

P. P.
1700 Fribourg 1

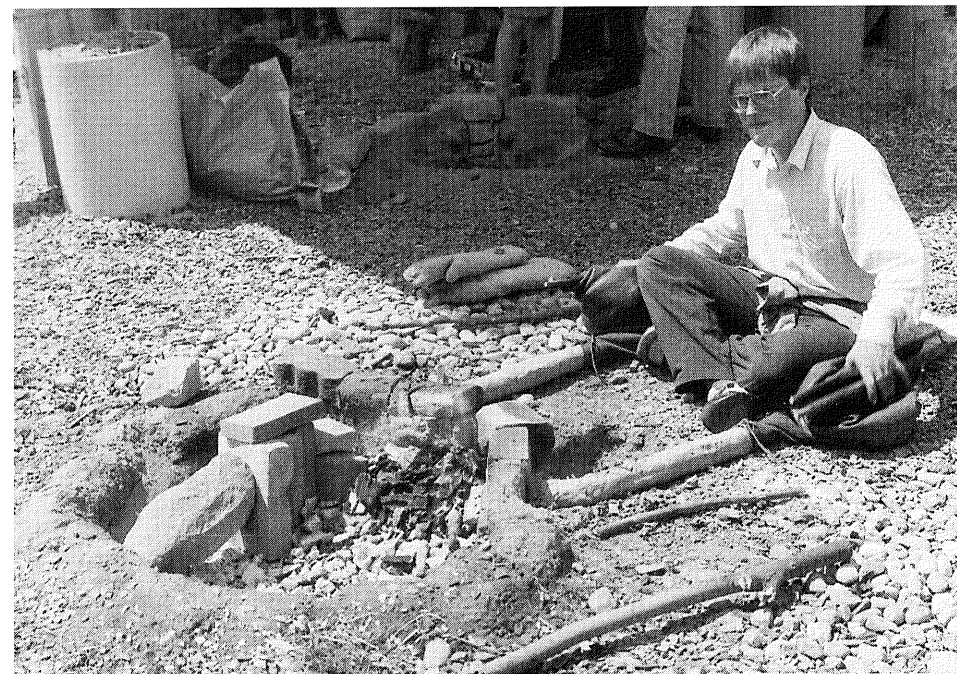
047/00264948

SCHWEIZERISCHE
GEOTECHNISCHE KOMMISSION
ETH-ZENTRUM
8092 ZUERICH

MINARIA HELVETICA

1991

Schweizerische
Geotechnische Kommissi
ETH-Zentrum
CH - 8092 Zürich



SGHB
SSHM
SSSM

SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR HISTORISCHE BERGBAUFORSCHUNG
SOCIÉTÉ SUISSE D'HISTOIRE DES MINES
SOCIETÀ SVIZZERA DI STORIA DELLE MINIERE

Zeitschrift der Schweizerischen Gesellschaft für Historische
Bergbauforschung

Bulletin de la Société Suisse d'Histoire des Mines

Bollettino della Società Svizzera di Storia delle Miniere

Inhaltsangabe / Table des matières

Bemerkungen des Redaktors	2
<i>W. Fasnacht</i> Der prähistorische Bronzeguss im Experiment	3
<i>L. Eschenlohr</i> Le site sidérurgique de Boécourt-Les Boulies	13
<i>E. Brun</i> Der prähistorische Kupferbergbau im Oberhalbstein	20
Bericht (<i>V. Sermeels</i>) Schweizerische Arbeitsgruppe für Eisenarchäologie (SASEA)	34
Rezension (<i>P.-L. Pelet</i>) "Mines et fonderie ... d'après... Agricola" von Michel Angel	42
Hinweis (<i>E. Brun</i>) "Bergbauhistorische Lehrpfade ... Südranden" von F. Hofmann	46
Vorstand der Gesellschaft, Impressum	48

Titelbild/couverture zu Artikel W. Fasnacht:

Prähistorischer Bronzeguss im Experiment.

Bemerkungen des Redaktors

1) Es sei an dieser Stelle daran erinnert, dass seit 1990 der Bericht des laufenden Jahres jeweils n a c h der Mitgliederversammlung, also Ende des Jahres, erscheint; für 1991 demnach in Heft 11 b.

2) Die Jahrestagung, zu der wie immer getrennt eingeladen wird, findet am 19/20.10.91 in Horgen statt. Das Tagungshotel (Maierhof) liegt gegenüber dem Bahnhof Horgen; S-Bahn Nr. 8 ab Zürich. Vorgesehen sind Vorträge zur Urgeschichte (Horgener Kultur), zur Entstehung der Kohleflöze und zu den Bergwerken Käpfnach/Horgen und Rufi/Gastertal. - Am Sonntag werden dann beide Gruben besichtigt.

3) Übergang in der Redaktion. Die Zeitschrift MINARIA wird zwar weiterhin in Freiburg (Paulus-Druckerei) gedruckt, und ich selber bleibe Kontaktperson zur Druckerei, jedoch "verlagert" sich die Redaktion. Daher bitte ich, für die nun beginnende Übergangszeit Manuskripte und Redaktionelles an die Adresse unseres Präsidenten zu schicken.

NB: Die Leser des vorliegenden Heftes bitte ich, die uneinheitliche Überschriften-Gestaltung zu entschuldigen. Auch solche technische Dinge sind es, die eine Neugestaltung der Redaktion notwendig machen.

4) Schliesslich ist ein "Klebefehler" bei den Abbildungen in Heft 10 b zu melden: Auf der Tafel Anatas Binntal (S.22, Fig.3) steht die Skizze rechts unten falsch, sie muss um 90° gedreht werden. Um dem Leser eine Korrektur zu ermöglichen, ist auf S.48 dieses Heftes die Skizze wiederholt: dort kann man sie (zum Überkleben) herausschneiden, ohne den sonstigen Text des MINARIA-Heftes zu stören.

Walter Fasnacht

DER PRÄHISTORISCHE BRONZEGUSS IM EXPERIMENT: ERFAHRUNGEN ANLÄSSLICH DER AUSSTELLUNG PFAHLBAULAND

1. Einleitung

Vom 28. April bis 21. Oktober 1990 fand in Zürich-Wollishofen die Ausstellung PFAHLBAULAND statt. Ueber 380'000 Besucher zog der Erlebnispark unter dem Motto "Begegnung mit dem Menschen der Stein- und Bronzezeit" an. Hauptattraktion war die originalgetreue Rekonstruktion des frühbronzezeitlichen Pfahlbaudorfes von Zürich-Mozartstrasse. In Werkstätten wurden die verschiedenen handwerklichen Tätigkeiten, welche aus urgeschichtlicher Zeit überliefert sind, auf möglichst authentische Weise nachvollzogen.

Der Autor hatte zusammen mit der Studentenschaft der Abteilung für Ur- und Frühgeschichte der Universität Zürich die Aufgabe übernommen, den prähistorischen Bronzeguss vorzuführen. Bei unseren Vorbereitungsarbeiten stellte sich rasch heraus, dass die Besucher des Pfahlbaulandes, vor allem die Kinder, den Bronzeguss aus Sicherheitsgründen nicht selber durchführen konnten. Auch kleinste Mengen flüssigen Metalls stellen ein nicht zu unterschätzendes Gefahrenmoment dar.

Ein Ausweichen auf moderne Gussverfahren und -apparaturen bzw. die Verwendung von Metallen oder Legierungen mit viel tieferen Schmelzpunkten als Bronze, nur um des Effektes willen, stand von Anbeginn nicht zur Diskussion.

Archäometallurgische Experimente werden zwar schon seit geraumer Zeit durchgeführt, jedoch meist unter Einbezug moderner Technologie. Für die grosszügige Uebermittlung seiner langjährigen Erfahrungen im archäologisch abgestützten Bronzeguss möchten wir uns deshalb bei Herrn Philippe Andrieux, Departements-Archäologe von Val de Marne, Frankreich, herzlich bedanken.

Ueber die Ausstellung hinausgreifend, besteht für uns der Sinn der Experimente darin, aus Fehlern und Misserfolgen zu lernen und die experimentellen "Funde und Befunde" mit den effektiven archäologischen Evidenzen vergleichen zu können. Nebst den Gussobjekten wurden deshalb auch sämtliche Abfallprodukte wie Gusstropfen, Schlacken, ausgediente Tiegel und Düsen sowie verschlackte oder verglaste Ofenfragmente für spätere Analysen aufgesammelt.

Des weiteren liessen wir unseren ersten Schmelzofen einen Winter lang der Witterung ausgesetzt, um festzustellen, wie schnell eine solche pyrotechnische Einrichtung zerfällt. Nur die massiv verschlackten Teile rund um die Düsen - und dies betrifft den

kleinsten Teil des Ofens - hielten Wind und Wetter stand. Die Archäologie kann deshalb nur unter glücklichsten Umständen mit einem interpretierbaren Erhaltungszustand rechnen. Hinzu kommt, dass mit Sicherheit sämtliche wiederverwendbaren Materialien und Einrichtungen vom Handwerker eingesammelt wurden und deshalb eine prähistorische Giesserei schon beim Auflassen kaum je in ihrer Gesamtheit vorliegt.

2. Rohstoffe und Rohgüsse

Es mag heutige Giesserei-Technologen erstaunen, aber der Werkstoff, welcher uns am meisten beschäftigte, war nicht das Metall sondern die Keramik. Von allen beteiligten Objekten bietet der Gusstiegel am meisten Probleme, weil er der intensivsten Beanspruchung ausgesetzt ist; sowohl der grössten Hitze wie auch dem grössten Temperaturschock. Mit der Verwendung von neuzeitlichen oder importierten Rohstoffen könnten sämtliche Probleme, die sich im Temperaturbereich von über 1000 Grad Celsius mit unseren lokalen Tonen stellen, umgangen werden. Dies wäre jedoch experimentelle wie archäologische Selbsttäuschung, da mineralogische Untersuchungen an neolithischen Schmelztiegeln aus unseren Seeufersiedlungen gezeigt haben, dass dafür keine speziellen Tone verwendet wurden und die Zusammensetzung der Matrix jener der Gebrauchskeramik entspricht (Maggetti et al. 1991, 98,99). Die in der Region Zürich anstehenden Lehme und Tone beginnen jedoch bei 1100 Grad zu schmelzen. Um darin Kupfer mit einem Schmelzpunkt von 1083 Grad aufschmelzen zu können, muss das Temperaturmaximum im Schmelzofen gezielt auf das Metall und nicht etwa an die Tiegelaussenseite gerichtet werden. Im Gegensatz zur heutigen Gusstechnik wirkt folglich der Tiegel während des Gussvorgangs als Kühler. Einmal aus dem Ofen gehoben, erstarrt die Schmelze innerhalb von Sekunden.

Anhand dieser archäologischen Vorgaben musste nun der Ofen entsprechend gebaut werden. Man sollte eher von einem Herd als von einem eigentlichen Ofen sprechen, handelt es sich doch um nicht viel mehr als um eine Vertiefung in der Erde mit einer dem Giesser zugewandten Brüstung von ca. 30 cm Höhe (Abb. 1). In der Mitte dieser Brüstung befinden sich "Verschlusssteine", welche unmittelbar vor dem Guss entfernt werden, um den Tiegel mittels eines Holzstiels aus dem Feuer zu heben. Ohne künstliche Luftzufuhr bleibt die Temperatur des Holzkohlefeuers in einer solchen Herdstelle bei maximal 800 Grad stehen. Durch zwei in die Ofenwand eingelassene Düsen kann alternierend Luft in die über dem Tiegel aufgehäufte Holzkohle geblasen werden; deren

Temperatur steigt dadurch innert Minuten auf über 1100 Grad. Die Düsen müssen auf den halben Zentimeter genau auf die Tiegelmittle gerichtet sein, da sonst der Tiegelrand und nicht das Metall zu schmelzen beginnt.

Das Thema Brennstoff hätte viel mehr Aufmerksamkeit verdient, als wir ihm schenken konnten. Ohne aktualistischen Prinzipien zu sehr zu verfallen, kann mit einiger Sicherheit gesagt werden, dass auch in der Prähistorie die verfügbaren Energieressourcen optimal genutzt wurden. So gelang es im Verlaufe der sechsmonatigen Experimentierperiode, den Holzkohleverbrauch von anfänglich über 10 kg pro Schmelzgang auf fast einen Fünftel zu reduzieren.

Obwohl in der Literatur zur Archäometallurgie fast ausschliesslich von Holzkohle gesprochen wird, versuchten wir in unserem Herd, Bronze mit Holz aufzuschmelzen. Ueberraschenderweise gelang das Experiment auf Anhieb. Die maximale Temperatur im offenen Holzfeuer betrug 1170 Grad Celsius, dies mit weichem Laubholz (Abb. 2). Durch gezieltes Experimentieren mit verschiedenen Hölzern sowie mit der Grösse, Schichtung und Verbrennungsgeschwindigkeit der Scheiter könnte diese Temperatur bestimmt noch um einiges erhöht werden. Der Nachteil der Verwendung von Holz gegenüber von Holzkohle ist die Anfälligkeit auf Temperaturschwankungen (Abb. 2, Punkt 2). Beim kleinsten Unterbruch der künstlichen Luftzufuhr fällt die Temperatur im Schmelzherd drastisch. Holzkohle, mit nahezu dem doppelten Heizwert von Holz, scheint hingegen als Puffer zu wirken. Die Frage, ob nun in der Prähistorie tatsächlich Holz oder doch Holzkohle verwendet wurde, ist in erster Linie mittels archäologischer Methoden, und nicht experimentell zu beantworten. Dass beim reduzierenden Brand von Keramik Holzkohle anfällt, konnten wir bei Nachbarexperimenten im Pfahlbau land feststellen. Holzkohle und seine Vorzüge dürften also bekannt gewesen sein.

Die Verhüttung von Erzen müsste bezüglich des verwendeten Brennstoffes getrennt von unseren Gussexperimenten besprochen werden. Es herrscht die Meinung vor, dass nur Holzkohle genügend Energie für den Reduktionsprozess liefert.

Die Rekonstruktion unseres Ofens ist völlig hypothetisch, da sich in den Seeufersiedlungen keine Schmelzöfen fanden. Es ist z.B. auch möglich, die Luft aus den zwei Blasbälgen durch eine einzige Düse auf den Tiegel zu richten (freundliche Mitteilung von Achim Werner, Köln). Eine ganz andere Technologie, welche offenbar in der Bronzezeit über den europäischen Kontinent hinaus verbreitet gewesen war, arbeitete mit mundgeblasener Luftzufuhr (Roden 1988). Tönerne Düsen wurden auf das Ende eines Blasrohres gesteckt und direkt auf den mit Holzkohle überhäufteten Tiegel

gehalten. Aus der Schweiz ist bis jetzt eine einzige Düse als solche erkannt und publiziert worden, sie stammt aus der frühbronzezeitlichen Siedlung Arbon-Bleiche TG (Roden 1988, 64). Von der gesamten ostschweizerischen Seeufer-Bronzezeit kennen wir keinen einzigen rekonstruierbaren Gusstiegel, und so mussten wir auf neolithische Vorbilder zurückgreifen. Als Vorlage für unsere experimentellen Tiegel diente ein pfynzeitlicher Gusstiegel von Zürich-Mozartstrasse (dendrochronologisch auf ca. 3600 BC datiert, Abb. 3) und ein horgenzeitliches Fragment von Zürich-Seefeld (um 3000 BC, Abb. 4).

Die beiden einzigen bisher bekannten Tiegel aus der Horgener Kultur besitzen einen Tüllengriff, in welchen ein Holzstiel gesteckt werden kann. Dieses Griffschema hat sich in die Bronzezeit fortgepflanzt, wobei die Tüllenöffnung von anfänglich rund über oval auf vierkantig wechselte (Fasnacht 1990, Rageth 1974, Tf. 89,90). Damit wird eine optimale Handhabung erreicht und ein seitliches Abgleiten vom Holzstiel verunmöglicht. Das ältere Pfynerschema mit kantig profiliertem Griff starb bei uns aus, während in Frankreich, auf der Fundstelle Fort Harrouard, ein Tiegel mit typähnlichem Griff mit Bronzezeitkeramik vergesellschaftet zu sein scheint (Mohen et Bailloud, 1987, Pl.104/1). Der Zungengriff des Pfyner Tiegels kann zwischen zwei Aeste geklemmt werden; die Handhabung steht der des Tüllengriffs in nichts nach.

Bronzezeitliche Gussformen aus dem unteren Zürichseebecken sind im Vergleich zu Oefen und Tiegeln gut belegt (Weidmann 1981). In der Vorbereitung für das Pfahlbauand experimentierten wir mit Ton, Sandstein und Lavez als Rohstoffe für unsere Gussformen. Jedes dieser Materialien stellt wieder andere Probleme, welche wir nur oberflächlich verfolgen konnten. Für den täglichen Guss vor Ausstellungsbesuchern ist das Wachsauerschmelzverfahren, d.h. der Guss in die verlorene Form, zu aufwendig. Die Herstellung von temperaturresistenten und doch fein abzeichnenden Keramikgussformen zieht sich über Wochen hin, da die organische Magerung zuerst verrotten muss, bis der Ton geschmeidig genug ist. Am rationellsten erwies sich bald einmal der Einschalenguss in die Sandsteinform. Um möglichst authentisch zu bleiben, suchten wir einen Sandstein in der Umgebung. Sehr harte, auch heute noch abgebaute Sandsteine, stehen am oberen Zürichsee an, z.B. am Buechberg zwischen Nuolen und Uznach. Innerhalb ein und desselben Aufschlusses existieren jedoch grosse Qualitätsunterschiede. So gelangen uns in der einen Form problemlos 20 Güsse, bis die Form oder der Gusstrichter ausbrach, während andere Sandsteinformen gleicher Herkunft nicht einen einzigen Guss überstanden. Es erstaunt deshalb nicht, dass

prähistorische Sandsteinformen bis aufs letzte ausgenützt, d.h. oft beidseitig benutzt wurden. Gewiefte Archäologen bemerkten denn auch, dass unsere Gussformen dicker waren als die bronzezeitlichen Originale. Wir argumentieren dahingehend, dass die archäologischen Funde verbrauchte, nach vielfachem Abschleifen und Wiedereinritzen abgenutzte Stücke belegen, während wir Interesse hatten, mit dicken, möglichst noch mehrfach abschleifbaren Formen zu beginnen.

Prädestiniertes urgeschichtliches Objekt für den Einschalenguss in Sandstein ist die Sichel (Abb. 5). Für die serienmässige Herstellung der Negativformen verwendeten wir Stahlmeissel. Immerhin stellten wir an einer Gussform sicher, dass dies durchaus auch mit einem Meissel aus einer 10%-Zinnbronze möglich ist; nur muss das Werkzeug alle paar Minuten nachgeschliffen werden.

Wesentlich einfacher ist die Bearbeitung von Lavez- oder Speckstein, woraus prähistorische Gussformen zwar nicht aus dem Raume Zürich, jedoch im Tessin und in Graubünden nachgewiesen sind. Eine defekte Form kann innert Minuten auf einem Sandstein abgeschliffen und sogar mit einem Holzmeissel nachgezogen werden. Auch beim Speckstein finden sich in derselben Lagerstätte verschiedenste Qualitäten. Auf der Alpe di Magnello, im Valle di Campo TI (Pfeifer 1989, 44), wo wir die Rohlinge für unsere Gussformen aus einem Bachbett auflasen, liegen drei klar verschiedene Härtegrade vor. Erste Untersuchungen an Originalen, z.B. aus Savognin-Padnal, legen die Verwendung des weichen Gesteinstyps nahe.

Die meisten Experimente führten wir mit Reinkupfer und -zinn durch. Arsenlegierungen, wie sie aus der frühen Kupferzeit vorliegen, konnten wir zwar auch aufschmelzen und zu brauchbaren Objekten giessen, jedoch war unser Verlust an Arsen sehr hoch (Abb. 6). Das Milieu in unserem Schmelzherd scheint viel zu oxidierend zu sein. Mit Nickel- und Bleizusätzen erreichten wir auch keine befriedigenden Ergebnisse. Blei scheint stark zu seigern, d.h. während des Erstarrungsprozesses in der Gussform genügend Zeit zu haben, um nach unten zu sinken. Kupfer-Nickellegierungen ergaben äusserst poröse Gussobjekte. So stiegen wir rasch wieder auf Zinnbronze um. Den optimalen Gebrauch von hohen Bleizusätzen, wie sie vor allem in der späten atlantischen Bronzezeit belegt sind, nachzuvollziehen, bleibt einem fortgeschrittenen Experimentierstadium vorbehalten.

Ein archäologisch relevantes Problem beim Aufschmelzen von Bronze ist der Verlust von Zinn durch Wegoxidieren. Da Zinn im schweizerischen Mittelland nicht gerade vor der Haustüre liegt, ist anzunehmen, dass mit diesem Rohstoff äusserst sparsam umgegangen wurde. Mit dem Aufschmelzen von Reinkupfer und

der Zugabe der Zinnkomponente erst im letzten Moment vor dem Guss kann dieser Verlust auf ein Minimum beschränkt werden. Da der Schmelzpunkt der Legierung tiefer liegt als der des Kupfers, erreicht man mit diesem Vorgehen zudem jene Ueber-temperatur, welche zum Giessen dringend benötigt wird. So wird eine konstante Qualität der Gussstücke sichergestellt, da auf diese Weise nie auf Gutdücken gegossen wird. Beim Wiedereinschmelzen von Altbronze wird wohl der Giesser ebenfalls noch ein Stücklein Zinn beigegeben haben. Dies mag die stark streuenden Zinngehalte von archäologischen Objekten zwischen 4 und 12 % erklären. Wir haben für unsere Experimente das Kupfer-Zinn-Verhältnis bewusst nicht abgewogen, um zu schauen, wie gut wir "aus dem Handgelenk" legieren können. Erste Analysen ergaben relativ konstante Zinngehalte um 6 % , mit einigen "Unfällen" von über 20 %.

3. Ausblick

Zwar gingen wir mit dem Schliessen der Tore des Pfahlbaulandes eines idealen Experimentiergeländes verlustig, jedoch sind die Versuche beileibe nicht abgeschlossen. Eine umfassende analytische Nachbearbeitung der experimentellen Gussobjekte ist aufgrund der ersten metallkundlichen Untersuchungen dringend notwendig. Man wird uns entgegenhalten, dass der prähistorische Giesser sich ja mit dem Objekt an sich begnügen musste und nicht in das Metall "hineinschauen" konnte wie wir heute mit Mikroskopen und Röntgenstrahlen. Im Gegensatz zu uns brauchte er dies auch nicht, da er über einen uns längst verloren gegangenen Erfahrungsschatz verfügte, die Qualitätskontrolle also permanent eingebaut war.

Um die Homogenität unserer Güsse zu prüfen und mit Originalen zu vergleichen, liessen wir Röntgengrobstrukturanalysen durchführen. Herrn Dir. W. Flury von der Firma IWM, Glattbrugg und Frau Irmgard Bauer, Museum für Urgeschichte, Zug, sei an dieser Stelle herzlich für die Zusammenarbeit gedankt. Nach ersten Vergleichen mit Röntgenbildern von bronzezeitlichen Objekten können wir festhalten, dass unsere Experimentiergruppe zwar die Handhabung des Gussvorgangs im Griff hat, jedoch nicht die Einhaltung einer konstanten Qualität. Die originalen Bronzen bewegen sich bezüglich Porosität, Lunker und Verunreinigungen innerhalb eines wesentlich engeren Rahmens als unsere experimentellen Objekte (Abb. 7). Nur knapp die Hälfte unserer Güsse erfüllt die "prähistorischen Qualitätsanforderungen". In einem zweiten Schritt müssen nun Zusammensetzung und Gefüge untersucht werden, um die verschiedenen Schmelzparameter in ein Gleichgewicht zu bringen. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die Originalwerkzeuge gegläht und geschmiedet, d.h. rekristallisiert sind, während wir die meisten

unserer Objekte als Gussrohlinge beliessen. Dass der bronzezeitliche Schmied auch diesen letzten Schritt der Fertigung bestens beherrschte, wissen wir von metallographischen Untersuchungen an Nadelspitzen und Schneiden von Rasiermessern, Sichel und Beilen.

Auch die nichtmetallischen Ueberreste unserer Experimente, wie Schlacken und verglaste Ofenwandung, stellen ein unerschöpfliches Reservoir an archäometallurgischen Informationen dar. Ziel der Untersuchungen dieses Materials ist es, das morphologische Spektrum der anfallenden Zeugen aus einem bekannten und kontrollierten pyrotechnischen Prozess zu erfassen und auf die Zusammensetzungen hin zu analysieren. Die daraus gewonnenen Daten dienen anschliessend der Interpretation von meist fragmentarischen Befunden auf archäologischen Ausgrabungen.

Walter Fasnacht
Abteilung für Urgeschichte
Universität Zürich
Künstlergasse 16
8006 Zürich

Bibliographie:

- Fasnacht, W. (1989): Les premiers creusets de la Civilisation de Horgen trouvés en Suisse. *Antiquités Nationales* 21, 11-13. *St-Germain-en-Laye*.
- Maggetti, M., Baumgartner, D., Galetti, G. (1991): Mineralogical and Chemical Studies on Swiss Neolithic Crucibles. *Archaeometry* '90, 95-104, *Birkhäuser, Basel*.
- Mohen, J.-P. et Bailloud, G. (1987): La vie quotidienne, les fouilles du Fort-Harrouard. L'âge du bronze en France - 4, Picard, Paris.
- Pfeifer, H.-R. (1989): Wenig bekannte Beispiele von ehemaliger Lavez-Ausbeute in den südlichen Alpentälern. *Minaria Helvetica* 9, 8-54.
- Rageth, J. (1974): Der Lago di Ledro im Trentino und seine Beziehungen zu den alpinen und mitteleuropäischen Kulturen. *Bericht RGK* 55, 73-260.
- Roden, Ch. (1988): Blasrohrdüsen, ein archäologischer Exkurs zur Pyrotechnologie des Chalkolithikums und der Bronzezeit. *Der Anschnitt* 40/3, 62-82.
- Weidmann, Th. (1981): Bronzegussformen des unteren Zürichseebeckens. *Helvetica Archaeologica* 45-48, 218-229.



Abb. 1:

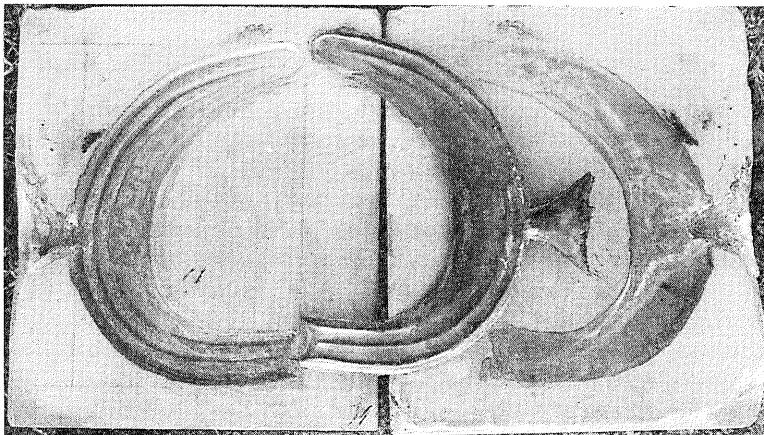


Abb. 5:

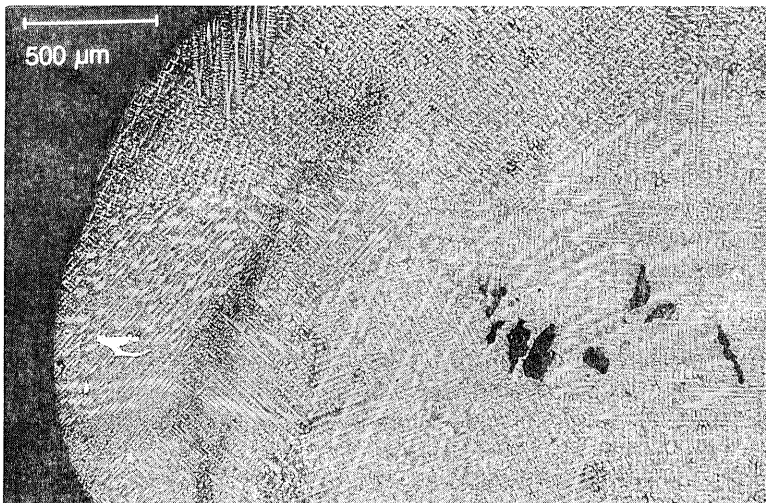


Abb. 6:

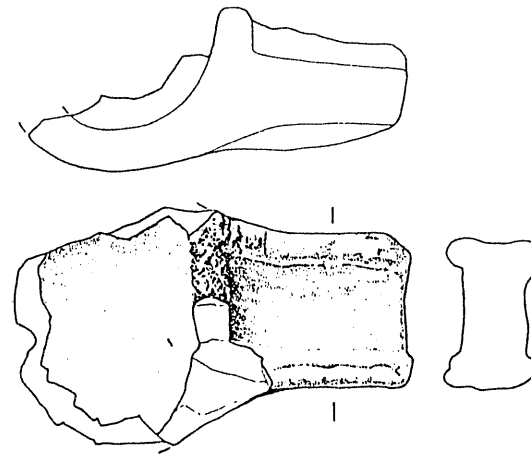


Abb. 3:
Gusstiegel aus der Grabung
Zürich-Mozartstrasse,
pfynzeitlich, ca. 3600 BC.
(Bildnachweis: E. Gross et. al.
1987, Tf.5,13)

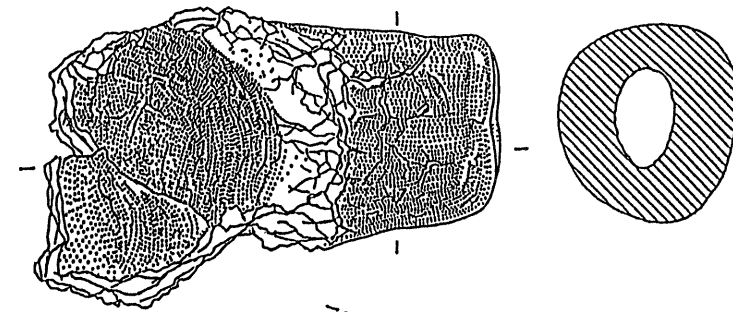


Abb. 4:
Gusstiegel aus der Grabung
Zürich-Seefeld, horgenzzeitlich,
ca. 3000 BC. (Zeichnung:
M. Reuschmann)



Abb. 1: Der Schmelzherd im Betrieb: Mittels lederner Blasbälge wird alternierend Luft auf den mit Holzkohle bedeckten Tiegel geblasen. Die Sandsteingussformen befinden sich zum Vorheizen ebenfalls im Herd. (Photo: E. Brun)

Abb. 5: Experimenteller Sichelguss in die einschalige Sandsteinform. Der Sandstein stammt vom Uzner Berg, Uznach SG. (Photo: W. Fasnacht)

Abb. 6: Mikrogefüge eines Gussabfalls mit ca. 1.5% Arsen. Die aufgeschmolzene Legierung hatte einen Anfangsgehalt von ca. 6% Arsen. Auflichtmikroskopie an poliertem Anschliff, mit Eisenchlorid geätzt. (Photo: W. Fasnacht)

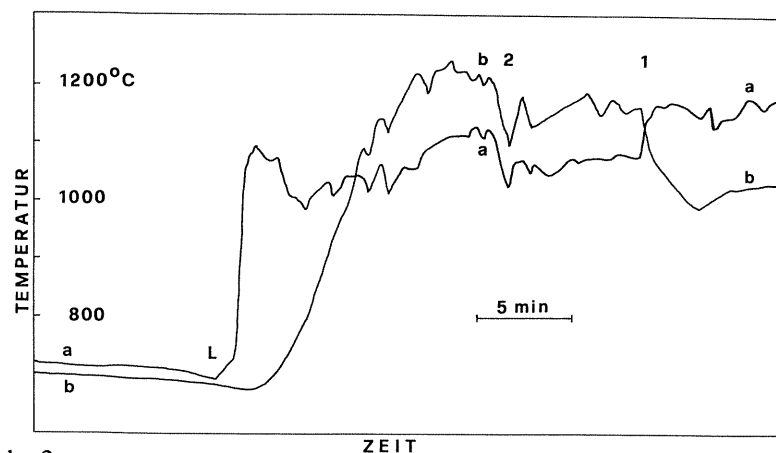


Abb. 2:
Temperaturverlauf während eines Schmelzversuchs mit Holz,
gemessen mit 2 Thermosonden:
Kurve a: Sonde direkt über dem Tiegel;
Kurve b: Sonde im Holzstoss, neben dem Tiegel;
Punkt L: Beginn der künstlichen Luftzufuhr, ca. 200 l/Min.
Punkt 1: Umkippen der Temperatur nach Umwandlung des Holzes
in Holzkohle;
Punkt 2: Unterbruch von wenigen Sekunden in der Luftzufuhr.

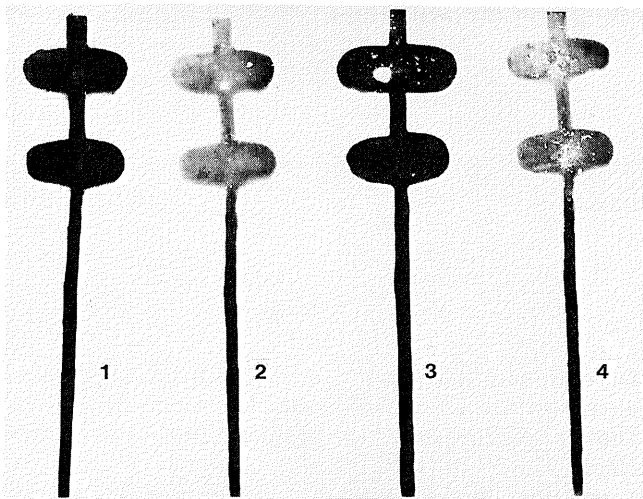


Abb. 7:
Röntgengrobstruktur von vier im Pfahlbau land gegossenen
Doppelflügelnadeln. Fallender Guss in die einschalige
Lavezsteinform. Gussfehler und starke Porosität im Bereich der
Flügel (in der Gussform zuunterst) infolge zu rascher Abkühlung
des Metalls. (Photo: Firma IWM, Glattbrugg)

Ludwig Eschenlohr, Section d'archéologie de l'Office du patrimoine historique, Porrentruy

LE SITE SIDÉRURGIQUE DE BOÉCOURT-LES BOULIES (JU - CH)

Les recherches archéologiques au lieu-dit Les Boulies à Boécourt, entreprises par la Section d'archéologie de l'Office du patrimoine historique du canton du Jura, ont été nécessitées par des travaux de comblement dus à la construction de l'autoroute N16/Transjurane¹.

Les fouilles de sauvetage sur le site de deux bas-fourneaux mérovingiens ont été menées à terme en trois mois avec une équipe de quatre personnes (coordonnées fédérales : 584.521/245.537).

Dans le contexte des investigations, une étude a également porté sur les vestiges miniers aux alentours du site. La publication de ces recherches est actuellement en cours et paraîtra dans le courant de cet automne². Cet article donne un aperçu des données de fouilles et de quelques résultats obtenus durant l'élaboration.

Contexte chronologique

Dans l'état actuel de la recherche, les données concernant la sidérurgie du Haut Moyen-Age en Suisse sont relativement abondantes :

- canton de Schaffhouse : Merishausen - 1 fourneau (fouilles W.Guyan).
- canton du Jura : Boécourt - 2 fourneaux (fouilles L.Eschenlohr); maints autres indices dans la littérature (A.Quiquerez) et par la prospection actuelle.
- canton de Vaud : Montcherand - 9 fourneaux (élaboration E.Abetel); Bellaires I à III 8 fourneaux, Prins-Bois II - 1 fourneaux (fouilles P.-L.Pelet).

A une échelle plus régionale, la découverte d'un site de réduction du minerai de fer à Boécourt prend une importance certaine du fait de la présence de riches nécropoles mérovingiennes dans le canton du Jura. Nous disposons ainsi de plus en plus d'indices parlant pour une vie sociale et économique déjà bien développée durant la période du Haut Moyen-Age dans ces contrées. La datation exacte des deux bas-fourneaux de Boécourt est de 550-650 apr. J.-C.; elle a été obtenue par C14 et archéomagnétisme³.

Affleurements régionaux

Connus de longue date pour leur grande richesse en minerai, les gîtes de matières premières ferrugineuses du bassin de Delémont ont fait l'objet d'exploitations probablement depuis l'âge du Fer. Le site de Boécourt se trouve à l'extrémité ouest de ce bassin.

Dans l'histoire des recherches sur la sidérurgie, cette région a déjà donné lieu à de nombreuses investigations par l'inspecteur des mines Auguste Quiquerez, durant la deuxième moitié du XIXe siècle⁴.

Dans le cadre chronologique tel que nous l'avons tracé, seule une exploitation des affleurements connus dans les environs immédiats du site peut être envisagée, car aucun indice ne permet d'associer une structure de type puits ou galerie aux activités sidérurgiques de l'époque concernée. Deux points d'affleurements ont pu être observés en aval de la zone des vestiges miniers. Les deux sont faciles d'accès et ne comportent pas de traces d'exploitation récente.

Les vestiges d'activités minières

Différents types de structures, tels que dépressions, taches et monticules ont été décelés dans la topographie d'un vallon orienté ouest-est en aval du site de réduction (fig. 1). Pour

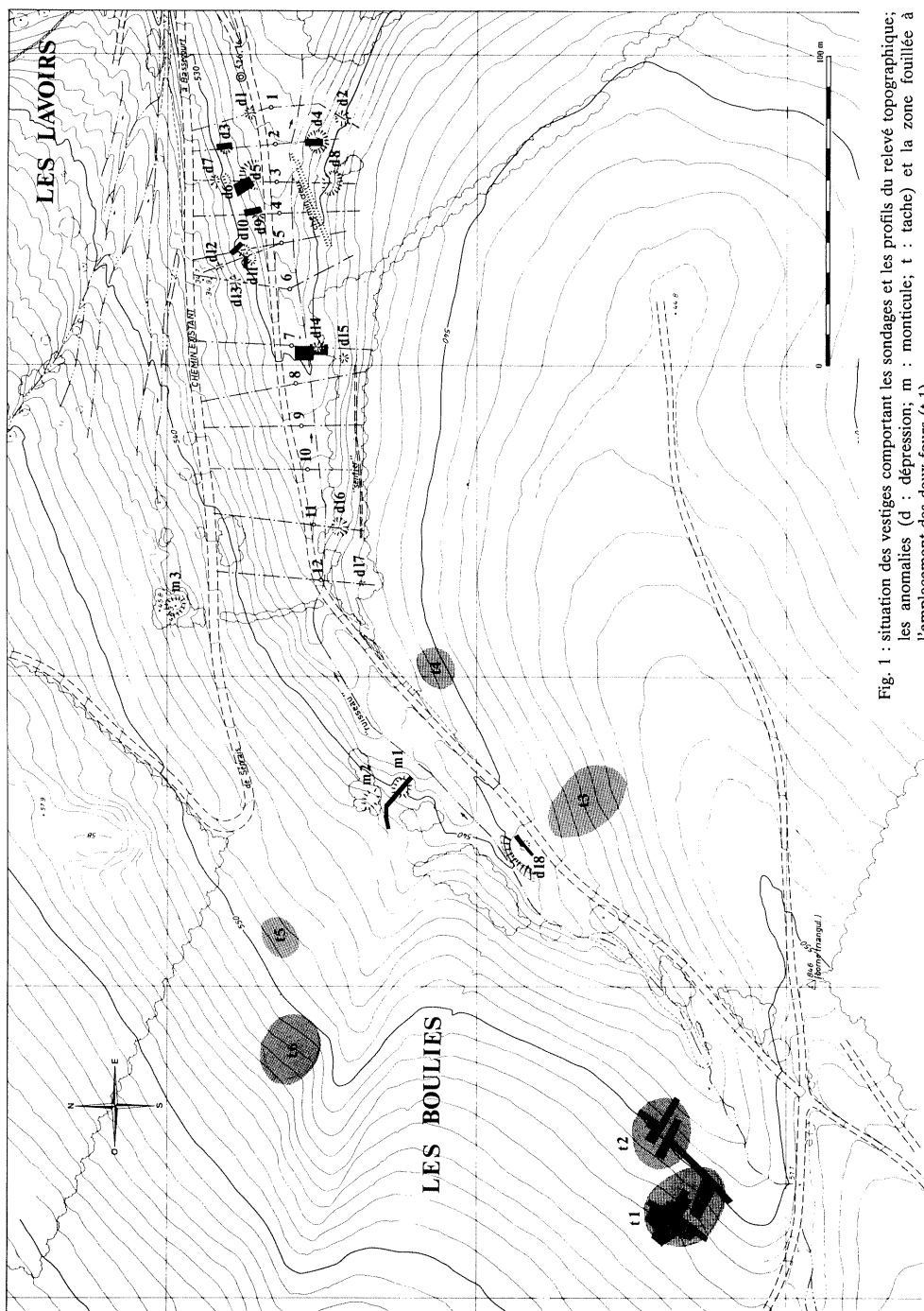


Fig. 1 : situation des vestiges comportant les sondages et les profils du relevé topographique; les anomalies (d : dépression; m : monticule; t : tache) et la zone fouillée à l'emplacement des deux fours (t 1).

l'essentiel, il s'agit de dépressions circulaires (au nombre de 20 environ). Leur profondeur varie selon le degré de comblement. Deux d'entre elles sont de forme allongée. Les taches (au moins 5) sont plus ou moins circulaires et se distinguent sur le terrain par leur coloration rougeâtre. Une seule diffère par sa couleur noire : il s'agissait de l'emplacement du site de réduction (fig. 1, t 1).

D'après les observations géologiques, plusieurs dépressions circulaires peuvent être mises en relation avec le lavage du minerai. Une de celles de forme allongée met en évidence l'existence d'un cours d'eau au fond du vallon. L'utilisation de ce cours d'eau dans le processus de lavage du minerai est attestée par la coloration rougeâtre de ses sédiments qui contiennent de nombreux pisolithes.

Les monticules (au moins 3) montrent une stratigraphie généralement uniforme constituée de Sidérolithique déplacé. De même, les taches sont à considérer comme des monticules de minerai arasés ou épuisés. Cette hypothèse est confortée par la présence d'une telle tache à proximité immédiate des aires d'activités des deux bas-fourneaux (fig. 1, t 2).

Pour cette micro-région des Boulies, une vision spatiale de la répartition des activités peut être proposée. En effet, à partir des affleurements, il est plausible de percevoir le cheminement du minerai et de son traitement jusqu'aux bas-fourneaux. En passant par les endroits de lavage (dépressions), le minerai est stocké dans des dépôts intermédiaires (taches et monticules) avant d'être introduit dans l'aire d'activités des structures de réduction.

Cette vision doit cependant, malgré sa cohérence, rester hypothétique : nous manquons en effet de toute relation stratigraphique et d'éléments de datation.

Le site de réduction du minerai de fer

Les bas-fourneaux de Boécourt et les aires d'activités qui y sont rattachées se trouvaient au moment des fouilles à ciel ouvert et non pas en forêt. De ce fait, la tache noire qui délimite le site était relativement visible. Les travaux agricoles ont toutefois provoqué un étalement des vestiges mobiles.

Après un premier décapage mécanique, des zones assez bien délimitées ont été observées dans le périmètre de la tache noire. Leur contenu est caractérisé par une masse très hétérogène d'éléments de paroi sableuse de couleur orange-rouge à gris-bleu, de scories en tout genre, de fragments de tuyères et de charbon de bois. Il s'agit de zones de rejets ou de remblais d'éléments provenant de fourneaux détruits et de déchets issus de leur production (fig. 2).

Légèrement en aval des deux bas-fourneaux, un ensemble de plusieurs structures de combustion (au moins 5) a pu être documenté. Ces structures se composent alternativement de minces lits de charbon de bois et de pisolithes. Si le mode de formation de tels dépôts n'est pas encore compris, la fonction de ces structures est cependant évidente : elles sont à interpréter comme des foyers de grillage du minerai lavé et sont situées entre la tache, interprétée comme dépôt de minerai, et les deux fours.

Les deux bas-fourneaux proprement dits, sont situés sur un léger replat à flanc de coteau, dont la pente est orientée d'ouest en est (fig. 3). Ils ont servi à produire du fer, selon l'ancienne méthode dite de réduction directe.

Le **bas-fourneau 1** est constitué d'une bordure extérieure de pierres posées à même le sol, qui s'est conservée uniquement au niveau de la première assise (fig. 4). Vers l'intérieur, la paroi est formée de tuiles romaines fragmentées posées de chant, prises dans un remplissage sableux. La paroi interne du fourneau est constituée presque en intégralité de sable, avec une faible matrice en argile. Une tuyère a été préservée en place dans la partie occidentale de cette paroi. A plusieurs endroits de la structure, on observe des traces d'importantes réfections. Les bordures lithiques de la cuvette creusée à l'avant du fourneau en sont un exemple. Elles ont été rajoutées après quelques phases de fonctionnement du fourneau.

La construction du **bas-fourneau 2** diffère sensiblement de celle du fourneau 1 (fig. 5). Le

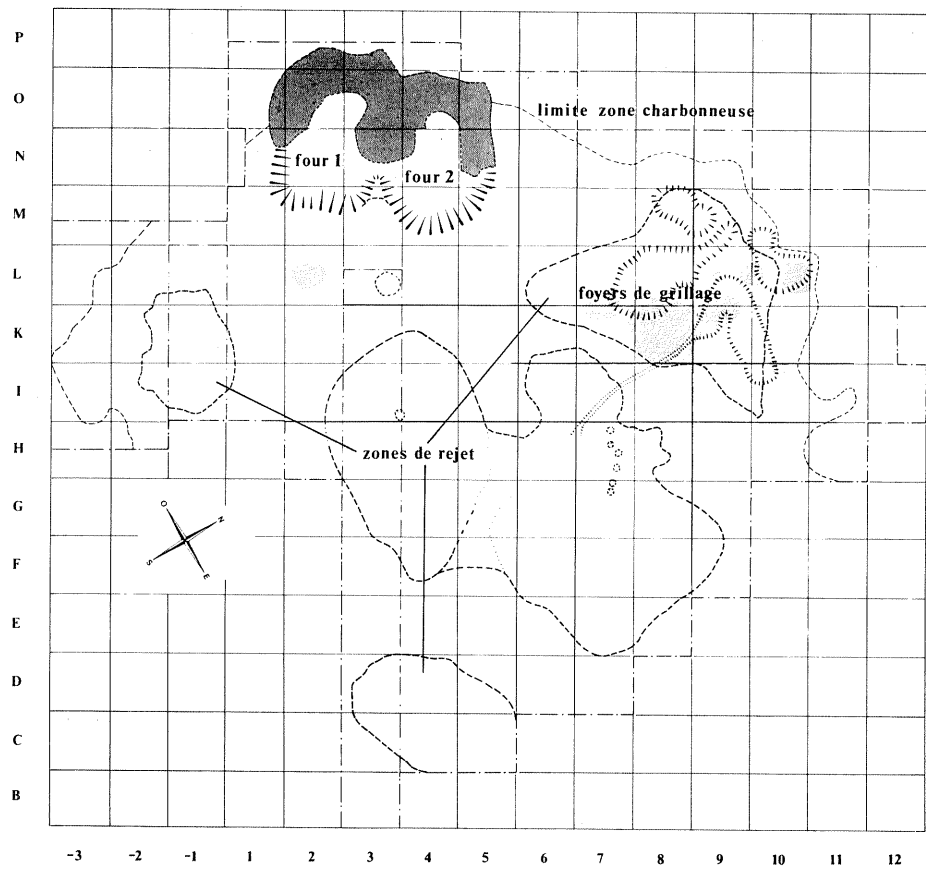


Fig. 2 : surface fouillée, avec les deux bas-fourneaux, les zones de rejet, les foyers de grillage et autres anomalies.

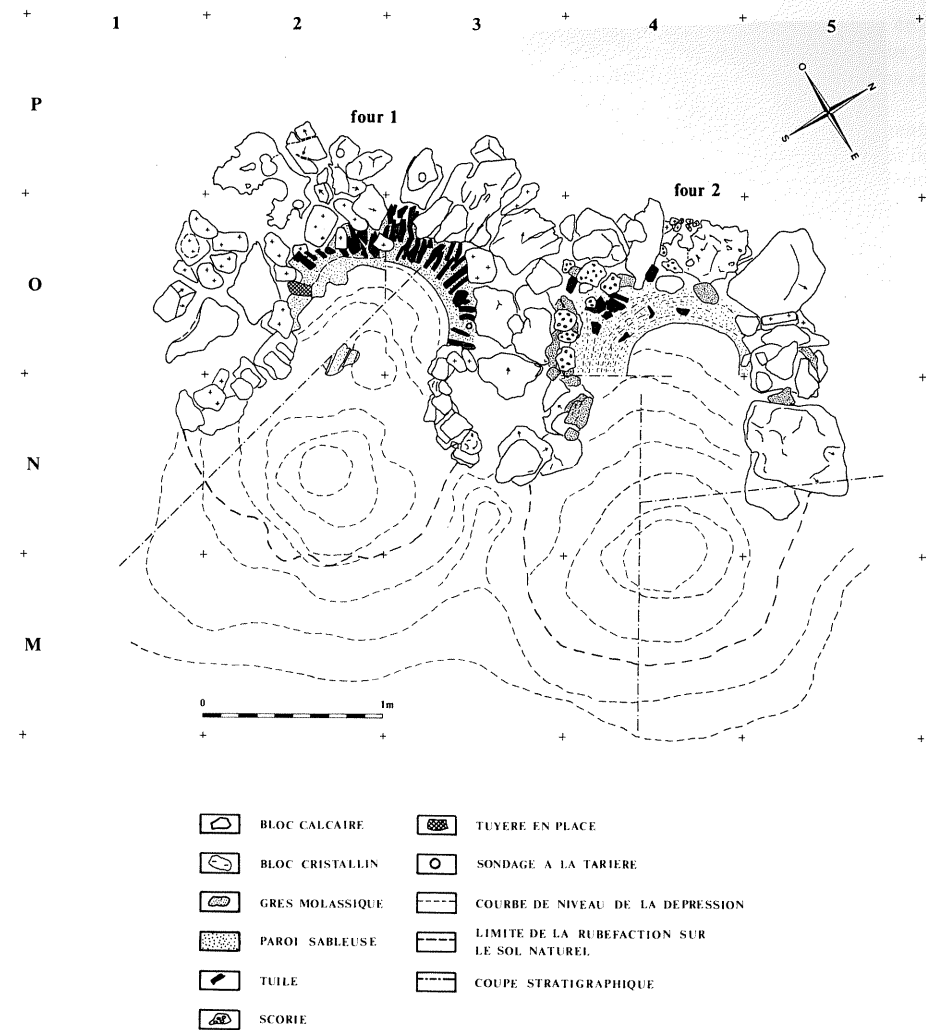


Fig. 3 : les deux bas-fourneaux (four 1 et four 2).

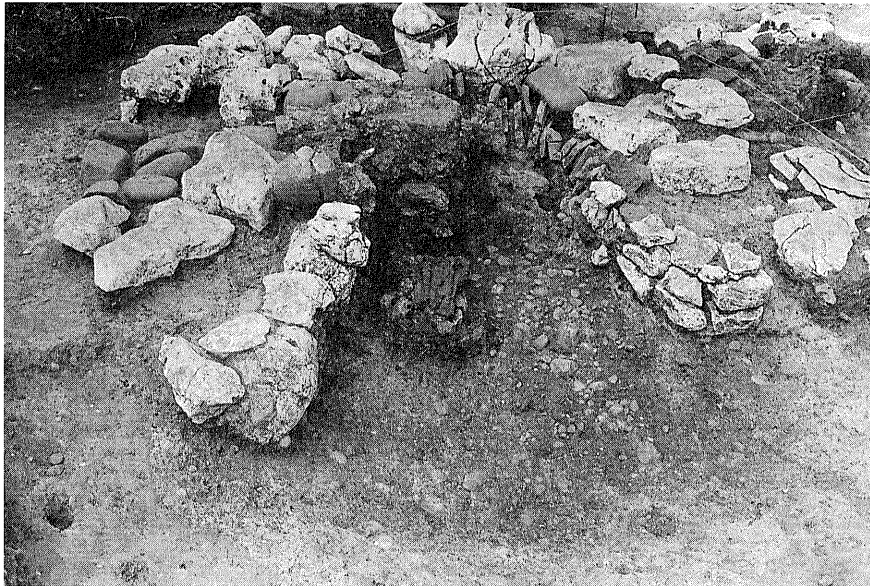


Fig. 4 : four 1, pratiquement vidé de son remplissage.



Fig. 5 : four 2, vidé de son remplissage.

substrat naturel a été creusé afin que l'assise de la bordure lithique extérieure puisse être implantée. Bien qu'essentiellement constituée de blocs calcaires et cristallins, comme dans le fourneau 1, cette bordure contient des grès molassiques rouges (ou rougis) et des scories en forme de calotte, éléments qui sont absents dans la construction du premier fourneau.

La masse considérable de blocs dégagés en aval de cette structure est frappante : ces éléments ont dû former le revêtement externe du fourneau en élévation. Le remplissage au sommet de la structure corrobore cette interprétation. Il est constitué de plus de 80% d'éléments sableux provenant de la paroi interne en élévation. Seul un obstacle important comme un manteau de pierres extérieur a pu provoquer un tel effet d'appel au vide, lors de l'écroulement de la structure à l'abandon. Le bas-fourneau 2 montre dans sa partie gauche une importante réfection de la paroi interne sableuse. Comme pour le fourneau 1, une cuvette se situe devant l'ouverture.

Données quantitatives concernant le fonctionnement des deux fourneaux

L'essai de quantification sur le site de Boécourt se base sur des données recueillies au cours de la fouille, en particulier sur la dernière coulée retrouvée in situ devant le fourneau 2, laquelle a été remontée et quantifiée au laboratoire. Le poids total de cette coulée est de 40kg.

Nous disposons aussi vraisemblablement de la totalité des tuyères utilisées sur le site. Dans le stade actuel des recherches et tenant compte que les remontages ne sont pas encore achevés, deux types se distinguent : des tuyères relativement courtes (30 env.) et d'autres nettement plus longues (10 env.), soit 40 éléments au total.

D'après les observations de fouille et les études en cours, il est vraisemblable que les tuyères courtes occupaient une position latérale dans le fourneau, telle celle conservée dans la paroi du fourneau 1, tandis que les tuyères longues se plaçaient dans la porte, avec une inclinaison sensible vers le fond du fourneau, ce qui expliquerait fort bien leur longueur supérieure. Sur la base de ces constatations, si l'on admet que deux tuyères ont fonctionné simultanément ou alternativement au cours d'une opération, un remplacement de ces éléments tous les 6 à 7 processus en moyenne paraît plausible.

Le calcul de la quantité totale de scories produites sur le site se base sur la quantification des scories contenues dans 3m² choisis comme échantillons. Il tient compte également de l'épaisseur de la couche sur l'ensemble du site et du rapport établi entre le poids et l'épaisseur moyenne de la couche, suivant la densité de matériel notifiée.

Il en résulte que les deux bas-fourneaux ont produit 5500kg ± 500kg de scories. Par ailleurs, le poids d'une coulée étant d'environ 40kg, on obtient 125 à 150 opérations distinctes, durant lesquelles du fer a été produit.

Il faut souligner que cette estimation ne tient compte que des données du site de Boécourt et de ce fait ne peut être utilisée telle quelle pour un autre site de réduction.

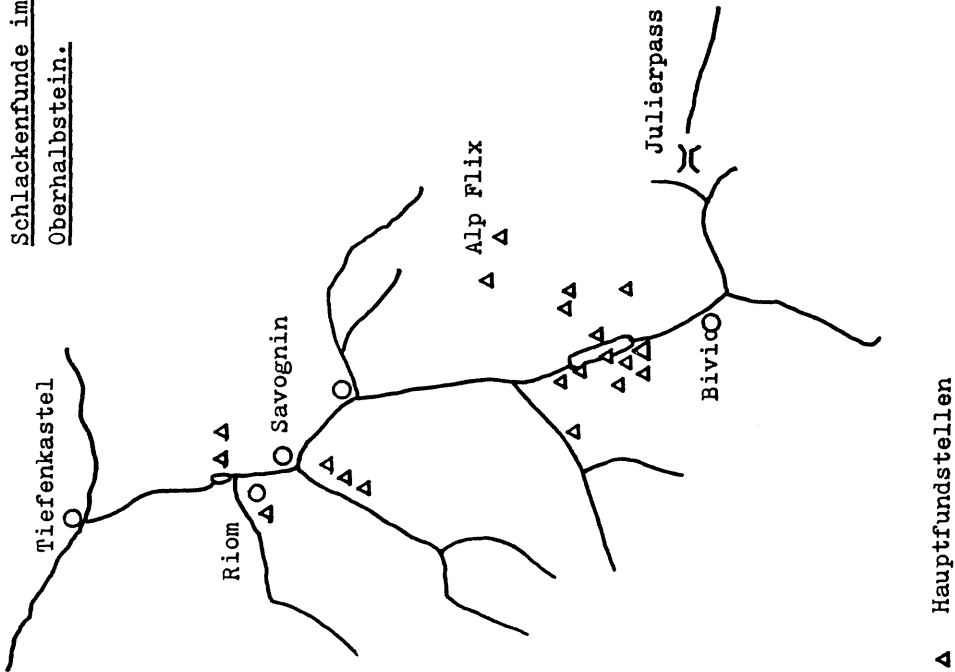
¹ Nous tenons à remercier l'Office fédéral des routes et le Service cantonal des ponts et chaussées pour leur soutien.

² L. Eschenlohr, V. Serneels, Les bas-fourneaux mérovingiens de Boécourt, les Boulies (JU). Cahier d'archéologie jurassienne 3 (à paraître 1991).

³ C14 : Archéolabs, Moudon. Réf. ARC 361, 363 et 386. Archéomagnétisme : Dr. Ian Hedley, Laboratoire de pétrophysique, Département de minéralogie de l'Université de Genève.

⁴ A. Quiquerez : De l'Age du Fer, recherches sur les anciennes forges du Jura bernois, Porrentruy, V. Michel, 1866. Notices historiques et statistiques sur les mines, les forêts et les forges de l'ancien Evêché de Bâle, Berne, Mathey, 1855. Notices sur les forges primitives dans le Jura, Mittheilungen der antiquarischen Gesellschaft in Zürich, Bd. XVII, 4, p. 71-88, 1871.

Schlackenfunde im
Oberhalbstein.



Typische kleinstückige 5 - 30 m/m dicke
Plattenschlacke aus dem Oberhalbstein.

Eduard Brun (Dübendorf)

Der prähistorische Kupferbergbau im Oberhalbstein, Graubünden.

Es mag verfrüht erscheinen, schon heute über den prähistorischen Bergbau auf Kupfererze und deren Verhüttung im Oberhalbstein zu berichten, gibt es doch dazu vorläufig mehr Fragen als konkrete Ergebnisse. So gab es bisher zu dessen Erforschung auch nur wenige Grabungen und Untersuchungen, die kaum zu gefestigten bergbau- und hüttentechnischen Erkenntnissen führten und es sieht nicht danach aus, dass sich daran in naher Zukunft sehr viel ändern dürfte, obwohl es sich vermutlich um eine der ältesten Nutzungen von Erzvorkommen in der Schweiz handelt. Andererseits sind in den letzten Jahren und Jahrzehnten dazu so viele Einzelfunde und Beobachtungen gemacht worden, dass es berechtigt erscheint, diese zusammenfassend darzustellen und einem breiteren Kreise bekannt zu machen. Verbunden damit ist die Hoffnung verknüpft, dadurch auch neue Impulse zu deren weiteren Erforschung auszulösen.

Schlackenhalden.

Auf eine prähistorische Erzverhüttung im Oberhalbstein wurde man erstmals 1946 aufmerksam, als man in einer kleinen Kiesgrube bei Clignia, ca 400 m nordöstlich der Kirche von Cunter, auf eine 20 - 30 cm starke Schlackenschicht stiess, die anschliessend von W. Burkart kurz untersucht wurde (1). Obwohl ihm die Funde von Crestaulta bekannt waren, die auf eine mögliche Verhüttung von Kupferkies in der mittleren Bronzezeit hinwiesen, schrieb er im Bündner Monatsblatt (2): "Nun ist seither im Oberhalbstein ein Neufund aufgetreten, der sichere Anhaltspunkte für prähistorische Eisengewinnung in diesem Tale lieferte". Der Grund, diese "zentnerweise" gefundenen Schlacken einer Eisenverhüttung zuzuweisen, ergab sich aus einer chemischen Analyse (1), die diese als "Eisenschlacken, nicht homogen, mit Kupferoxydationsspuren" auswies. Berücksichtigt man, dass Schlacken aus der Kupferverhüttung tatsächlich Eisenoxydgehalte von 40 - 60 % aufweisen, wie spätere Analysen mehrfach bestätigten, so kann die Annahme einer Eisenverhüttung kaum überraschen, umsomehr als im Oberhalbstein der Betrieb von Eisenhütten vor allem im 18./19. Jahrhundert bekannt war. Zu-

dem wiesen ebenfalls gefundene Topfscherben das Alter der Fundstelle als vorrömisch oder eisenzeitlich aus. Diese Einstufung der Schlacken von Clignia als der Eisenverhüttung zugehörig bewirkte eine eigentliche "Weichenstellung", was ihre wahre Natur als Kupferverhüttungsprodukte erst relativ spät erkennen liess. Tatsächlich muss die Erzverhüttung in dieser Gegend damals einen beträchtlichen Umfang erreicht haben, denn bei spätern Bauarbeiten an diesem Hange stiess man auf weitere Schlackendepots, so bei der 50 m höher gelegenen Wasserfassung und beim Aushub für das rund 100 m entfernte, an der Julierstrasse liegende Hotel Dafora. Diese Aufeinanderfolge von Schlackendepots übereinander am gleichen Hang konnte später auch andernorts wiederholt beobachtet werden.

Sechs Jahre später, 1952, während des Baues des Staudammes und der Planierarbeiten im Gebiet der ehemaligen Marmoreraebene, stiess man erneut auf zwei Schlackendepots westlich und östlich des ehemaligen Dorfes sowie eines dritten am Fusse des Burgfelsens. Vom Fundplatz über dem linken Ufer des alten Julialaufes entlang des westlichen Steilhanges, erwähnt B. Frei (3), der diesen in Vertretung des schwer erkrankten W. Burkarts untersuchte, eine grosse Menge kleinstückiger Schlacken, zwei Schmelzgruben, ein von Platten umstellter Vorratsraum sowie eine grössere Zahl von Tondüsenfragmenten, woraus man erneut auf eine Eisenverhüttungsanlage schloss. Oestlich des Dorfes, auf der Flur Pardeala am Natonsbach, stiess man auf eine 4,4 m lange und 1,2 m breite Steinsetzung nebst viel kleinstückiger "Eisenschlacke", in der eine Röstanlage vermutet wurde. Leider fielen diese einmaligen archäometallurgischen Funde samt dem Dorfe Marmorera dem neuen Stausee zum Opfer, doch konnten sie zumindest noch photographisch festgehalten werden (4).

1974 beobachtete Jakob Krättli, Riom, unterhalb des Staudammes bei Marmorera-Scalottas in einem geöffneten Kanalisationsgraben zwei dunkle, mit "Eisenschlacken" ausgefüllte Gruben. Durch J. Rageth vom Archäologischen Dienst des Kt. Graubündens konnten die bereits weitgehend zerstörten Gruben noch untersucht und deren Inhalt geborgen werden. Nebst der bereits bekannten Plattenschlacke enthielten sie vor allem auch eine

grössere Menge an sogen. Ofenkeramik - einerseits leicht konische Blasdüsen von ca 15 m/m Wandstärke, 40 m/m Mündungsdurchmesser und bis zu 20 cm Länge, anderseits etwas dünnere Wandscherben mit Durchmessern von 15- 25 cm, deren Funktion anfänglich unbestimmt war. Ihr Alter wurde als latènezeitlich eingestuft und der gesamte Befund einer Eisenschmelzgrube zugeordnet, die evt. noch über einen jeweils wieder zerstörten Schacht- oder Kaminaufbau verfügt hatte (5).

Durch den Archäologischen Dienst Graubünden wurde mir 1978 ein handgeschriebener Brief des damals schon über 80-jährigen Gian Giovanoli von Tartar zugestellt, in dem er auf eine "Eisenhalde" bei Clavè d'Mez über dem südwestlichen Ende des Marmorera-sees aufmerksam machte, die er von früher her kannte. Seine genaue Lagebeschreibung erlaubte es, diese in einer gegen Süden offenen Waldlücke ohne Schwierigkeiten aufzufinden - eine teilweise noch offen liegende Schlackenhalde von gegen 400 m² Ausdehnung. Etwa 300 m westlich davon und 35 m höher fand ich später auf der Krete noch eine zweite kreisrunde Halde von ca 70 m² Fläche. Beide führten die typische Oberhalbsteiner-Plattenschlacke mit vereinzelt sekundären Kupferausscheidungen. Ein Hirte machte mich noch darauf aufmerksam, dass bei der seinerzeitigen Erstellung einer Milchleitung am Hang südlich dieser zwei Halden, zwischen Caschegna und Tges Alva, mehrfach solche "Schieferlagen" durchfahren worden seien. Bei einer Nachsuche liess sich oberflächlich allerdings nichts mehr davon feststellen. Ausgedehnte Geländebegehungen im erweiterten Umkreis beidseits des Marmorera-sees bis hinauf auf die Alp Flix, die Alp Natons und hinunter ins Val Faller, z.T. auf Grund persönlich erhaltener Hinweise, liess die Anzahl von Schlackenfundstellen allein in dieser Zone rasch auf 15 ansteigen. Einzelne davon, vor allem im steilen Waldgelände westlich über dem Marmorera-see, lassen noch Steinsetzungen erkennen und sind z.T. durch schwach erkennbare Wegspuren unter sich verbunden.

Auch im Raume Savognin - Riom kam es zu weiteren Funden von teilweise bedeutenden Halden. So wurde südlich der Kirche Som Martegn ob Savognin 1980 bei der Oeffnung eines Leitungsgrabens 15 cm unter der Grasnarbe eine mehrere Meter lange, dichte

Schlackenansammlung durchfahren, die noch unter die Grabentiefe von ca einem Meter reichte. Höher am gleichen Hang bis über Parseiras hinaus sind weitere Schlackendepots feststellbar, meist durch Erosion oder die Begehung des Alpweges ans Tageslicht befördert. Dieser ganze Hang mit etwa 100 m Höhenunterschied scheint noch eine bedeutende Schlackenmenge zu verstecken. Die vor allem bei Cunter geäußerte Ansicht, dass solche übereinanderliegenden Halden aus einem einzigen Depot stammen und durch Hangrutschungen verschleppt worden sind, erscheint mir jedoch bei deren Mächtigkeit, wie in diesem Falle, wenig wahrscheinlich. Viel eher muss man annehmen, dass die benutzten Schmelzplätze oder -Gruben nach ein bis mehrfacher Verwendung wieder neu angelegt oder verschoben worden sind, wobei man evtl. der durch Abholzung nach unten verschobenen Waldgrenze folgte, war doch der Holzbedarf bei diesen Prozessen recht hoch. Nebst den Halden rund um den Marmoreraasee, denen im Gebiet Savognin-Cunter-Riom sowie bei Stierva sind uns heute rund dreissig solcher Depots bekannt.

Prof. Dr. G. Sperl von Leoben machte mich 1982 auf Grund des ihm zugesandten Photomaterials darauf aufmerksam, dass die bei uns so häufigen dünnen Plattenschlacken in Oesterreich meist im Zusammenhang mit der Kupferverhüttung auftreten, aber eher auf jüngeren Hüttenplätzen (6). Durch T. Geiger, Winterthur, wurden danach 5 Schlackenproben von 4 verschiedenen Fundorten chemisch und in ihrem Phasenaufbau untersucht (7). Ihr Eisenoxydgehalt lag zwischen 32,4 - 63,8 % während der Kupferoxydgehalt bei 3 Proben zwischen 0,3 - 0,6 % lag, bei einer bei 1,3 % und nur eine kam auf 6,5 %. Bei so kleinen Probenzahlen können allerdings Zufälle (Einschlüsse hochprozentiger Kupfersulfide) zu stark gewichten. Im Phasenaufbau aber zeigten die polierten Anschliffe bei der lichtmikroskopischen Untersuchung gute Uebereinstimmung mit den von Sperl (8) aufgestellten Unterscheidungsmerkmalen zwischen Schlacken der Kupfer- und Eisenverhüttung. Vor allem der Nachweis kugeliger, blau reflektierender Kupfersulfideinschlüsse liess den sichern Schluss zu, dass es sich bei diesen Probestücken um Relikte aus der Kupferverhüttung handeln müsse (7).

Ganz im Norden des Tales, auf Tiragn oberhalb Stierva, wurde beim Oeffnen eines Entwässerungsgrabens wiederum eine Schlackenhalde angeschnitten, die 1984 durch das Bergbaumuseum Bochum in einer dreiwöchigen Grabungs-Kampagne untersucht wurde. Das hier angetroffene Depot überraschte vor allem durch seine Masse, die bei einer Fläche von 113 m² und 0,9 m maximaler Mächtigkeit auf 76,5 Tonnen berechnet wurde. Das eigentliche Ziel der Grabung, möglichst einen Schmelzofen freizulegen, erfüllte sich aber leider nicht. Im Unterschied zu den meisten übrigen Halden mit ihren dünnen Plattenschlacken erreichten hier grosse grobporige Schlackenkuchen mit über 4 kg Gewicht mehr als 70 % der Gesamtmasse. Obwohl kein Zweifel an ihrem Ursprung aus einer Kupfererz-Verhüttung besteht, stellt sich die Frage, ob die zwei Schlackentypen verschiedenen Phasen des prähistorischen Hüttenprozesses zugerechnet werden müssen (9).

Eine einigermaßen zuverlässige Schätzung der totalen Schlackenmenge aller bisherigen Fundstellen ist heute sicher noch nicht möglich. Von vielen Plätzen ist weder ihre Gesamtfläche noch deren Mächtigkeit bekannt und könnte erst durch Sondiergrabungen einigermaßen bestimmt werden. Versucht man aber auf Grund des äusseren Erscheinungsbildes im Vergleich zu den zuverlässigen Berechnungen von Stierva eine grobe Schätzung vorzunehmen, so kommt man leicht auf mehrere tausend Tonnen Schlacken. Dabei kann mit Bestimmtheit angenommen werden, dass eine erhebliche Anzahl Halden bisher unentdeckt geblieben sind, kamen doch die meisten erst beim Bau von Wegen und Leitungskanälen oder durch natürliche Erosion zum Vorschein. Das Alter der Schlackenhalde wurde ursprünglich auf Grund des kammstrichartigen Oberflächenbildes der gefundenen Ofenkeramik als latènezeitlich eingestuft (5). Die Bergung von Holzkohleresten in diesen Halden erlaubte später C¹⁴-Datierungen, die diese Einstufung nur z.T. bestätigten, andere Funde aber ans Ende der Bronzezeit/beginnende Hallstattzeit zurück verlegten (4). Obwohl deren Entstehung demzufolge in einer Zeitspanne von 500 bis 700 Jahren erfolgte, drängt sich angesichts der bedeutenden Schlackenmenge direkt das Bild einer zumindest zeitweiligen "industriellen" Produktion auf.

Siedlungen.

In Graubünden setzte zu Beginn der Bronzezeit ein eigentlicher Besiedlungsschub in die obere Täler ein. Die Archäologen nehmen heute an, dass die Suche nach Erzvorkommen ein entscheidendes Motiv für diese Bewegung bildete, wobei dann auch geeignete Siedlungsplätze gefunden wurden. Im Oberhalbstein sind heute rund um die Ebene von Savognin-Cunter-Salouf drei solcher Plätze bekannt (10). Von 1971 bis 1983 wurde durch den Archäologischen Dienst des Kantons Graubünden unter der Leitung von J. Rageth auf dem Padnal bei Savognin eine ausgedehnte Forschungsgrabung durchgeführt, durch die 5 grosse Siedlungsphasen aus der Zeit zwischen 2100 und 800 v. Chr. nachgewiesen werden konnten (11). Es ist hier nicht der Platz, auf die z. T. sensationellen archäologischen Befunde näher einzugehen, hingegen interessieren uns die dort nachgewiesenen metallurgischen Tätigkeiten. In verschiedenen Schichthorizonten konnten mehrere Fragmente von Giessformen sichergestellt werden, die eindeutig die Tätigkeit lokaler Bronzegiesser oder -Schmiede belegen. Da dabei sowohl auch Kupfererze wie Schlacken gefunden wurden, stellte sich die Frage, ob in dieser Siedlung auch eine eigentliche Verhüttung solcher primärer Erze (Kupferkies) stattfand. Dazu dürfte allerdings die gefundene Schlackenmenge, im Gegensatz zu den andern ausgedehnten Halden, zu gering sein. Auch scheint es schwer vorstellbar, dass die Bewohner die grosse Brandgefahr eines Hüttenbetriebes mit seinen hohen Temperaturen innerhalb der Siedlung auf sich genommen hätten. Da es sich bei der frühen Kupfergewinnung jedoch um einen mehrphasigen Prozess gehandelt haben dürfte, ist es durchaus denkbar, dass das auf den grossen Schmelzplätzen gewonnene Rohkupfer oder der Kupferstein in oder bei den Siedlungen weiter veredelt und das Hüttenkupfer bei der Bronzeverarbeitung mitverwendet worden ist. Ob angesichts der grossen Schlackemengen, die sicher nicht unbedeutende Mengen an Rohkupfer lieferten, dieses nicht auch direkt als Rohstoff oder Handelsware verwertet worden ist, kann wohl kaum völlig ausgeschlossen werden. Giessformen für den Bronzeguss wurden übrigens nicht nur auf dem Padnal gefunden, sondern z. B. auch auf Caschligns, also in unmittelbarer Nähe der Schlackendepots von Cunter. Zu beantworten wäre auch die

Frage nach der Herkunft des Zinns bei Verwendung lokaler Kupfererze, da es sich meines Wissens bei den aufgefundenen Bronzeobjekten durchwegs um Zinnbronzen handelt, allerdings mit stark wechselnden und oft eher niedrigen Zinngehalten. Im "Neuen Sammler" (1806) wurden zwar Funde von Silber- und Zinnstufen von Ziteil erwähnt (12), doch konnte ein solches Vorkommen bisher nicht bestätigt werden und erscheint geologisch eher unwahrscheinlich. Hingegen sind dort eindeutige Kupfervererzungen nachweisbar. An Fragen an die zukünftige Forschung dürfte es also in diesem Gebiete sicher nicht fehlen.

Verhüttung.

Mit erheblichen Unsicherheiten ist auch die Frage nach den von den frühen Hüttenleuten angewandten Technik zur Erzeugung reinen Kupfers belastet. Aus Steinen aufgebaute niedere Schachtöfen, wie sie von Mitterberg bei Bischofshofen in Oesterreich schon für die Frühbronzezeit beschrieben worden sind (13), konnten bis heute im Oberhalbstein nirgends festgestellt werden. Die bisherigen spärlichen Befunde weisen eher auf die Verwendung einfacher Schmelzgruben, wobei die hier anstehenden, eher armen, Eisen-Kupfersulfide vorerst aufkonzentriert werden mussten. A. Hauptmann (9) weist darauf hin, dass die Oberhalbsteiner Schlacken auffallend viele niedrigprozentige Kupfersulfide enthalten, ganz im Gegensatz zu andern prähistorischen Hüttenplätzen der Kupfergewinnung. Er vermutet daher, dass auf diesen Lokalitäten lediglich ein Kupfer- oder Rohstein (Kupfer-Eisen-Sulfid) mit kaum mehr als 10 - 15 % Cu produziert wurde, aus dem es kaum möglich war, schon im zweiten Schritt metallisches Kupfer zu gewinnen und daher aufwendige mehrphasige Röst- und Schmelzprozesse erforderlich waren. Was wirklich im Bereich dieser Oberhalbsteiner Schlackenhalde produziert wurde, muss vorläufig noch offen bleiben.

Bei den hier auftretenden Schlacken lassen sich grundsätzlich zwei Typen unterscheiden. Die grossen, bis 10 cm dicken und mehrere Kilos schweren, porösen Schlackenkuchen weisen bis cm-grosse Einschlüsse von ungeschmolzenem Erz, Gestein sowie Holzkohle auf. Sie erreichten auf der Grabung von Stierva einen

hohen Anteil an der gesamten Schlackenmenge, während sie auf den meisten andern Halden stark zurücktreten oder zu 5 - 10 cm grossen Brocken zerfallen sind. Den zweiten überwiegenden Schlackentyp im Oberhalbstein bilden die dichten, 5 bis maximal 30 m/m dicken Plattenschlacken mit relativ glatten Oberflächen und wenig Poren oder Einschlüssen. An ihnen sind häufig auch Randwülste zu beobachten, nach denen ein Durchmesser von 10 bis 15 cm der abgestochenen, ausgelaufenen oder sich am Grubenboden angesammelten Schlackenplatten festgestellt werden kann. Oeftern sind sie gegen das Zentrum zu kalottenförmig verdickt. Bei einer Plattendicke von einem Zentimeter ergeben sich dabei Plattengewichte von 0,4 bis max. 1 kg, was auf ein eher geringes Schlackenvolumen pro Abstich oder Schmelzvorgang deutet. Welchem Prozessschritt jede dieser Schlackentypen zuzuordnen ist, ist derzeit nicht klar, wenn auch vermutet wird, dass die dünnen Plattenschlacken eher einem nachgeschalteten Raffinations-schritt zuzurechnen sind (9). Die für die einzelnen Prozess-schritte zu erwartenden Zwischen- oder Endprodukte konnten bisher auch nicht gefunden oder nachgewiesen werden.

Zu den dabei benutzten Schmelzanlagen können einige Hinweise aus den 1952 in der Marmoreraebene freigelegten Gruben und Steinsetzungen, sowie aus den 1974 untersuchten Schmelzgruben von Marmorera-Scalottas, abgeleitet werden. Sie erlauben die Vermutung, dass die Oberhalbsteiner Kupferschmelzer in den Boden eingetiefte Schmelzgruben benutzten. Ob diese zur Verbesserung des Zuges noch mit einem Kamin versehen waren, das jeweils wieder zerstört wurde und inzwischen völlig zerfallen ist, oder ob das Feuer von oben her geblasen wurde, lässt sich z.Zt. so wenig entscheiden wie die Frage, ob im ganzen Tale und über die gesamte Zeitperiode die gleiche Technik zur Anwendung kam. Die in der Marmoreraebene freigelegten Steinsetzungen, die beim einen Fund eine Doppelgrube auf 3 Seiten umfassen, zeigen überraschende Ähnlichkeiten mit im Trentino freigelegten Schmelzplätzen (14). Ob daraus bereits auf einen "Technologieschub" aus dem Süden geschlossen werden darf, bleibt offen. Immerhin wurden auch im Oberengadin (Madulain) beim Bau einer Kraftwerksleitung völlig identische Plattenschlacken wie jene

von Savognin/Som Martegn aufgefunden (15).

Aus verschiedenen Schlackenhalde, vor allem aber aus den Schmelzgruben von Marmorera-Scalottas stammt ziemlich viel Ofenkeramik, überwiegend Fragmente von Blasdüsen. Solche Blasdüsen mit Mündungsdurchmessern um die 4 cm, wie sie hier verschiedentlich gefunden wurden, gelten nach herkömmlicher Ansicht als Düsen für einen Betrieb mit natürlichem Geländewind. Einen weiteren Hinweis in die gleiche Richtung geben auch die Wandscherben mit Durchmessern von 15 bis 25 cm von Marmorera-Scalottas, die heute als eigentliche Windtrichter betrachtet werden, die den natürlichen Wind den kleineren Blasdüsen zuleiteten (16). Ob auf diese Art die erforderliche Schmelztemperatur von 1100 - 1200°C für Kupfererze überhaupt zu erreichen ist, war bisher recht umstritten, doch scheinen neuere Versuche des Bergbaumuseums Bochum dies zu bestätigen, sofern eine geeignete Ofenkonstruktion einen genügenden Kaminzug zu erzeugen vermag. Vorbedingung für eine erfolgreiche Verhüttung der sulfidischen Kupferkiese dürfte aber auf jeden Fall deren entsprechende Vorbehandlung gewesen sein (Anreicherung, Röstung). Die Tatsache, dass in verschiedenen Ruinen kleiner, offenbar als Kalkbrennöfen betriebener Ofenreste, auch Plattenschlacken zu finden sind, wirft die Frage auf, ob es sich dabei nicht ursprünglich um Röstöfen gehandelt haben könnte, die später umfunktioniert worden sind. Solche Doppelverwendungen sind tatsächlich aus andern Gebieten bekannt. Nicht zu bezweifeln ist aber, dass die frühen Kupferschmelzer des Oberhalbsteins ihr Metier bestens verstanden, gelang es ihnen doch das benötigte Kupfer dem Erz fast vollständig zu entziehen, während das für sie noch nicht verwendbare Eisen in der Schlacke ausgeschieden wurde.

Erzvorkommen.

Überträgt man die Fundstellen von Schlacken in eine Karte, so ergeben sich deutlich zwei Anhäufungen - einerseits rund um den Marmorera-See, andererseits im Gebiet Savognin-Cunter-Riom, wo auch die bisher bekannt gewordenen Siedlungsplätze liegen. Die Konzentration um den Marmorera-See kann kaum überraschen, finden wir doch sowohl auf dessen Ost- wie auch auf der West-

seite grössere Abbaugelände für sulfidische Eisen-Kupfererze. Auf der Ostseite liegen diese Vererzungen vor allem im Gebiet von Gruba, wo der Abbau auf Eisenerz aber noch bis ins 19. Jahrhundert hinein weiterging und damit die prähistorischen Abbauspuren verwischte (17). Zwei grössere Schlackenhalde, eine in unmittelbarer Nähe der Erzgruben, die andere unten im Tal bei Sur-Furnatsch, am direkten Weg vom Grubengebiet, dürften mit diesem Vorkommen in Verbindung stehen. Erst in den letzten Jahren wurden wir zudem auf eine weiter westlich liegende Pingenlinie aufmerksam, die sich den Hang der Mottas hinauf und noch etwas gegen den See hinunter zieht und Ähnlichkeiten mit dem prähistorischen Kupferabbau von Mitterberg-Bischofshofen aufweist. Die 12 trichterförmigen Pingen sind verstürzt und überwachsen, doch konnten an einigen Handstücken Spuren von Eisen-Kupfervererzungen eindeutig nachgewiesen werden. Weniger klar ist welchen Erzlagern die zwei grösseren Halde oben auf der Alp Flix zuzuweisen sind, doch könnten diese im Gebiet zwischen Tschima da Flix und Piz Calderas liegen, obwohl dort keine eigentlichen Abbaue mehr bekannt sind.

Die Schlackendepots der ehemaligen Marmoreraebene und auf deren Westseite dürften zweifellos mit den gut erkennbaren Vererzungen von Cotschens in Verbindung stehen. Die oberste dieser Halde, an der Waldgrenze bei der Alp La Motta, liegt nur 2 km von diesem Abbauort entfernt. Dass dieser auch später noch genutzt wurde, steht ausser Zweifel, doch existieren darüber keine näheren Angaben (17). Ob auch die Herren v. Marmels, die im 13. bis 15. Jahrhundert im Tale das Bergrecht besaßen und ausübten, von ihrer Felsenburg aus in diesen nahegelegenen Gebieten ebenfalls Bergbau auf Eisen betrieben, ist allerdings nicht auszuschliessen.

Ein eigenartiger 30 m tiefer und 2 - 3 m hoher Stollen liegt in den Felsen des Valstobels und ist an seiner Brust mit einer Schicht von blau-grünem "Berggrün" völlig überzogen, einer malachitartigen sekundären Kupferausscheidung. In dessen First, wo noch ein von oben einmündender Zugang besteht, scheint sich der Rest eines Erzganges durchzuziehen (17). Nur 500 m östlich und 200 m tiefer davon wurden die schon mehrfach erwähnten

Schmelzgruben von Marmorera-Scalottas gefunden. Wenn hier, evt. in einer ehemals natürlichen Felsspalte, sekundär abgeschiedene Kupfererze gewonnen worden sein sollten, so wäre diesen prähistorischen Kupferschmelzern ein leicht verarbeitbares Rohmaterial zur Verfügung gestanden.

Mehr Schwierigkeiten bereitet die Zuordnung der Schlackenhalde im Gebiet von Savognin-Cunter-Riom, da heute in dieser Zone keine entsprechende Erzvorkommen mehr bekannt sind. Trotzdem muss es hier lokale Aufschlüsse gegeben haben, denn wie wir im obern Talabschnitt feststellten, lagen die Abbau- und Hüttenplätze nie allzuweit auseinander. Hinweise in dieser Richtung gibt uns das Tagebuch von Bergrichter Gadmer von Davos (18). So erwähnt er 1606 zwei Kupferkiesgruben bei Salouf und eine bei Savognin. Die beiden ersteren werden 1835 nochmals in einer Untersuchung des Bergwerksvereins der östlichen Schweiz erwähnt und waren auch in der berühmten Schopferkarte der Rhätischen Erzgebirge (1815) mit der Signatur für Fahlerz aufgeführt. Heute ist die genaue Lage aller drei nicht mehr bekannt. Ähnlich ist die Situation bei dem vom Bergbaumuseum Bochum ausgegrabenen Schlackendepot von Tiragn/Stierva, wo aber ein ehemaliges Erzvorkommen im Gebiet des Serpentinbruchs von Bistgat vermutet wird. Gadmer erwähnte ebenfalls eine Grube bei Mon, die mit Bistgat identisch sein könnte.

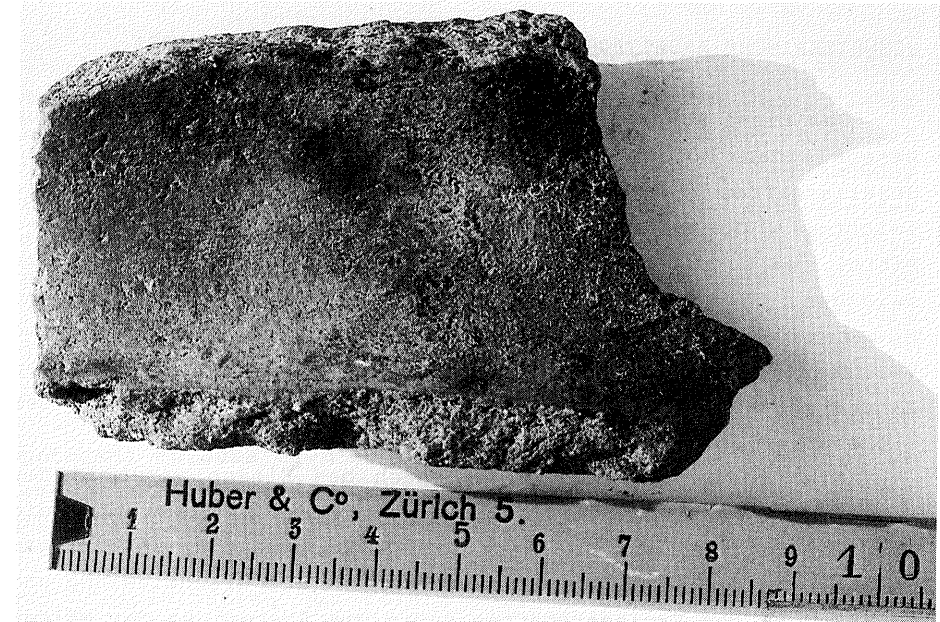
Zusammenfassung.

Neben der Bronzeverarbeitung in der prähistorischen Siedlung Padnal bei Savognin und vermutlich auch auf Caschligns ob Cunter kann die Verhüttung lokaler Kupfererze im Oberhalbstein während der späten Bronze- und beginnenden Eisenzeit zuverlässig nachgewiesen werden. Die wichtigsten Zeugen dieser Tätigkeit sind eine Vielzahl von z.T. grösseren Schlackenhalde, die über das ganze Tal verteilt sind, von Stierva im Norden bis südlich des Marmoreraesee. Deutliche Konzentrationen zeichnen sich rund um diesen See und im Gebiet Savognin-Cunter-Riom ab. Diese lassen sich gut mit Erzvorkommen um den Marmoreraesee korrelieren, während dies im zweiten Hauptfundgebiet problematisch ist. Für die Verhüttung der relativ armen sulfidischen Eisen-Kupfererze dürfte ein aufwendiger mehrphasiger Röst-

und Schmelzprozess erforderlich gewesen sein. Bisherige Befunde weisen auf die Verwendung einfacher, in den Boden eingetiefter, Schmelzgruben, wobei zum Blasen des Feuers möglicherweise der natürliche Geländewind genutzt wurde. Die bisher einzige archäo-metallurgische Untersuchung eines Schlackenplatzes wurde durch das Bergbaumuseum Bochum oberhalb Stierva durchgeführt, vermochte aber noch keine endgültigen Schlüsse über die angewandte Schmelztechnik zu erbringen. Es ist zu hoffen, dass dieser frühen Metallgewinnung in unsern Alpen, an die vor wenigen Jahrzehnten noch kaum jemand zu glauben wagte, in der Zukunft vermehrte Beachtung entgegen gebracht werden kann.

Hinweise:

- 1) JbSGU No. 37/1946, S.95.
- 2) Bündner Monatsblatt No.10/1949, S.318.
- 3) JbSGU No. 43/1953, S.90.
- 4) Persönl. Mitteilung Dr. R. Wyss, Schweiz.Landesmuseum Zürich.
- 5) Ch. Zindel - Prähistorische Eisenverhüttung in der Gegend von Marmorera. *helvetia archeologica* 29/30, 1977, S.58.
- 6) Persönl. Mitteilung Prof. Dr. G. Sperl, Leoben, Oesterreich.
- 7) Bergknappe No. 28/1984, S.2 und *Minaria Helvetica* No.8b/1988, S.42.
- 8) G. Sperl - Ueber die Typologie urzeitlicher, frühgeschichtlicher und mittelalterlicher Eisenhüttenschlacken, 1980.
- 9) A. Hauptmann - Interner Zwischenbericht, Bergbaumuseum Bochum.
- 10) *helvetia archeologica* 29/30, 1977 - verschiedene Berichte zur archäologischen Erforschung des Oberhalbsteins.
- 11) J. Rageth - Die wichtigsten Resultate der Ausgrabungen in der bronzezeitlichen Siedlung auf dem Padnal bei Savognin (Oberhalbstein GR). *JbSGUF* No.69/1986, S.63 - 103.
- 12) J.A.v.Peterelli - Beschreibung des Hochgerichts Oberhalbstein nebst Stalla. *Der Neue Sammler*, 1806, S. 428.
- 13) W.F. Schuster - Das alte Metall- und Eisenschmelzen, Technologie und Zusammenhänge. *Technikgeschichte in Einzeldarstellungen*, 1969, S.61
- 14) Chr. Roden - Blasrohrdüsen. *Anschnitt* 3/1988, S.73.
- 15) W. Schweizer - Der prähistorische Verhüttungsplatz ob Madulain im Oberengadin. *Minaria Helvetica* No. 2, 1982, S.22.
- 16) J. Rageth - Römische und prähistorische Funde von Riom, *Bündner Monatsblatt* No. 3/4, 1979.
- 17) E. Brun - Geschichte des Bergbaus im Oberhalbstein, 1986.
- 18) Chr. G. Bruegger - Der Bergbau in den X Gerichten und der Herrschaft Rhäzüns unter der Verwaltung des Davoser Bergrichters Christian Gadmer 1588 - 1618. *Jahresbericht der Naturforsch. Ges. Graubünden*, 11. Jahrg., 1866, S. 22.



Fragment einer keramischen Blasdüse aus dem Val Faller, Graubünden.



Offene Schlackenhalde aus prähistorischer Kupferverhüttung bei Gruba, Graubünden.

SCHWEIZERISCHE ARBEITSGRUPPE FÜR EISENARCHÄOLOGIE (SAGEA)

Das Eisen wurde schon kurze Zeit nach seiner Entdeckung zum wesentlichen Rohstoff für die ur- und frühgeschichtlichen Gesellschaften in unserem Land. Es blieb bis zum Aufkommen der Leichtmetalle und synthetischen Werkstoffe ein bevorzugtes Mittel, um zu materiellem Wohlstand und militärischer Macht zu gelangen. Die Kontrolle der natürlichen Rohstoffe, - Holz und Eisenerz -, das Beherrschen der Produktions- und Verarbeitungstechniken, sowie der Aufbau eines sicheren Handelnetzes stellen die drei Grundpfeiler der Entwicklung der frühen Eisenindustrie dar.

Die Produktion und der Verbrauch des Eisens waren in der Schweiz geographisch immer voneinander getrennt. So mussten die Hauptsiedlungsgebiete des Mittellandes vom Jura und, in geringem Umfang, von den Alpen aus versorgt werden. Die Erschliessung und Erschöpfung der Erzlagerstätten sowie die Ausbeutung der Wälder für die Holzkohleherstellung bestimmen während Jahrhunderten den Standort der Eisenproduktionsstätten. Seit dem Hochmittelalter kommt als weiterer Faktor die Verwendung der Wasserkraft dazu. Auf der anderen Seite befinden sich die Schmieden, welche Objekte auf Kundenwunsch herstellen, Reparaturen ausführen, sowie Schrott wiederverwerten, in den Agglomerationsgebieten, im Kontakt mit den Konsumenten.

Die Eisenarchäologie umfasst so ein breitgefächertes Forschungsgebiet. Es handelt sich selbstverständlich um eine Archäologie der Techniken des Eisens, welche das Studium der Strukturen (Minen, Oefen, Schmieden), aber auch der Produkte (Schlacken, Eisenobjekte) beinhaltet. Vor allen Dingen stellt sie aber eine Archäologie der Oekonomie des Eisens dar: die Kenntnis der geographischen Verbreitung der Funde und Befunde und ihrer quantitativen Gewichtung führt zum Verständnis der Handelswege und zum Ermessen der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Produktion in einer Gegend zu einer bestimmten Epoche. Schliesslich kann es auch eine Archäologie der Gesellschaft des Eisens sein, welche die Organisationsformen der Herstellung, Verteilung und Verwendung und das eiserne Geräteinventar durch die Jahrhunderte durchleuchtet.

Le fer est devenu, peu de temps après sa découverte dans nos régions, une matière première essentielle pour les sociétés anciennes. Il est resté, jusqu'à l'avènement des métaux légers et des matières synthétiques, un moyen privilégié pour accéder au bien-être matériel et au pouvoir militaire. Le contrôle des matières premières naturelles - bois et minerais - , la maîtrise des techniques de production et de transformation ainsi que l'établissement de circuits commerciaux sûrs sont les trois piliers du développement de la sidérurgie ancienne.

En Suisse, la production et la consommation du fer ont toujours été géographiquement séparées. Il a fallu, depuis les montagnes du Jura et dans une moindre mesure des Alpes, où se trouvent les minerais, ravitailler les principales régions d'habitation situées sur le Plateau.

La découverte et l'épuisement des gîtes de minerai ainsi que l'exploitation des forêts pour le charbonnage guideront pendant des siècles la localisation des installations de production du fer. Dès le bas moyen-âge, la possibilité d'utiliser l'énergie hydraulique deviendra aussi un paramètre déterminant. A l'opposé, les forges où sont fabriqués les objets à la demande du client, qui effectuent les réparations et recyclent la ferraille, sont situées dans les agglomérations, au contact avec les consommateurs.

L'archéologie du fer a devant elle un champ d'investigations très vaste. C'est bien sûr l'archéologie des techniques du fer qui comporte l'étude des installations (mines, fourneaux, forges) mais aussi des produits (scories, objets en fer). Mais c'est surtout une archéologie de l'économie du fer : connaître la répartition géographique des vestiges et leur importance quantitative mène à la compréhension des circuits commerciaux et la mesure de l'impact économique d'une production dans une région et à une époque donnée. Enfin ce peut être une archéologie de la société du fer qui s'interrogera sur les formes d'organisation qui structurent la sidérurgie au cours des âges (production, distribution, utilisation et inventaire des outils en fer).

Dieses Programm übersteigt die Möglichkeiten eines einzelnen Forschers, selbst einiger Personen. Es verlangt die Zusammenarbeit von Spezialisten aus allen Fachrichtungen: gefragt sind Archäologen, Historiker, Geologen, Metallurgen, Botaniker und Palynologen. Aber auch andere Forschungsrichtungen und Denkweisen können zu einer Bereicherung der Fragestellungen beitragen. Um die Kontakte zwischen den verschiedenen Forschern herzustellen, den Informationsaustausch zu erleichtern und die Analyse sowie das Vergleichen der Befunde und Funde zu intensivieren, wurde 1990 die Schweizerische Arbeitsgruppe für Eisenarchäologie gegründet. Ihr erklärtes Ziel ist es, alle diejenigen zusammenführen, welche auf irgendeine Weise für eine bessere Kenntnis der Geschichte der Eisenmetallurgie zusammenarbeiten möchten. Die Arbeitsgruppe versteht sich als Verbindungsglied zwischen den Mitgliedern, aber auch im Dienste der Forscher im Allgemeinen und der grösseren Öffentlichkeit. Im Speziellen sind Archäologen/innen, welche im Gelände direkt mit eisenarchäologischen Funden und Befunden konfrontiert sind, eingeladen, ihre Entdeckung bekannt zu machen. Die Mitglieder der Gruppe sind bereit ihre Kenntnisse zur Verfügung zu stellen und im Rahmen ihrer Möglichkeiten jederzeit Auskünfte zu erteilen.

Kontaktadressen : Cornel DOSWALD

Aargauische Kantonsarchäologie, c/o Vindonissa-Museum, CH-5200 BRUGG

Antonigasse 24, CH-5620 BREMgarten, 057 / 33 87 57

Ce programme dépasse la compétence d'un seul ou même de quelques individus. Il requiert la collaboration de spécialistes de tous horizons : archéologues, historiens, géologues, métallurgistes, botanistes et palynologues, bien sûr; mais d'autres modes de pensée, d'autres approches, ne peuvent qu'enrichir cette problématique.

Pour établir ces contacts entre chercheurs, pour faciliter l'échange des informations et intensifier l'analyse et la comparaison des vestiges, le Groupe de travail Suisse d'Archéologie du Fer (GSAF) a été créé en 1990. Il s'est donné pour but de réunir tous ceux qui, à un titre ou un à autre, désirent collaborer à une meilleure connaissance de l'histoire de la métallurgie du fer. Le Groupe fonctionnera comme organe de liaison entre les membres, mais aussi au service des chercheurs en général et du public dans son ensemble. En particulier, les archéologues confrontés directement sur le terrain à des vestiges sidérurgiques sont invités à faire connaître leurs découvertes. Les membres du Groupe sont prêts à partager leurs compétences et se tiennent à disposition pour tous renseignements.

Prise de contact auprès de Vincent SERNEELS,
Centre d'Analyse Minérale, BFSH 2, Université de Lausanne,
CH-1015 DORIGNY-LAUSANNE, 021/692 48 32.

Emanuel ABETEL (Institut d'Archéologie et d'Histoire Ancienne, BFSH 2, Université de Lausanne, 1015 Dorigny-Lausanne, 021/6924551) travaille à la publication de l'établissement sidérurgique de Montcherand VD (4-7ème s.) : Présentation des diverses méthodes appliquées par les archéologues et des résultats obtenus. Localisation du site par prospection géomagnétique et relevé photogrammétrique. Analyse des scories : examen macroscopique, examen minéralogique et analyses chimiques. Tentative de regroupement des scories de divers sites : histogramme, diagramme X/Y, dendrogramme. Datation : dosage du C¹⁴, examen dendrochronologique, étude archéomagnétique des bas-fourneaux.

Les divers stades du cycle métallurgique antique sont évoqués avec de fréquentes références aux procédés modernes. Ce travail, qui se veut archéologique, essaye autant que possible de tenir compte des réalités historiques et techniques de l'époque concernée, il se veut aussi un exemple de collaboration interdisciplinaire.

Cornel DOSWALD (Antonigasse 24, 5620 Bremgarten, 057/338757; Aargauische Kantonsarchäologie, c/o Vindonissa-Museum, 5200, Brugg) travaille sur le Schmiedehandwerk, les sites de la région de Zurzach (Grabungen 1983-1987) et Baden (Grabungen 1987-1988) et étudie dans le cadre d'une thèse de doctorat à l'Université de Lausanne (Paunier, Pelet, Pfeifer, Joos) les sites de production et les installations des sites de la région de la Suisse romande et de la Suisse allemande.

Hauptforschungsziele :

- Description des techniques d'installation des sites de la région de la Suisse romande et de la Suisse allemande ;
- Étude de la production et de l'installation des sites de la région de la Suisse romande et de la Suisse allemande ;
- Étude de la production et de l'installation des sites de la région de la Suisse romande et de la Suisse allemande ;
- Étude de la production et de l'installation des sites de la région de la Suisse romande et de la Suisse allemande ;

Ludwig ESCHENLOHR (Section d'Archéologie de l'Office du Patrimoine historique, case postale 63, 2900 Porrentruy 2, 066/665785) a fouillé avec une équipe de quatre personnes entre avril et juin 1989, le site sidérurgique de Boécourt-Les Boulies JU (AS 12/1989, 3 p.111). L'élaboration des résultats de la fouille est en cours en collaboration avec V. Serneels et B. Hiltbold (géologue, SAR-OPH, Porrentruy). La publication paraîtra dans le courant de l'automne 1991.

Ce site comporte un ensemble de vestiges sidérurgiques avec des traces d'activités, depuis l'extraction du minerai de fer à l'affleurement jusqu'à sa réduction dans le bas-fourneau. Cela a permis d'aborder des aspects tels que la répartition spatiale des activités et la quantité des produits et résidus des processus de réduction. Une nouvelle approche de patrimoine minier de Jura, sur la base des travaux d'Auguste Quiquerez sera incluse dans cette étude.

Walter FASNACHT (Abteilung für Ur- und Frühgeschichte, Universität Zürich, Künstlergasse 16, 8006 Zürich, 01/2573834) : Beschäftigung mit der Entwicklung der Kupfer- und Bronzezeit in der Urgeschichte. Dissertation über das Metallhandwerk in der bronzezeitlichen Siedlung Savognin-Padnal GR, metallkundliche Untersuchungen und Analysen von Erzen, Schlacken, Güssabfällen und Fertigobjekten. Experimentelle Rekonstruktion des prähistorischen Bronzegusses. Ausgrabungen auf einem Kupferbergbau- und Verhüttungsplatz in Zypern. Neben dem Schwerpunkt in der Kupfermetallurgie gilt das Interesse auch jeglichen Schlacken aus der Eisenverarbeitung, verschlacktem keramischem Material aus Brandgruben, Kalkbrennöfen, etc. Diese Überreste werden morphologisch und analytisch klassifiziert, mit dem Ziel, eine Referenzdatei für fragmentarische, nicht unmittelbar auf der Grabung identifizierbare Funde und Befunde pyrotechnischer Aktivitäten zu erstellen.

Verena SCHALTENBRAND OBRECHT (Kapellenstrasse 3, 4402 Frenkendorf, 061/9017776) beschäftigt sich mit der Untersuchung der Verarbeitung des bereits gewonnenen Eisens und mit der funktionellen und typologischen Einordnung der eisernen Fundobjekte (u.a. in : Chur in römischer Zeit I (Ausgrabungen Areal Dosch, 1986, 170 ff.) und II (Ausgrabungen Areal Markthallenplatz, 1990, im Druck). Eisenfunde aus dem römischen Vicus von Oberwinterthur ZH, erscheint voraussichtlich 1992).

Caty SCHUCANY (Kantonsarchäologie Solothurn, Werkhofstrasse 55, 4500 Solothurn, 065/212584) : Aufarbeitung der Grabungen 1982-1989 im römischen Gutshof Biberist-Spitalhof SO, wo u.a. eine zweiphasige Schmiede gefunden worden ist. Das Hauptinteresse gilt dem Zusammenspiel von Befund (Strukturen) und Funden (Eisenschlacken, etc.) und der Ausarbeitung von Grundlagen zu einer optischen Beurteilung der Schlacken.

Marianne SENN (Abteilung für Ur- und Frühgeschichte, Universität Zürich, Künstlergasse 16, 8006 Zürich) befasst sich mit Schmiede- und Ausheizschlacken aus den römischen Gutshöfen Dietikon ZH (frühes 1 - 3 Jh.n.Chr.) und Neftenbach ZH (Mitte 1 Jh.- 2 Hälfte 3 Jh.n.Chr.). Im Rahmen einer Lizenzarbeit sollen die archäologischen Typologisierungsmöglichkeiten von Schmiede- und Ausheizschlacken erforscht werden, neben der Aussagekraft von Schmiede- und Ausheizschlackendepotien schlechthin. Methodisch steht das Projekt auf archäologischen (Beschreibung, Zeichnung, Makroskopie) wie auf naturwissenschaftlichen (XRF-Analyse, Mikroskopie) Füßen. Ziel wäre ein Überblick über die Eisenindustrie im Kanton Zürich in römischer Zeit.

Vincent SERNEELS (Centre d'Analyse Minérale, BFSH 2, Université de Lausanne, 1015 Dorigny-Lausanne, 021/6924832) étudie la métallurgie du fer antique en Suisse romande dans le cadre d'une thèse de doctorat en Sciences et d'un projet de recherches du FNRS (Pfeifer, Paunier, Pelet).

- Les principales directions de recherches sont :
- Le recensement des sources de matières premières, des vestiges de réduction du minerai et des traces de travail du fer en général en Suisse romande et dans les régions voisines.
 - La mise au point d'une lecture technologique des vestiges

métallurgiques et en particulier des scories.

- Le développement de méthodes d'analyses chimiques et minéralogiques et surtout des possibilités d'interprétation de ces résultats en termes archéologiques. En particulier, les relations entre les compositions chimiques des minerais et des scories sont examinées afin de créer un outil qui permettra d'appréhender le marché du fer dans l'Antiquité.

- Dans la mesure du possible, une approche expérimentale, destinée à confirmer les hypothèses proposées, sera développée.

Pierre-Alain VAUTHEY (Service archéologique cantonal, Avenue du Moléson 17, 1700 Fribourg, 037/231156) a fouillé de 1983 à 1986 la frange nord-occidentale du vicus de Marsens-En Barras FR, important site de production métallurgique à l'époque romaine. Ce site fera l'objet d'une thèse de doctorat. Le travail portera en particulier sur les structures de production du fer, sur les traces de cette activité (scories, outillage, fabrications) et sur le cadre dans lequel s'est exercé cette industrie.

Einführende Bibliographie / Orientations bibliographiques :

ABETEL, E., SERNEELS, V., La métallurgie antique en Suisse : recherches récentes, in : Actes du Colloque, Paris 1986 : Les Mines et la Métallurgie en Gaule et dans les Provinces Voisines, (= Caesarodunum XXII), Paris 1987, p 211-225.

DOSWALD, C., The Archaeology of Iron in Switzerland, in : PACT 30/1990 (im Druck/sous presse) [Mit ausführlicher Bibliographie].

EPPRECHT, W., Unbekannte Schweizerische Eisenerzgruben sowie Inventar und Karte aller Eisenerz- und Manganerz-Vorkommen der Schweiz, Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, Bd. 37, Heft 2, 1957, s. 217-247).

FEHLMANN, H., Die Schweizerische Eisenerzeugung, ihre Geschichte und wirtschaftliche Bedeutung, Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie, XIII Lfg., 3 Bd., 255 s., Bern 1932.

FEHLMANN, H., DE QUERVAIN, F., Eisenerze und Eisenerzeugung der Schweiz, Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie, XIII Lfg., 8 Bd., 31 s., Bern 1952.

GUYAN, W.U., Schaffhauser Eisenhütten und Hammerschmieden im Mittelalter (= Allerheiligen-Bucherei Heft 4), Schaffhausen 1965.

GUYAN, W.U., Neue archäologische Untersuchungen zur Eisenverhüttung in der Schweiz, in : Symposium Eisenstadt 1975 : Archäologischen Eisenforschung in Europa (= Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland, Heft 59, s.119-128), Eisenstadt 1977.

PELET, P.L., Une industrie méconnue : Fer, Charbon, Acier dans le Pays de Vaud, vol.1 : Les sources archéologiques, Bibliothèque Historique Vaudoise, 49, Lausanne 1973, 272 p.; vol 2 : La lente victoire du haut-fourneau, BHV 59, Lausanne 1978, 354 p.; vol.3 : Du mineur à l'horloger, BHV 74, Lausanne 1983, 491 p.

PELET, P.L., Recherches sur la métallurgie du fer dans le Jura vaudois, in : Table ronde CNRS, Toulouse-le-Mirail 1980 : Mines et Fonderies antiques de la Gaule, Toulouse 1982, p. 205-214.

QUIQUEREZ, A., Monuments de l'ancien évêché de Bâle : De l'Age du Fer, recherches sur les anciennes forges du Jura bernois, Société Jurassienne d'Emulation, Porrentruy, 1866, 123 p.

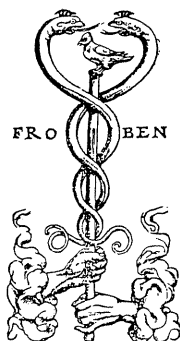
SERNEELS, V., Recherches archéométriques sur la sidérurgie Antique en Suisse romande : un nouveau programme, Minaria Helvetica, Bulletin de la Société Suisse d'Histoire des Mines, 8a/1988, p. 48-54

GEORGII AGRICOLAE

DE RE METALLICA LIBRI XII. QVI-
bus Officia, Instrumenta, Machinae, ac omnia deniq; ad Metallis
cam spectantia, non modo luculentissime describuntur, sed & per
effigies, suis locis inferas, adiunctis Latinis, Germanicisq; appella-
tionibus ita ob oculos ponuntur, ut clarius tradi non possint.

E I V S D E M

DE ANIMANTIBVS SVBERRANEIS Liber, ab Autore res-
cognitus: cum Indicibus diuersis, quicquid in opere tractatum est,
pulchrè demonstrantibus.



BASILEAE M D LVI

Cum Privilegio Imperatoris in annos v.
& Galliarum Regis ad Sexennium.

Les Belles Lettres

TOTAL Edition Presse

Michel Angel

Mines et Fonderies au XVI^e Siècle

d'après le
De re metallica d'Agricola

Républié en 1556, le *De re metallica* de Georgius Agricola fut le premier traité d'exploitation des mines et de métallurgie. Héritier du savoir des Anciens, exploitant minier lui-même, le médecin humaniste saxon y réalise son projet d'étudier la science minérale "dans toute son étendue" : économie ; droit minier ; arpentage ; prospection, extraction, concentration des minerais ; fusion, distillation et affinage des métaux ; production des sels minéraux et même fabrication du verre.

Michel Angel (Ecole des Mines de Paris, promotion 39) a fait toute sa carrière dans l'industrie minière. Il a écrit "le livre qu'il aurait aimé recevoir à sa sortie de l'Ecole". *Mines et fonderies* permettra aux praticiens d'aujourd'hui -géologues, mineurs, métallurgistes- d'accéder à un ouvrage fondamental pour leurs disciplines respectives. L'ouvrage s'adresse aussi à tous les esprits curieux de mesurer ce que notre civilisation industrielle et technique doit au "père de la minéralogie".

Format rogné 21 x 29,7 cm, 420 pages, 273 illustrations,
notices et lexique. Reliure pleine toile avec dorure à chaud.
Prix de vente en librairie : 380,00 F TTC.

Fidèle au propos d'Agricola qui écrivait pour être utile, c'est-à-dire compris, Michel Angel nous fait redécouvrir cet ouvrage capital pour l'histoire des sciences et des techniques mais qui n'était plus accessible qu'à de rares spécialistes. *Mines et fonderies au XVI^e siècle* restitué au *De re metallica* sa fonction didactique, éclairant et discutant un texte dont les meilleures traductions appellent le commentaire. La démarche s'appuie, page après page, sur l'étude des remarquables gravures sur bois de l'édition originale.

Les Belles Lettres - TOTAL Edition Presse - Paris, 1989.

Michel ANGEL, Mines et fonderies au XVI^e siècle, d'après le *De re metallica* d'Agricola, Paris 1989, 1 vol. 30 x 21 cm., 398 p.

Pendant longtemps, les traités du grand humaniste saxon (1495-1555), célèbres, certes, et réédités au XVII^e siècle restent d'un accès difficile : ils ne sortent pas des réserves des bibliothèques. Et lorsqu'on les lit, on se heurte à leur vocabulaire technique. Pour décrire les inventions du XVI^e siècle, Agricola enrichit le latin classique d'expressions allemandes, souvent déroutantes. Et les premières traductions allemandes, souvent fautives, sont tout aussi difficile à comprendre. Il faut attendre 1912 pour voir paraître une traduction anglaise rigoureuse, scientifiquement annotée du *De re metallica*, due à un ingénieur des mines américain, Herbert Hoover, futur président des Etats-Unis (1929-1933).

C'est en 1928 seulement que la "Georg Agricola Gesellschaft" publie une traduction allemande soigneusement établie, fiable et compréhensible. Cette édition de luxe, in-folio, sera rééditée avec quelques retouches en 1953, puis en 1961. Mais les trois tirages n'atteignent qu'un public très restreint. C'est un demi siècle plus tard, en 1977, que le Deutscher Taschenbücher Verlag reproduit photomécaniquement le texte de 1961, le complète d'appendices explicatifs et bibliographiques et le met à la portée du grand public, - tout au moins de langue allemande.

Bien qu'une traduction française ait été envisagée dès le XVI^e siècle, elle ne voit le jour qu'en 1987, grâce à la persévérance du grand spécialiste de la sidérurgie mérovingienne Albert France-Lanord, qui y travaille pendant une vingtaine d'années. Edité à 1200 exemplaires in-folio par Gérard Klopp à Thionville, elle est épuisée dès sa parution.

En France, un autre ingénieur des mines se passionne depuis 1948 pour l'oeuvre d'Agricola, commence lui aussi à la traduire, puis y renonce parceque le style trop fleuri de l'humaniste ne correspond plus à la mentalité des lecteurs actuels, beaucoup plus attirés par l'image.

Agricola avait ressenti clairement, lorsqu'il rédigeait son traité, la nécessité d'une illustration technique précise et abondante. Dès sa première édition (Bâle 1556), le texte du *De re metallica* est illustré de 292 gravures sur bois, accompagnées de lettrines et d'explications techniques. De nos jours, se sont elles qui accrochent le lecteur.

Michel ANGEL décide alors de donner aux 272 planches les plus parlantes¹ un titre suivi d'un commentaire explicatif et critique. Il résume ainsi la pensée scientifique d'Agricola. L'oeuvre, condensée et décantée est beaucoup plus aisée à lire.

Le lecteur apprend à repérer les indices qui signalent la présence de minéraux; il découvre comment on creuse sans dynamite des puits et des galeries, comment on les ventile, comment on lutte contre les inondations. Il constate qu'à l'aube de la Renaissance, des mécaniciens sur bois construisent des batteries de pompes, des manèges à chevaux et des grues hydrauliques dont la roue atteint jusqu'à dix mètres de diamètre. Avant la découverte de la chimie, les métallurgistes parviennent déjà à réduire efficacement les minerais les plus complexes.

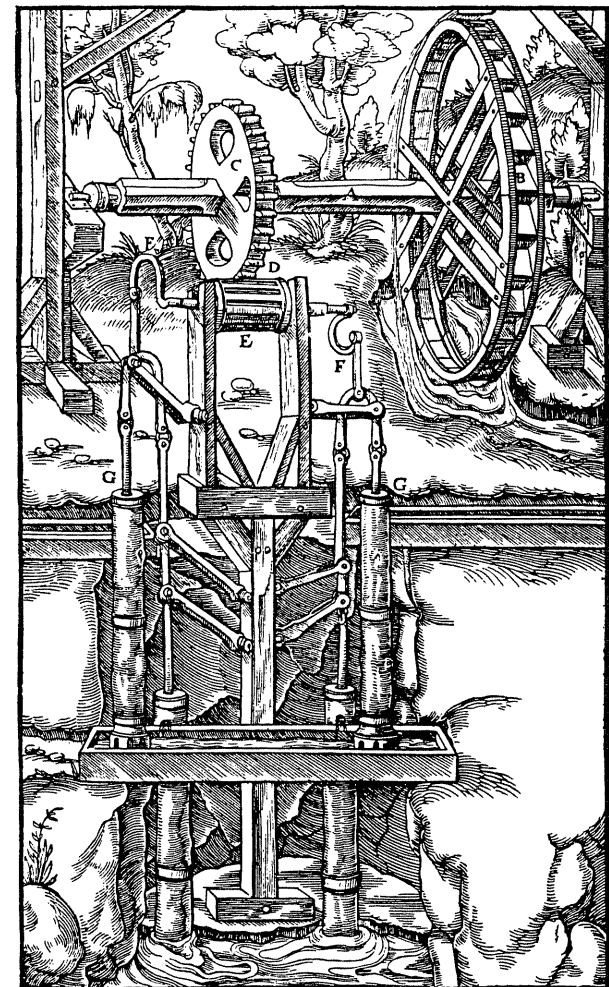
Les gravures et leurs commentaires font saisir la diversité et l'ingéniosité des techniques relevées en Europe par Agricola, qu'il s'agisse de recueillir les paillettes d'or, de séparer l'argent du plomb et du cuivre, de réduire les minerais d'étain, de fer, d'antimoine, de bismuth, de purifier le soufre, de cristalliser le sel ou le salpêtre, d'extraire le bitume, de fabriquer du verre.

La présentation que Michel ANGEL fait de l'oeuvre d'Agricola n'empêchera pas le spécialiste de l'histoire de la métallurgie de retourner au texte intégral pour approfondir quelque point de détail. Mais elle est la plus attrayante et la plus sérieuse initiation à l'histoire de l'exploitation minière des siècles passés.

¹ Il laisse de côté 20 figures pour nous banales : carrés, rectangles, triangles isocèles, équilatéraux, etc.

Les éditions des Belles-Lettres et Total Edition Presse, à Paris, ont choisi un grand format (30 x 21 cm.). Réduites d'un dixième à peine, les planches d'Agricola n'ont rien perdu de leurs qualités graphiques. L'ouvrage est un excellent instrument de travail et un magnifique livre d'art.

Lausanne, Paul-Louis Pelet



A: Axe supérieur B: Roue à aubes entraînée par une chute d'eau C: Tambour denté
D: Deuxième axe E: Lanterne F: Manivelles courbées G: Corps de pompe

Bergbauhistorische Lehrpfade auf dem Südranden (Schaffhausen).

Viele unserer Mitglieder werden sich noch an unsere Jahrestagung vom 22./23. Okt. 1983 in Schaffhausen erinnern, vor allem an die interessante geologische und bergbauhistorische Exkursion im Randengebiet unter Führung unserer Mitglieder F. Hofmann und Chr. Birchmeier.

F. Hofmann unternahm es im Laufe der letzten Jahre die ehemaligen Bohnerzgruben im Südranden genau zu erfassen und im Masstabe 1:5000 zu kartieren. Dabei kam er allein für diese Zone auf die überraschende Zahl von über 3000 noch erhaltener Gruben, weit mehr als ursprünglich erwartet. Abgebaut wurden diese knapp unter der Oberfläche liegenden, z.T. aber bis in 10 bis 20 m Tiefe reichenden, Erztaschen mit unterschiedlicher Intensität vom späten 17. bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts, in welchem Zeitraum rund 180.000 Tonnen gewaschenes Bohnerz gefördert wurde mit einem Eisengehalt von 40 - 43 %. Damit bildet der Südranden eine für die Schweiz und darüber hinaus einmalige und erhaltenswerte Grubenlandschaft als letzter Zeuge eines bedeutenden frühern Tagebaugebietes. Viele dieser Gruben sind heute wassergefüllt und wurden dadurch zu wertvollen biologischen Nestsstandorten.

Mit Unterstützung der Naturforschenden Gesellschaft, des Historischen Vereins und des Museumsvereins, alle Schaffhausen, konnte die Kartierung von Dr. Franz Hofmann nun zu einem vierseitigen Faltblatt "Bergbauhistorische Lehrpfade - Bohnerz auf dem Südranden" verarbeitet und publiziert werden, das dem interessierten Wanderer und Naturfreund die Möglichkeit bietet, die wichtigsten Zonen dieser besonderen Landschaft ohne Schwierigkeiten aufzufinden. Dazu vermittelt es wertvolle Informationen zur Entstehung dieser Lagerstätten, zur Geschichte ihres Abbaues, der Erzaufbereitung und Verhüttung. Das Faltblatt kann gegen eine Gebühr von Fr. -.50 plus Versandkosten von Fr. 1.50 bei der Buchhandlung Meili & Schoch, 8200 Schaffhausen, bezogen werden. Als weiterführende Literatur sei die Schrift von Chr. Birchmeier "Bohnerzbergbau im Südranden" - erschienen als Neujahrsblatt No.38/1986 der Naturforsch.Ges. Schaffhausen (Kommissionsverlag P.Meili & Co., 8200 Schaffhausen) empfohlen.

E.Brun

Bergbauhistorische Lehrpfade

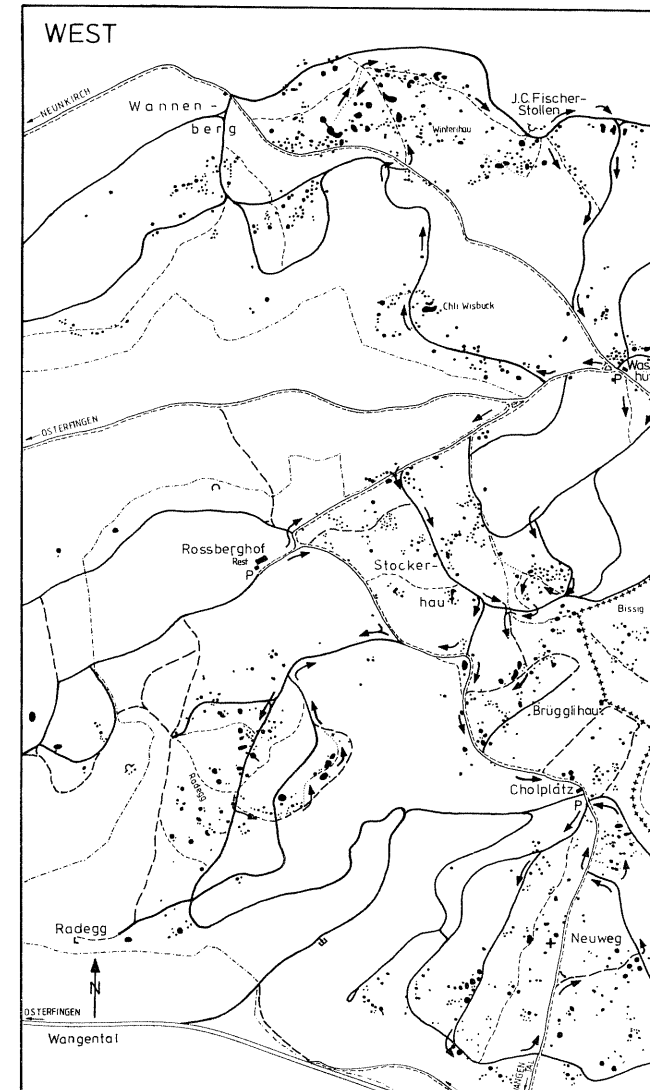
Bohnerz auf dem Südranden

Geologische und bergbauhistorische Informationen über die Bohnerzvorkommen auf dem Südranden und Anleitung zum Begehen einiger ausgewählter Lehrpfade

Bearbeitung:
Dr. Franz Hofmann, Geologe, Neuhausen am Rheinfall

Trägerschaft:
Museumsverein, Naturforschende Gesellschaft und Historischer Verein, alle in Schaffhausen

Druck:
Meier+ Cie AG, Graphisches Unternehmen, 8201 Schaffhausen



Inhalt des Artikels (A4-Faltblatt)

- Einführung
- Grubenfelder und Wegnetze
- Entstehung der Bohnerzvorkommen
- Beschaffenheit der Erzvorkommen
- Abbau
- Aufbereitung
- Verhüttung
- Bergbaugeschichte

nebenstehend: Beispiel eines der drei (im Original zweifarbigen) Karten: Grubenfelder und Wegnetz

MINARIA HELVETICA

ist das Organ der SGHB und wird den Mitgliedern gratis zugestellt.
Jahresbeitrag der Gesellschaft Fr. 20.- (PC 80-27704)

est le bulletin de la SSGM, il sera envoyée à titre gratuite aux
membres de la société. Cotisation annuelle Fr. 20.- (CP 80-27704)

Für alle Korrespondenz:

Pour toute correspondance:

Prof. S. Graeser
Naturhistorisches Museum
Augustinergasse 2
CH - 4001 BASEL

Derzeitiger Vorstand der Gesellschaft:

Composition du Comité:

Präsident/président
Vize-Präsident/vice-président
Sekretär/secrétaire
Kassierer/caissier
Redaktor/rédacteur

Eduard Brun (Dübendorf)
H.P. Bärtschi (Winterthur)
Stefan Graeser (Basel)
G.D. Engel (St. Moritz)
Erwin Nickel (Fribourg)

Beisitzer/membres:

Willy Hubacher (Sion)
David Meili (Bern)
Vincent Serneels (Lausanne)
Elisabeth Schmid (Basel)

