

**res montanarum 38/2006**

**Juni 2006**

**Zeitschrift des Montanhistorischen Vereins Österreich**



**Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Dr. phil.**

**Gerhard SPERL,**

**Präsident des Montanhistorischen Vereins Österreich,**

**70 Jahre**

**Vorstand, Präsidium und Mitglieder entbieten dem  
ambitionierten und angesehenen Jubilar**

**ein herzliches Glück auf!**



# res montanarum 38/2006

Juni 2006

## INHALT

<b>Karl Stadlober</b> , Leoben: Gruß- und Dankesworte .....	3
<b>Collage</b> .....	4
<b>Herbert Hiebler</b> , Leoben: Grußwort .....	5
<b>Clemens Eibner</b> , Heidelberg: Laudatio .....	7
<b>Veröffentlichungen von Gerhard Sperl</b> .....	9
<b>Graphitrichtreihe nach Gerhard Sperl</b> .....	16
<b>Andreas Lippert</b> , Wien: Zur frühesten Gewinnung und Verarbeitung von Kupfer in den Ostalpen .....	17
<b>Clemens Eibner</b> , Heidelberg, und <b>Hubert Preßlinger</b> , Trieben: Urzeitliche Kupferproduktion, Versorgung der Bergbaugebiete in den Ostalpen und die Bedeutung der Metaldeponierungen .....	22
<b>Susanne Klemm</b> , Wien/Eisenerz: Die Erforschung der prähistorischen Kupfergewinnung in den Eisenerzer Alpen 1955 – 2005 .....	26
<b>Radomír Pleiner</b> , Prague/Prag: Metallography of Celtic Iron Tools: Five Objects from a Hoard in Southern Bohemia .....	37
<b>Robert Konopasek</b> , Leoben: Spitzelofen, ein Marmorsteinbruch aus römischer Zeit in Kärnten .....	44
<b>Alfred Weiß</b> , Wien: Schladming – Ein bemerkenswertes hochalpines Bergbauggebiet .....	66
<b>Günther Jontes</b> , Leoben: <i>bod-gser</i> – Gold im alten Tibet .....	73
<b>Hans Jörg Köstler</b> , Fohnsdorf: Die österreichischen Kupferhütten seit dem ersten Drittel des 19. Jahrhunderts – Ein Überblick .....	79
<b>Anschriften der Autoren</b> .....	96
<b>Dank für Spenden</b> .....	96

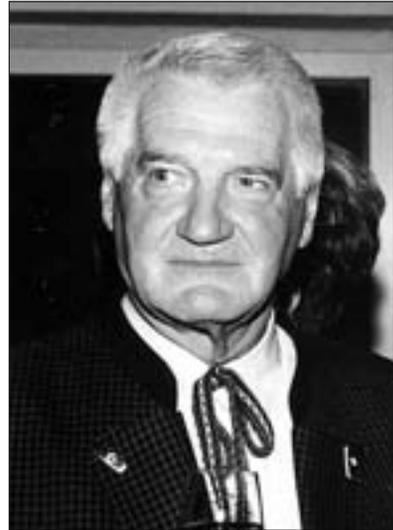
## Gruß- und Dankesworte

Bei der Durchsicht der mir verfügbaren Unterlagen über den Werdegang unseres Jubilars, Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. phil. Dr. mont. Gerhard Sperl, Präsident des Montanhistorischen Vereins Österreich, steigerte sich meine bereits bestandene Bewunderung für diesen hervorragenden Montanisten und Historiker ins schier Unermessliche, hat er doch in einer Vielfalt ohnegleichen über 200 wissenschaftliche oder populärwissenschaftliche Arbeiten veröffentlicht, Vorlesungen und Seminare an mehreren Universitäten abgehalten, Exkursionen im In- und im Ausland durchgeführt, sich in mehreren Sprachen, darunter auch arabisch, artikuliert, sich auch der Kommunalpolitik mit Erfolg gewidmet und schließlich ein vorbildliches Familienleben geführt – um nur lückenhaft und global das Tätigkeitsfeld Professor Sperls zu beschreiben.

Mein Kontakt mit Prof. Sperl in montanhistorischer Hinsicht intensivierte sich mit der Gründung des Montanhistorischen Vereins für Österreich, Gründungsversammlung am 11. Juni 1976 in Leoben, Prof. Gerhard Sperl und auch seine Gattin Erika waren Gründungsmitglieder. Ich wurde damals zum Geschäftsführer des MHVÖ gewählt. In der Folge mehrten sich unsere Kontakte, und 1978 begannen mit dem 1. Erzbergsymposium auch die Aktivitäten um die „Steirische Eisenstraße“, mit welcher der Name Sperl untrennbar verbunden ist. Diese bildete auch die Basis für die „Österreichische Eisenstraße“ und letztlich für die von Prof. Sperl initiierte „Europäische Eisenstraße“, deren Idee konform in die EU eingebettet ist. Gute Kontakte wurden nach der Osterweiterung bereits mit Ungarn und darüber hinaus hergestellt.

Prof. Sperl hat sich auch bei der Erhaltung und Gestaltung des Montandenkmals Alt-Böckstein im Zusammenwirken mit Hofrat Peter Sika und Dipl.-Ing. Dr. Egon Krajicek große Verdienste erworben. Seine besondere Vorliebe galt und gilt der Geschichte der Metallurgie im italienischen und im alpinen Raum, wobei ihm die Untersuchung des Ötzi-Beiles eine über den wissenschaftlichen Bereich hinaus allgemeine Berühmtheit einbrachte. Hervorzuheben ist weiters seine Bearbeitung der historischen Bedeutung der Etrusker.

Prof. Sperl verstand es, mit Vorträgen und praktischen hüttenmännischen Vorführungen wie Metallschmelzen und Schmieden und vielem anderem die Montangeschichte einem größeren Publikum interessant zu machen, ja dieses vielfach zu begeistern. Insbesondere hat Prof. Sperl auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Bearbeitung von Metallschlacken internationale Anerkennung erfahren. Seine Erfolge sowie der ihm von einem breiten Forum sowohl aus dem Fachbereich als auch dem Kreis interessierter Laien erbrachte Zuspruch sind nicht zuletzt seiner überragenden Vortragskunst zuzuschreiben, wo er in freier Rede sein Publikum fasziniert,



**Berghauptmann i. R. Hon.-Prof. Dipl.-Ing.  
Mag. Dr. Karl STADLOBER  
Ehrenpräsident des  
Montanhistorischen Vereins Österreich**

ohne Konzept, gespeist von der Überfülle gespeicherten Wissens. Da nimmt man als Zuhörer gerne mancherlei Abschweifungen vom eigentlichen Thema in Kauf, die sodann die Würze des Referates bilden.

Prof. Sperl wurden viele Ehrungen hoher und höchster Stufen zu teil, er ist aber immer ein Mann des Volkes geblieben. Seine Laufbahn, seine Verdienste, seine Leistungen und seine Bedeutung werden in dieser Ausgabe von „res montanarum“ von berufener Seite gewürdigt und dargelegt. Ich selbst bin froh und glücklich darüber, dass der MHVÖ in der Generalversammlung am 2. Juli 2004 Prof. Sperl einstimmig zu seinem Präsidenten gewählt hat. Ich bin überzeugt, dass noch vieles aus der Montangeschichte von Professor Sperl erforscht und dokumentiert werden wird.

***Sehr geehrter Herr Professor Sperl!***

***Lieber Gerhard!***

Du hast soviel geleistet, Deine Arbeiten haben die Montangeschichte als wesentlichen Teil der Wirtschaftsgeschichte vielen Menschen erschlossen und damit deren Verständnis für unsere Stellung als Montanland geweckt und vertieft. Wir danken Dir dafür und wünschen Dir in unserem eigenen Interesse noch viele Jahre mit Gesundheit und Schaffenskraft.

In diesem Sinne ein herzliches Glück Auf! und die allerbesten Glückwünsche zur Vollendung des 70. Lebensjahres –  
„ad multos annos!“

Dein Karl Stadlober



*Gerhard Sperl beim Ledersprung 1954 in Leoben und ...*



*... als Bursch der Leobener KÖStV „Kristall“ 1956.*



*Dr. mont. G. Sperl mit Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Hein Peter Stüwe, dem Rektor der Montanuniversität Leoben, bei der Tagung „Montangeschichte des Erzberggebietes“ 1978 in Vordernberg.*



*Dr. mont. Dr. phil. G. Sperl mit Gattin Erika bei der Verleihung des Goldenen Doktordiploms an Dipl.-Ing. Dr. phil. Egon Krajicek, Universität Graz 1984.*



*Univ.-Prof. DDr. G. Sperl als Vortragender bei der Tagung „100 Jahre Kerpely-Patent“ in Donawitz 2005.*

## Grußwort

an  
**Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Dr. phil.  
Gerhard Sperl**  
zur Vollendung seines 70. Lebensjahres.

Gerhard Sperl, am 24. April 1936 in Göss geboren, stammt aus einer alteingesessenen Leobener Familie. Sein Heimathaus, der Sperlhof in der Pfarre Waasen, seit 1844 im Familienbesitz, ist über Jahrhunderte mit dem Montanwesen verbunden. Im Sperlhaus verbrachte auch Peter Tunner der Ältere seine letzten Tage und verstarb dort 1844.

So hat vielleicht die Aura des Hauses die spätere Berufung Gerhard Sperls mitbestimmt. Die Grundlagen für seine umfassende humanistische Bildung wurden im Elternhaus und im Abteigymnasium Seckau gelegt, wo er 1954 mit Auszeichnung maturierte. Danach entschied er sich für das Studium des Hüttenwesens an der damaligen Montanistischen Hochschule Leoben und wurde in der Katholischen Hochschulverbindung Kristall aktiv.

1961 wurde er zum Diplomingenieur graduiert, machte anschließend noch das Fachsemester Gießereiwesen und trat danach in die Dienste der Tiroler Röhren- und Metallwerke AG, Hall in Tirol, wo er bis 1970, zuletzt als Gruppenleiter Werkstoffprüfung tätig war. In dieser Zeit begann Gerhard Sperls erstaunliche Karriere in zwei Wissenschaftsbereichen, den Werkstoffwissenschaften und der Archäometallurgie mit zwei bemerkenswerten Veröffentlichungen: „Zur Beurteilung der Graphitform in Gußeisen“ in der RADEX RUNDSCHAU 1967 und fast gleichzeitig erscheint sein „Beitrag zur Herstellung der Mikrotontafeln“ in ORIENTALIA 36 (1967). In dieser renommierten Zeitschrift der Altorientalischen Fakultät am Päpstlichen Bibelinstitut zu Rom beschreibt der Gießereifachmann, der auch die Formtechnik mit Tonen gelernt hat, die wahrscheinliche Herstellung antiker Täfelchen aus Naturton und beweist, dass die Keilschrift direkt eingeritzt und nicht nachträglich durch einen speziellen Schrumpfprozess stark verkleinert worden ist. Er spricht darüber hinaus auch die Probleme der Herkunftsbestimmung von Tonen und die Beurteilung der Schreibmethoden an, zwei wichtige Fragen der Altertumforschung.



**Em. O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing.  
Dr. mont. Herbert HIEBLER**  
Vizepräsident des MHVÖ

In dieser Bandbreite zwischen den modernen Materialwissenschaften und der Archäologie und Geschichte sind bis dato mehr als 220 Veröffentlichungen entstanden, dazu noch viele populärwissenschaftliche Artikel in Zeitungen und Zeitschriften.

In seiner Tiroler Zeit hat Gerhard Sperl ein zweites Studium (Orientalistik, klassische Archäologie, Ur- und Frühgeschichte) an der Universität Innsbruck begonnen und klassisches Arabisch in Wort und Schrift gelernt. Zeitgleich arbeitete er an einer Dissertation „Die Aussagekraft der chemischen Analyse antiker Kupferlegierungen für die Altertumswissenschaft“ mit der er 1970 an der Montanuniversität Leoben zum Dr. mont. promoviert worden ist.

1970 ging er nach Freiburg im Breisgau. Zuerst zu Intermetall, als Leiter einer Prozessingenieurgruppe in einem Halbleiterwerk und von 1972 bis 1974 als Mitarbeiter am Institut für Festkörpermechanik der Fraunhofer-Gesellschaft.

Nebenberuflich setzte er sein Studium der Orientalistik, Ur- und Frühgeschichte an der Albert Ludwigs-Universität Freiburg fort.

1974 kam Dr. Sperl zurück nach Leoben an das Erich-Schmid-Institut für Festkörperphysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Als Mitarbeiter

von Univ.-Prof. Dr. H. P. Stüwe arbeitete er auf dem Gebiet der Bruchforschung, wie schon vorher bei der Fraunhofer-Gesellschaft, wovon einige bemerkenswerte Veröffentlichungen zeugen. Allmählich waren historische Fragestellungen im Bereich der Metallkunde und Metallurgie öfter zu bearbeiten, wofür natürlich Dr. Sperl der richtige Mann war. Daraus entwickelte sich ein eigener Arbeitsschwerpunkt am Institut, einschließlich der Erforschung historischer Schlacken.

Es ergaben sich viele internationale Kontakte und langjährige Zusammenarbeiten z. B. seit 1975 mit der Soprintendenza Archeologica und dem Istituto Studi Etruschi in Florenz. Gerhard Sperl ist ein fundierter Kenner der Geschichte und Metallurgie der Etrusker. Sein Studium an der Universität Innsbruck vollendete Gerhard Sperl mit der Dissertation „Erkennen von Keilschriftzeichen mit Hilfe elektronischer Rechenanlagen“. 1983 wurde er zum Doktor der Philosophie promoviert.

Im Jahr 1989 habilitierte sich Gerhard Sperl an der Geisteswissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien mit der Schrift „Montangeschichte des Erzberggebietes nach archäologischen und schriftlichen Dokumenten, ergänzt durch praktische Versuche“. Er wurde als Dozent für Montanarchäometrie dem Institut für Ur- und Frühgeschichte zugeteilt. Im Jahr 1999 wurde ihm der Berufstitel Univ.-Prof. verliehen.

Prof. Sperl, 2002 vom Erich-Schmid-Institut pensioniert, lehrt nach wie vor an der Universität Wien und an der Montanuniversität, hält Kurse ab und veranstaltet Exkursionen. Er engagiert sich auch für die Erhaltung

der montanhistorischen Kulturdenkmäler in ganz Europa. Im Rahmen der von ihm ins Leben gerufenen Idee „Europäische Eisenstraßen“ arbeitet er mit Unterstützung des Europarates mit Fachleuten aus vielen Ländern zusammen. In der engeren Heimat seien beispielhaft sein 1978 gestartetes Projekt „Steirische Eisenstraße“, der Anstoß zur Restaurierung der Laurentikirche in Vordernberg und sein langjähriges Engagement im Verein der Freunde des Radwerkes IV, als Kassenwart und derzeit Vizepräsident, genannt.

Gerhard Sperl ist auch in der Kommunalpolitik tätig gewesen. Von 1980-89 war er zweiter Vizebürgermeister der Stadt Leoben.

Seit 2004 ist er Präsident des Montanhistorischen Vereins Österreich. Mit neu besetzter Geschäftsführung ist er begeistert an die Arbeit gegangen, hat unter Wahrung der Kontinuität neue Akzente gesetzt und hat für die Zukunft noch viel vor.

Dazu wünsche ich Herrn Prof. DDr. Sperl im Namen unseres Vereins und in langer Freundschaft verbunden auch persönlich viel Erfolg, gute Gesundheit und ungebrochene Schaffenskraft.

Wir danken für seine vielfältigen Leistungen und gratulieren mit „ad multos annos“ zur Vollendung des 70. Lebensjahres.

Glück auf!

Herbert Hiebler



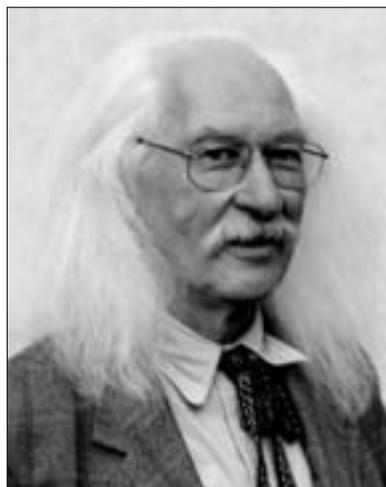
## Laudatio

### *Lieber Gerhard!*

Wenn man älter wird, vergeht die Zeit immer schneller, so empfindet man es zumindest. Aber eigentlich ist es auch so! Denn ein Kleinkind kann in relativ kurzer Zeit seine Lebenszeit verdoppeln. Das kannst Du natürlich nicht mehr, aber trotzdem kennen wir einander bereits länger als Dein halbes Jubiläum und ich freue mich ganz besonders, Dir für all die anderen Gratulanten die Glückwünsche zu Deinem Siebziger überbringen zu dürfen, bist Du doch nicht nur Montanist mit Leib und Seele, zeitweise Kommunalpolitiker, sondern auch studierter Orientalist und ebenso mit Leib und Seele Entertainer – wie man so (un)schön neudeutsch sagt – oder eigentlich gerechter: Dein innigster Wunsch ist es, die Schönheiten und kulturellen Leistungen des österreichischen, ja des europäischen Montanwesens der Öffentlichkeit näher zu bringen. Dass Dir dies fast in die Wiege gelegt wurde, hast Du mir gestanden, da Du als Achtjähriger mit dem Vortrag „Die Lava rinnt“ pyrotechnische Vorgänge zu Deiner Leidenschaft erhoben hast und für einen Leobener geradezu selbstverständlich mit Deiner Liebe zur Geschichte, Dich mit dem Leben und Wirken von Přemysl Ottokar zu beschäftigen.

Am 24. April 1936 wurdest Du in Göß bei Leoben geboren, besuchtest die Volksschule und später das Bundesrealgymnasium in Leoben und wechseltest dann in das Humanistische Abteigymnasium Seckau, wo Du Deine Matura 1954 mit Auszeichnung bestandest. Von 1954 bis 1961 studierst Du an der „Montanistischen Hochschule Leoben“ und wurdest Dipl.-Ing. für Hüttenwesen, besuchtest anschließend aber noch ein Fachsemester im Gießereiwesen. Dadurch kam es an der Tiroler Röhren- und Metallwerke AG Hall in Tirol bis 1970 zu Deiner ersten Tätigkeit in der Gießerei und Qualitätskontrolle. In der Freizeit vertieftest Du Dein Wissen an der Leopold-Franzens-Universität in Innsbruck mit den Fächern Orientalistik, Klassische Archäologie, Ur- und Frühgeschichte und Informatik (auf einer Zuse 23), ein Wissen, das Dir später in der Orientalistik zu Gute kam. Nach Deiner Laufbahn in der Wirtschaft hast Du am Erich-Schmid-Institut für Festkörperphysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften bei Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. Hein Peter Stüwe Bruchforschung betrieben, aber auch den Bereich der naturwissenschaftlichen Untersuchung an montanarchäologischen Funden systematisch ausbauen können. 1961 hast Du Deine Frau Erika geheiratet, und Ihr habt von Euren drei Kindern bereits mehrere Enkel.

Du warst mit Deiner Frau Erika Gründungsmitglied des Montanhistorischen Vereins, und es war sicher eine richtige Entscheidung, die jeweiligen historischen Ausschüsse des Montanwesens zusammenzuführen. Der Titel der Zeitschrift „res montanarum“ ist förmlich das Programm, das schon Georg Agricola in seinem lateinischen Monumentalwerk zur Förderung der vielfältigen



**Univ.-Prof. Dr. phil. Clemens EIBNER**

Bereiche des Berg- und Hüttenwesens zu Beginn der Neuzeit vorstellte. Auch er hatte damals eine richtige Entscheidung getroffen, war doch das Lateinische die lingua franca, und so haben seine Holzschnitte und Beschreibungen weltweit zum Aufschwung des teilweise stagnierenden oder in Turbulenzen geratenen Bergwesens geführt, wie Adaptationen selbst in China und in Japan oder in Südamerika zeigen.

Durch Deine Studien und Arbeiten hast Du aber auch einen entscheidenden Einfluss auf die Montanarchäologie genommen. Dadurch habe ich Dich kennengelernt. 1968 wollte Ernst Preuschen für die Nassaufbereitung des urzeitlichen Kupfererzbergbaus das Stauchsiebsetzen nachweisen, und ich war als Assistent von Richard Pittioni zu der Ausgrabung nach Mühlbach delegiert worden. Gemeinsam mit meiner Frau Alexandrine erlebte ich bei Ernst Preuschen ein Privatissimum im Montanwesen. Dich faszinierte zu diesem Zeitpunkt die Technik der Kupfererzverhüttung, und Deine Schlackenbeprobung der Mühlbacher Schmelzplätze führte uns zusammen. Deine Leobener Dissertation 1970, die Prof. Mitsche und Prof. Pittioni betreuten, beschäftigte sich mit der Aussagekraft der chemischen Analyse antiker Kupferlegierungen für die Altertumswissenschaft, hier flossen Deine Erkenntnisse aus dem Experiment und der Schlackenanalyse ein. Noch viel wichtiger scheint mir aber Deine Arbeit über die Typologie urzeitlicher, frühgeschichtlicher und mittelalterlicher Eisenhütenschlacken, die Prof. Pittioni anregte und in die Studien zur Industriearchäologie aufnahm. Damals gab es einen Forschungsschwerpunkt zur Industriearchäologie, den maßgeblich Pittioni am Kontinent umprägte und das Montanwesen seit der Urzeit einschloss, während man im Ausgangsland – den Britischen Inseln – bis heute verstärkt alle materiellen Zeugnisse der „Industriellen Revolution“, also etwa seit 1780, untersucht, katalogi-

siert und der Öffentlichkeit zugänglich macht. Die von Dir maßgeblich veranstalteten Kongresse und Symposien in Vordernberg klärten das Umfeld, und die Gründung des Montanhistorischen Vereins gehörte genau in dieses Konzept. Seit damals weiß ich Dich auch als Vorkämpfer und in vorderster Front für das Projekt „Eisenstraße“ oder eigentlich besser die vielen „Eisenstraßen“, wobei nach Deinem Verständnis die Zusammenführung aller bedeutenden Zeugnisse, ob vergangen oder gegenwärtig genutzt, vorrangiges Ziel sind. Hier konntest Du auf Bewährtem aufbauen, denn schon die Vorgänger hatten mit dem Radwerk IV einen entscheidenden Schritt getan. Im Zuge dieser Bemühungen hast Du Dich voll in den Dienst der Sache gestellt, so wie der zu früh verstorbene Hofrat Peter Sika, der als Direktor der Bibliothek der Montanuniversität Leoben durch Sonderausstellungen und initiierte Bestandsaufnahmen in Vordernberg zur Hebung des Bewusstseins beitrug. Unvergesslich sind mir Deine Aktivitäten an der Laurentiröst: Zuerst die in größerer Dimension betriebene Köhlerei, dann aber auch die Versuche zur Eisenerzeugung im Rennfeuer. Dass sie heute ein integrierender Bestand bei den Aktivitäten rund um das Radwerk III sein können, wird Dir verdankt. Ein besonderes Anliegen war und ist Dir die alte Pfarrkirche mit dem Laurentiuspatrozinium in Vordernberg. Das Laurentifest konnten ich und im musikalischen Bereich mein Vater aktiv mitgestalten, und die Ausgrabung beim alten Waaghäusl bot zwar nicht den erhofften Erfolg eines ungestörten Eisenverhüttungsplatzes, wohl aber Einblicke in verschiedene Bereiche der montanarchäologischen Spuren. Dass durch Dr. Susanne Klemm sowohl in Vordernberg als auch in Eisenerz die Montanarchäologie präsent ist, geht nicht zuletzt auf Deine Initiative zurück. Als Prof. Preuschen 1973 starb, war es mir ein Anliegen, die 1968 auf der Landesausstellung „Der Bergmann, der Hüttenmann, Gestalter der Steiermark“ in Leoben auf einer Übersichtskarte eingetragenen und noch unpublizierten Kupferschmelzplätze des Johnsbachtals zu verifizieren. Du hast spontan den Arbeitskreis „Johnsbachtal“ gegründet, nur wenig später folgte der Arbeitskreis „Pal-

tental“, und die Nähe der Montanuniversität ermöglichte die Zusammenarbeit vieler Kollegen, die ich hier nicht alle aufzählen kann.

Bis heute beschäftigen Dich das Eisen und das Kupfer der Toskana und der Etrusker auf Elba, und die vielen Aktivitäten, die Du hier unternommen hast, zeigen Dich mit einer weiteren Facette, die noch nicht zur Sprache gekommen ist. Neben den Verpflichtungen in den diversen Komitees und Deinem Engagement in der Lehre, die ich nur kurz streifen will, bist Du vielen der Cicero- ne zu den Schätzen anderer Regionen. So kennen Dich viele gerade von Tagungs- und Exkursionsveranstaltungen und gemeinsamen Kulturreisen, die mich hoffen lassen, dass Studienreisen neben der Kunst in Zukunft mehr von diesen, vielleicht manchmal schwerer erschließbaren Kulturgütern berücksichtigen und bei den Teilnehmern die Sinne dafür schärfen.

Sichtbare Ehrungen blieben nicht aus, so erhieltest Du 1969 den Theodor-Körner-Preis des ÖGB, 1990 das Große Ehrenzeichen des Landes Steiermark und 1995 das Österreichische Ehrenkreuz für Wissenschaft und Kunst 1. Klasse.

Neben Deinen beiden Promotionen 1970 in Leoben und 1983 in Innsbruck hast Du Dich 1989 in Wien habilitiert, in Leoben und Wien gelehrt und bist zum Universitätsprofessor über die Universität Wien ernannt worden.

Dein Engagement für das Tauerngold oder für das Beil und die Silices vom „Ötzi“ zeigen Deine Vielfalt genauso wie die Beschäftigung mit den „Schwarzen Mandern“ in Innsbruck oder Deine Kooperation im Zambujal-Projekt mit Prof. Sangmeister in Deiner Freiburger Zeit. Dass Dir noch viele aktive Jahre, auch im Kreis Deiner Lieben, vergönnt sein mögen, ganz besonders natürlich auch als „unser“ Präsident des MHVÖ wünscht Dir mit einem von ganzem Herzen kommenden

Glück Auf !

Dein Clemens Eibner



**Amicus perito re metallica amico!**

**Quod bonum, faustum, felix fortunatumque sit.**

**Cura, ut valeas – tibi proderit et nobis.**

**Hans Jörg Köstler**

# VERÖFFENTLICHUNGEN VON GERHARD SPERL

(Nach einer Zusammenstellung des Verfassers)

## 1965

- Untersuchung einer antiken Bronzescheibe, übergeben von Herrn Prof. FRANZ der Universität Innsbruck, Prüfbericht Nr 527, Mag. Mayer, DI G. Sperl, vom 29.6.1964 der Tiroler Röhren- und Metallwerke AG, Hall, Tirol (Manuskript, 3 S., 3 Farb-Abb.); Publikation dazu in: Leonhard Franz, Die Roßhahnscheibe von San Zenon; in: Veröffentlichungen des Museums Ferdinandeum 46 (1966), S. 81-100

## 1966

- Publikationen in den Betriebsnachrichten der Tiroler Röhren- und Metallwerke AG (TRM), Hall/ Tirol,
  - 1 Was kann eine elektronische Rechenanlage; in: TRM 74, 1966, S. 13
  - 2 Sonder-Roheisen; in: TRM 75, 1966, S. 4
  - 3 Zerstörungsfreie Prüfung unserer TRM-Gußstücke; in: TRM 79, 1966 (1. Teil), S. 14
  - 4 Zerstörungsfreie Prüfung unserer TRM-Gußstücke; in: TRM 80, 1966 (2. Teil), S. 4 und S. 13

## 1967

- Diskussionsbeitrag zur Herstellung der Mikroton tafeln; in: ORIENTALIA 36 (1967) Fasc. 3, S. 339-344, 6 Abb. auf Tafeln LXVII-LXXV
- Zur Beurteilung der Graphitform in Gußeisen; in: Radex-Rundschau 1967, S. 824-829

## 1969

- Von der Kunst des Gießens; in: TRM März 1969, S. 14
- Salz aus Hall; in: TRM-Information, August 1969, S. 11
- Maximilian I. in Tirol; in: TRM-Information 1969, S. 18

## 1970

- Metallurgische Unterscheidungskriterien metallischer Funde der Kupfer- und Bronzezeit Europas, in: Fortschritte in der Metallographie, Praktische Metallographie, Sonderband 4, Riederer Verlag Stuttgart 1975, S. 3 - 26. (Darstellung der Ergebnisse der Dissertation von G. Sperl 1970)

## 1974

- Mitautor S. Winkler: Beobachtungen beim Abplatzbruch durch reflektierte Stoßwellen in wärmebehandeltem Armco-Eisen; in: BHM 119 (1974), S. 284-290
- Untersuchungen zum Bruchverhalten einsatzgehärteter Werkstücke; wissenschaftlicher Bericht des Instituts für Festkörpermechanik der Fraunhofer-Ges. E.V., Freiburg, April 1974
- Mitautor S. Winkler: Stoßwellen als mögliche Schadensursache in Kernkraftwerkskomponenten; wissenschaftlicher Bericht des Institutes für Festkörpermechanik der Fraunhofer-Ges. E.V., Freiburg, Dezember 1974

## 1975

- Beobachtungen beim Bruch einsatzgehärteter Schichten im Licht- und Rasterelektronenmikroskop; in: Sonderbände der Praktischen Metallographie, B. 4, „Fortschritte in der Metallographie“, 1975, S. 478-488

## 1976

- Beschreibung der Vorgänge beim Bruch austenitischer Bleche; in: Tagung „Gefüge und Bruch“. Materialkundl. Techn. Reihe 3 (1976), S. 65-72; Hrsg. K. L. Maurer, H. Fischmeister, Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin-Stuttgart

## 1977

- Montangeschichtliche Sammlungen des Vordernberger Tales; in: BHM 122 (1977), S. 216 f
- Die eisernen Fibeln der Hallstattzeit aus Leoben-Hinterberg; in: Der Leobener Strauß 5 (1977), S. 9-15
- Technologische Beziehungen zwischen der frühgeschichtlichen Kupfer- und Eisenmetallurgie; in: Wiss. Arbeiten aus dem Burgenland (WAB) 59 (1977), S. 181-183

## 1978

- Nachweis der Verteilung von Spurenelementen in Kupferlegierungen mittels Emissionsspektalanalyse (Arbeitsbericht) 1978
- Sinn und Methode der inneren Typologie metallischer Fundobjekte; in: Mineralische Rohstoffe als kulturhistorische Informationsquelle. Hrsg. v. H. W. Henricke, Verlag des Vereins Deutscher Emailfachleute, Hagen 1978
- Wilhelm Schuster zum Gedenken – Vordernberg und seine technischen Denkmale – Montangeschichte des Erzberggebietes; in: BHM 123 (1978), S. 245
- Montanhistorischer Verein für Österreich – Montangeschichte des Erzberggebietes; in: BHM 123 (1978), S. 340 f
- Arbeitstagung „Montangeschichte des Erzberggebietes“ in Vordernberg; in: BHM 123 (1978), S. 474 f

## 1979

- Gefügeuntersuchungen an Rennfeuerschlacken; in: Sonderbände der Praktischen Metallographie, Band 10, Fortschritte in der Metallographie, 1979, S. 349-358
- Metallographische Untersuchungen bronzezeitlichen Kupfers (deutsch und englisch) 1979 (Manuskript)
- Der Wert der Spurenanalyse für das Tauerergold; in: Tauerergold, LGH, Neue Folge, H. 1 (1979), S. 22-30
- Vergleichende Untersuchungen an frühgeschichtlichen Eisenschlacken; in: BHM 124 (1979), S. 79-84
- Das Radwerk IV in Vordernberg; in: BHM 124 (1979), S. 451
- Römische Metallurgie auf der Feistawiese; in: Tagungsband „Montangeschichte des Erzberggebietes“, MHVÖ Leoben, 1979, S. 37-41
- Zur ehemaligen Kupfergewinnung in der Radmer und im Johnsbachtal; in: Tagungsband „Montangeschichte des Erzberggebietes“, MHVÖ Leoben, 1979, S. 135-145
- Untersuchung eines Schlackenstückes – Stift Geras/ Manuskript

- Der Montanhistorische Verein für Österreich in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1979, S. 104-107
- Das Burgenland, ein frühes Eisenhüttenzentrum; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1979, S. 126 f
- Ein Schlackenfund vom Kordlar-Tepe; in: Archäologische Mitteilungen aus Iran, Band 12, (1979), S. 155 f; Tafel 27-28
- Tagung über „Frühe Feuertechnologie“ in Washington D.C.; in: Der Anschnitt 31 (1979), S. 189
- Mitautor C. Reimann: Gefügeuntersuchungen an Rennfeuerschlacken. Sonderbände der Praktischen Metallographie, Bd. 10/1979: Fortschritte in der Metallographie (Stuttgart), S. 349-358

### 1980

- Metallographic examination of Bronze Age copper; in: Metals Technology, Mai 1980, S. 212-217
- Mitautoren H. Preßlinger, C. Eibner, G. Walach: Ergebnis der Erforschung urnenfelderzeitlicher Kupfermetallurgie im Paltental; in: BHM 125 (1980), S. 131-142
- Emil-Vogt-Symposion „Frühes Eisen in Europa“ in Schaffhausen; in: BHM 125 (1980), S. 231
- Neuwahlen beim Radwerk IV in Vordernberg; in: BHM 125 (1980), S. 392
- Eisen im alten Kupfer; in: Freiburger Forschungshefte, B 217 Metallurgie und Werkstofftechnik – Nicht-eisenmetallurgie, 1980, S. 17-25
- Mitautor H. Preßlinger: Frühes Berg- und Hüttenwesen rund um das Gesäuse; in: Kalender für Berg, Hütte und Energie 1980, S. 151-157
- Das Laurentifest in Vordernberg; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1980, S. 158-160
- Urgeschichtliches Hüttenwesen im Paltental; in: Da schau her 1 (1980), Heft 3, S. 6 f

### 1981

- Untersuchung von Resten eines Kupfer-Gießplatzes in Zambujal/Portugal; in: Madrider Beiträge 5 (1981), S. 341-345
- Untersuchungen zur Metallurgie der Etrusker; in: L'Etruria Mineraria, Atti del XII Convegno di Studi Etruschi e Italici, Florenz 1981, S. 29-50
- Mitautor H. Preßlinger: Urzeitliche Verhüttungsstätten neben dem Birschsteig; in: Der Anblick, Heft 4, April 1981, S. 159 f
- Mitautor H. Preßlinger: Über die ehemalige Kupfergewinnung in Bärndorf bei Rottenmann; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1981, S. 135-141
- Lebendes Montanmuseum „Steirische Eisenstraße“; in: BHM 126 (1981), S. 199-201
- Wieder Laurentifest in Vordernberg; in: BHM 126 (1981), S. 434-436
- Montanhistorische Provinz „Tauerndgold“; in: BHM 126 (1981), S. 370-372

- I. Erzbergsymposion in Vordernberg; in: BHM 126 (1981), S. 511 f
- Hundert Jahre Schmelzversuche zur frühen Eisenerzeugung; in: Eisengewinnung und -verarbeitung in der Frühzeit, LGH, Neue Folge, Heft 2, 1981, S. 93-99
- Mitautoren H. Pirkl, R. Pittioni, M. Rupert: Über die Eisenverhüttung in Winkl bei St. Johann in Tirol; in: Studien zur Industrie-Archäologie IX, Anz. phil.-hist. Klasse der ÖAW 118 (1981), So.13; S. 222-239; 13 Abb.
- Das Bruchverhalten dünner Bleche aus austenitischem Stahl; in: Tagungsband Verformung und Bruch, Verlag der ÖAW 1981, S. 155-168
- Schmiedeschlacken von Scarlino (LI), Italien, unpublizierte Arbeit für Prof. R. Francovich, Siena/Antella, Italien, (1981)

### 1982

- Erzherzog Johann von Österreich; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1982, S. 18-23
- Mitautoren C. Eibner, H. Preßlinger, G. Walach: Kupfererzverhüttung in Österreich vor 3000 Jahren; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1982, S. 121-127
- Erzherzog Johann-Jahr 1982; in: BHM 127 (1982), S. 53 f
- Norisches Eisen - Versuche zur Herkunftsdefinition; in: BHM 127 (1982), S. 263-265
- Erzherzog Johann in England; in: Katalog der Ausstellungen in Vordernberg 1982, S. 60-67
- Montanhistorische Provinz „Alpines Salz“; in: BHM 127 (1982), S. 310-312
- Geschichte der Montantechnik; in: Ferrum, Nachrichten aus der Eisen-Bibliothek, Nr. 53, S. 35-37
- 1. Internationales Montanhistorisches Grabungspraktikum in Vordernberg; in: BHM 127 (1982), S. 413
- Vorlesungsreihe „Geschichte des Montanwesens“ an der Montanuniversität Leoben; in: BHM 127 (1982), S. 62 f
- Neue Erkenntnisse über ur- und frühgeschichtliche Metalltechnik aus Schlackenuntersuchungen; in: Das Quellenproblem in der Technikgeschichte – Informationsträger historischer Technik – VDI Düsseldorf, 1982 (2 Seiten)
- Schlacke als historische Quelle; in: Mitteilungen der Österr. Arbeitsgemeinschaft für Ur- und Frühgeschichte, XXXII. Band, Wien 1982 (erschienen 1984), S. 133-141

### 1983

- Mettenschicht 1982 an der Berg- und Hütterschule Leoben; in: BHM 128 (1983), S. 26
- Thomas Telford, Architekt und Neuerer des englischen Verkehrswesens; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte, Energie 1983, S. 145-151
- Corrigenda zum frühen Eisen in Österreich; in: BHM 128 (1983), S. 181-184
- Montanmuseum Fohnsdorf eröffnet; in: BHM 128 (1983), S. 210

- Projekt-Exposé zur naturwissenschaftlichen Untersuchung des Jünglings vom Magdalensberg im Kunsthistorischen Museum in Wien, Antikenabteilung, vom 20.1.1983

#### 1984

- Die Metallerzeugung der Etrusker; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1984, S. 92-100
- Bergmännische Mettenschicht 1983 an der Berg- und Hüttenschule Leoben; in: BHM 129 (1984), S. 59
- Die Steirische Eisenstraße - ein Museum lebendiger Eisengeschichte; in: Steirische Berichte Nr. 3/1984, S. 22-24
- Die Entwicklung des steirischen Eisenhüttenwesens vor der Einführung des Hochofens; in: Erz und Eisen in der Grünen Mark – Beiträge zum steirischen Eisenwesen, Hrsg. Paul W. Roth, Graz 1984, S. 83-94
- Die Technologie der direkten Eisenherstellung; in: Erz und Eisen in der Grünen Mark - Beiträge zum steirischen Eisenwesen, Hrsg. Paul W. Roth, Graz 1984, S. 95-107
- Corrigenda zum frühen Eisen in Österreich II; in: BHM 129 (1984), S. 168-170
- Die „Steirische Eisenstraße“ als lebendes Museum zur Montangeschichte; in: Katalog zur Landesausstellung 1984, S. 284-289
- Montanhistorische Provinz „Eisenwurz“; in: BHM 129 (1984), S. 218-220
- Neue Befunde zur alpinen Bronzezeit; in: BHM 129 (1984), S. 348
- 3. Erzberg-Symposium „Die Eisenstraße“; in: BHM 129 (1984), S. 442
- Montanarchäometrie; in: Wiener Berichte über Naturwissenschaften in der Kunst, Band 1/1984, S. 175-185

#### 1985

- Das Radwerk I in Vordernberg; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1985, S. 135-149
- Das Ende des Eisenerzer Huntslaufs; in: BHM 130 (1985), S. 64
- 90 Jahre Leobener Waasenbrücke; in: BHM 130 (1985), S. 92 f
- Leoben, das österreichische Heidelberg; in: Programm der 28. ÖCV-Cartellverbandsversammlung in Leoben 15.-18.5.1985 (4 Seiten)
- Montangeschichte als kultureller Auftrag; in: BHM 130 (1985), S. 155-161
- Die Technologie des Ferrum Noricum; in: Lebendige Altertumswissenschaft - Festschrift Hermann Vetters, Wien 1985, S. 410-416
- La produzione dei metalli nell'Etruria antica; in: Progetto Etruschi: L'Etruria Mineraria, Hrsg. G. Camporeale, 1985, S. 39 f
- Damit die Eisenstraße lebt; in: Steirische Berichte 5/1985, S. 53 f
- Die Eisenstraße als lebendiges Museum zur Montangeschichte – Erfahrungen, Vergleiche, Vorschläge. Gutachten im Auftrag der Steiermärkischen Landesregierung; Manuskript vom 30.9.1986, 22 Seiten

#### 1986

- Tubal Qain – Metallurge von Tabal; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1986, S. 112 f
- Tiefschichtige Toskana; in: Südost-Tagespost vom 14.1.1986
- Tubal Qain, Stammvater der Schmiede? Die Bibel als montanhistorische Quelle; in: BHM 131 (1986), S. 24 f
- Geschichte des Eisens in Korea; in: BHM 131 (1986), S. 168-170
- Aufgaben, Durchführung und Ergebnisse von Schmelzversuchen; in: Ferrum, Nachrichten aus der Eisenbibliothek Nr. 57 (1986), S. 31-35
- Wrought Iron – Schweißisen; in: BHM 131 (1986), S. 487-490
- Steirisches Montanwesen vor dem Eisen; in: OVZ vom 21.3.1987
- Der Jüngling vom Magdalensberg - Untersuchungen der Kernarmierung; in: Griechische und römische Statuetten und Großbronzen, Hrsg. Kurt Gschwantler und Alfred Bernhard-Walcher, Wien 1988, S. 42-44 (Akten der 9. Intern. Tagung über Antike Bronzen, Wien, 21.-25.4.1986)

#### 1987

- Glas + Kohle, montanhistorische Exkursion 1987; in: BHM 132 (1987), S. 559 f
- Frühes Hüttenwesen in Niederösterreich; in: Bergbau in NÖ, Studien und Forschungen aus dem NÖ-Institut für Landeskunde, Band 10, 1987, S. 411-428
- Friedrich Mayer-Beck 1907-1977; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1987, S. 1-27
- Univ.-Prof. Dr. Richard Pittioni 1906-1986; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1987, S. 130 f

#### 1988

- Metallurgie des urgeschichtlichen Kupferwesens im Alpenraum; in: BHM 133 (1988), S. 495-498
- Zur Melodie des Vordernberger Bergreimes; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1989, S. 28-31
- Montanarchäometrie; in: Historicum (Salzburg) 12, (1988), S. 30 f
- Metallurgische Beurteilung der Schlackenfunde aus der Eisenverhüttungsanlage Loitzendorf; in: Archaeologia Austriaca 72 (1988), S. 153-157
- Möglichkeiten zur Rekonstruktion der urgeschichtlichen Hüttenprozesse des Kupfers und Eisens aus Schlackenuntersuchungen am mittelalterlichen Beispiel Feistawiese; in: Sonderdruck aus Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz 35 (1988), S. 639-641
- Minerali, Metalli Grezzi, Scorie – Estratto; in: Archeometallurgia Ricerche e Prospettive, Atti del Colloquio Internazionale di Archeometallurgia, Bologna-Dozza Imolese, 18.-21.10.1988, Kurzfassung
- Metallurgische Beschreibung des römerzeitlichen Kupfers, in: 10. internationale Tagung über antike Bronzen, Freiburg 1988, Kurzfassungen S. 62

## 1989

- Kulturgeschichte des Eisens; in: BHM 134 (1989), S. 28-30
- Mittelalterliche Eisentechnologie in Österreich; in: Archaeometallurgy of iron 1967-1987, Symposium Liblice 1987, Prague 1989, S. 119-124
- Spektralanalyse und Numismatik; in: Der Zeiringer Silberpfennig – Montangeschichte und Münzwesen; LGH, Sonderband Nr. 3, 1989, MHVÖ Leoben, S. 53-56
- Die historischen Schlacken aus Oberzeiring als Indikator für die historische Metallurgie des Silbers; in: Der Zeiringer Silberpfennig – Montangeschichte und Münzwesen; LGH, Sonderband Nr. 3, 1989, MHVÖ Leoben, S. 60-64
- Die Eisenhütte von Amalfi; in: BHM 134 (1989), S. 270-272
- Das Berggesetz der USA; in: BHM 134 (1989), S. 398 f
- La Metallurgia nella Ferriera di Amalfi; in: Rassegna del Centro di Cultura e Storia Amalfitana, 9/1989, Nr. 17, S. 129-135
- Unterlagen für den Kupfer-Kurs in Ravello 1989: 1/ The importance of trace elements in copper and its alloys (Manuskript)

## 1990

- 150 Jahre Montanlehre in Österreich; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1990, S. 32-38
- Terra Mystica - Bergbau und Tourismus für Bleiberg (Kärnten); in: Kalender für Berg, Hütte und Energie 1990, S. 77-80
- Ein Fund aus Gurnia (Kreta) und das Problem der Schlackenbeurteilung; in: The first iron in the Mediterranean – Il Primo Ferro del Mediterraneo, Comité pour la siderurgie ancienne, affilié à l'UNESCO (Tagungsband). Herausgegeben in der Serie PACT-Brüssel/Straßburg PACT Nr. 21/1988, S.163-167 (erschienen 1/1990)
- Mettenschicht 1989 der Berg- und Hüttenschule Leoben; in: BHM 135 (1990), S. 54
- Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1990; in: BHM 135 (1990), S. 55
- Der Bergmännische Unterricht in Italien; in: BHM 135 (1990), S.41-45 (Übersetzung)
- Kulturgeschichte des Eisens; in: Bergknappe (Schweiz) – Mitteilungen 52, 2/1990, S. 25 f
- Schaubergwerk Leogang/Pinzgau, Salzburg; in: BHM 135 (1990), S. 287
- Römisches Eisenwesen um den Erzberg; in: OVZ vom 20.10.1990, S. 10
- Montanarchäometrie – ein neues Lehrgebiet zur Geschichte des Montanwesens in: BHM 135 (1990), S. 331 f
- Bergmannslieder einst und jetzt; in: Die Vorträge der 9. österr. Studentenhistorikertagung, Beiträge zur österreichischen Studentengeschichte – Band 21, Wien 1990, S. 27-38
- Ein neues Schaubergwerk bei Leogang/Pinzgau, Salzburg; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1991, ODVG Leoben 1990, S. 115-117

- Museum der Gold- und Silberschmiede; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1991, ODVG Leoben 1990, S. 118 f
- Silber, Erz und Weißes Gold - Bergbau in Tirol; in: Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1991, ODVG Leoben 1990, S. 140-143
- Zur Urgeschichte des Bleies; in: Zeitschrift für Metallkunde, 81 (1990), S. 799-801
- Silber, Erz und Weißes Gold – Bergbau in Tirol; in: BHM 135 (1990), S. 482-484
- Die Europäische Eisenstraße – European Iron Trail (EIT) – Pressemitteilung vom 1.12.1990 (16 Seiten)

## 1991

- Historischer Schwefelbergbau in Peticara (PS), Italien; in: BHM 136 (1991), S. 75-78
- Zur Geschichte der Verwendung des Bleies (Die Rolle des Bleies in der Geschichte der Metallurgie); in: Jahrestagung des Arbeitskreises Archäometrie in der Fachgruppe Analytische Chemie der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCH) und des Arbeitskreises Archäometrie und Denkmalpflege der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft (DMG), Berlin, 6.-8. März 1991, S. 49-51 (lange Kurzfassung)
- Ronald Tylecote zum Gedenken; in: BHM 136 (1991), S. 192
- Il sentiero europeo del ferro; in: Dal Basso fuoco all'altoforno; Atti del 1. Simposio Valle Camonica 1988 „La siderurgia nell'antichità“, Grafo Edizioni, Brescia, Sibirium 20 (1991), S. 17-22
- Gedanken zu einer Europäischen Eisenstraße – die Gestaltung eines europäischen Kulturweges des Eisens unter dem Patronat des Europarates in Straßburg; in: res montanarum 2/1991, S. 18-23
- Die Gießler zum Maximiliangrab – Prof. Ing. Otto Knitel zum Gedenken; in: BHM 136 (1991), S. 258 f
- Schau- und Erlebnisbergwerke Österreichs; in: BHM 136 (1991), S. 305-307
- Obir-Tropfsteinhöhlen; Tiroler Bergbau- und Hüttenmuseum Brixlegg; Bergbaumuseum in Jochberg bei Kitzbühel; in: BHM 136 (1991), S. 416
- Der 4. österreichische Knappen- und Hüttenantag 1991 in Badgastein/Böckstein. Tagung zur Geschichte des Tiroler Montanwesens; in: BHM 136 (1991), S. 481-484

## 1992

- Lebenslauf und Werk des Marchese Marco Antonio della Fratta et Montalbano; in: Österr. Kalender für Berg Hütte Energie 1992, S. 27-32
- Zur Geschichte des Magnesites; in: Österr. Kalender für Berg Hütte Energie 1992, S. 97-99
- Der Eisenbergbau Gonzen – das Besucherbergwerk; in: Österr. Kalender für Berg Hütte Energie 1992, S. 100 f
- Reise durch Steyermark; Kernten, Crain im Jahre 1750, Auszug aus dem Tagebuch von Reinhold Rucker Angerstein; redigiert, mit Kommentar versehen und herausgegeben von Gerhard Sperl, Leoben; in: Österr. Kalender für Berg Hütte Energie 1992, S. 103-135

- Mitautor J. Slesak: Das bergmännische Gezähe als Schrittmacher von Neuerungen im Bergbau; in: „Aus der Geschichte des Erzbergbaues im zentraleuropäischen Raum“, Leobener Grüne Hefte, Neue Folge 10, Wien 1992, S. 47-52
  - Graf Széchenyi (1791-1860) und Erzherzog Johann (1782-1859), zwei Pioniere der industriellen Revolution in Mitteleuropa; in: Miklós Iványi (Hrsg.): In Memory of Count István Széchenyi; Budapest 1992, S. 87-95
  - Archäometrie – ein Arbeitsgebiet zwischen Archäologie, Chemie, Metallurgie und Informatik; in: Österr. Chemie-Zeitschrift 93 (1992), S. 125-127
  - Das Kupfer für die „Schwarzen Mander“ in der Innsbrucker Hofkirche – dem Gedenken an Prof. Ing. Otto Knitel gewidmet; in: res montanarum 4/1992, S. 54-57
  - Das Beil vom Hauslabjoch; in: Der Mann im Eis, Band 1, Universität Innsbruck 1992, S. 454-461
  - Die Relation Lagerstätte - Fertigprodukt; in: Archäologie Österreichs, Mitteilungen der Österr. Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte, Jahrgang XLII, 3/2, 1992, S. 64-67
  - The Seefehlner-Kerpely Family, an Austrian-Hungarian Family of iron-builders and their bridges and structures; International Conference “Bridges on the Danube“, 7.-12.9.1992 in Wien und Budapest, Proceedings, vol. I, S. 109-111
  - Bergbauarchäologie an der Montanuniversität Leoben; in: BHM 137 (1992), S. 475-477
  - Isis und Osiris; Iganz von Born, die „Zauberflöte“ und der Stand der Ägyptologie um 1790. Vortrag anlässlich des 250. Geburtstages von Iganz von Born (1742-1771) im Europa-Institut Budapest am 12.12.1992
  - Mitautor S. Sismanoglu: Limyra Ve Cevresinde Bulunan Curuflar Üzerine ince Remeler; VIII. Arkeometri Somiclari Toplantisi 25.-29. Mayıs 1992, Ankara, T.C. Kultur Bakanligi, S. 399-411
  - 5000 Jahre Bergbaugeschichte in den Alpen; Presseaussendung zur Mineralienausstellung „Reiches Erz“, München, 30.10.1992 (4 Seiten, 1 Tabelle)
- 1993**
- Wege des Eisens – die Europäische Eisenstraße – European Iron Trail (EIT); in: Österr. Kalender für Berg Hütte Energie 1993, S. 28-68 sowie 2 Bildblöcke dazu S. 4-27 bzw. 153-158
  - Museen zur Bergbaugeschichte Tirols – Nord-, Ost- und Südtirol; in: Österr. Kalender für Berg Hütte Energie 1993, S. 141-145
  - Schau- und Erlebnisbergwerke in Österreich; in: Österr. Kalender für Berg Hütte Energie 1993, S. 139 f
  - Bergbauarchäologie an der Montanuniversität Leoben – Ergänzungen und Richtigstellung; in: BHM 138 (1993), S. 69
  - Eisenschlacken von S. Caterina, Rio nell’Elba; in: Quaderni di S. Caterina, 3. März 1993, S. 73-83 (auch in italienischer Sprache)
  - „Ötzi“-Kongreß in Innsbruck; in: Obersteirische Volkszeitung vom 24.9.1993
- Die Entwicklung der Eisenmetallurgie von römischer Zeit bis ins Mittelalter; in: Montanarchäologie in Europa, Hrsg. Heiko Steuer, Ulrich Zimmermann, Band 4, Jan Thorbecke Verlag Sigmaringen, 1993, S. 461-476
  - Mitautor S. Sismanoglu: Untersuchungen zur traditionellen Schmiedetechnik in Lykien; in: Akten des II. Internationalen Lykien-Symposiums Wien, 6.-12.6.1990, herausgegeben von Jürgen Borchardt und Gerhard Dobesch, Band II, Österr. Akademie der Wissenschaften 1993, S. 201-209 und Bilder
  - Il museo dell’Altoforno a Vordernberg; in: Il Coltello di Delfo – Rivista di Cultura Materiale e Archeologia Industriale, Nr. 25, März 1993, S. 37-40
  - In memoriam Hofrat Peter Sika, 1918-1992; in: res montanarum 6/1993, S. 43 f
- 1994**
- Aufbereitungsmuseum Altböckstein; in: Österr. Kalender für Berg Hütte Energie 1994, S. 138 f
  - Besucherbergwerk Imhofstollen; in: Österr. Kalender für Berg Hütte Energie 1994, S. 140
  - Alchemistenlabor oder Probierstube? Ergebnisse der ersten Ausgrabung in Oberstockstall NÖ; in: BHM 139 (1994), S. 102 f
  - Zur Metalltechnik der Etrusker; in: ÖFIT Zeitung des Österr. Forschungsinstitutes für Technikgeschichte, 1/2/1994, S. 2-5
  - Das Beil vom Similaun und die Metallphysik. Urzeit-Metallkunde in Leoben; in: Archäologie Österreichs, 5/1 – 1994, S. 36
  - Donawitz vor der „Alpine“ – von den Anfängen eines weltbekannten Industrieortes; in: Obersteirischer Kulturbund (Hrsg.): Donawitz – mehr als ein Stadtteil von Leoben. Leoben 1994, S. 23-47
  - Georgius Agricola und der Orient; in: Georgius Agricola 500 Jahre, Hrsg. Friedrich Naumann, Birkhauser Verlag Berlin, 1994, S. 166-175
- 1995**
- Historische Werkstoffe; in: VLW-News 1/95, Verein Leobner Werkstoff-Wissenschaftler, 1995, S. 16-18
  - Peter Sika, Vordernberg und die Eisenstraße; in: Gedenkschrift in memoriam Peter Sika, Bocksteiner Montana, Sonderheft, 1995, S. 87-89
  - Metallkundliches zum „Ötzi“; in: Der Werkstoffler, Zeitung des Vereins Leobner Werkstoffwissenschaftler, 11. Ausgabe (1995), S. 8-12
  - Untersuchungen zur mittelalterlichen Metallurgie des Silbers um Friesach; in: Die Friesacher Münze im Alpen-Adria-Raum. Grazer grundwissenschaftliche Forschungen / Schriftenreihe der Akademie Friesach, Akad. Druck- u. Verlagsanstalt Graz, 1996, S. 77-96
  - Zur Probierschale aus Strechau, Bez. Liezen, Steiermark; in: Fundberichte aus Österreich, Band 34, 1995, Wien 1996, S. 329-333
- 1996**
- Metallkundliche Untersuchungen der Funde von Waidendorf/Buhuberg, N.Ö.; in: Forschungen in Stillfried, Band 9/10, 1990-1992 (1996), S. 149-166

- Untersuchung von Rauheisen-Ziegeln aus Hermagor/Ktn.; in: Die archäologische Sammlung von Rudolf Egger im Landesmuseum Klagenfurt/Kärnten und im Heimatmuseum Möderndorf bei Hermagor/Kärnten, Diplomarbeit von Bertram Samonig, Wien, 1996, S. 45-54

#### 1997

- Der Eisenprozeß des Ferrum Noricum (1. Jh. v. Chr.) – Posterschau; in: Archäometrie und Denkmalpflege – Kurzberichte 1997; Jahrestagung im Archäologiezentrum der Universität Wien, 24.-26. März 1997, S. 239 f
- Das eiserne Herz Europas: Die steirische Eisenstraße; in: Steirische Berichte 3/4 – 1997, S. 20-23
- Die Etrusker und Europa; in: BHM, 142 (1997), S. 319-324
- Die „Europäische Eisenstraße“ – auf den Spuren der Geschichte des Eisens und seiner Kultur in Europa; in: Das kulturelle Erbe in den Montan- und Geowissenschaften. Bibliotheken – Archive – Museen, Leoben – internationales Symposium 1995, Berichte der Geologischen Bundesanstalt 41, Wien 1997, S. 211 f
- Peter Tunner und Leoben (Anlässlich des 100. Todestages am 8. Juni); in: BHM 142 (1997), S. 219-221 sowie S. 255-257
- 5000 Jahre Bier; in: Der Bergmann – Verbindungszeitung der KÖStV Kristall zu Leoben im ÖCV, Juni 1998, S. 21-27
- Der Eisenprozeß des Ferrum Noricum (1. Jh. v. Chr.); in: Archäometrie und Denkmalpflege – Kurzberichte 1997, S. 239 f

#### 1998

- Eisenbergbau und Verhüttung in der Eisenwurzen; in: Land der Hämmer - Bilder aus der österreichischen Eisenwurzen; Hrsg. Helmut Daucher + Verein Eisenstraße OÖ, 1998, S. 35-41
- Hellenistische Schmiedeschlacken aus Velia (SA), Italien; Sonderdruck aus den Jahreshften des Österreichischen Archäologischen Institutes Band 67, 1998, S. 110-120
- Auf den Spuren der heiligen Barbara; in: Obersteirische Zeitung vom 5.12.1998, S. 17
- Weltkulturerbe Semmeringbahn; in: Obersteirische Zeitung vom 12.12.1998, S. 18
- Ergänzungen zu den Ausgrabungen von Oberstockstall in metallurgischer Sicht; in: Sigrid von Osten: Das Alchemistenlaboratorium Oberstockstall, Universitätsverlag Wagner, Innsbruck 1998, S. 329-332
- Der Floßofen Jan Breughels d. Ä., um 1602; in: BHM 143 (1998), S. 202 f

#### 1999

- Die Schlacken einer mittelalterlichen Bauschmiede auf dem Leopoldsberg, in: Der Leopoldsberg, FG Wiener Stadtarchäologie, Wien 1999, S. 201-207
- The European Iron Trail (Die Europäische Eisenstraße), in: Traditions and Innovations in the Early Medieval Iron Production; Dunaferr, Sopron 1999, S. 31 f
- Ferrum Noricum – the Iron Process in Celtic Noricum (1st cent. BC), in: Traditions and Innovations in the Early Medieval, Dunaferr, Sopron 1999, S. 93

#### 2000

- Geister, Götter und Heilige im Bergbau; in: Bergbau-Heilige. Gotische Skulpturen aus dem Alpenraum – Bergbaumuseum Leogang, 2000, S. 48-51
- Mitautor Tibor Laár : Vom Phlogiston zum Sauerstoffaufblasverfahren – ein Modell für hüttenmännische Forschung und Praxis; Diskussionsbeitrag zum Vortrag: Der Einfluß der Wissenschaft auf die Technik (gemeinsam mit Tibor Laár) anlässlich der 50-Jahrfeier der Firma Dunaferr in Dunaujváros/Ungarn; in: A bucakemencétől az integrált acélgyártásig, a nemzetközi ipartörténeti konferencia előadás-gyűjteménye, 2000, S. 78-83
- Mitautor Tibor Laár: Der Einfluß der Wissenschaft auf die Technik/A tudomány behatolása az iparba (gemeinsam mit Tibor Laár) anlässlich der 50-Jahrfeier der Firma Dunaferr in Dunaujváros/Ungarn; in: A bucakemencétől az integrált acélgyártásig, a nemzetközi ipartörténeti konferencia előadás-gyűjteménye, 2000, S. 63-77
- Der Eisenprozeß der La-Tène-Zeit in Mitteleuropa; in: Metallgewinnung und -verarbeitung in der Antike (Schwerpunkt Eisen), Hrsg. H. Friesinger, K. Pieta, J. Rajtár; Archäologisches Institut der Slowakischen Akademie der Wissenschaften, Nitra 2000, S. 109 f
- Mitautor Tibor Laár: Der Einfluß der Wissenschaft auf die Technik (deutsch) und: A tudomány behatolása az iparba (ungar.), in: A bucakemencétől az integrált acélgyártásig, Dunaferr/OMBKE 2000, S. 63-81

#### 2001

- Metalle und Zeit, eine oft vergessene Problematik; in: Zeitschrift für Metallkunde 92 (2001), S. 3-8
- Archäometallurgie am Saazkogel; in: Archäologie im Raume Feldbach, Feldbacher Beiträge zur Heimatkunde der Südoststeiermark, Heft 8 (2001), S. 103-109 ( zu : A. Lippert: Archäologische Forschungen am Saazkogel, S. 32-103)
- Frühestes Werkstoff-Prüfzentrum am Magdalensberg; in: Rudolfinum (Jb. Landesmuseum f. Kärnten) 2001, S. 151-156
- Mitautoren Gilberto Artioli, Mattia Dugnani, Thomas Hansen, Luca Lutterotti, Annalisa Pedrotti: Crystallographic texture analysis of the Iceman and coeval copper axes by non-invasive neutron powder diffraction, in: The Iceman, ( Atti del convegno Bozen/Bolzano, 20-22 settembre 2001

#### 2002

- FERRUM NORICUM, Stand der Forschung über eine frühe Stahlqualität; in: BHM 174 (2002), S. 61-65
- Mitautoren Susanne Klemm, Wolfgang Scheiblechner: Eisenerzeugung im mittelalterlichen Rennofen; in: Da schau her 23 (2002), Nr. 2, S. 16-19
- Drei Eisenbarren aus Heiligenblut; unter: Andreas Lippert: Ein Depot römischer Ambossbarren in den Hohen Tauern, ANODOS, Studies of the Ancient World, Trnava 2 (2002), S. 193-203
- Die Urgeschichte von Donawitz, in: Werk Donawitz, Entwicklung und Umfeld, 50 Jahre LD-Verfahren,

Eigenverlag voestalpine Bahnsysteme GmbH Donawitz 2002, S. 350-353

- Der Schlackenfund aus einem Hügelgrab in Niederschöckl bei Graz, Steiermark, in: Fundberichte aus Österreich 41 (2002), S. 223-228

### 2003

- „Az európai vas útja“ elnevezésű mozgalom a kezdetektől, a szervezés jelenlegi állapotáig; in: ÉSZAK-KELET-MGYARORSZAG VIII (2003), H. 5-6, Miskolc, Beilage: Ipari Örökségünk (Industriedenkmäler), S. 8 f
- Datieren von Eisenfunden aus Gefügeuntersuchungen, in: Praktische Metallographie, Sonderband 34 (2003), S. 13-28
- Zu den Schlacken aus Feldkirchen, in: Feldkirchen in Kärnten, ein Zentrum norischer Eisenverhüttung, Archäologische Forschungen, Bd. 8 (2003), Verlag der ÖAW, S. 68-80
- Neues zu den „Schwarzen Mandern“, Werkstoffkunde zu den gegossenen Figuren des 16. Jh. in der Innsbrucker Hofkirche, in: Giesserei-Rundschau 50 (2003), S. 266-270
- European Iron Trail, its beginning and state of organization (7 S) / Excerpts from the history of the iron metallurgy (12 S), beides mit Erklärung in ungarisch in: Az „Európai Vaskultúra Útja“, Közép-Kelet-Európában / The „European Iron Trail“ in Central-East Europe, CD zur Tagung 27./28. Mai 2003 in Miskolc (Org. L. Drotos/ T. Laar).[CD 161]

### 2004

- Geschichte und Stand der Montanarchäologie in Österreich, in: res montanarum 34/2004, S. 85-92
- Zum Stand der Erforschung des Ferrum Noricum, in: AD FONTES, Festschrift für Gerhard Dobesch, Wiener Humanistische Gesellschaft, Wien 2004, S. 961-976

### 2005

- Metallography for the European Copper Age: Research on the Axe-Blade of the Glacier-Mummy from the Ötztaler Alps in Tyrol, in: Microscopy Today Largo (FL), USA, 13 (2005) Nr. 6, p. 8-13

### 2006

- Il percorso europeo del ferro (European Iron Trail); in: Musei del Ferro in Europa e in Italia, Atti del Convegno, Brescia-Tavernole sul mella, 24-25 settembre 2004, Grafo edizioni Brescia 2006, p. 83-86

### Reihen in Zeitungen und Zeitschriften

- Steirisches Eisen; in: Südost-Tagespost vom 6.-12.5.1984 (Serie)
- Die Europäische Eisenstraße, OZ/OVZ (Obersteirische Zeitung/ Obersteirische Volkszeitung, Leoben): ab Mai 2004 (ca. 80 Folgen)

### Qualifikationsarbeiten:

- Der Ultraschall in Gußeisen mit Lamellen- und Kugelgraphit. Siliziumbestimmung in Gußeisen mit Hilfe des „Sortimeters“ (Arbeiten 1960/61). Diplomarbeit.

Montanistische Hochschule Leoben, Institut für Metallkunde und Werkstoffprüfung (Prof. Dr. R. Mitsche)

- Die Aussagekraft der chemischen Analyse antiker Kupferlegierungen für die Altertumswissenschaft. Dissertation, Montanistische Hochschule Leoben. Begutachter: Prof. Dr. R. Mitsche, Leoben (Metallkunde) und Prof. Dr. R. Pittioni, Univ. Wien (Urgeschichte). Promotion (Dr. mont.) 1979
- Erkennen von Keilschriftzeichen mit Hilfe elektronischer Rechenanlagen; (Arbeiten 1969/70 und 1981/83). Dissertation, Universität Innsbruck. Begutachter: Prof. Dr. K. Oberhuber (Orientalistik) und Prof. Dr. G. Frey (Philosophie und Wissenschaftstheorie). Promotion (Dr. phil.) 1983
- Montangeschichte des Erzberggebietes nach archäologischen und schriftlichen Dokumenten, ergänzt durch praktische Versuche. Habilitationsschrift 1988, Habilitation an der Universität Wien, Univ.-Dozent für Montanarchäometrie 1989

### BUCHLISTE

#### Eigene Schriften oder Mitgestaltung:

- Über die Typologie urzeitlicher, frühgeschichtlicher und mittelalterlicher Eisenhüttenschlacken; in: Studien zur Industrie-Archäologie VII, Österr. Akademie der Wissenschaften, Wien, 1980
- Die Steirische Eisenstraße, ein Kurzführer, MHVÖ 1982, Xerokopie, 32 S., A4
- Steirische Eisenstraße – ein Führer. Format 21x10 cm; 96 Seiten, Druck mit Schmuckfarbe (= 2. Auflage), MHVÖ 1984; dazu erhältlich: gleichformatige Beilage in Englisch, Xerokopie, zum Einlegen, Übersetzung Veronika Sperl
- Gerhard Sperl, Hans Stögmüller, Werner Tippelt: Österreichische Eisenstraße; ein Kulturführer in Farbe, Wilhelm Ennsthaler Verlag, Steyr; 1. und 2. Auflage 1992

#### Redaktion oder Mitarbeit bei der Redaktion:

- Tagungsband „Montangeschichte des Erzberggebietes“ der internationalen Fachtagung des Montanhistorischen Vereines für Österreich (MHVÖ) in Vordernberg, Stmk. 1978, Eigenverlag des MHVÖ Leoben, 1979
- Österr. Kalender für Berg, Hütte und Energie 1979 bis 1993; zuerst mit Brigitte Schusterl, Montanverlag Wien; dann Obersteirische Druck- und Verlagsgesellschaft, Leoben (u. a. mit Inge Rehsmann), Titel ab 1992: Österr. Kalender für Berg Hütte Energie; Auflage etwa 2000 Stück
- The first iron in the Mediterranean – Il Primo Ferro del Mediterraneo, Comité pour la sidérurgie ancienne, affilié à l'UNESCO (Tagungsband). Herausgegeben in der Serie PACT-Brüssel/Straßburg)
- Berg- und Hüttenmännische Monatshefte, Mitarbeiter der Redaktion (Montanhistorische Mitteilungen) seit 1985

# GRAPHITRICHTREIHE NACH GERHARD SPERL

## Zur Beurteilung der Graphitform in Gußeisen

Von G. Sperl, Solbad-Hall

Mitteilung der Qualitätstechnischen Abteilung der Tiroler Röhren- und Metallwerke AG. in Solbad Hall

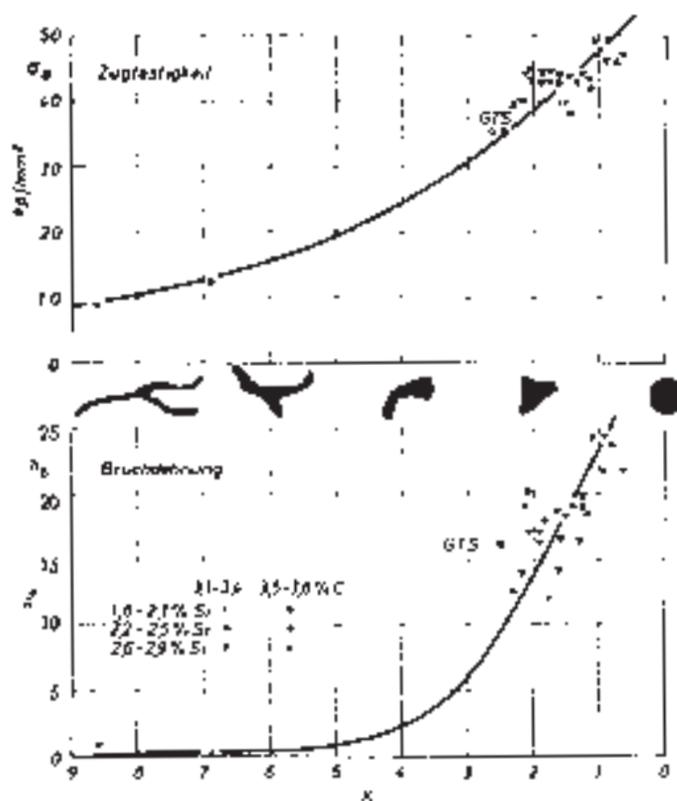
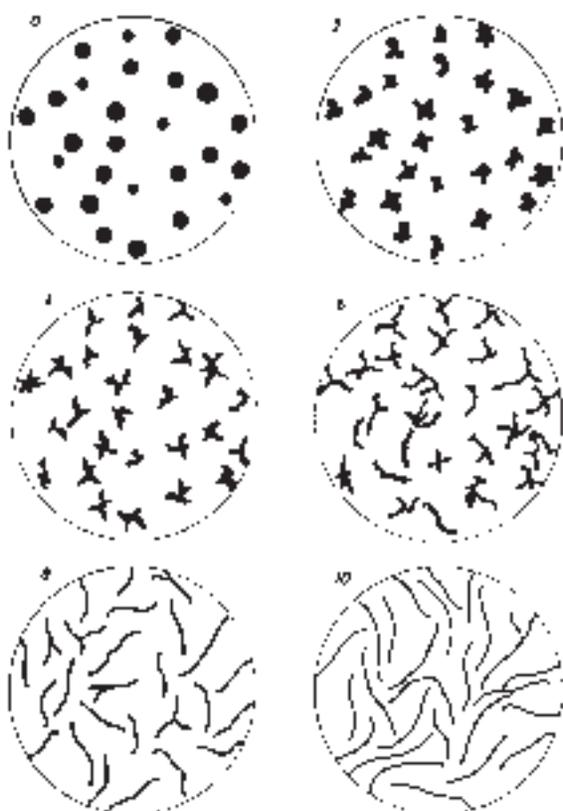
*(Ermittlung von Wirkzahlen der Graphitausbildung durch eine Doppelmessung zur Graphitteilchen im Schliff; theoretische Ableitung der Wirkzahlen; Beziehungen der Wirkzahlen zu den mechanischen Eigenschaften; Vorschlag einer neuen Richtreihe für die Graphitform.)*

*(The ascertainment of a characteristic value measuring two specific diameters of the graphite particle in the microsection of cast iron; theoretical proof and practical relation to the mechanical properties; proposal of a new standard for the configuration of the graphite particle.)*

*(Détermination d'indices caractéristiques de la forme du graphite par des doubles mesures effectuées sur les particules de graphite dans des coupes de fonte; calcul théorique des indices; relations entre les indices et les caractéristiques mécaniques; proposition d'une suite de configurations de structure échantonnées d'après l'indice d'entaille qui est le plus significatif.)*

In: Radex-Rundschau 1967, Heft 3/4, S. 824-829 (II. Internationale Tagung „Fortschritte in der Metallographie“. Montanistische Hochschule Leoben, 26. – 28. Oktober 1966).

Richtreihe mit gestufter Kerbzahl K für die Graphitausbildung in Gusseisen.



Im metallographischen Schliff lässt sich ein Graphitteilchen mittels seiner größten Ausdehnung und seiner Fläche bzw. mittels des Umkreisdurchmessers und des Durchmessers des flächengleichen Kreises (Flächenkreis) erfassen. Als brauchbare Graphitwirkzahl erwies sich die

gestufte Kerbzahl K, die als Logarithmus des Quotienten von Umkreis- und Flächenkreisdurchmesser definiert ist. Die Kerbzahl steht in Beziehung zu mechanischen Werten des grauen Gusseisens und zur Schallgeschwindigkeit in diesem Werkstoff.

# Zur frühesten Gewinnung und Verarbeitung von Kupfer in den Ostalpen

Andreas Lippert, Wien

## Impulse aus Südosteuropa

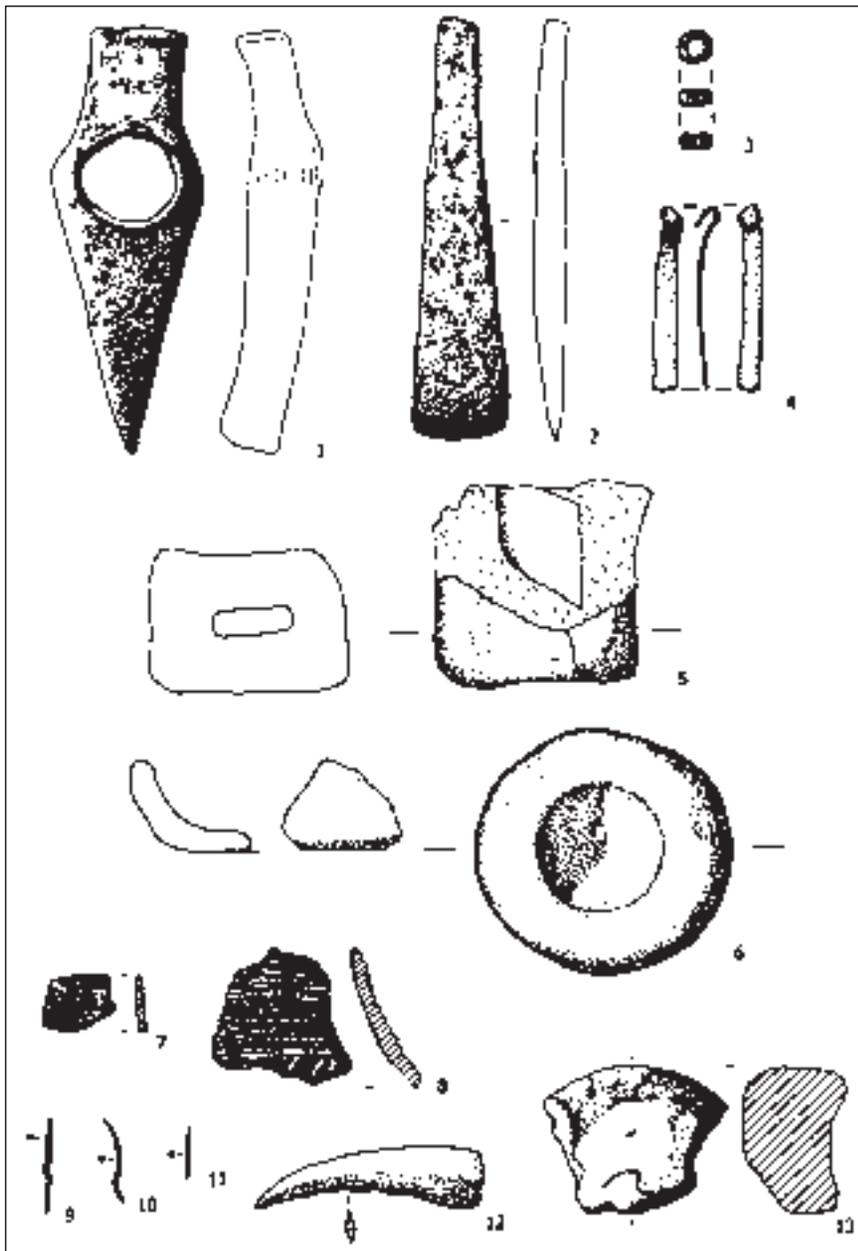
Den vielseitigen und intensiven Forschungen des Prähistorikers Christian Strahm verdanken wir die ersten nachvollziehbaren Ergebnisse zum Aufkommen und zur Verbreitung der frühen Kupfermetallurgie in Europa (1). Demnach kam es in Südosteuropa bereits in der ersten Hälfte des 5. Jahrtausends v. Chr. zur Entstehung einer autochthonen Kupferindustrie. Unter den Bergwerken

lassen sich Rudna Glava (2) und Majdanpek (3) am Zentralbalkan auf archäologischem bzw. archäometrischem Weg identifizieren. Sie gehören der Phase Gradac der frühen Vinca-Kultur (Vinca C; um 4700 v. Chr.) an. Es wurden vorwiegend oxydische und karbonatische Erze abgebaut. Dementsprechend ist das Kupfer der ältesten Objekte meist aus Malachit erschmolzen worden. Dies zeigen systematische Untersuchungen von frühen Kupfergegenständen nach der isotopischen Zusammensetzung des Bleianteils, aber auch der Neben- und Spurenelemente.

Die ältesten Objekte, meist Schmuck, Pfriemen und Ahlen, sind aus einem erstaunlich reinen Kupfer hergestellt.

In der Spätphase der Vinca-Kultur (Vinca D/Vinca-Plocnik II B) in Serbien und in der Zeit der Tiszapolgar- und Bodrogresztur-Kultur im östlichen Karpatenbecken ist eine gewaltige Steigerung der Kupferproduktion zu erkennen. Es ist dies der so genannte Schwergeräte-Horizont (ca. 4300 – 3500 v. Chr.), der sich durch Grab- und Depotfunde aus massiven Beilen und großen Axtformen auszeichnet. Charakteristisch für diese Großgeräte, die offensichtlich Handelsformen von Rohkupfer darstellten, ist die Zugabe von Arsen und bisweilen auch von Antimon. Sie verbesserte die Gussfähigkeit von Kupfer ganz entschieden (4).

In Westungarn bestand gleichzeitig zur östlichen Bodrogresztur-Kultur die Balaton-Kultur. Auch hier gab es eine selbständige, wenn auch viel schwächer ausgeprägte Kupfermetallurgie. Es ist dies die Zeit, in der die neue Technologie im ostalpinen Raum Eingang fand. Davor hatte ein Handel mit Kupferbeilen und -äxten den Bedarf an einer eigenen Kupferproduktion geweckt. Dieser Import von Kupfer ist in Polen, Mitteldeutschland, aber auch im mittleren und oberen Donauraum am Ende des 5. Jahr-



Tafel 1/1-2: Linz-Voesthafen, 3-4: Mariahilfberg bei Brixlegg, 5-6: Keutschachersee, 7-13: Götschenberg bei Bischofshofen (nach Bartelheim et al. 2002, Samonig 2003, Lippert 1992). 1-4, 9-12: Kupfer, 5-6, 13: Ton. M = 1:2,7.

tausends klar zu fassen. Ein Beispiel für diesen frühen Kupferhandel im nördlichen Alpenvorland ist der Depotfund von Linz-Voesthafen, der aus einer Hammeraxt und einem schmalen Flachbeil mit rechteckigem Querschnitt besteht (**Tafel 1/1-2**) (5). Dieser Hort belegt so recht den donauaufwärts führenden Tauschhandel mit Kupfer, das aus dem östlichen Karpatenraum stammte und nach Westen gebracht wurde. Genau dieses Kupfer ist es auch, das dann in lokalem Rahmen zu kleinen Gegenständen, wie Ahlen, Nadeln und Schmuck, umgegossen und verarbeitet wurde. Aus einer epilengyelzeitlichen Siedlung am Bisamberg (an der Wiener Pforte am nördlichen Donauufer) sind Gusstiegeelfragmente mit Kupferspuren bekannt. Das Kupfer enthielt allerdings keine Arsenspuren (6). Ein Zusammenhang mit der balkanischen und karpatenländischen Metallurgie ist dennoch nicht von der Hand zu weisen (7).

### **Die erste selbständige Kupfermetallurgie in den Ostalpen**

Konkrete Hinweise auf Kupferverarbeitung und eventuell auch auf eine lokale Kupfergewinnung hat eine kürzliche Auswertung der Funde von der Pfahlbaustation am Keutschachersee (mittlere Drau-Region) ergeben (8). Die spätneolithischen Siedlungsreste datieren im Wesentlichen in die Zeit von 4200 bis 3650 v. Chr. (<sup>14</sup>C- und Dendrodaten) und sind der Kulturgruppe Kanzianiberg-Lasinja zuzuordnen. Bedeutsam sind vor allem jungneolithische Guslöffelfragmente mit Kupferrückständen, die auch den Zusatz von Arsen enthalten (**Tafel 1/5-6**). Außerdem kamen drei Plattenschlacken aus Verhüttungsprozessen zutage, die auf sulfidisches Kupfer zurückzuführen sind. Vielleicht gehören sie jedoch einer anderen Siedlungsphase, zum Beispiel dem ebenfalls, wenn auch nur mit wenigen Funden vertretenen Endneolithikum an. In der nördlichen Umgebung des Keutschachersees gibt es jedenfalls eine Lagerstätte von Kupfererzen (Malachite und Kupferkiese).

Diese Belege für eine so frühe Kupfermetallurgie am Keutschachersee zeigen möglicherweise, dass entsprechende Kenntnisse vom Zentralbalkan über die Donau und die Drau in den Südostalpenraum gelangt sind. Innerhalb der langen Lebensdauer der Kanzianiberg-Lasinja-Gruppe lassen sich die Guslöffelfunde allerdings zeitlich nicht näher eingrenzen. Nichtsdestoweniger sind diese Funde deutlich älter als alle Kupferobjekte der nordalpinen Mondsee-Kultur.

Mit einem gewissen Vorbehalt sollen hier auch die neuen Grabungsfunde vom Mariahilfberg bei Brixlegg im Tiroler Unterland kurz vorgestellt werden. Es handelt sich neben einer Perle und einem Blech aus Kupfer (**Tafel 1/3-4**) um Verhüttungsschlacken von Fahlerzen, die nach den Angaben der Ausgräber in einer Siedlungsschicht der Münchshöfen-Kultur lagen (9). Sollten die Schlacken tatsächlich münchshöfenzeitlich sein, wäre dies der bisher früheste Beleg für Metallproduktion in Mitteleuropa (10). Weitere systematische Untersuchun-

gen an der Fundstelle in Brixlegg sind daher noch abzuwarten, um den hier indirekt nachgewiesenen Bergbau zeitlich und kulturell endgültig festlegen zu können.

Ein Zusammenhang von Münchshöfen und früher Kupferverarbeitung wurde auch für eine Siedlung in Salzburg-Maxglan von Martin Hell postuliert. In der Wohnstelle B, wo kennzeichnende Formen der Münchshöfen-Kultur zum Vorschein kamen, befand sich auch ein Stück Rohkupferschmelze. Es handelt sich um ein nickel-arsenhaltiges Metall, das nach Ansicht des Archäometallurgen H. Otto aus einer ostalpinen Lagerstätte stammt (11).

### **Die Mondseekultur und ihre Kupfermetallurgie**

In der zwischen Alpenhauptkamm und den nördlichen Kalkalpen gelegenen Grauwackenzone, die sich vom Rax-Schneeberg-Gebiet im Osten bis nach Schwaz im Tiroler Inntal erstreckt, gibt es reichliche Kupfervererzungen. Diese Schieferzone hat ihre größte Breitenerstreckung im Raum Mühlbach-Bischofshofen im mittleren Salzachtal. Die zuoberst befindlichen oxydischen Erzgänge, bis zu einer Tiefe von 2 – 3 m, sind durch Verwitterung zu Malachit und Azurit (CuO) umgewandelt worden. Diese Oberflächenerze sind in manchen Revieren großteils bereits im Jungneolithikum abgebaut worden. Spätestens ab der Frühen Bronzezeit (ab 2300 v. Chr.) wurden auch die in größeren Tiefen befindlichen schwefelhaltigen Kupfererze ausgebeutet. Archäologisch untersuchte Tagschürfe am Haidberg-Hochmoos bei Bischofshofen zeigen aber, dass oxydische Erze noch bis in die späte Bronzezeit im Tagbau gewonnen wurden (12). Einen besonderen Umfang erreichte die Kupfergewinnung in der Mittleren Bronzezeit, wie die bis zu 200 m tief reichenden Abbaue in Mitterberghütten-Arthurstollen (13) und St. Veit-Auf der Au (14) belegen.

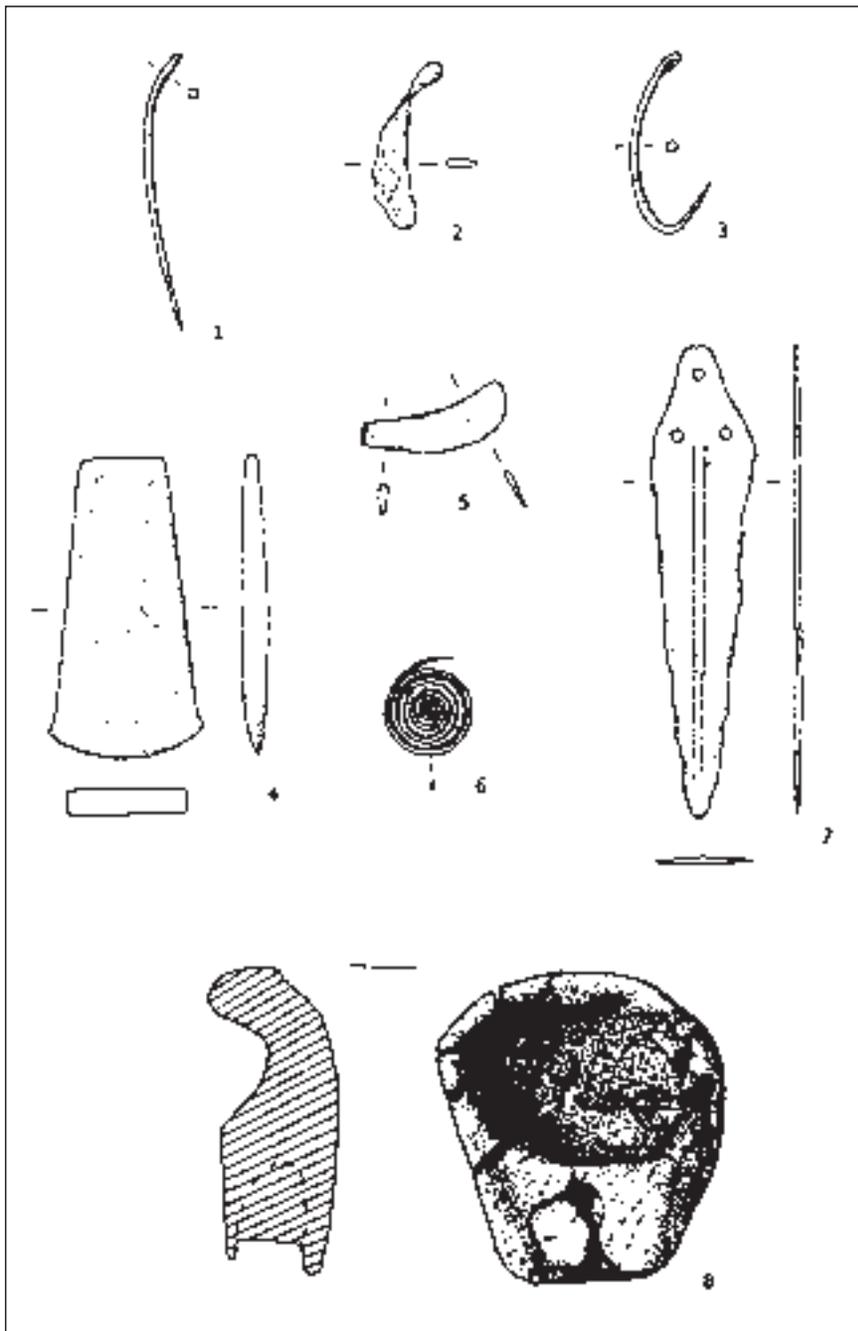
Wichtige Aufschlüsse zur jungneolithischen Kupfermetallurgie liegen von den langjährigen Feldforschungen am Götschenberg bei Bischofshofen vor. Der Götschenberg ist ein hochragender Felsen unweit der Mündung des Mühlbachtals in das Salzachtal. Er liegt in nächster Nähe der kupfererzführenden Mitterberger Ostgänge. Auf seiner Hochfläche (Seehöhe ca. 700 m) wurden mehrere rechteckig-ovale Grundrisse von eingetieften Ständerbauten mit Flechtwerkwänden entdeckt (15). Das zugehörige, in einer ungestörten Schichte enthaltene Fundmaterial ist für die Boleraz-Phase der Altheim-Mondsee-Kultur kennzeichnend. Nach der <sup>14</sup>C-Datierung ist diese Siedlungsphase am Götschenberg in die Zeit von 3580 – 3370 v. Chr. zu stellen.

Unter der Keramik gibt es Henkelkrüge und Amphoren (**Tafel 1/7-8**), die vor allem hinsichtlich ihrer Form und Furchenstichverzierung aus dem einheimischen Rahmen fallen. Gleichartige Henkelkrüge und Amphoren treten in der Pfahlbaustation von Mondsee auf. Es handelt sich aufgrund von Neutronenaktivierungsanalysen um importierte Tongefäße aus dem Seengebiet des Salzkammergutes (16).

In der jungneolithischen Kulturschicht traten außerdem Gefäßfragmente mit intensiven Hitzespuren und Verschlackungen auf (z. B. **Tafel 1/13**). Malachitreste deuten auf die Funktion der Gefäße als Gusstiegel hin (17). Dazu kommen einige Kupferobjekte, deren Struktur und Gehalt an Spurenelementen auf die Herkunft des Kupfers aus oxydischem Erz schließen lassen (**Tafel 1/9-12**) (18). Besonders interessant erscheinen zwei kleine Kupferkügelchen, die wegen ihres hohen Oxydgehaltes eindeutig von Verhüttungsprozessen stammen. Diese „prills“ legen vielleicht ein Schmelzen von Oxyderzen in Bodenmulden oder in kleinen Gruben nahe (19). In solchen Herdfeuern wurde – analog zu ethnologischen Beobachtungen – die Glut mit Blasrohren angeheizt und das Erz in Tontiegeln zum Schmelzen gebracht.

An Wand und Boden eines fragmentierten Gussgefäßes vom Götschenberg befanden sich Kupferschlackenreste, die auf eine Herstellung von Arsenbronze, also Kupfer mit Zugabe von Arsen, hinweisen (20). Diese Methode, Kupfer besser zu verflüssigen und zu gießen, ist auch für den viel älteren karpatenländischen „Schwergeräte-Horizont“ kennzeichnend.

Schließlich ist noch ein nussgroßes Stück Kupferkies aus der Mondsee-Schicht am Götschenberg zu erwähnen. Dieses Sulfiderz zeigt Spuren eines Röstprozesses: an manchen Stellen ist eine Umwandlung des Erzes zu Kupferoxydul zu erkennen (21). Daraus kann eine Verhüttung oder zumindest der Versuch einer Verhüttung von Kupferkiesen bereits in jungneolithischer Zeit für den Raum Götschenberg abgeleitet werden.



**Tafel 2/1-8: Mondsee (nach Obereder et al. 1993). 1-7: Kupfer, 8: Ton. M = 1:2,5.**

Im Gegensatz zu den Metallfunden der jungneolithischen Schicht am Götschenberg sind die dort gefundenen Metallobjekte und Schlacken der bronzezeitlichen Siedlungsphase immer sulfidischen Erzen zuzuschreiben (22).

Die frühen metallurgischen Aktivitäten am Götschenberg, die sich vor allem auf das Gießen von Kupferobjekten beziehen, finden eine bergbauliche Entsprechung in den Pollenanalysen in der Umgebung. So zeigt das Diagramm Haidberg-Hochmoos II für die Zeit um 3350 v. Chr. eine deutliche Rodungsphase. Sie ist wohl mit dem Bedarf an Brennholz für die Verhüttung von Kupfererzen zu erklären (23). Die Pollenanalysen haben aber auch den nicht unwichtigen Hinweis gebracht, dass unter den Siedlern der Mondsee-Kultur nicht nur Bergleute und Gießer, sondern, wahrscheinlich sogar vorwiegend, Bauern waren: es wurde Getreide angebaut.

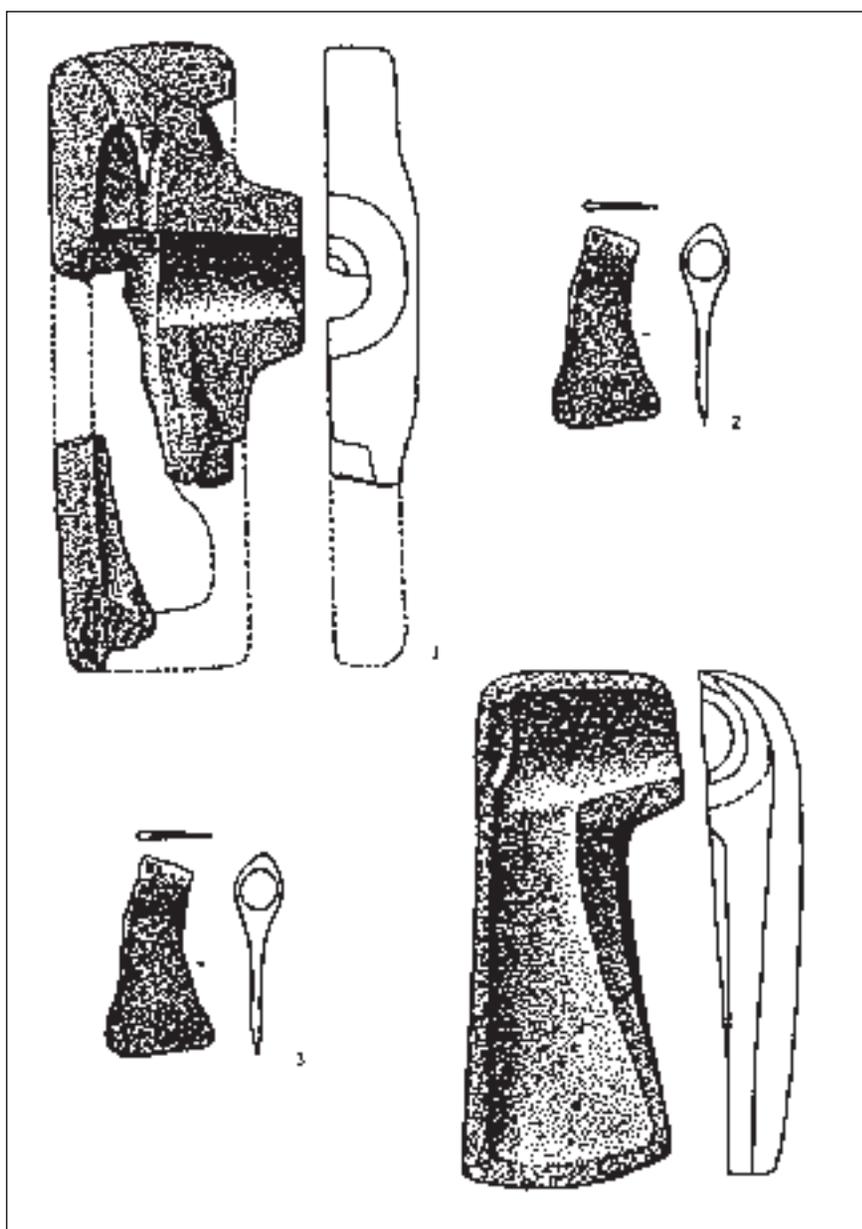
Auch die ältesten Siedlungsfunde auf der Halbinsel des Sinnhubschlössl bei Bischofshofen gehören offensichtlich der Mondsee-Kultur an. Einige Mahl- und Klopffsteine können auch hier auf Kupferverarbeitung hindeuten (24).

Konzentrationen von Metallfunden sind innerhalb des Horizontes Mondsee sowohl im oberösterreichischen als auch salzburgischen Alpenvorland zu erkennen. Auch Fundplätze mit Nachweisen der Kupferverarbeitung sind vor allem im Gebiet zwischen Enns und

Salzach auffallend häufig (25). Solche Plätze der Metallbearbeitung waren besonders die Seeufersiedlungen am Mond- und am Attersee. Von den eindeutig der Mondsee-Kultur zuordenbaren 70 Kupferobjekten in diesem Fundgebiet gibt es 32 Flachbeile, 12 Dolche, 6 „gekrümmte Klingen“, 6 Spiralen, 7 Pfriemen und einen Angelhaken (**Tafel 2/1-7**). Form und Verbreitung der Dolche weisen auf Südosteuropa. Die Spiralen lassen sich mit ähnlichen Exemplaren in Westungarn, Niederösterreich und Mähren vergleichen (26). Dies lässt ein Kommunikationsnetz vom nördlichen Alpenvorland bis zum Alpenostrand und ins Karpatengebiet annehmen. Auch der unnatürlich hohe Spurenanteil an Arsen ist sicher auf die östliche Technologie zurückzuführen.

Es bleibt aber unbestritten, dass alle Metallartefakte lokal hergestellt worden sind: es gibt neben einigen Gusstropfen zahlreiche Reste von Guszlöffeln mit noch an-

haftenden Kupferkugeln (**Tafel 2/8**) (27). Was die Herkunft des verwendeten Kupfers im Seengebiet der Mondsee-Kultur angeht, sind sich die Archäometallurgen bisher offenbar nicht sicher. Das arsenhaltige Kupfer könnte ihrer Meinung nach nämlich auch für einen Import aus dem Karpatenraum sprechen, wo der Arsenzusatz schon viel früher aufgekommen und sehr kennzeichnend für den Schwergeräte-Horizont gewesen war. Andererseits wird aber doch auch in Erwägung gezogen, dass das Kupfer aus der verhältnismäßig nahen Grauwackenzone, etwa aus dem Raum Mühlbach-Bischofs-hofen, stammen könnte. Für eine Herkunft aus dem Erzrevier Mitterberg bei Bischofs-hofen sprechen aus archäologischer Sicht jedenfalls gewichtige Argumente. Die Funde vom Götschenberg belegen jedenfalls, wie schon dargelegt, eine jungneolithische Kupfermetallurgie und zeigen gleichzeitig enge Handelsverbindungen zu den Pfahlbausiedlungen im Salzkammergut (28).



**Tafel 3/1-4: Rainberg bei Salzburg (nach Höglinger 2005). 1, 4: Ton (Gussformen), 2-3: Kupfer. M = 1:2,7.**

In der Zeit der Mondsee-Kultur scheint es also eine vom Karpatenraum weitgehend unabhängige Kupfermetallurgie gegeben zu haben. Ein eindrucksvolles Beispiel dafür gibt auch der Fundort Rainberg bei Salzburg, wo eine Tonform zur Herstellung eines schweren Kupferobjektes zutage getreten ist (**Tafel 3/1**). Die Gussform diente zur Anfertigung einer Hammeraxt vom Typ Eschollbrücken, der seine Hauptverbreitung im westlichen Mitteleuropa besitzt (29). Eine weitere Gussform für die Herstellung einer einschneidigen Axt vom Typ Kozorac datiert wahrscheinlich schon in die jüngere Kupferzeit (**Tafel 3/4**). Äxte dieser Form sind am westlichen Balkan und im Ostalpenraum anzutreffen (30). Schließlich stammen vom oberen Rainberg noch zwei Miniaturäxte des Typs Fresach (**Tafel 3/2-3**) (31). Wahrscheinlich handelt es sich um Nachbildungen von jüngerkupferzeitlichen Äxten, die eine ähnliche Verbreitung wie der Typ Kozorac besitzen. In der verkleinerten, nicht funktionellen Form wurden diese Äxte wohl als Gerätegeld benützt. Bisher sind solche Miniaturäxte in Fresach (Kärnten), am Dürrnberg bei Hallein und eben am Rainberg gefunden worden.

Die Funde vom Rainberg zeigen also für die Zeit der Mondsee-Kultur, aber auch für jüngere, spätneolithische Zeitabschnitte, die Bedeutung des Salzachtales als wichtige Han-

delsroute. Bergwerke lagen zumindest im Raum Bischofshofen im Salzach-Pongau. Von hier gelangte Rohkupfer ins nördliche Alpenvorland und wurde zu Barren gegossen. Über den Salzburger Flachgau verlief wahrscheinlich auch der Weg zu dem im nördlichen Salzkammergut gelegenen Mondsee und Attersee. Auch hier wurden Kupferobjekte, wie Werkzeuge, Waffen und Schmuck, hergestellt und in das Donautal weiterverhandelt.

Das Ende der kupferzeitlichen Mondsee-Kultur fällt mit dem Eismann-Ereignis in den Ötztaler Alpen zusammen. Der am Tisenjoch auf 3200 m Seehöhe um 3300 v. Chr. verstorbene Mann trug ein geschäftetes Kupferbeil bei sich (32). Sicher war dieses Metallbeil ein wertvolles Prestigeobjekt, das etwa dem Oberhaupt eines Clans zukam (33). Es ist ein kleines gegossenes Flachbeil mit zart aufgehämmerten Randleisten, das schon eine fortgeschrittene Kupfertechologie erkennen lässt. Gerhard Sperl hat diesen bedeutenden Fund in den letzten Jahren genauer untersucht und wichtige neue metallurgische Ergebnisse beigesteuert (34). Ich möchte ihm an dieser Stelle sehr herzlich nicht nur für die häufige und erfolgreiche Zusammenarbeit, sondern auch für die lange gute Freundschaft danken.

### Anmerkungen

- (1) Strahm, C., Die Anfänge der Metallurgie in Mitteleuropa. *Helvetica archaeologica* 25, 1994, Heft 97, 2-39.
- (2) Jovanovic, B., Rudna Glava. Beograd 1982.
- (3) Pernicka, E., Begemann, F., Schmitt-Strecker, S. u. Wagner, G. A., Eneolithic and Early Bronze Age copper Artefacts from the Balkans and their relation to Serbian copper ores. *Prähistorische Zeitschrift* (Berlin) 1993, 1-54.
- (4) Strahm 1994, Anm. 1, 9 ff.
- (5) Mayer, E.F., Die Äxte und Beile in Österreich. *Prähistorische Bronzefunde IX*, 9 (Frankfurt a. M.), 1977. Taf. 1, 9; 10, 111.
- (6) Ruttkey, E., Spätneolithikum. In: (Hrsg. J. W. Neugebauer), *Jungsteinzeit im Osten Österreichs* (St.Pölten) 1995, 118 ff.
- (7) Hauptmann, A. u. Ruttkey, E., Untersuchung von epilengyelzeitlichen Gusslöfelfragmenten von Bisamberg-Hochfeld. *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien* 121, 1991, 184.
- (8) Samonig, B., Die Pfahlbaustation des Keutschacher Sees. *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission der Österr. Akademie der Wissenschaften* 51, (Wien) 2003, 77 ff.
- (9) Mariahilfberg in Brixlegg, SE 6, Quadrant 4: Bartelheim, M., Eckstein, K., Huijsmans, M., Krauß, R. u. Pernicka, E., Kupferzeitliche Metallgewinnung in Brixlegg, Österreich. In: (Hrsg. M. Bartelheim et al.), *Die Anfänge der Metallurgie in der Alten Welt. Forschungen zur Archäometrie und Altertumswissenschaft 1*. Rahden 2002, 33-82. Die Schicht, der die Schlacken von den Ausgräbern zugeordnet wurden, ist durch <sup>14</sup>C- Bestimmungen unterschiedlich datiert (Abb. 10). Der zeitliche Bogen reicht von 4400 – 3650 BC, womit sowohl die Münchshöfen-Kultur als auch die Mondsee-Kultur einbezogen sein können. Die Schlacken stammen von einer Fahlzerverhüttung (43 ff.). In der Schicht SE 6 wurden auch eine Kupferperle und ein Kupferblech (Abb. 18, 3a-b) gefunden.
- (10) Bartelheim et al., Anm. 9, 60.
- (11) Hell, M., Salzburg in vollneolithischer Zeit, die Münchshöferkultur. *Archaeologia Austriaca* 14, 1954, 13 ff., Abb. 6/18.- Analyse der Kupferschmelze: 24 ff.
- (12) Gstrein, P. u. Lippert, A., Untersuchung bronzezeitlicher Pinggen am Hochmoos bei Bischofshofen, Salzburg. *Archaeologia Austriaca* 71, 1987, 89-100, bes. 97 f.
- (13) Gstrein, P., Neuaufnahme eines vorgeschichtlichen Abbaus im Arthur-Stollen (Bergbau Mitterberg). *Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde* 128, 1988, 425-438.
- (14) Krauß, R., Das Bergwerk auf der Au zu St. Veit. *Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde* 136, 1996, 323-327.
- (15) Lippert, A., Der Götschenberg bei Bischofshofen. Eine ur- und frühgeschichtliche Höhensiedlung in Salzach-Pongau. *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission der Österr. Akademie der Wissenschaften* 27, (Wien) 1992, 19 ff.
- (16) Lippert 1992, Anm. 15, 31 f.
- (17) Lippert 1992, Anm. 15, 31; Moesta, H., Bericht über die Untersuchungen einiger Fundstücke vom Götschenberg. In: Lippert 1992, Anm. 15, 152 ff. (Inv.-Nr. 518).
- (18) Lippert 1992, Anm. 15, 39 f.; Moesta 1992, Anm. 15, 143 ff. (Inv.-Nr. 266 u. 494).
- (19) Lippert 1992, Anm. 15, 41; Moesta 1992, Anm. 17, 154 f. (Inv.-Nr. 497 u. 498).
- (20) Lippert 1992, Anm. 15, 31; Moesta 1992, Anm. 17, 152 ff. (Inv.-Nr. 518).
- (21) Lippert 1992, Anm. 15, 41 (Inv.-Nr. 1021).
- (22) Moesta 1992, Anm. 17, 148 ff. (z.B. Inv.-Nr. 593 a).
- (23) Wahlmüller, W., Beitrag der Pollenanalyse zur Besiedlungsgeschichte des Haidberges bei Bischofshofen. In: Lippert 1992, Anm. 15, 137 ff., Tab. 4 (Hochmoos II-Phase C).
- (24) Hell, M., Die altbronzezeitliche Ansiedlung am Sinnhub-schlößl bei Bischofshofen. *Archaeologia Austriaca* 30, 1961, 4-88: hier werden die ältesten Siedlungsfunde der Chamer Kultur zugewiesen. – Später revidierte Hell seine Zuordnung auf „Altheim-Kultur“ (gleichbedeutend mit Mondsee-Kultur). Hell, M., Wohnstätten-Funde der späten Jungsteinzeit und der frühen Bronzezeit aus Salzburg-Mülln. *Salzburger Museum Carolino-Augustinum Jahresschrift* 8, 1962, 23-52.
- (25) Vgl. Bartelheim et al. 2002, Anm. 9, 63 ff., Abb. 20-21, Fundlisten 2 u. 3.
- (26) Obereder, J., Pernicka, E. u. Ruttkey, E., Die Metallfunde und die Metallurgie der kupferzeitlichen Mondsee-Gruppe. Ein Vorbericht. *Archäologie Österreichs* 4/2, 1993, 5-9; Ruttkey 1995, Anm. 6, 142 f.
- (27) Obereder et al. 1993, Anm. 26, Abb. 3.
- (28) Lippert 1992, Anm. 15, 46 f.
- (29) P. Höglinger, Zur Forschungsgeschichte der prähistorischen Höhensiedlung am Rainberg, Stadt Salzburg. *Archäologische Arbeitsgemeinschaft Ostbayern/West- und Südböhmen*. 14. Treffen (2004). Rahden 2005, 160 f., Abb. 8/1.
- (30) Höglinger, Anm. 29, 161 ff., Abb. 8/2.
- (31) Höglinger, Anm. 29, 163, Abb. 8/3-4.
- (32) Barfield, L., Koller, E. u. Lippert, A., Der Zeuge aus dem Gletscher. Wien 1992, Abb. S. 79, 84 ff.
- (33) Lippert, A., Gostner, P., Egarter Vigl, E. u. Hirschmann, F., Ein Neues Bild vom Mann im Eis. *Festschrift P. W. Haider*. In: *Altertum und Mittelmeerraum: Die antike Welt diesseits und jenseits der Levante*. In der Reihe: *Oriens et Occidens*, Band 12, Stuttgart 2006. In Druck.
- (34) Sperl, G., Das Beil vom Hauslabjoch. In: *Der Mann im Eis*, Bd. 1, Innsbruck 1992, 454-461.

# Urzeitliche Kupferproduktion, Versorgung der Bergbauggebiete in den Ostalpen und die Bedeutung der Metaldeponierungen.

Clemens Eibner, Heidelberg, und Hubert Preßlinger, Trieben

Der zentrale Alpenraum mit seinen Bodenschätzen ist mindestens seit dem Mittelpaläolithikum aufgesucht worden (1). Da die Gletschervorstöße der Eiszeit bis in den Bereich der Seenplatten ins Alpenvorland vorrückten (Bodensee, Chiemsee, Wallersee und viele andere), lassen sich diese frühen Besiedlungsspuren nur in Höhlen nachweisen. Da sie Wurf- und Sterbeplätze der Höhlenbären sind, hat man vorrangig an Höhlenbärenjagd gedacht. In Frage kommen für diese Besiedlung nur die in den Eisbohrkernen mit ungeraden Ziffern bezeichneten Warmzeiten wie Stufe 3 (zwischen Früh- und Hauptwürm) und das mehrfach gegliederte Eem (Stufe 5), das zwischen 115.000 und rund 90.000 vor heute nachgewiesen ist. Mit der ebenfalls mehrfach gegliederten Wärmezeit 3, die um 50.000 vor heute liegt, verschwindet der Neanderthaler aus unserem Blickfeld, ohne dass wir eine klare Vorstellung davon hätten, wann und wo der Cromagnon- oder Jetztmensch ihn abgelöst, verdrängt oder gar ausgerottet habe. In der folgenden sehr heftigen Kaltzeit bildeten die Gletscher zusammenhängende Eisstrom-Netze, sogenannte Nunataker, die die Täler bis zu 300 m hoch auffüllten. Die Grundmoräne erzeugte dabei die kräftigen und sehr steilen Hangschultern und relativ breite Talböden, bedeckte aber mit den Seitenmoränen vielfach den geologischen Untergrund. Mit dem Ende der Eiszeit und dem Abschmelzen des Eises vor rund 10.000 Jahren begann die damals lebende Bevölkerung den Tieren am Eissaum zu folgen. Dies führte zu den zirkumpolaren Rentierjägern wie Samojeden, Tschuktschen und Inuit (Eskimos), um nur einige, der noch heute im hohen Norden lebenden Menschengruppen anzusprechen. Es ist interessant, dass in der Konstitution die heute ausgestorbenen Neandertaler am ehesten den Inuit ähneln, wobei die mitochondriale DNS aller Jetztmenschen gleich, aber von der der Neandertaler verschieden ist, was die Isolation dieser Gruppen schon in der Eiszeit nahe legt (allerdings haben die heute lebenden Schimpansen eine noch viel größere Vielfalt dieser mt DNA, was belegt, dass wir keine voreiligen Schlüsse über die Verwandtschaft ziehen sollten).

Ein Teil der nacheiszeitlichen Bevölkerung folgte Tieren in die Hochalpen, wie dem bald ausgestorbenen Ren oder dem Steinbock, der in der letzten Eiszeit in der Kältesteppe der Lösslandschaft etwa in Niederösterreich lebte. Besonders seit dem Fund der Gletschermumie „Ötzi“ in der Passregion zwischen Schnals- und Ötztal wurden in Tirol zahlreiche Steingeräte und Fundstellen dieses Mesolithikum genannten Abschnitts der Steinzeit entdeckt. Interessant ist, dass ab etwa 7000 v. Chr. auch Getreidepollen in den Hochmoor-Profilen nachzuweisen sind, die zeigen, dass der Übergang zum bäuerlichen Leben unterschiedlich heftig und teilweise mit unterschied-

lichen Neigungen (Ackerbau, Viehzucht, Keramikproduktion) einsetzte. Der Lebensraum war sicher optimal genutzt worden und da bereits im vorkeramischen Neolithikum des Vorderen Orients gediegen Kupfer bekannt und zunächst für Schmuck genutzt wurde, darf man mindestens ab der Mitte des Neolithikums mit der Suche nach gediegenem Kupfer und nach Kupfererzen rechnen. So ist aus der Gegend von Brixlegg (Maria-Hilf-Bergl) in Tirol durch Schlacken gemeinsam mit Keramik der Münchshöfener Kultur und aus der lengyelzeitlichen Fundstelle vom Bisamberg in Niederösterreich durch einen Gusslöffel mit Metallspuren das 5. Jahrtausend für die erste Kupfererzsuche auf österreichischem Gebiet belegbar. Die Erze entstammten wohl meist Metasomatosen, bei denen Kalk oder Dolomit durch auffällig gefärbte Kupferkarbonate ersetzt wird. Man kann die kleinen Suchstrecken durch die Fundstelle „Eiblschrofen“ bei Schwaz in Tirol charakterisieren, die wohl ähnlich der Grauwackenzone in den vorgelagerten Kalksedimenten zwischen Innsbruck und Wr. Neustadt auftreten können (2). So gehören an das Ende des 5. Jahrtausends der Depotfund von Stollhof an der Hohen Wand in NÖ mit den bekannten Goldscheiben und der riesigen Brillenspirale, den Flachbeilen und dem imitierten Eberhauer aus Kupfer, aber auch die Mondseekultur, die im Salzkammergut knapp nach 4000 v. Chr. nachgewiesen ist und entsprechende Gusslöffel besitzt, deren Nachbauten in der Experimentellen Archäologie besonders leicht zu handhaben sind. Die hohe Gießkunst, die wir ab dem 6. Jahrtausend v. Chr. im Pannonischen Raum kennen, lässt sich auch an der mehrteiligen Gussform vom Rainberg in der Stadt Salzburg ablesen, bei der eine Axt vom Typ Eschollbrücken hergestellt wurde. Wenn das Fundstück tatsächlich erst in die Zeitstufe der Schnurkeramik gehört, dann belegt das eine Aktivität in der 2. Hälfte des 3. Jahrtausends, in der die aus grünen oder bräunlichen Massengesteinen gearbeiteten Prestigeäxte zeigen, dass man für den Totenkult nur Imitate zuließ. Dies lässt erkennen, dass es offenbar ab 3.000 v. Chr. zu einer Ressourcenknappheit, übrigens auch im Karpatenbogen, kam. Dadurch lässt sich auch der Tiefbau auf Kupferkies überall in den Alpen ab der Frühbronzezeit erklären, nachdem die Frage der Verhüttung dieser schwefelreichen Erze offenbar gelöst war (3).

Es ist hier nicht der Platz, die Entwicklung der Kupfermetallurgie in den Ostalpen nachzuzeichnen und die fünfjährige Förderung der Erforschung des Palentals durch das Land Steiermark und die Stadtgemeinde Trieben hat zusätzlich zu den anfänglichen Erfolgen etwa auf dem Kaiserköpferl in Bärndorf eine Fülle von Beobachtungen geliefert: So z. B. die lokale Produktion von Keramik oder die Differenzierung von Kupferlager-

stätten auf den beiden Talseiten. Mit der Fundstelle Schwarzenbach in Trieben ist nun erstmals eine Siedlung vom Ende der Früh- und aus der Hügelgräberbronzezeit zu belegen (17. - 14. Jh. v. Chr.). Auch die zeitliche Differenzierung dieser inneralpinen Siedlungen wurde vervollständigt, aber noch immer bleiben große Lücken. So ist es nicht gelungen, auch nur für eine einzige Zeitperiode gesicherte Spuren von Gräbern oder gar Gräberfeldern zu finden, wobei allerdings die Bodenbedingungen im Schiefer der Grauwackenzone für jedwede Knochenerhaltung denkbar ungünstig sind. Anders gelagert sind die Probleme beim Siedlungswesen und beim Verkehrsnetz. Nur eine intensive Prospektion könnte offene Fragen klären (4).

Daher soll hier einem anderen Phänomen nachgegangen werden: Wie wurde die zum Teil (wie auch in späteren Zeiten üblich) recht beträchtliche Bevölkerung versorgt? Reichten die Nahrungsressourcen im inneralpinen Bereich oder musste zusätzlich eine Versorgung aufrechterhalten werden?

Seitdem Paul Reinecke, der Vater der zentraleuropäischen Chronologie der Metallzeiten (ab etwa 1910), einen Zusammenhang zwischen den Depotfunden und den inneralpinen Lagerstätten beobachtete, ist die Diskussion um diese Fundgattung nicht abgerissen. Betrachtete er und ein Teil seiner Nachfolger das Phänomen der Depositionierung von Metallfunden noch als Verstecke in kriegerischen Zeiten, wurden etwa von Richard Pittioni und besonders bis heute von den Kollegen aus dem Karpatenraum Verstecke von Händlern und Metallschmiedern diskutiert. Seit etwa zwei Jahrzehnten bevorzugt die Forschung vorrangig eine kultische Deutung (5). Dies wird besonders an der Auswahl der Objekte sichtbar, die in einzelnen Zeitperioden ganz unterschiedliche Niederlegungssitten offenbart. So sind zwischen 1000 und 800 v. Chr. etwa in Frankreich Schmiedewerkzeuge recht häufig, während gleichzeitig in der Slowakei Ansammlungen von Schwertern, im nördlichen Böhmen und Schlesien aber Sicheln oder wie in Österreich und Bayern auch gehäuft Funde mit Bronzegefäßen zu belegen sind. Kriegerische Verstecke sollten zudem stärker an Siedlungen gebunden sein, wie im Fall von Stillfried an der March, wo in einer Speichergrube in halber Höhe in den Löß gegraben ein Versteck angelegt wurde, das selbst mit Löß verschmiert war, wodurch es erhalten geblieben ist. Die Zusammensetzung aus paarigem Schmuck (Fibeln und Armringen), 2 Beilen und 2 Gusskuchen-Bruchstücken deutet auf die Hortung einer Minimalausstattung etwa eines Brautpreises, jedoch lässt sich auch hier ein kultischer Zusammenhang nicht ganz von der Hand weisen. Die Funktionstüchtigkeit von eisenzeitlichen Speichergruben im Kreidekalk in S-England soll nach Auffassung der Ausgräber durch die zyklische Abfolge: Speicherung von Getreide, rituelle Reinigung und Deponierung von Opferfunden zu belegen sein, bevor dieser Zyklus wieder von Neuem beginnt. Man darf nicht vergessen, dass eine mehrere Kubikmeter fassende Grube bei Verlust des Saatgetreides einen erheblichen wirtschaftlichen Schaden verursacht, den man offenbar durch entsprechende Kultpraxis – mit Besänftigung der zuständigen Götter – zu minimieren suchte.

Jedenfalls besitzt selbst Altmetall (Schrott) einen Wert und zuweilen dürften Barren nicht nur prämonetäres Zahlungsmittel gewesen sein, da um 1600 v. Chr. Miniaturbarren bekannt sind, die Spangenbarren (mit durchschnittlich 270 g) imitieren, aber mit etwa 10 g recht geringgewichtig sind und somit eher einen virtuellen Gegenwert repräsentieren (wie unsere heutigen Banknoten). Wir haben für die Urzeit natürlich keinerlei Wissen über den Realwert, aber wenn wir uns den Gegenwert in Ägypten um 1200 v. Chr. vor Augen führen, dann repräsentierte ein Meißel mit 400 g bei Verlust nach den Schriftbelegen der Ostraka von Medinet el Deir den Monatslohn eines Facharbeiters in den Königsgräbern, wobei natürlich in Rechnung zu stellen ist, dass erst auf der Sinai Halbinsel Kupfervorkommen bekannt sind und keine in Unterägypten selbst.

Aus dieser Sicht wird dementsprechend die Fundlandschaft der Horte zu einer Art Maßstab für die wirtschaftliche Bedeutung einer Region. Neben den inneralpinen Depotfunden, die hier nicht diskutiert werden sollen, sind es besonders die zahlreichen Depotfunde des Alpenvorlandes, die davon eine Vorstellung geben. Hier liegen mit Höhen unter 500 m die seit dem Ende der Eiszeit dem Wald abgerungenen Flächen für Getreideanbau und die Wiesen der Weidewirtschaft. Der Wald selbst bot ja auch im inneralpinen Bereich mit Bucheckern- und Eichelmast für die Schweine und mit den Hochweiden jenseits der Baumgrenze für Schafe und Ziegen entsprechende Wirtschaftsmöglichkeiten, wohingegen der Getreideanbau sicher nicht in dem Maß möglich war wie im Alpenvorland, wo auch die Rinderzucht eine entsprechende Bedeutung besaß.

Ist es ein Zufall, dass wir mit Bronzeblech verkleidete vierrädrige Wagen aus dem Beginn der Urnenfelderzeit kennen (14. und 13. Jh. v. Chr.), etwa aus Poing bei München oder noch aufregender von Hart an der Alz zusammen mit einem Geschirrsatz aus Bronzeblech und aus Keramik unweit des Zusammenflusses von Inn, Tiroler Ache (Alz) und Salzach, alles Flüsse, an deren Mittel- und Oberläufen die begehrten Kupferlagerstätten lagen. Da die Schwertbeigabe in diesen Gräbern eine Kriegerschicht belegt, gehen wir davon aus, dass diese Eliten die politischen und somit auch die wirtschaftlichen Geschicke in der Hand hatten. Ein Erbadel ist aber erst in der Eisenzeit anzunehmen, wobei die Schilderung der Zustände in Gallien etwa durch Cäsar durchaus auch für unsere Gesellschaften relevant sein könnte. Die wirtschaftliche Bedeutung des Alpenvorlandes lässt sich auch an dem rund 130 kg schweren Depotfund von Sipbachzell unweit von Sattledt, OÖ, ablesen: In einem großen Bronzekessel war neben Gusskuchen und Schmiedewerkzeug Altmetall aus rund 4 Jahrhunderten vertreten, aber auch Tüllenpickel, wie sie aus den Kupferrevieren, und Lappenpickel, wie sie aus dem Salzbergbau von Hallstatt belegt sind. Aus Töging am Inn stammt ebenfalls ein Tüllenpickel als Niederlegungsfund aus dem Inn, der wohl dem Bergbau im Unterinntal zuzuordnen ist, und der bekannte Fund mit dem Kammhelm vom Pass Lueg barg ein Lappenbeil (das als Scharhacke für die Grubenzimmerung dienen konnte) und einen stark abgearbeiteten Tüllenpickel, beides



**Abb. 1:** Der Depotfund vom Pass Lueg mit Kammhelm, Lappenbeil und drei Tüllenpickel in unterschiedlichem Erhaltungszustand, Salzburg. Zusammenstellung aus Egg und Tomedi (6).

wohl Belege für den Kupfererzbergbau im Pongau (**Abb. 1**). Die Lage dieses Passes oberhalb der Salzachöfen unmittelbar am Eingang zu den Alpen zeigt ja drastisch die neuralgische Stelle für die Verkehrsströme zwischen Alpenvorland und Alpen. Unlängst wurde aus einem Opferplatz vom Piller „Moosbruckschrofen“ ein hügelbronzezeitliches zusammengebogenes Fragment eines Kammhelmes publiziert, auch hier ein Platz an einer Fernstraße (6).

Bereits Oskar Montelius hatte aus dem Nickelgehalt der Mitterberger Lagerstätte in Mühlbach am Hochkönig, den Matthäus Much ab 1873 in seinen Abhandlungen zum bronzezeitlichen Bergbau bekannt gab, für viele bronzezeitliche Objekte Dänemarks und Südschwedens die Herkunft des Metalls aus den Ostalpen angenommen, da auch in ihnen Nickel nachgewiesen werden konnte und seit dem Fund der Scheibe von Nebra bestätigt auch die Bleisotopie mit der weiten Streubreite, wie sie für die Ostalpen typisch ist, im Verein mit multivarianten Analysen der Spurenelemente in den Objekten durch E. Pernicka, dass diese alte Auffassung nicht falsifiziert, sondern im Gegenteil eher bestätigt werden kann (7 und **Abb. 2**). Schon lange sind die (als „Trommeln“ oder Gongs wohl missdeuteten) Kultgeräte von Balkåkra in S-Schweden (im Statens historiska museum Stockholm) und aus Haschendorf im Burgenland (im Ferenc Liszt Museum in Sopron) bekannt, die aus gleicher Werkstätte stammen könnten (8 und **Abb. 3**). Indirekt belegen sie neben vielen anderen Objekten und Indizien einen Fernhandel, den wir auch voraussetzen

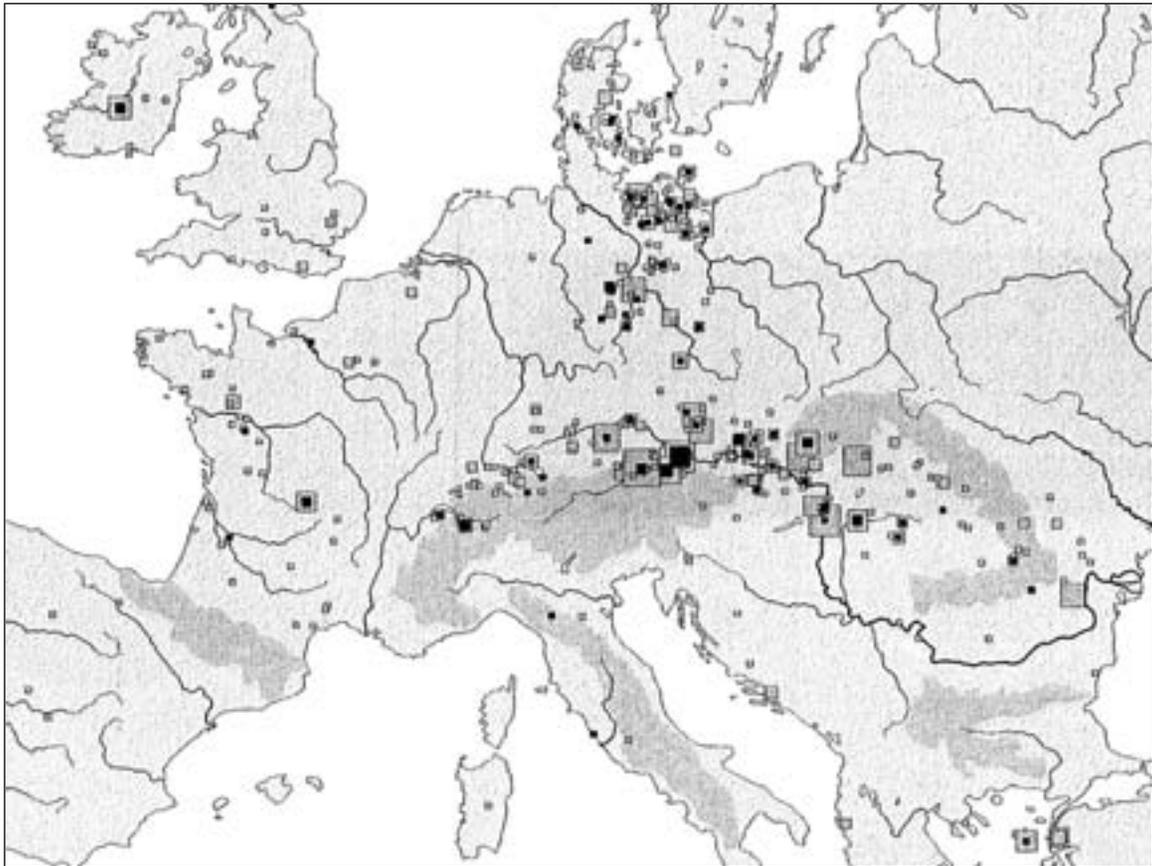
müssen, wenn wir an den etwa 200.000 t Kupfer festhalten wollen, die schon Richard Pittioni als bronzezeitlichen Export von Metall aus den Ostalpen ansah.

Im Alpenvorland liegen im Bereich der ehemaligen Kornkammern auch Gräberfelder manchmal mit über 100 Bestatteten aus der Frühbronzezeit, die etwa 500 Jahre währte, aber auch die zugehörigen Siedlungen, die man in der Forschung schon früh durch die Verfüllung von Speichergruben identifizieren konnte und die mittlerweile auch über Hausgrundrisse und Deponierungen von Metall oder Keramik verfügen. Burgenbau – eher als Sitz der Eliten – am Ende der Frühbronzezeit um 1600 v. Chr., der Wandel der Bestattungssitte mit Grabhügeln in der Mittelbronzezeit bis etwa 1300 v. Chr. und die durch zahlreiche Brandgräberfelder recht uniform wirkende Urnenfelderzeit mit Befestigungen mit Flächen bis zu einem Viertel km<sup>2</sup> (Stillfried an der March) bis etwa 750 v. Chr. belegen im Alpenvorland eine dichte Siedlungsaktivität, bei der sicher ein Überschuss an Nahrungsressourcen zu verzeichnen war. Wenn die Metall- und Keramikdeponierungen dieses Zeitabschnitts der Urzeit als eine Art Zehent aufgefasst werden, also etwa als Gabe an die Götter, dann lassen sich diese Güter inso-

ferne hochrechnen, als sie einen Überschuss repräsentieren, der bewusst entäußert wurde. Natürlich lässt er sich nur schwer, wenn überhaupt valorisieren, aber alleine der Umstand, dass es diesen Überschuss gibt, deutet darauf hin, dass das Alpenvorland mit seinem Reichtum regen Anteil nicht nur an der Distribution des Kupfers und der anderen Metalle hatte, sondern offenbar auch durch Nahrungslieferung ins inneralpine Gebiet die Bevölkerung mit versorgte, bei der erst in der Urnenfelderzeit mit Waffen ausgestattete Eliten in den Gräberfeldern auf-



**Abb. 2:** Der Kultgegenstand aus Balkåkra, S-Schweden. Das Gerät aus Haschendorf, Österreich, ist weitgehend ident, nur die tellerförmig eingetiefte Platte trägt einen schlichteren Dekor aus Zickzacklinien. Umzeichnung aus Knappe und Nordström (8).



**Abb. 3:** Verbreitung von analysierten bronzezeitlichen Funden mit einer Metallzusammensetzung, die dem Kupfer der ostalpinen Lagerstätten ähnlich ist. Größe der Quadrate repräsentiert die Häufigkeit, Schwärzung die größere Ähnlichkeit mit den nickelreichen Erzen aus dem Ostalpenraum. Nach Pernicka (7).

treten, die den Wandel zu den reich ausgestatteten Gräbern der Eisenzeit (Strettweg, Kleinklein u.a.) andeuten, allerdings wird man spätestens ab 800 v. Chr. mit einem verstärkten Aufkommen der Eisenproduktion rechnen dürfen, auch wenn hier noch viele Spuren ungehoben im Dunkeln liegen. Das Ausstattungsmuster am Ende der Urnenfelderzeit in den Gräberfeldern legt dies nahe und das weitgehende Ausbleiben von Bergbau- und Verhüttungsspuren aus diesen jüngeren Zeitabschnitten zeigt, dass es offenbar genau in dieser Zeit zu einem Kollaps der Kupferwirtschaft kam, der möglicherweise dadurch beschleunigt wurde, dass am Ende der Bronzezeit auch Kleinstlagerstätten Erz verhütteten und durch den Konkurrenzdruck indirekt das Ende hervorriefen.

Auch wenn wir noch weit davon entfernt sind, Wirtschaftsströme genauer nachzeichnen zu können, mehrten sich doch die Indizien, dass auch die Nahrungswirtschaft einen entscheidenden Einfluss für das Leben in den Alpen besaß. Darauf deuten letztlich auch der Salzbergbau und sein Umfeld hin, der in Hallstatt ebenfalls bis in die Hügelgräberbronzezeit zurückreicht.

#### Anmerkungen

(1) Verstärkte Anstrengungen der Archäometrie ermöglichen heute klare Vorstellungen vom Ablauf der Eiszeit und den nachgewiesenen Kulturen. Vgl. auch: Bärbel Auffermann und Jörg Orschiedt, Die Neandertaler. Auf dem Weg zum modernen Menschen. Stuttgart 2006; dieselben, Die Neandertaler. Eine Spurensuche. Stuttgart 2001.

(2) Vgl. die letzte große Zusammenfassung in: Gerd Weisgerber und Gert Goldenberg (Herausgeber), Alpenkupfer – Rame delle Alpi. Der Anschnitt Beiheft 17, Bochum 2004.

(3) Clemens Eibner, Die Pongauer Siedlungskammer und der Kupferbergbau in der Urzeit. In: Wilhelm Günther et al. (Hrsg.), 5000 Jahre Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig-Bischofshofen. Mühlbach am Hochkönig o. J., S. 11-26.

(4) Hubert Preßlinger, Fünf Jahre Arbeit im Projekt „Erforschung der Ur- und Frühgeschichte der Steiermark am Beispiel Paltenal“. Eine Danksagung. res montanarum 33, 2004, S. 7 - 10; Clemens Eibner, Die mittelbronzezeitliche Fundstelle „Schlosser“ in Schwarzenbach, Stadtgemeinde Trieben. res montanarum 33, 2004, S. 27 - 30, sowie zahlreiche weitere Beiträge in res montanarum.

(5) Svend Hansen, Studien zu den Metalldeponierungen während der älteren Urnenfelderzeit zwischen Rhônetal und Karpatenbecken. Universitätschriften zur prähistorischen Archäologie 21, Bonn 1994; Alix und Bernhard Hänsel, Gaben an die Götter. Bestandskatalog Band 4, Museum für Vor- und Frühgeschichte, Berlin 1997.

(6) Markus Egg und Gerhard Tomedi, Ein Bronzehelm aus dem mittelbronzezeitlichen Depotfund vom Piller, Gemeinde Fliess, in Nordtirol. Archäologisches Korrespondenzblatt 32, 2002, S. 543 - 560.

(7) Ernst Pernicka, Die naturwissenschaftlichen Untersuchungen der Himmelsscheibe. In: Harald Meller (Herausgeber), Der geschmiedete Himmel. Stuttgart 2005, S. 34 - 37.

(8) Anita Knappe und Hans-Åke Nordström, Der Kultgegenstand von Balkåkra. Stockholm 1994.

# Die Erforschung der prähistorischen Kupfergewinnung in den Eisenerzer Alpen 1955 – 2005

Susanne Klemm, Wien/Eisenerz

## Einleitung

Die Kupfererzlagerstätten der Eisenerzer Alpen wurden nachweislich bereits in prähistorischer Zeit vom Menschen genutzt, wie heute nicht nur aufgelassene Bergbaue sondern hauptsächlich die Fundstellen der Erzverhüttung nachweisen. Der Jubilar, ao. Univ.-Prof. DI DDr. Gerhard Sperl, gründete 1976 den Arbeitskreis Johnsbach des Montanhistorischen Vereins für Österreich, nachdem 1955 die ersten Spuren prähistorischer Kupfererzverhüttung in Gaishorn (Gem. Gaishorn am See) und auf der Neuburgalm (Gem. Radmer, Johnsbach) von Ernst Preuschen entdeckt wurden. Auf seine Anregung hin brachten die Mitarbeiter dieses Arbeitskreises, Forstleute, Jäger und Bewohner des Johnsbachtales die ersten wertvollen Informationen zur Lage zahlreicher Fundstellen in dem nordwestlichen Teil der Eisenerzer Alpen. G. Sperl wendete sich in seinen Publikationen immer wieder Fragen der prähistorischen Kupfergewinnung zu (1). In den Jahren 1992 – 1996 übte er die Leitung des Forschungsprojektes zum bronzezeitli-

chen Kupferschmelzplatz S1 in der Eisenerzer Ramsau aus. Die Verfasserin des vorliegenden Beitrages, die seit 1980 bereits als Studentin auf Ausgrabungen in Johnsbach und im Paltental mitarbeitete und die seit 1992 die Grabungsleitung des Kupferschmelzplatzes S1 in der Eisenerzer Ramsau innehat, arbeitete 1994 – 1996 am Institut für Festkörperphysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften in Leoben an der Auswertung ihrer Grabungen. 1996 übernahm die Verfasserin die Gesamtleitung des Forschungsprojektes. In Erinnerung an ihre Zeit in Leoben und die freundliche Betreuung ihrer wissenschaftlichen Arbeit widmet die Verfasserin dem Jubilar diesen Beitrag.

## Geographischer Raum und geologischer Hintergrund

Die Eisenerzer Alpen sind Teil der Ostalpen und liegen im mittleren Teil der Obersteiermark in der Mitte Österreichs (Abb. 1). Im Norden bilden – von Westen nach Osten – die Enns mit dem Gesäuse bis Hieflau, östlich anschließend der Erzbach von Hieflau bis Eisenerz und

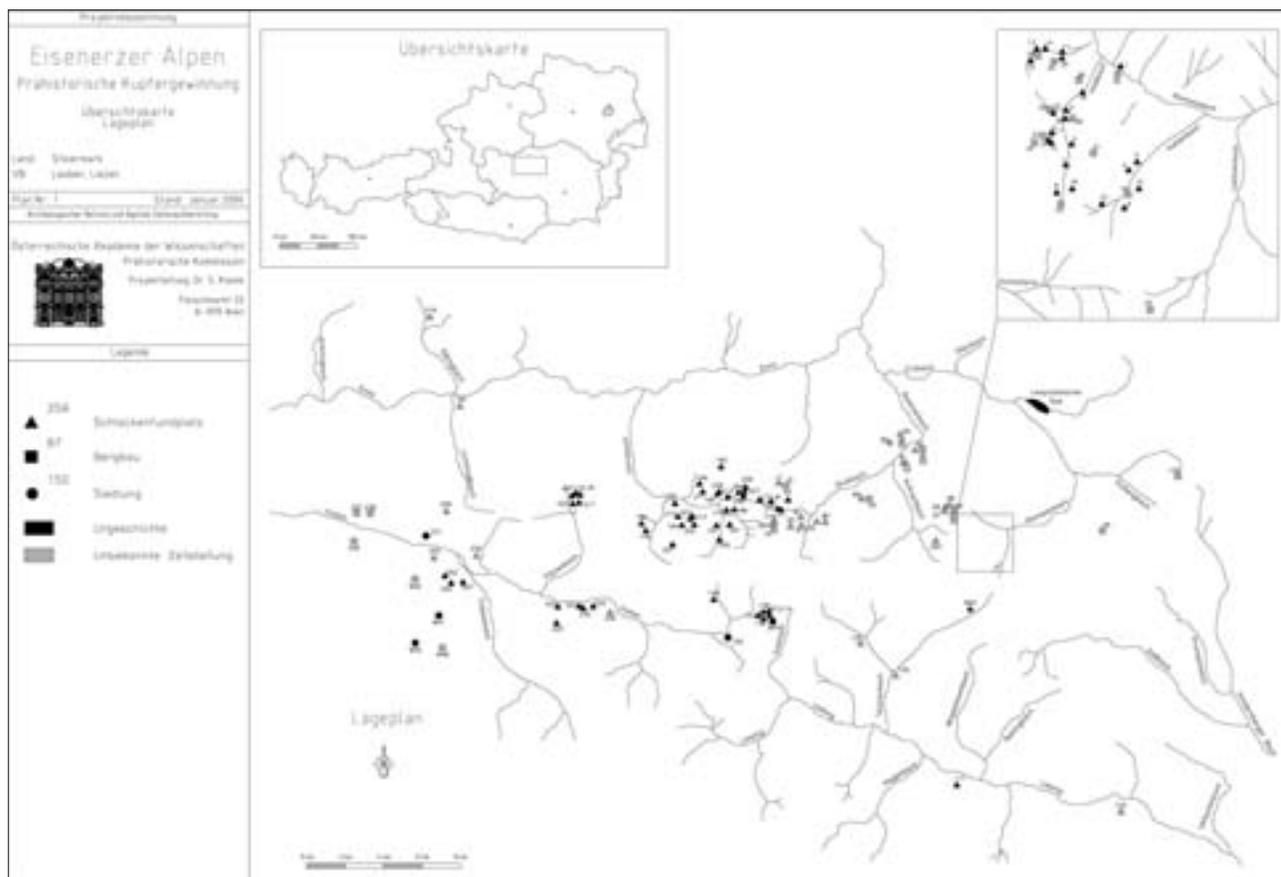


Abb. 1: Übersichtskarte der montanarchäologischen Fundstellen zur prähistorischen Kupfergewinnung in den Eisenerzer Alpen (Kartengrundlage KLEMM 2003, Karte 2, Ergänzungen nach WALACH & WALACH 2004 und WEINEK 2001).

schließlich im Osten der Vordernbergerbach die Grenze. Im Süden werden die Eisenerzer Alpen begrenzt von den Tälern der Palten und der Liesing. Im Westen schließt das Ennstal, im Osten das Becken von Trofaiach an. Nach Norden hin wird das Gebiet vom Lichtmessbach, dem Johnsbach, dem Stubbach/Radmerbach und dem Ramsaubach entwässert, von denen die drei zuletzt genannten Bäche, breitere Talschaften – das Johnsbachtal, die Radmer und die Eisenerzer Ramsau – durchfließen. Von den nach Süden entwässernden Bächen sind vor allem der Flitzenbach und der Teichenbach zu nennen. Die höchsten Erhebungen erreichen vielfach 2000 bis 2200 m Seehöhe, wie der (Eisenerzer) Reichenstein, das Wildfeld, der Kaiserschild und der Zeiritz Kampel, der Lugauer, der Leobner oder das Zinödl (von Ost nach West). Die höchste Erhebung am Nordwestrand des Verbreitungsgebietes ist der Große Ödstein mit 2355 m in Johnsbach.

Die Fundstellen der prähistorischen Kupfergewinnung (**Abb. 1**) folgen der sogenannten Grauwackenzone, einer geologischen Zone, die die Ostalpen von West nach Ost durchzieht und in ihrem nördlichen Teil besonders reich an Erzvorkommen ist. Die Grauwackenzone wird unterteilt in eine westliche und eine östliche Zone; den gesamten nördlichen Teil spricht man auch als nördliche Grauwackenzone an. Die Grenzziehung verläuft westlich der Eisenerzer Alpen in der Obersteiermark im Bereich des Südfußes des Grimming. Die Eisenerzer Alpen haben in ihrem nördlichen Bereich noch Anteil am Südrand der Nördlichen Kalkalpen (2). Die Fundstellen vor allem nördlich des Johnsbaches oder im nördlichen Teil der Radmer liegen an der Deckengrenze zwischen den Nördlichen Kalkalpen und den darunter lagernden Gesteinen der Norischen Decke der Grauwackenzone. Das Gebiet der Eisenerzer Ramsau mit seinen zahlreichen Fundstellen gehört zur Gänze der Wildfeld-Decke der Nördlichen Grauwackenzone an. Das südöstliche Verbreitungsgebiet der prähistorischen Fundstellen im Raum Trieben befindet sich bereits am Südrand der Grauwackenzone, die hier aus altpaläozoischen Grauwackenschiefern oder ordovizischen Kalken besteht. Die Vererzungstypen in der östlichen Grauwackenzone unterscheiden sich generell von der westlichen insofern, als die Kupfervorkommen meist an Eisenspatvererzungen der Norischen Decke gebunden sind. Es handelt sich um Kupfererze gang- bis klufförmiger Natur mit unterschiedlichen Anreicherungen der Wertstoffe. Die bekannten Vorkommen führen neben Chalkopyrit vor allem Fahlerze (3).

### Forschungsgeschichte

Die ersten Hinweise auf prähistorische Kupfergewinnung in der Obersteiermark stammen aus dem Jahr 1955, als E. Preuschen Fundstellen der Kupfererzverhüt-

tung in Gaishorn (Gem. Gaishorn am See) und auf der Neuburg (Gem. Radmer und Johnsbach) und im Johnsbachtal beim Gschaidegger (Gem. Johnsbach) entdeckte. E. Preuschen, der sich besonders um die Erforschung des bronzezeitlichen Kupferbergbaus Mitterberg am Hochkönig in Salzburg verdient machte, führte im Oktober 1966 die erste Grabung eines Kupferschmelzplatzes, genannt „Griesmaier“, in Johnsbach durch (**Abb. 2**). Die ihm damals bereits bekannten Kupferschlackenfundplätze in der Region konnte er bedauerlicherweise nicht mehr publizieren, und sie sind somit der Forschung verloren gegangen (4).

1976 gründete G. Sperl auf Anregung C. Eibners den Arbeitskreis Johnsbach des Montanhistorischen Vereins für Österreich, Leoben, mit dem Ziel, die Spuren der urgeschichtlichen Kupfergewinnung in Johnsbach zu dokumentieren. 1978 übernahm H. Preßlinger diese Aufgabe im Paltental (5). Mit der Zusammenarbeit der Metallurgen G. Sperl und H. Preßlinger, des prähistorischen Archäologen C. Eibner und des Geophysikers G. Walach begann eine intensive und exemplarische interdisziplinäre Erforschung montanarchäologischer Fundstellen in den Eisenerzer Alpen. Der Schwerpunkt der Forschungstätigkeit lag seit jeher im Johnsbach- und Paltental. Parallel zur Entdeckung und ersten Dokumentation archäologischer Fundstellen erfolgten erste Analysen von Kupferschlacken, geophysikalische Vermessungen von Kupferschlackenfundplätzen und ab 1979 erste archäologische Ausgrabungen im Johnsbach- und Paltental. Die Fragen nach dem metallurgischen Prozess und der Bauweise der Verhüttungsanlagen standen anfangs im Vordergrund des Interesses. Während G. Sperl sich in den 1980er Jahren vermehrt anderen Themen, insbesondere der Erforschung des frühen Eisenwesens



**Abb. 2:** Die erste Grabung eines prähistorischen Kupferverhüttungsplatzes in den Eisenerzer Alpen. Grabung E. Preuschen 1966 in Johnsbach, Fundplatz „Griesmaier“ (nach PREUSCHEN 1968).

widmete, intensiviert das Team C. Eibner, H. Preßlinger und G. Walach ihre gemeinsamen Forschungen und zog immer wieder andere Kollegen der Montanwissenschaften bei. In den letzten Jahren ist es vor allem der Geochemiker W. Prochaska, der sich Fragen der Lagerstättenkunde und somit der Frage nach der Herkunft und Art des verhütteten Erzes sowie Umweltfragen wie der Schwermetallbelastung des Bodens im Umfeld der Verhüttungsplätze widmete. Zahlreiche Publikationen zeugen von diesen langjährigen Forschungsaktivitäten, die sich zuletzt besonders auf das Gebiet des oberen Flitzbachs an der Gemeindegrenze von Gaishorn am See zu Johnsbach und den Raum der Stadtgemeinde Trieben konzentrierte (6). Eine Erweiterung erfuhr diese Forschungs Kooperation in den letzten Jahren durch die Vergabe und Betreuung einiger Diplomarbeiten an der Universität Heidelberg (Betreuung C. Eibner und H. Preßlinger) und an der Bergakademie Freiberg in Sachsen, jetzt Universität Tübingen (Betreuung E. Pernicka), die sich mit Themen bzw. Fundmaterialien dieses Gebietes befassten (8). Diese intensivierten Forschungen waren seit 1999 durch die Anerkennung der Leistungen von H. Preßlinger für die montanarchäologische Forschung im Paltental durch die Steiermärkische Landesregierung und eine daraus resultierende finanzielle Förderung, die von der Stadtgemeinde Trieben verdoppelt wurde, möglich.

Im Jahr 1991 wurde der erste prähistorische Kupferschlackenfund aus der Eisenerzer Ramsau gemeldet. Der Bergbauingenieur H. Weinek entdeckte und dokumentierte erstmals gemeinsam mit dem Markscheider J. Resch von 1991 – 1994 zahlreiche montanarchäologische Fundstellen, potentielle Bergbaue und Kupferschlackenfundplätze in der Eisenerzer Ramsau. 1992 begann auf Initiative von H. Weinek und dem sich gerade konstituierenden Kulturverein Innerberger Forum

in Eisenerz die Ausgrabung des Kupferschmelzplatzes S1 in der Eisenerzer Ramsau unter der Leitung der Verfasserin. Der Kupferschmelzplatz S 1 (Kat.-Nr. 1, FP 60104.001; **Abb. 3**) (8) ist mit seinen sechs gesicherten Doppelofenanlagen und mindestens zehn Röstbetten, mehreren Halden und zahlreichen weiteren Objekten die größte, bisher untersuchte Verhüttungsanlage der Mittleren Bronzezeit in den Ostalpen (9). Das Ziel der montanarchäologischen Untersuchung dieses Kupferschmelzplatzes war zum einen die vollständige archäologische Dokumentation eines prähistorischen Verhüttungsplatzes sowie eine möglichst umfassende, exemplarische Erforschung dieser Anlage in Kooperation mit anderen Disziplinen. Die abschließenden Arbeiten des Forschungsprojektes unter der Projektleitung der Verf. werden derzeit von der Prähistorischen Kommission der ÖAW (Österreichische Akademie der Wissenschaften) und vom FWF (Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, P16483-G02) gefördert. So waren von Anfang an die Geophysik (G. Walach), Geochemie (H. Pirkl) und Botanik (Pollenanalytik, R. Drescher-Schneider; Schwermetallbelastung des rezenten Bewuchses, A. Drescher) in das Projekt eingebunden, ebenso erfolgten Schlacken- und Erzanalysen (R. Doonan, H. Neinavaie) bereits in den ersten Jahren (10). Seit 2003 konnte die interdisziplinäre Arbeit durch Untersuchungen zur archäomagnetischen Datierung (E. Schnepf) und Holzkohlebestimmungen (Anthrakologie, Fachbereich der Archäobotanik; O. Nelle) und Schlackenanalysen (O. Thalhammer) wesentlich bereichert werden (11). Für die Datierung des Verhüttungsplatzes werden neben der archäologischen Datierung mittels Fundgegenständen, die bereits genannte archäomagnetische Datierungsmethode sowie noch weitere Methoden wie <sup>14</sup>C-Datierung und Dendrochronologie herangezogen.



**Abb. 3:** Eisenerzer Ramsau, Gemeindealm. Der Kupferschmelzplatz S1 im Talboden westlich des Ramsaubaches. Blick von Nordwesten (Foto: S. Klemm).

Die Untersuchung des Umfeldes des Kupferschmelzplatzes S1 wurde durch das multidisziplinäre Forschungsprojekt „*Perspektiven zur Gestaltung und Nutzung von Bergbaufolgelandschaften*“ des österreichweiten Forschungsschwerpunktes *Kulturlandschaftsforschung* ermöglicht (12). Parallel zur archäologischen Landesaufnahme sämtlicher Fundstellen im Raum Eisenerz in den Jahren 1996 – 2000 standen gemäß dem Forschungsauftrag ökologische Fragestellungen sowie die Vegetations- und Besiedlungsgeschichte der Region Eisenerz im Mittelpunkt der Forschungen. Mit den umweltrelevanten Fragestellungen wurden bei der exemplarischen Untersuchung eines Kupferschmelzplatzes methodisch neue Wege begangen, indem

mehrere Regenwurmarten auf ihr Akkumulationsverhalten von Schwermetallen erfolgreich untersucht wurden (13).

Forschungsgeschichtlich von Bedeutung waren auch die im Zuge des Baus der Pyhrnautobahn A9 1989 – 1991 erfolgten Rettungsgrabungen weiterer urzeitlicher Kupferschmelzplätze in den Gemeinden Mautern im Liesingtal (Kat.-Nr. 117, FP 60330.001) und Gaishorn am See im Paltental (Kat.-Nr. 229, FP 67501.013). Die Fundstellen im Tal der Radmer gehen vor allem auf Fundmeldungen von H. Weinek wie auch von J. Wallner zurück. Für die Diskussion über die in der Urgeschichte ausgebeuteten Lagerstätten ist die mineralogische Untersuchung des Paradeisstollens in der Hinterradmer, eines frühneuzeitlichen Kupferbergbaus, durch L. M. Ofner interessant (14). Von der Gemeinde Kalwang im südöstlichen Teil der Eisenerzer Alpen gibt es wohl einige Fundmeldungen, deren prähistorisches Alter jedoch zum Teil ungesichert ist (Kat. 125, 126, W50 auf Abb. 1), da im Gebiet der Langen Teichen nachweislich Bergbau im Mittelalter und in der Neuzeit umgegangen ist.

Im Folgenden soll auf verschiedene Aspekte der Forschungsergebnisse der letzten 50 Jahre eingegangen und versucht werden, Forschungsziele für eine kurz-, mittel- bzw. langfristige Forschung zu formulieren. Zuerst soll jedoch die Grundlage jeder archäologischer Forschung – die gesicherten Nachweise von Fundstellen, deren Klassifizierung nach Fundstellenarten, deren Zeitstellung und andere Erkenntnisse aus der Untersuchung dieser Fundstellen sowie deren historischer Kontext besprochen werden.

### **Bestandsaufnahme der archäologischen Fundstellen in den Eisenerzer Alpen**

Da die Fundmeldungen der montanarchäologischen Fundstellen seit 1979 in für Archäologen eher weniger leicht zugänglichen Zeitschriften veröffentlicht wurden und daher die Fundsituation sowie der Forschungsstand für Außenstehende schwer zu überblicken war, stellte sich die Verf. die Aufgabe, ein möglichst komplettes Fundstellenverzeichnis anzulegen und publizierte dieses 2003 (15). Die bis zum Herbst 2001 durchgeführte Bestandsaufnahme von sämtlichen archäologischen Fundstellen in den Eisenerzer Alpen durch die Verf. erlaubte eine Differenzierung in mehrere Fundstellenarten und Fundstellenunterarten. So wurden fünf Fundstellenarten unterschieden:

- > Bestattungsplätze
- > Depotfunde
- > Einzelfunde
- > Produktionsstätten
- > Siedlungen

Prähistorische Bestattungsplätze und Depotfunde fehlen zurzeit im Untersuchungsgebiet. Prähistorische Siedlungen sind äußerst selten und nur zwei davon datieren

nachweislich in die Bronzezeit – die Zeit der prähistorischen Kupfergewinnung. Es sind dies der mittelbronzezeitliche Siedlungsfund von Wald am Schoberpass (Kat.-Nr. 150, FP 60366.005) mit eindeutigem Bezug zur Kupfererzverhüttung und der Nachweis einer kupferzeitlichen sowie urnenfelderzeitlichen Besiedlung auf dem Kaiserköpperl bei Bärndorf (Kat.-Nr. 231, FP 67502.001), einer befestigten Höhensiedlung am Nordrand des Paltentales. Die Diskussion eines dritten Siedlungsfundes auf der Fundstelle „Schlosser“ in der SG Trieben (Kat.-Nr. 247, FP 67512.003) ist erst nach einer Gesamtpublikation der sichtlich schwierig zu deutenden Befunde und Funde möglich (16). Aus der Bronzezeit lagen bis Herbst 2001 sechs Einzelfunde vor, dabei handelt es sich um drei Bronzebeile (Gem. Radmer, Eisenerz, Vordernberg; **Abb. 4**) ohne genaue Herkunftsangaben, eine Bronzenadel vom Präbichl (Gem. Vordernberg), den Altfund einer Lanzenspitze von der Feistereralm (Gem. Wald am Schoberpass) sowie eine Sichel aus Bronze (Gem. Trieben). Unter der Fundstellenart Produktionsstätten wurden (potentielle) Bergbaufundstellen, Schlackenfundplätze und Kohlplätze als Fundstellenunterarten subsumiert. Einen einzigen Hinweis auf einen prähistorischen Kohlplatz gibt es von dem Kupferschmelzplatz in der Gem. Mautern (Kat.-Nr. 117, FP 60330.001).



**Abb. 4:** Mittelständige Lappenbeile aus Bronze, Eisenerz und Radmer (Stadtmuseum Eisenerz, Foto: S. Klemm).

Ein zentrales Problem der montanarchäologischen Forschung nicht nur in den Eisenerzer Alpen sondern im gesamten Ostalpenraum ist nach wie vor die genaue Zeitstellung von (potentiellen) Bergbauen und Kupferschlackenfundplätzen. Nur wenige Kupferschlackenfundplätze in den Eisenerzer Alpen können derzeit gesichert in eine bestimmte urgeschichtliche Zeitstufe datiert werden, und noch keine einzige als (potentieller) Bergbau deklarierte Fundstelle. Daher fällt eine große Reihe von Schlackenfundplätzen in die Gruppe mit unbekannter Zeitstellung, ebenso sämtliche Bergbaufundstellen (vgl. **Tabelle 1**). Die Verf. unterschied in ihrer Zusammenstellung 2003 in Kupferschlackenfundplätze und Kupferschmelzplätze, denn es erscheint nur anhand umfassender Informationen vertretbar, eine Fundstelle, wo Schlacken gefunden wurden, auch als Kupferschmelzplatz anzusprechen. Nur von jenen Schlackenfundplätzen, die die üblichen, prähistorisch aussehenden Schlacken (also keine reinen Plattenschlackenhalden)

**Tabelle 1: Anzahl der Produktionsstätten zur Kupfergewinnung in den Eisenerzer Alpen (Stand Februar 2006).**

Zeitstufen Produktionsstätten	Urgeschichte allgemein	Bronzezeit Urnenfelderzeit	Unbekannte Zeitstellung	Gesamt
Bergbau			21	21
Bergbau (Cu)	1		3	4
Schlackenfundplatz			4	4
Schlackenfundplatz (Cu)	81	5	28	114
<b>Gesamt</b>	<b>82</b>	<b>5</b>	<b>56</b>	<b>143</b>



*Abb. 5: Schlackenhalde mit charakteristischem Bewuchs, prähistorischer Kupferschmelzplatz S7, Eisenerzer Ramsau (Kat.-Nr. 7, FP 60104.007; Foto: S. Klemm).*

aufwiesen und von den Autoren z. B. anhand von Keramikbruchstücken als prähistorisch eingestuft wurden, wurde die Datierung in die Urgeschichte übernommen. So manche der Bergbaufundstellen sind vorerst nur als potentielle Bergbaue anzusprechen, insofern nicht geophysikalische Untersuchungsergebnisse bekannt oder entsprechende Aufschlüsse vorhanden und überprüfbar sind (17). Eine Überprüfung zahlreicher Fundstellen, insbesondere der Fundstellen in Johnsbach (18), und damit verbunden u. U. eine erneute Beurteilung aus archäologischer Sicht bleibt nach wie vor erforderlich.

Die Bestandsaufnahme von sämtlichen archäologischen Fundstellen im Gebiet der Eisenerzer Alpen bis zum Herbst 2001 durch die Verf. wurde mittlerweile durch einige Fundmeldungen erweitert. Ein Vergleich mit den Verzeichnissen in PRESSLINGER 2002, WALACH & WALACH 2004 (19) und WEINEK 2001 (20) erbrachte einige noch nicht bekannte Fundstellen. In der Verbreitungskarte (Abb. 1) nahm die Verf. jene als prähistorisch gekennzeichneten Fundstellen auf, die mit einiger Sicherheit kartiert werden konnten (21).

Weder die Kartierung noch die Aufstellung in der **Tabelle 1** erheben den Anspruch auf Vollständigkeit. Sie können beim derzeitigen Informationsstand lediglich eine Vorstellung von der Anzahl und Art der Fundstellen

sowie ihrer Verbreitungsdichte geben. Wir können somit mit mindestens 87 und höchstens 114 Kupferschlackenfundplätzen in den Eisenerzer Alpen rechnen, ev. auch mit einigen mehr (**Abb. 5**). Die Zahl der aufgenommenen (potentiellen) Bergbaufundstellen ist demgegenüber verschwindend gering. Alleine 13 der 25 genannten Fundstellen liegen in der Eisenerzer Ramsau (**Abb. 6**).

So spiegelt die Verbreitungskarte vor allem den Forschungsstand wider und zeigt gleichzeitig den äußeren Rahmen des Gebietes an, wo wir Nachweise prähistorischer Kupfergewinnung (Bergbau und Verhüttung) zu erwarten haben. Wie die systematische archäologische Landesaufnahme 1997 in der Eisenerzer Ramsau im Rahmen des Kulturlandschaftsforschungsprojektes ergab, sollten im Gebiet des Kaltenbaches, Halsbaches und auf der Eisenerzer Seite des Radmerhalses (vgl. den vergrößerten Ausschnitt auf Abb. 1) sämtliche Fundstellen der prähistorischen Kupfergewinnung, die obertägig zu erkennen waren, aufgenommen sein. Doch ist nicht auszuschließen,

dass Fundstellen, einfache Siedlungen zum Beispiel, nicht entdeckt werden konnten. Wie vereinzelte Kupferschlackenfundplätze westlich und südlich der Eisenerzer Ramsau (vgl. Abb. 1, Kat.-Nr. 94-98, 264 und W50) andeuten, ist auch in diesen angrenzenden Gebieten u. U. mit zumindest einer ähnlichen Dichte an Fundstellen zu rechnen. Desgleichen gilt für die Fundstellen in der Vorderradmer und der Hinterradmer. Da von den kartierten Kupferschlackenfundplätzen in der Gem. Radmer keine klaren Hinweise auf eine gesicherte Datierung in die Urgeschichte bekannt sind, wurden diese Fundstellen den Fundstellen unbekannter Zeitstellung zugeordnet. Für die meisten oder auch alle mag ein prähistorisches Alter in Frage kommen. Das Verbreitungsbild in Johnsbach zeigt eine ähnliche Dichte, die primär auf die frühen Fundmeldungen seit 1976 und spätere Aufnahmen von Fundstellen durch die Verf. sowie von H. Weinek zurückzuführen ist. Die Fundstellenkonzentrationen im Paltental und im Bereich des Flitzenbaches spiegeln ebenso die Konzentrierung der Forschung in diesen Gebieten wider. Der südöstliche Teil der Eisenerzer Alpen, beiderseits des Liesingtales ist weitgehend unerforscht. Doch kann aufgrund der geologischen Voraussetzungen vorab einmal angenommen werden, dass südlich des Liesingbaches Fundstellen eher in Talnähe zu suchen wären und nördlich im Bereich der Langen und Kurzen Teichen der mittelalter-



**Abb. 6:** Der (prä)historische Kupferbergbau auf dem Kaltenbachriedel, Eisenerzer Ramsau (Kat.-Nr. 21, FP 60104.021; Foto: S. Klemm).

liche und neuzeitliche Bergbau den urgeschichtlichen stark überprägt hat. Inwiefern der urgeschichtliche Bergbau auch am östlichen Rand der Eisenerzer Alpen umgegangen ist (Kat.-Nr. 105, FP 60108.005), bleibt noch zu prüfen. Die beiden Fundstellen von Kupferschlackenstücken in Mühlau (Kat.-Nr. 216, FP 67410.001) und in Stift Admont (Kat.-Nr. 162, FP 67401.001), die außerhalb des eigentlichen Verbreitungsgebietes liegen, wurden zwar in diese Aufstellung einbezogen, eine Fundlage in situ sowie eine Datierung in die Urgeschichte erscheinen fraglich.

Die Fundstellen liegen auf einer Seehöhe von ca. 650 – 1600 m, in der Eisenerzer Ramsau von 1030 – 1560 m. Sie befinden sich nur zu einem geringen Teil in den Talböden bzw. Randgebieten der Täler selbst, großteils jedoch in bereits höher gelegenen, mehr oder minder steilen Hängen und auf den Almböden im Gebirge. Schlackenfundplätze liegen bevorzugt in Wassernähe. Die in der Bronzezeit hergerichteten Arbeitspodien der Kupferhütten sind heute noch zum Teil im Gelände sichtbar, da die Hütten oft in Steilhänge eingebaut wurden. Für die Eisenerzer Ramsau ist zudem kennzeichnend, dass die einmal hergerichteten horizontalen Flächen in Mittelalter und Neuzeit für die Errichtung von Kohlplätzen ausgenutzt wurden (22).

## Die Bauform der bronzezeitlichen Kupferhütten

Eines der wichtigsten Ergebnisse der montanarchäologischen Forschung der letzten 25 Jahre ist die Rekonstruktion des Bauplans der bronzezeitlichen Kupferhütte. In den Jahren 1979/80 wurden bei der Ausgrabung des Kupferschmelzplatzes „Versunkene Kirche“, KG St. Lorenzen, SG Trieben (Kat.-Nr. 245, FP 67512.001), die ersten aussagekräftigen Befunde zur urgeschichtlichen Kupfererzverhüttung in der Obersteiermark bzw. in den Eisenerzer Alpen gewonnen. Die Rekonstruktion einer prähistorischen Kupferhütte, wie sie nun für die gesamten Ostalpen gültig ist, war C. Eibner somit erstmals möglich (23). Die in den folgenden Jahren durchgeführten Teiluntersuchungen urgeschichtlicher Kupferschmelzplätze unter der Leitung von C. Eibner bestätigten diese Ergebnisse, z. B. in Gaishorn-Oberschwärzen 1980 (Kat.-Nr. 224, FP 67501.008), Johnsbach-Kohlangger II und III 1983 (Kat.-Nr. 203, FP 67404.034) und Ehrnau 1989 (Kat.-Nr. 117, FP 60330.001). Die langjährige, umfassend dokumentierte Ausgrabung des Kupferschmelzplatzes S1 (Kat.-Nr. 1, FP 60104.001) in der Eisenerzer Ramsau seit 1992-2005 durch die Verf. bestätigte nicht nur die bisherigen Kenntnisse, sondern erweiterte diese in zahlreichen Details.

Die für die gesamten Ostalpen, von Tirol, Salzburg, Steiermark bis Niederösterreich, typische Bauform prähistorischer Kupferhütten zeigt eine in den Hang eingebaute Anlage mit zwei Arbeitspodien, auf dessen oberstem Podium mindestens ein rechteckiges, seichtes Röstbett oder Röststadel eingetieft war (Abb. 7). Die Ränder dieser ca. 0,20 m tiefen Gruben mit ebener Sohle sind mit senkrecht gestellten Steinen befestigt und vielfach auch mit einem eigens aufbereiteten sandigen Ton verstärkt. Durchschnittlich 0,60 m tiefer, den Röstanlagen hangabwärts vorgelagert, befinden sich immer zwei Schmelzöfen, eine so genannte Doppelofen- oder Zwillingsofenanlage (Abb. 8). Das hauptsächliche Abfallprodukt – die Verhüttungsschlacke – und unbrauchbares Baumaterial, wie stark von der Hitze angegriffene Ofenwandsteine und anderes, wurde talwärts auf Halde geworfen. Mehrfache Lagen von so genannter Schlackenhaut an den Ofeninnenwänden ebenso wie die Schichtung der Haldenablagerungen (Abb. 9) zeugen von der mehrfachen Nutzung und Reparatur der einzelnen Schmelzöfen.

## Weitere Untersuchungsergebnisse

An dieser Stelle kann nicht die Vielzahl von Einzelergebnissen referiert werden. Es sei auf die diversen Publikationen, vor allem auch in der Zeitschrift *res montanarum* verwiesen (24). Die neuen Erkenntnisse betreffen den metallurgischen Prozess wie auch die Baustoffe für Schmelzöfen und Röstanlagen. Die Bestimmung letzterer, deren Eigenschaften und Herkunft, ist aus technischer und aus archäologischer Sicht von Interesse. Die bisherigen Ergebnisse teilen uns mit, dass das jeweilige örtlich anstehende Gestein verwendet wurde.



**Abb. 7:** Das Röstbett 7 auf dem Kupferschmelzplatz S1 in der Eisenerzer Ramsau. Die durchgehende Schlackenschicht über der Sohle des Röstbettes ist großteils bereits entfernt (Foto: S. Klemm).

Die Verhüttungsschlacken sind nicht nur wichtige Zeugen des metallurgischen Prozesses, ihre chemische Zusammensetzung weist auch auf die verhütteten Erze hin. Die in jüngster Zeit in Zusammenhang mit der Kupferkies-/Fahlerzproblematik durchgeführte Beprobung einer größeren Zahl von Fundstellen in den Eisenerzer Alpen weist auf Unterschiede in den Vorkommen der diversen Talschichten hin. Eine der offenen Fragen ist nach wie vor, ob der Chemismus der Schlacken auf eine unterschiedliche Prozessführung oder auf Unterschiede in den Erzvorkommen zurückzuführen ist oder auf beides (25). Untersuchungen von Kupfermineralisationen in den Eisenerzer Alpen, z. B. OFNER 2002, zeigen, wie wesentlich die Analysen von Erzvorkommen für die gesamte Thematik sind.

Eine große Unterstützung der archäologischen Landesaufnahme (Entdeckung und Dokumentation



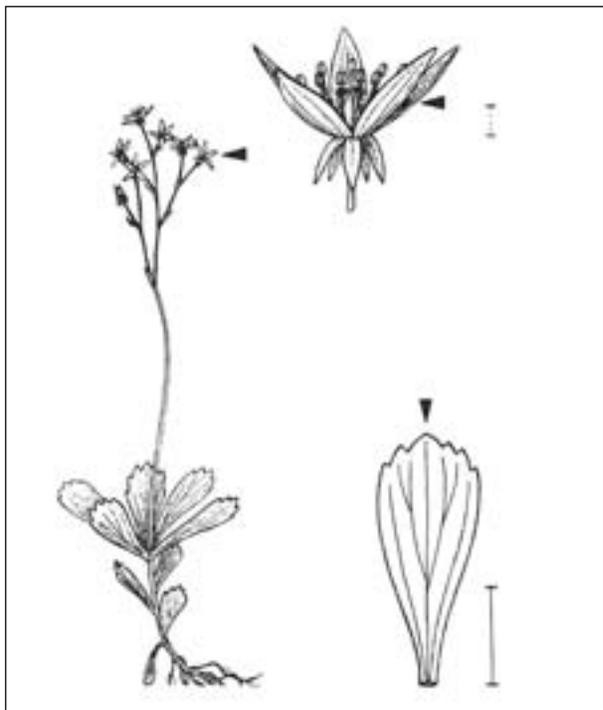
**Abb. 8:** Die Doppelofenanlage mit Ofen 1 und 2, Kupferschmelzplatz S1 in der Eisenerzer Ramsau (Foto: S. Klemm).

von Fundstellen) in den Eisenerzer Alpen ist seit vielen Jahren die geophysikalische Prospektion durch G. Walach (26). G. Walach und C. Eibner zeigten die sich wiederholenden Übereinstimmungen von geophysikalischen Untersuchungs- und Grabungsergebnissen. Die Untersuchungsergebnisse der Vermessungen von Schlackenfundplätzen unterstützten daher in der Folge auch die Entscheidungen, wo der Spaten bei den archäologischen Grabungsarbeiten anzusetzen war. Die Ausdehnung der Schlackenfundplätze, die der hauptsächlichlichen Strukturen wie Röstbett, Öfen und Halde, wenn auch nicht alle Einzelbefunde, werden verlässlich geortet. In der Kulturlandschaft auffallende morphologische Strukturen, insbesondere bei Auftreten von Quellen oder Teichen, die als potentielle Bergbaue angesprochen werden, sind mittels geophysikalischer Vermessung identifizierbar.



**Abb. 9:** Halde 1, Kupferschmelzplatz S1 in der Eisenerzer Ramsau. Das Schichtpaket von Halde 1 im oberen Teil der Profile besteht aus mehreren anthropogenen Schichten (Foto: S. Klemm).

Für die Prospektion von Kupferschlackenfundplätzen sind auch Bewuchsmerkmale, so genannte Zeigerpflanzen, von Bedeutung. Bestimmte Flechten und Moose (Kupfermoose) sind charakteristisch, in der Eisenerzer Ramsau auch der Gewöhnliche Stern-Steinbrech (*Saxifraga stellaris* ssp. *robusta*; **Abb. 10**) und der Kleine Sauerampfer (*Rumex acetosella* ssp. *acetosella*); sie gelten als besonders resistent gegenüber Schwermetallen (27). Die heutige Schwermetallbelastung des Bodens war Gegenstand unterschiedlicher Untersuchungen in der Eisenerzer Ramsau und im Gebiet des Flitzenbaches. Die Erkenntnisse der Bodengeochemie wie auch die bereits genannten Regenwurmuntersuchungen ergaben in erster Linie eine kleinräumige Belastung und sind somit in Übereinstimmung mit den pollenanalytischen Resultaten (28). Umweltrelevante Untersuchungen zur Zusammensetzung des Waldes in der Bronzezeit waren Thema von pollenanalytischen und anthrakologischen Untersuchungen im Raum Eisenerz; ein Rückgang des Waldes ist für die Mittlere Bronzezeit belegt, gleichermaßen ein Anstieg der Siedlungsanzeiger. Die Bestimmung mehrerer Tausend Holzkohlenstücke vom Kupferschmelzplatz S1 auf ihre Gehölzart beschreibt die (mögliche) Auswahl der Hölzer, welche für das Rösten und Schmelzen des Erzes in der Mittleren Bronzezeit zum Einsatz kamen (29).



**Abb. 10:** *Saxifraga stellaris* ssp. *robusta* – Gewöhnlicher Sternsteinbrech. Zeigerpflanze auf Kupferschmelzplätzen in der Eisenerzer Ramsau (nach JÄGER & WERNER 1995).

### Der historische Kontext

Wie bereits diskutiert, ist die genaue Zeitstellung der montanarchäologischen Fundstellen ein großes Desiderat der archäologischen Forschung, ja im Grunde die wichtigste Voraussetzung für eine historische Interpreta-

tion sämtlicher Untersuchungsergebnisse. Die lange Zeit in der archäologischen Forschung allgemein übliche Datierung des urgeschichtlichen Kupferbergbaus und der Verhüttungsspuren in die Urnenfelderzeit oder auch Späte Bronzezeit ist schon lange nicht mehr haltbar. Die Erkenntnisse der montanarchäologischen Forschung vor allem auch im Westen Österreichs haben zu einer differenzierten Betrachtung beigetragen. Eine immer größere Zahl von Abbauen oder Verhüttungsplätzen datieren in die Mittlere Bronzezeit, ebenso die datierbaren Fundstellen in den Eisenerzer Alpen: Die Kupferhütte auf dem Kupferschmelzplatz S1 in der Eisenerzer Ramsau war nach jüngsten Ergebnissen während der gesamten Mittleren Bronzezeit (16. – 13. Jhdt. v. Chr.) immer wieder in Betrieb. Der Schlackenfundplatz und mögliche Siedlungsplatz „Schlosser“, SG Trieben, datiert in diesen Zeitraum. Die Keramik von dem Kupferschmelzplatz Kohlanger II bzw. III in der Gem. Johnsbach (Grabung C. Eibner, 1983) datiert vermutlich in die Frühe bis Mittlere Bronzezeit. Die Keramik des bekannten und viel untersuchten Kupferschmelzplatzes „Versunkene Kirche“, SG Trieben, ist gleichfalls in der Tradition der Mittleren Bronzezeit zu sehen, wie die Rekonstruktionen zweier Großgefäße aus zahlreichen Einzelteilen durch die Verf. ergaben. Die Verf. stimmt jenen Prähistorikern zu, die die Stufe Bronzezeit D noch der vorangegangenen Kultur der Mittleren Bronzezeit oder Hügelgräberbronzezeit zurechnen und nicht der späteren Entwicklung der Urnenfelderkultur (eigentliche Späte Bronzezeit mit den Stufen Ha A und B). Da nur eine verschwindend geringe Zahl von Siedlungen der Bronzezeit im östlichen Teil der Ostalpen untersucht wurde, ist hier der Bedarf an Forschung besonders groß. Mit der Siedlungsforschung verknüpft sind auch die Fragen nach Herstellung und Vertrieb der Roh- und Fertigprodukte. Damit und in engem Zusammenhang mit der Frage nach der Zeitstellung der prähistorischen Kupfergewinnung in den einzelnen Bergbaurevieren in Österreich steht die Frage nach der möglicherweise abwechselnden Nutzung unterschiedlicher Erzlagerstätten, der Kupferkies- und der Fahlerzvorkommen. Gemäß größerer Serien von Metallobjektanalysen sollen in der Frühen und dann wieder in der Späten Bronzezeit Fahlerze, in der Mittleren Bronzezeit Kupferkies abgebaut worden sein (30). Ob diese These für den östlichen und/oder nur für den westlichen Ostalpenraum bestätigt werden kann, ist weiteren Untersuchungen vorbehalten.

### Ausblick

Für eine zukünftige kurz-, mittel- bis langfristige montanarchäologische Forschung in den Eisenerzer Alpen sind aus der Sicht der prähistorischen Archäologie mehrere Punkte zu nennen:

Ein vordringliches Desiderat ist eine Gesamtvorlage der archäologischen Grabungsbefunde sämtlicher Grabungen mit Plänen, Fotos, detaillierten Beschreibungen der Befunde sowie der Fundgegenstände wie Keramik und Gerätschaften aus Stein und anderen Materialien. Eine

derartige Gesamtdarstellung ist für den Kupferschmelzplatz S1 in Arbeit. Ausführliche Publikationen der Grabungsbefunde und Funde sind deshalb so wichtig, weil nur anhand von genau beschriebenen Ergebnissen Grundlagen für einen typologischen Vergleich und weiterführende Forschungen wie zum Beispiel für Arbeiten im Bereich der experimentellen Archäologie geschaffen werden. Kurz- bis mittelfristig sollte eine kontinuierliche Überprüfung sämtlicher, vor allem der lang bekannten Fundstellen durchgeführt werden, da die natürliche Erosion, der Forststraßenbau sowie die Forst- und Almwirtschaft in den letzten Jahren große Veränderungen mit sich brachten und laufend bringen. Langfristig wäre es wünschenswert, wenn das gesamte Verbreitungsgebiet ähnlich wie der Bereich in der Eisenerzer Ramsau systematisch begangen und ein möglichst vollständiger Fundstellenkataster erarbeitet wird. Dies ist nicht nur für den Denkmalschutz erforderlich, sondern ebenso für jede weiterführende Forschung. Ein Augenmerk ist auch ganz besonders auf potentielle Siedlungsflächen zu legen. Siedlungen sind, sofern sie nicht mit Wall- und Grabenanlagen befestigt sind, vergleichsweise schwer zu finden, ihre Entdeckung unterliegt wie auch jene von Bestattungsplätzen vielfach dem Zufall.

Die Notwendigkeit, die Zeitstellung der Fundstellen systematisch zu erfassen, wurde bereits thematisiert. Die Untersuchungen zur Datierung sollte mit allen zur Verfügung stehenden Methoden je nach Einsatzmöglichkeit angewandt werden. Dabei wäre es aus Gründen des Denkmalschutzes wichtig, möglichst schonend vorzugehen. Neben der archäologischen Datierung von Fundstücken, dürfte die <sup>14</sup>C-Methode am besten geeignet sein, da die erforderliche Menge Holzkohle durch eine einfache Bohrung an ausgewählten Stellen gewonnen werden kann, ohne dass größere und tiefere, den anthropogenen Schichtverband zerstörende Eingriffe notwendig wären wie dies bei der Probennahme für die Thermolumineszenzdatierung von Schlacken der Fall wäre. Bei letztere sind auch die Fehlerbereiche noch viel zu hoch. Bei Grabungen wird zukünftig die viel versprechende archäomagnetische Datierungsmethode besonders zweckmäßig sein, da Schmelzöfen und Röstanlagen beste Voraussetzungen für den Einsatz dieser Methode bieten. Außerdem wird nach Abschluss der Untersuchungen auf dem Kupferschmelzplatz S1 ein Stück der archäomagnetischen Kalibrationskurve für die Mittlere Bronzezeit im Alpenraum vorliegen. Wünschenswert wäre die Sammlung von Daten für eine zukünftige dendrochronologische Kurve (am ehesten Tanne) für die Bronzezeit.

Neben archäologischen Untersuchungen von Siedlungsplätzen wären Grabungen von Bergbaufundstellen von großer Bedeutung. Auch Fundstellen der Erzaufbereitung, die in anderen Teilen der Ostalpen bereits untersucht wurden, fehlen vollständig in den Eisenerzer Alpen.

Parallel zu den rein archäologischen Forschungen sind die Geowissenschaften gefragt, ihre Forschungen in Kooperation mit der prähistorischen Archäologie fortzu-

führen. Die Erforschung der Lagerstätten, eine detaillierte Beschreibung der vielen unterschiedlichen Kupfermineralisationen im Untersuchungsgebiet ist mittel- bis langfristig sicherlich die bedeutendste Aufgabe der Geowissenschaften. Eine Untersuchung der einzelnen Talschaften, wie sie bereits begonnen wurde, sollte weitergeführt und verdichtet werden. Probennahmen auf und im Umfeld von Kupferschlackenfundplätzen ebenso wie Untersuchungen auf (potentiellen) Bergbaufundstellen sind in enger Kooperation mit der Archäologie bzw. dem Denkmalschutz durchzuführen, damit eine archäologische Kartierung und Dokumentation stattfindet und eine Gesamtinterpretation des historischen Kontextes gewährleistet ist. Der wissenschaftliche interdisziplinäre Diskurs ist ein fortwährender Prozess, der eine laufende Verständigung zwischen den einzelnen Disziplinen erfordert, da jede Disziplin eigene Voraussetzungen und Möglichkeiten mitbringt und neben gemeinsamen auch eigene Forschungsziele formuliert. Untersuchungen zur Umweltproblematik, Fragen zur Schwermetallbelastung des Bodens, sind bereits in Ansätzen erfolgt und sollten fortgesetzt werden. Offene Fragen gibt es nach wie vor zum Hüttenwesen. So werden in Zusammenhang mit der Verhüttung von Kupferkies oder Fahlerzen eine differenzierte Betrachtung der Grabungsbefunde und weitere Untersuchungen des Fundmaterials notwendig. Das langfristige Ziel der Summe aller Untersuchungen ist die Beschreibung der technischen, wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung in der alpinen Bronzezeit und die Auswirkungen der menschlichen Aktivitäten auf Umwelt und Kulturlandschaft.

#### Anmerkungen:

- (1) Die für die Eisenerzer Alpen relevanten Publikationen von G. Sperl bis 2001 sind in KLEMM 2003, 149 ff. aufgelistet.
- (2) EBNER 1997. – Vgl. auch WEBER 1997 und OFNER 2002, 24 ff.
- (3) Vgl. EBNER 1997 mit umfassender Literatur. – Siehe auch spezifisch OFNER 2002 und PRESSLINGER & PROCHASKA 2002, 12 f.
- (4) Im Landesmuseum Schloss Trautenfels befinden sich einige Fundgegenstände, die durch E. Preuschen in die Sammlung kamen. Es handelt sich um Klopffesteine und Schlacken, das Fundmaterial ist unpubliziert.
- (5) SPERL 1988, PRESSLINGER 1986.
- (6) Bibliographie bis 2001 in KLEMM 2003, 149 ff. – Für die letzten Jahre siehe insbes. die Beiträge in *res montanarum* 28, 2002 und 33, 2004.
- (7) Z. B. HAUSTEIN 2003. – HAUSTEIN et al. 2004. – KUNSTMANN 2004.
- (8) Die in Klammer angeführten Katalog-Nummern (Kat.-Nr.) und Fundpunkt-Nummern (FP) beziehen sich auf das Fundstellenverzeichnis in KLEMM 2003. Die Katalog-Nummern stimmen mit den Nummern auf Abb. 1 überein. Weitere Abkürzungen: Gem. Gemeinde, KG Katastralgemeinde, OG Ortsgemeinde, SG Stadtgemeinde, VB Verwaltungsbezirk.
- (9) KLEMM 2003, bes. 34 ff. und KLEMM 2004. Eine Gesamtpublikation ist in Vorbereitung.

- (10) KLEMM 2003; dies. 2004. – ADETUNJI et al. 1996. – DOONAN et al. 1996. – DRESCHER 2004. – DRESCHER-SCHNEIDER 2003. – Andere Ergebnisse noch unpubliziert.
- (11) AIDONA et al. im Druck. – SCHNEPP et al. 2005. – Publikationen in Vorbereitung.
- (12) Das Kulturlandschaftsforschungsprojekt 1996 – 2000 wurde gefördert vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kunst und der Abteilung Wissenschaft und Forschung des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung. Vgl. KLEMM 2003, 7 ff.
- (13) EMMERER et al. 2003.
- (14) Die vor mehreren Jahren begonnen Arbeiten in der Hinteradmer, mit dem Ziel einen frühneuzeitlichen Kupferbergbau wieder zu gewältigen, allerdings ohne archäologische Betreuung, sind mittlerweile abgeschlossen.
- (15) KLEMM 2003.
- (16) EIBNER 2004.
- (17) Z. B. WALACH 2004b.
- (18) Bei einer Begehung der Verf. für das Bundesdenkmalamt Graz im Herbst 2005 auf der Pfarralm in Johnsbach konnten die Fundstellen Pfarralm 1 – 3 identifiziert werden und eine neue in den Fundkataster aufgenommen werden.
- (19) WALACH & WALACH 2004, S. 13, Tabelle 1 und 2, Abb. 1.
- (20) WEINEK 2001, Anhang S. 150 ff. und Beilage 2.
- (21) Auf der Verbreitungskarte wurden die in KLEMM 2003 verwendeten Katalog-Nummern angeführt und nur in zwei Fällen bereits weitergeführt. Bei anderen Fundstellen, wo keine genauen Daten publiziert sind, wurden die von den Autoren genannten Bezeichnungen oder Nummern verwendet, den Nummern von G. Walach wurde ein W vorgesetzt. Zumindest 4 Schlackenfundplätze und 4 potentielle Bergbaue, die bei WALACH & WALACH 2004, im Gebiet der Treffneralm/Johnsbach sowie in Gaishorn genannt werden, scheinen nicht auf Abb. 1 und in Tab. 1 auf.
- (22) KLEMM 2003, 41 ff.
- (23) EIBNER 1982.
- (24) Zuletzt insbesondere *res montanarum* 28, 2002; 33, 2004; 34, 2004. Vgl. auch die Beiträge in *Der Anschnitt Beiheft 17, 2004* und die Bibliographie in KLEMM 2003.
- (25) Vgl. dazu auch PRESSLINGER & PROCHASKA 2004.
- (26) Zuletzt WALACH 2004 a und 2004 b.
- (27) EMMERER et al. 2003. – EMMERER & HAFELLNER 2005.
- (28) PROCHASKA & RANTITSCH 2004. – EMMERER et al. 2003. – EMMERER & HAFELLNER 2005. – DRESCHER-SCHNEIDER 2003.
- (29) Mitteilung O. Nelle, unpublizierter Projektbericht.
- (30) GOLDENBERG 1998. – STÖLLNER 2003 mit weiterführender Literatur.
- AIDONA et al. im Druck  
AIDONA E., SCHOLGER R., MAURITSCH H. J., SCHNEPP E. & KLEMM S., Spatial distribution of archaeomagnetic vectors within archaeological samples from Eisenerz (Austria). *Geophysical Journal International* (im Druck).
- BACHMANN 2003  
BACHMANN H.-G., Bunt- und Edelmetalle aus mitteleuropäischen Komplexerz-Lagerstätten: Fahlerz-Verhüttung von der Bronzezeit bis zur Renaissance. In: STÖLLNER Th., KÖRLIN G., STEFFENS G. & CIERNY J. (Hrsg.), *Man and Mining – Mensch und Bergbau. Studies in honour of Gerd Weisgerber on occasion of his 65th birthday. Der Anschnitt, Beiheft 16, 2003, 25-35.*
- DOONAN et al. 1996  
DOONAN R. C. P., KLEMM S., OTTAWAY B. S., SPERL G. & WEINEK H., The East Alpine Bronze Age copper smelting process: evidence from the Ramsau Valley, Eisenerz, Austria. *Archaeometry 94. The Proceedings of the 29th International Symposium on Archaeometry, Tübitak 1996, 17-22.*
- DRESCHER 2004  
DRESCHER A., Vegetationskundliche Untersuchungen an prähistorischen Kupferschmelzplätzen in der Eisenerzer Ramsau (Steiermark) - Erste Ergebnisse. In: WEISGERBER G. & GOLDENBERG G. (Hrsg.), *Alpenkupfer – Rame delle Alpi. Der Anschnitt, Beiheft 17, Bochum 2004, 347-354.*
- DRESCHER-SCHNEIDER 2003  
DRESCHER-SCHNEIDER R., Die Vegetations- und Besiedlungsgeschichte der Region Eisenerz auf der Basis pollenanalytischer Untersuchungen im Leopoldsteiner See und in der Eisenerzer Ramsau. In: KLEMM S., *Montanarchäologie in den Eisenerzer Alpen, Steiermark. Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen zum prähistorischen Kupferbergbau in der Eisenerzer Ramsau. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission 50, Wien 2003, 174-197.*
- EBNER 1997  
EBNER F., Die geologischen Einheiten Österreichs und ihre Rohstoffe. In: WEBER L. (Hrsg.), *Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs. Archiv für Lagerstättenforschung 19, Wien 1997, 49-229.*
- EIBNER 1982  
EIBNER C., Kupfererzbergbau in Österreichs Alpen. *Prähistorische Archäologie in Südosteuropa. Südosteuropa zwischen 1600 und 1000 v. Chr. 1, Berlin 1982, 399-408.*
- EIBNER 2004  
EIBNER C., Die mittelbronzezeitliche Fundstelle „Schlosser“ in Schwarzenbach, Stadtgemeinde Trieben. *res montanarum 33, 2004, 27-30.*
- EMMERER et al. 2003  
EMMERER B., STEINLECHNER E., TRINKAUS P. & GÖSSLER W., Ökologische Untersuchungen von prähistorischen Kupferschlackenhalde in der Eisenerzer Ramsau. In: KLEMM S., *Montanarchäologie in den Eisenerzer Alpen, Steiermark. Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen zum prähistorischen Kupferbergbau in der Eisenerzer Ramsau. Mitteilungen der Prähistorischen Kommission 50, Wien 2003, 165-173.*
- EMMERER & HAFELLNER 2005  
EMMERER B. & HAFELLNER J., Zur aktuellen Vegetation auf Abraum- und Schlackenhalde historischer Kupferbergbaue in der Montanstufe der Niederen Tauern und der Eisenerzer Alpen (Steiermark, Österreich). *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines Steiermark 134, 2005, 121-152.*

## Literatur:

- ADETUNJI, WILLIAMS & DOONAN 1996  
ADETUNJI J., WILLIAMS J. M. & DOONAN R. C. P., Mössbauer spectroscopic studies of ancient bronze slags. In: ORTALLI I. (Hrsg.), *International Conference on the Applications of the Mössbauer Effect, ICAME-95, Rimini (Italy), 10-16 Sept. 1995. Conference proceedings vol. 50, Bologna 1996, 796-771.*

- GOLDENBERG 1998  
GOLDENBERG G., L'exploitation du cuivre dans les Alpes autrichiennes à l'Age du Bronze. In: MORDANT C., PERNOT M & RYCHNER V. (Hrsg.), L'Atelier du bronzier en Europe du XXe au VIIe siècle avant notre ère. Actes du colloque international Bronze '96, Neuchâtel/Dijon. Tome II : Du minerai au métal, du métal à l'objet, 1998, 9-23.
- HAUSTEIN et al. 2003  
HAUSTEIN M., ROEWER G., KRBETSCHKEK M. R. & PER-NICKA E., Dating archaeometallurgical slags using thermoluminescence. *Archaeometry* 45, 3, 2003, 519-530.
- HAUSTEIN 2004  
HAUSTEIN M., Die Thermolumineszenzdatierung einer alten Metallhüttenschlacke aus dem Paltental. *res montanarum* 33, 2004, 31-33.
- JÄGER & WERNER 1995  
JÄGER E. J. & WERNER K. (Hrsg.), *Exkursionsflora von Deutschland*. Bd. 3, 9. Aufl., Jena 1995
- KLEMM 2003  
KLEMM S., Montanarchäologie in den Eisenerzer Alpen, Steiermark. Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen zum prähistorischen Kupferbergbau in der Eisenerzer Ramsau. *Mitteilungen der Prähistorischen Kommission* 50, Wien 2003, 1-206.
- KLEMM 2004  
KLEMM S., Der prähistorische Kupferschmelzplatz S1 in der Eisenerzer Ramsau (Steiermark) – ein Vorbericht. In: WEISGERBER G. & GOLDENBERG G. (Hrsg.), *Alpenkupfer – Rame delle Alpi*. Der Anschnitt, Beiheft 17, Bochum 2004, 189-198.
- KUNSTMANN 2004  
KUNSTMANN L., Ergebnisse der archäometallurgischen Untersuchungen zum Röstprozess in der spätbronzezeitlichen Kupfermetallurgie in den Ostalpen. *res montanarum* 33, 2004, 33-36.
- OFNER 2002  
OFNER L. M., Charakteristik der Kupfermineralisationen im Raum Eisenerz – Radmer – Johnsbach (Grauwackenzone/Steiermark). Diplomarbeit Montanuniversität Leoben, 2002, 1-196.
- PRESSLINGER 1986  
PRESSLINGER H., Arbeitskreis Paltental. In: Montanhistorischer Verein für Österreich Leoben (Hrsg.), *Montanhistorischer Verein für Österreich Leoben. Festschrift anlässlich seines 10jährigen Bestehens*, Oktober 1986.
- PRESSLINGER 2002  
PRESSLINGER H., Der Bau metallurgischer Anlagen in der Spätbronzezeit. *res montanarum* 28, 2002, 5-10.
- PRESSLINGER & EIBNER 1989  
PRESSLINGER H. & EIBNER C., Bautechnische Ausführung bronzezeitlicher Kupferhütten. *Montanarchäologische Grabungen an drei Verhüttungsplätzen. Da schau her* 10/1, 1989, 7-9.
- PRESSLINGER H. & EIBNER 2004  
PRESSLINGER H. & EIBNER C., Montanarchäologie im Paltental (Steiermark) – Bergbau, Verhüttung, Verarbeitung und Siedlungstätigkeit in der Bronzezeit. In: WEISGERBER G. & GOLDENBERG G. (Hrsg.), *Alpenkupfer – Rame delle Alpi*. Der Anschnitt, Beiheft 17, Bochum 2004, 63-74.
- PRESSLINGER & PROCHASKA 2002  
PRESSLINGER H. & PROCHASKA W., Chemische Analysen von bronzezeitlichen Laufsclacken. *res montanarum* 28, 2002, 10-14.
- PRESSLINGER, PROCHASKA & WALACH 2004  
PRESSLINGER H., PROCHASKA W. & WALACH G., Beurteilung der chemischen Analyseergebnisse von bronzezeitlichen Laufsclacken und metallischen Rohprodukten – eine Einteilung nach Talschaften. *res montanarum* 33, 2004, 37-39.
- PREUSCHEN 1968  
PREUSCHEN E., Kupfererzlagerrstätten in der Steiermark. In: *Der Bergmann. Der Hüttenmann. Gestalter der Steiermark*. Katalog der 4. Landesausstellung 1968, Graz 1968, 185-188.
- PROCHASKA, MAURER & PRESSLINGER 2002  
PROCHASKA W., MAURER E.-M. & PRESSLINGER H., Die Schwermetallbelastung in der Umgebung eines urzeitlichen Kupferschmelzplatzes im Paltental. *res montanarum* 28, 2002, 14-17.
- PROCHASKA & RANTITSCH 2004  
PROCHASKA W. & RANTITSCH G., Die Verteilungsmuster von Schwermetallen im Bereich eines urzeitlichen Kupferschmelzplatzes im Paltental. *res montanarum* 33, 2004, 23-26.
- SCHNEPP et al. 2005  
SCHNEPP E., SCHOLGER R., MAURITSCH H. J., LANOS P., CECH B. & KLEMM S., Archaeomagnetic Dating in Austria. In: CERNAJSEK T., HAUSER C. & VETTERS W.: 8. "Erbe"-Symposium, *Berichte der Geologischen Bundesanstalt* 65, 155-156, Wien/Schwaz, 2005.
- SPERL 1988  
SPERL G., Metallurgie des urgeschichtlichen Kupferwesens im Alpenraum. *Berg- und Hüttenmännische Monatshefte* 133/11, 1988, 495-498.
- SPERL 2004  
SPERL G., Geschichte und Stand der Montanarchäologie in Österreich. *res montanarum* 34, 2004, 85-92.
- SPERL & PRESSLINGER 1980  
SPERL G. & PRESSLINGER H., Frühes Berg- und Hüttenwesen rund um das Gesäuse. *Österreichischer Kalender für Berg, Hütte und Energie*, Wien 1980, 151-157.
- STÖLLNER 2003  
STÖLLNER Th., Bemerkungen zur bronzezeitlichen Gewinnung von sog. Fahl- und Kupferkieserzen in Salzburg und Nordtirol. In: BACHMANN 2003, 30-34.
- WALACH 2004a  
WALACH G., Die bronzezeitliche Kupfergewinnung im Paltental- und im Liesingtal, Prospektionsbefunde und vergleichende Bewertung. *res montanarum* 33, 2004, 15-22.
- WALACH 2004b  
WALACH G., Prähistorischer Kupferbergbau in den Eisenerzer Alpen (Steiermark). *res montanarum* 34, 2004, 60-64.
- WALACH & WALACH 2004  
WALACH G. & WALACH G. K., Frühes Berg- und Hüttenwesen zwischen Paltental-, Liesing-, Johnsbachtal und Admont – Verzeichnis der Bodendenkmale. *res montanarum* 33, 11-14.
- WEBER 1997  
WEBER L. (Hrsg.), *Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs*. *Archiv für Lagerstättenforschung* 19, Wien 1997.
- WEINEK 2001  
WEINEK H., Kupfervererzung, urgeschichtlicher Kupfererzbergbau und Prospektion von montanhistorischen Bodendenkmälern in der Grauwackenzone der Eisenerzer Alpen, Raum Eisenerz – Radmer – Johnsbach, Steiermark. *Dissertation Montanuniversität Leoben*, 2001, 1-172.

# Metallography of Celtic Iron Tools: Five Objects from a Hoard in Southern Bohemia

Radomír Pleiner, Prague/Prag

The technology of ironworking in the European Celtic regions in the La Tène period deserves a special attention, since during the four centuries BC the Celtic blacksmith's craft saw an unusual rise of sophisticated techniques which influenced, in the first line, the manufacture of cutting tools. Therefore, all contributions pointing to this process should be considered as important.

In 1997 a late La Tène period hoard of 48 complete and 137 fragmentary iron objects was discovered in southern Bohemia, near the well known settlement site of Bezdědovice. There were selected five iron tools from this complex: 2 shears, 1 socketed axe-head, and 2 knives belonging to the category of the so-called *Ringgriffmesser*, with a circular ending of the handle. The goal was to evaluate the material and quality and to decipher the technology of manufacture.

The investigation method was the classical metallography present here the details. The purity of the metal as to the slag inclusions was estimated according to the Swedish Jernkontoret scale (1 to 5). The macroscopy involved the etching according to Oberhoffer and Heyn (distribution of the phosphorus and carbon contents), and with 5 % nital (distribution of the carbon content). The microscopic observation was carried out after the 2 % solution of nital. The grain size was estimated according to the ASTM norm (Czech norm 420563). The microhardness of the structures was measured by a Hanemann device, using the Vickers system under charge of 30g. Individual specimens are labelled by numbers 727 – 731 of the book of analyses at the Archaeological Institute, Prague (this numbering concerns other specimens, investigated in 1982 and 1996, being quoted in the conclusion); the Bezdědovice objects bear the relevant inventory Nos as well.

The shears (specimen 727, No B610), as to a transversal section of one of the blades, revealed a sandwich construction scheme with a central ferritic-pearlitic and pearlitic steel band with varying carbon content (ca. 0,2 – 0,7 % C, 220-270 mHV30g). Both side shells are ferritic with occasional traces of intercrystalline pearlite. Due to the abrasion, the steel band appeared excentrically in the cutting-line.

The other shears (specimen 728, B 611/770) are completely corroded so that a corrosion shell enveloped a hollow internal space. An isolated island of metal in the cutting-edge part is pearlitic-and-ferritic (Widmannstätten texture (241-268 mHV30g), and another one in the

back is ferritic. This indicates that the cutting-edge was steeled but the technological scheme remains unknown.

The socketed axe-head (specimen 729, No B604) was a wood-working tool of considerable quality. In the cutting-edge alternate two steel and two wrought iron bands, welded together. The welds are marked with slag inclusion chains. One of the steel plates runs up to the cutting-line (pearlite and pearlite with ferritic cells, 300-350 mHV30g). The second, internal steel plate shows a similar structure but, due to the corrosion, there is no certain whether it reached up to cutting-line as well. The iron bands, one internal and one external, are ferritic (190-240 mHV30g). It is difficult to reconstruct the virtual construction scheme, because the possibilities of taking a sample were limited: either the whole blade corpus was conceived as a pile of steel and iron plates or the axe was a kind of a sandwich (with steel in the centre) and another steel plate was additionally welded-on in the cutting-edge. At any rate, the cutting-edge was quenched in water: the tips of the steel plates reveal martensite (800-890 mHV30g) which is gradually tempered to what used to be called martensite-and-troostite (above 700 mHV30) and sorbite in the direction to the socket. The result was a tool with excellent properties, showing a hard cutting-edge and enough toughness of the body. It should be mentioned that the late La Tène socketed axes of different schemes represent sophisticatedly constructed and perfectly performed artefacts.

The last two specimens are knives. Both belong to a group called in German *Ringgriffmesser* i. e. knives the tip of their handle has been bent to a ring-shaped ending. The first one (specimen 730, No B606) reveals, according to a composed transversal section, three welded-together metal bands, clearly distinguished by slag inclusion chains: one of the outer strips is mild steel (ferritic- and pearlitic, 230-300 mHV30g, in the back of a sorbitic character (up to 430 mHV30g). The pearlitic structure penetrated to the adjacent ferritic band; the opposite outer strip is ferritic (180-220 mHV30g). The blade is a composite iron-and-steel artefact. Possibly it was hardened by subsequent tempering but the cutting-edge part might have been secondarily annealed so that the hardening effect was wiped out. The effect of a plasma conservation may be taken into account.

It is not out of interest that the second *Ringgriffmesser* (specimen 731) was conceived identically, having been welded-together from three bands; one of the outer bands was steel (pearlit-and-ferrite, heterogeneously

distributed, 0,2-0,8 % C, with phosphorus-enriched strips, 240-338 mHV30g). This steel band does not protrude to the cutting-edge proper (probably, the steel part was removed by abrasion or it was secondarily decarburized by final heating). Both knives were of a medium quality and it is not out of question that they were made by hands of the same master smith. The absence of hardening or a heavy tempering may be the result of plasma conservation treatment when the thin blade is taken into account.

In sum, the five investigated tools from the Bezdědovice late La Tène hoard shows that the blacksmiths used combinations of metal enriched in carbon (in historical terminology hard or medium steel) and carbon-poor wrought iron which were realized by fire welding. No one piece was manufactured from a single piece of metal. The five examples cannot be considered in terms of statistical reflection but they can be compared with other investigated representants of relevant categories: shears, socketed axes, and *Ringgriffmesser*.

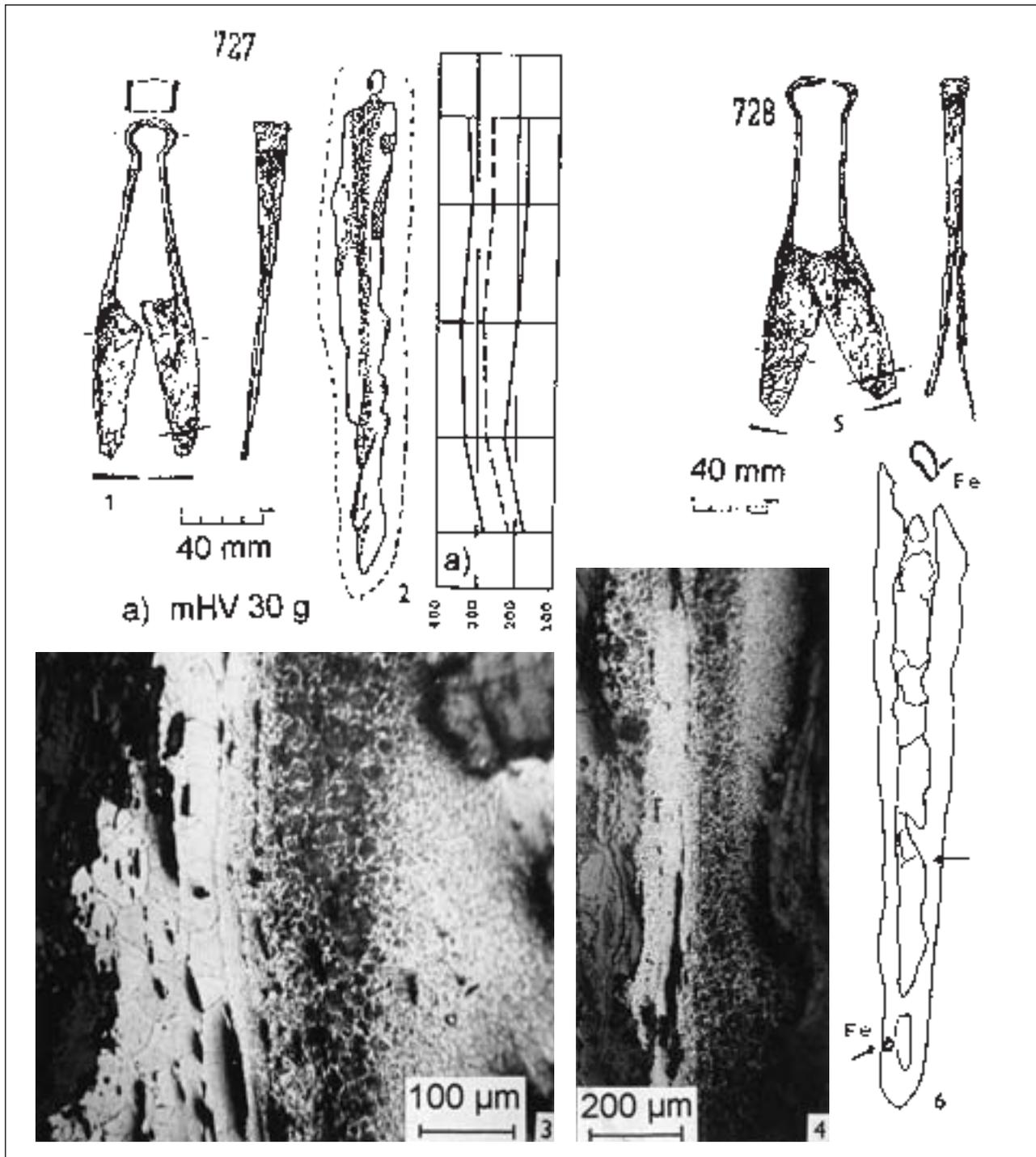


Fig. 1. Hoard of Bezdědovice. Shears, specimen 727 (1 – 4) and 728 (5 – 6). 1, 5 Sample positions; 2 Specimen 727, scheme of transversal section of one blade (grey: carbon steel) and microhardness (mHV30g); 3 – 4 microphotographs dark pearlitic strip (etching 2 % Nital); 6 transversal section of a completely corroded blade, with position of isolated metal spots (Fe).

Up to now more than 130 La Tène period iron artefacts were analysed by metallography (and published in an evaluable form) from the Celtic territories of Central Europe. About one half comes from Bohemia, Moravia, and Slovakia. Only five shears were examined and all of them were made by using different construction schemes as the three examples 477, 478, and 479 from the oppidum of Závist, Bohemia show: Specimen 479 is a pile of laterally carburized bands, 487 is an all-steel blade; No 477 consists of wrought iron back and steel cutting-edge but the construction is not legible due to the corroded part between. The same situation appears in the case of the Bezdědovice specimen 728. Thus, Bezdědovice

727 represents a perfect shear blade constructed as a three-layer sandwich with steel in the centre.

Socketed axes belong, to a great deal, to tops of the contemporary blacksmith's work. However, among eleven investigated specimens different techniques appear as well. A sandwich with steel central inlay was observed in Manching, an oppidum in Bavaria (716), and in Liptovská Mara, an oppidum in northern Slovakia (497). Two central plates of axe 407 from the oppidum of Hostýn (Moravia) were carburized only in the cutting-edge region, backed by wrought iron shells. On the other hand the axe-head 715 from Manching has a welded-on

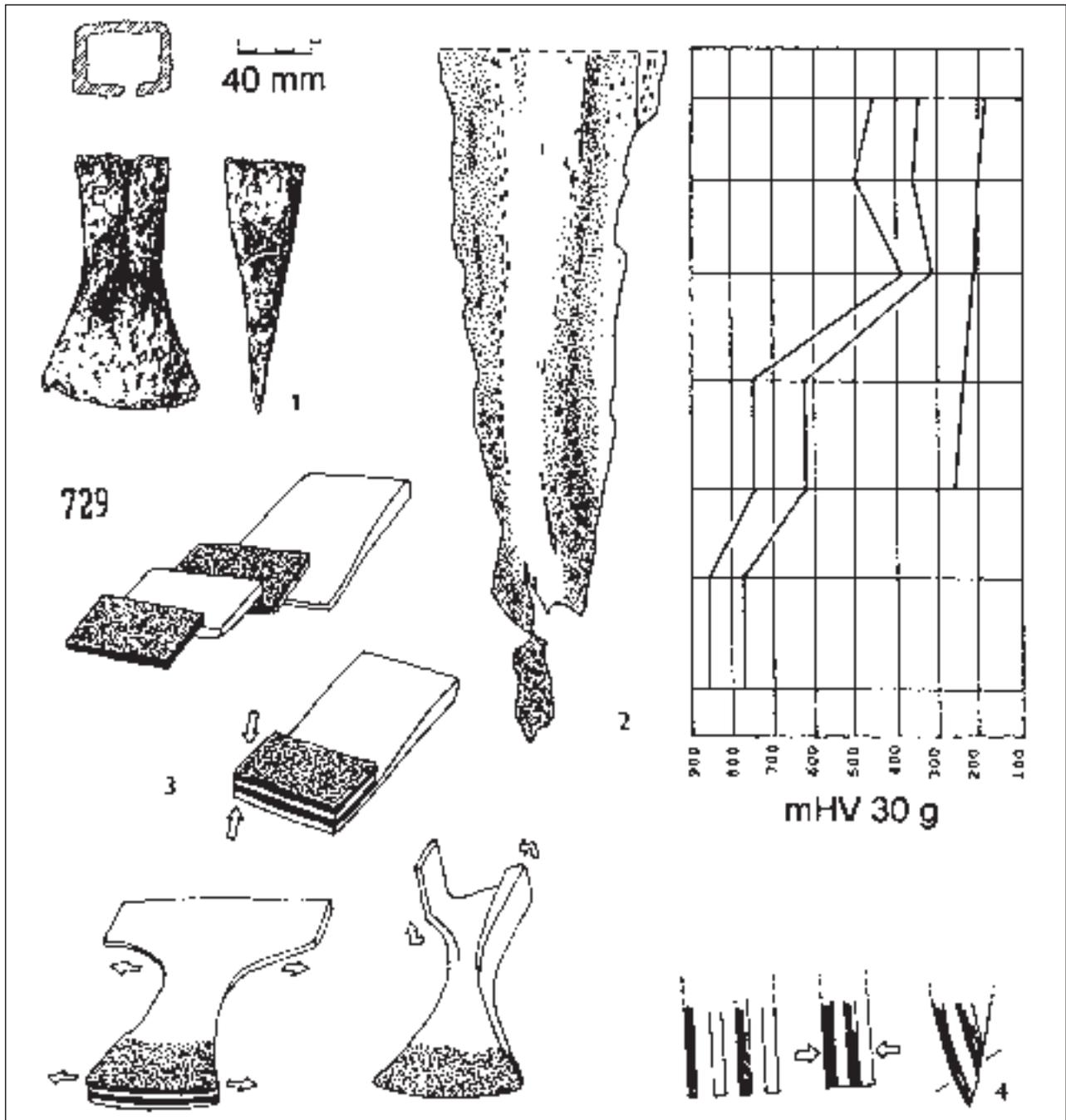
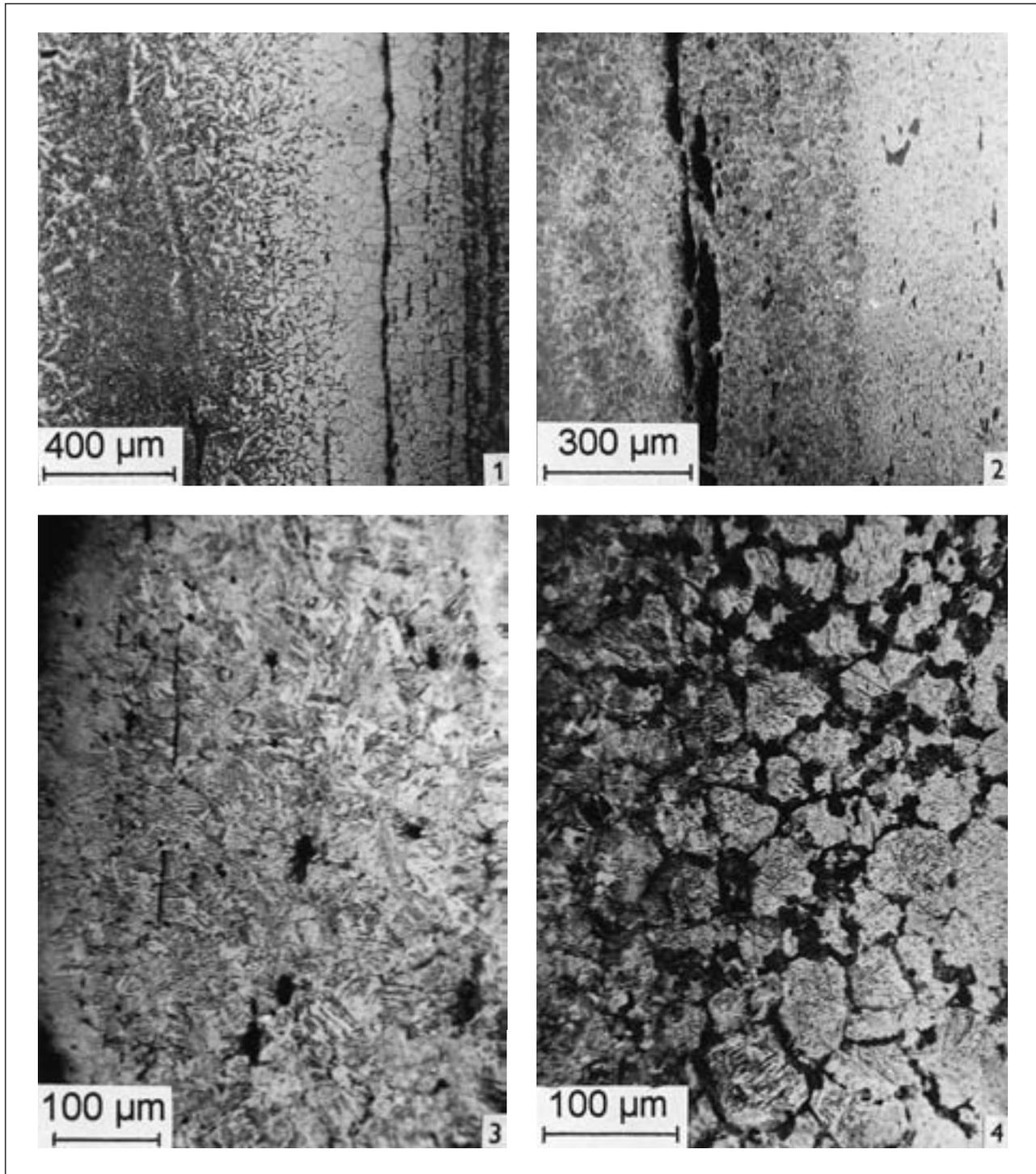


Fig. 2. Hoard of Bezdědovice. Socketed axe-head specimen 729. 1 sample position; 2 scheme of the polished block (iron: white; carbon steel: grey) and microhardness (mHV30g); 3 - 4 reconstruction of the manufacture technology.

hard steel cutting-edge on one side. This scheme was a standard for high medieval cutlery and tool making. Other axes (Hostýn 505 and 506, 44 from the oppidum of Stradonice in Bohemia, Widderstett in Thuringia) were of minor quality. They were piled from iron plates, sometimes laterally carburized, sometimes with slight carbon content. There is a question how to classify, in the light of presented counterparts, axe 729 from Bezdědovice which shows a bundle of four alternating steel and iron

plates: a sandwich improved by welding-on an additional steel cutting-edge? A certain analogy may offer the socketed axe-head from Widderstett (2435), an open site near the oppidum of Steinsburg in Thuringia.

Among La Tène period knives, the category of the *Ringgriffmesser* represents, in terms of the manufacture technology and quality, an interesting group of ware for everyday use. Sixteen blades from European



**Fig. 3. Hoard of Bezdědovice. Socketed axe-head specimen 729, microphotographs: 1 – 2 Central part above the cutting-edge (grey martensite, light ferrite, black inclusions accompanying the welds); 3 cutting-edge: martensite, 4 martensite and dark troostite. Etching: 2 % Nital.**

sites were examined. Nine of them may be classified as composite artefacts, using, in their blades, steel of very different quality, mostly poor in carbon. Those from the Bezdědovice hoard (730 and 731) are three-layer blades with a steel band on one side. Their construction resembles knife 660 from Berching-Pollanten, an open site near the Manching oppidum in Bavaria. The latter site, Manching, yielded four examined *Ringgriffmesser*: 718 was a three-layer piece with two hard steel

bands and one iron band on one of the sides, 713 revealed two low carbon steel strips on both sides, not reaching cutting-edge, and 714 of the same scheme (side steel bands up to 4 % C, but the middle and cutting-edge heavily corroded). Specimens 718 and 719 from the same site are three- or four-layer bundles of iron, the side shells of the latter being enriched in phosphorus. In addition, R. Schwab examined two further knives of this type from Manching, one being a

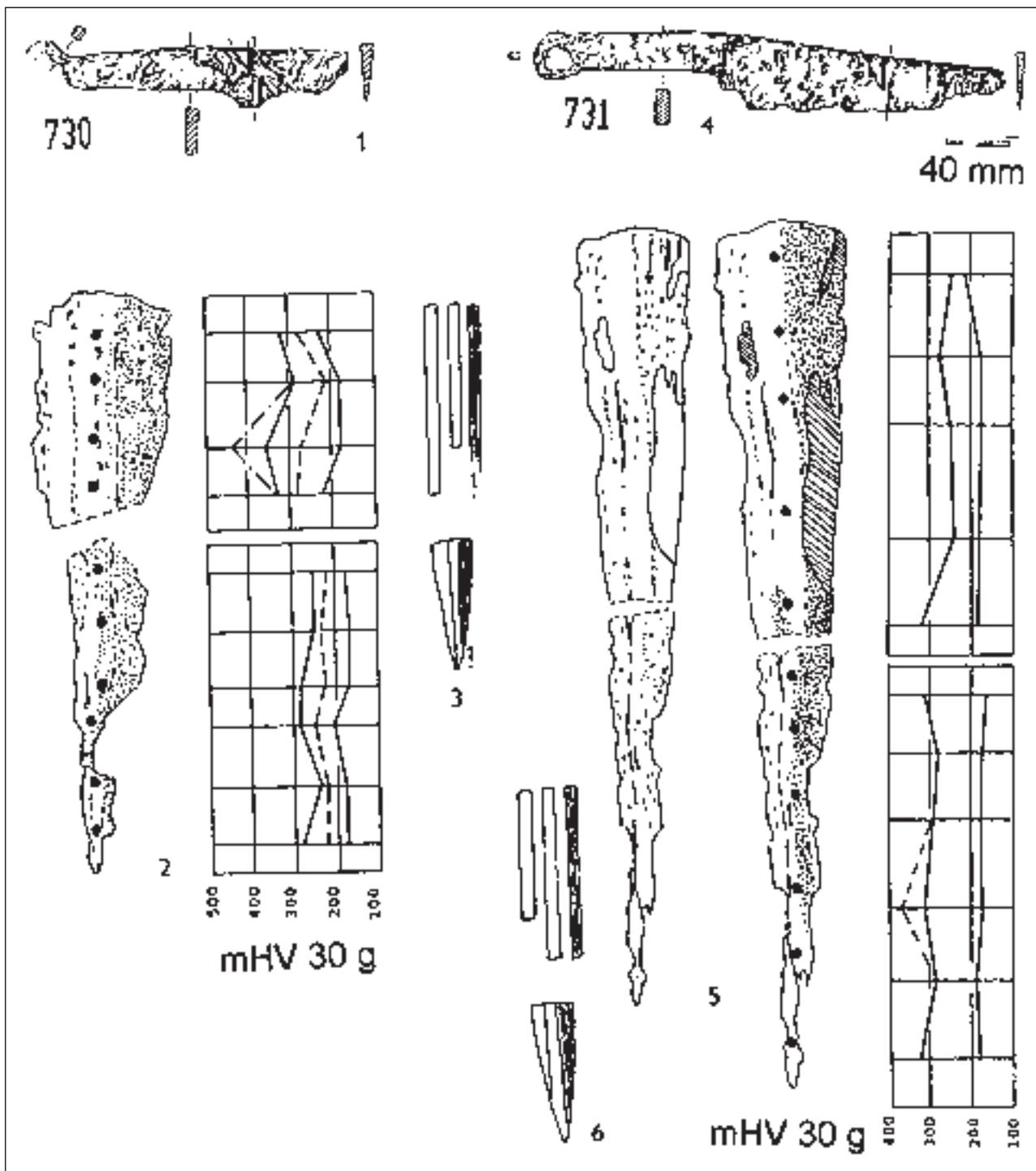


Fig. 4. Hoard of Bezdědovice. Ringgriff knives specimen 730 (1 – 3) and 731 (4 – 6). 1, 4 Sample positions; 2 – 5 Schemes of transversal blade sections (white: iron; grey: mild and medium steel) and microhardness (mHV30g); 3, 6 Reconstructions of manufacture technology.

wrought iron blade (specimen 7) and the other a pile with central phosphoric iron lamella (specimen 12). Knife 503 from Hostýn is a folded bundle with a steel cutting-edge and a steel wire, welded to the back; this specimen was quenched. There are two examined examples from the Závist oppidum: 474 is a pile, the central plates of which are carburized in the cutting-edge, and specimen 487 is a small *Ringgriff* razor welded from two steel bands with a decarburized cutting-line. The last three knives were forged from a single piece of metal, 502 from Hostýn and 496 from Liptovská Mara reveal heterogeneously distributed carbon content, 454 from Staré Hradisko is a ferritic wrought iron knife.

In the light of data being at disposal until now, the *Ringgriffmesser* represent a cutlery ware of medium or even minor quality.

Thus, the late La Tène period tools of discussed kinds show that a type of identical or very similar shape includes another, internal typology: that of technological construction. Such a variability of construction schemes may be observed in the case of other tools as well: chisels, planes, razors, scythes, weapons etc. In the future, when large numbers of investigated specimens will be compared, the different schemes could be plotted on a map. Might be, certain regional working trends or 'blacksmith's schools' could be traced. No doubt that

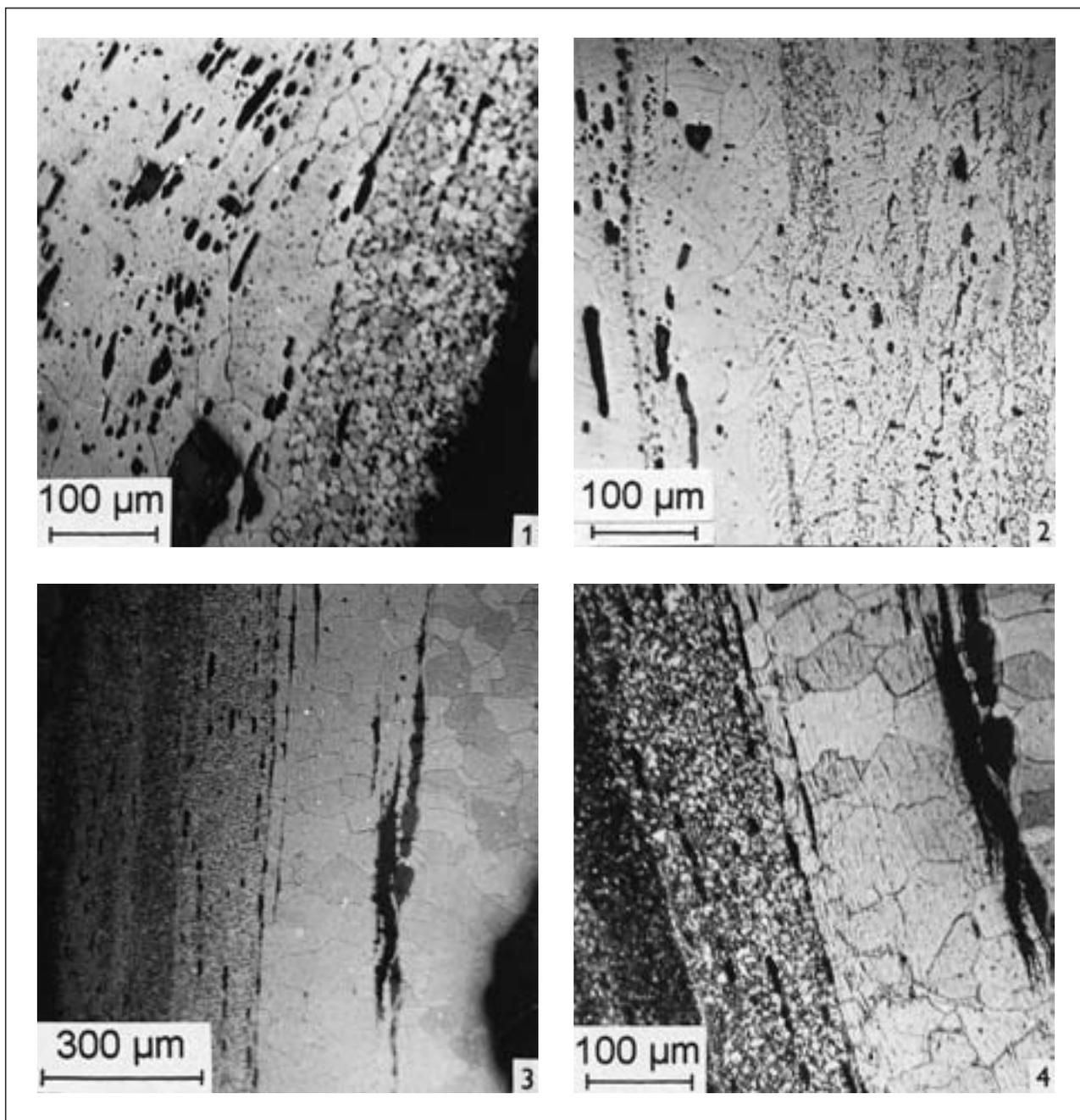


Fig. 5. Hoard of Bezdědovice. Microphotographs of *Ringgriff* knives specimens 730 (1 – 2) and 731 (3 – 4). Light: ferrite, grey: ferrite-and-pearlite and pearlite, black: slag inclusions accompanying the welds. Etching: 2 % Nital.

the Celtic ironworking craft was passing through an experimental stage and did not yet achieved a level of standardization of techniques. It should be added that the masters smiths on the periphery of the Celtic world, in Thuringia, Silesia, Brittany applied the trends to use high grade materials and sophisticated techniques in much more modest way.

The spread of advanced technologies during the last centuries BC remains a problem, because practically no metallographically investigated iron artefacts are known from Republican Rome, Etruria, or post-classical Greece up to the present days. Research programmes would be needed.

#### Selected bibliography

- EHRENREICH, R. M. 1986: Blacksmithing Technology in Iron Age Wessex. *Oxford Journal of Archaeology* 5/2, 165-184.
- FELL, V. and SALTER, CHR. 1998: Metallographic examination of seven Iron Age ferrous axeheads from England. *Historical Metallurgy* 32/1, 1-6.
- HENNIG, E. 1986: Metallkundliche Untersuchungen zur Schmiedetechnik „eiserner“ Werkzeuge aus der latènezeitlichen Siedlung Widderstatt. *Alt-Thüringen* 21, 164-208.
- MIHOK, L., PRIBULOVÁ, A. and PIETA, K. 2000: Metallographic analysis of the Latène iron objects from Liptovská Mara site. In: *Metallgewinnung und -verarbeitung in der Antike (Schwerpunkt Eisen)*. H. Friesinger, K. Pieta, J. Rajtár (eds). Nitra, 119-134.
- PLEINER, R. 1962: *Staré Evropské kovárství. Alteuropäisches Schmiedehandwerk*. Praha
- PLEINER, R. 1982: Untersuchungen zur Schmiedetechnik auf den keltischen Oppida. *Památky archeol. (Praha)* 73, 86-173.
- PLEINER, R. 2000: The techniques of blacksmiths in Noricum and central Europe. In: *Il ferro nelle Alpi. Iron in the Alps*. (C. Cucini Tizzoni and M. Tizzoni eds). Bienno, 102-105.
- PLEINER, R. and NOVOTNÁ, B. 1999: Metallografický výzkum pěti železných nástrojů z bezdědovického depotu. In: J. Michálek: *Keltský poklad z Bezdědovic na Blatensku*. Blatná, Strakonice, 91-116.
- PLEINER, R. and SIEVERS, S. (unpublished): *Spätkeltische Waffen und Geräte im Lichte metallurgischer und archäologischer Untersuchungen: Manching – Alesia – Staré Hradisko*. Untersuchungsbericht, Römisch-Germanische Kommission, Frankfurt/M.
- SCHAABER, O. 1963: Beiträge zur Frage des norischen Eisens - Metallkundliche Grundlage und Untersuchungen an Funden vom Magdalensberg. *Carinthia I* 113, 129-279.
- SCHÄFER, M. 2000: Zur Eisenbearbeitung in der junglatènezeitlichen Siedlung Berching-Pollanten, Lkr. Neumarkt/Oberpfalz. In: *Metallgewinnung und -verarbeitung in der Antike (Schwerpunkt Eisen)*. H. Friesinger, K. Pieta, J. Rajtár (eds). Nitra, 177-194.
- SCHWAB, R. 1999: Vergleichende Untersuchung zur Schmiedetechnik von Messern aus dem Oppidum von Manching. Diplomarbeit Fachschule für Technik und Wirtschaft. Unpublished.
- SCOTT, B.G. 1990: *Early Irish Ironworking*. Belfast.
- SPEHR, R. 1971: Die Rolle der Eisenverarbeitung in der Wirtschaftsstruktur des Steinburg-Oppidums. *Archeol. Rozhledy (Praha)* 23, 486-503.
- STRAUBE, H. 1996: *Ferrum Noricum und die Stadt auf dem Magdalensberg*. Mit Beiträgen von H. DOLENZ und G. PICCOTTINI. *Springer, Wien und New York*.
- TYLECOTE, R.F. and GILMOUR, B.J.J. 1986: *The Metallography of Early Ferrous Edge Tools and Edged Weapons*. BAR British Series, Oxford.
- ZWICKER, U., HAASE, W. SPITZHIRN, J. 1983: Metallkundliche Untersuchungen zur vor- und frühgeschichtlichen Eisenherstellung im süddeutschen Raum in der Vor- und Frühgeschichte 12. *Werkstattkolloquium*. Erlangen, Nürnberg, 204-205.



# Spitzelofen, ein Marmorsteinbruch aus römischer Zeit in Kärnten

Robert Konopasek, Leoben

## Synopsis

Szene – Vergangenheit: Das weströmische Imperium zerfällt. Große Teile der römischen Bevölkerung wandern aus den Randprovinzen ab, Handel und Gewerbe gehen signifikant zurück, Erzeugnisse der Künstler werden nicht mehr gebraucht. Der binnennorische Marmorsteinbruch Spitzelofen wird aufgegeben.

Szene – Gegenwart: In Spitzelofen wurde nach der römischen Zeit nicht mehr gearbeitet. Dieser Steinbruch bietet deshalb eine hervorragende Möglichkeit für das Studium antiker Arbeitsmethoden im binnennorischen Raum. Der Autor versucht, zur Lösung offener Fragen beizutragen.

De lapidinis marmorum in provincia Romana Norici Mediterranei apud Spitzelofen situs.

Actus primus: De lapidinis antiquis.

Cum imperium Romanum dissolveretur, magna pars Romanorum et de aliis provinciis et de regione Norica in Italiam recesserunt. Itaque brevi tempore mercaturae atque commercium defecerunt. Etiam ars exsculpandi marmora multo minus exercebatur, quod artificia ex marmore exsculpta mercatoribus non iam usui erant. Quibus de causis opera marmorariorum regionis Noricae Mediterraneae finita sunt.

Actus secundus: De lapidinis nostrae aetatis.

Inde a temporibus Romanorum antiquorum usque ad nostram aetatem lapidinae in regione "Spitzelofen" sitae desertae erant. Quibus ergo lapidinis explorandis optime intellegi potest, quomodo et quibus rationibus marmorarii provinciae Norici Mediterranei laboraverint. Sed auctori harum litterarum propositum erat aliquam partem conferre ad solvendas quaestiones eiusdem materiae adhuc nondum solutas (1).

♦♦♦♦♦

Selten werden Misserfolge, Schwierigkeiten, Zweifel, Irrtümer und unzureichende Informationen der wissenschaftlichen Arbeit eingehend dargestellt. Hierdurch wird oft der Eindruck erweckt, dass die Gesamtheit des Erfassten und Dargestellten schlüssig übereinstimmt. Jedoch – dies ist zumeist nicht wahr. Wir müssen anerkennen, dass die Bemühungen um Erkenntnisse zwischen Triumphen und Niederlagen dahinschreiten und dass ihre größte Bedeutung nicht in der Behauptung von Gewissheit sondern in der methodischen Anwendung des Zweifels besteht. Dieses Doppelgesicht der Wissenschaft sollte unmissverständlich erwähnt werden, wenn man der Öffentlichkeit eine der Wirklichkeit nahekommende Idee vorzustellen wünscht (2).

Bei eingehender Betrachtung und Vermessung des in Spitzelofen Sichtbaren und auch des in der Fachliteratur

über diesen Steinbruch Geschriebenen, ist man zwangsläufig darauf angewiesen, denkbare ANNAHMEN in die Ausarbeitung einzuflechten. Weitere montanarchäologische Ausgrabungen würden zweifelsohne zu besserer Kenntnis der im Steinbruch angewandten Arbeitsmethoden beitragen. Der Autor versucht die vorhandenen Indizien zu einem Bild zu verdichten, das die Bewertung: „so könnte es gewesen sein“ erlaubt.

## Geografische Lage, Zufahrt

Der in römischer Zeit betriebene Marmorsteinbruch Spitzelofen liegt mit rund 14°57' östlicher Länge und 46°45' nördlicher Breite in einer Höhe von etwa 1.040 m über dem Meere (GPS-Ablesungen) im südlichen Lavanttal/Kärnten am Westabhang der Koralpe. In **Abb. 1** ist der Ort am oberen rechten Kartenrand zu finden.

Als Zufahrt mag die Strecke von St. Andrä über St. Jakob, Messensach, Maria Rojach bis Ragglbach mit einer Streckenlänge von 16 km gewählt werden. Ebenso kann man von St. Paul über Maria Rojach nach Ragglbach (12 km) gelangen. Beide Anfahrten sind problemlos befahrbar. Jedoch ist das Auffinden des weiteren Weges von Ragglbach zum Steinbruch Spitzelofen nicht unkompliziert. Die Angaben von ortsansässigen Bewohnern sind teilweise widersprüchlich. Vor einigen Jahren soll die Zufahrt entlang der Talsohle des Kaltwinkel-Grabens und dann weiter zum Steinbruch markiert gewesen sein. Diese Wegweiser waren im Jahre 2005 nicht mehr vorhanden. Da sich aber im Kaltwinkel-Graben und dann entlang einer nach rechts abzweigenden, in Serpentina ziemlich steil ansteigenden Forststraße einige bewohnte Bauobjekte befinden, sollte der nicht-ortskundige Besucher mit Geduld und mehrfachem Nachfragen schließlich eine von Einheimischen als günstigen Parkplatz empfohlene Straßenkurve mit breiter Bankette finden.

Von diesem Punkt wandert man sodann etwa 300 m im Wald abwärts bis zum Steinbruch. Entlang dieses Zick-Zack-Pfades befindet sich ein kleiner, sehr interessanter Marmorabstich, der ähnliche Bearbeitungsspuren aufweist, wie sie der Besucher im weiter unten liegenden Steinbruch auf großen Wänden vorfinden wird. Diese besondere, nischenförmig ausgehauene Stätte, vom Verfasser aus freien Stücken „das Kleine Heiligtum“ bezeichnet, wird im entsprechenden Abschnitt eingehender beschrieben. In dem im Anhang verzeichneten Schrifttum findet dieser auffällige Ort nur andeutungsweise Erwähnung (3).

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass angeblich auch von Ragglbach ausgehend, ein aufwärts führender Waldpfad zum Steinbruch vorhanden sein soll.

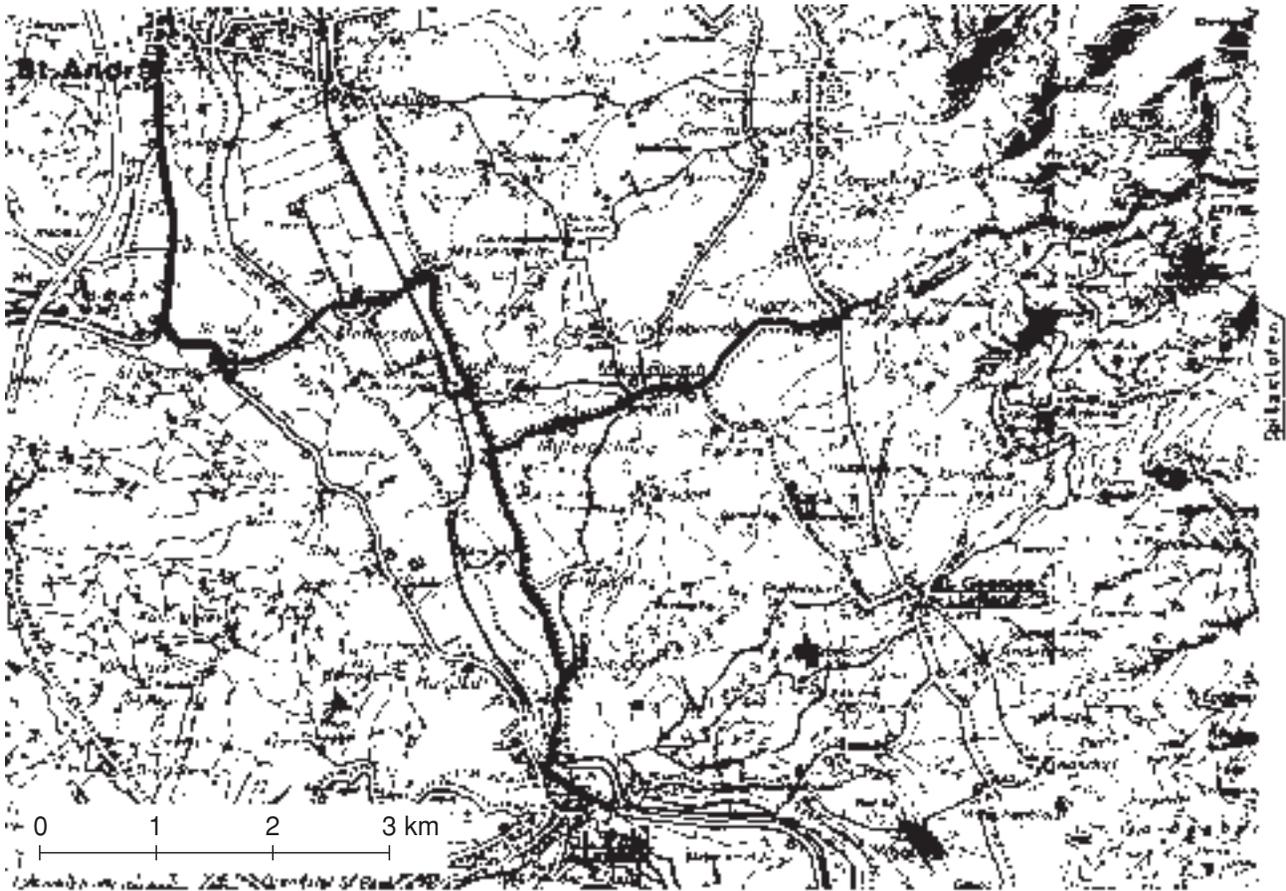


Abb. 1: Lage von Spitzelofen, freytag & berndt WK 237. Ausschnitt.

Wenngleich das Auffinden des Steinbruches eine gewisse Beharrlichkeit erfordert, ist der Anblick dieses vor etwa 1.800 Jahren in Betrieb gewesenen Ortes, mit der großen Anzahl teilweise schwer zu deutender Spuren ehemaliger Abbautätigkeit, reicher Lohn für die Mühen der Anfahrt.

### Geschichtlicher Hintergrund

Die genaue historische Abfolge der Arbeiten in der Marmorlagerstätte Spitzelofen ist bis dato unbekannt. Demzufolge muss aus den allgemein bekannten Daten eine Annäherung an die Geschichte des gegenständlichen Steinbruchs hergeleitet werden.

Vor Übernahme der Landesherrschaft durch die Römer waren keltische Taurischer die Herren von Noricum. Es darf angenommen werden, dass in Spitzelofen während jener Zeit noch kein Marmor abgebaut wurde, weil die in der Umgebung wohnenden Kelten – zumindest soweit bekannt – für dieses Material noch keine nennenswerte Verwendung hatten. Eine entscheidende Wende trat ein, als im Jahre 15 v. Chr. Noricum Teil des römischen Reiches wurde. Hierzu siehe **Tabelle 1** sowie (8), (9) und (10). Fortan bestand großer Bedarf an Steinmaterial für zivile und militärische Bauten (4). Das friedlich besetzte Gebiet blieb zunächst römisches Protektorat und wurde um 45 n. Chr. kaiserliche Provinz. Die Annahme liegt nahe, dass nunmehr in Spitzelofen ein Steinbruch betrieben wurde.

Das Ende der Arbeiten im Steinbruch dürfte im 4. – 5. Jhdt. n. Chr. als Folge der Wirren und des kulturellen Niederganges, der durch die in den Alpenraum hereinbrandende Völkerwanderung verursacht wurde, anzusetzen sein.

Für einen eher abrupten Abbruch der Arbeiten spricht, dass auf dem Teil der zur Zeit freigelegten Steinbruchsohle und auch am Waldhang neben- und unterhalb des Steinbruches bearbeitete Steinquader liegen gelassen worden sind (hierauf wird im Abschnitt „Ein Halbfertigprodukt“ noch näher eingegangen). Mit dem Zusammenbruch des weströmischen Reiches verschwindet auch für einige Zeit das Gewerbe der Steinbearbeitung aus dem Bereich des ehemaligen Noricums. Es hat den Anschein, dass seit dem Ende der Römerzeit bis in unsere Tage KEINE WEITERE ABBAUTÄTIGKEIT in Spitzelofen stattgefunden hat. Für den historisch interessierten Montanisten ist dieser Umstand von großer Bedeutung, weil man an diesem Orte, wie in einem Freilichtmuseum, eine vergleichsweise ungestörte Betriebsstätte aus römischer Zeit besichtigen kann.

Gegen Ende des 19. Jhdts. ordnete die Schütte'sche Gutsverwaltung (damals Eigentümerin des Geländes) die Planierung des aufgewühlten Geländes vor der Fels-Abbauwand an. Im Jahre 1920 begann der damalige Gutsbesitzer, Dr. Gudmund Schütte, die „verdeckten“ Teile der „Wand“ auszugraben. Diese Arbeiten wurden mit Unterbrechungen bis zum Herbst des Jahres 1922 fortgesetzt und etwa die Hälfte der Wand freigelegt (6).

**Tabelle 1: Spitzelofen (Binnennoricum. Geschichtlicher Hintergrund (8), (9), (10).**

<p>150 v. Chr. (?): Zusammenschluss mehrerer keltischer Stämme – „Königreich Noricum“ (Regnum Noricum). Bündnisvertrag mit Rom.</p> <p>15 v. Chr.: Rom besetzt friedlich das Regnum Noricum. Legionen entlang der Donau (Limes). Noricum – Römisches Protektorat. Zuwanderung von Römern. Kulturelle Romanisierung der einheimischen Bevölkerung.</p> <p>Etwa 45 n. Chr.: Noricum – römische Provinz.</p>	<p>68 – 235 n. Chr. Blüte des Imperiums</p> <p>31 v. Chr. – 68 n. Chr. Frühe Kaiserzeit</p>
<p>Mitte des 2. Jhdts.: Blüte norischer Bildhauerkunst im römischen Kärnten.</p> <p>259 – 260 n. Chr.: Germaneneinfälle in Noricum. Erste Einschnitte in die kulturelle Aufwärtsentwicklung.</p> <p>3. Jhd. n. Chr.: Wiederholt kriegerische Einbrüche von Fremdvölkern.</p> <p>370 n. Chr.: Erneuerung und Verbesserung der Befestigungsanlagen entlang der Donau. Späte kulturelle Nachblüte.</p> <p>375 n. Chr.: Einfall der Hunnen in Osteuropa – Auslöser für eine germanische Völkerwanderung.</p>	<p>235 – 305 n. Chr. Zeit der Wirren</p> <p>Spitzelofen – – – – ?</p>
<p>395 n. Chr.: Markomanneneinfall. Zerstörung von Carnuntum (Petronell) und Vindobona (Wien). Zerfallserscheinungen.</p> <p>406 n. Chr.: Abzug römischer Legionen von Rhein und Donau beginnt. Bauern verlassen ihre verwüsteten Ländereien; manche Landbewohner schließen sich durchziehenden Stämmen (Germanen) an.</p> <p>468 n. Chr.: Ostgoten besiedeln Teile Ostkärntens.</p> <p>August 476 n. Chr.: Odoaker in Rom zum „Heerkönig“ ausgerufen. Ende des Weströmischen Reiches. Binnennoricum – Grenzprovinz.</p> <p>488 n. Chr.: Weiterer Abzug der romanisierten Bevölkerung aus Noricum. Ende der Römerzeit in „Österreich“. Bewohner von Binnennoricum ziehen sich allmählich in befestigte Höhensiedlungen zurück.</p> <p>Ende des 4. Jhdts. – Anfang des 5. Jhdts. n. Chr.: Häufig Einfälle von Fremdvölkern. Zerstörung römischer Kulturgüter. Weitere Abwanderung der einheimischen Bevölkerung.</p> <p>Endphase des 5. Jhdts. n. Chr.: Räumung des „österreichischen“ Gebietes. Der Donaulimes ist nur noch theoretisch die Grenze des Reiches.</p> <p>568 n. Chr.: Einfall der Langobarden in Italien. Bevölkerung im Alpenraum ist völlig auf sich gestellt.</p>	<p>305 – 565 n. Chr. Untergang des Westreiches</p> <p>Spitzelofen – – – – ?</p>

Im Sommer 1930 wurden die Ausgrabungen fortgesetzt und Schuttmaterial bis zu einer Tiefe von etwa 7 m (?) entfernt. Ein Untersuchungsgraben bis in eine Tiefe von 3 m (?) fand noch keinen gewachsenen Felsboden an (5). Der als Bodendenkmal geschützte Steinbruch wurde 1995 ausgeholzt und die Basisfläche teilweise von Humus und Erdreich gesäubert (7).

Auf den kurzen Stollen in der Steinbruchwand wird im Abschnitt „Der Stollen“ näher eingegangen.

Mit der Arbeitskraft im römischen Steinbruch, d. h. den Sklaven und deren Stand im Verlauf der Geschichte, beschäftigt sich der Abschnitt „Arbeitskraft, Produkte, Infrastruktur“.

Diese Anmerkungen zum geschichtlichen Hintergrund des Steinbruches Spitzelofen sollen genügen, da sich die vorliegende Schrift schwerpunktmäßig mit der wahrscheinlichen Abbaumethode, der Arbeitsweise und den verwendeten Werkzeugen befasst.

### Geologie

Wie in der geologischen Karte der südwestlichen Koralpe von Beck-Managetta (11) in den **Abb. 2** und **Abb. 3** ersichtlich, befindet sich das Marmorlager von Spitzelofen in einem Umfeld von Metamorphiten. Ein Ausschnitt aus der geologischen Karte der Republik Österreich (**Abb. 4**) zeigt im Detail die Spitzelofen umlie-

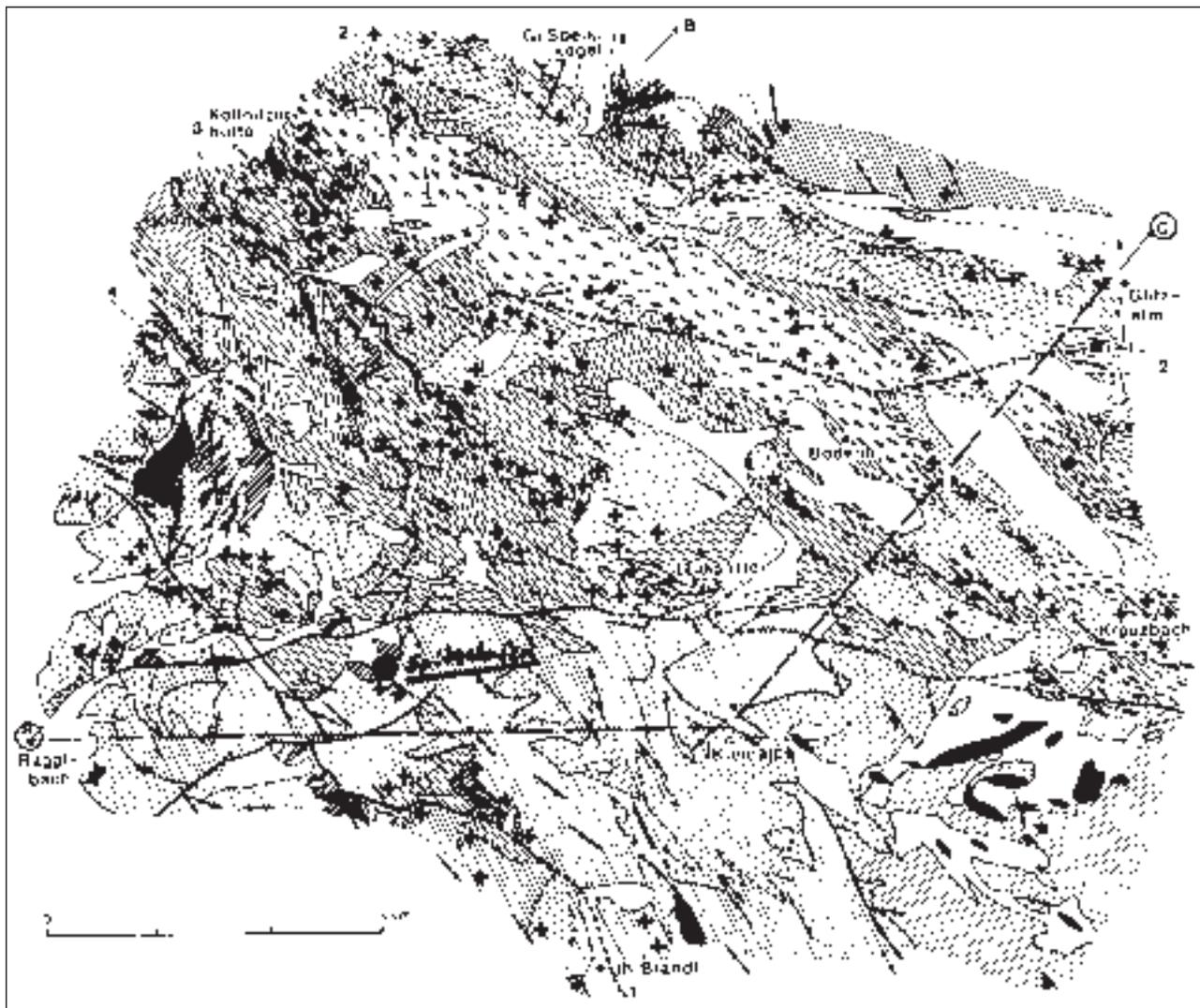


Abb. 2: Geologische Karte der südwestlichen Koralpe. Nach P. Beck-Mannagetta, 1966.

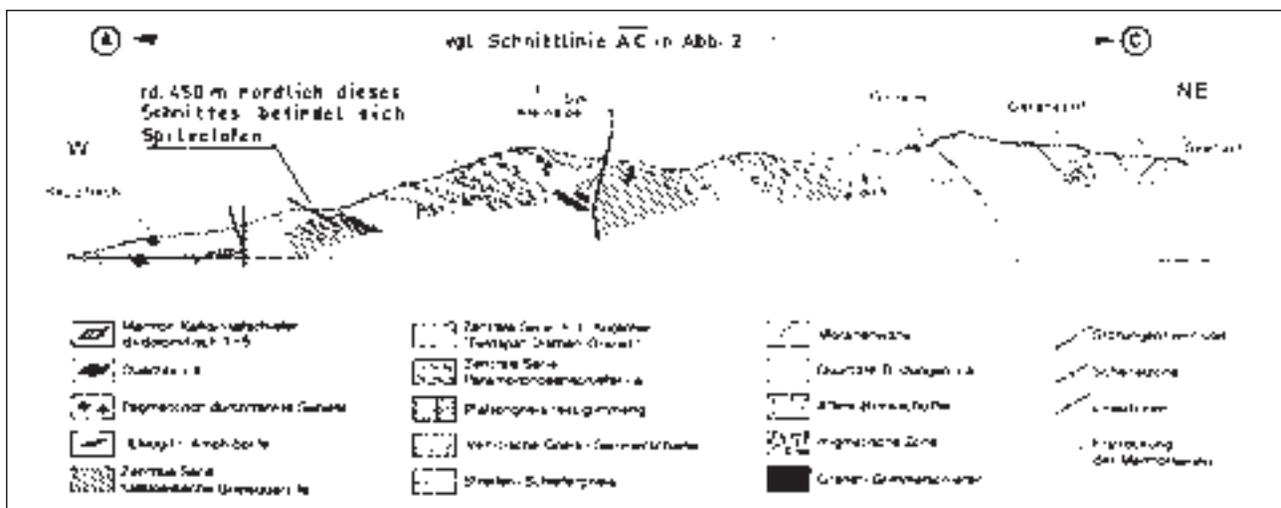


Abb. 3: Geologische Karte aus dem Gebiet der südwestlichen Koralpe. Nach P. Beck-Mannagetta, 1966

genden Gesteine. Der Gebirgszug der Koralpe ist, ebenso wie die Saualpe, komplex zusammengesetzt. Die wichtigsten Gesteine sind verschiedene Arten von Glimmerschiefern und Gneisen sowie Amphibolite, Eklogite und Pegmatite mit zahlreichen Einlagerungen

von Marmorzügen wie z. B. Spitzelofen (12). Der dort abgebaute Marmor ist grobkörnig (bis 5 mm), schimmert bläulich, ist weiß und grau gebändert, mit Spuren von Graphit, Pyrit und farblosem Glimmer verunreinigt (13), (14).

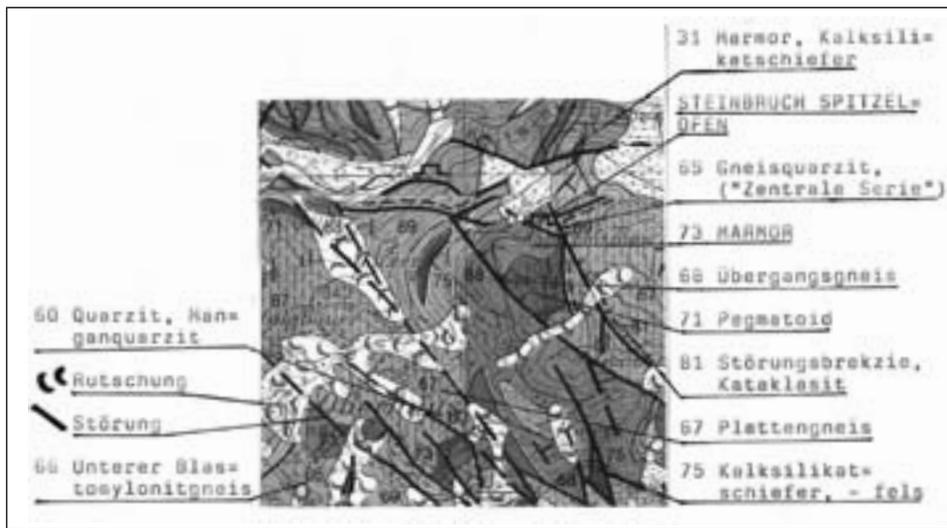


Abb. 4: Der Marmorsteinbruch Spitzelofen. Ausschnitt aus den geologischen Karten der Republik Österreich, Nos. 188 und 205.

Kalkige Gesteine werden im Prozess der Metamorphose (Umwandlung) durch große Drücke und hohe Temperaturen derart umgeprägt, dass sich die Kalksubstanz unter Hitzeeinwirkung zu größeren, mit freiem Auge wahrnehmbaren Kalkspatkristallen umbildet. Es entsteht ein kristallkörniges Gestein, der Marmor (15). Kärnten ist von allen österreichischen Bundesländern am reichsten an kristallinen Marmoren, die schon von den Römern in großem Maßstabe abgebaut wurden. Stark umgeprägte Marmore befinden sich vor allem in der Sau- und der Koralpe (16). Allgemein kann man den Metamorphit „Marmor“ wie folgt beschreiben: die Farbe ist selten rein weiß, meist geflammt, gefleckt, gemasert, durchädert oder gestreift, in allen Farbtönen möglich. Die Wichte beträgt etwa 2,65 – 2,85. Der Marmor ist ein monomineralisches Gestein aus Calcit. Als Nebengesteine können Chlorit, Epidot, Glimmer, Granate, Limonit, Pyrit, Quarz, Serpentin auftreten. Das Gefüge ist massig, mittel- bis grobkristallin, die meisten Mineralien sind mit freiem Auge zu erkennen. Dieses Gestein ist außerordentlich kompakt. Die Mohshärte ist jener des Calcits gleich, nämlich 3 (17).

Wie im Abschnitt „Der Steinbruch“ noch näher behandelt, durchziehen die Marmorlagerstätte einige West-Ost sowie einen NordNordWest-SüdSüdOst verlaufende Störungen, Risse und Klüfte. Diese waren - wie weiter unten ausführlich behandelt - für die Betreiber des Steinbruches offenbar von großer Bedeutung. Die nahezu vertikalen Störungsflächen stellten, wie weiter unten näher behandelt, für die römischen Betreiber die Grenz-wände des Abbaues dar.

Das Gestein „Marmor“ war für die Römer von überragender Bedeutung, wurde es doch im Bauwesen vorwiegend als dekoratives Material für die Herstellung von Statuen, Sarkophagen, Grabsteinen, Gedenktafeln, Gegenständen für den häuslichen und den sakralen Bedarf sowie – als Zusatz für Wein verwendet. (18).

Das Kapitel „Geologie“ abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass die besondere Blüte der Bildhauerkunst im

südlichen Noricum nicht zuletzt auf dem Vorkommen ausgezeichneter Marmorsteinbrüche basierte. Hier sind besonders Krastal, Gummern, Kraig, Treffen, Tentschach und SPITZEL-OFEN zu nennen (19).

### Der Name Spitzelofen

Zur Deutung dieses Ortsnamens sind in der Literatur mehrere Ansätze zu finden. So wird erwähnt, dass im Sau- und im Koralpgebiet weithin sichtbare Felsen, Felsblöcke oder Wände mit „Ofen“ bezeichnet werden (20), (21).

Schütte (22) bezeichnet die hohe, senkrechte Kalksteinwand am Nordabhang des Steinberges auf der Koralpe „des Spähers Felsen“. Der Name kommt seines Erachtens daher, dass die hellfarbige Felsenspitze aus dem umgebenden Wald scharf hervorleuchtet.

Eine umfassende Erörterung zu dem Namen „Spitzelofen“ hat Herr Professor v. Lochner (23) freundlicherweise dem Autor zugesandt. Hiernach bezeichnen „Ofen“, „Öfen“ nicht selten südseitig gelegene Felshänge, die in der Sonnenhitze erwärmt werden. „Spitz“ werden spitz zulaufende Fluren genannt. Es könnte im Wort „Spitzelofen“ auch der Name eines Besitzers zu sehen sein, nämlich der bayrische Personennamen „Spitzl“ für den Bewohner einer spitz zulaufenden Flur.

Für Freunde der Suche nach keltischer Vergangenheit sei noch erwähnt, dass Resch-Rauter (24) die Wörter Ofen-, Offen-, Afen-, Affen usw. dem Wort „offerende“ zuordnet. Dies hätte die Bedeutung von opfern, auch Tier- und Menschenopfer.

### Der Stollen

Was dem Besucher unter all den Besonderheiten dieses außergewöhnlichen Steinbruches sofort auffällt, ist der ihn aus sorgfältig bearbeiteter Wand wie ein Zyklopenauge anstarrende, scheinbar völlig unmotivierte kurze Stollen (Abb. 5). Dessen Sohle befindet sich etwa 2,5 m über dem aktuellen Steinbruchboden. Die Stollenbreite beträgt 2 m, seine Höhe 2 m und die Tiefe 3,5 m. Dass das Mundloch nahezu senkrecht unterhalb einer römischen Inschrift liegt, auf die im Abschnitt „Die Inschrift“ näher eingegangen wird, hängt mit dem Sagenkreis um diesen Steinbruch zusammen.

In Erzählungen leben die römischen Steinmetze bis heute als umherstreifende „walische“ Leute weiter. Der Spitzelofen soll ein verwünschtes Schloss sein; dort soll sich im Berginneren, unterhalb der römischen Inschrift, ein Silberschatz befinden; auch soll ein „Waldmandl“ Gesteinsbrocken in Goldkörner verwandeln usw. (25).



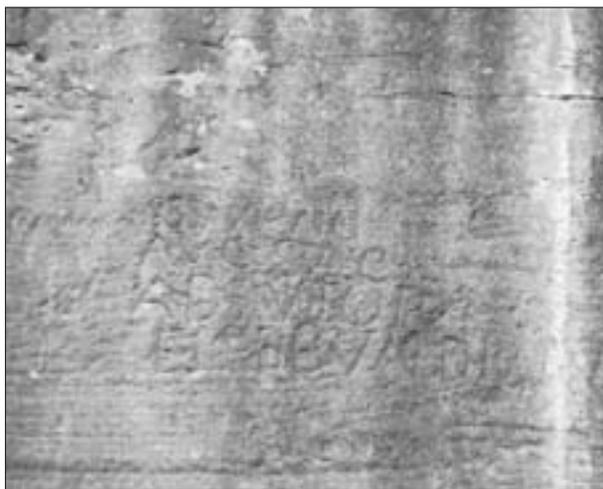
**Abb. 5: Steinbruch Spitzelofen; Stollen zur Suche nach dem römischen Schatz. Foto R. Konopasek, Oktober 2004.**

Solche Phantasievorstellungen erweckten den Eifer von Prospektoren. Im ausgehenden 19. Jhdt. hatte ein gewisser Anton Deutschmann die Zwangsvorstellung, dass am Spitzelofen ein Schatz zu heben sein müsse. Seinen Arbeiten, die nebst anderen Spuren auch den gegenständlichen Stollenansatz hinterließen, wurde schließlich durch Einsprüche der Schütte'schen Gutsverwaltung, behördliche Auflagen und das Einschreiten der Bergbehörde ein Ende gesetzt (26).

Für die weiter unten folgende Beschreibung der im Steinbruch durch die Römer angewandten Arbeitsmethoden ist eine weitere Kommentierung der Sagen um den Spitzelofen und die Auseinandersetzungen Deutschmanns mit den Behörden nicht erforderlich.

### Die Inschrift, Tafel Spuren

In einer Höhe von etwa 12 m über der aktuellen Steinbruchsohle befindet sich in der Hauptabbauwand (hier



**Abb. 6: Die Weiheinschrift. Wand 3. Foto R. Konopasek, Mai 2005.**

„Wand 3“ bezeichnet) etwa lotrecht über dem Stollenmundloch eine Weiheinschrift (**Abb. 6**). Nach der Schriftart wird angenommen, dass diese im 3. Jhdt. n. Chr. eingemeißelt wurde (27), (28).

Aufgrund der Schwärzung der Marmorwand durch aus dem weiter oben liegenden Waldboden herabsickernde Wässer und den Flechtenbewuchs sind die Schriftzüge ohne Feldstecher kaum lesbar. Als Schutz dieses besonderen Denkmals wurde schon vor geraumer Zeit vorgeschlagen, ein Dach oberhalb der Inschrift anzubringen (29). Diese Anregung blieb unbeachtet.

Die Inschrift lautet:

**S. SAXANO AUG** vollständig **S(ilvano) SAXANO AUG(usto)**  
**SAC** ausgeschrieben (30) **SAC(rum)**  
**ADIUTOR ET SECUNDUS** –

Die Deutung dieses Textes wird in der Literatur unterschiedlich erörtert (31), (32), (33). Zusammenfassend bezieht sich der Autor auf die Übersetzung von Univ.-Prof. v. Lochner (34):

„DEM SILVANUS SAXANUS, DEM EHRWÜRDIGEN, DIE WEIHUNG: ADIUTOR UND SECUNDUS“.

Da sich die Inschrift nahe dem oberen Ende der „Wand 3“ befindet, liegt der Schluss nahe, dass sie in der Frühzeit des Steinbruchs eingemeißelt wurde. In diesem Falle wäre die Sohle unmittelbar unter der Inschriftstelle gelegen gewesen und die Arbeiter hätten problemlos auf festem Boden stehend die Anschrift anbringen können. Dies lässt voraussetzen, dass die Eigentümer/Betreiber des Steinbruchs schon sehr früh die Geologie der Lagerstätte erkannt und sogleich die voraussichtliche Abbaugrenze, nämlich die „Wand 3“, festgelegt hätten (vgl. Schnitte und Geometrie des Steinbruchs im Abschnitt „Der Steinbruch“).

Im oberen Teil der Wand 4 befindet sich eine glatte rechteckige Fläche, die eindeutig auf das frühere Vorhandensein einer Tafel schließen lässt. Es ist weder bekannt, wann diese Tafel dort angebracht gewesen war, noch welche Inschrift sie zeigte (**Abb. 7**).

Hiermit sind aber die Rätsel um die Inschrift/en im Steinbruch nicht beendet. Weil aus dem o. a. Text auf den Bestand einer Weihestätte geschlossen werden kann, erhebt sich die Frage, wo diese Stätte gewesen sein mag. Hierzu gibt es mehrere Ansichten:

Die oberhalb des Steinbruchs in einiger Entfernung vom Steinbruch befindliche künstlich abgeglättete Nische (35), die im Abschnitt „Das Kleine Heiligtum“ erörtert wird? Eine hölzerne Kapelle, die in einer Brandschicht zu suchen wäre (36)? Oder – der Steinbruch wäre in seiner Gesamtheit (37) – ohne gesonderte Kapelle oder Nische als Weihestätte aufzufassen? Zu dieser Ansicht ist anzumerken, dass im Gegensatz zu den heutigen, grau verfärbten Wänden der Steinbruch im Vollbetrieb wahrscheinlich besonders während der Nachmittags- und



Abb. 7: Spur einer Tafel auf der Wand 4. Foto R. Konopasek, Oktober 2004.

Abendstunden in den aus Westen einfallenden Sonnenstrahlen inmitten des dunklen Waldes als auffallend bläulich-weiß schimmerndes Halbrund aufleuchtete und somit ein „weihvolles“ Aussehen gehabt haben mag.

**Tabelle 2: Werkzeugfunde in Steinbrüchen aus römischer Zeit. Spitzelofen (Abb. 8), Gummern (Abb. 9) sowie allgemein verwendete Werkzeuge.**

WERKZEUGFUNDE in Steinbrüchen aus Römischer Zeit	GUMMERN		SPITZELOFEN	
	Länge (mm)	Stiellochdurchmesser (mm)	Länge (mm)	Stiellochdurchmesser (mm)
Doppelseitiger Spitzschlägel	214	21	245	21
Einseitiger Spitzschlägel	214	24		
Schlegel	176	27		
Setzmeißel	217	oval 25 x 21		
Flachmeißel	232			
Setzkeil	75		150	
Keil-Beilagplatte	118		95	
Hammer (mit Holzstielrest)				oval 28 x 18
<p>Außerdem verfügbare Werkzeuge (Annahme):          Holzschablonen für die Bemessung von Schrammschlitzten, Quader und gekrümmten (halbkreisförmigen) Flächen sowie Markierung von Winkelmaßen. Spitzmeißel zum Anreißen von Linien. Eiserne Brechstangen. Zirkel. Lot (Richtblei). Beile. Holzsägen. Seile. Steinsägen zum Zurechtschneiden von Rohlingen/Marmorquadern (Sägeblatt ohne Zähne, Durchschneiden der Quader mittels Streuen von Sand in den Sägeschlitz). Handbohrer zum Anfertigen kurzer Bohrlöcher.</p>				

Nicht auszuschließen ist, dass innerhalb des Steinbruches eine kleine Nische für die Errichtung eines Standbildes reserviert war.

Zum besseren Verständnis der Inschrift muss kurz auf den Gott SILVANUS eingegangen werden. Der Name bezeichnet einen Waldgott. Die Beschreibung aber, die wir von den Eigenschaften und der Tätigkeit dieses Gottes erhalten, beschränkt ihn durchaus nicht auf den Wald, sondern lässt ihn vielmehr als allgemeines Symbol der frischen, kräftestrotzenden Natur-Kraft erscheinen. Aus dem Walde ertönte seine laut rufende Stimme, wie die des Pan, mit dem er oft verwechselt wurde; im Walde opferte man ihm Spelzmehl (Dinkelmehl), Speck, Fleisch und Wein (38). Er besaß weder Staatskult noch Tempel, doch verehrte man ihn überall im Westen des römischen Reiches auf den Gehöften in regional modifizierter Form und meist in Abwandlung alter einheimischer Bauerngötter (39). Weiterhin ist zu beachten, dass SAXANUS die Gottheit der Felsen und Steinbrüche war, dessen Name oft mit der Gottheit SILVANUS, dem Waldpatron, verbunden wurde. Somit handelt es sich hier um eine Weihung durch die Steinbruchbesitzer an den Wald- und Felsengott (40).

#### Zur Verfügung stehendes Werkzeug

Die Zusammenstellung der verwendeten Werkzeuge (Tabelle 2) basiert auf Funden in Spitzelofen (41) (Abb. 8) und in Gummern (42) (Abb. 9) sowie auf den in römischer Zeit allgemein gebrauchten Geräten.



Abb. 8: Werkzeuge, gefunden in Spitzelofen. Doppelseitiger Spitzschlägel, Hammer und Setzkeil. Sammlung FR DI Christoph Habsburg-Lothringen, St. Andrä/Lavanttal. Foto R. Konopasek, September 2005.

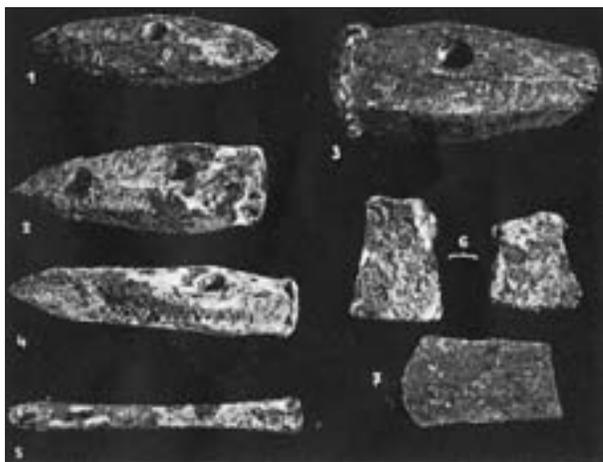


Abb. 9: Werkzeuge, gefunden in Gummern. 1. Doppelseitiger Spitzschlägel. 2. Einseitiger Spitzschlägel. 3. Schlägel. 4. Setzmeißel (Kreuzmeißel). 5. Flachmeißel. 6. Setzkeile. 7. Beilagplättchen für die Setzkeile. Nach Dolenz, Hans (42).

Die Art der Eisenwerkzeuge lässt, wie näher im Abschnitt „Der Abbau“ behandelt, Schlüsse auf die Herstellung der Schrammschlitze ziehen. Sehr aufschlussreich für unsere Betrachtungen sind die vergleichsweise kleinen, ovalen Stiellöcher. Man hatte früher angenommen, dass solche Werkzeuge nur kurze Holzstiele hatten. Diese Auffassung wich aber der Erkenntnis, dass in Geräte mit diesen gering bemessenen Löchern lange, wahrscheinlich biegsame Holzstiele (Haselholz ?) eingesetzt wurden (43). Zum besseren Verständnis eines solchen Gezähes sei auf **Abb. 10** sowie (44), (45), (46) und (47) mit drei Beispielen aus dem 16. Jhdt. hingewiesen. Dem hohen Stand der römischen Baukunst und -technik entsprechend, wurden auch weiterhin, während späterer Jahrhunderte, ähnliche

Werkzeuge verwendet! In den berühmten Marmorsteinbrüchen von Carrara arbeitet man teilweise noch heutzutage mit Methoden (48), die sich nicht wesentlich von jenen der Römerzeit unterscheiden.



Bergbau in den Alpen. Hans Holbein d. J. Tuschezeichnung, 1541. Ausschnitt nach Heilfurth, Gerhard (44).



Miniatur aus: Andreas Ryff (1550 – 1630), Münz- und Mineralienbuch, 1594. Ausschnitt. Nach Heilfurth, Gerhard (46).



Grabdenkmal des Goldgewerken Christoph Weitmoser 1558, an der Pfarrkirche Hofgastein. Bergarbeiter mit Schlägel an biegsamem Stiel. Ausschnitt nach Kieslinger, Alois (45).



Werkzeuge und Instrumente eines Bautechnikers. Grabstein des L. Alfius Staius. I. Jhdt. n. Chr. Aquilea, Museo Archeologico. Nach Propyläen Technikgeschichte (47).

Abb. 10: Gezähe mit langem (biegsamem) Holzstiel und andere Werkzeuge.

In den Abschnitten „Der Abbau“ und „Die Endwände“ wird näher auf die Verwendung der einzelnen Werkzeuge eingegangen.

### Arbeitskraft, Produkte, Infrastruktur

Im römischen Reich waren bis zur Kaiserzeit die Steinbrüche in Privathand. Erst in der Regierungszeit des Kaisers Augustus wurden die meisten Steinbrüche wieder staatlicher oder kaiserlicher Besitz und von Beamten verwaltet oder an Unternehmer verpachtet, bis im 4. Jhd. n. Chr. Constantinus die Steinbrüche wieder zu reprivatisieren versuchte. Zu den schweren Arbeiten in den Steinbrüchen wurden im Allgemeinen Sklaven herangezogen, daneben gab es aber auch freie Facharbeiter und Soldaten (49).

Zum generellen Bild der Sklaverei muss erwähnt werden, dass als Hauptquelle der Sklavenbeschaffung die Kriege (Kriegsgefangene) galten. Darüber hinaus wurden verurteilte Seeräuber und Straßenräuber als Sklaven gehandelt. Jedoch kamen auch aus Armut sich selbst verkaufende ehemals Freie sowie Nachkommen von Sklaven in den Stand der Sklaverei. Besonders hart traf das Los jene Sklaven, die zur Strafe in den Steinbrüchen und Bergwerken arbeiten mussten (50).

Zu beachten ist, dass sich im Verlauf der Jahrhunderte hinweg das Los der Sklaven zum Besseren änderte. Es hatte sich während der römischen Expansionskriege des 2. Jhdts. v. Chr. ein anwachsender Strom von Sklaven (Kriegsgefangenen) in das Zentrum des Imperiums ergossen (Überangebot an Arbeitskräften, geringer Wert für die Ware Mensch). Sklaven arbeiteten in jener Zeit (auch im klassischen Griechenland!) in Steinbrüchen und Bergbauen unter unmenschlichen Bedingungen. Die Lebenserwartung war kurz. Jedoch – die Phase der rasanten Expansion des römischen Reiches endete im Jahre 14 n. Chr. Für die Sklaverei als soziale Institution bedeutete dies den Beginn eines langsamen, aber signifikanten Wandels! Es gab weniger Gefangene, die man versklaven konnte, und somit wurden diese zu einer preislich stets teurer werdenden Ware, die sich nunmehr nicht mehr jedermann leisten konnte (51). Man bemühte sich, den Bestand an bewährten Arbeitskräften tunlichst zu erhalten und Verluste durch Willkür zu vermeiden. Aus diesen Gründen darf man annehmen, dass während der Betriebsjahre von Spitzelöfen die ehemals übliche brutale Behandlung von Sklaven der Vergangenheit angehörte. Dies umso mehr, als man in diesem Steinbruch einer Belegschaft erfahrener Männer bedurfte, wie die folgende Aufstellung wahrscheinlich macht.

Eine Modell-Vorstellung erlaubt die Annahme, dass im Bereich Spitzelöfen die Arbeitskräfte für spezifische Aufgabegruppen eingeteilt waren, wie etwa:

- Herstellung von Schrammschlitzern für die Gewinnung von Rohlingen/Quader (Abschnitt „Der Abbau“).
- Herstellung von Schrammschlitzern an den Endwänden (Abschnitt „Die Endwände“).
- Bearbeitung von Halbfertigprodukten im Steinbruch vor dem Abtransport zur Weiterbearbeitung in das Tal (Abschnitt „Ein Halbfertigprodukt“).

- Transport der Halbfertigprodukte/Quader zur Weiterbearbeitung in Steinmetz-Betrieben im Tal.
- Schmiede/Feldschmiede zum Herstellen und Reparieren von Eisenwerkzeugen.
- Versorgung mit Brennholz, Herstellung von Holzkohle für die Schmiede, Holz für die Tischlerei. (Aus dem umgebenden Wald sollten die erforderlichen Hölzer problemlos zu besorgen gewesen sein.)
- Tischlerei, Herstellung von Holzwerkzeugen, Holzlehen, Herstellung von Werkzeugstielen usw.
- Verwertung von Steinbruchabfällen zur Herstellung von gelöschtem Kalk.
- Lederer, Herstellung von Schutzkleidung – wie etwa Schienbein- und Fußschutz gegen Verletzungen durch scharfkantige, schneidende Gesteinssplinter.
- Zimmerer und Maurer, Herstellung von Siedlungshäusern (Infrastruktur) und Notunterkünften.
- Wasserversorgung mittels (Holz-)Röhren aus Quellen der Umgebung.
- Feldküche, Küchenpersonal. Versorgung mit Lebensmitteln.
- Hilfsarbeiter zum Säubern der Steinbruch-Arbeitsflächen von Splitt und Schutt. Anlegen und Erhalten von Wegen zum Steinbruch und in das Tal.
- Aufseher (eventuell „Freigelassene“) usw.

Als Beispiel für eine Feldwerkstatt/Schmiede in römischer Zeit, mag **Abb. 11** (52) gelten. Im Bezug auf die Infrastruktur ist von Bedeutung, dass sich in Spitzelöfen nebst den römerzeitlichen Abbauspuren auch SIEDLUNGSHINWEISE fanden (53), wodurch auf den Bestand einer entsprechenden Infrastruktur geschlossen werden darf.

Wenn man diese Hinweise beachtet, mag die in **Tabelle 3** gezeigte Gliederung der Arbeiten im und um den Steinbruch berechtigt sein.

In diesem Zusammenhang ist eine weitere Vermutung nicht auszuschließen: im Abbau müssen große Mengen von Marmorabfällen angefallen sein. Zwecks Freihaltung der Arbeitssohlen hatten diese Reste (Splitt, Schutt, Restblöcke usw.) entfernt zu werden. Wenngleich eine Entsorgung am Lagerstättenrand möglich war, könnte man sich ebenso gut vorstellen, dass dieses wertvolle Material eine bessere Verwertung fand als das Verkippen auf eine



**Abb. 11:** Feldschmiede eines Kalksteinbruches (52).

**Tabelle 3: Spitzelofen. Versorgung, Infrastruktur, Produkte. Theoretisches Modell.**

VERSORGUNG UND INFRASTRUKTUR		
FELDKÜCHE, Lebensmittel	FELDSCHMIEDE, Reparatur und Schärfen von Eisenwerkzeugen	TISCHLEREI, Holzwerkzeuge, Holzgeräte
BRENNHOLZ, Feldküche Holzkohlenmeiler	HOLZKOHLE, Feldschmiede	BAUHOLZ, Transportgeräte, Unterkünfte usw.
EISENWERKZEUGE	ARBEITSKLEIDUNG; Schürze usw.	SCHUTZBEKLEIDUNG, Leder- schutz der Füße, Knie, Beine usw.
UNTERKÜNFTE	TRANSPORTWEGE, Grabung und Erhaltung von Wegen in das Tal	WASSER, Quellenfassung, Leitung
PRODUKTE		
HALBFERTIGPRODUKTE, Platten, Quader, Zylinder		KALK, gebrannt und gelöscht
ABNEHMER		
Weiterverarbeitende Betriebe im Tal (?), Steinmetze, Bildhauer usw.		Bauunternehmer

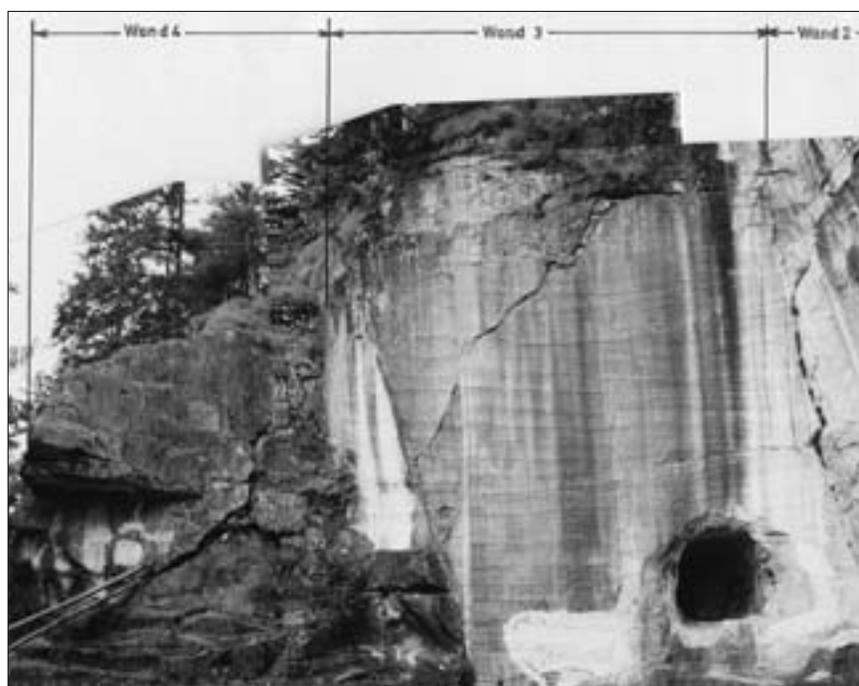
„verlorene Halde“. Hierbei könnte man an die Erzeugung von gelöschtem Kalk für die Bautätigkeiten von Städten und Ortschaften in der näheren Umgebung denken. Somit hätte der Steinbruch Spitzelofen außer Marmor für kunsthandwerkliche Erzeugnisse (vgl. Abschnitt „Geologie“) auch gebrannten bzw. gelöschten Kalk für das Bauhandwerk erzeugt. Für dieses Produkt wären nebst Brennöfen auch Zuleitungen von Wasser, Löschgruben sowie Holzkohle (Holzkohlenmeiler) erforderlich gewesen. Weitere archäologische Untersuchungen müssten den Nachweis erbringen, ob sich im Umfeld des Steinbruches Spuren von Meilern, Gruben oder Öfen befinden. Die Zuleitung von Wasser aus gefassten Quellen dürfte schwer zu finden sein, da solche Leitungen wahrscheinlich Holzgerinne oder Holzrohre waren, die dem Zahn der Zeit anheim gefallen sind.

Unter Berücksichtigung der Höhe des Steinbruches über dem Meere dürfte während der rauen Wintermonate die Arbeit im Steinbruch nur erschwert, wenn überhaupt – eventuell unter Behelfsdächern – möglich gewesen sein. Eine andere Einsatzmöglichkeit würde für das Personal um diese Jahreszeit im Beschaffen von Holz, Hilfsarbeiten im Tal (Steinmetz-Betriebe) usw. gegeben gewesen sein.

### Der Steinbruch. Übersicht und Allgemeines

Der Steinbruch wird durch fünf nahezu vertikale Wände begrenzt, die hier als 1a, 1, 2, 3 und 4 bezeichnet werden. Der z. Zt. einzig bestehen-

de Zugangspfad führt an den kleinen Wänden 1a und 1 vorbei in den großen, freien Abbauraum. Dieser lag innerhalb der Wände 2, 3 und 4 (vgl. **Abb. 12**). Bei eingehender Betrachtung werden dem Besucher zwangsläufig eine Reihe von Besonderheiten auffallen. Für deren Diskussion und Deutung sind mehrere Schnitte (**Abb. 13**, **Abb. 14** und **Abb. 15**) durch den Marmor-Steinbruch aus römischer Zeit hilfreich. Eigentümlichkeiten sind die mit „horizontalen“ Rillen dicht an dicht bedeckten Wände 1 und 3, während die Wände 1a, 2 und 4 einen rohen, sozusagen unbearbeiteten Eindruck machen; das schwarze Auge des Stollenmundloches (vgl. Abschnitt „Der Stollen“); die abgestufte, größtenteils mit Rasen



**Abb. 12: Der Steinbruch Spitzelofen. Foto R. Konopasek, Oktober 2004.**



Ben, dass die im Abschnitt „Geschichtlicher Hintergrund“ beschriebenen Aufräum- und Säuberungsarbeiten auch für spätere Generationen eine entsprechende Beschäftigung übrig gelassen haben.

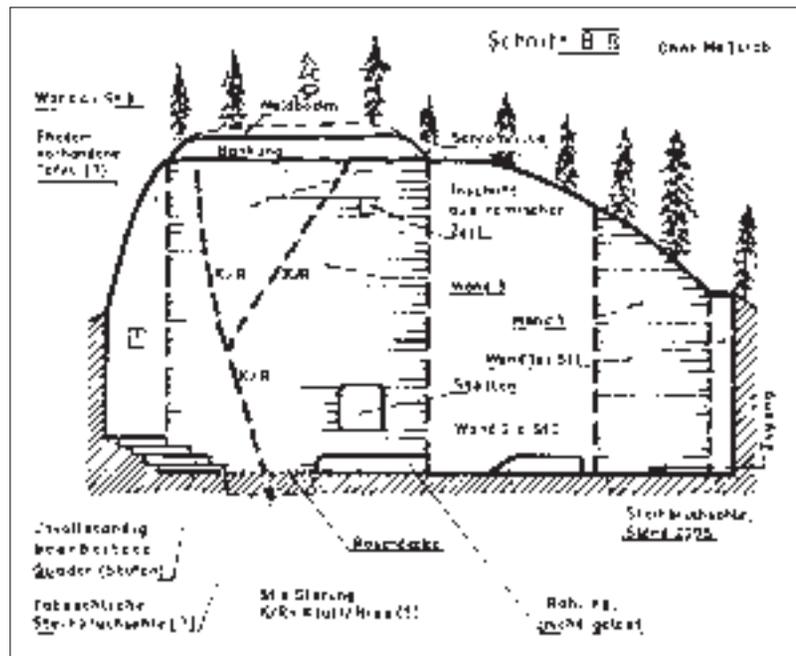
Weil aufgrund der Platzverhältnisse im Steinbruch ein Gesamtfoto der Anlage kaum machbar ist, es sei denn man würde ein solches anlässlich eines Hubschrauberfluges aufnehmen, soll **Abb. 15** den gewünschten Eindruck vermitteln. Hier sind die Wände von 1a bis 4 auf eine SW-NO verlaufende Bildebene projiziert dargestellt. Zusätzlich zu den weiter oben angesprochenen Besonderheiten sind hier noch die in Wand 3 vorhandenen Klüfte/Risse (wichtig für den Abbau) sowie zwei, noch mit der Sohle verbundene Rohlinge, über die berichtet wird, ersichtlich.

### Der Abbau

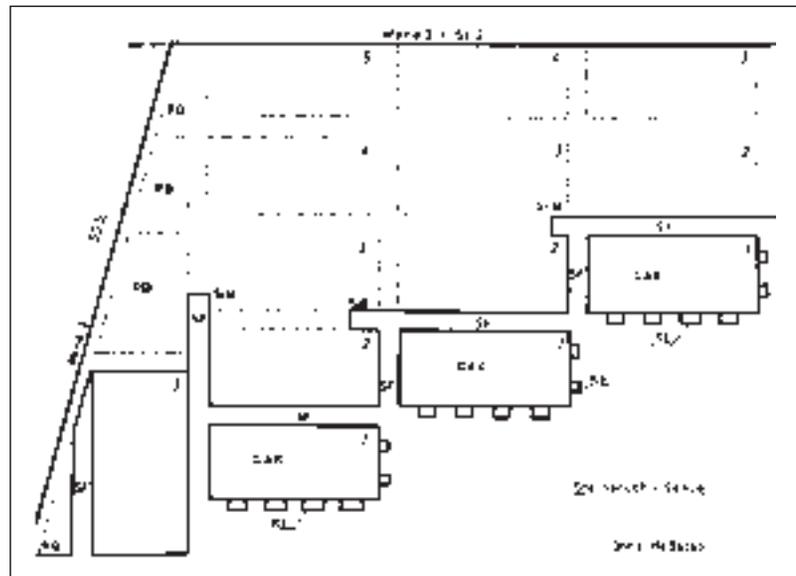
Der Abbau des innerhalb der vorgegebenen Grenzen (**Abb. 13**) nutzbaren Lagerstätteninhaltes erfolgte in horizontalen Scheiben mit einer jeweiligen Mächtigkeit von etwa 40 – 50 cm von oben nach unten. Beweise für diese Maßzahl sind die dicken Schramrillen in den Endwänden 1 und 3 (vgl. Abschnitt „Die Endwände“), einzelne Rohlinge, die sich im Steinbruch befinden (**Abb. 15**) sowie unvollständig bearbeitete Quader/Stufen am Fuße der Wand 4.

Als Grundprinzip für die Gewinnung der Marmorblöcke galt: mittels Schrammschlitz legte man einen Quader an allen vier Seiten frei (vgl. **Abb. 16**). An zwei frei zugänglichen Basisseiten des Quaders wurden Metallkeile eingetrieben (dies mochten auch Holzpflocke sein, die mit Wasser begossen, durch Aufquellen die gleiche Wirkung wie die Metallkeile erzielten) und der Quader löste sich vom Untergrund. Der Rohling war somit fertig zur Weiterbearbeitung. Das Halbfertigprodukt (Quader, Zylinder, Tafel) wurde im Steinbruch hergestellt. Sodann erfolgte der Transport zu den Steinmetz-Betrieben im Tal.

Diese Basisvorrichtungen bedürfen aber weitergehender Erklärungen: Die Schrammschlitz (**Abb. 17**) wurden, sich von oben nach unten verjüngend, mittels Meißeln und Spitzschlägeln (**Abb. 9** und Tabelle 2) ausgeschrämt. Die Verwendung von Spitzschlägeln brachte die Horizontalriefung (dünne Schramrillen DÜSR) mit sich. Zur Erklärung der Herstellung dieser Schrammschlitz mag **Abb. 18** dienlich sein. Hatte man die vorgesehene Tiefe erreicht, war eine Erweiterung im Schlitziefsten erforderlich. Diese erweiterte, dicke



**Abb. 15:** Schematisierter SW-NO-Schnitt BB durch den Steinbruch (vgl. **Abb. 13**).



**Abb. 16:** Grundprinzip der Blockgewinnung auf einer Steinbruchsohle. KE = Keil samt Beilageplatte, QAK = Quader, vorbereitet zum Ablösen durch Einschlagen von Keilen, RB = Restblöcke, zur Herstellung kleinerer Stücke, SF = Schrammschlitz, fertig gestellt, SSS = Sorgfältig bearbeiteter vertikaler Schrammschlitz, 1 – 5 = Reihenfolge der Blockgewinnung.

Schramrille (DSR) wurde möglicherweise mit dem einseitigen Spitzschlägel oder dem Setzmeißel (**Abb. 9**) herausgeschlagen. Um die Vorrichtung des Quaders zu vollenden, war es noch erforderlich, an zwei frei zugänglichen Seiten des Quaders eine tiefe Kehle auszu-meißeln (Flachmeißel). Und schließlich fanden die vorbereitenden Arbeiten ihren Abschluss durch Aushöhlen von Keilbüchsenlöchern (KL). Der Quader war fertig zum Ablösen durch Eintreiben der Metallkeile oder durch Einsetzen von Holzkeilen und deren Anfeuchten. Dieses fiktive, idealisierte Schema der beschriebenen Arbeiten zeigt **Abb. 19**.

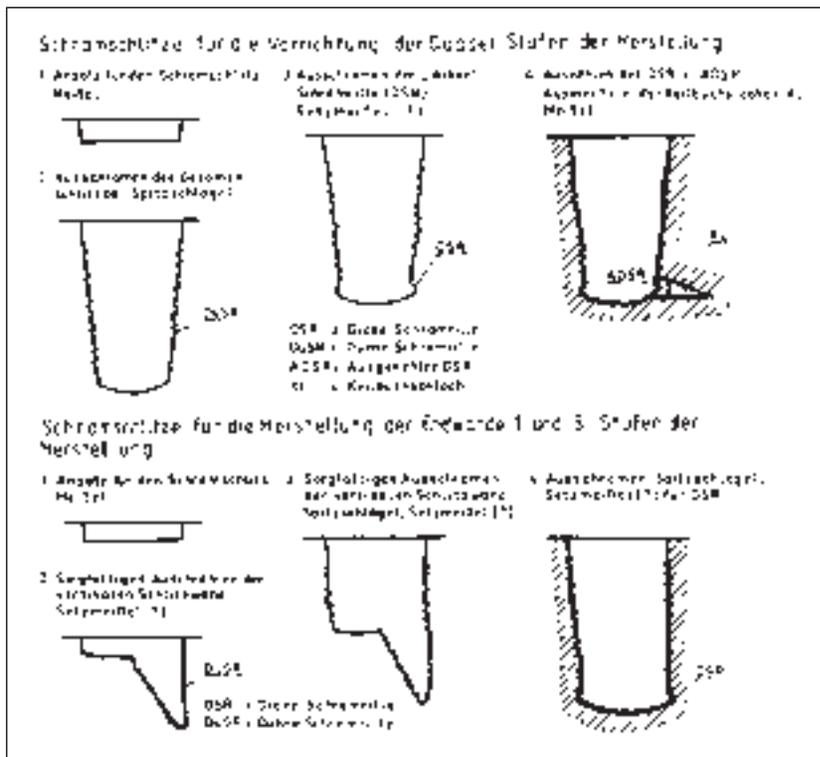


Abb. 17: Herstellung verschiedener Schrammschlitz.

Trieb man entlang der ausgekehlten Schramrille die Keile in die Keilbüchsenlöcher ein, bildete sich eine Trennfläche/Spalt zur gegenüberliegenden dicken Schramrille. Es resultieren geringfügig konvexe Flächen. Eine genaue Betrachtung und Messung der Unebenheiten auf der Steinbruchsohle bestätigen die Theorie! In **Abb. 20/1** ist die tief ausgekehlte Schramrille am Fuß des Quaders zu erkennen. Die Unebenheiten und Löse-Trennflächen zeigt **Abb. 20/2**. Ein Schnitt quer zur Längsachse eines idealisierten Quaders (**Abb. 21**) verdeutlicht die im Steinbruch vorhandenen, messbaren Zahlenverhältnisse. Je nach Auftrag, Platten-, Quader-

oder Tafelhalbfertigprodukt herzustellen, hatten auch die Quaderrohlinge unterschiedliche Höhenmaße. Eine Aufeinanderfolge ungleich hoher Quader entlang der Endwände 1 und 3 musste entsprechend ausgeglichen werden. Darauf wird im Abschnitt „Die Endwände“ eingegangen.

Die Schrammschlitz sind zumeist von abgefallenem Laub, Rasen und Wurzelgeflecht überdeckt und müssen zwecks Messung und Dokumentation freigelegt werden. Der Autor rollte zu diesem Zweck an einigen Stellen die Vegetationsdecke ab und zog nach erfolgter Betrachtung den Filz wieder in seine ursprüngliche Lage zurück. Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigen die **Abb. 22** und **Abb. 23**. Hierbei sind einige kennzeichnende Eigenschaften deutlich unterscheidbar. Die Fotos 22/1, 22/2 und 22/3 zeigen ungleich größer bearbeitete Schlitz als die in den Bildern 22/4 und 22/5 gezeigten meisterlichen Arbeiten. In 22/1 ist an der Längsseite des Quaders deutlich die Längsriefung durch die Arbeit mit dem Spitzschlüssel bei der Herstellung des Schrammschlitzes zu erkennen. Hier scheint sich die o.a. Überlegung zur Spezialisierung der Arbeitskräfte zu bestätigen. Es wäre denkbar, dass für die „routinemäßig“, zügig anzufertigenden Schrammschlitz im Abbaubetrieb andere Arbeiter zum Einsatz kamen, als für besonders sorgfältig zu verrichtende Arbeiten, wie zum Beispiel an den Endwänden oder Spezialanfertigungen wie in **Abb. 22/4** und **Abb. 22/5** dargestellt.

In **Abb. 23** ist der Anfang der Schrammschlitzarbeit erkennbar. In 23/1 sieht man die zurückgeschlagene Bewuchsdecke und zwei rechtwinklig aufeinandertreffen-

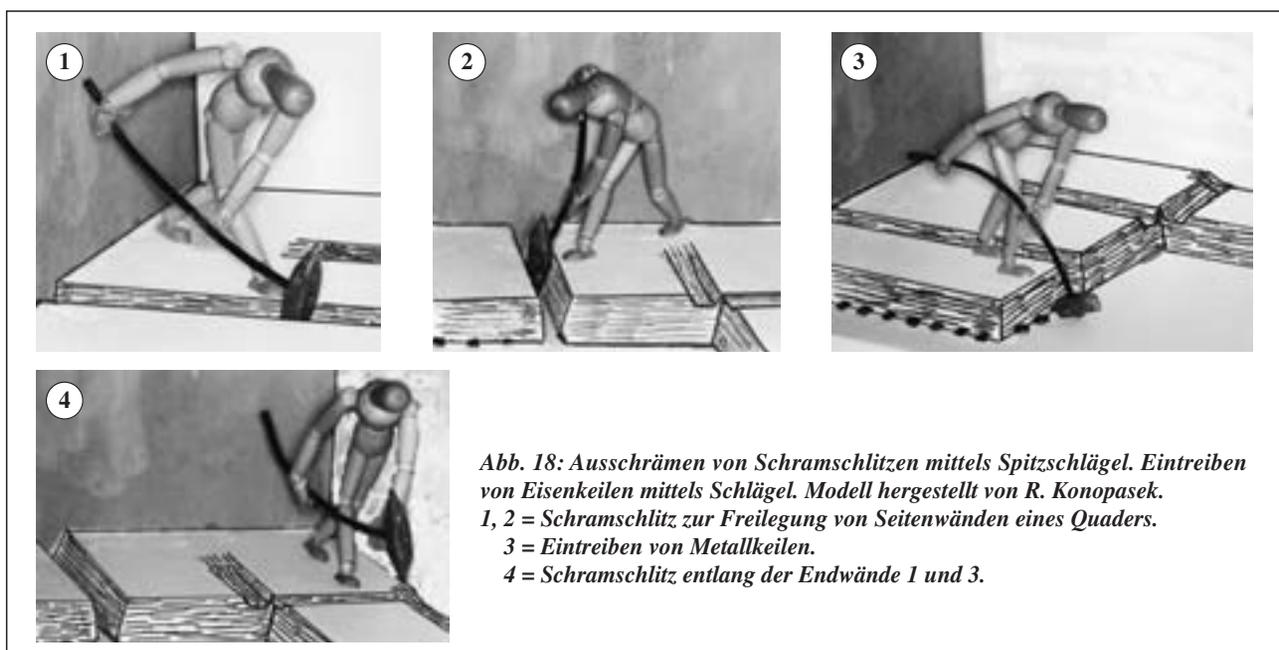


Abb. 18: Ausschrammen von Schrammschlitz mittels Spitzschlüssel. Eintreiben von Eisenkeilen mittels Schlüssel. Modell hergestellt von R. Konopasek. 1, 2 = Schrammschlitz zur Freilegung von Seitenwänden eines Quaders. 3 = Eintreiben von Metallkeilen. 4 = Schrammschlitz entlang der Endwände 1 und 3.

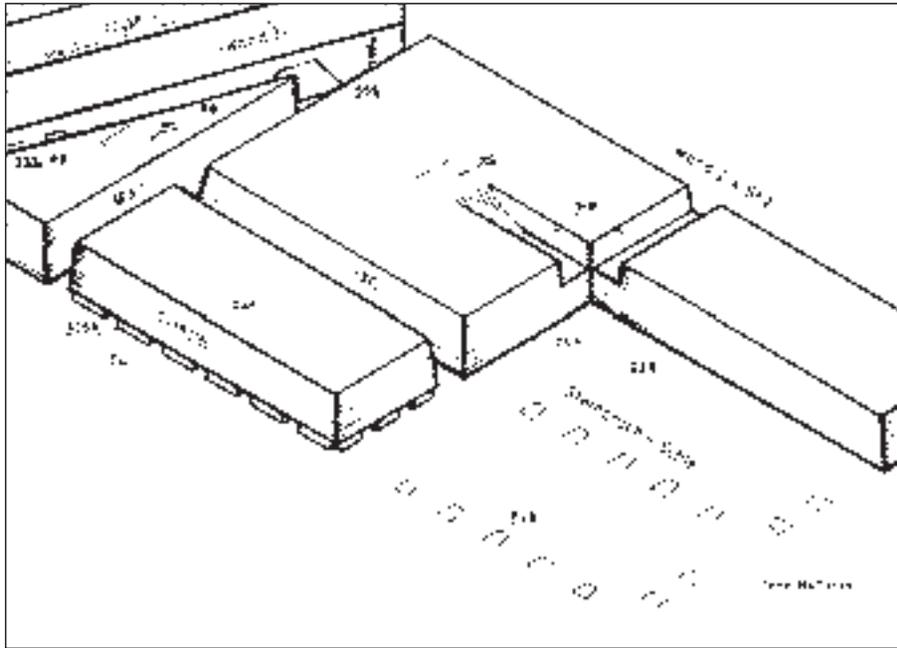


Abb. 19: Abbau. Fiktives, idealisiertes Schema. Isometrische Darstellung. Versuch einer Deutung. ADSR = Ausgekehlte DSR, DSR = Dicke Schramrille, DüSR = Dünne Schramrille, KL = Ausgemeißeltes Keilbüchsenloch, KLS = Keilbüchsenloch, Spuren, MS = Markierung zur Fortsetzung der Schrammschlitz, QAK = Quader, vorbereitet zum Ablösen durch Einschlagen der Keile, RB = Restblöcke (zur Herstellung kleinerer Stücke?), SF = Schrammschlitz, fertig gestellt, SiB = Schrammschlitz in Bearbeitung, SSS = Sorgfältig bearbeiteter vertikaler Schrammschlitz, St2 = Störung No. 2.

de Schlitz von geringer Tiefe. Besonders interessant in 23/2 der künftige, nach rechts verlaufender Schlitz. Hier ist die Markierung (Flachmeißel, Rundmeißel?) des Schlitzverlaufes mit fünf geradlinigen Strichen angerissen. Diese Art der Markierung wurde in den Abb. 18 und 19 eingezeichnet. Wie im Abschnitt „Geschichtlicher Hintergrund“ angedeutet, hatte man die Arbeiten im Steinbruch während des Zusammenbruches des weströmischen Reiches und des Eindringens fremder Völkerschaften offensichtlich überstürzt aufgegeben. Die gezeigten Risslinien für die weitere Vertiefung als Schrammschlitz, die nicht realisiert wurden; das Halffertigprodukt, das im Steinbruch sozusagen in Abtransportlage liegen gelassen wurde (siehe Abschnitt „Das Halffertigprodukt und andere Rohlinge“) sind Anzeichen für das plötzliche Aufgeben der Arbeiten.



Abb. 20: Bild 1 = tief ausgekehlte Schramrille entlang des Quaderfußes. Bild 2 = Unebenheiten auf der Steinbruchsohle; durch die Arbeit mit den Keilen verursachte Unebenheiten. Foto R. Konopasek, Oktober 2004.

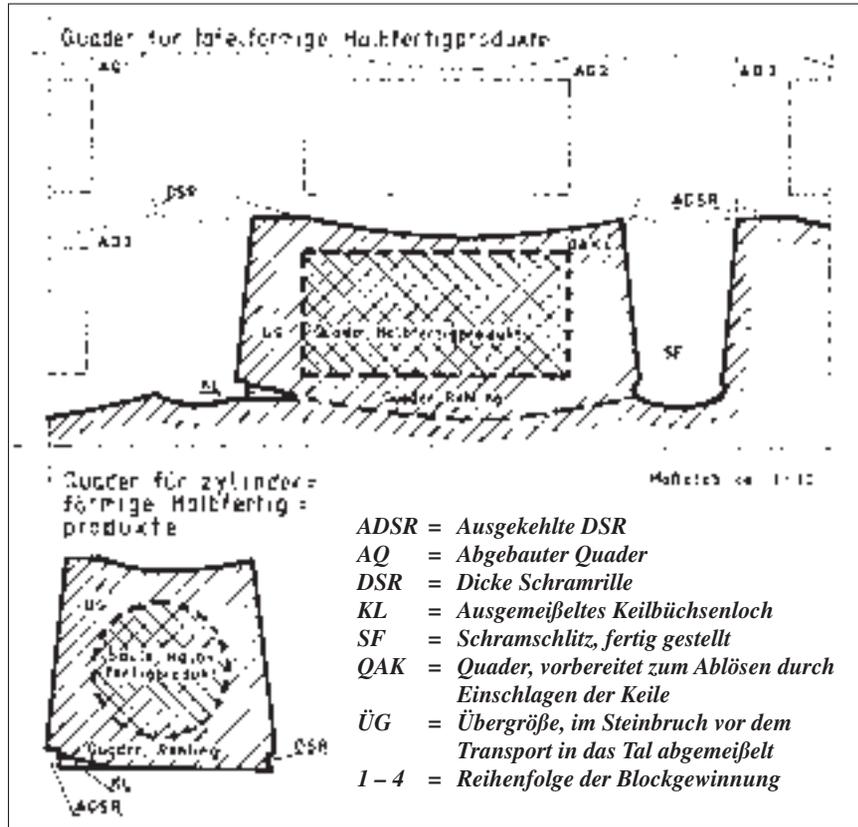
Obwohl der scheibenweise Abbau nicht das vollständige Ausräumen einer Fläche vor Beginn der nächst unteren bedeutete und zum Teil erhebliche stufenförmige Restbestände über der derzeitigen Abbausohle verbleiben, lässt sich doch innerhalb einer Scheibe eine gewisse Reihenfolge der Gewinnung erkennen. Am Fuße der Wand 4 befindet sich eine stufenförmig abfallende, für die Gewinnung von Quadern geeignete „Treppe“ (siehe Abb. 24). Aus welchem Grunde diese Gesteinspartie hinterlassen wurde, sei dahingestellt. Ist die Qualität des Marmors in dieser Ecke geringer als im übrigen Steinbruch und ließ man deshalb diesen Gesteinskörper für den Abbau in späteren Zeiten stehen?

Zur Abfolge der Gewinnung von Blöcken könnte Abb. 25 Geltung haben. Man brauchte eine Öffnung als Zu- und Abgang. Der von der Geländeform günstigste Einbruch für den stetig tiefer gehenden Abbau lag wohl entlang der Wände 1a und 1. Von dort ausgehend würde man sich eventuell eine breite Schneise entlang dem Abbaurand an der Westkante des Steinbruches freigemacht haben. Irgendwo im Mittelteil dieser Schneise konnte man eine keilförmige Fläche nach Osten öffnen und von dort nach links und nach rechts, je nach Qualität des Gesteins die Quader gewinnen. Diese Quader würde man, wenn vielleicht nicht gleich von Anfang an, aber gewiss in der Nähe der Endwände parallel zu den Wänden 2 und 4 ausrichten. Der Grund hierfür kommt im Abschnitt „Die Endwände“ zur Erläuterung. Als letzte, sehr sorgfältig ausgeführte Arbeiten in der Scheibe würden die Restblöcke entlang der Endwände durch Vertikal-Schrammschlitz abgetrennt und aus dem Abbaubereich entfernt worden sein.

## Endwände, Störungen, Klüfte

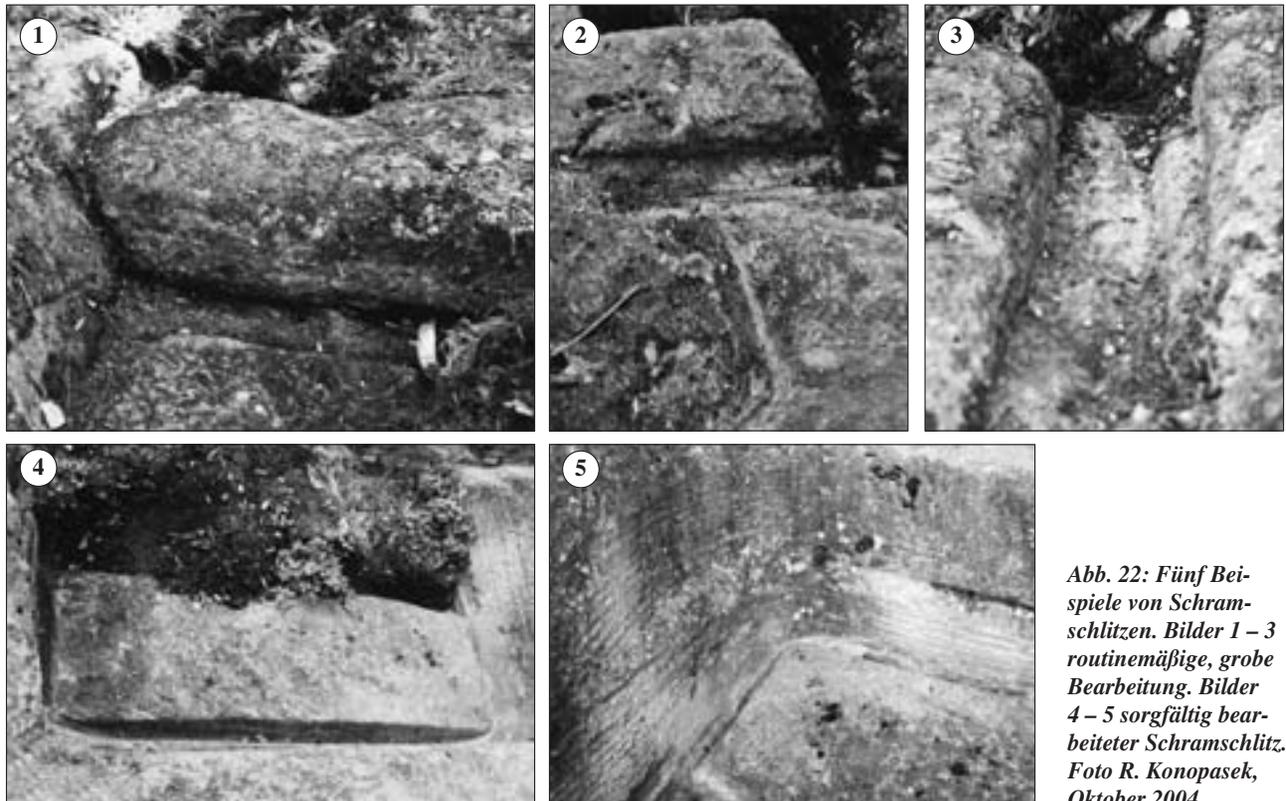
Die „Endwände“ lassen sich in zwei auffallend unterschiedliche Typen einteilen: nämlich die vorwiegend nahezu vertikal einfallenden Wände 1a, 2 und 4, die eine

rohe, unbearbeitete Oberfläche haben (**Abb. 26**); im Gegensatz hierzu stehen die intensiv bearbeiteten Wände 1 und 3 mit ihren etwa horizontalen, parallelen Schramrillen (**Abb. 27**). Die Ansicht eines Großteils des Steinbruches soll mit **Abb. 28** noch einmal in das Gedächtnis zurückgerufen werden.



**Abb. 21:** Schnitt quer zur Längsrichtung der Quader. Schematische Darstellung eines fiktiven Beispiels. Die Ausmaße der Quader variieren entsprechend dem Kundenwunsch.

Nach näherer Betrachtung darf man die Wände 1a, 2 und 4 als „Störungen“ (Trennfugen im Gebirge) ansprechen. Für den Steinbruchbetreiber hatte dies insofern Bedeutung als die jeweils am Fuß dieser Wände befindlichen Rohquader nur an DREI Seiten mittels Schrammschlitten freigelegt werden mussten. Die der Störungsfläche (d. h. Wände 2 und 4) anliegende Seite löste sich durch das Keileintreiben in der ausgekehlten Rille an dem der Wand gegenüberliegenden Fuße des Quaders. Mit anderen Worten, im Gegensatz zu dem normalerweise erforderlichen Arbeitsaufwand des Ausmeißelns von vier Schrammschlitten, waren hier lediglich drei Schlitte erforderlich (vgl. Abb. 16: entlang der Wand 2, d. h. der Störung 2, sind KEINE Schrammschlitten erforderlich!). Die Störungsflächen hatten auch den Vorteil, dass sich



**Abb. 22:** Fünf Beispiele von Schrammschlitten. Bilder 1 – 3 routinemäßige, grobe Bearbeitung. Bilder 4 – 5 sorgfältig bearbeiteter Schrammschlitz. Foto R. Konopasek, Oktober 2004.

diese als standfest erwiesen, sodass bei Tiefergehen des Abbaues ein Gesteinsnachfall aus der Wand nicht zu befürchten war.

Ein wesentlich anderer Aspekt ist bei Besprechung der Wände 1 und 3 zu berücksichtigen. Hier musste zum Ablösen des Gesteinspaketes entlang der Wand ebenso



Abb. 23: Ein Schrammschlitz im Frühstadium. Bild 1 = zurückgeklappte Vegetationsdecke. Bild 2 = Angerissene Linien, Kennzeichnung für künftigen Schlitzverlauf. Foto R. Konopasek, Oktober 2004.



Abb. 24: Stufen am Fuße der Wand 4. Foto R. Konopasek, Oktober 2004.

ein Schrammschlitz ausgemeißelt werden (Abb. 16, Bezeichnung „SSS“). Hierbei waren aber völlig andere Kriterien zu berücksichtigen als für die Anfertigung der Schrammschlitz zur routinemäßigen Gewinnung der Rohlingsquader. Es war, aus weiter unten zu erörternden Gründen, unerlässlich, eine möglichst glatte, standfeste Wand zu bilden. Jedoch – innerhalb des Gesteinskörpers

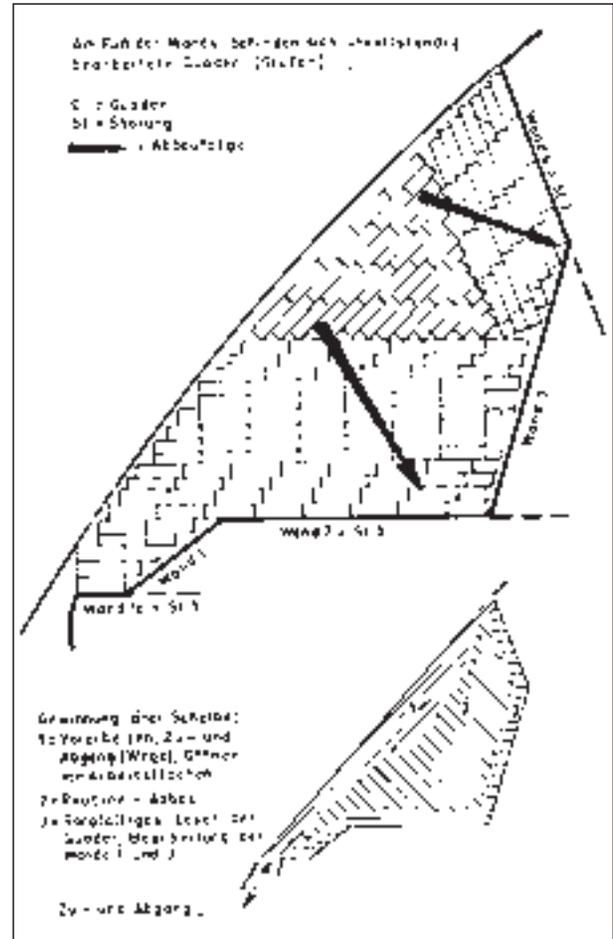


Abb. 25: Folge der Gewinnung von Blöcken. Versuch einer Deutung aufgrund der im Steinbruch vorhandenen Spuren.



Abb. 26: Rohe, unbearbeitete Oberfläche. Oberer Teil der Wand 2 (Störung 2). Foto R. Konopasek, Oktober 2004.



Abb. 27: Bearbeitete Wände. Schramrillen. Bild 1 = Wand 1, Bild 2 = oberer Teil der Wand 3. Foto R. Konopasek, Oktober 2004.

verlaufen deutlich sichtbare Klüfte/ Spalten/Risse (Abb. 15 und **Abb. 29**). Diese Öffnungen im Gesteinskörper sind natürliche Begrenzungen bei der Herstellung von Rohlingsblöcken. Vom Standpunkt der Sicherheit betrachtet, stellen diese Klüfte – und davon ausgehende feine Risse – ein Gefahrenpotential für die Steinbrucharbeiter dar. Kann doch aus dem Zusammenwirken von Rissen und Klüften, auch durch die Einwirkung von Wasser und Eis, Steinfall aus der Wand verursacht werden. Es mussten also mit den Mitteln der damals gängigen Technik Vorkehrungen gegen dieses Gefahrenpotential getroffen werden. Vor Fortsetzung der Überlegungen ist hier das Einschalten einiger Gegebenheiten aus der HEUTE (!) üblichen Herstellung von möglichst glatten Gesteinswänden erforderlich.

Exkurs: Der Abbau in Etagen, ein im Hartgesteinstagebau bewährtes Verfahren, würde bei einer Gesamtöffnung des Steinbruchs innerhalb relativ geringer Breite, Höhe und Länge zu beträchtlichem Abbauverlust und nach wenigen Stufen zum „Zusammenwachsen“ der Tagebauöffnung führen. Ankern und/oder Torkretieren (Verfestigung des Gebirges mit Zementmilch) lag damals außerhalb der technisch gegebenen Möglichkeiten. Aber Überle-

gungen in eine andere Richtung mögen zur Begründung für die besonders sorgfältige Ausarbeitung und „Pflege“ (Nachmeißeln) der Horizontalrillen in den Endwänden beitragen. Unter Betrachtung heutzutage üblicher Techniken zur Herstellung „glatter“, möglichst standfester Gesteinswände ist das sogenannte „Schonende Sprengen“ (54), (55), auch „Glattwandsprengen“ genannt, zum genauen Abtrennen bestimmter Gebirgsbereiche vom Gebirgsverband ohne Beeinträchtigung des anstehenden Gebirges allgemein bekannt. Der uns hier interessierende Effekt besteht darin, dass man unter Verwendung von „nahe beisammen befindlichen Bohrlöchern“ eine Wirkung erzielt, die eine „glatte Wand“ mit Minimierung von unerwünschtem Überbrechen erzielt. Wenn man nunmehr, mit einem Gedankensprung zur Anwendung im römischen Betrieb, anstelle der Verwendung von Sprengstoff zu Erzeugung der erwünschten „Rissfläche“ die Bohrlöcher in unmittelbare, nahezu einander berührende Nachbarschaft setzt, sollte der Effekt ähnlich sein. Durch die unmittelbare Nachbarschaft von

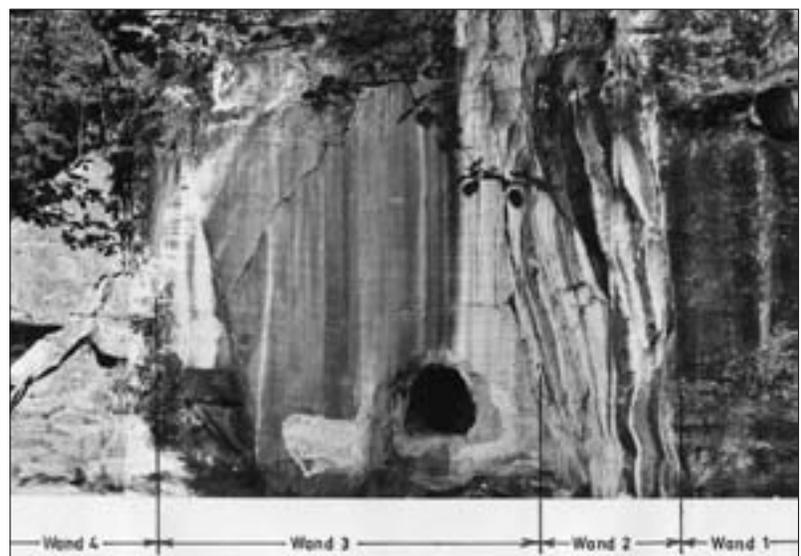


Abb. 28: Wände 1 und 3 = bearbeitete Flächen (Schramrillen), Wände 2 und 4 = unbearbeitete Flächen (Störungen 2 und 3). Foto R. Konopasek, Oktober 2004.



**Abb. 29: Wand 3. Spalte; klaffende Fuge. Foto R. Konopasek, Oktober 2004.**

Schramrille zu Schramrille ist die Bildung feinsten Rissverbindungen zwischen den Rillen – und somit nach Entfernung des vor den Rillen liegenden Gesteinsquaders – eine „glatte Wand“ gegeben. Wenn wir nun einen Schritt weiter gehen und anstelle der senkrechten Bohrlöcher – horizontale Schramrillen (wie durch das Ausmeißeln der Schrammschlitze gegeben – für die Herstellung der Endwände akzeptieren, haben wir das Bild von Spitzelofen und anderen römischen Marmorsteinbrüche in Kärnten vor uns.

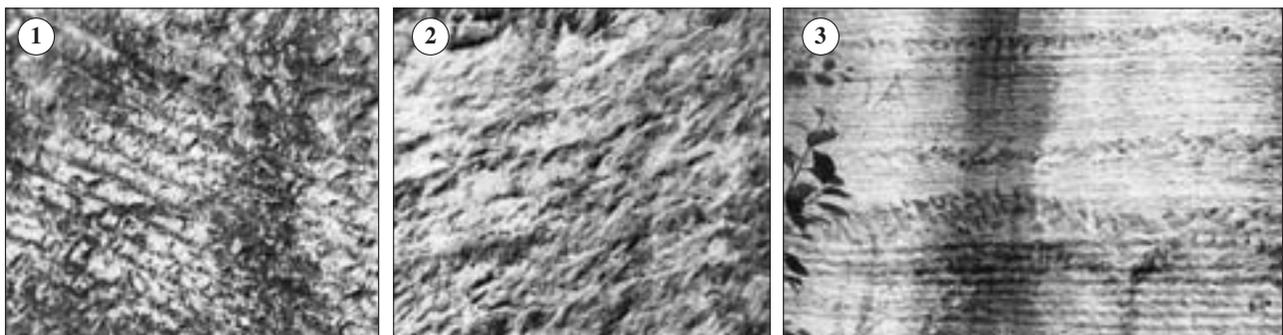
Wenn man diese Gedankenfolge als annehmbar erachtet, haben die Sachverständigen für Steinbrucharbeiten in römischer und in vorrömischer (?) Zeit aus Erfahrung und/oder Überlegungen den Schluss gezogen, dass auch „hohe“ vertikale Steinbruchwände durch die Anwendung einer geeigneten Technik ohne Gesteinsnachfall zu erhalten sind. Die eng beieinander liegenden „horizontalen“ Schramrillen bewährten sich als das erwünschte Verfahren. Hier muss ergänzend erwähnt werden, dass die Schramrillen der Endwände, bzw. die zwischen den Rillen stehenden bleibenden Rippen, mittels Nacharbeit peinlich genau abgemeißelt wurden, wie in **Abb. 30** deutlich zu erkennen ist. Die Meißelspuren lassen darauf schließen, dass die Arbeiter vorwiegend Rechtshänder waren. Bei Betrachtung der Endwände 1 und 3 fällt auf, dass die Wände nach etwa 1.700 Jahren weder nennenswerte Un-

regelmäßigkeiten noch durch Nachfall entstandener Löcher aufweisen. Ein wahrhaft meisterliches Werk.

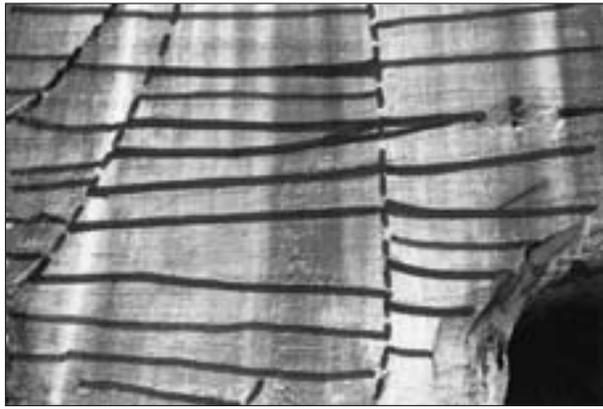
Weiterhin ist eindeutig zu erkennen, dass die dicken Schramrillen, die offenbar als Begrenzung der Block/Quaderhöhe aufzufassen sind, keinen kontinuierlichen, ausschließlich parallelen Verlauf haben. In **Abb. 31** hat der Autor auf einem Detailbild der Wandfläche links oberhalb des Stollenmundloches, die dicken Schrammlinien mit Tinte verstärkt. Die gestrichelten, von oben nach unten verlaufenden Linien sind Risse im Gesteinskörper. Aus diesem Foto kann man mehrere Schlussfolgerungen ziehen: Die Risse stellten, wie erwähnt, für die in einer Abbauschicht zu gewinnenden jeweiligen Rohblöcke eine Grenze dar. So konnte etwa zum Beispiel rechts von einem Riss ein relativ dünner Rohlingsblock, links vom Riss ein dicker Block abgebaut werden. Die dicken Schramrillen sind keineswegs parallel und auch nicht immer horizontal; sie sind auch nicht überall geradlinig, sondern häufig leicht gekrümmt. All dies lässt darauf schließen, dass man sich mit der abschließenden Arbeit entlang der Endwand den unterschiedlichen Höhen der letzten, vor der Wand liegenden Blöcken anpasste, und bei unterschiedlicher Höhe nebeneinander oder übereinander liegender End-Blöcke, den Übergang zwischen diesen durch gekrümmte Schrammlinien herstellte.

In **Abb. 17** (Abschnitt „Abbau“) wurde darauf hingewiesen, dass außer den routinemäßigen Schrammschlitzen auch – und besonders entlang den Endwänden 1 und 3 – eine andere Einschnittart erkennbar ist. Hier wurde auf Bildung einer lotrechten Schlitzwand Wert gelegt. Die Gesamtausführung dieser Öffnungen zeigt insgesamt eine besondere Sorgfalt, die zur Bildung der glatten, standfesten (!) Endwände beiträgt (**Abb. 32**).

Es muss noch auf einige Besonderheiten der Wand 3 hingewiesen werden: an verschiedenen Stellen befinden sich einzelne eingemeißelte Buchstaben, Ansätze von Bohrlöchern, eine längliche Rille, rechtwinkelig abgesetzte Schramrillen usw. Eine genauere Untersuchung dieser Zeichen und Markierungen ist für die vorliegenden Überlegungen zur Abbaumethode nicht unmittelbar von Bedeutung. Jedoch könnten – wie im Abschnitt



**Abb. 30: Nachbearbeitung der Endwände 1 und 3. Deutlich erkennbare Meißelspuren. Bild 1 = Meißelspuren von rechts oben nach links unten. Schramrillen erfordern nur geringe Nacharbeit zur Herstellung der „glatten“ Vertikalwand. Bild 2 = Meißelspuren von rechts oben nach links unten. Bearbeitung nicht so sauber wie in Bild 1 gezeigt. Bild 3 = unterschiedliche Meißelspuren; senkrecht, von rechts oben nach links unten. Sich kreuzende, x-förmige Spuren eventuell bei härteren Gesteinsleisten, die einer besonderen Nachbearbeitung zur Anfertigung der glatten Oberfläche bedurften. Fotos R. Konopasek, Oktober 2004.**



**Abb. 31:** Wand 3. Unregelmäßiger Verlauf der dicken Schamrillen. Foto R. Konopasek, Oktober 2004.

„Ausblick“ erwähnt – für weitere Erkenntnisse geschichtlicher Zusammenhänge entsprechende Untersuchungen durch Sachverständige anderer wissenschaftlicher Zweige empfehlenswert sein.

### Ein Halbfertigprodukt und andere Rohlinge

Auf der Steinbruchsohle liegt im Abstand von wenigen Metern vor der Endwand 1 ein gut bearbeitetes Halbfertigprodukt (siehe Abb. 13 und **Abb. 33**). Dieser Marmorquader mit deutlichen Meißel-Bearbeitungsrippen (Linkshänder ?) und Flechtenbewuchs ist von der Unterlage gelöst sowie – so möchte man meinen – zum Abtransport bereit. Dass dies nicht geschah, lässt wie o. a. darauf schließen, dass die Arbeiten im Steinbruch ein überraschendes Ende fanden, sodass man alles „liegen und stehen ließ“ und das Weite suchte.

Auf Basis dieses Quaders sowie anderer im Steinbruch auffindbarer Maßzahlen hat der Autor ein fiktives Schnittbild (Abb. 21) gezeichnet.

Im Steinbruch befinden sich entlang den Endwänden noch einige teilweise bearbeitete Quader, die nur mehr durch Keilarbeit von der Sohle von der Endwand zu trennen gewesen wären. Im Beispiel **Abb. 34** ist so ein Rohling am Fuß der Endwand 2 gezeigt. Sehr deutlich kann man an der vorderen Längsseite die groben „routinemäßig“ hergestellten Schamrillen erkennen, und ebenso deutlich ist die unbearbeitete Störungsfläche evi-



**Abb. 33:** Das Halbfertigprodukt. Foto R. Konopasek, Oktober 2004 (siehe letzte Umschlagseite/U4).



**Abb. 32:** Sorgfältig bearbeiteter Schrammschlitz am Fuß der Wand 3. Foto R. Konopasek, Oktober 2004.

dent. In diesem spezifischen Falle dürfte die fehlende Weiterbearbeitung darauf zurückzuführen sein, dass die linke Schmalseite schräg abgebrochen ist. Dieses Abbrechen könnte vielleicht durch das senkrechte Abmeißeln von härteren Gesteinspartien verursacht worden sein. Wenn man nämlich im unteren Drittel der horizontalen Schamrillen nach links geht (**Abb. 34**), erkennt man senkrechte Meißelrippen, die bis zur Bruchfläche reichen. Vielleicht beließ man das Stück als Reserve für einen später anzufertigenden kürzeren Rohling für einen Auftrag, der dann nicht mehr kam. Generell hatte man auf der Sohle genügend Angriffspunkte für die Herstellung neuer Quader, sodass man solche Rohlinge, die qualitätsmäßig den Anforderungen des Auftraggebers nicht entsprachen, „vorderhand“ stehen ließ.

### Das „Kleine Heiligtum“

Im Abschnitt „Geografische Lage, Zufahrt“ wurde auf den Ort des „Kleinen Heiligtums“ hingewiesen. In **Abb. 35** ist skizzenhaft die aus dem Marmorabstich herausgemeißelte Felsnische dargestellt. Das mit Laub und





Abb. 34: Ein nicht gelöster Rohling am Fuße der Wand 2. An der vorderen Längsseite sind die „routinemäßigen“ Spitzschlägel-Schramrillen erkennbar. Linke Ecke abgebrochen. Foto R. Konopasek, Oktober 2004.

Gesteinsbrocken angefüllte Loch in der Nische zeigt der Schnitt A-A. Hierzu ist anzumerken, dass der Autor durch Sondieren mit einer Eisenstange bis in eine Tiefe von etwa 1,5 m unterhalb der Obergrenze der Laubfüllung keinen festen Boden finden konnte. Die präzise ausgearbeiteten Schramrillen lassen auf eine noch unbekannte Bedeutung dieser im Durchmesser etwa 2,6 m messenden Nische schließen. Die Schramrillen und ein Einschnitt sind in Abb. 36 deutlich zu sehen. Zum schrägen Einschnitt lässt sich vermuten, dass bei einer tiefergehenden Ausgrabung eine Fortsetzung dieser Linie und deren Bedeutung zu erkennen wäre. Nicht zu übersehen ist eine „Schlange“, die sich von rechts, durch die ausgemeißelte Nische hindurch bis an den linken Rand derselben hinzieht. Abb. 37 zeigt den deutlich erkennbaren Teil der „Schlange“ an der rechts von der Nische befindlichen Flanke. Auch wenn dieser Doppellinienzug eventuell als Ergebnis tektonischer Vorgänge gedeutet werden könnte (?), so ist doch der deutlich herausgearbeitete Wulst auffallend.

Aufgrund des Fehlens einer umfassenderen Freilegung dieses möglicherweise wichtigen Denkmals ist aber jede weitergehende Vermutung über dessen Bedeutung in den Bereich der Spekulation anzusiedeln.

## Ausblick

Die vorliegende Ausarbeitung stützt sich auf zahlreiche Literaturstellen, ist aber darüber hinaus bemüht, die bergtechnischen Hintergründe in den Vordergrund zu rücken. Der Autor hofft, mit dieser Arbeit einen Anstoß für weitere Untersuchungen dieser großartigen antiken Arbeitsstätte gegeben zu haben. Weitere Funde mögen Ergänzungen zu den bereits vorhandenen Erkenntnissen bringen – oder eine zur Zeit geltende Annahme zum Einsturz bringen. Nach Ansicht des Verfassers sollten die nachfolgenden Vorschläge für eine weitergehende Untersuchung des Komplexes „Spitzelofen“ Beachtung finden. Diese Auflistung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit:

1. Schutz der Weiheinschrift vor dem zerstörenden Einfluss von Atmosphärien und Wässern.

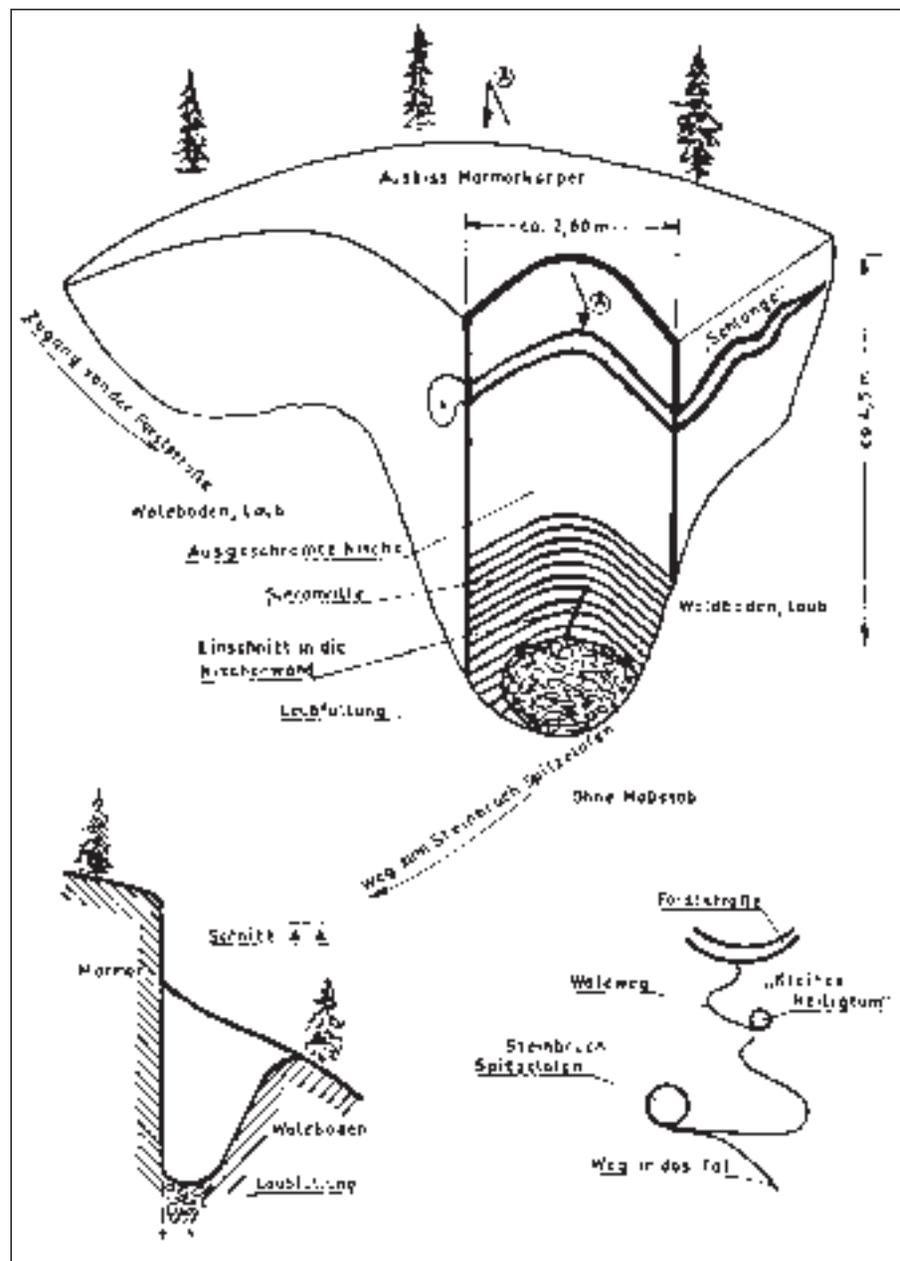


Abb. 35: Das „Kleine Heiligtum“. Skizze

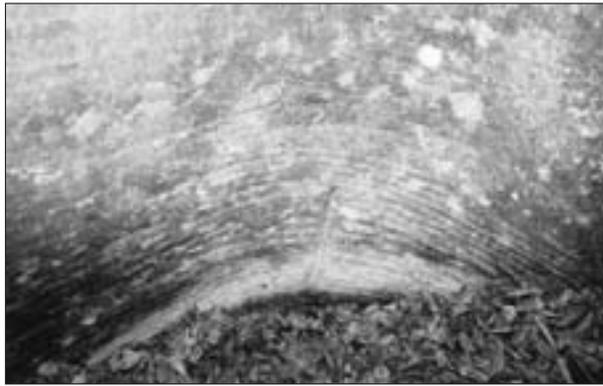


Abb. 36. Detail aus Abb. 35. Schramrillen und Einschnitt. Foto R. Konopasek, Oktober 2004.

2. Freilegung der derzeitigen Steinbruchsohle von Bewuchs und Schutt. Ausgrabung bis zur Endsohle aus römischer Zeit.
3. Anbringung von Wegweisern auf den Forststraßen und entlang der Waldwege von oben – sowie von unten (d. h. vom Tal ausgehend) nach oben – zum Steinbruch.
4. Suche nach- und Markierung des römischen Transportweges für die Halbfertigprodukte vom Steinbruch in das Tal.
5. Suche nach- und Ausmessung von Halbfertigprodukten, die zwischen dem Steinbruch und dem Tal im Wald verstreut liegen.
6. In der Umgebung des Steinbruches Suche nach Spuren von Kalkbrennöfen, Löschruben, Holzkohlenmeilern, Quellenfassungen usw.
7. Freilegung/Ausschachtung der mit Laub gefüllten Vertiefung vor dem „Kleinen Heiligtum“.
8. Über einen Plan der Wand 3 einen quadratischen Raster einzeichnen und in den jeweiligen Quadranten Eintragung der vorhandenen Zeichen, Buchstaben, besonderen Linien usw.; Versuch einer Deutung.

Vielleicht könnten diese Anregungen zur Anfertigung einschlägiger Diplomarbeiten führen.

Die Bearbeitung des vorliegenden Themas wurde durch Herrn em. Professor für Bergbaukunde Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. Günter B. L. FETTWEIS, Leoben, angeregt, den Herr Professor Dr.-Ing. Hans Jörg KÖSTLER, Fohnsdorf, vor längerer Zeit auf Spitzelofen hingewiesen hatte. Durch freundliches Entgegenkommen von Herrn Forstrat Dipl.-Ing. Christoph HABSBURG-LOTHRINGEN, St. Andrä im Lavanttal, wurde dem Autor die Besichtigung der in Spitzelofen gefundenen Eisenwerkzeuge aus römischer Zeit ermöglicht. Bei der Suche nach einschlägigen Literaturstellen war Herr Professor Dr.-Ing. Hans Jörg KÖSTLER dem Autor behilflich. Herr Univ.-Prof. Dr. Fritz v. LOCHNER, Graz, übersetzte die römische Weiheinschrift und erklärte die Herkunft des Namens Spitzelofen. Herr Professor Dr. Hans SCHICHO, Stiftsgymnasium Seckau, übersetzte die deutschsprachige Synopsis in die lateinische Sprache.

Ihnen allen gilt der tiefe Dank des Autors.



Abb. 37: Die deutlich erkennbare Schlange. Foto R. Konopasek, Mai 2005.

#### Verwendete Literatur

- Beck-Mannagetta, Peter. Der geologische Aufbau Österreichs. Die Koralpe. Springer Verlag. Wien, 1966.
- Bundesrepublik Österreich. Ausschnitte aus den geologischen Karten 188 und 205.
- Canadian Industries Limited. Blasters Handbook. Montreal, Quebec, 1964.
- Dolenz, Hans. Archäologische Mitteilungen aus Kärnten. Carinthia I, 145. Klagenfurt, 1955.
- Dynamit Nobel Ges.m.b.H. Sprengtechnische Ratschläge. Wien, 1986.
- Everett, Susanne. Geschichte der Sklaverei. Weltbild Verlag GmbH. Augsburg, 1998.
- Forbes, R. J. Studies in Ancient Technology. E. J. Brill. Leiden, 1966.
- freytag & berndt. Saualpe. Lavanttal. Koralpe. Region Schilcherheimat. Wander-, Rad- und Schitourenkarte WK 237. Wien, Laufzeit 12/2005.
- Fuchs, Manfred. Die k. k. Berghauptmannschaft Klagenfurt rettet den einzigartigen römischen Steinbruch Spitzelofen im Lavanttal. Die Kärntner Landsmannschaft, Heft 10/1985.
- Heilfurth, Gerhard. Der Bergbau und seine Kultur. Atlantis Verlag. Zürich, 1981.
- Höfling, Helmut. Römer, Sklaven, Gladiatoren. Der Spartakusaufstand. Carl Habel Verlag. Darmstadt, 1987.
- Jantsch, Franz. Antike Bodenforschung in Kärnten 1930. Carinthia I, 121. Klagenfurt, 1931.
- Kieslinger, Alois. Gesteinskunde für Hochbau und Plastik. Österreichischer Gewerbeverlag. Wien, 1951.
- Kieslinger, Alois. Die nutzbaren Gesteine Kärntens. Carinthia II, 17. Sonderheft. Verlag des Naturwissenschaftlichen Vereines für Kärnten. Klagenfurt, 1956.
- Kleindell, Walter. Die Chronik Österreichs. Chronik Verlag. Dortmund, 1984.
- v. Lochner, Fritz. Schreiben vom 20. 10. 2004.
- v. Lochner, Fritz. Schreiben vom 03. 11. 2004.
- Löwe, Gerhard und Stoll, Heinrich, Alexander. Lexikon der Antike. VMA – Verlag. Wiesbaden, 1997.

- López, Austin Alfredo. Zu den Grenzen wissenschaftlicher Untersuchungen. *Arqueología Mexicana*. Vol. VII, Num. 50. México. Noviembre – Diciembre 1999.
- Macaulay, David. Eine Stadt wie Rom. Artemis Verlag. Zürich und München, 1975.
- Markut, Harald. Die Geschichte der Gemeinde St. Georgen. Internet, 14.09.04.
- Müller, Harald und Schwaighofer, Bernd. Die römischen Steinbrüche in Kärnten. *Carinthia II*, Teil 2. Klagenfurt, 1999.
- Der Kleine Pauly. Lexikon der Antike. Band 5. dtv, München, 1979.
- Piccottini, Gernot. Archäologischer Atlas von Kärnten. Klagenfurt, 1989.
- Propyläen. Technikgeschichte 750 v. Chr. - 1.000 n. Chr.. Landbau und Handwerk. Verlag Ullstein. Frankfurt und Berlin, 1991.
- Rebrik, Boris, M. Geologie und Bergbau in der Antike. VEB Deutscher Verlag für Leipzig, 1987. Grundstoffindustrie.
- Resch-Rauter, Inge. Unser keltisches Erbe. Teletool Edition. Wien, 1998.
- Rom: Das unvergängliche Erbe der Cäsaren. Time-Life Bücher. Köln, 2001.
- Särchinger, Hellmuth. Geologie und Gesteinskunde. Volk und Wissen. Volkseigener Verlag, Berlin, 1955.
- Schicho, Hans. Übersetzung der Synopsis in die lateinische Sprache. Seckau, Februar 2006.
- Schütte, Gudmund. Der Römersteinbruch am Spitzelofen. XXXVIII. Jahresbericht des Stiftsgymnasiums der Benediktiner zu St. Paul (Kärnten) am Schlusse des Schuljahres 1922/23. Selbstverlag des Stiftsgymnasiums. St. Paul, 1923.
- Schumann, Walter. Der große Steine- und Mineralien-Führer. BLV Verlagsgesellschaft mbH. München, 1990.
- Vollmer's Wörterbuch der Mythologie. Hoffmann'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart, 1874.
- Walde, Elisabeth. Im herrlichen Glanze Roms. Die Bilderwelt der Römersteine in Österreich. W. Niederkircher. Innsbruck, 2005.
- (13) Markut, Harald. Internet.
- (14) Aus Fuchs, Manfred. S. 9.
- (15) Aus Särchinger, Hellmuth. S. 30.
- (16) Aus Kieslinger, Alois. S. 161 f.
- (17) Schumann, Walter. S. 324.
- (18) Aus Rebrik, Boris. S. 179.
- (19) Nach Walde, Elisabeth. S. 19.
- (20) Aus Müller, Harald und Schwaighofer, Bernd. S. 559 f.
- (21) Jantsch, Franz. S. 9.
- (22) Nach S.G., S. 4.
- (23) v. Lochner, Fritz. Schreiben vom 03. 11. 2004.
- (24) Aus Resch-Rauter, Inge. S. 478.
- (25) Nach S. G., S. 7 – 9.
- (26) Aus Fuchs, Manfred. S. 6 f.
- (27) Nach S. G., S. 6.
- (28) Müller, Harald und Schwaighofer, Bernd. S. 560.
- (29) Aus Fuchs, Manfred. S. 8.
- (30) Markut, Harald. Internet.
- (31) Nach S. G., S. 6.
- (32) Markut, Helmut. Internet.
- (33) Jantsch, Franz. S. 3.
- (34) v. Lochner, Fritz. Schreiben vom 20. 10. 2004.
- (35) Nach S. G., S. 6.
- (36) Markut, Helmut. Internet.
- (37) Markut, Helmut. Internet.
- (38) Aus Vollmer's Wörterbuch, S. 414.
- (39) Aus Löwe, Gerhard und Stoll, Heinrich Alexander. S. 338.
- (40) v. Lochner, Fritz. Schreiben vom 20. 10. 2004.
- (41) Sammlung der Gutsverwaltung Forstrat Dipl.-Ing. Christoph Habsburg-Lothringen (ehemals Schütte'sche Gutsverwaltung).
- (42) Aus Dolenz, Hans. S. 122 – 124.
- (43) Aus Kieslinger, Alois. S. 220.
- (44) Aus Heilfurt, Gerhard. S. 117.
- (45) Aus Kieslinger, Alois. S. 221.
- (46) Aus Heilfurth, Gerhard. S. 289.
- (47) Propyläen, Technikgeschichte. S. 262.
- (48) Aus Forbes, R. J., S. 199.
- (49) Der Kleine Pauly. S. 351.
- (50) Aus Höfling, Helmut. S. 152 und 176.
- (51) Nach Everett, Susanne. S. 21.
- (52) Kopiert aus Macaulay, David. S. 20.
- (53) Aus Piccottini, Gernot. S. 20.
- (54) Aus Blasters Handbook. S. 268.
- (55) Dynamit Nobel. Sprengtechnische Ratschläge. S. 39.

## Anmerkungen

- (1) Übersetzung der deutschsprachigen Synopsis in die lateinische Sprache durch Schicho, Hans.
- (2) Nach López, Austin. Frei übersetzt, S. 5.
- (3) Schütte, Gudmund (weiterhin S.G.). S. 6.
- (4) Nach S. G., S. 5.
- (5) Nach S. G., S. 9 f.
- (6) Nach S. G., Jantsch, Franz. S. 5.
- (7) Nach S. G., Müller, Harald und Schwaighofer, Bernd. S. 561.
- (8) Nach S. G., Aus Kleindl, Walter. S. 18 – 44. In Tabelle 1.
- (9) Nach S. G., Aus Piccottini, Gernot. S. 16 – 17. In Tabelle 1.
- (10) Rom, Das unvergängliche Erbe. S. 158 f. In Tabelle 1.
- (11) Aus Beck-Mannagetta. S. 388 f.
- (12) Müller, Harald und Schwaighofer, Bernd. S. 551.

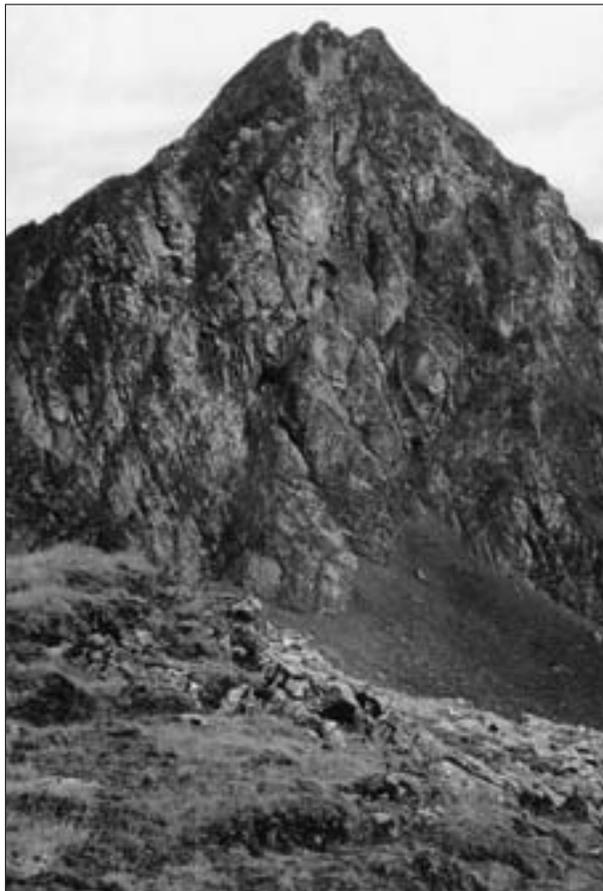
# Schladming – Ein bemerkenswertes hochalpines Bergbauggebiet

Alfred Weiß, Wien

Im nordwestlichen Teil der Steiermark erstreckt sich südlich der Enns, in den Niederen Tauern, auf einer Fläche von ca. 90 km<sup>2</sup> ein bemerkenswertes Bergbauggebiet; ein weiterer kleinerer Bergbaubereich liegt nördlich der Enns am Meislinger Berg, zwischen Mandling und Pichl. Verwaltungs- und Hüttenzentrum war die im Jahr 1322 gegründete Stadt Schladming.

In Seehöhen zwischen 900 und 2400 m (**Abb. 1**) treten zahlreiche Erzvorkommen auf, die fünf verschiedenen Typen zugeordnet werden können (1):

- Flächig ausgebildete, silberhaltigen Galenit führende Mineralisationen;
- an schichtige Serizitquarzite gebundene, Chalkopyrit und Fahlerz führende Mineralisationen;
- Linsig-schlierige Pyrit-Chalkopyrit-Derberze und Imprägnationen;
- an Überschiebungsbahnen gebundene Mineralisationen von Chalkopyrit, Fahlerz, Nickel-Kobalterzen und Arsenopyrit (**Abb. 2**);



*Abb. 1: Die Lungauer Seite der Zinkwand mit zahlreichen Stollenmundlöchern und Halden an ihrem Fuß, ein typisches Beispiel für den hochalpinen Bergbau im 18. Jahrhundert (Foto: A. Weiß, 2002).*

- an Scharungen von sulfiderzführenden Schwarzschieferlagen (Branden) mit steilstehenden, Fahlerz führenden Gängen gebundene Erzlineale mit Nickel- und Kobalterzen.

Die Begleitgesteine der Mineralisationen sind Gneise, Serizitphyllite und Serizitquarzite.

Die Nutzung der Erzvorkommen war durch sechs Jahrhunderte hindurch von großer wirtschaftlicher Bedeutung. Bei der Entwicklung des Bergbaus sind fünf Abschnitte zu unterscheiden:

- Eine spätmittelalterlich-frühneuzeitliche Bergbautätigkeit, die ausschließlich auf die Gewinnung von Kupfer und Silber gerichtet war;
- Frühkapitalistische Versuche zur Wiederbelebung des Bergbaus nach der Zerstörung der Stadt Schladming in den Bauernkriegen im Jahr 1525;
- Die Gewinnung von Kobalterzen neben silberhaltigen Kupfer- und Bleierzen und der Nutzung von Kieslagerstätten im 18. Jahrhundert;



*Abb. 2: Die Vetternscharte mit den Vetternbauen, die an einer Brandenzone angesetzt sind. In der Bildmitte der im 18. Jahrhundert zur Gewinnung von Kobalterzen angeschlagene Tippmannstollen (Foto: Toni Streicher, 2000).*

- Die Gewinnung von Nickelerzen sowie die Tätigkeit von Spekulanten im 19. Jahrhundert;
- Untersuchungsarbeiten, vor allem in der Zeit der beiden Weltkriege.

Die Bergbautätigkeit nahm zu Beginn des 14. Jahrhunderts ihren Anfang (Abb. 3) und erlebte bald eine rasche Aufwärtsentwicklung. Am 16. Juli 1408 erließ der Bergrichter Leonhart der Egkeltzain auf Grund eines Wahrspruches des Rates der Bürger und Knappen der Gemeinde Schladming den Schladminger Bergbrief, der als Weistum von europäischer Bedeutung in die Bergrechtsgeschichte einging. In diesem Bergbrief wurden von der freien Berggemeinde geübte Rechtsbräuche fixiert. Er bot eine für die damalige Zeit bemerkenswert vollständige Ordnung bergrechtlicher Materie, die auch auf kollidierende Unternehmensinteressen Rücksicht nahm (2).



*Abb. 3: Die „Oberen Giglerbaue“, ein Bergbaugesamt mit zahlreichen meist verschleppten Halden aus dem späten Mittelalter und dem 18. und 19. Jahrhundert (Foto: A. Weiß, 2000).*

Die Gewinnung und Verarbeitung von silberhältigen Kupfererzen sowie den zur Silbergewinnung benötigten Bleierzen erreichte zu Beginn des 16. Jahrhunderts einen ersten Höhepunkt. Im Jahr 1525 wurde Schladming, das damals ein Zentrum des evangelischen Glaubens war, im Verlauf eines Bauern- und Knappenaufstandes niedergebrannt. Die Bevölkerung wurde, soweit sie nicht zum katholischen Glauben übertrat, vertrieben. Sehr bald erkannte man diese Fehlentscheidung, die dem Landesfürsten gewaltige Verluste an Einnahmen brachte. Bereits im Jahr 1526 wurde der Ort wieder aufgebaut, er erhielt im Jahr 1529 das Marktrecht zurück. Den in Schladming ansässigen Gewerken fehlte das zum großzügigen Aufschluss der Erzvorkommen und zur Erneuerung der technischen Anlagen nach der Zerstörung nötige Geld. Der Schladminger Bürger und Gewerke Georg Vintzgold suchte unter landesfremden Gewerken und Handelsherren nach Geldgebern. Es gelang ihm offenbar, die Tiroler Gewerken Katzbeck von Katzenstein, die am Jenbacher Berg- und Schmelzwerk beteiligt waren, den führenden Gasteiner Gewerken Christoph Weitmoser und süddeutsche Unternehmer wie die Fugger und Andree Prandtmayers Erben aus Augsburg, Lukas Sitzinger und Paul Behaim aus Nürnberg und die Pernsteinersche Gewerkschaft für den Fortbetrieb der Bergbaue und Hütten zu interessieren (3).

Nach schweren Rückschlägen im 17. Jahrhundert trat ab dem ersten Drittel des 18. Jahrhunderts wieder ein Aufschwung des Bergbaus ein. Die Hauptrichtung der Wirtschaftspolitik und des dahinter stehenden Denkens war der Merkantilismus. Sein oberstes Ziel war die Entfaltung der Macht des Staates, wobei eine blühende Wirtschaft als Voraussetzung hierfür galt. Eine solche konnte sich nach der damals herrschenden Auffassung nur dort einstellen, wo der Staat mit lenkender Hand eingriff. Neue Gewerbezweige sollten heimische Rohstoffe verarbeiten und helfen, Importe zu verringern und Exporte zu steigern. Ein vorrangiges Ziel war die Vermehrung der Geldmenge im Lande, vor allem durch die Produktion von Edelmetallen. Auf diese Weise war es auch möglich, den Betrieb von Erzgruben und Hütten, die keinen Gewinn abwarfen, aufrecht zu halten. Darüber hinaus machte der steigende Bedarf an mineralischen Rohstoffen in zunehmendem Maße die Gewinnung auch ärmerer Vorkommen und vor allem die Suche nach neuen Vorkommen erforderlich (4).

Ab dem Jahr 1739 ließ der Staat im Sinne der oben genannten Maximen des Merkantilismus eine Bergwerks-erhebung durchführen, um den darniederliegenden Edelmetallbergbau zu beleben. Schließlich wurde im Jahr 1763 allgemein die Suche nach Erzen und Mineralien angeordnet und gleichzeitig eine Belohnung für Funde in Aussicht gestellt. Ermutigende Ergebnisse dadurch angeregter Schürfungen riefen Spekulanten auf den Plan, die sich zahlreiche Vorkommen sicherten. In weiterer Folge gründeten diese zur Geldbeschaffung Gewerkschaften und verkauften die Anteile an Interessenten aus oft einflussreichen und wohlhabenden Kreisen der Wiener Gesellschaft, die sich infolge ihrer Unkenntnis der Lage hohe Gewinne versprachen. Auch der Staat trat als Unternehmer bei der Gewinnung von Kobalterzen und der Nutzung von Kupfer- und Schwefelkiesvorkommen auf (5).

Im Zuge der Aufklärung fand schließlich auch die Wissenschaft Eingang in das Berg- und Hüttenwesen. Von der obersten Bergbehörde, der Hofkammer in Münz- und Bergwesen, wurde großzügig wissenschaftliche Literatur zur Weiterbildung der Bergbeamten angeschafft. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wirkten an höchster Stelle vorwiegend in Schemnitz ausgebildete Beamte, wie etwa Ignaz von Born, Carl Haidinger oder Franz Joseph Müller von Reichenstein, die sich intensiv mit dem Berg- und Hüttenwesen befassten. Sie waren auch um die Ausbildung von Beamten an der Basis besorgt und förderten den Erfahrungsaustausch durch häufige Versetzungen. Nach Schladming berufene Fachleute – sie wirkten sowohl bei der Berggerichtssubstitution als auch bei der „k.k. Kobald-Bauinspektion“ – fanden bei der Neuerkundung verlassener Bergbaubereiche, der Scheidung von Kobalterzen und im Hüttenwesen ein reiches Betätigungsfeld. Durch ihr Wirken wurde Schladming neuerlich zu einem montanistischen Zentrum der Alpenländer (6).

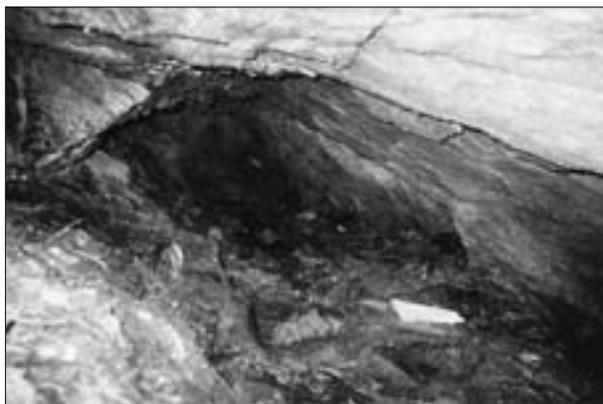
Im 19. Jahrhundert wurden im Auftrag des Wiener Hofrates Johann Rudolf Ritter von Gersdorff sowie sei-

ner Erben aus Rücklässen Nickelerze gewonnen und zu Würfelnickel als Grundstoff für die Erzeugung von Alpacca verarbeitet (7). Mit dem Auslaufen des Bergbaus auf Nickelerze im Jahr 1870 fand die fast 600-jährige Erzgewinnung im Raum Schladming ein Ende. In den folgenden Jahrzehnten waren einige Lagerstätten Gegenstand von Spekulationen (8).

Während des Ersten Weltkrieges wurden einige Vorkommen mit bescheidenen Mitteln neuerlich untersucht. In der Zeit des Zweiten Weltkrieges ließ die Reichsstelle für Bodenforschung einige der alten Gruben gewältigen und anstehende Lagerstättenbereiche untersuchen; die im Zuge dieser Arbeiten festgestellten Lagerstättenvorräte erwiesen sich jedoch für eine Wiederaufnahme der Gewinnungstätigkeit als zu gering (9).

In der ersten Periode der Bergbautätigkeit wurden die Lagerstätten von ihren Ausbissen aus in das Gebirge hinein verfolgt. Es entstanden so ausgedehnte Tagverhaue wie etwa in den Felswänden oberhalb der Holdalm in Bromriesen (**Abb. 4**). Erst in der folgenden Periode, die durch die Tätigkeit frühkapitalistischer Unternehmer gekennzeichnet ist, erfolgte der planmäßige Aufschluss der in den steilen Berghängen ausbeißenden Lagerstätten durch Stollen, die in den unterhalb der Waldgrenze und auch knapp darüber gelegenen Bereichen durch Feuersetzen, in den höheren Bereichen in Schlägel- und Eisenarbeit vorgetrieben wurden. Die Wasserlösung erfolgte über die Stollen, die in Folge des steilen Geländes große Höhen einbrachten (**Abb. 5**). Schwierigkeiten bereitete die Wetterlösung in den Gruben, in welchen auch die Gewinnung durch Feuersetzen erfolgte, hier war die Herstellung von oft sehr hohen Aufbrüchen in Schlägel- und Eisenarbeit erforderlich, wie etwa beim Bergbau Bromriesen (10).

Im hochalpinen Schladminger Bergbaugesamt waren zum Betrieb der Bergbaue keine großartigen maschinellen Anlagen erforderlich. Großen Aufwand erforderten jedoch der Antransport von Material wie Gruben- und Brennholz und Lebensmitteln für die oft sehr zahlreiche Belegschaft, der Abtransport der gewonnenen Erze und schließlich die Sicherung der Zugänge zu Gruben und Berghäusern gegen Lawinen.



**Abb. 4:** *Mittelalterlicher Tagverhau, in einen durch Feuer-setzarbeit vorgetriebenen Stollen übergehend. Bromriesen, südwestlich des Annastollens (Foto: A. Weiß, 2005).*



**Abb. 5:** *Durch Feuer-setzarbeit vorgetriebene Stollen zur Unter-fahrung einer Erzlinse und zur Wasserlösung. Brom-riesen, südwestlich des Annastollens (Foto: A. Weiß, 2005).*

Zur Unterbringung der Knappen und zur Lagerung von Material wurden in der Nähe der Stollen Häuser aus Stein errichtet, die beheizt werden konnten. In ihnen waren die Quartiere und Aufenthaltsräume für die Knappen eingerichtet. Berg-, Knappen- oder Herrenhäuser sind nur noch als Ruinen erhalten geblieben, etwa im Knappenkar, im Vetterkar oder in Bromriesen. Ruinen von Betriebsanlagen wie Scheidehütten, Magazine und Ställe sowie Knappenwohnungen finden sich im Eiskar und in Roßblei, bei den Unteren Giglerbauen oder den Mittleren Giglerbauen. Im Bereich der Giglachalm ist ein aus Stein erbautes Knappendorf, allerdings in ruinösem Zustand erhalten geblieben. Einige der Häuser werden heute noch als Sennhütten weiter verwendet (11).

Reste von im 18. Jahrhundert errichteten Aufbereitungsanlagen, in Form von Pochwerkshalden sind im Vetterkar (**Abb. 6**) und am Abfluss des Giglachsees zu erkennen. Im Bereich des „Brandls“ im Eschachtal sind bescheidene Reste eines Pochwerkes noch zu erkennen (**Abb. 7**). Reste des aerarischen Pochwerkes im Obertal, im Bereich des Eschachbaches, wurden erst Ende der fünfziger Jahre des 20. Jahrhunderts anlässlich des Neubaus des Gasthofes Alpengold geschleift. Zahlreich sind die oft mittelalterlichen Ausschlagplätze, auf denen nicht selten noch Klopffsteine vorhanden sind; schützenswert erscheinen Bereiche bei den Unteren Giglachbauen und in Bromriesen, letztere wurden in jüngster Zeit einer eingehenden Untersuchung zur Rekonstruktion der alten Aufbereitungsmethoden unterzogen (**Abb. 8**).

Die Standorte der Kupfer- und Silberhütten sind heute nur noch an Hand von Schlackenfundten zu lokalisieren, etwa



**Abb. 6:** Pochwerkhalde im Vettertkar (Foto: A. Weiß, 2000).

im Stadtgebiet von Schladming östlich des Talbaches, in der Weitgassau oder im Bereich von Pichl am nördlichen Ufer der Enns. An die Zeit des Nickelbergbaues erinnert ein Krummofen zum Erschmelzen von Nickelspeise, der samt den Resten von Nebengebäuden in aufwendiger Weise konserviert wurde (**Abb. 9** und **Abb. 10**).

Im Bereich der Salzburger Seite der Zinkwand ist im sogenannten „Schmiedestollen“ eine Bergschmiede erhalten geblieben. Noch vor wenigen Jahren erhaltene Ein-



**Abb. 7:** Reste einer Pochwerksanlage im „Brandl“. Eschachtal (Foto: A. Weiß, 2000).



**Abb. 8:** Mittelalterliche Aufbereitungshalde. Die klassierten „Ausschlagberge“ enthalten noch reichlich feinverteilt eingesprengten Bleiglanz, der durch Handsortierung nicht zu Gute gebracht werden konnte. Bromriesen nordwestlich des Annastollens (Foto: A. Weiß, 2005).

richtungsgegenstände wie etwa der Blasebalg, wurden trotz der schweren Zugänglichkeit von „Interessenten“ abtransportiert und sind seither verschollen (12).



**Abb. 9:** Krummofen zur Herstellung von Nickelspeise, erbaut um 1840, heute Nickelmuseum. Im rechten Bildteil, teilweise vom Zaun verdeckt, das Röstbett. Hopfriesen (Foto: A. Weiß, 2005).



**Abb. 10:** Röstbett zum Rösten von Nickelerzen. Hopfriesen (Foto: A. Weiß, 2005).

Die Zugänge zu den Stollen und den Berghäusern mussten lawinensicher gestaltet werden. Dies geschah durch sogenannte Schneekragen, parallel laufende Trockenmauern, die mit Pfosten und Steinen abgedeckt wurden (**Abb. 11** und **Abb. 12**). Bemerkenswerte Beispiele dieser hochalpinen Spezialität sind im Bereich der Salzburger Seite der Zinkwand oder auch im Vettertkar erhalten geblieben (13). Der Schneekragen zwischen dem Berghaus und den Stollen im Bereich der Salzburger Seite der Zinkwand weist die beachtliche Länge von 200 m auf (**Abb. 13**).

Zum Transport der Erze hochgelegener Gruben zu den Hütten und den ab dem 18. Jahrhundert im Tal errichteten Aufbereitungen kam eine im Alpenraum verbreitete Transportmethode, der Sackzug, zur Anwendung. Das Wesen des Sackzuges bestand darin, dass die zu transportierenden Erze in Säcke gefüllt und in diesen über eine Schneebahn zu Tal gebracht wurden. Die Arbeit des Sackziehens beeindruckte sowohl Fachleute als auch Laien; entsprechend zahlreich sind die Beschreibungen des Verfahrens, das G. Agricola im 16. Jahrhundert, wohl nicht ganz richtig verstanden hatte, bis zu Schilderungen von Reiseschriftstellern des ausgehenden Biedermeiers reichen.



*Abb. 11: Schneekragen auf der Lungauer Seite der Zinkwand. Über dem linken Ende die Ruine eines Berghauses (Foto: A. Weiß, 2005).*

Nach H. Aigner wurde der Sackzug von der Zinkwand bzw. von der Vetternspitze mit nur zwei Säcken, die über einen durchlaufenden Strick verbunden waren, durchgeführt. Die 90 bis 120 Pfund (45 bis 60 kg) Erz fassenden Säcke bestanden aus grobem Leinen und waren in eine „rohe Schweinshaut“ eingebunden. Der Sackzieher saß vor den Säcken auf einem schlittenartig gestalteten Brett und bremste den Zug mit einem stark armierten Stock, um den er den Strick, der als „Bundstrick“ bezeichnet, wickelte. Mit diesem Sackzug wurden etwa die Erze von den Bergbauen in der Zinkwand bis in den Bereich der heutigen Kainbrechthütte, an deren Stelle ein Berghaus mit einer „Erzkaue“ stand, transportiert. Die geleerten Säcke wurden samt den Häuten zum Stollen zurückgetragen und neu gefüllt. Jede Auf- und Abfahrt wurde als Hitze bezeichnet. Im Bereich der Zinkwand wurden in sechs Stunden fünf, im Bereich der Vetternspitze sieben Hitzten durchgeführt (14). Die Sackzugwege wurden mit möglichst gleichem Gefälle angelegt und mit dem Eintreten der ersten Schneefälle präpariert. Trassen sind an der Nordseite der Zinkwand und im Duisitzkar erhalten geblieben (15). Das Heimatmuseum in Schladming und das Landschaftsmuseum in Trautenfels im Ennstal verwahren als Sachzeugen lederne Übersäcke. Die Knappen bedienten sich der sogenannten Knappenrössel, kleiner schindelartiger Schlitten zum Abfahren über schneebedeckte Steilhänge.

Die durch Jahrhunderte währende Bergbau- und Hütentätigkeit hat somit im Gelände zahlreiche montan- und technikhistorisch interessante Spuren wie Verhaue,



*Abb. 12: Ruine eines Berghauses im Vettertkar. Ein Schneekragen sicherte den Zugang zu einer Quelle (Foto: A. Weiß, 2000).*

Stollen, Halden, Gebäudereste u.s.w. hinterlassen, die in einmaliger Weise und Dichte die im alpinen Erzbergbau angewandte Bergtechnik dokumentieren. Die durch die alten Bergbaue aufgeschlossenen Lagerstätten sind als Geodenkmale zu betrachten.

Die zahlreichen alten Bergbaubereiche stellen mit ihren zum Teil seit dem Mittelalter unverändert gebliebenen Sachzeugen in ihrer Gesamtheit ein einzigartiges Denkmal des hochalpinen Bergbaus und dessen Technik dar. Darüber hinaus geben die durch alte Gruben und Verhaue geschaffenen Aufschlüsse guten Einblick in die Lagerstättenverhältnisse. Das wohl bedeutendste „Geotop“ stellt hierbei die Salzburger Seite der Zinkwand mit den deutlich erkennbaren Branden und den sie querenden, Fahlerz führenden Gängen dar. Bereits im Jahr 1785 berichtete der vom alpinen Bergbau beeindruckte Arzt, Naturforscher und Montanist Belsazar Hacquet (16): „...Von dem See wandten wir uns Nordost zu einem prallichten (steil ansteigend, felsig A.W.) Gebirge, von ein paar Stunden weit sahe ich eine gelbe Linie, die quer über einen Berg hielt; als ich darum fragte, wurde mir zur größten Verwunderung gesagt, daß es ein Erzgang sey, worauf man baue. Schon lange gieng bei mir der Wunsch, ohne Zweifel wie bei tausend anderen, einmal einen Berg gespalten zu sehen, um einen Erzgang am Tage zu erblicken. Nun hier war mein Wunsch erfüllt, da ich ihn in seinem Streichen abnehmen konnte. Bevor ich zu dem erwähnten Berg kam, welchen man die Zinkwand nennt, und reiche Koboltgänge einschließt, fand ich unter der Steinart Schörl, Basalt und



**Abb. 13: Schneekragen auf der Lungauer Seite der Zinkwand (Foto: A. Weiß, 2005).**

Hornblende; alles in Felsschiefer gemengt. Mit dem Ansteigen gegen den Bau war alles Schiefer und Granit; ich erreichte, bevor ich zur Grube kam ein kleines Scheid- und Pochhaus, worinn die Bergart von dem Erze abgesondert wurde. Bey dieser Arbeit müssen die Arbeiter ungemein viele Vorsicht brauchen, den Staub der Erze von den Zeugungstheilen abzuhalten, um nicht mit unleidlichen Geschwüren geplagt zu seyn. ... Da ich nun näher zu dem Berg Zinkwand kam, so sahe ich von weitem ein paar Oefnungen, aus welchen Leute herauskamen, die hinauf und herunter stiegen; da ich sie an einer senkrechten Wand gehen sahe, und stets die Schuh von solchen sehen konnte, so war mir nicht begreiflich, wie es geschehe, daß sie nicht herabstürzten. In während dieser Betrachtung erreichten wir ziemlich abgemattet das Knappenhaus, nachdem wir einige Zeitlang im Schnee gewaden hatten. ... Stelle man sich eine senkrechte Wand vor, in welche man einen anderthalb Schuh breiten Weg in dem Felsen mit 30 bis 40 und mehr Grad Ansteigen ausgehauen hatte, wie schwer und gefährlich es ist für einen Menschen darauf zu wandern. Da es nun nicht möglich war, mit dem beständigen Anstoßen an der Wand nicht herunter zu fallen, so hat man zum Anhalten ein starkes Seil gespannt ...“ (**Abb. 14**).

Die alten Bergbaugebiete wurden entsprechend der bisherigen Nutzung im Rahmen einer Wald- und Almwirtschaft abgesichert. Zur Zeit versucht der Verfasser, zahlreiche unbekanntete Stollen und Abbaubereiche karten-

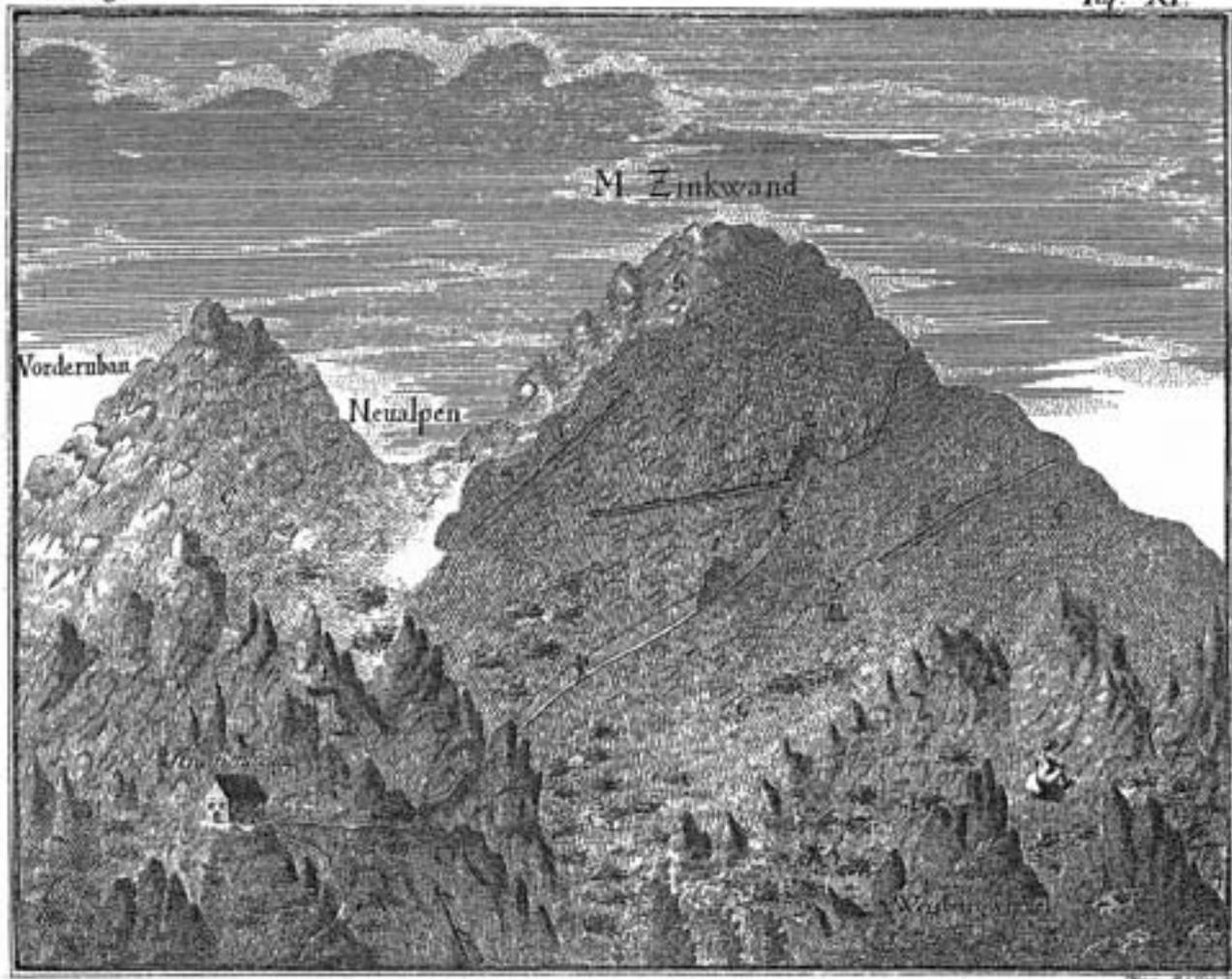
mäßig zu erfassen und an Hand von Archivunterlagen zu identifizieren (17). Darüber hinaus werden auch die vorhandenen Reste technischer Anlagen dokumentiert.

Wiederholt wurde die Sinnhaftigkeit einer Unterschutzstellung des alten Bergbaugebietes in kleinem Kreise diskutiert. Derzeit wird das Gebiet zur Viehwirtschaft, zur Holzwirtschaft, zur Jagd und für den Fremdenverkehr als Wandergebiet genutzt. Nicht ganz zu Unrecht befürchten die heutigen Nutzer weitere Teile des hochalpinen Geländes im Falle einer Unterschutzstellung Einschränkungen, wie dies bei anderen Anlässen geschehen ist. Auch eine Zunahme der Begehung abseits von den Wanderwegen liegender Weiden und Jagdgebiete im Rahmen des zunehmenden Fremdenverkehrs durch Ortsfremde wird kritisch betrachtet.

Problematisch ist der Besuch durch Ortsfremde, vor allem durch Mineraliensammler und historisch Interessierte, die in Hoffnung auf reiche Funde in die Stollensysteme eindringen. Dies führt oft zur Zerstörung wertvoller Arbeitsspuren. Durch die Schaffung von neuen Zutrittsmöglichkeiten durch den genannten Personenkreis wird oft erheblicher Schaden angerichtet. Eine wirksame Überwachung erscheint in dem unwegsamen Gelände nahezu unmöglich.

#### **Anmerkungen:**

- (1) PAAR, W. H.: Polymetallischer Erzbezirk Schladming, in: WEBER, L. (Hrsg.): Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs (=Archiv für Lagerstättenforschung, 19), S. 302-304, Wien 1997.
- (2) BISCHOFF, F.: Der Schladminger Bergbrief, in: Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins, 22, S. 218-234, Wien 1891. KUNNERT, H.: Der Schladminger Bergbrief, in: Der Anschnitt, 13/2, S. 3-9, Bochum 1961. KUNNERT, H.: Der Schladminger Bergbrief als europäisches Dokument, in: Der Bergmann Der Hüttenmann. Gestalter der Steiermark, Katalog der 4. Landesausstellung 1968, S. 272-277, Graz 1968.
- (3) PROBSZT, G.: Österreichische Münz- und Geldgeschichte von den Anfängen bis 1918, 2. Auflage, S. 174, Wien-Köln-Graz 1983. TREMEL, F.: Der Frühkapitalismus in Innerösterreich, S. 72-74, Graz 1954. WEISS, A.: Bergbau in der Gemeinde Rohrmoos-Untertal, in: Chronik der Gemeinde Rohrmoos-Untertal, Rohrmoos-Untertal 2005 a, (im Druck).
- (4) SUHLING, L.: Aufschließen, Gewinnen und Fördern. Geschichte des Bergbaus, S. 173-175, Reinbek bei Hamburg 1983. TREMEL, F.: Wirtschafts- und Sozialgeschichte Österreichs, S. 258-260, Wien 1969. WEISS, A.: Das k.k. Montanwesen in der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts, in: Über Ignaz von Born und die Societät der Bergbaukunde (=Veröffentlichungen der Kommission für Geschichte der Mathematik, Naturwissenschaften und Medizin, 49), S. 59-66, Wien 1989.
- (5) WEISS, A.: Schladming, ein Zentrum der Montantechnologie im 18. Jahrhundert, In: Katalog zur Ausstellung Schladming ein Zentrum der Montantechnologie im 18. Jahrhundert, Schladming 2005 b.
- (6) LEHMANN, D. J. G.: Cadmiologia, oder Geschichte des Farben=Kobolds nach seinen Nahmen, Arten, Lagerstätten, darbey brechenden Metallen, Mineralien, Erzten und Steinen, wie auch dessen Verhältnis nach der Prober=Kunst, dessen Gebrauch und anderen dabey vorfallenden Umständen; Nebst Beschreibung derer darzu gehörigen Oefen, Maschinen und Arbeiten, theils aus andern Schriften, größtentheils aber aus eigener Erfahrung und sorgfältig angestellten Versuchen und Wahrnehmungen zusam-



**Abb. 14: Die Zinkwand. Darstellung der Branden und des durch ein Seil gesicherten Weges zu den Stollen. Im linken Bildteil das Knappenhaus und der durch eine Doppellinie angedeutete Schneekragen, vergleiche auch die Abbildungen 1, 11, 12 und 13 (nach einem Kupferstich aus B. Hacquet: *Physikalisch-Politische Reise aus den Dinarischen durch die Julischen, Carnischen, Rätischen in die Norischen Alpen*, 2, Leipzig 1785).**

- men getragen, und mit denen nöthigen Kupfern erläutert, I. Königsberg 1761, II, Königsberg und Leipzig 1766. HENKEL, J. F.: *Pyritologia oder Kieshistorie als des vornehmsten Minerals, nach dessen Namen, Arten, Lagerstätten, Ursprung, Eisen, Kupfer, unmetallischer Erde, Schwefel, Arsenic, Silber, Gold, einfachen Theilgen, Vitriol und Schmelznutzung, Aus Sammlung, Grubenbefahrung, Briefwechsel, und Chymischer Untersuchung, Mit Physikalisch=Chymischen Entdeckungen und Kupfern ....* Neue verbesserte Ausgabe, Leipzig 1754. BEYER, A.: *Gründlicher Unterricht vom Berg-Bau, nach Anleitung der Markscheider-Kunst. Worinnen gewiesen wird, wie die Gebürge und darinnen streichenden Gänge, Klüf und Flöze zu untersuchen und zu beurteilen, und wie Schächte und Gruben-Gebäude mit Nutzen anzustellen.* Schneeberg 1749.
- (7) WEISS, A.: Zur Gewinnung und Verarbeitung von Kobalt- und Nickelerzen in der Steiermark im 18. und 19. Jahrhundert, in: *res montanarum*, 30, S. 10-18, Leoben 2003.
- (8) WEISS, A.: A.a.O., 2005 a.
- (9) FRIEDRICH, O. M.: Monographie der Erzlagerstätten bei Schladming, in: *Archiv für Lagerstättenforschung in den Ostalpen*, 5, S. 80-130, Leoben 1967. FRIEDRICH, O. M.: Monographie der Erzlagerstätten bei Schladming. II. Teil, in: *Archiv für Lagerstättenforschung in den Ostalpen*, 9, S. 107-130, Leoben 1969. FRIEDRICH, O. M.: Monographie der Erzlagerstätten bei Schladming. III. Teil, in: *Archiv für Lagerstättenforschung in den Ostalpen*, 15, S. 1-134, Leoben 1975. FRIEDRICH, O. M.: Kurzbericht über die Vererzung der Schladminger Tauern, in: *Archiv für Lagerstättenforschung in den Ostalpen*, 15, S. 117-127, Leoben 1975.
- (10) DOLSAK, W. & WEISS, A.: Planung eines Schaubergwerkes am Beispiel des ehemaligen Erzbergbaues Bromriesen, in: 4. Altbergbau-Kolloquium 4. bis 6. November 2004 in Leoben, S. 413-425, Essen 2004.
- (11) FRIEDRICH, O. M.: A.a.O., S. 85, 1967; FRIEDRICH, O. M.: A.a.O., S. 108-109, 1969; STIPPERGER, W.: *Almanach des steirischen Berg- und Hüttenwesens (= Mitteilungen des Museums für Bergbau, Geologie und Technik am Landesmuseum „Joanneum“ Graz, 28)*, Bildtafeln, Graz 1968.
- (12) STIPPERGER, W.: A.a.O., Bildtafeln, Graz 1968.
- (13) FRIEDRICH, O. M.: A.a.O., S. 85, 1967; WEISS, A.: A.a.O., 2005.
- (14) AIGNER, H.: Die Nickelgruben nächst Schladming in der Obersteiermark, in: *Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der k. k. Montan-Lehranstalten zu Leoben und Příbram und der k. k. Schemnitzer-Bergakademie*, IX, S. 275, Wien 1860).
- (15) FRIEDRICH, O. M.: A.a.O., S. 98, 1967.
- (16) HACQUET, B.: *Physikalisch-Politische Reise aus den Dinarischen durch die Julischen, Carnischen, Rätischen in die Norischen Alpen.* - 2, S. 181-188, Leipzig 1785.
- (17) WEISS, A.: Die Beurteilung von Altbergbauen im hochalpinen Gelände an Hand von Archivunterlagen am Beispiel Schladming, in: 4. Altbergbau-Kolloquium 4. bis 6. November 2004 Leoben, S. 139-145, Leoben 2004.

## *bod-gser* – Gold im alten Tibet

Günther Jontes, Leoben

*Die Abbildungen zu diesem Beitrag befinden sich auf der dritten Umschlagseite (U3).*

Tibet zählt gewiss nicht zu den großen Goldregionen der Erde, wie sie Südafrika, Sibirien oder Nordamerika darstellen. Und doch fällt im Hochland jenseits des Himalaya auf, dass auch nach außen hin Gold (tib. gser) optisch vieles prägt. Häufig sind die Dächer der Klöster und Tempel mit reich vergoldeten Aufbauten versehen, die in der kargen und wie tot wirkenden Landschaft unter schneebedeckten Gipfeln schon aus der Ferne glänzen und auf die frühen europäischen Reisenden - Missionare, Forscher und Militärs – einen großen Eindruck machten, etwa wenn sie nach unendlichen Mühen sich Lhasa, der mythenumspunnenen Hauptstadt des lange verschlossenen Reiches näherten. Etwas von dieser Wirkung des Goldes im Zusammenhang mit Architektur wird in der Schilderung des deutschen Forschers Ernst Schäfer spürbar, der 1938 die Erlaubnis erhielt, bis in dieses Herz des Schneelandes vorzustoßen:

*Da wächst sonnenfunkelnd auf hochwuchtem Felsen das Wahrzeichen Lhasas, der Potala, der wunderbare, der goldstrotzende Palast der Gottkönige von Tibet aus blaudunstverschleierter Ebene empor. (1)*

Wohl drang die Kunde reicher Goldvorkommen und von sagenhaften Goldschätzen tibetischer Klöster schon früh bis in den Westen, weckte aber nicht die Goldgier in dem Maße, wie sie in der frühen Neuzeit zur Zerstörung ganzer Hochkulturen in Mittel und Südamerika geführt hatte. Das Reich, dem zeitweise sogar das China der Tang-Zeit tributpflichtig gewesen war, hatte sich später in Abhängigkeit fremder Nachbarn wie der Mongolen begeben und seine Souveränität stückweise an das kaiserliche China verloren, ein Verlust, der nur dadurch gemildert wurde, dass die geographischen und klimatischen Verhältnisse des riesigen Territoriums eine Eroberung, Besetzung und vollständige Beherrschung nicht erlaubten. Auch die geopolitischen und wirtschaftlichen Ambitionen Englands, das sich von Indien aus einen willfähigen Satelliten schaffen wollte, schlugen fehl und ergaben nur das Recht einer Handelsniederlassung in Gyantse weit weg von der Hauptstadt Lhasa. Eine noch strengere Abschließung nach der britischen Militärexpedition von 1905 war die Folge. Das Weitere an Schicksalen Tibets, das im Chinesischen *Xizang* „Westliches Schatzhaus“ genannt wird, darf als bekannt vorausgesetzt werden.

Tibet war bereits im 7. Jahrhundert n. Chr. von Nepal und China her mit dem Buddhismus vertraut geworden. Hier verschmolz er durch theologische Spekulation und volksfromme Praxis mit der vorgehenden, schamanistisch und animistisch bestimmten Religion des Bön zu

einer neuen Variante des Buddhismus, zum stark magisch bestimmten Vajrayâna, dem „Weg des Donnerkeils“.

Gold hat einen besonderen Glanz, der nicht der strahlenden Sonne bedarf, weil es diesen Schimmer aus sich selbst heraus zu besitzen scheint. Es gilt aber als Symbol der Sonne, des Lichts, der Reinheit und damit des Göttlichen schlechthin. In der buddhistischen Ikonographie hat der historische Buddha Shakyamuni nicht von ungefähr eine goldene Hautfarbe. Gold verändert sich nicht, setzt nicht Rost an, löst sich unter natürlichen Bedingungen nicht auf, vermittelt den Anschein von Ewigkeit. Es ist selten, daher kostbar und teuer und bestimmt von Alters her deshalb Währung und Wirtschaft, verkörpert materiellen Reichtum. (2)

Man schätzt, dass die Menschheit von Anbeginn an etwa 150.000 t Gold der Natur abgerungen hat, davon in der Antike etwa 10.000 t. Die gegenwärtige Jahresproduktion beträgt weltweit cirka 1500 t. Im Vergleich zu anderen Metallen ist sein Anteil als Werkstoff in der menschlichen Kultur sehr gering und wegen seiner physikalisch-chemischen Eigenschaften eng begrenzt. Gold ist sehr weich und dehnbar, was auch die Herstellung des unendlich dünnen Blattgoldes ermöglicht. Seine geringe Härte von 2,5 bis 3,0 nach Mohs lässt es für Gebrauchsgegenstände unbrauchbar erscheinen. Man kann annehmen, dass Gold deswegen in urgeschichtlichen Epochen schon in seinem Charakter für sakrale Zwecke gedient hat. Es lässt sich durch Kaltschmieden, Treiben, Bohren und Ziselieren formen, sonst nur durch Gießen. Härten kann man es nur durch Legieren, etwa mit Silber oder Kupfer. Sein Schmelzpunkt liegt bei 1063° C.

Gold ist mit einem spezifischen Gewicht von 19,32 g/cm<sup>3</sup> fast dreimal so schwer wie Eisen, ein Phänomen, das auch schon früh zu seinem besonderen Wert beigetragen haben muss. Eine 1 kg schwere Kugel aus reinem Gold hat einen Durchmesser von nur 46 mm! Es ist ein Edelmetall, d.h. dass es die Luft, Gase, Säuren und Basen nicht in chemische Verbindungen zwingen können. Auch das führte zum Symbol für das Ewige hin. Nur eine Erfindung des Westens, das „Königswasser“ – eine Mischung aus Salzsäure und Salpetersäure – vermag es zu zersetzen. Löslich ist es nur in Quecksilber und in Cyaniden, in Materien also, die die Manipulation von Gold in Gewinnung und Verarbeitung so lebens- und umweltbedrohend gefährlich machen.

Unter den Formen, in denen Gold in der Natur vorkommt, hat das Berggold die größte Bedeutung. Es ist in der Regel sehr fein im Gestein verteilt, im Durchschnitt mit 0,005 g pro t. Oft findet es sich auch gemeinsam mit Pyrit, Arsenkies und Silber vergesellschaftet. In seiner

begehrenswertesten Gestalt bildet es Adern und Gänge im Begleitgestein und wird bergbaumäßig gewonnen. In Tibet spielte es aus Gründen keine Rolle, die noch zu erläutern sein werden. Seifengold hingegen ist Gold aus sekundären Lagerstätten und wurde durch Verwitterung oder Zerstörung der ursprünglichen Lagerstätten freigesetzt und durch Wasser abtransportiert. Seine Ablagerung an bestimmten Stellen von Wasserläufen ist auf den Grad seiner Zerkleinerung und das hohe spezifische Gewicht zurückzuführen. Letzteres hat der Mensch bei der Aufbereitung von goldführenden Sanden auch schon früh ausgenutzt. Die Sage vom Goldenen Vlies der Argonauten geht darauf zurück und seit Georgius Agricolas „De re metallica libri XII – Zwölf Bücher vom Bergbau“ (1556) sind wir in Wort und Bild über die frühen höheren Technologien der Goldgewinnung aus Seifen unterrichtet. Pfannen, Schüsseln und Saxen sind die Hilfsmittel des Goldwäschers. Auf diese Weise gewinnt man Goldstaub und größere Körner, die Nuggets.

Im klassischen Tibet war die Goldgewinnung auf diese Technik beschränkt. Die früheste genauere Beschreibung (3) verdanken wir dem italienischen Jesuiten Ippolito Desideri, der sich in Tibet 1712-1727 aufhielt:

*In der Provinz Kham gibt es Gold und Silber von hoher Güte. Gold wird allerdings überall in Tibet gefunden, aber es gibt keine Bergwerke wie in anderen Ländern. Die Leute trennen es nur auf folgende Weise von Erde und Sand. An den Flüssen bewegen die Tibeter mit großem Aufwand mächtige Felsblöcke von der Stelle und graben die Erde und den Sand darunter auf und werfen alles in ein Gerinne. Nachdem sie in dieses große quadratische Rasenziegel gelegt haben, gießen sie viel Wasser darauf, das im Hinunterrinnen die Erde, den gröberen Sand und die kleinen Steine mitschwemmt. Das Gold und der feine Sand werden vom Gras der Rasenziegel aufgefangen. Diese wäscht man immer wieder durch, bis nichts mehr zurückbleibt. Das Gold ist gewöhnlich wie Sand und nicht in Gestalt von Goldklumpen. Meist wird es im ebenen Gelände am Fuß von Bergen gefunden, denn der Regen wäscht die Erde aus und mit ihr das Gold. Es steht fest, dass die Tibeter sehr viel Gold finden würden, wenn sie in diesen unfruchtbaren, wüsten Bergen Bergwerke abzuteufen verstünden. Jedermann kann nach Gold graben, nachdem er vom Gouverneur des Distrikts eine Bewilligung eingeholt hat. Diesem muss ein kleine Menge des gefundenen Goldes abgeliefert werden.*

Der Engländer Robert Saunders, der 1783 Tibet bereiste, war bereits in der Lage, seine Beobachtungen mit wissenschaftlichen Methoden kritisch zu untermauern. (4) Er berichtet:

*Der Zufall und weniger Unternehmungsgeist und Nachforschungen haben ergeben, dass es in Tibet eine Menge an wertvollen Erzen und Mineralien gibt. Das erste in dieser Reihe ist mit Recht das Gold. Man findet es in großen Mengen und häufig ganz pur. In Form von Goldstaub wird es in Flußbetten gefunden, besonders an de-*

*ren Biegungen ist es mit kleinen Steinstückchen verbunden und lässt vermuten, dass es auch in größeren Massen vorkommt. Es kommt als großes Nugget, Klumpen und als kleine Ader vor. Das Begleitgestein ist meist Feuerstein oder Quarz und manchmal sah ich auch einen unreinen, unregelmäßigen Edelstein in der Masse. Durch einen gewöhnlichen Läuterungsprozess zog ich aus Goldstaub einmal 12% Abfall, den ich untersuchte und dabei herausfand, dass er aus Sand und Eisenspänen bestand. Letztere sind meiner Meinung nach nicht ein natürlicher Bestandteil, sondern wurden zwecks Verfälschung hineingemischt.*

Ein in Tibet ansässiger nepalesischer Kaufmann berichtet noch aus dem Lhasa des 20. Jahrhunderts, dass die Nomaden den Goldstaub in Schafsfelle verpackt brachten und mit einem Magneten prüften, ob Eisen darin enthalten sei. (5)

Der Gewinnung durch Goldwaschen gingen viele Menschen auch als Nebenerwerb nach. So beobachteten die französischen Lazaristenmissionare Huc und Gabet 1844/46, (6) wie sich Hirten um ein Feuer von Yakdung setzen und den Goldstaub, den sie den Tag über während des Schafehütens gefunden haben, auf ganz primitive Weise durch Ausklauben reinigen.

Die Masse des gefundenen Goldes speiste sich wohl aus der Summe solcher relativ kleiner Mengen, die aber eine große jährliche Ausbeute ergeben haben müssen. William Woodville Rockhill sah am Ende des 19. Jahrhunderts in Zonyik chürten am Drechu-Fluß einen Mann, der sich mit einer Goldwaschpfanne abschleppte. Seine Ausbeute von vier Tagen, die er in einem Nadelbehälter am Gürtel mit sich trug, verkörperte nach Schätzung Rockhills einen Wert von höchstens 10 Cent und war noch dazu mit einem nicht unbeträchtlichen Anteil von Hornblende vermischt. (7)

Dass in Tibet nur Waschgold produziert wurde, hatte zum Teil religiöse Gründe. Und auch beim Flussgold durfte man nur kleine Flitter und Körner, keineswegs aber größere Nuggets entnehmen. Der tibetische Buddhismus hat sehr starke Komponenten der ursprünglichen schamanistisch-animistischen Bön-Religion in sich aufgenommen. Eine Welt von Dämonen und Naturgeistern bedroht ununterbrochen den Mensch und seine Werke. Ständig sind sie durch Opfer und Zaubersprüche und Opfer zu besänftigen, zu beschwören, zu bannen und zu vertreiben. Furchterregende Schutzgottheiten helfen dabei. Nun stellt der geologische Untergrund Tibets eine höchst unruhige Lebenssphäre dar. Durch die noch immer fortdauernde Auffaltung des Himalaya, die dadurch verursachten Bergstürze, die offensichtlich häufig entspringenden heißen Mineralquellen und Ausatmungen von tellurischen Dämpfen wurden in der mythischen Gedankenwelt der im übrigen dem Dach der Welt kulturell bestens angepassten Hochlandbewohner mit solchen Unbill stiftenden chthonischen dämonischen Wesen in ursächliche Verbindung gebracht.

Einerseits fürchtete man, dass durch Bergbau diese Dämonen in ihrer Ruhe gestört und erzürnt werden könnten, andererseits hatte man über die Entstehung der Goldkörner in den Flußbetten eigene Anschauungen, die sich gar nicht so sehr von denen unterschieden, die auch in den vorindustriellen Epochen des europäischen Bergbaues im Schwange waren. Die Lamas pflegten eine Überlieferung, die besagte, dass die größeren Nuggets gleichsam die Wurzeln oder Pflanzen seien, aus denen der Goldstaub erst entstünde. Man dürfe sie deshalb nicht entfernen, weil sonst nichts mehr nachwüchse und bezeichnet größere Goldklumpen als die „Eltern“ des Goldstaubes.

Um 1900 gab es bereits Tibeter, die in England erzogen worden waren. Einer von diesen namens Mendong, der nach Tibet zurückgekehrt war und nun versuchte, im Westen erworbenes rationales Wissen in seiner Heimat umzusetzen, wurde in das Gebiet nördlich von Lhasa geschickt, um dort nach Gold zu suchen: (8)

*Dort entdeckte er bald dieses Metall in wirtschaftlich abbauwürdigen Mengen. Er erzählte mir, dass er noch nicht lange an der Arbeit war, als bereits eine Deputation von Lamas des örtlichen Klosters auftauchte. Der Abt warnte ihn feierlich, den Abbau fortzusetzen, da dieser die Erdgeister erzürne, die bald Unglück über Tibet bringen würden, in dem sie entweder Mißernten verursachten oder den Menschen Seuchen brächten. Der zornige Mönch sagte auch, dass Mendong selber durch Einwirkung der Dämonen des Ortes etwas zustoßen, ja, dass er sogar sterben würde, wenn er es verabsäumte, die ganze Erde und das Erz, das er ergraben hatte, wieder an Ort und Stelle zu bringen. Dazu kam noch, dass seine Arbeiter beim Graben eine Kröte gefunden hatten, was von den Lamas als ein sehr böses Omen angesehen wurde. Mendong legte in Lhasa Berufung ein, aber die Einwände der örtlichen Priester wurden aufrecht erhalten und er war gezwungen, das Bergwerk zu schließen.*

Solche Anschauungen verhinderten auch von Seiten der zweifellos an der Ausbeutung solcher Bergschätze interessierten Europäer jegliche Prospektionstätigkeit. Ganz im Gegensatz zu heute, wo man aufmerksamen Auges in der Landschaft Tibets bereits in Betrieb stehende Bergwerke oder auch kleinere Ausbrüche von Prospektoren beobachten kann, die die chinesische Besatzungsmacht auf die Suche nach wertvollen Mineralien und Erzen geschickt hat. Auch heute ist für die Volksrepublik China die Autonome Region Tibet das „Westliche Schatzhaus“.

Um 1900 besuchte der englische Mineraloge Sir Henry Harden Tibet, konnte aber über die Bodenschätze nur wenig in Erfahrung bringen. Man war der Meinung, dass es außer Gold nur wenige Lagerstätten von anderen Metallen gäbe. (9) Macdonald meinte damals, dass die tibetische Regierung wohl einen Weg zur Umgehung dieses Aberglaubens finden werden müsse, denn die außenpolitische Lage hatte sich am Beginn des 20. Jahrhunderts sehr zu Ungunsten Tibets verändert und man

war gezwungen, das praktisch noch immer im Mittelalter verharrende Land infrastrukturell zu entwickeln und zur Unterhaltung und Modernisierung der Armee, die zum großen Teil noch immer mit Pfeil und Bogen und Vorderladermusketen ausgerüstet war, beträchtliche finanzielle Mittel aufzubringen. Dazu bot sich wegen der unlösbaren Probleme des Transportes von entsprechend größeren Mengen von Exportgütern das Gold geradezu an. Tatsächlich war damals in Tibet auch ein Gerücht in Umlauf gekommen oder wahrscheinlich bewusst in Umlauf gesetzt worden, dass eine Zeit kommen werde, wo man Gold mit der Billigung der Erdgeister abbauen dürfe und dass diese Zeit bereits da sei.

Der tibetische Buddhismus hatte es stets verstanden, eingefleischten Lehrmeinungen und Dogmen eine neue Richtung zu geben, indem zum rechten Zeitpunkt verborgene schriftliche Wissensschätze „aufgefunden“ wurden, die meist vom vor mehr als tausend Jahren wirkenden Begründer des tibetischen Buddhismus, Padmasambhava (tib. *guru rinpoche*), zur Belehrung künftiger Zeiten versteckt worden seien. Ihm schreibt man in Analogie auch zu, dass er kostbare Mineralien in der Erde hinterlassen habe, die man – wolle man Unheil vermeiden – hingegen nicht an sich nehmen dürfe. (10) Zum mindesten würde eine Entnahme die Fruchtbarkeit des Bodens mindern. Charles Bell nennt allerdings 1928 ein ihm vielversprechend erscheinendes Bergwerk im östlich von Lhasa gelegenen Tak-po-Distrikt. (11) Das ist jedoch schon eine Zeit, als der XIII. Dalai Lama vorsichtige Modernisierungen in Gang setzte, im übrigen sehr gegen den Widerstand hoher geistlicher Würdenträger.

Auch wirtschaftliche Gründe verstärkten die religiösen Einwände. Wenn es nämlich um ein Mineralvorkommen – und seien es nur geeignete Baumaterialien – ging, mussten die in der Nähe ansässigen Bauern ohne Bezahlung dafür arbeiten. Dieses System (tib. *ula*) wurde bis zum Ende der feudalen Zeit gepflegt. Deshalb setzten die Dorfleute alles daran, dieser Frohn zu entgehen und hielten Minerallagerstätten geheim. Es kam sogar vor, dass Prospektoren tätlich angegriffen wurden.

Welche Rolle spielte Gold nun im wirtschaftlichen Alltag der Tibeter? Geld hatte bei den die überwiegende Mehrheit der Bevölkerung bildenden von der Viehzucht lebenden Nomaden keinen Stellenwert. Der reguläre Tribut wurde durch die in der Nähe ihrer Weiderouten gelegenen Klöster eingetrieben. Da diese wegen ihrer hohen monastischen Kultur einen großen Bedarf an Seide, Seidenstoffen, Messing- und Bronzegegenständen, Korallen, Bernstein, Weihrauch, Papier usw. hatten, die alle aus China oder Indien auf dem Karawanenwege importiert werden mussten, lag ihnen an Zahlungen in Gold mehr als an solchen in Form von Lebendvieh, Fellen und Pelzen. Da die Nomaden in den Weiten der tibetischen Hochebene von der übrigen Welt fast vollständig abgeschnitten waren, waren ihre materiellen Bedürfnisse und Wünsche begreiflicher Weise sehr begrenzt. Die

für die meisten Lebensbereiche unumgängliche, aus Yakmilch selbst produzierte Butter (tib. *mar*), im Tauschwege erworbenes geröstetes Gerstenmehl (tib. *tsampa*) und der ebenso erlangte, als Nahrungsmittel zu begreifende, mit Butter und Salz zubereitete Tee (tib. *cha*), der als Ziegeltee aus China kam, bildeten die Nahrungsgrundlage. Tsampa und Tee wurden also eingetauscht. Gold hatte für den Nomaden, der es selbst aus den Bach- und Flußbetten wusch, einen eher geringen Wert. Goldspenden an den Mönchsklerus dienten der Mehrung des persönlichen Heilsschatzes und eines guten Karmas und sollten zu einer günstigen Wiedergeburt verhelfen. (12)

Goldstaub wurde aber auch exportiert und ging nach China, Nepal, Bhutan und Bengalen, die Gold für ihre Währung und für die Herstellung von Schmuck und den sakralen Bedarf benötigten und den eigenen Bedarf nicht voll decken konnten. (13) Das Preisverhältnis zwischen Gold und Silber unterlag keiner zentralen Lenkung und wechselte von Region zu Region oft beträchtlich. Hamilton Bower fand das billigste Gold in Lithang, das hier einen relativen Wert zum Silber von 14:1 hatte. Im indischen Kaschmir hingegen betrug das Verhältnis um 1890 22:1! (14)

Tibet besaß trotz der Dominanz des Tauschhandels auch ein Münzwesen. Während Huc und Gabet in der Mitte des 19. Jahrhunderts davon sprechen, dass es nur Silbermünzen gäbe (15), war es 50 Jahre später schon ein differenzierteres, neueres Münzgeldwesen, das der Wirtschaft und dem Handel diente. Es existierten drei verschiedene Silber-, vier Kupfermünzen sowie eine Goldmünze. Dazu reichte der staatlichen Münze in Lhasa das eigene Gold aber anscheinend nicht, denn das erforderliche Münzmetall wurde durch besonders lizenzierte Händler aus Indien in Form von Stangen im Gewichte von je 27 *tolas* (16) eingeführt. Dieser höchste Münzwert in Gold hatte den Namen *sertang* oder *Gold-tranka*. (17) Auch ist bekannt, dass dazu nach Bengalen, vor allem Calcutta ausgeführter Goldstaub dort raffiniert, in Barren gegossen und nach Tibet wieder reimportiert wurde, wo das Gold auch an die dortigen Goldschmiede gelangte. (18)

In den letzten Jahren vor der chinesischen Invasion bemerkt de Riencourt im Basar von Lhasa hingegen Mengen von Gold aus den *“sagenhaften Goldfeldern Zentraltibets, von denen die meisten, die als die reichsten der Welt gelten, noch nie von Weißen besucht worden sind”*. (19) Als Zentren nennt er Thok Jalung und Thok Dauralpa am Rande des Changtang und Mani Serkha südöstlich des Yamdrok-Sees in der Nähe des Ursprungs des Subansari-Flusses. Der Autor hat hier sicher übertrieben. Eine Überprüfung war bald darauf durch die chinesische Besetzung unmöglich gemacht worden.

Wenn man vom Gedanken ausgeht, dass der Bergbau auf Metalle im alten Tibet aus religiösen Gründen tabuisiert war, so erhebt sich die Frage, wie eine Kulturnation wie die tibetische sich mit den nötigen Geräten, Werk-

zeugen, Waffen und Kultgegenständen versorgte, die eine hohe Zivilisation braucht. Eisen etwa kam aus China, also aus dem Norden und wurde in den Gebieten nahe der chinesischen Grenze, wo es auch genügend Holz für Holzkohle gab, zu Waffen und Geräten geschmiedet. Für Messing- und Bronzegegenstände kam das Material oder die fertige Ware aus dem südlich gelegenen Nepal, wo als führendes Kulturvolk die Newar des Kathmanduales als Bronzegießer arbeiteten und durch Jahrhunderte hindurch auch Kolonien von Handwerkern und Händlern vor allem in Lhasa gebildet hatten. (20) Schon im 18. Jahrhundert werden Nepalesen als Meister im Gießen von Statuen, Gefäßen und Kanonenrohren genannt. (21) Als Kunsthandwerker hatten besonders die Goldschmiede ein höheres Ansehen als alle anderen. In Lhasa hatten sie ein eigenes Stadtviertel.

Der tibetische Schmuck sowohl für Männer und für Frauen ist in seiner Eigenart wohlbekannt. Charakteristisch neben dem Metall – Gold und Silber – ist die Kombination dreier aus den drei Reichen der Natur stammender Bestandteile: Türkis als Mineral, Koralle als tierisches Produkt und Bernstein aus dem fossilen Pflanzenreich. Regional gibt es wie bei der traditionellen Kleidung starke Unterschiede. Auffallend ist der Männerohrerschmuck. So trug ein hoher Beamter, der Dzung-pen von Gyantse *„am linken Ohr einen goldenen, mit Perlen besetzten Ohringschmuck, an dem ein Türkisanhänger baumelte”* (22). Auf der Brust trägt man besonders auf Pilgerfahrt, aber auch zum Festtagsgewand ein Amulettkästchen (tib. *gau*), das im Idealfall aus Gold besteht. (23) Bei Reichen ist dieser auch als Schmuck zu verstehende Gegenstand auch mit Diamanten, Rubinen und anderen Edelsteinen besetzt. (24) Die mit einem Engländer verheiratete Tibeterin Rinchen Lhamo nennt den Goldschmuck zum Festkleid einer adeligen Dame: Ohringe mit Edelsteinen, Halskette, Goldknöpfe, Haarspangen, Gürtel, Armreifen und Fingerringe. (25) Dazu muss man bemerken, dass auch in Tibet, wie in Indien, Schmuck als Geldanlage galt. Bei Frauen finden sich auch goldene, juwelenbesetzte Etais für Schönheitsutensilien. (26) In der Provinz sind Armreifen aus Silber und Gold üblich. (27)

Gold als Symbol des Göttlichen hat im Kult einen hohen Stellenwert. Die Vergoldung von religiösen Metallgegenständen wie Götterstatuen, Metallbestandteilen von Paramenten und Kultobjekten wie Zeremonialgeräten, Musikinstrumenten, Reliquiaren, Reliquienschreinen, Grabstupas oder ganzer Architekturteile wie Dächer, Fassadenappliquen oder kultischen Siegesbannern (tib. *gyaltsen*) tragen zur Vorstellung von den goldstrotzenden Tempeln und Klöstern des buddhistischen Tibets bei und beherrschen vielfach auch die Beschreibungen westlicher Autoren. Auch in der famosen tibetischen Buchkunst kommt Gold vor. Besonders kostbare Handschriften der vielbändigen Lehrreden des Buddha und der Kommentare hiezu tragen auf schwarz lackiertem, kartonartigem Papier den heiligen Text in Goldschrift. Als David Macdonald 1904 Lhasa besuchte, war

der XIII. Dalai Lama höchstpersönlich eben dabei, den Buddha-Text des Kangyur in goldenen Lettern auf einem solchen schwarzen Untergrund zu schreiben. (28)

Der Grabstupa dieses Kirchenfürsten, der 1934 verstarb, ist das größte der Grabmäler der Dalais im Potala zu Lhasa. Über 1000 Kilogramm Gold sollen zu seiner prächtigen Verzierung verwendet worden sein. (29) Als der Panchen Lama, die an politischer Bedeutung nach zweithöchste Inkarnation Tibets, 1989 auf mysteriöse Weise in Peking verstarb, wurde von der chinesischen Regierung eine noch größere Goldmenge zur Verfügung gestellt. Die Errichtung des Grabstupas in seinem Kloster Tashilhunpo bei Shigatse dauerte mehrere Jahre und fand erst 1993 sein Ende. In der Zwischenzeit war die einbalsamierte Leiche des Panchen öffentlich in Meditationsstellung sitzend aufgebahrt. Sie war in kostbare Gewänder gehüllt und trug vor dem Gesicht eine porträthafte goldene Maske. (30) Ernst Schäfer hatte 1934 die vergoldete Mumie des verstorbenen inkarnierten Abtes des Klosters Dzogchen auf einem Thron in Meditationshaltung sitzend gesehen. Wie ihm erzählt wurde, hatte man die Leiche durch Trocknen mumifiziert und anschließend mit Blattgold überzogen, das im übrigen sonst kaum Erwähnung findet. (31)

Zu den erlesenen Opfergaben, die man den Göttern darbringt, zählt der Weihrauch. Noch heute unterscheidet sich der tibetische Weihrauch mit seinem feinen Duft wesentlich vom indischen, wie er in den hinduistischen Kulturen Verwendung findet. Eine Art der Herstellung einer besonders kostbaren Sorte beschreiben Huc-Gabet, wobei die Asche wohlriechenden Holzes mit Moschus und Goldstaub vermischt und zu Stäbchen gepreßt wird. Die Chinesen, die ihn sehr schätzen, nennen in *tsan-hsiang*, das heißt „tibetische Düfte“. (32)

Es kann für sicher gelten, dass die hochkulturelle Entwicklung erst mit der Reichseinigung durch König Srongtsen Gampo im 7. Jahrhundert einsetzte. Dieser Herrscher, der seine Residenz erst vom Yarlung-Bereich des Tsangpo nach Lhasa verlegte, schickte seinen Minister Thönmi Sambhota mit dem Auftrag nach Indien, von dort ein Schriftsystem mitzubringen, das man für die bis dahin schriftlose tibetische Sprache adaptieren könne. Man kann annehmen, dass diese frühen, kulturellen Verbindungen, die später auch zum Einzug des Buddhismus führten, nicht auf Geistig-Immaterielles beschränkt blieb. Indien verfügte schon früh über eine ausgeklügelte Metalltechnologie und hatte auch entsprechende Erzvorkommen aufzuweisen. Hier ist Gold schon in der Industalkultur um 2000 v. Chr. in Harappa, Mohenjo-daro, Lothal und Rajodi archäologisch nachzuweisen, ebenso in megalithzeitlichen Grabanlagen Südindiens. Selbst Goldbergbau ist schon im Neolithikum nachzuweisen. Man fand Spuren des Feuerstzens im Abbau von Goldminen. Um die Zeitenwende gab es schon Minen mit Schachteufen von bis zu 200 m. (33)

Auch kannte man Technologien zur Separierung von Silber und Gold als natürlichen Legierungen. Solche

Kenntnisse wurden über Vermittlung Nepals auch nach Tibet transferiert, doch behielten besonders, was den Guss von Kupfer-, Bronze-, Messing- und Edelmetall-objekten und deren Vergoldung betrifft, die schon erwähnten newarischen Kunsthandwerker ein Monopol.

Die Großplastiken tibetischer Tempel stellen sich dem Betrachter oft goldglänzend dar. Nicht immer handelt es sich dabei um vergoldete, aus Einzelteilen montierte Metallgüsse. Vielfach sind es aus Ton modellierte Figuren, die mit Stuck überzogen, bemalt oder vergoldet werden. Die feinteiligsten und ästhetisch anspruchsvollsten Kunstwerke stellen gewiss die meisterlichen Kleinplastiken dar, die das ganze komplizierte Pantheon der Buddhas, Bodhisattvas, Schutzgottheiten und Patriarchen der buddhistischen Lehre in ihrer komplexen Ikonographie zum Inhalt haben. Diese Statuetten, die nach ihrer handwerklichen Fertigstellung einem Weiheprozess unterzogen werden, der die Gottheiten in ihrem Bildwerk Platz nehmen lässt, werden im Wachsauerschmelzverfahren („verlorenes Wachs“, frz. *cire perdue*) hergestellt und anschließend ganz bzw. nur teilweise vergoldet. (34)

Die Vergoldung wird dabei nur als Feuervergoldung durchgeführt. Im ausgehenden 20. Jahrhundert war der Goldpreis auch in Asien starken Steigerungen unterworfen, weshalb manche Handwerker auf ein Vergolden verzichteten und das Verfahren in Gefahr geriet, vernachlässigt zu werden. Manche Käufer wurden auch dadurch getäuscht, dass man hochpoliertes Messing für Gold ausgab. Für die Vergoldung einer nur etwa 20 cm hohen Statuette werden etwa 3-4 Gramm Gold benötigt.

Ist das Objekt fertiggestellt, die Grate abgefeilt und die Oberfläche ziseliert, so kommt es zum eigentlichen Vergolder. Als erstes erfolgt ein Bad in verdünnter Schwefelsäure, um etwaige Rückstände wie Schmutz oder Fett zu entfernen. Dann wird das Stück mit einer Mischung aus Quecksilber, Salicylsäure, Holzkohle und Salz überzogen. Die Salicylsäure erzeugt man hier aus Zitronen, die in Stücken 24 Stunden lang gekocht werden. Nun erfolgt abermals ein Bad in verdünnter Schwefelsäure, wobei Salz, Holzkohle und Salicylsäure zu Boden sinken und das Metall der Statue eine silberfarbene Oberfläche annimmt. Sie wird dann in reinem Wasser gewaschen und trockengerieben.

Inzwischen hat der Vergolder in einem steinernen Mörser das Amalgam hergestellt. Dazu nahm er dünne Goldplättchen und zu gleichen Teilen Quecksilber und bearbeitete die Mischung mit dem Pistill. Das Quecksilber für den Prozess wird aus Indien importiert. Auch kleine Steinchen von Erbsengröße werden damit in der Masse zu Sandkörnern zerrieben. Dann wird wieder Salicylsäure hinzugefügt. Es entsteht langsam eine zähe, teigartige Masse, der dann auch Wasser zugesetzt wird. Der Vorgang erfordert Zeit und Ausdauer und die Arbeit mit dem Mörser wird bis zu achtmal wiederholt.

Ist das Gold vollständig amalgamiert, wird noch etwas reine Salicylsäure zugesetzt und nun die zu vergoldende Oberfläche damit in einer dünnen Schicht bestrichen.

Dies geschieht mittels verschieden starker Pinsel. Für Vertiefungen und Winkel verwendet man eine Spatel. Nun wird die Statue über einem Feuer erhitzt, wodurch das Quecksilber verdampft und die Statue langsam ein mattgoldenes Aussehen gewinnt. Dies ist ein für den Handwerker sehr gefährlicher Vorgang, gerät er doch in Gefahr, die giftigen Dämpfe einzuatmen. Deshalb wird diese Arbeit zumeist im Freien mit dem Wind durchgeführt, der die Schwaden wegblasen soll. Auch tragen die Vergolder eine Maske aus Baumwollstoff. Früher nahmen sie eine Kugel aus rohem Büffel- oder Ziegenfleisch, das zwei Stunden lang gehackt und geknetet worden war, während der Prozedur, der bei kleineren Objekten etwa fünf Minuten betrug, in den Mund. Das Fleisch färbte sich dabei kohlschwarz und wurde am Ende ausgespuckt. Wusch man sich, was auch bezeugt ist, den Mund mit Branntwein aus, wurde dieser aber geschluckt. Trotzdem litten die Vergolder an verschiedenen, durch das Quecksilber verursachten Krankheiten und klagten immer über Zahnweh und Augenschmerzen. Selbst die Händler, die die Bestellungen aufgaben, waren davon betroffen, da sie bei der Prozedur meist anwesend waren, um zu verhindern, dass Gold veruntreut wurde.

Danach wurde das Objekt mit Wasser gewaschen und einem Polierprozess unterworfen, für den meist ein an einem Messinggriff befestigter Achat verwendet wurde. Dabei wurde dieser öfters in eine aus Pflanzen gewonnene alkalische Lösung getaucht. Die matte Oberfläche erlangt durch das Polieren dann den erwünschten strahlenden Goldglanz.

Die Feuervergoldung erstreckte sich natürlich nicht nur auf solch handliche Objekte. Wer die vergoldeten Dächer des Potala, des Jokhang in Lhasa und der wenigen von dem Wüten der kommunistischen Kulturrevolution verschont gebliebenen Klöster betrachtet, dazu die glänzenden Zeichen des Rades der Lehre über den Fassaden der Tempel, erkennt, welch unglaublicher Aufwand hier zur prächtigen Gestaltung der Sakralgebäude zur höheren Ehre des Göttlichen getrieben wurde. Die Vergoldung der unzähligen Kupferplatten für die in sinnverwirrender Pracht sich auftürmenden Dachaufbauten müssen Heere von Handwerkern und unglaubliche Mengen an Gold erfordert haben.

## Anmerkungen

Übersetzungen durch den Autor

- (1) Ernst Schäfer, Fest der weißen Schleier. Durach 1988, S.22.
- (2) Zur Gesamtschau vgl. zuletzt Heimo Kaindl [Hrsg.]: Ausstellungskatalog Faszination Gold. Glanz des Göttlichen, Verführung des Menschen. Graz 2003: Diözesanmuseum Graz.
- (3) An account of Tibet. The travels of Ippolito Desideri of Pistoia, S.J. 1712-1727. Edited by Filippo de Filippi with an introduction by C.Wessels. London o.J., S. 121-122.
- (4) Robert Saunders: Some Account of the Vegetable and Mineral Products of Bootan and Tibet. In: Samuel Turner, An Account of an Embassy to the Court of the Teshoo Lama in Tibet. London 1800, S. 404-407.

- (5) Kamal Tuladhar: Caravan to Lhasa. Newar Merchants of Kathmandu in Traditional Tibet. Kathmandu 2004, S. 70-71.
- (6) Régis-Evarist Huc: Souvenirs d'un voyage dans la Tartarie, le Thibet et la Chine pendant les années 1844, 1845 et 1846. Tome Premier. Paris 1850, S. 179.
- (7) William Woodville Rockhill: The Land of the Lamas. Notes of a journey through China, Mongolia and Tibet. London 1891, S. 208.
- (8) David Macdonald: The Land of the Lama. A description of a country of contrasts and of its cheerful happy-go-lucky people of hardy nature and curious customs; their religion, ways of living, trade and social life. London 1929, S. 220 [Macdonald hielt sich 1904 in Tibet auf].
- (9) Ebenda S. 221.
- (10) Charles Bell: The People of Tibet. London 1928, S. 110-111.
- (11) Ebenda.
- (12) Harrison Forman: Through Forbidden Tibet. An Adventure into the Unknown. London 1936, S. 97-99.
- (13) Turner a.a.O., S. 381-384.
- (14) Hamilton Bower: Diary of a journey across Tibet. London 1890.
- (15) Huc a.a.O., S. 179.
- (16) 1 tola = 11,6 Gramm.
- (17) David Macdonald: Twenty Years in Tibet. Intimate and Personal Experiences of the Closed Land among all Classes of People from the Highest to the Lowest. London 1932, S. 219.
- (18) Tuladhar a.a.O., S. 71.
- (19) Amaury de Riencourt: Lost World Tibet. London 1950, S. 122-124.
- (20) Tuladhar a.a.O.
- (21) Desideri a.a.O., S. 186.
- (22) de Riencourt a.a.O., S. 52.
- (23) vgl. Matthias Hermanns: Die Familie der Amdo-Tibeter. Freiburg-München 1959, S. 55.
- (24) Macdonald, Twenty Years a.a.O., S. 158.
- (25) Rinchen Lhamo: We Tibetans. With a Historical Introduction by Louis Magrath King. London 1926, S. 90.
- (26) Ernst Schäfer: Das Fest der weißen Schleier. Begegnungen mit Menschen, Mönchen und Magiern in Tibet. Durach 1988 [Mit Bezug auf die deutsche Tibetexpedition 1938/39].
- (27) Paul Sherap – G.A. Combe [Hrsg.]: A Tibetan on Tibet. Being the Travels and observations of Mr. Paul Sherap (Dorje Zödba) of Tachienlu. London 1926, S. 121.
- (28) Macdonald, Twenty Years a.a.O., S. 259.
- (29) Heinrich Harrer: Sieben Jahre in Tibet. Mein Leben am Hofe des Dalai Lama. Wien 1952, 2. Aufl., S. 184.
- (30) Beobachtung des Verfassers 1991.
- (31) Ernst Schäfer: Dach der Erde. Durch das Wunderland Hoch Tibet. Tibetexpedition 1934/35. Berlin 1938, S. 289.
- (32) Huc-Gabet I a.a.O., S. 176.
- (33) H.C. Bhardwaj: Aspects of Ancient Indian Technology. A Research Based on Scientific Methods. Delhi, Varanasi, Patna 1979, S. 132.
- (34) Vgl. dazu Axel Michaels: The Making of a Statue. Lost-wax Casting in Nepal. Stuttgart, Kathmandu 1988.

# Die österreichischen Kupferhütten seit dem ersten Drittel des 19. Jahrhunderts - Ein Überblick -

Hans Jörg Köstler, Fohnsdorf

Die vorliegende Publikation gibt eine kurze Übersicht über die geschichtliche und metallurgisch-technische Entwicklung aller für das Gebiet der heutigen Republik Österreich seit ungefähr 1830 nachweisbaren Kupferhütten; somit fällt auch die einzige bedeutendere Kärntner Kupferhütte der jüngeren Vergangenheit – nämlich jene in Flattach (Mölltal) – gerade noch in die Betrachtungszeit.

Insgesamt werden aber nur solche Hütten beschrieben, die während ihres Bestehens oder zumindest über eine längere Epoche Kupfererz als Ausgangsprodukt verarbeitet haben – gleichviel, ob pyro- oder hydrometallurgisch. Demgemäß fanden Werke, die ausschließlich zugekauft Kupfervormaterial (Schrott) umgeschmolzen und/oder elektrolytisch raffinierten, keine Berücksichtigung, obwohl derartige Betriebe in den zwei Jahrzehnten nach dem Zweiten Weltkrieg eine gewisse Bedeutung erreichen konnten. Unter den genannten Voraussetzungen werden nachstehende fünfzehn Kupferhütten (**Abb. 1**) besprochen:

Tirol: Brixlegg und Kitzbühel/Jochberg;

Salzburg: Mühlbach am Hochkönig, Außerfelden (Mitterberghütten) bei Bischofshofen, Oberarl bei St. Johann im Pongau, Hüttschlag im Großarlal, Lend und Mühlbach im Pinzgau;

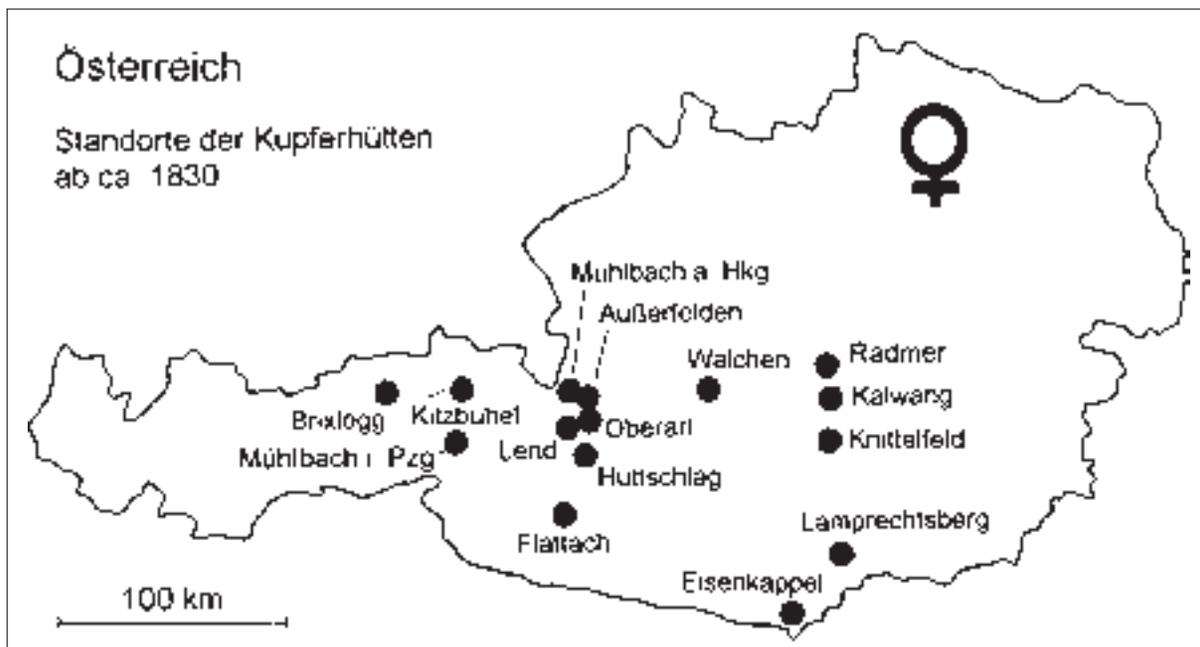
Steiermark: Walchen bei Öblarn, Kalwang, Radmer und Knittelfeld/Unzdorf;

Kärnten: Flattach im Mölltal, (Bad) Eisenkappel und Lamprechtsberg im Lavanttal.

## 1 Brixlegg (Tirol)

Nach heutigem Wissensstand gilt die Nennung des „Hutwerch Ratenberg in der Brischlegg“ im Jahre 1463 als erster schriftlicher Beleg (1) für die gegenwärtig einzige Kupferhütte Österreichs: Brixlegg im Unterinntal nahe der Einmündung des Zillertales. Das bald vergrößerte und auch als Silberproduzent (2) bedeutsame Brixlegger Schmelzwerk – seit 1505 bei Tirol – erfreute sich kräftiger Förderung durch Erzherzog Ferdinand Karl (gest. 1662), wobei auf den berühmten Saigerhütten- bzw. Abdarrprozess hier nur hingewiesen werden kann (2), und durch Kaiserin Maria Theresia, die 1770 das Hüttenamt Brixlegg zur Oberhüttenverwaltung erhob. Die Franzosenkriege und die bayrische Herrschaft brachten dem Werk schwere Rückschläge, doch ab 1813/14 erholte sich der nun wieder als ärarische Hütte unter k. k. Verwaltung stehende Betrieb rasch, wie der Bau eines Walzwerkes 1820 und eines Halbhochofens 1824 annehmen lässt (3).

1855 betrug die Erzeugung fast 60 t Rosettenkupfer (4), das nach Umschmelzen großteils im neuen Walzwerk verarbeitet wurde; dazu kamen 224 kg gewinnbringendes Silber. Zwei Jahre später produzierte die „Schmelz-



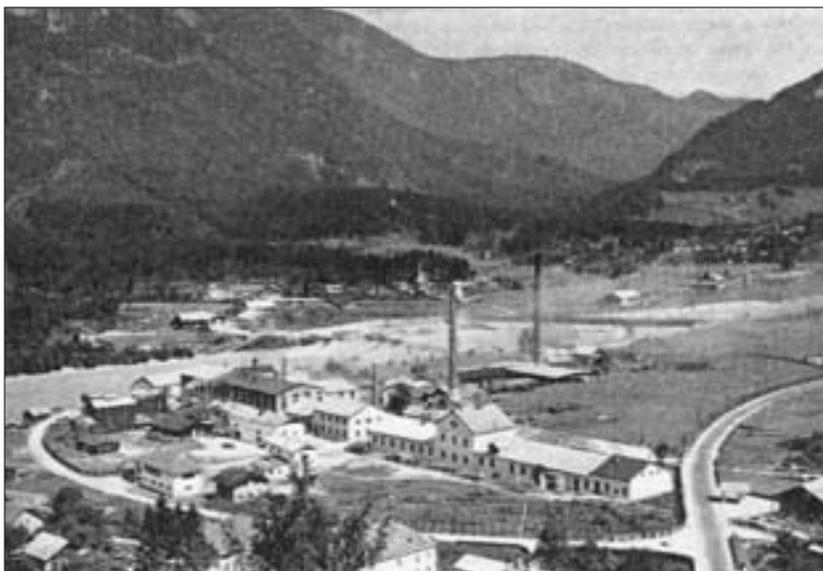
*Abb. 1: Orientierungskarte zur geographischen Lage der Kupferhütten in Österreich.*

hütte, welche außer der eigenen (Bergbau-)Erzeugung die in Einlösung gelangenden gewerkschaftlichen Erze, die Silbererze von Kitzbühel und die Hüttenprodukte von Klausen verarbeitet“, die gleichen Mengen an Kupfer und Silber wie 1855, aber zusätzlich 43 t Blei und 175 g Gold (5); ausgewiesen werden auch ein Halbhochofen, fünf Krummöfen sowie je ein Treib-, Saigner- und Rosettierherd.

In den frühen 1870er Jahren erfolgte die Ausgestaltung des Brixlegger Werks zur „Central-Einlösungshütte“, indem der Schmelzbetrieb in Klausen (Südtirol) sodann aufgelassen und jener in Jochberg (allgemein als „Hütte Kitzbühel“ bezeichnet) nur bis zum Rohlech geführt wurde. Brixlegg erhielt je einen 19 m langen, einsöhligen Fortschaufelungsofen, siebenförmigen Rundschaftofen, Konzentrationsflammpfen (für Rohlech), Raffinierofen mit Siemens-Regeneratoren sowie Treib- und Rosettierherd (6). Mit Anbindung der seit 1858 bestehenden Eisenbahn Kufstein-Innsbruck an die 1875 eröffnete Bahnlinie Salzburg-Bischofs-hofen-Wörgl erfuhr die Hütte Brixlegg eine wichtige Verbesserung ihrer Transportsituation.

Auch die 1880er Jahre brachten der „Kupfer- und Silberhütte Brixlegg“ Fortschritte auf metallurgisch-technischem Gebiet, nämlich den Bau eines zweiten Flammofens und zweier Pilz-scher Schachtöfen sowie die Einführung der Kupferelektrolyse (1885) (7) mit zunächst 20, ab 1895 bereits 60 „Zersetzungskästen“ (8). Aus dieser Zeit liegt eine gute Beschreibung der Brixlegger Arbeitsprozesse „Zugute-machung der Kiese“ und „Verhüttung der Fahlerze“ vor; im Flammofen raffiniertes und dichtgepoltes Metall enthielt 99,7 % Kupfer, während ein auf 94 % Kupfer und 1-2 % Silber raffiniertes Produkt elektrolytisch behandelt wurde. Die Jahreserzeugung belief sich auf durchschnittlich 130 t Raffina-dekupfer und 70 t Elektrolytkupfer (9).

Zwischen 1900 und den frühen 1920er Jahren stagnierten Ausbau und Modernisierung der Hütte Brixlegg, wie der Beschreibung durch Ludwig Bäcker (10) und den betreffenden Montan-Handbüchern zu entnehmen ist. So vermerken das MHB für 1900 und je-



**Abb. 2:** Kupferhütte Brixlegg 1953. Aus: Tschernig, E.: *Der Buntmetallbergbau in Österreich. Klagenfurt o. J. (ca. 1959).*



**Abb. 3:** Abstich des Reduktionsofens in der Kupferhütte in Brixlegg; ganz links: H. J. Köstler während einer Ferrialpraxis im April 1960. Aufnahme eines unbekannteren Fotografen im Besitz von H. J. Köstler.



**Abb. 4:** Elektrolyse-Bäder der Kupferhütte in Brixlegg 1963. Aus: *500 Jahre Kupferhütte Brixlegg 1463-1963. Brixlegg 1963.*

nes für 1913 (11): 2 Pilz'sche Schachtöfen, 1 Krummofen, 2 Kupferraffinieröfen, 2 Röstöfen, 1 Röststadel, 2 Treibherde, 1 Saigerherd, 1 elektrolytische Scheideanstalt mit 60 Zersetzungszellen, 2 Abdampfpfannen, 17 Kristallisationskästen sowie je 1 Kupferhammer- und Kupferwalzwerk.

Nach dem Ersten Weltkrieg übernahm die Montanabteilung des österreichischen Staatsamtes für Handel und Gewerbe, Industrie und Bauten, vertreten durch die Berg- und Hüttenverwaltung in Brixlegg, das „Staatsmontanwerk“ Brixlegg, das als „Kupfer- und Silberhütte“ bald darauf an die Bundesmontanverwaltung gelangte. 1922 wurde eine neue Elektrolyse errichtet, die durchgreifende Adaptierungen beider Schachtöfen (z. B. ausfahrbare Herde) nach sich zog; infolge des nun größeren Anfalles edelmetallhaltigen Anodenschlammes waren auch die Silbertreibherde gut ausgelastet. „Mit dem allmählichen und schließlich gänzlichen Versiegen der Erzlieferungen wurde in der Hütte Brixlegg die Kupfergewinnung aus hochwertigen Altmetall-Legierungen, wie Messing, Bronze und Rotguß, aufgenommen. Durch die Inbetriebnahme des ersten Konverters und der Filteranlage ... im Jahre 1925 begann ein neuer Abschnitt der Kupfererzeugung“ (12). Folgende metallurgische Aggregate standen in der Folgezeit zur Verfügung: 2 Schachtöfen, Brikettieranlage für Krätze, 1 Kippofen für Vorraffination und Granalienerzeugung, ein 2,5-t-Konvertwer, ein 15-t-Flammofen für die Walzplattenerzeugung, Kupferelektrolyse und Schlammverarbeitung im Treibherd auf Blicksilber, Kupfervitriolerzeugung und je ein Hammer- und Walzwerk; Gesamtbelegschaft ca. 120 Mann.

Das Jahrzehnt bis 1937/38 ist von bemerkenswerten Investitionen und Betriebsverbesserungen gekennzeichnet, sodass sich kurz vor Beginn des Zweiten Weltkrieges eine durchaus zeitgemäße Ausstattung der Kupferhütte Brixlegg ergeben hat: 2 Pilz-Schachtöfen mit ausfahrbarem Sumpf, drei 2,5-t-Konverter, ein 5-t-Kippflammofen, 2 Elektroöfen für das Umschmelzen der Kathoden, ein 10-t-Raffinierofen, Kupferelektrolyse mit 12 Bädern zu je 9 Zellen, 1 Treibherd für die Silbergewinnung aus Elektrolyseschlamm, Silberelektrolyse und Vitriolhütte. Die Jahreskapazität der Elektrolyse lag bei 1.800 t Kathodenkupfer.

Nachdem 1938 das Bundesmontanwerk Brixlegg in das Eigentum des Deutschen Reiches übergegangen war, kam die Hütte 1940 an die Mansfelder Kupferschieferbergbau AG und kurz danach an die Montanwerke Brixlegg Ges.m.b.H., Berlin. Die neue Gesellschaft vergrößerte u. a. die Konverteranlage sowie die Elektrolyse (400 t pro Monat) und die Kupfervitriolhütte, legte aber das Walz- und das Hammerwerk still.

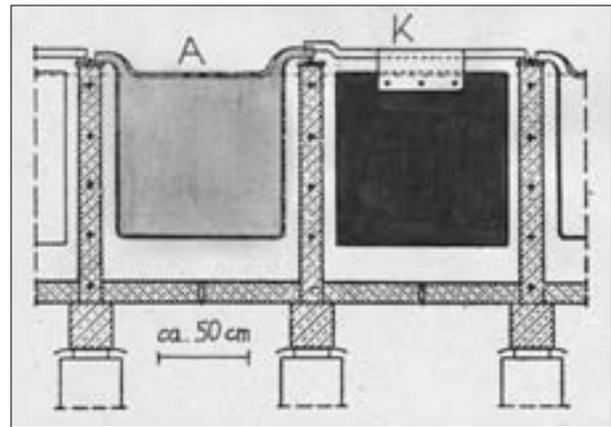


Abb. 5: Kupferelektrolyse; Querschnitt durch ein Elektrolysezelle. A ... Anode, K ... Kathode. Aus: Tafel, V., und K. Wagenmann: Lehrbuch der Metallhüttenkunde. Bd. I, 2. Aufl. Leipzig 1951.



Abb. 6: Arbeit am Trommelkonverter in der Kupferhütte in Brixlegg, um 1960. Aus: 500 Jahre Kupferhütte Brixlegg 1463-1963. Brixlegg 1963.



Abb. 7: Kupfer Vormaterial in der Kupferhütte (Recyclinghütte) in Brixlegg; unbrauchbar gewordene Anoden, paketiierter Schrott usw. Aufnahme: H. J. Köstler, Mai 1997.

Schwere Schäden durch Bombenangriffe der Alliierten kurz vor Ende des Zweiten Weltkrieges waren erst im Juni 1947 so weit beseitigt, dass der (nicht völlig zerstörte und nun reparierte) Schachtofen die Produktion von Schwarzkupfer wieder aufnehmen konnte. Nach Schaffung einer Auffangesellschaft („Montanwerke Brixlegg Ges.m.b.H.“) 1946 war im selben Jahr die Verstaatlichung dieses Unternehmens (13) (14) erfolgt, worauf größere Investitionen realisiert werden konnten, nämlich ein Dreiphasen-Elektro-Reduktionsofen (**Abb. 2**), eine neue Elektrolyse, eine Nickelsulfat-Anlage und eine Wirebar-Anlage mit Induktionsöfen. Brixlegg (**Abb. 3**) verschmolz jetzt auch wieder Mitterberger Kupfererzkonzentrate (Kupferbergbau Mitterberg GmbH in Mühlbach am Hochkönig) nach Röstung in Gailitz (Kärnten; Bleiberger Bergwerks-Union). 1957 ging eine Stranggießanlage für Rundbolzen und Platten-Vormaterial in Betrieb; kurz nach 1960 wurden die Elektrolyse (**Abb. 4** und **5**) neuerlich erweitert und ein zweiter Anodenofen samt Gießeinrichtung installiert. **Abb. 6** zeigt den damals in Betrieb stehenden Trommelkonverter.

Mitte der 1970er Jahre zeichnete sich die Stilllegung des Kupfererzbergbaues Mitterberg ab, und zu Jahresende 1976 „wurde der Betrieb ... aus wirtschaftlichen Gründen“ schließlich eingestellt (15). Wie **Tabelle 1** (16) zeigt, verhüttete man 1977 zum letzten Mal Mitterberger bzw. Gailitzer Rösterz, weshalb sich der Verbrauch größtenteils importierten „Kupfervormaterials“ (Schrott, **Abb. 7**) stark erhöhte.

Als bedeutende Investitionen seien die 1995 fertiggestellte Kupferelektrolyse und die „Umsetzung des Modernisierungskonzeptes zur Gewinnung von Edelmetallen aus den Anodenschlämmen der Kupferelektroly-



**Abb. 8:** In der Kupferhütte (Recyclinghütte) erzeugte Kupferbars. Aufnahme: H. J. Köstler, Mai 1997.

se“ genannt (17). Gleichfalls 1995 wurde das Unternehmen in die „von privater Hand“ neu geschaffene „Montanwerke Brixlegg Aktiengesellschaft“ eingebracht, deren Jahresproduktionen bis 2004 aus **Tabelle 2** (18) hervorgehen. Als wichtige Erzeugnisse der Recyclinghütte Brixlegg gelten – wie bei einer Exkursion des Montanhistorischen Vereins Österreich 1997 ersichtlich – Kupferbars (**Abb. 8**) und laut **Tabelle 2** auch Edelmetalle.

## 2 Kitzbühel/Jochberg (Tirol)

Kupferbergbau und Kupfererzeugung im Raum Kitzbühel reichen in die Urnenfelderkultur vor ungefähr 3000 Jahren zurück (19). „An der Wende vom Mittelalter zur Neuzeit (war) neben dem ... Hauptbergbau des Landes bei Schwaz das Städtchen Kitzbühel Mittelpunkt des Bergbaues.“ Georg Mutschlechner hat die weitere Entwicklung – freilich ohne nennenswerte Berücksichtigung des Hüttenwesens – ausführlich und präzise dargestellt, worauf hier expressis verbis hingewiesen sei (20).

**Tabelle 1: Verbrauch und Erzeugung der Kupferhütte in Brixlegg 1970 – 1980** (16).

Jahr	Verbrauch t		Erzeugung			
	Rösterz und Kupferkonzentrat	Kupfervormaterial	Elektrolytkupfer t	Nickelvitriol t	Kupfervitriol t	Feinsilber kg
1970	6.197	29.575	21.918	217	772	5.470
1971	4.949	31.910	21.295	241	1.812	6.840
1972	4.626	31.216	22.693	283	1.420	5.970
1973	968	35.294	22.875	238	1.590	5.980
1974	8.752	30.991	26.713	325	549	k. A.
1975	5.403	36.446	26.931	375	570	k. A.
1976	2.966	39.359	28.589	419	412	k. A.
1977	998	44.517	31.707	428	806	k. A.
1978	0	49.992	31.485	300	2.402	k. A.
1979	0	52.283	32.812	406	859	k. A.
1980	0	55.786	31.286	466	577	k. A.

**Tabelle 2: Verbrauch und Erzeugung der Kupferhütte (Recyclinghütte) in Brixlegg 1990 – 2004 (18).**

Jahr	Verbrauch t		Erzeugung			
	Kupfer- vormaterial	Elektrolyt- kupfer t	Kupfer- billets t	Nickel- vitriol t	Fein- silber kg	Fein- gold kg
1990	80.445	49.703		643	21.761	58
1991	87.996	52.837		623	29.059	60
1992	87.563	54.681		671	21.612	158
1993	78.517	53.038		720	83.078	315
1994	91.990	51.590		877	24.912	382
1995	114.880	53.408		936	19.843	224
1996	119.539	69.120		1.000	32.220	463
1997	131.490	74.093		958	17.022	343
1998	133.773	74.786		1.046	28.850	343
1999	130.079	74.075	48.450	1.073	28.411	340
2000	150.718	73.873	66.613	1.133	25.125	465
2001	127.467	66.154	76.759	1.344	36.343	475
2002	115.003	61.400	63.057	1.202	30.702	551
2003	127.607	62.092	79.476	1.294	33.010	410
2004	120.541	68.937	81.158	1.198	26.235	363

Nach Übergang von Bergbauern und Hütten in Staats-eigentum unterstanden dem k. k. Berg- und Hüttenamt Kitzbühel Mitte des 19. Jahrhunderts die Kupferberg-baue Schattberg, Kelchalpe und Kupferplatte sowie die angeschlossene Kupferhütte in Jochberg (seinerzeit übliche Bezeichnung: „Kupferhütte Kitzbühel“), die beispielsweise 1855 (21) und 1857 (22) 79.408 kg bzw. 79.352 kg Rosettenkupfer produziert hat. Die Hütte verschmolz aber nicht das gesamte, in den genannten Berg-bauen gewonnene bzw. dort aufbereitete Erz, sondern gab einen Teil an die gleichfalls staatliche Hütte Brixlegg zur Einlösung ab (22). In Jochberg arbeitete das Schmelzwerk mit einem Flammrösten, einem „Hoh-Ofen“, drei Krummöfen und einem Rosettierherd (23).

1870 lag die Produktion bei 131,2 t Rosettenkupfer, aber „... gegenwärtig (1871/72) ist der Hüttenbetrieb (in Jochberg) auf die Erzeugung von Rohlech in einem siebenförmigen Rundofen beschränkt, dessen Produkt zur Weiterverarbeitung nach Brixlegg abgeliefert wird“ (24). Demgemäß weist das MHB für 1875 unter der k. k. Bergverwaltung Kitzbühel je einen Röstflamofen und Rundschachtofen mit sieben Blasformen aus (25), aber schon das nächste MHB gibt für 1880 nur noch die Bergbaue samt Aufbereitung, aber keine Kupferhütte mehr an (26).

### 3 Mühlbach am Hochkönig (Salzburg)

Die weit über das heutige Österreich hinausreichende Bedeutung der Kupfererzeugung im Raum Mitterberg-Mühlbach am Hochkönig in prähistorischer Zeit kann hier verständlicherweise nur erwähnt werden. Interes-

sierte Leser mögen sich des Fachschrifttums bedienen, z. B. der Arbeiten von Karl Zschocke und Ernst Preuschen (27) sowie von Clemens Eibner (28), der sogar von einer „bronzezeitlichen Kupferindustrie“ am Mitterberg spricht.

Die Wiederentdeckung der Mitterberger Kupfererz-lagerstätte soll – folgt man Wilhelm Günther (29) – einem Zufall zu verdanken sein, und über Umwege wurde Josef Zötl, Oberhutmann des k.k. Eisenwerkes Pillersee (Tirol), auf den wertvollen Erzfund aufmerksam. Zötl gründete Mitte 1829 die Mitterberger Kupfergewerk-schaft und bemühte sich sodann erfolgreich um die Auf-nahme der Erzförderung, aber vom Bau einer Schmelz-hütte in oder bei Mühlbach sah die Gewerkschaft zunächst ab – trotz umständlichen Erztransportes zur ärarischen Edelmetall- und Kupferhütte in Lend. Aller-dings löste das k. k. Lender Schmelzwerk die Mitter-berger Erze bis 1833 nicht ein, sodass deren Verhüttung vorerst in Regie der Kupfergewerkschaft ablaufen musste.

Die 1842 beantragte Bewilligung für Bau und Betrieb einer Kupferhütte in Mühlbach wurde dennoch bis 1849 hinausgezögert, weil die Gewerkschaft erst nach sieben Jahren den Nachweis einer gesicherten Brennstoffver-sorgung (Holz bzw. Holzkohle) erbringen konnte. Die Verhüttung in Mühlbach erfolgte zunächst im Krumm-ofen (Schwarzkupfer), die Herstellung des Rosettenkup-fers in einem entsprechenden Herd (1855: 77.616 kg) (30).

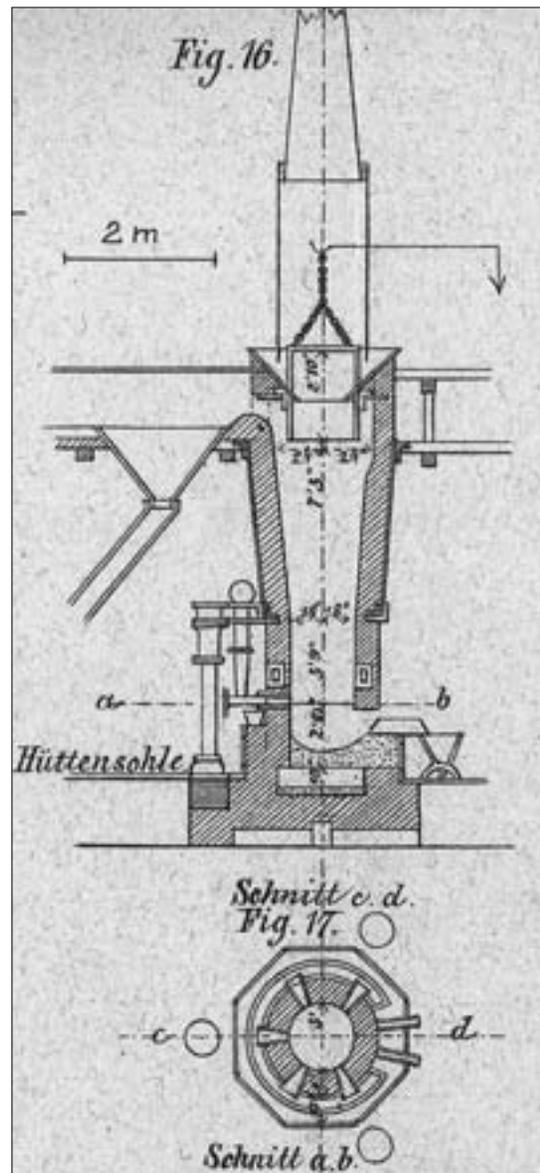
1869/70 wurde die inzwischen veraltete Hütte moderni-siert (31): „Hoffnungsreiche neue Aufschlüsse und nach

den neuesten Fortschritten der Technik eingerichtete Manipulationswerkstätten sichern diesem unter intelligenter Leitung stehenden Montan-Unternehmen eine lange Dauer und lassen ein weiteres Emporblühen desselben zuversichtlich erwarten. So wurde z. B. ein fünf­förmiger Rundschachtofen (Pilz'sche Konstruktion; **Abb. 9**), der erste in Österreich für Kupfererze, erbaut. ... Ein Kupfer-Raffinierofen mit Holzgas ist im Bau“ (32). Als Berg- und Hüttenverwalter wirkte damals Johann Pirchl d. Ä. (gestorben 1903) (33), Hüttenmeister war der erfahrene Praktiker Anton Khuen (34). Die Erzeugung des Rosettenkupfers ging wie folgt vor sich (35):

- 1) Schmelzung gerösteten Erzes und des Schlichs mit Schlacken und geröstetem Rohlech im Rundschachtofen auf Rohlech (23-27 % Kupfer),
- 2) Schmelzung des gerösteten Rohlechs mit Schlacke im Krummofen auf Kupferstein (50-60 % Kupfer),
- 3) Schmelzung des im Flammofen gerösteten Kupfersteins im Krummofen auf Schwarzkupfer und
- 4) Verarbeitung des Schwarzkupfers im Garofen auf Rosettenkupfer;
- 5) beim Rosettieren angefallenes Gekrätz ergibt einen Regulus mit ca. 76 % Kupfer und 21 % Nickel („Nickelkupfer“).

Produktionszahlen der Mühlbacher Kupferhütte gehen aus **Tabelle 3** hervor (36) (37).

Die Mühlbacher Kupferhütte produzierte 1885 letztmalig und umfasste zu dieser Zeit folgende Aggregate: 1 Flammröstofen, 8 offene Doppelröstfelder, 1 Kiln (**Abb. 10**), 1 Rundschachtofen mit sechs Formen, 3 Krummöfen, 2 Rosettierherde und 1 Raffinierofen mit Holzgasfeuerung (38). Ende 1884 war die neue, verkehrsmäßig günstiger gelegene Kupferhütte in Außerfelden (später Mitterberghütten) bei Bischofshofen in Betrieb gesetzt worden (39), die auch mit „Bessemer-Konvertiern“ arbeiten sollte. Um sich über die Eignung des



**Abb. 9:** Rundschachtofen mit fünf Blasformen (ähnlich der Pilz'schen Bauweise) in der Kupferhütte in Mühlbach am Hochkönig, 1871. Aus: Vereinfachte Rundschachtofen-Construction .... Anm. 32.

**Tabelle 3:** Jahreserzeugungen der Kupfergewerkschaft Mitterberg, Hütte Mühlbach am Hochkönig (36) (37).

Jahr	Rosettenkupper t	Nickelkupper kg	Jahr	Rosettenkupper t	Nickelkupper kg
1871	184,4	3.044	1889	200,5	5.828
1872	197,1	3.972	1890	276,2	8.071
1873	193,9	13.536	1891	279,9	6.605
1874	195,1	11.806	1892	305,1	0
1875	206,2	4.976	1893	323,3	0
1876	211,9	6.110	1894 <sup>a)</sup>	322,0	14.835
1877	227,8	0	1895 <sup>a)</sup>	492,2	4.542
1878	225,5	10.622			

<sup>a)</sup> Hütte in Außerfelden bereits in Betrieb.

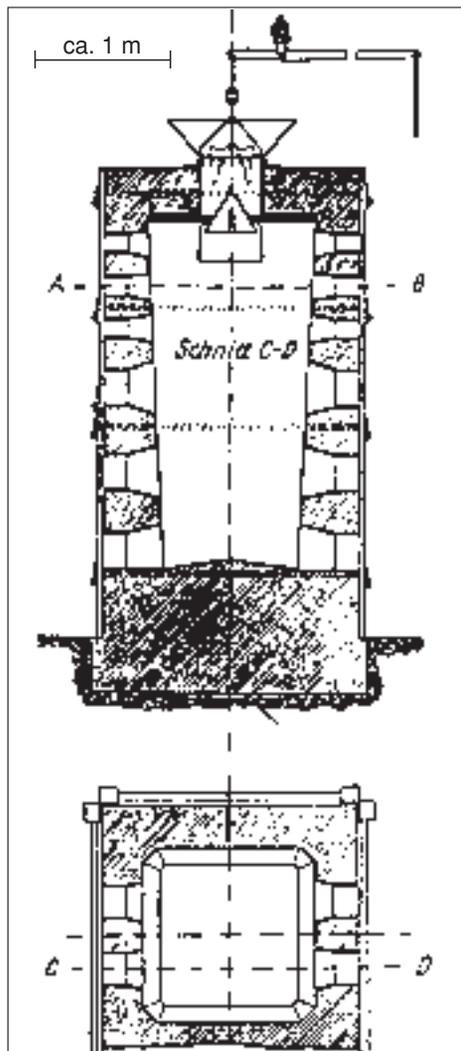


Abb. 10: Steinröster („Kiln“), ein ähnlicher Ofen arbeitete in der Kupferhütte in Mühlbach am Hochkönig. Aus: Borchers, W.: *Hüttenwesen. Kurze Übersicht über die heutigen Verfahren zur Gewinnung der wichtigsten Metalle*. 2. Aufl. Halle (Saale) 1921.

Konverter-Blaseverfahrens für Mitterberger Material zu informieren, beauftragte die Gewerkschaft einen angesehenen Experten, nämlich den in Berlin tätigen „consultierenden Ingenieur für Berg- und Hüttenwesen“ C. A. Hering (40) mit diesbezüglichen Versuchen. Die mit einfachsten Mitteln 1881/82 ausgeführten Experimente haben die Verblasbarkeit von Rohstein auf Konzentrationsstein nachgewiesen (Rohstein: 23,1 % Cu, 49,0 % Fe und 27,0 % S; Konzentrationsstein: 53,9 % Cu, 21,1 % Fe und 24,0 % S); es handelte sich damals also um kein Verblasen kupferreichen Steins auf Schwarzkupfer (Rohkupfer).

Während des Zweiten Weltkrieges – die Anlage in Mitterberghütten hatte man nach 1932 demontiert – war es der Studiengesellschaft Deutscher Kupferbergbau Ges.m.b.H. Eisleben/Sachsen-Anhalt gelungen, die Kupfererzförderung in Mitterberg wieder aufzunehmen. Im Zuge der Verstaatlichung entstand 1946 die Kupferbergbau Mitterberg Ges.m.b.H., die 1954 den Betrieb Mitterberg/Mühlbach übernahm. Als sich zu Beginn der

1970er Jahre die Stilllegung der Mitterberger Erzförderung – nicht zuletzt wegen des langen Erztransportweges über Arnoldstein/Gailitz (Kärnten) zwecks Röstung nach Brixlegg (Tirol) – abzeichnete, entwickelte man in Zusammenarbeit mit der TU Berlin (41) und der Firma Lurgichemie und Apparatebau (Frankfurt am Main) 1971/73 einen hydrometallurgischen Prozess zur Aufarbeitung des Erzes an Ort und Stelle, d. h. in unmittelbarer Nähe der Mühlbacher Aufbereitung. Eine nach diesem „Lurgi-Mitterberg-Verfahren“ (42) produzierende Pilotanlage versprach beste Ergebnisse (43), sodass eine neue Hütte in Mitterberghütten (für ca. 6.000 t Kathodenkupfer pro Jahr) bald zur Diskussion stand. Wegen zu großen Investitionsaufwandes und vor allem wegen drohender, angeblich unvermeidbarer Schließung des Bergbaues (1977) konnte das sowohl metallurgisch als auch volkswirtschaftlich interessante Projekt nicht verwirklicht werden.

#### 4 Außerfelden (Mitterberghütten) (Salzburg)

Als sich Ende der 1870er Jahre die Lage der Mitterberger Kupfergewerkschaft infolge Unwetterschäden und schwacher Kupferpreise zu verschlechtern begann, wollte man das Unternehmen an die Anglo-French-Unionbank (Paris) verkaufen. Nach Scheitern dieses Planes entschloss sich die Gewerkschaft kurzerhand, ihre Betriebe zu reorganisieren und in Eigenfinanzierung zu erweitern. So wurden 1881/84 die Aufbereitungsanlagen beim Bergbau modernisiert und 1882/84 in Außerfelden (später Mitterberghütten) an der Bahnlinie Salzburg-Wörgl eine neue Kupferhütte erbaut, während die Produktion in der unpraktisch gelegenen Mühlbacher Hütte 1885 auslief (44).

Das durchaus beachtenswerte Werk bei Bischofshofen war wie folgt ausgestattet; 17 Doppelröstfelder, 2 Flammröstöfen, 1 Krummofen, 2 sechsförmige Rundschachtöfen, 1 sechsförmiger Spurofen, 5 Flammöfen für Konzentrieren, „Schwarzkupfern“ und Raffinieren; 3 Spitzkästen, 11 Laugbottiche, 8 Kristallisationskästen und 1 Bleipfanne für Kupfervitriolerzeugung. Um 1893 lösten ein mechanischer und zwei „händische“ Fortschaufelungsröstöfen alle Doppelröstfelder ab (45); in diesem Jahre erzeugte das Werk aus Mitterberger und Bürgsteiner Erz 608 t Raffinadekupfer, 115,3 t Kupfervitriol, 7,7 t Nickelvitriol und 7,3 t Nickelammoniumsulfat (46). C. A. Hering, nun „consultierender Ingenieur in Dresden“, der an Planung und Bau der Hütte Außerfelden beteiligt gewesen war, kritisierte aber schon 1895: „Augenblicklich befindet sich der Standpunkt der metallurgischen Verarbeitung der Erze ... nicht mehr auf dem Niveau, welches die Kupferhüttenkunst zur Jetztzeit bereits ... einnimmt;“ er empfahl daher, nach US-amerikanischem Vorbild „sein Prinzip“ zu installieren: Rohschmelzen, „Bessemern“ und Elektrolyse (47).

Wegen notwendiger Modernisierung des Hüttenbetriebes sowie Schwierigkeiten im Bergbau und mit der Arbeiterschaft verkaufte die finanziell überforderte Gewerkschaft im April 1906 ihren Montanbesitz an eine in

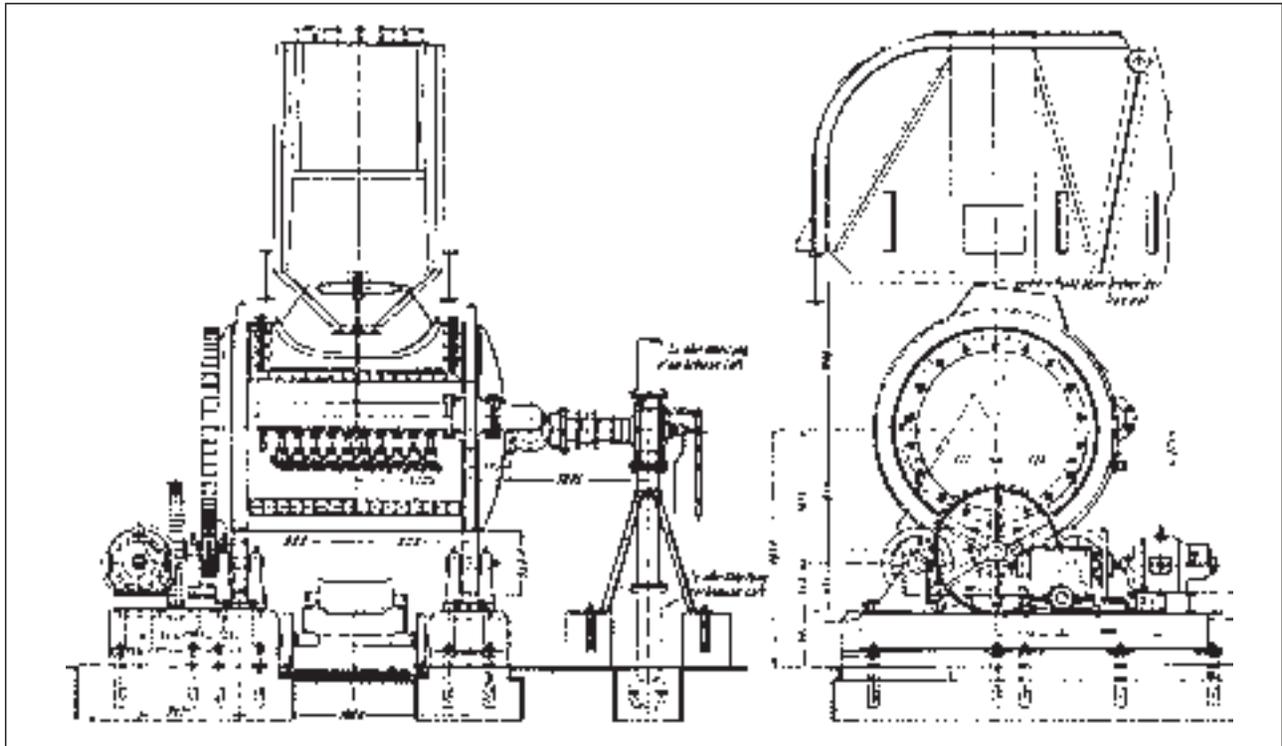


Abb. 11: Trommel- oder liegender Konverter für das Verblasen von Stein zu Schwarzkupfer („Verbessemern“); vgl. Abb. 6. Aus: Tafel/Wagenmann, Lehrbuch ... siehe Abb. 5.

London neugegründete Mitterberger Copper Company Ltd. – von vornherein ein windiges Schwindelunternehmen, das mit beachtlichen Investitionen (selbstverständlich auf Kredit) vorerst zu beeindrucken wusste; hervorzuheben ist dabei die Errichtung dreier 1,5-t-Trommelkonverter (Abb. 11). Nach undurchsichtigem Finanzgebaren der Copper Company musste schon im November 1907 der Konkurs eröffnet werden, doch ging im Oktober 1908 die keineswegs wertlose Konkursmasse an die gleichfalls neugegründete Mitterberger Kupferaktiengesellschaft über, hinter welcher der Industrielle Arthur Krupp (1856-1938) (48) und die Österreichische Creditanstalt für Handel und Gewerbe als Financiers standen.

Für die Hütte Außerfelden wirkte sich der Wechsel in eine AG günstig aus, denn im folgenden Jahr wurden die „Bessemerei“ vergrößert, ein Dwight-Lloyd-Röstofen erbaut und die Kupferelektrolyse eingeführt. Als wohl entscheidendste Maßnahme auch für die Hütte galt die Inbetriebnahme einer von der Friedr. Krupp AG, Grusonwerk Magdeburg-Buckau, gelieferten Aufbereitungsanlage (Abb. 12) mit (1921/22 modernisierter) Flotation in Mühlbach im Frühjahr 1910 (49). Der führende Kopf in der AG war bis 1917 Konsul Dr. Emil Knudsen.

Nach dem Ersten Weltkrieg setzten sich die Investitionen in Mitterberghütten

(Abb. 13) überraschenderweise fort; erwähnt sei der Bau einer Schmelzhütte („Rohhütte“) mit zwei Schachtöfen und einer „Bessemerröhre“ mit fünf 3-t-Konvertern. Beachtung fanden auch die Aufarbeitung metallhaltiger Rückstände und die Erzeugung sogenannter Nebenprodukte (Tabelle 4) (50). W. Günther hat sich außerdem mit der oft beanstandeten Auswirkung der Kupferhütten in Mühlbach und in Mitterberghütten auf die Umwelt eingehend beschäftigt (51).

„ ... Die Inflation und der Preisverfall des Kupfers während der Weltwirtschaftskrise ließen nach 1929 den Kupferpreis auf dem Weltmarkt so weit fallen, dass trotz



Abb. 12: Aufbereitung und Flotation in Mühlbach am Hochkönig, um 1912. Aus: Spiel, Die Aufbereitung ... Anm. 49.

**Tabelle 4.: Jahreserzeugungen (Tonnen) der Kupferhütte Außerfelden (Mitterberghütten) 1919 – 1932 (50)**

Jahr	Walz- u. Gusskupfer	Elektrolytkupfer	Kupfervitriol	Nickeloxid	Würfelnickel	Anodenschlamm	sonstige Produkte
1919	–	631,1	20,0	–	–	–	–
1920	60,1	1550,0	42,8	–	–	–	–
1921	121,4	4077,8	5,2	–	–	27,0	11,8 t Nickelvitriol
1922	350,5	3313,2	17,2	–	–	–	–
1923	117,7	4521,8	–	–	–	–	–
1924	–	3808,7	–	–	–	–	9,58 kg Feingold 661,98 kg Feinsilber
1925	–	3330,8	–	–	–	32,0	–
1926	–	2848,8	124,6	–	–	28,4	34,15 t Nickelammoniumsulfat
1927	–	2883,1	562,9	187,8	–	28,2	1666 t Nickelammoniumsulfat 284,1 t Nickelkarbonat
1928	–	3014,5	479,8	195,9	–	71,9	–
1929	–	3497,7	615,7	194,7	44,2	78,3	–
1930	–	3591,8	474,3	331,7	146,4	240,0	147,6 t Nickelvitriol
1931	–	2803,3	374,0	–	249,2	122,1	–
1932	–	1074,9	34,0	–	139,1	–	–



**Abb. 13: Kupferhütte in Außerfelden (Mitterberghütten) 1919 vor dem bald danach durchgeführten Ausbau. Aufnahme im Besitz von H. J. Köstler.**

aller Rationalisierungsmaßnahmen die finanziellen Mittel nicht mehr aufzubringen waren, um die Mitterberger Kupfer AG zu erhalten“ (52). Als letztlich entscheidender Anstoß für die Auflösung der „Mitterberger“ ist dennoch der Zusammenbruch der Wiener Creditanstalt für Handel und Gewerbe zu betrachten.. Nach erfolglosen, vielleicht auch halbherzigen Rettungsversuchen, bei denen politische Einflüsse mitgespielt hatten, wurden Bergbau und Hütte der Mitterberger Kupfer AG 1932 geschlossen (53). Alle Anlagen fielen hierauf „sicherheitshalber“ der Verschrottung oder dem Verkauf zum

Opfer – die Frage einer Wiederinbetriebnahme vor allem der Kupferhütte war somit erledigt (54). Offenbar nicht ohne Grund und Vorahnung hatte Berghauptmann Franz Aigner (Wels) schon 1930 eine Denkschrift anlässlich des einhundertjährigen Bestehens des Mitterberger Kupferbergbaues publiziert (55); Aigners Abhandlung gilt bereits als wichtiges Dokument österreichischer Montan-, Industrie- und Sozialgeschichte.

Emil Tschernig (ehemals BBU) kommentierte die Schließung von Bergbau und Hütte zwei-einhalb Jahrzehnte später sehr treffend: „Nach heutiger Kenntnis der Lagerstätte war dies eine Fehlentscheidung. Ein verhältnismäßig geringer Mehraufwand im Hoffnungsbau hätte zum Aufschluß des Westfeldes mit seinen reichen Erzen ... geführt. Mit der Einstellung des Betriebes wurde um Mühlbach ein Notstandsgebiet geschaffen, das durch Jahre bedeutende

öffentliche Mittel in Anspruch nahm. Noch schlimmer war, daß der Bergbau bis zur Erholung des Kupferpreises nicht gefristet wurde und die modernen Anlagen nicht erhalten geblieben sind, sondern zu niedrigsten Preisen zum Teil sogar ins Ausland verkauft wurden“ (56).

### **5 Oberarl (Salzburg)**

Zur 1855 gegründeten „Kupfergewerkschaft Bürgstein“ (57) gehörten der 1858 in Betrieb gesetzte Bergbau Bürgstein und die Kupferhütte in Oberarl bei St. Johann

im Pongau. Die anfangs nur handgeschiedenen Erze wurden – wie es 1873 hieß – „im Wege der Extraction mit Hilfe der durch Röstung der Erze selbst erzeugten schwefeligen Säure weiterverarbeitet“ (58); reichere Scheiderze kamen meist nach Brixlegg. W. Günther hingegen beschreibt das Oberarler Extraktionsverfahren viel genauer (59): das in Flammöfen geröstete Erz wurde vier Wochen hindurch schwefelsauren Dämpfen in Säurekästen ausgesetzt, in die man verdünnte Schwefelsäure presste. Auf dem Boden der Kästen setzte sich „Kupferlauge“ ab, aus welcher in hölzernen Zementationskästen mithilfe von Eisen metallisches Kupfer ausgefällt wurde. Dieses feinkörnige Kupfer schmolz man im Garherd zu Rosettenkupfer um.

Während das MHB 1875 mehrere, wahrscheinlich seit 1874 nicht mehr benützte Säure-, Zementations- und Kristallisationskästen ausweist (60), gibt das 1880 erschienene MHB (61) nur noch vier Flammröst-Doppelöfen, einen Krummofen und einen Rosettier-Doppelherd an, d. h. man hatte das Extraktionsverfahren endgültig abgelegt und arbeitete seither pyrometallurgisch. **Tabelle 5** enthält die Produktionszahlen der Oberarler Hütte von 1871 bis 1880 (62).

Die Gewerkschaft Bürgstein geriet 1879 in Konkurs und kam nun in das Eigentum der Innsbrucker Kaufleute Karl Alois Walde und Martin Kapferer (63), die sie 1888 an die Mitterberger Kupfergewerkschaft veräußerten. Das MHB 1885 (64) vermerkt die „Hüttenanlage Oberarl“ mit 8 Vorröstöfen, 2 Flammöfen, 2 Krummöfen und 1 Rosettierherd; das nächste MHB (1890) (65) gibt nur noch den Bergbau am Bürgstein an (geschlossen 1906).

## 6 Hüttschlag (Salzburg)

Die 1521 im heutigen Ortsbereich von Hüttschlag (Großarlal) erbaute Kupferhütte (66) verschmolz Erze aus zahlreichen Gruben im hinteren Großarlal bzw. in dessen Seitentälern; zu nennen sind vor allem die Bergbaureviere auf der Kreemahd, bei der Schwarzwand und auf der Toferer Alm sowie in Kardeis (67). Über einige Gewerke und die „Haupthandlung“ des Erzbistums Salzburg gelangten Bergbaue und Schmelzhütte 1816 an den österreichischen Kaiserstaat (k. k. Montanärar).

Das Ärar ließ den Betrieb wegen zu armer Erze und veralteter Anlagen 1848 auf, aber schon 1848 entstand als Privatunternehmen die „Hüttschlag-Großarler Gewerk-

schaft“, die ab 1852 wieder produzierte (Kupferhütte mit zwei „Schmelzöfen“, wahrscheinlich Krummöfen, und Schwefelhütte mit vier Schwefelöfen): 12.264 kg Rosettenkupfer und 8.176 kg Schwefel (68). 1855 erzeugte man nur noch 7.784 kg Rosettenkupfer, aber 24.640 kg Schwefel, was sich mit dem niedrigen Kupfergehalt der kiesigen Erze (höchstens 2 %) durchaus erklären lässt (69). Die Gewerkschaft sah sich überhaupt gezwungen, Raubbau zu betreiben, bis schließlich 1860 so gut wie kein brauchbares Erz mehr vorhanden war. 1864 wurde die Hüttschlag-Großarler Gewerkschaft liquidiert (66).

## 7 Lend (Salzburg)

Die Edelmetall- und Kupferhütte in Lend sowie das „gesamte lenderische Montanistikum“ waren 1616 in Staatseigentum übergegangen, woran sich bis zur Auflassung des Schmelzbetriebes in den 1860er Jahren nichts änderte (70). Zuletzt unterstand die Schmelzhütte Lend dem k. k. Berg- und Hüttenamt Lend, mit dem man die Bergämter von Bockstein und Rauris vereinigt hatte. In Lend wurden seit jeher auf- und vorbereitete Edelmetallerze aus dem Raum Bockstein und vom Hohen Goldberg (Rauris), aber auch von Privaten gewonnene (Kupfer-)Erze eingelöst und verhüttet; 1855 erzeugte die Hütte Lend 17,121 kg Gold, 124,617 kg Silber und 24.528 kg Rosettenkupfer (71). Die eher bescheidene metallurgische Ausstattung umfasste zwei Krummöfen und je einen Treib- und Rosettierherd, wie man dem MHB für 1867 (72) entnimmt; laut Fritz Gruber soll der Schmelzbetrieb aber schon 1862 eingestellt worden sein (73), nachdem die jeweilige Produktion in den Vorjahren nur noch geringe Werte erreicht hatte.

## 8 Mühlbach im Pinzgau (Salzburg)

Bergbau und Kupferhütte samt Schwefelöfen in Mühlbach im Pinzgau unterstanden dem in diesem Ort eingerichteten ärarischen Berg- und Hüttenamt (74). Produktionszahlen dieser heute fast vergessenen Salzburger Schmelzhütte sind in **Tabelle 6** zusammengefasst (75) (76).

Bei Auflassung der Produktion 1864 (77) verfügte das Werk über eine Kupferschmelzhütte mit Röststätte und drei Schwefelöfen, eine Schwefelläuterhütte und einen Probiergaden (für Erzuntersuchungen und Versuchsschmelzungen) (78). Im MHB für 1867 werden Bergbau und Hütte in Mühlbach im Pinzgau nicht mehr erwähnt.

**Tabelle 5.: Jahrerzeugungen (Tonnen) der Kupferhütte Oberarl 1871 – 1880 (62).**

Jahr	Rosettenkupfer	Eisenvitriol	Kupfervitriol	Jahr	Rosettenkupfer
1871	57,0	70,9	0	1876	7,9
1872	54,3	118,9	46,4	1877	15,0
1873	70,4	79,5	48,2	1878	10,8
1874	42,8	49,8	0	1879	0
1875	46,5	0	0	1880	24,0

**Tabelle 6: Jahreserzeugungen der ärarischen Kupferhütte in Mühlbach im Pinzgau 1854 – 1860 (Tonnen) (75) (76)**

Jahr	Rosettenkupfer	Schwefel	Kupfervitriol
1854	13,7	25,2	40,1
1855	11,9	26,3	35,1
1856	15,1	28,0	28,9
1857	10,0	22,2	15,6
1858	13,9	10,9	22,6
1859	7,8	18,6	24,8
1860	8,3	19,5	31,5

### 9 Walchen bei Öblarn (Steiermark)

Bergbau und Hütte in der Öblarner Walchen sollen schon 1432 produziert haben (79); in der Inschrift bei einer Grabtafel an der Pfarrkirche Öblarn heißt es allerdings: „Das Silber Gold und Kupferwerk begann im Jahre 1465“ (80). 1467 belehnte der Abt des Benediktinerstiftes Admont mehrere Personen mit Gruben in der Walchen, und um 1558 scheinen zwei Bürger aus Nürnberg bzw. Augsburg auf, denen u. a. das Stift Admont, der Salzburger Johann Feuersänger und zuletzt das Stift Rottenmann (Steiermark) als Gewerken folgten. 1666 erwarb der Vordernberger Radmeister (Eisengewerke), Bergbauexperte und Metallurgiefachmann Hans Adam

Stampfer (1623-1695) (81) den Edelmetall- und Kupferbergbau samt Schmelzhütte in der Walchen.

Zunehmender Kupferbedarf am Beginn des 18. Jahrhunderts erforderte das Anschlagen des Johann-Adam und des Salvator-Stollens, aber schon um 1730/40 scheint die beste Zeit des Stampfer'schen Unternehmens in der Walchen bereits vorüber gewesen zu sein; vor allem Wassereinbrüche verursachten hohe Aufwendungen. Johann Gottlieb Stampfer d. J. veräußerte schließlich 1798 „die Walchen“ an Theodor Grafen Batthyány, der nach Konkurs den wahrscheinlich nicht sehr defizitären Edelmetall- und Kupferbergbau samt weithin bekannter Schmelzhütte („Walchnerischer Schmelzprozess“) 1819 an Franz Ritter v. Friedau d. Ä. (1786-1849) weitergab. 1849 erbte Franz R. v. Friedau d. J. (1826-1888) Großteile des Walchener Betriebes und mehrerer Eisenwerke in der Steiermark, z. B. das Vordernberger Radwerk VII sowie ein Stahl- und Walzwerk in Donawitz (82).

Nach Georg Göth waren um 1843 in der Walchen 233 Mann beschäftigt, davon 36 in der Schmelz- und in der Schwefelhütte, deren Jahresproduktionen 1840-1858 in **Tabelle 7** angegeben sind (83). 1844 führte die große Hüttenmännische Hauptexkursion der Vordernberger Montan-Lehranstalt unter Professor Peter Tunner auch zur Walchener „Kupfer- und Silberhütte“ (86); der Exkursionsbericht hält alle Erzeugungsschritte tabellarisch fest (vereinfachte **Tabelle 8**).

**Tabelle 7: Jahreserzeugungen (kg) an Kupfer, Silber und Gold sowie an Schwefel und Kupfervitriol in der R. v. Friedau'schen Hütte in der Walchen (1840 – 1858) (83). Bei (84) und (85) nur unwesentlich abweichende Werte für 1855 bzw. 1857.**

Jahr	Kupfer	Silber	Gold	Schwefel	Kupfervitriol
1840	28.433	133,7	2,27	44.618	26.695
1841	23.464	162,5	2,47	13.119	31.866
1842	21.841	128,3	1,91	10.140	28.559
1843	20.721	109,3	1,63	16.901	38.450
1844	13.509	89,5	0,91	26.628	57.687
1845	19.462	131,1	1,68	18.003	27.629
1846	17.484	134,7	1,88	16.240	39.005
1847	16.379	140,7	1,70	10.640	21.878
1848	18.752	127,3	1,49	1.456	26.458
1849	18.906	156,0	1,95	2.240	37.246
1850	13.987	107,6	1,09	5.600	30.728
1851	13.806	138,6	1,42	34.076	26.108
1852	11.206	96,0	1,05	38.128	30.528
1853	10.445	89,2	1,09	3.132	30.981
1854	12.337	96,3	1,09	0	31.616
1855	14.805	88,2	1,21	568	26.828
1856	12.626	91,9	1,27	207	26.585
1857	10.841	103,7	1,17	46.963	42.832
1858	6.205	10,4	0,12	0	0

**Tabelle 8: „Silber- und Kupferschmelzprozess“ in der Walchen, 1844 (86) (87)**

	Vorgang („Aufarbeitung“)	erzeugte Produkte
1	Rösten der Gold, Silber und Kupfer usw. enthaltenden Schwefelkiese	Rösterz und läuterbarer Schwefel
2	Rohschmelzen unterschiedlich gerösteter Erzgattungen	Rohlech sowie hältige Schlacken
3	Verbleien (Verfrischen) des Rohlechs sowie der Glätte von 5 und des Hartwerkes von 7	Reichlech, Reichblei und Speise
4	Wiederholtes Verfrischen oder Abdörren des Reichlechs mit Frischblei	Abdörrstein (Kupferlech, ca. 21 % Cu), Reichblei und Speise
5	Silbertreiben der Reichbleie von 3 und 4	feingebranntes Blicksilber und Glätte
6	Rösten des Abdörrsteins von 4 (viermal)	gerösteter Abdörrstein
7	Rohschmelzen des gerösteten Abdörrsteins	Kupferstein (ca. 50 % Cu) und Hartwerk
8	Rösten des Kupfersteins	gerösteter Kupferstein
9	Schmelzen des gerösteten Kupfersteins	Schwarzkupfer (ca. 92 % Cu)
10	Abtreiben (Rosettieren) des Schwarzkupfers	Rosettenkupfer (angeblich 100 % Cu)

Die seit Beginn der 1840er Jahre immer ärmeren Erze (teils knapp über 1 % Kupfer) bewirkten bald ein deutliches Absinken der Kupferproduktion, und dazu kamen ab 1851 Zahlungen an erbberechtigte Verwandte, um den gesamten Walchen-Besitz in das Alleineigentum zu bringen. Nachdem man 1856 mehrere Grubenmaße und Überscharen gelöscht hatte, mussten Bergbau und Schmelzhütte zur Jahresmitte 1858 wegen zu geringer Erträge stillgelegt werden. Kurz zuvor hatte der Hüttenbetrieb 3 Schwefel- und 8 Flammröstöfen, 4 Krummöfen, 1 Rosettier- und 1 Treibherd, 3 Laugwerke, 2 Abdampfkessel und 25 Kristallisationskästen umfasst (88).

Spätere Versuche, einen neuerlichen Abbau von Schwefel- und/oder Kupferkies zu Stande zu bringen, schlugen lange fehl, denn erst 1901 setzte eine Schwefelkiesförderung wieder ein, die bis 1922 anhielt; auch nach dem Zweiten Weltkrieg wurden kleinere Mengen gefördert. Aufwändige, aber schlecht organisierte Gewaltigungsarbeiten 1938-1945 für eine Kupfererzgewinnung waren

letztlich im Sande verlaufen (89). Alle Bergbau- und Hüttenanlagen bzw. ihre baulichen Reste in der Walchen drohten sodann vollständig zu verfallen. Erst gegen Ende der 1990er Jahre begannen unter dem Öblarner Bergbauverein (Obmann: Günther Dembski) Freilegungs- und Restaurierungsarbeiten, u. a. im Thaddäus-Stollen, am Röst- bzw. Schwefelofen und in der desolaten Schmelzhütte, wo Krummöfen (**Abb. 14**) und der Silbertreibherd renoviert wurden. Diese bemerkenswerten Aktivitäten waren die Voraussetzungen für den „Öblarner Kupferweg“, der bereits als montangeschichtliche Sehenswürdigkeit gilt (90).

#### 10 Kalwang (Steiermark)

Ab 1668 scheint das Benediktinerstift Admont als Eigentümer des gesamten – damals wahrscheinlich bereits zweihundert Jahre alten – Kupferbergbaues in der Teichen bei Kalwang auf. Trotz sehr unterschiedlicher Erträge führte das Stift die Kupfererzeugung weiter und erbaute 1794 sogar eine neue Schmelzhütte, verpachtete aber schon 1815 Bergbau und Hütte an das Benediktinerstift Seitenstetten (Niederösterreich), das für seinen Messingfabrik in Reichraming (Oberösterreich) Kupfer brauchte (91) (92).

Nach Auslaufen des Pachtvertrages 1842 führte das Stift Admont den Betrieb weiter. 1844 besuchte Peter Tunner mit seinen Studenten die Kalwanger Kupferhütte, deren „... Schmelzwesen auf Vollkommenheit wenig Anspruch hat“ (93). Nach Tunner erzeugte man aus ungeröstetem Erz zunächst Rohlech mit 14 - 17 % Kupfer. Gerösteter Rohlech (drei bis vier Feuer) wurde zu Reichlech (Kupferstein) mit 24 - 28 % Kupfer verschmolzen; gerösteter Rohlech (sieben bis acht Feuer) ergab in nochmaliger Schmelzung Schwarzkupfer mit 91 - 92 % Kupfer. „Den Schluss der hiesigen Prozesse macht das Gaa-



**Abb. 14: Restaurierte Krummöfen (?) in der ehemaligen Kupfer- und Edelmetallhütte in der Walchen bei Öblarn. Aufnahme: H. J. Köstler, November 2001.**

ren des Schwarzkupfers, wodurch im ganzen jährlich 400 bis 600 Zentner (22.400 – 33.600 kg) Rosettenkupfer erzeugt werden.“ Die Hütte arbeitete mit „zwei Krummöfen ... zum abwechselnden Gebrauche für alle Schmelzprozesse“; nur für das Garen gab es einen eigenen Herd.

Unter der Vordernberger Radmeister-Kommunität, die 1846 Bergbau, Hütte und Wälder in Kalwang erworben hatte, kam als erstes die Produktion von Kupfervitriol und Schwefel zum Erliegen; die Hütte verfügte damals über zwei Krummöfen, einen Treibherd (Rosettierherd) sowie über je zwei Abdampfkessel und Kristallisationskästen (94) und erschmolz 1857 nur 19 t Rosettenkupfer (95); 1853 immerhin noch 24,9 t (96). An dieser Ausstattung änderte sich bis zur Stilllegung von Bergbau und Hütte 1867 nichts mehr.

Kurz vor Ende des Ersten Weltkrieges lief die Förderung „kupferhältigen Schwefelkieses“ wieder an und bewirkte den Bau einer Aufbereitung samt Flotation (92). Für 1928 wird zum letzten Mal eine Erzförderung ausgewiesen, nämlich 10.000 t Schwefelkies (97).

### 11 Radmer (Steiermark)

Der Kupfererzbergbau in Radmer an der Hasel – neben urgeschichtlicher Erzgewinnung nachweisbar für die Mitte des 16. Jahrhunderts – gelangte über mehrere Gewerken sowie über die Alte und die Neue Kupfergewerkschaft 1743 in das Eigentum des Stiftes Seitenstetten (98), das im Vorjahr die Messingfabrik in Reichraming angekauft hatte (99). Große Verluste bei der Kupfererzeugung seit 1828 veranlassten das Stift schließlich 1841, den gesamten Montan- und Grundbesitz in Radmer an die Vordernberger Radmeister-Kommunität zu verkaufen. Die Kommunität legte von Anfang an keinen Wert auf die Kupferproduktion, sondern nur auf Holzkohle aus den mit übernommenen Wäldern (100).

Die jährliche Kupfererzeugung von 1828 bis zur Übernahme durch die Kommunität geht aus **Tabelle 9** hervor (101); spätere Produktionszahlen liegen derzeit nicht vor. Zu Beginn der 1850er Jahre, wahrscheinlich erst 1855, ließ man Bergbau und Hütte in Radmer auf.

**Tabelle 9: Kupfererzeugung des Stiftes Seitenstetten in Radmer 1820 – 1842 (101)**

Jahr	kg Kupfer	Jahr	kg Kupfer	Jahr	kg Kupfer
1820	16.576	1828	20.825	1836	6.112
1821	11.760	1829	19.174	1837	6.769
1822	24.080	1830	14.525	1838	4.519
1823	14.392	1831	14.965	1839	3.317
1824	24.722	1832	15.634	1840	2.940
1825	19.945	1833	11.110	1841	2.870
1826	24.922	1834	10.025	1842	2.506
1827	20.272	1835	4.370		

### 12 Knittelfeld/Unzdorf (Steiermark)

Die Kupferbergbaue bei Flatschach nahe Knittelfeld waren bis zur Aufhebung des Stiftes Seckau 1782 von nicht zu unterschätzender Bedeutung für die stiftische Wirtschaft (102); so produzierte die am Fuße des Schattenberges am Ingeringbach gelegene Schmelzhütte (103) beispielsweise 1722 und 1725 ca. 28 t bzw. 20 t Kupfer (104). Unter dem Religionsfonds wurde der Bergbau aufgelassen; 1787 hatte die Hütte nur noch 6,6 t Kupfer geliefert.

Erst 1864 fand das Flatschacher Bergbaurevier wieder Interesse, als sich der Wiener Großkaufmann Ludwig Kuschel (105) neun einfache Grubenmaße verleihen ließ (Ludwig-, Franziska- und Anton-Grubenfeld); sie befanden sich in den alten Revieren Brunngraben, Weißenbach und Adlitz. Kuschel betrieb seinerzeit auch mehrere Blei-Zink-Bergbaue und die Ludwigshütte in Deutschfeistritz (106). Zwecks Verschmelzung der Flatschacher Erze ließ Kuschel eine Aufbereitung und eine Kupferhütte in Unzdorf am Ingeringbach nahe Knittelfeld errichten (107) – aber schon 1867 erfolgte die bergrechtliche Löschung obengenannter Grubenmaße, womit auch der Hüttenbetrieb endete (108).

### 13 Flattach (Kärnten)

Die Kupfer- und Edelmetallbergbaue in der Walchen bei Öblarn (109) und in der Großfragant nahe Flattach im Mölltal sind mit Hans Adam Stampfer (1623-1695) untrennbar verbunden (110), dem beide Betriebe ihre anfangs bemerkenswerte Blüte verdankten. Stampfer hatte sich 1691 mit Gruben in der Großfragant (111) belehnen und bald danach eine Kupferhütte samt Schwefelerzeugung im heutigen Hüttendorf (auch Schmelz oder Ragabach) bei Flattach erbauen lassen. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts zeigten sich aber erste wirtschaftliche Probleme, die in sinkendem Kupfergehalt sowie in langen Transportwegen unter Tage und zur Mölltaler Schmelzhütte ihre Ursachen hatten. Johann Gottlieb Stampfer sah sich schließlich 1804 gezwungen, seine „Montanentität“ zu verkaufen. Den Besitznachfolgern gelang es nun auch nicht, gewinnbringend zu arbeiten, und zuletzt musste Franz Sigmund Mulli – seit



**Abb. 15:** Ehemalige Bleischmelzhütte „Viktorhütte“ mit Zementkupfer-Erzeugung in Eisenkappel. Aufnahme: H. J. Köstler, April 1989.

1815 Alleineigentümer – „am 10. Oktober 1834 ob gänzlichen Mangels an Betriebsfonds“ (112) die Produktion auflassen. Das Raggabacher Werk bestand zu dieser Zeit aus 3 Schwefelöfen, 1 Röstofen, 3 Schmelzöfen (?) und 1 Treibofen sowie der Schwefelläuterhütte; Verwes-, Hutmanns-, Schmelzer-, Holzknecht- und Schweflerhaus ergänzten die zuvor produktive Anlage. Zur Metallurgie hieß es: „Das ... Kupfererz wird im Schwefelofen ... abgeschwefelt, welcher Prozeß bei 3 Monate anhält und welcher, der den Feldfrüchten schädlichen Dämpfen wegen, nur im Winter vorgenommen werden darf. ... Das (vom Schwefel) gereinigte Erz wird in den Schmelzofen gebracht, und in demselben das Schwarzkupfer bereitet. Dieses kommt in den Treibofen, wo es in feines Kupfer geschmolzen die Form runder Platten erhält. ... Die jährliche Kupfererzeugung ist verschieden, kann aber auf 120 Ctr. (ca. 6,7 t), die des Schwefels auf 150 Ctr. (ca. 8,4 t) angegeben werden“ (113).

Schon 1836 gestaltete Mulli seine Kupferhütte in ein Hammerwerk um, dessen rund ein Jahrzehnt später erbauter Hochofen 1845 angeblasen wurde. 1861 stellte auch das Eisenwerk Raggabach („Annahütte“) die Produktion ein (114). Im Hinblick auf die seiner Meinung nach großen Kupfererzvorräte in der Großfragant empfahl Carl Rochata, ein angesehener Lagerstättenexperte, 1878 die Wiederaufnahme von Erzförderung und Verhüttung (115). Für diese allzu optimistischen Vorschläge fand sich allerdings kein Geldgeber. Aufwändige Gewältigungs- und Vortriebsarbeiten in der Großfragant durch den ungarischen Spekulanten D. v. Szulykovsky um 1900 erbrachten einige Tonnen Schwefelkies mit belanglosem Kupfergehalt. Von 1915 bis 1920 fand neuerlich eine Erzförderung statt, wobei nicht die Kupfer-, sondern die Schwefelsäureerzeugung im Vordergrund stand (116). Spätere Versuche zur Inbetriebnahme des Großfraganter Bergbaues blieben ohne Erfolg (117).

#### **Eisenkappel (Kärnten)**

Das Klagenfurter Großhandelsunternehmen von Johann Rainer – Firmenname: Ditta J. Rainer – trat schon in den

1840er Jahren als Verleger und Käufer von Blei aus dem Raum Hochobir (Südostkärnten) auf (118). Hauptabnehmer des u. a. in Zauchen bei Eisenkappel und später auch im Mießtal (jetzt Slowenien) erschmolzenen Bleis war die Rainer'sche Minium-, Glätte- und Schrotfabrik in Gurlitsch bei Klagenfurt. Nach Übernahme des Handelshauses durch Viktor Ritter v. Rainer zu Harbach (119) 1861 setzte der neue Eigentümer alles daran, möglichst viele Unterkärntner Bleibergbaue und Schmelzhütten zu erwerben, sodass sich schon um 1871/72 die fast gesamte Bleierzeugung Südostkärntens in Rainers Händen befand.

In der zweiten Hälfte der 1870er Jahre erhielt die bergrechtlich den Gruben auf der Schöffler- und der Grafensteiner Alpe (Hochobir) zugeschriebene Rainer'sche Schmelzhütte

Zauchen – inzwischen „Viktorhütte“ (**Abb. 15**) genannt – eine „Kupferextraction mit 1 Doppelpösten, 1 Auslaugtrommel und 14 Zementationskästen“ (120) mit drei Beschäftigten. Erzlieferant war der gleichzeitig verliehene „Kupferbergbau Kappel bei Ebriach“ (Obojnikgraben) (121). Dieser kaum nennenswerte Kupferbergbau wurde 1885 (122) als gefristet vermerkt und 1890 letztmalig in einem MHB erwähnt (123); das Gleiche gilt für die Zementkupfererzeugung in der Viktorhütte.

1893 verkaufte Rainer seinen gesamten Montanbesitz an die Bleiberger Bergwerks Union (BBU), die wie erwartet weder Kupferbergbau noch Kupferhütte wieder in Betrieb setzte. Die ohnehin früher nur spärliche Kupferproduktion hätte für die gänzlich auf Blei ausgerichtete BBU wohl nur eine Belastung dargestellt.

#### **Lamprechtsberg (Kärnten)**

Mitte des 17. Jahrhunderts versuchte das Benediktinerstift St. Paul im Lavanttal, das in Lamprechtsberg (bei Ettendorf im unteren Lavanttal) gewonnene Eisenerz im Flossofen von Ragglbach zu schmelzen. Das Unternehmen schlug fehl, und erst 1766 wollte oder musste der von Geldmangel bedrängte Abt Anselm die Eisengewinnung wieder in Gang bringen, wofür er in Lamprechtsberg den Anselmus-Stollen anschlagen ließ. Aber schon 1771 entdeckte man in diesem Stollen ein vergleichsweise reiches Kupfererzlager; ein bald danach vorgetriebener Zubau-Stollen schloss die anfangs durchaus brauchbare Lagerstätte gut auf. Im nahen Ölbachgraben wurde eine Kupferhütte erbaut, jedoch das Erz wies schon wenig später sehr niedrige Kupfergehalte auf. Deswegen und wegen der Stiftsaufhebung (1782) bzw. der Übernahme durch den österreichischen Kaiserstaat geriet der Lamprechtsberger Betrieb ins Stocken, der schließlich 1791 stillgelegt werden musste. Die ausgeschrottete und verwahrloste Kupferhütte brannte 1805 ab (124).

Im Jahre 1884 wurde der Kupferbergbau Lamprechtsberg dem im kärntnerischen Liescha (jetzt Slowenien) tätigen Bergverwalter Anton v. Webern verliehen, der

aber eine nur kleine Förderung zustande brachte; der geplante Erztransport nach Brixlegg unterblieben aus Kostengründen (125). Ein 1886/87 (?) verfasster Bericht (126) hält auch fest, dass das kupferarme, jedoch schwefelreiche Erz teils an Schwefelsäurefabriken verkauft, teils an Ort und Stelle zu Eisenvitriol und Zementkupfer verarbeitet wurde. Als bemerkenswert gilt der Vorschlag, das „elektrolytische Verfahren von Siemens und Halske für die directe Kupfergewinnung“ in Lamprechtsberg anzuwenden. Wie erwartet ruhten Erzförderung und Erzverarbeitung schon 1889 (A. v. Weberns Todesjahr), nachdem im Vorjahr 5.600 kg Eisenvitriol und 150 kg (!) Zementkupfer erzeugt worden waren (127). Die Werksanlage umfasste damals außer dem Bergbau die Vitriolhütte mit 4 Abdampfpfannen, 20 Kristallisations- und 10 Zementationskästen (128).

Verständlicherweise legten die Webern'schen Erben (129) keinen Wert auf die Weiterführung von Bergbau und Hütte, aber während des Ersten Weltkrieges wurden wieder einige hundert Tonnen „kupferhaltiger Schwefelkies“ gewonnen (130). 1941/42 versuchte Max Wank sen. (Völkermarkt) als Freischurfinhaber in Lamprechtsberg eine Erzförderung und plante für die Nachkriegszeit den (illusorischen) Bau einer pyrometallurgischen Kupferhütte. Erwartungsgemäß verliefen diese Projekte im Sand (125).



Derzeit arbeitet in Österreich nur eine einzige Kupferhütte, nämlich das als „Recyclinghütte“ bezeichnete Werk in Brixlegg; Eigentümer ist seit 1995 die Montanwerke Brixlegg AG. Zuvor haben folgende Hütten Kupfer erschmolzen bzw. hydrometallurgisch gewonnen, wobei die Übersicht den jeweiligen Eigentümer bei Stilllegung und das Jahr der Betriebsauflassung angibt:

- Kitzbühel/Jochberg: k. k. Montan-Ärar, 1878;
- Mühlbach am Hochkönig: Mitterberger Kupfergewerkschaft, 1885;
- Außerfelden (Mitterberghütten): Mitterberger Kupferaktiengesellschaft, 1932;
- Oberarl: Mitterberger Kupfergewerkschaft, ca. 1887;
- Hüttschlag: Hüttschlag-Großarler Gewerkschaft, 1860;
- Lend: k. k. Montan-Ärar, 1867;
- Mühlbach im Pinzgau: k. k. Montan-Ärar, 1864;
- Walchen bei Öblarn: Franz Ritter v. Friedau d. J., 1858;
- Kalwang: Vordernberger Radmeister-Kommunität, 1867;
- Radmer: Vordernberger Radmeister-Kommunität, 1855;
- Knittelfeld/Unzdorf: Ludwig Kuschel, 1867;
- Flattach: Franz Sigmund Mulli, 1834;
- Eisenkappel: Viktor Ritter v. Rainer zu Harbach, ca. 1890;
- Lamprechtsberg: Anton v. Webern, 1889.

## Anmerkungen

- (1) Metzler, J. M.: Zur Geschichte der Kupferhütte. In: 500 Jahre Kupferhütte Brixlegg 1463-1963. Brixlegg 1963, S. 13-19.
- (2) Suhling, L.: Innovationen im Montanwesen der Renaissance. Zur Frühgeschichte des Tiroler Abdarrprozesses. In: Technikgeschichte 42 (1975), S. 97-119.
- (3) Tschernig, E.: Der Buntmetallbergbau in Österreich. Klagenfurt o. J. (ca. 1959), S. 68.
- (4) Der Bergwerks-Betrieb im Kaiserthum Österreich im Jahre 1855. Wien 1857 (weiterhin BW 1855), S. 68.
- (5) Österreichisches Montan-Handbuch (weiterhin MHB) 1857, I/S. 77.
- (6) Baling, C. A. M.: Die Montan-Industrie in Tirol. O. O., o. J. (ca. 1874), 26 f und MHB 1875, S. 33.
- (7) Bäcker, L.: Von der Schmelzkunst zum Industriebetrieb. In: 500 Jahre ... Anm. 1, S. 87-108, bes. S. 89 f.
- (8) MHB 1895, S. 46. – Belegschaft ca. 60 Mann.
- (9) Farbaky, J.: Reisenotizen über einige Hüttenwerke in Süd-Österreich. In: Berg- u. Hüttenmänn. Zeitg. 53 (1894), S. 31-34 und S. 39-42, bes. S. 39 f.
- (10) Bäcker, Von der Schmelzkunst ... Anm. 7, S. 93 f.
- (11) MHB 1913, S. 67. (Das letzte vor 1918 erschienene MHB.)
- (12) Bäcker, Von der Schmelzkunst ... Anm. 7, S. 94. – Die weiteren Ausführungen bis 1963 folgen im Wesentlichen Bäcker, Von der Schmelzkunst ... Anm. 7, S. 95-108.
- (13) Österreichisches Statistisches Zentralamt: Österreichs verstaatlichte Industrie. Wien 1953, S. 43-48.
- (14) Hollerer, S.: Verstaatlichung und Wirtschaftsplanung in Österreich (1946-1949). Dissertationen der Hochschule für Welthandel in Wien, Nr. 15. Wien 1974.
- (15) MHB 1977, S. 32.
- (16) MHB 1971 – MHB 1981.
- (17) MHB 1996, S. 23.
- (18) MHB 1991 – MHB 2005.
- (19) Pittioni, R.: Der urzeitliche Kupferbergbau im Gebiete um Kitzbühel. In: Stadtbuch Kitzbühel. Bd. II Vorgeschichte und Bergbau. Kitzbühel 1968, S. 31-102.
- (20) Mutschlechner, G.: Das Kitzbüheler Bergbaugesbiet; und ders.: Kitzbüheler Bergbaugeschichte. In: Stadtbuch Kitzbühel ... Anm. 19, S. 9-30 bzw. S. 137-223.
- (21) BW 1855, S. 68.
- (22) MHB 1857, I/S. 77.
- (23) MHB 1867, I/S. 36.
- (24) Beust, C.: Das Metall-Berg- und Hüttenwesen ausschließlich des Eisens. In: Schauenstein, A. (Hrsg.): Denkbuch des österreichischen Berg- und Hüttenwesens. Wien 1873, S. 120-167, bes. S. 153.
- (25) MHB 1875, S. 33 f.
- (26) MHB 1880, S. 36.
- (27) Zschocke, K., und E. Preuschen: Das urzeitliche Bergbaugesbiet von Mühlbach-Bischofshofen. Materialien zur Urgeschichte Österreichs. Hrsg. Anthropolog. Ges. Wien und Wiener Prähist. Ges. 6. Heft. Wien 1932.
- (28) Eibner, C.: Die Pongauer Siedlungskammer und der Kupferbergbau in der Urzeit. In: Günther, W., C. Eibner, A. Lippert und W. Paar (Hrsg.): 5000 Jahre Kupferbergbau Mühlbach am Hochkönig-Bischofshofen. Mühlbach a. Hkg. o. J. (1993), S. 11-40.
- (29) Günther, W.: Von der Mitterberger Kupfergewerkschaft zur Kupferbergbau Ges.m.b.H. in Mühlbach am Hochkönig. Zur neuzeitlichen Entwicklung des Kupferbergbaues in Mühlbach am Hochkönig, St. Johann im Pongau und Bischofshofen 1829-1977. In: Günther et al. (Hrsg.), 5000 Jahre ... Anm. 28, S. 57-393. – Auf diese hervorragende Publikation W. Günthers sei ausdrücklich hingewiesen!
- (30) BW 1855, S. 78.

- (31) Statistischer Bericht der Handels- und Gewerbekammer für das Herzogthum Salzburg 1870. Salzburg 1872, S. 55. – Vgl. auch Pirchl, H.: Geschichte des Mitterberger Kupferbergbaues. In: Montanist. Rundsch. 6 (1914), S. 313-316 und ders.: Geschichte des Mitterberger Kupferbergbaues in alter und neuer Zeit. In: Archaeologia Austriaca 43 (1968), S. 18-91.
- (32) Vereinfachte Rundschachtofen-Construction für Kupfererze zu Mühlbach. In: Berg- u. Hüttenmänn. Zeitg. 30 (1871), S. 284 f.
- (33) Berg- und Hüttenverwalter Johann Pirchl †. In: Vereins-Mittlgn. (ÖZBH) 23 (1903), S. 64.
- (34) MHB 1867, II/S. 15.
- (35) Beust, Das Metall-Berg- und Hüttenwesen ... Anm. 24, S. 152 f. – Eine gute Beschreibung der Mühlbacher Kupfererzeugung gibt Balling, C. A. M.: Die Verhüttung der Kupfererze zu Mühlbach (Mitterberg) im Salzburgischen. In: Österr. Zeitschr. Berg- u. Hüttenwesen 26 (1878), S. 380-382.
- (36) Fugger, E.: Die Bergbaue des Herzogthumes Salzburg. In: 14. Jahresber. k. k. Ober-Realschule in Salzburg. Salzburg 1881, Tabelle V.
- (37) Statistischer Bericht über die volkswirtschaftlichen Verhältnisse des Herzogthumes Salzburg in den Jahren 1886-1890. Salzburg 1892, S. 41.
- (38) MHB 1885, S. 17.
- (39) Siehe 4 Außerfelden (Mitterberghütten).
- (40) Hering, C. A.: Bessemern und Elektrolyse für Kupfer-, Nickel- und Bleisteine. Freiberg in Sachsen 1886.
- (41) Dr.-Ing. Franz Pawlek (Wien 1903-1994), Professor für Metallhüttenkunde an der TU Berlin. Nachruf in: Stahl u. Eisen 115 (1995), Nr. 1, S. 6.
- (42) Günther, Von der Mitterberger ... Anm. 29, S. 307-309.
- (43) Biangardi, S., und H. Pietsch: Treatment of Sulphuric Copper Ores by the LM (Lurgi-Mitterberg) Process. Undatierter Bericht (Kopie im Besitz von H. J. Köstler).
- (44) Günther, Von der Mitterberger ... Anm. 29, S. 88.
- (45) MHB 1890, S. 18 und MHB 1895, S. 18.
- (46) Bericht über die wirthschaftlichen Verhältnisse des Herzogthumes Salzburg im Jahre 1893. Salzburg 1894, S. 41.
- (47) Hering, C. A.: Die Kupfergewinnung der Mitterberger Kupfergewerkschaft bei Bischofshofen im Salzburgischen. In: Berg- u. Hüttenmänn. Zeitg. 54 (1895), S. 215-218. – Übersichtliche Darstellung der Hüttenprozesse bei Farbaky, Reisenotizen ... Anm. 9, bes. S. 40 f.
- (48) Arthur Krupp war Mehrheitsaktionär der Berndorfer Metallwarenfabrik Arthur Krupp AG in Berndorf (Niederösterreich).
- (49) Spiel, H.: Die Aufbereitung der Mitterberger Kupfer-A.-G. in Mühlbach bei Bischofshofen. In: Montanist. Rundsch. 6 (1914), S. 5-9 und S. 25-31.
- (50) MHB 1920-1933.
- (51) Günther, W.: Zur Umweltsituation der Kupferhütte Mühlbach am Hochkönig und Außerfelden/Mitterberghütten der Mitterberger Kupfergewerkschaft und der Mitterberger Kupferaktiengesellschaft 1849-1931. In: Hörmann, F. (Hrsg.): Wald und Holz. Schriftenreihe Museumsverein Werfen, Bd. VIII. Werfen o. J.
- (52) Günther, Von der Mitterberger ... Anm. 29, S. 186.
- (53) Nach Studium an der Montanistischen Hochschule Leoben und Promotion an der Bergakademie Clausthal (1924) war Dr.-Ing. Franz Czedit-Eysenberg (1898-1960) als Hütteningenieur bzw. Chefchemiker in Mitterberghütten bis 1932 und sodann als Chefchemiker bzw. Werksdirektor der Veitscher Magnesit AG in Veitsch (Steiermark) tätig. 1953 folgte Czedit-Eysenberg einem Ruf an die Montanistische Hochschule, wo er – bald eine markante Persönlichkeit – als Ordentlicher Professor für Wärmetechnik und Metallhüttenwesen die Lehrkanzel und das Institut übernahm. – Vgl. Walzel, R.: Dr.-Ing. Franz Freiherr von Czedit-Eysenberg, o. ö. Professor für Wärmetechnik und Metallhüttenwesen, Prorektor der Montanistischen Hochschule, †. In: BHM 105 (1960), S. 92-94.
- (54) Gleichzeitig war die bei der Creditanstalt hoch verschuldete Berndorfer Metallwarenfabrik Arthur Krupp AG (NÖ) in finanzielle Bedrängnis geraten – Betriebsauflassung und Demontage unterblieben dort! – Vgl. Martin, G.: Das Silberne Vlies. Die österreichischen Krupps in Berndorf. Schriftenreihe der Handelskammer NÖ. Nr. 10. Wien 1971.
- (55) Aigner, F.: Die Kupferkiesbergbaue der Mitterberger Kupferaktiengesellschaft bei Bischofshofen. Eine Denkschrift zur Erinnerung des einhundertjährigen Bestehens ihres Kupferbergbaues auf der Mitterbergalpe bei Mühlbach. In: Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb. 78 (1930), S. 69-76, S. 79-104 und S. 115-133.
- (56) Tschernig, Der Buntmetallbergbau ... Anm. 3, S. 60.
- (57) Günther, Von der Mitterberger ... Anm. 29, S. 72.
- (58) Beust, Metall-Berg- und Hüttenwesen ... Anm. 24, S. 153 und Statistischer Bericht über die gesamten wirthschaftlichen Verhältnisse des Kronlandes Salzburg in den Jahren 1871-1880. Salzburg 1883, S. 154.
- (59) Günther, Von der Mitterberger ... Anm. 29, S. 72 f. – Statistischer Bericht ... Anm. 58, S. 154: „Es wurde damals (um 1871) das Extractionsverfahren mittelst schwefeliger Säure, welche in der Hütte selbst aus Schwefelkiesen dargestellt wurde, in Anwendung gebracht, jedoch später wieder aufgegeben.“
- (60) MHB 1875, S. 17.
- (61) MHB 1880, S. 18.
- (62) Fugger, Die Bergbaue ... Anm. 36, Tabelle VI.
- (63) Günther, Von der Mitterberger ... Anm. 29, S. 73.
- (64) MHB 1885, S. 17.
- (65) MHB 1890, S. 18: Kupferbergbau am Bürgstein bei Einöden auf Kupfer- und Schwefelkies der Mitterberger Kupfergewerkschaft; 2 Arbeiter.
- (66) Feitzinger, G., H. Ibetsberger und W. Vettors: Bergbau und Rohstoffe im Land Salzburg. Salzburg 2003, S. 29 f.
- (67) Friedrich, O.: Zur Geologie der Kieslager des Großarltales. In: Akademie Wissensch. Wien, Math.-naturwiss. Kl. Sitzungsber., Abtlg. I 145 (1936), S. 121-152.
- (68) Bericht der Handels- und Gewerbekammer in den Jahren 1852-1853. Salzburg 1855, S. 31.
- (69) BW 1855, S. 79.
- (70) Gruber, F.: Die frühe Geschichte Lends. In: Pfeiffenberger-Scherer, E. (Hrsg.): Lend/Embach – eine Gemeinde im Wandel der Zeit. Lend 1991, S. 25-88.
- (71) BW 1855, S. 77. – Nach Hauptbericht der Handelskammer des Herzogthumes Salzburg 1854-1857. Salzburg 1858, S. 84 produzierte Lend folgende Mengen an Rosettenkupfer: 1854 ... 35.952 kg, 1855 ... 18.984 kg, 1856 ... 4.816 kg und 1857 ... 0 sowie nach Bericht der Handelskammer ... Anm. 76, S. 28 im Jahre 1860 wieder 8.848 kg.
- (72) MHB 1867, I/S. 31.
- (73) Gruber, Die frühe Geschichte ... Anm. 70, S. 85.
- (74) MHB 1845, I/S. 25.
- (75) Hauptbericht 1854-57 ... Anm. 71, S. 80-87.
- (76) Bericht der Handelskammer im Herzogthum Salzburg 1857-1861. Salzburg 1862, S. 22-28.
- (77) Nach Mitteilung von Herrn Ing. Herrn Guido Wostry, Mühlbach im Pinzgau, wofür der Verfasser auch hier bestens dankt.
- (78) MHB 1864, I/S. 27.
- (79) Redlich, K. A.: Die Walchen bei Öblarn. Ein Kiesbergbau im Ennsthal. In: Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb. 51 (1903), S. 1-62, bes. S. 2-7.
- (80) Grabinschrift für die Walchener Hutmanns- bzw. Verweserfamilien Sorger und Steinlechner an der Pfarrkirche in Öblarn.

- (81) Tremel, F.: Hans Adam Stampfer. Ein innerösterreichisches Gewerkerleben des 17. Jahrhunderts. In: Zeitschr. Histor. Verein Steiermark 43 (1952), S. 75-97.
- (82) Brandstetter, B.: Die Ritter von Friedau. In: Der Leobener Strauß 7 (1979), S. 149-157.
- (83) Redlich, Die Walchen ... Anm. 79, S. 42 f.
- (84) BW 1855, S. 32.
- (85) Miller-Hauenfels, A.: Die steiermärkischen Bergbaue, als Grundlage des provinziellen Wohlstandes, in historischer, technischer und statistischer Beziehung. Wien 1859, S. 93.
- (86) Tunner, P.: General-Bericht über die berg- und hüttenmännischen Hauptexkursionen in den Jahren 1843 bis 1846. In: St.-st. montanist. Lehranstalt zu Vordernberg, Jahrb. 3-6 (1843-1846), S. 24-196, Hüttenexkursion von 1844, S. 63-111, bes. S. 72-74; vgl. auch Paschen, P., und J. Wallner: Hüttenprozesse in der Walchen. In: res montanarum 37/2006, S. 17-23.
- (87) Vgl. Steinlechner, L.: Gedenkschrift des vom Jahre 1469 bis zum Jahre 1858 in Betrieb gestandenen Gold und Silberhaltigen Kupfer-Bergbaus in der Walchen bei Öblarn im Ennstal. Undatierter handschriftlicher Bericht. – Dazu Weiß, A.: Eine bemerkenswerte „Gedenkschrift“ vom Bergbau Walchen bei Öblarn/Steiermark. In: res montanarum 26/2001, S. 27-37.
- (88) MHB 1857, II/S. 22.
- (89) Köstler, H. J.: Das Bergwerk in der Walchen bei Öblarn. Seine Entwicklung vom Kupfer- und Edelmetallbergbau zur Schwefelkiesgrube seit Mitte des 19. Jahrhunderts. In: Zeitschr. Histor. Verein Steiermark 84 (1993), S. 193-259.
- (90) Fuchs, G.: Montangeschichtliche Denkmale in der Walchen bei Öblarn, Steiermark. In: res montanarum 26/2001, S. 19-26 und Prospekt „Öblarner Kupferweg 2000-2004“ des Bergbauvereins Öblarn.
- (91) Canaval, R.: Das Kiesvorkommen von Kalwang in Obersteier und der darauf bestandene Bergbau. In: Mittlgn. Naturwiss. Verein Steiermark 1894, S. 3-109.
- (92) Pienn, H.: Der ehemalige Kupferbergbau in der Kalwanger Teichen. In: Der Leobener Strauß 5 (1977), S. 101-139.
- (93) Tunner, General-Bericht ... Anm. 86, S. 67-70.
- (94) Miller-Hauenfels, Die steiermärkischen Bergbaue ... Anm. 85, S. 90 f.
- (95) MHB 1857, II/S. 25.
- (96) Kraus, J. B. K.: Statistische Notizen. Nachweisung der im Herzogthume Steiermark im Jahre 1853 gewonnenen Bergwerksprodukte und ihre Bewertung. In: Österr. Jahrb. f. d. Berg- u. Hüttenmann auf das Jahr 1855; 5 (1855), S. 395.
- (97) MHB 1929, S. 11.
- (98) Gröbl, S.: Der Kupfererzbergbau in der Radmer von den Anfängen bis 1650. Dissertationen der Karl-Franzens-Univ. Graz, 69. Graz 1986, S. 18-35.
- (99) Aschauer, J.: Das Messingwerk Reichraming. Ein Beitrag zur oberösterreichischen Wirtschaftsgeschichte. In: Oberösterr. Heimatbl. 7 (1953), S. 313-326.
- (100) Redlich, K. A.: Der Kupferbergbau Radmer an der Hasel, die Fortsetzung des steirischen Erzberges (Steiermark). In: Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb. 53 (1905), S. 1-38.
- (101) Redlich, Der Kupferbergbau ... Anm. 100, S. 38.
- (102) Roth, B.: Seckau. Geschichte und Kultur 1164-1964. Wien-München 1964, bes. S. 87-102.
- (103) Miller-Hauenfels, Der steiermärkische Bergbau ... Anm. 85, S. 94.
- (104) Redlich, K. A.: Der Kiesbergbau der Flatschach und des Feistritzgrabens bei Knittelfeld in Steiermark. In: Österr. Zeitschr. Berg- u. Hüttenwesen 49 (1901), S. 639-643.
- (105) Wölle, H.: Der Kupferbergbau bei Flatschach, Obersteiermark. In: Die Eisenblüte 5 NF (1984), S. 14-18.
- (106) Steinhaus, J.: Die Blei- und Zink-Bergbaue des Werks-Complexes „Ludwigshütte“ zu Deutschfeistritz in Steiermark. In: Zeitschr. berg- u. hüttenmänn. Verein Steiermark u. Kärnten 11 (1879), S. 387-394 und S. 401-413.
- (107) MHB 1867, II/S. 34: Firma „Kupfer-Berg- u. Schmelzwerk zu Unzdorf nächst Knittelfeld“.
- (108) Steiermärk. Berghauptbuch Bd. II E (Graz), S. 521 und S. 523.
- (109) Siehe 9 Walchen bei Öblarn.
- (110) Tremel, Hans Adam Stampfer ... Anm. 81.
- (111) Hohenauer, L. F.: Der Kupfer-Erzbau in Großfragant. In: Carinthia 19 (1829), S. 201-204.
- (112) Rochata, C.: Die alten Bergbaue auf Edelmetalle in Oberkärnten. In: Jahrb. k. k. geolog. Reichsanstalt 28 (1878), S. 213-369, bes. S. 300.
- (113) Anonyme Druckschrift, o. J. (vor 1834).
- (114) Köstler, H. J.: Das ehemalige Eisenwerk „Annahütte“ in Flattach im Mölltal (Kärnten). In: KLM 1997, Heft 3, S. 18-24.
- (115) Rochata, Die alten Bergbaue ... Anm. 112, S. 314 f.
- (116) Umlauft, O. (sen.): Vom Kupferbergbau in der Großfragant. Klagenfurt o. J. (1993).
- (117) Köstler, H. J.: Der ehemalige Kupfer- und Schwefelkiesbergbau Großfragant (Oberkärnten) in den Jahren 1938-1944. In: KLM 1993, Heft 4, S. 4-9.
- (118) Jahne, L.: Geschichtliche Entwicklung der Bergbauten am Hochobir. In: Montanist. Rundsch. 22 (1929), S. 1-7, S. 37-41 und S. 53-62.
- (119) Dr. Viktor R. v. Rainer zu Harbach † (Nachruf). In: Vereins-Mittlgn. (ÖZBH) 23 (1903), S. 35 f.
- (120) MHB 1880, S. 43.
- (121) Krajcicek, E.: Notiz zu einem Kupfererzvorkommen im Obojnigraben (Karawanken). In: BHM 88 (1940), S. 47-53.
- (122) MHB 1885, S. 47.
- (123) MHB 1890, S. 52.
- (124) Im Wesentlichen nach der grundlegenden Arbeit Klausberger, J.: St. Paul's Kupferbergwerk am Lambrechtsberg (1766-1791). In: 51. Jahresber. Städtgymnasium der Benediktiner zu St. Paul in Kärnten, Schuljahr 1935/36; auch Sonderdruck St. Paul/Klagenfurt 1936. - Bemerkenswerte Reste der Kupferhütte im Öbachgraben sind noch vorhanden.
- (125) Köstler, H. J., und M. Wank: Zur jüngeren Geschichte des ehemaligen Kupferbergbaues Lamprechtsberg im Lavanttal (Kärnten). In: KLM 1989, Heft 3, S. 3-8.
- (126) Ehem. Berghauptmannschaft Klagenfurt; Fahrbuch B 8 Lamprechtsberg; undatierter Bericht „Schwefel- und Kupferkiesbergbau Lamprechtsberg im Lavantthal in Kärnten“.
- (127) Statistisches Jahrbuch ... für 1888 (3/1), S. 21 bzw. S. 73 f. – Nach Pehr, F.: Produktionsverhältnisse in Kärnten. Klagenfurt 1909, S. 32 sollen 1890 noch 4.592 kg Eisenvitriol erzeugt worden sein.
- (128) MHB 1890, S. 52.
- (129) Köstler, H. J., und M. Wank: Die Kärntner Montanisten Anton und Karl Freiherren von Weborn (1817-1889 bzw. 1850-1919). In: KLM 2004, Heft 9/10, S. 71-79.
- (130) Kärntner Landesarchiv. Sammelarchiv des Geschichtsvereines, Fasz. 72: Bergbau- und Hüttenbetrieb in den Jahren 1909-1917 (in Kärnten).

## Dank für Spenden

Der Montanhistorische Verein Österreich dankt folgenden Damen und Herren bzw. Institutionen für die großzügige Unterstützung der Drucklegung von *res montanarum*:

BITTNER H. Werner, Bergrat h. c. Dipl.-Ing. Dr. mont.,  
2391 Kaltenleutgeben  
CICHINI Hermann, Dir. i. R. Bergrat h. c. Dipl.-Ing.,  
2120 Wolkersdorf  
DEMBSKI Günther, Obmann des Bergbauvereins  
Öblarn, 8960 Öblarn  
GOTTSBACHER Ludwig, Revierinspektor, 8795 Radmer  
GOTTSCHLING Peter, Dr. phil., 3001 Mauerbach  
INGRUBER Alois, 9951 Ainet  
INTECO special melting technologies,  
8600 Bruck a. d. Mur  
JONTES Günther, Univ.-Prof. Dr., 8700 Leoben  
KIRNER Hans, LAbg. a. D., 8700 Leoben  
KLOSE Felix, Vorstandsdir. i. R. Bergrat h. c.  
DDipl.-Ing., 6380 St. Johann in Tirol  
KORSCHITZ Elmar, Min.-Rat i. R. Dipl.-Ing. Mag.  
Dr. iur., 8724 Spielberg  
KRIEGER Wilfried, O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont.,  
8700 Leoben  
KUTSCHEJ Robert, Dir. i. R. Hofrat Dipl.-Ing.  
Dr. mont., 9201 Krumpendorf a. W.

LAYR Eberhard, Dr., 1190 Wien  
LECHNER Erich M., Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont.,  
8700 Leoben  
LUMETZBERGER Franz, Abt.-Dir. Dipl.-Berging.,  
und Anita, D-47441 Moers  
MOSER Rainer, Vorstandsdir. i. R. Dipl.-Ing.,  
D-83435 Bad Reichenhall  
OBERZAUCHER Karl, Dipl.-Ing., 8750 Judenburg  
PENGG Johann, Dipl.-Ing., 8623 Aflenz  
ROLKE Helmut, Primarius Dr. med., 8773 Kammern  
RUTHNER Oswald, Dipl.-Ing., 1190 Wien  
SALZMANN Adolf, Vorstandsdir. i. R. Bergrat h. c.  
Dipl.-Ing. Dr. mont., 9821 Obervellach  
SCHABEL Hans, Komm.-Rat Dr., 4040 Linz  
SIDAN Heribert, Dipl.-Ing., 8750 Judenburg  
TINTI Karlheinz, Professor Betriebsdir. i. R.  
Dipl.-Ing., 8700 Leoben  
WEBER Christian, Dipl.-Ing., 8614 Breitenau  
ZECHLING Alfred Bruno, Min.-Rat Dipl.-Ing.  
Mag. iur., 8700 Leoben

## Anschriften der Autoren

Univ.-Prof. Dr. phil. Clemens **EIBNER**,  
Institut für Altertumswissenschaften,  
Seminar für Ur- und Frühgeschichte  
und Vorderasiatische Archäologie,  
Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg,  
Marstallhof 4, D-69117 Heidelberg

em. O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont.  
Heribert **HIEBLER**,  
Vizepräsident des MHVÖ,  
Schillerstraße 1, A-8700 Leoben

Univ.-Prof. Dr. phil. Günther **JONTES**,  
Anzengrubergasse 12, A-8700 Leoben

Dr. phil. Susanne **KLEMM**,  
Österreichische Akademie der Wissenschaften,  
Prähistorische Kommission  
Fleischmarkt 22, A-1010 Wien

DDDipl.-Ing. Dr. mont. Robert **KONOPASEK**,  
Kärntnerstraße 273, A-8700 Leoben

Professor Dr.-Ing. Hans Jörg **KÖSTLER**,  
Grazer Straße 27, A-8753 Fohnsdorf

o. Univ.-Prof. Dr. phil. Andreas **LIPPERT**,  
Institut für Ur- und Frühgeschichte,  
Universität Wien,  
Franz-Klein-Gasse 1, A-1190 Wien

Professor Dr. Radomir **PLEINER**,  
Na Hřebenkach 86, CZ-15000 Praha

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Hubert **PRESSLINGER**,  
St. Lorenzen 45, A-8784 Trieben

Berghauptmann i. R. Hon.-Prof. W. Hofrat Dipl.-Ing.  
Mag. Dr. iur. Karl **STADLOBER**,  
Ehrenpräsident des MHVÖ,  
Flößersteig 1, 8811 Scheifling

Min.-Rat. i. R. Professor Dipl.-Ing. Mag. iur.  
Alfred **WEISS**,  
Rustenschacherallee 28, A-1020 Wien