausgearbeitet. Die Kosten belaufen sich auf über 100 000 Fr. Wir sind deshalb dringend auf finanzielle Unterstützung angewiesen. Interessierten Sponsoren stellen wir gerne eine ausführliche Dokumentation zur Verfügung. Helfen Sie mit!

WG

Der BSD hat eine home page

Der Vorstand des BSD hat beschlossen, Informationen über die Partnervereine im Kanton Graubünden, Daten über den Silberberg und links zu nationalen und internationalen Gruppierungen des historischen Bergbaus zusammenzutragen und im INTERNET zur Verfügung zu stellen.

Die home page ist in Ebenen gegliedert

Ebene 1

Adressen von Partnervereinen und Stiftungen, aktuelle Informationen,

Führungen, Ziele im historischen Bergbau in Graubünden, Bilder und häufig gestellte Fragen, Gästebuch sowie Zugang zu den nächsten Ebenen **Ebene 2**

2.1

Silberberg: Beschrieb der Gruben, Charakterisierung der Abbauperioden im Mittelalter und im 19. Jahrhundert, Verbindung zwischen Davos und S-charl im 19. Jahrhundert (Periode Hitz), Reglement Silberberg von 1845, Glossar, Hinweise und Literatur inkl. einem vollständigen Inhaltsverzeichnis der FBG Zeitschrift 'Bergknappe'

2.2

Links zu nationalen und internationalen Gruppierungen des historischen Bergbaus, zu Vereinen, Museen und Schaubergwerken etc

Die Seiten sind thematisch möglichst übersichtlich geordnet und enthalten wenig Graphik um die War-

tezeiten zu verkürzen.

Von allen Seiten bestehen Querverbindungen zu anderen Dokumenten (links).

Kontaktpersonen sind direkt über e-mail erreichbar. Anregungen, Kritik, Wünsche können ebenfalls per e-mail an die untenstehende Adresse gesandt oder ins Gästebuch eingetragen werden. Wir freuen uns auf Ihre Reaktion und über Ihre Rückmeldungen

Zugang: Mit dem direkten link

<http://mypage.bluewin.ch/Silberberg>

und über die home page von Davos Tourismus

<http://www.davos.ch> (ab Winter 2000/2001)

*Verantwortlich für Inhalt, Gestaltung und Nachführung:
walter.good@bluemail.ch*

Exkursion der "Freunde des Bergbaus in Graubünden", FBG nach S-charl

Am Samstag, dem 23. September, einem Spätsommertag, wie er schöner nicht hätte sein können, trafen sich um 9 Uhr 11 Mitglieder der FBG und 2 Gäste vor dem Bergbaumuseum in S-charl, wo sie von Peder Rauch, Präsident der Stiftung "Schmelzra Scharl", zu einem "Bergbautag" begrüsst wurden. Ein besonderer Gruss galt unserem wissenschaftlichen Mitarbeiter, Dipl.Ing. Hans Jürg Köstler, der zusammen mit einem Gast den weiten Weg aus der Steiermark, bzw. Kärnten, nicht gescheut hatte.

Im Zentrum des Anlasses stand die Begehung, bzw. bergmännisch korrekt ausgedrückt, "Befahrung" der Stollen am Mot Madlain. Eine Gruppe befuhr den Stollen, den man mehr oder weniger aufrechten Ganges durchgehen kann, die andere, grössere(!) Gruppe, die sogenannten "Maulwürfe", befuhren, bzw. bekrochen ein umfangreiches Stollen-Labyrinth, z.T. wirklich auf dem Bauch mit seitlich geneigtem Kopf, weil sonst der Helm mit der Stirnlampe abgestreift wurde. Man konnte so am eigenen Leib spüren, unter welcher unerhört harten Bedingungen die Bergleute seinerzeit arbeiten mussten.

Am frühen Nachmittag wurde draussen vor dem Museum "Schmelzra S-charl" bei Speis und Trank, dieser wurde von den S-charler Bergbaufreunden offeriert, die nun schon erfreulich weit gediehene Partnerschaft zwischen den "Miniers da S-charl" und

den "Freunden des Bergbaus in Graubünden" weiter vertieft. Hans Jürg Köstler aus der Steiermark überbrachte mit einer kurzen, würzigen Ansprache eine Grussbotschaft vom Montanhistorischen Verein für Oesterreich und übergab dem Präsidenten der FBG das Jubiläumsbuch "ISO Jahre Montanuniversität Leoben". Zum Abschluss führte Peder Rauch durch das eindrückliche Bergbaumuseum.

Vielen Dank und ein währschaftes "Glück auf !" den "Miniers da S-charl" !

OH

Statuten FBG

Im BK 93 4/2000 berichteten wir über die a.o. Mitgliederversammlung vom 24. Juni 2000. Das einzige Traktandum war die Billigung der neuen Statuten. Diese wurden von den beiden Arbeitsgruppen unter Constant Gritti für die Miniers da S-charl und Walter Frey für die Freunde des Bergbaus in Graubünden erarbeitet und allen Mitgliedern der FBG zugestellt. Die anwesenden Mitglieder haben diese, mit geringfügigen Änderung genehmigt. Da es sich praktisch nur um redaktionelle Korrekturen handelt, legen wir Ihnen nur diese und nicht den ganzen Text vor:

Art. 2 alinea 4: Unterstützung der in Graubünden tätigen **Regionalgruppen und regionalen Partnervereine**(Art. 3)

Art. 12 ... für die Auflösung **des Vereins**.

Art. 14 al. 2: **Entlastung des Vorstandes**

Art. 15 den **Vertretern** der regionalen **Partnervereine**

Art. 18 al. 5: **Bestätigung oder Ersatz** der Regionalgruppenleiter

al. 6: **Herausgabe der Fachzeitschrift /**

Mitteilungsblatt 'Bergknappe'

al. 7: **Abschluss von Verträgen**

al. 10: **Regelung der Beziehungen mit den regionalen Partnervereinen** al. 11:

Beschlussfassung über Anhebung von Prozessen oder Klagenrueckzug

Art. 23 Berichterstattung an die **Vereinsversammlung**

Die vorliegenden Statuten wurden durch die ausserordentliche Vereinsversammlung vom **24. Juni 2000** genehmigt

Sie ersetzen die Statuten vom 1. Januar 1978 und treten rückwirkend per **1. Januar 2000** in Kraft

Davos, den 24. Juni 2000

WG

AlpTransit: Gotthard- Basistunnel

Yves Bonanomi, Dipl. Natw. ETH, Bonanomi AG, 7188 Sedrun

Der Schacht Sedrun ist abgeteuft!

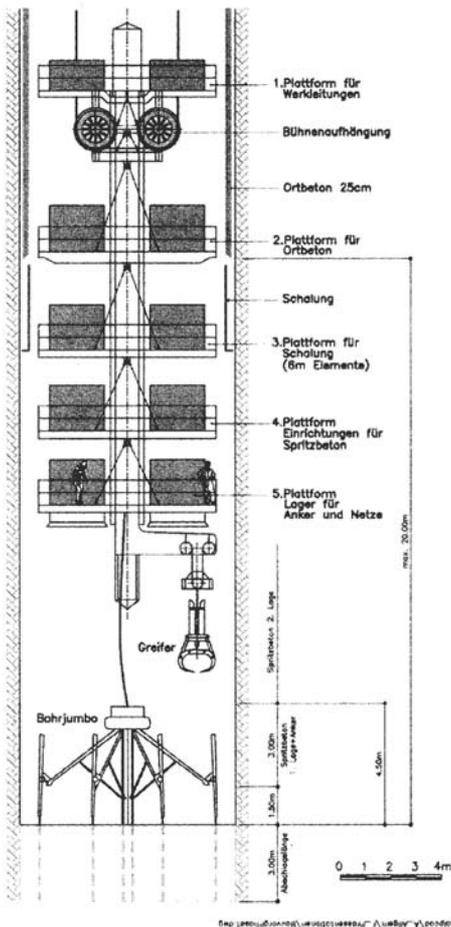
Seit April 1998 wird in Sedrun unter Tage gearbeitet. Bis in Sedrun aber der erste Meter des mit 56.9 km längsten Bahntunnels der Welt gesprengt wird, werden bereits rund 6 Jahre Bauzeit vergangen sein. Ende Februar 2000 wurde ein wichtiges Teilziel erreicht: Mit der letzten Ladung von gegen 900 kg Sprengstoff wurde der Schacht auf 782 m Teufe abgesenkt. Es kann nun mit dem Ausbruch der riesigen Schachtfusskavernen begonnen werden

Der rund 800 m tiefe Schacht Sedrun ist das Herzstück des Zwischenangriffes Sedrun. Er dient während dem Bahnbetrieb als Lüftungsschacht für die Zu- und Abluft aus den Tunnelstrecken und über eine Liftanlage als Zugang zur Multifunktionsstelle am Schachtfuss

Während der Bauphase des Tunnelabschnittes Sedrun erfolgt durch den Schacht die Ver- und Entsorgung der vier Tunnelvortriebe, die vom Schachtfuss aus starten. Bebaut wurde der rund 9m Ausbruchdurchmesser aufweisende Schacht im Sprengverfahren. Dazu wurde eine sogenannte Abteufanlage installiert. Diese besteht aus einem Fördergerüst, drei Windenanlagen (Material- und Personenförderung in zwei Kübeln, Bühnenwinde und Notwinde) sowie der fünfetagigen Abteufbühne im Schacht.

Zur Reduktion von Wasserzuflüssen während dem Abteufen wurden vorausseilend mit spiralförmig an-

**Vertikalschnitt Schacht
Bauvorgang, Phase 1 "Bohren"**



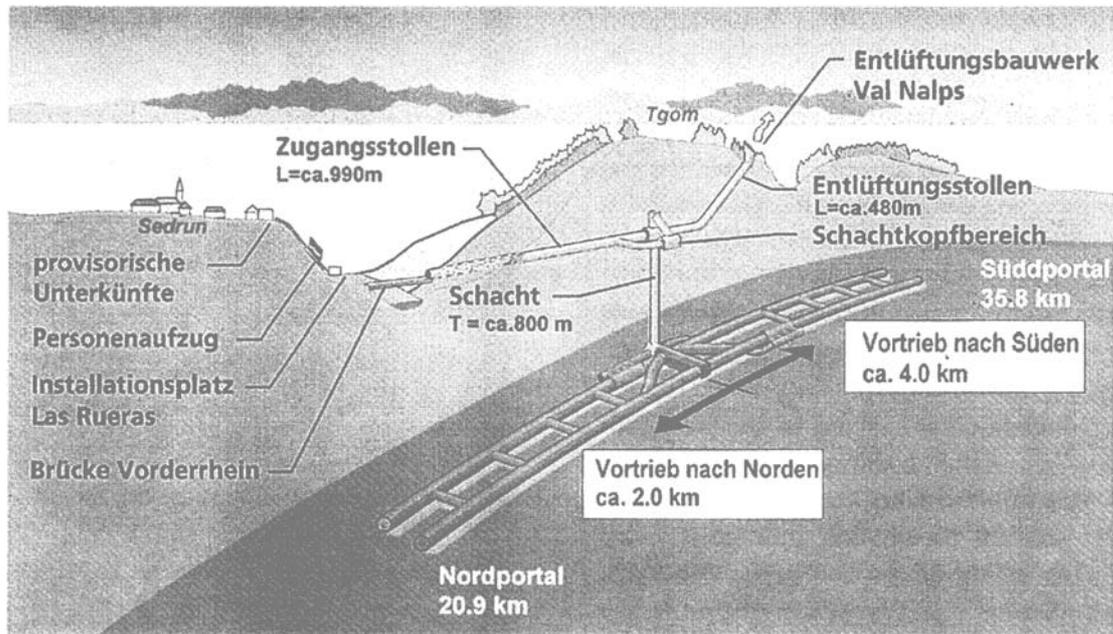
geordneten 40 m tiefen Bohrungen der Fels erkundet und Klüfte mit Hochdruckzementinjektionen abgedichtet. Die Sprenglöcher von ca. 3.5 m Tiefe wurden mit einem sechsarmigen Bohrjumbo gebohrt. Nach dem Sprengen wurde die Ausbruchoberfläche mit Anker und Spritzbeton gesichert und mit einem 25 cm starken Ortbetongewölbe verkleidet. Der Beton wurde dabei vom Schachtkopf aus durch ein Fallrohr hinunter zur Arbeitsbühne geführt und von dort in die Schalung eingebracht. Nach Erreichen der Endteufe des Schachtes kann nun ein erster Teil der Kavernen am Schachtfuss ausgebrochen werden. Diese Hohlräume bieten später Platz für die Baustelleneinrichtung des Tunnelvortriebes wie Z.B. der Betonanlage, Trafostation, Pumpeinrichtung, Bürocontainer etc.

Die Baustelle des Zwischenangriffs Sedrun kann nach Voranmeldung besichtigt werden. Die Leiter des Informationszentrums AlpTransit Sedrun (Alfred Schmid und Yves Bonanomi) informieren Sie gerne während 2 1/2 Stunden über das Projekt und zeigen Ihnen die Baustelle im Bergesinnern.

Zwischenangriff Sedrun Untertaganlagen

Leitung Infozentrum AlpTransit
Bonanomi AG
Zentrum AlpTransit
7188 Sedrun

081/936 51 20 info-sedrun@surselva.ch
www.basistunnel.ch
Informationszentrum
Öffnungszeiten:
10:00 - 12:00 / 14:00 - 18:00
Dienstag geschlossen



Zwischenangriff Sedrun Untertaganlagen

Buchbesprechung

Mineralien reinigen und aufbewahren

Rudolf Duthaler & Stefan Weiss
 Christian Weise Verlag, München
 Preis Fr. 42.-

Das im Herbst 1999 erschienene, 230 Seiten starke Buch gibt von kompetenten Autoren Hinweise zur Reinigung und Aufbewahrung von rund 2000 Mineralien.

Die Ratschläge beginnen beim Sammeln im Felde, führen über physikalische und chemische Reinigungsmethoden bis hin zur Problematik des Aufbewahrens und Konservierens. Anhand von Text und Tabellen wird deutlich, wie wichtig ein sachgemässes Lagern ist, bzw. welche Veränderungen sich an Mineralien bemerkbar machen können, Hinweise die eventuell auch bei der Bestimmung von Proben von Interesse sein können. Detailliert wird über die Stabilität bezüglich Wasser, Säuren und Laugen informiert um so einen Überblick über die Reini-

gungsmethoden zu erhalten. Die zur Reinigung und Konservierung verwendeten Chemikalien werden ausführlich in Bezug auf Handhabung und Entsorgung besprochen.

Als Test wurden die Erzminerale, die in der Umgebung von Davos vorkommen (siehe "Mineralien der Welt", Heft 4, Juli- August 1999), nachgeschlagen. Sie waren alle mit zum Teil mehrfachen Hinweisen bezüglich der Buchthematik vorhanden. Die für den Menschen so wichtigen Grundbestandteile des Lebens wie Luft, Wasser und Licht sind leider für viele Mineralien schädlich. Wohl deshalb sind diese im Verborgenen entstanden und haben dadurch lange Zeiträume unbeschadet überdauert. Der in der Sammlung liegende rot-rosa farbig Rhodonit wird sich durch feuchte Luft und Sonnenlicht wieder mit der ursprünglichen schwarzen Manganoxidhaut umhüllen. Dieses Buch kann für viele Sammler von grossem Interesse sein und verdient eine entsprechende Beachtung.

H.P.S

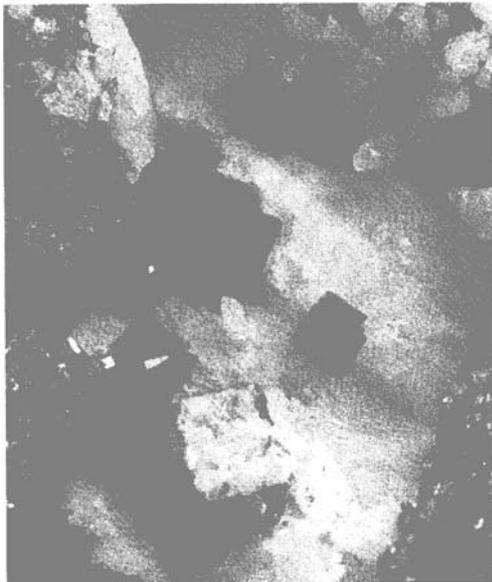
Neue Mineralien aus den Manganlagerstätten Val Ferrera, Graubünden

Im Mineralienmagazin "Lapis" Nr. 3, 2000, ist von Jod Brugger, Clayton / Australien, ein bemerkenswerter Beitrag über "Rorneit aus dem Val Ferrera, Graubünden" erschienen.

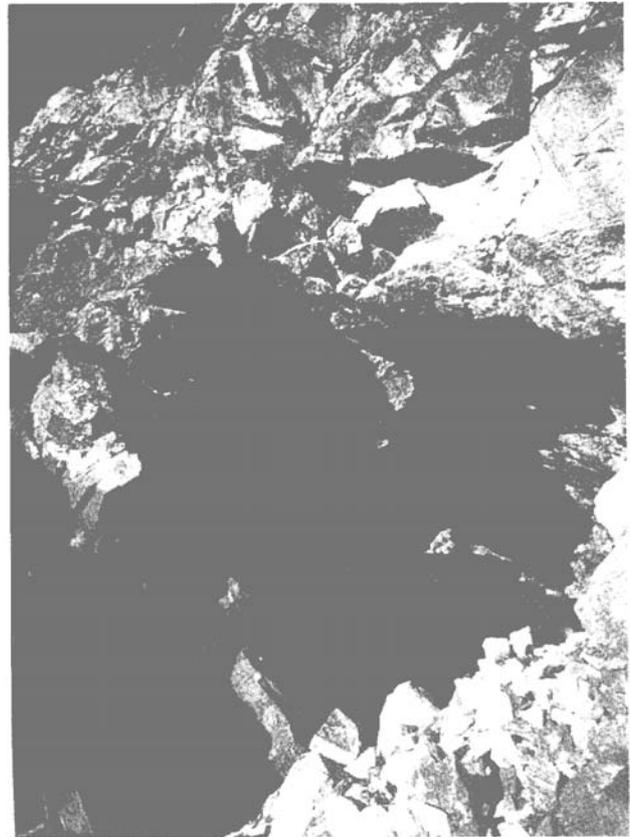
Nachdem wir bereits in unserer Zeitschrift Bergknappe Nr. 91, 1 / 2000 über verschiedene neuentdeckte Mineralien im Val Ferrera berichtet haben, möchten wir unsere Leser auf diesen Beitrag aufmerksam machen.

Das Calcium- Antimon- Oxid Rorneit ist ein seltenes Mineral, das typisch ist für sedimentäre Manganerz-lagerstätten, die eine Metamorphose erlitten haben. Es tritt auch als sekundäre Krusten in der Verwitterungszone hydrothormaler Antimongänge auf. Mehrere Rorneit-Vorkommen sind kürzlich im Val Ferrera entdeckt worden. Einige der geborgenen Kristalle gehören zu den grössten ihrer Art. Chemisch gehören diese Vertreter der Pyrochlorgruppe, einer äusserst artenreichen Mineralgruppe an, deren Vertreter als Wirtsphasen für radioaktive Elemente bei der Endlagerung von hochaktivem Material Verwendung finden (Brugger).

Die Lagerstätten im Val Ferrera sind seit kurzem als



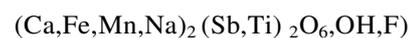
Einer der grössten seiner Art: Einen halben Zentimeter misst dieser Rorneit- Einzelkristall, der frei auf einem Tilasitkristall sitzt. Starlera Mine, Val Ferrera (GR) Sammlung und Foto: Stefan Ansermet. (Lapis 3 / 2000)



Mundloch Stollen Starlera. (Foto Ansermet, aus Lapis 3/2000)

mineralogischer Reichtum erkannt worden. Ein neues Mineral, der Fianelit wurde bereits im Lapis 2/1997 vorgestellt.

Rorneit mit der Formel



wurde schon 1841 von Damour zu Ehren des französischen Mineralogen J.B. Rorné de L'Isle benannt. Entdeckt wurde es in den Manganminen des oberitalienischen Piemont.

Das Val Ferrera, ein Nebental des Hinterrheins, zeichnet sich durch eine komplexe Geologie aus, die weit über die Bildung der Alpenkette hinausreicht. Die Eisen- und Manganlagerstätten aus der Trias, ein mehrfach metamorpher, vorpermischer Sockel, mit einer dünnen Sedimentbedeckung, enthalten in den Sedimenten und dolomitischen Marmoren zahlreiche Linsen aus Eisen- und Manganerzen. Hämatit ist das vorherrschende Mineral. Die Manganerze, hauptsächlich Braunit, Rhodochrosit und Jakobsit, Rhodonit, Spessartin und Calderit, kommen nur in bestimmten Linsen vor. Daneben birgt der Sockel Eisenkarbonatgänge mit Siderit und Ankerit, die früher intensiv abgebaut wurden.

Die alpine Metamorphose, die in einer Grünschiefer-bis Blauschieferfazies gipfelt, betrifft sowohl Marmore als auch die Erzlagerstätten. Ein hydrothermal- exhalativer Ursprung der Lagerstätten in den Marmoren ist sehr wahrscheinlich (Brugger).

Die Gewinnung von Eisen im Val Ferrera ist im 17. Jahrh. erfolgt, die Entdeckung von Manganerz aber erst in jüngerer Zeit (Siehe auch Hans Stähler, Bergbau im Schams, im Ferreratal und im vorderen Rheinwald, 1981). 1917 findet J. J. Markwalder, zuvor Mineningenieur in Brasilien, das Metall in den Halden der alten Erzgrube von Starlera. Das Manganerz von Starlera besteht fast ausschliesslich aus Braunit. Roméit kommt in Starlera sehr häufig vor. Er ist zusammen mit weissem Calcit, braunem Glimmer und grünlichem Tilasit, Hauptbestandteil der mehrere Dezimeter mächtigen Gänge. Der Roméit ist reich an Titan und Fluor und bildet meistens Kristalle unter 1 mm, doch sind auch grössere von 5 mm Grösse vertreten. Die ersten Roméitkristalle des Val Ferrera wurden 1990 in Fianel entdeckt, in Form von Oktaedern. Das Mineral kommt dort in einer einzigartigen Paragenese vor, eingebettet in Linsen einer rosafarbenen Dolomitbrekzie. Diese Linse enthält Scheelit- Powellit mit Einschlüssen von Paraniit-(Y), mit blauen Beryllkristallen, Roméit und Bergslagit, sowie sporadisch Phenakit und weisse Aggregate aus Chernovit- (Y).

HK

Mitteilungen aus aller Welt

Ist die Ausbildung zum Bergbauingenieur noch zeitgemäss ?

Prof. Dr. Carsten Drehenstedt, Bergakademie Freiberg, wirft in der Zeitschrift "Erzmetall" 1 / 2000 die Frage auf, ob ein Bergbaustudium in der heutigen Zeit noch sinnvoll sei. Angesichts anhaltender Massenentlassungen und Betriebsschliessungen scheint ein solches auf den ersten Blick nicht mehr den heutigen Bedürfnissen zu entsprechen.

Weltweit werden heute jedoch jährlich ca. 20 Milliarden Tonnen feste mineralische Rohstoffe gefördert. Das Wachstum der Weltbevölkerung und das Streben nach Angleichung des Lebensstandards an westliches Niveau werden den Bedarf an Energie-, Metall-und Baurohstoffen sowie an Industriemineralien weiter ansteigen lassen. Da sich in absehbarer Zeit

Rohstoffe nicht ersetzen oder nach ihrer Nutzung rückgewinnen lassen, wird die Bergbauproduktion weltweit weiter steigen. Ca. 70 % der Rohstoffe werden im Tagebaubetrieb gewonnen. Heute ist Deutschland mit einer Förderung von ca. 1 Milliarde Tonnen Rohstoffe pro Jahr nach wie vor ein bedeutendes Bergbauland. In der Förderstatistik belegt Deutschland bei der Förderung von Braunkohle und Kali-Steinsalz die Plätze eins und zwei in der Welt. Es verfügt über ein bedeutendes Potential an Bergbaumaschinenherstellern sowie ein erhebliches Know-how bei der Planung und Durchführung eines genehmigungsfähigen umwelt- und sozialverträglichen Bergbaus.

Bergbau bedeutet aber nicht nur Rohstoffgewinnung. Die Studienrichtung Spezialtiefbau enthält u.a. bergbaunahe Technologien, z.B. Damm-, Verkehrs-, Tief- und Tunnelbau, also das Bauen in der Erde. Der Verfasser kommt zum Schluss, dass ein Bergbaustudium heute noch zu empfehlen ist, was auch aus den Veröffentlichungen "Wirtschaft" in der Zeitschrift "Erzmetall" mit den weltweiten Rohstoffgewinnungsanzeigen untermauert werden kann.

Dazu einige Beispiele:

Kupfer: Chile

1999 hat Chile gesamthaft 4.36 Millionen Tonnen Kupfer produziert, 18 % mehr als im Vorjahr. Den stärksten Zuwachs verzeichnete die Konzentratproduktion um 37 % und die Kathodenproduktion mittels EW-SX-Verfahrens mit 27 %.

Erdgas: Deutschland

1999 wurde in Deutschland in den ersten 9 Monaten deutlich mehr Erdgas gefördert als im selben Vorjahrzeitraum. Insgesamt wurden 14.8 Milliarden m³ gefördert. Zugleich sei die einheimische Förderung von Erdöl um 4 % auf 2.1 Milliarden Tonnen zurückgegangen. Auf den meisten Feldern seien die Vorräte inzwischen ausgeschöpft.

Andalusit: Republik Südafrika

Der gegenwärtige Bedarf an Andalusit, der hauptsächlich in der Feuerfestindustrie eingesetzt wird, beträgt weltweit 265'000 Tonnen pro Jahr. Anglovaal Mining hat ihre Tochtergesellschaft Rhino Minerals mit den bedeutenden Bergwerken Thabazim-

und Havercroft and Mircal South Africa Ltd., eine südafrikanische Tochter der französischen ImetalGruppe, verkauft.

Diamanten: Botswana

Der Tagebau Iwaneng, der grösste Diamantenproduzent in Botswana, hatte 1998 einen Ausstoss von fast 12.7 Millionen Karat, mit einem hohen Anteil, allerdings meist kleiner, Schmuckdiamanten. Eine neue Aufbereitungsanlage wird zur Zeit gebaut.

Vanadium: Australien

Windimurra, eines der grössten und mit 200 Millionen Austral. \$ kostenaufwendigsten Projekte seiner Art, wird demnächst mit der Produktion beginnen. Die Lagerstätte liegt an der Oberfläche und ist die einzige, bekannte oxidiertes Vanadium führende Titanomagnetit- Lagerstätte. Die Nachfrage für diesen Stahlveredler ist in den letzten Jahren stark angestiegen: z.B. von 30 kg auf 80 kg pro Tonne Stahl. Weitere Verwendung für Katalysatoren in der chemischen Industrie und Hochleistungslegierungen mit Titan steigern die Nachfrage.

Zinn: China

1999 hat die VR China ihre Zinnproduktion von 79'000 Tonnen im Vorjahr auf 88'000 Tonnen, d.h. um **11 %** gesteigert

Platin: Südafrika

Die Anglo American Platinum Corp. plant eine neue Platinmine östlich von Johannesburg und will dafür 1.35 Milliarden Rand investieren. Es sollen 1'500 Bergleute 162'000 oz Platin pro Jahr produzieren (1 oz. av entspricht 28.3495 gr.)

Bauxit: Jamaica

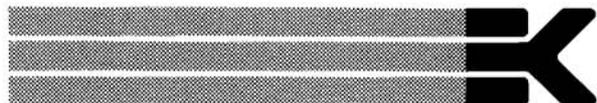
Jamaikas Bergbauminister warnt, dass das Land ohne beschleunigte Investitionsanstrengungen binnen Jahresfrist vom dritten Rang unter den Bauxit Produzenten der Welt verdrängt werde. Mit dem Export von Bauxit und Aluminium steht und fällt das Wirtschafts- und Sozialsystem des Inselstaates. Allein durch den Tourismus als zweite grosse Einnahmequelle können die Probleme des 2.5 Millionen-Volkes nicht gelöst werden.

Nickel: Australien

Die australische Bergbauproduktion von Nickel wird im Jahr 2000 um 25 % auf 162'000 Tonnen zunehmen. Die Erlöse aus dem Export von Nickel sollen sich auf einen Rekordstand von 1.7 Milliarden Austral. \$ mehr als verdoppeln.

HK

Aus: "Erzmetall" 12 / 1999 und 2 / 2000



Eisenwaren Kaufmann

Eisenwaren, Haushalt

Promenade 38
7270 Davos Platz
Telefon 081/413 51 80

Vormals Coray, Karlen & Co.

Ihr 365-Tage-Haus

... zu Fuss, dem See entlang
... mit der Rhätischen Bahn
... mit dem Bus

*Herzlich
willkommen!*



SAUNA • DAMPFBAD • SOLARIUM
CH-7265 DAVOS WOLFGANG

e-mail: info@kessler-kulm.ch · www.kessler-kulm.ch
Tel. 081/417 07 07 · Fax 081/417 07 99