



Fachtagung „Zur Montangeschichte der Öblarner Walchen“



Öblarn (Steiermark), 10. Juli 2004

Geleitwort

Ein wichtiger Schritt in der Erforschung der Montangeschichte Österreichs war die Tagung, die der Bergbauverein Öblarn in Zusammenarbeit mit dem Montanhistorischen Verein Österreich im Juli 2004 in Öblarn veranstaltet hat. Der Bergbauverein Öblarn kann trotz seines kurzen Bestandes beachtliche Leistungen für Österreichs montangeschichtliche Forschung aufweisen. Gut habe ich noch die ersten Rodungsarbeiten im Bereich der Walchener Schmelzhütte und den winterlichen Besuch des Thaddäus-Stollens in Erinnerung. Seitdem ist Wesentliches geleistet worden: Das Hüttengebäude ist eine montanhistorische Attraktion ersten Ranges, und die Befahrung des Thaddäus-Stollens ergänzt den Besuch von der Sicht des Bergmannes her. Zu den Anlagen gibt es mittlerweile – auch hier im Heft wiedergegeben – grundlegende Publikationen, die fast alle praktischen Arbeiten des Bergbauvereins wissenschaftlich ergänzen.

Mit berechtigtem Stolz kann der Bergbauverein nun auf eine hervorragende montanistische Sehenswürdigkeit hinweisen, denn als solche muss der restaurierte Treibherd gelten, ein Unikat für Mitteleuropa, das auch die mittelalterliche Silbermetallurgie des nahen Schladming gut ergänzte. In der langen Geschichte des Walchener Montanbetriebes spielen Hans Adam Stampfer (1623 – 1695) und seine Familie eine markante Rolle. Nicht nur,

dass diese frühe Unternehmerpersönlichkeit den Bergbau in der Walchen zur Blüte gebracht hat – das ganze Leben dieser Familie spiegelt sich im „Hausbüchl“ von Maria Stampfer, geb. Dellatorre (1638 – 1700), wider. Da eine grundlegende Arbeit über diese Familie demnächst veröffentlicht werden soll, steht der neuen Herausgabe dieses einmaligen Dokumentes, dessen Original sich im Steiermärkischen Landesarchiv befindet, als weiterer Information zum Walchener Berg- und Hüttenwesen bald nichts mehr im Wege. Dies wird der nächste Beitrag des Montanhistorischen Vereins Österreich zur Geschichte des vom Bergbauverein Öblarn vorbildlich betreuten Montandenkmales in der Walchen und dessen Präsentation entlang des „Kupferweges“ sein.

Bleibt nur noch, den Initiatoren, vor allem dem Obmann Günther Dembski, für ihre Mühe herzlich zu danken sowie dem „Kupferweg“ und dessen Betreuern, besonders Herrn Mag. Karl Edegger, dem rührigen Schriftführer und Werber für die gute Sache, viel Erfolg zu wünschen.

Glück auf!

Univ.-Prof. Dipl.-Ing.
Dr. mont. Dr. phil. Gerhard **Sperl**
Präsident des Montanhistorischen
Vereins Österreich

Grußwort

**Geneigte Leserinnen und Leser,
liebe Freunde des Montanhistorischen
Vereins Österreich!**

Mit großer Freude konnte ich im Juli 2004 bei der Fachtagung viele Freunde des Bergbaues in Öblarn begrüßen. Das große Interesse dokumentiert den Stellenwert, den der ehemalige Bergbau in Öblarn genießt.

Neben der Landwirtschaft stellte der Bergbau im Ennstal über Jahrhunderte einen bedeutenden Wirtschaftsfaktor dar – mit all seinen Facetten hat er die Gesellschaft, die Natur und den Menschen entscheidend geprägt; er ist mit ein Baustein unserer Gesellschaft. Gerade darum ist es wichtig, auch diesen Teil nicht nur zu erhalten, sondern auch durch entsprechende Maßnahmen im Bewusstsein der Menschen lebendig zu erhalten. Der Bergbauverein Öblarn leistet hier großartige Arbeit! Un-

wiederbringliche Kulturgüter werden für die Nachwelt erhalten, und auch die Welt des Bergbaues als Teil unserer Vergangenheit und auch unserer Zukunft wird gepflegt. Denn nur wer weiß, woher er kommt, kann sagen, wohin er geht.

Ich wünsche daher allen unermüdlichen und emsigen Freunden des Bergbaues weiterhin viel Kraft und Freude für ihre wertvolle Arbeit; den Leserinnen und Lesern dieser Publikation wünsche ich alles Gute. Möge die Freude am Bergbau mit allen ideellen Werten auch weiterhin Generationen hindurch erhalten bleiben.

Glück auf!

NAbg. a. D. Anton **Knerzl**
Bürgermeister der
Marktgemeinde Öblarn

res montanarum 37/2006

März 2006

INHALT

Gerhard Sperl , Leoben: Geleitwort	1
Anton Knerzl , Öblarn: Grußwort	1
Karl Herbert Kassel , St. Georgen i. G. (Kärnten): Der Thaddäus-Stollen als Besucherbergwerk	3
Hans Jörg Köstler , Fohnsdorf: Der „Schwefelofen“ in der Walchen bei Öblarn (Steiermark) – Eine montangeschichtliche Kostbarkeit	9
Peter Paschen , Leoben, und Jörg Wallner , Brixlegg: Hüttenprozesse in der Walchen	17
Herwig Bachler , Öblarn: Der Öblarner Kupferweg	24
Horst Weinek , Eisenerz: Prähistorische Schlackenplätze auf der Sonnseite im Johnsbachtal (Steiermark) – wo waren die dazugehörigen Bergbaue?	32
Robert Konopasek , Leoben: Kupfer und Bronze im vorkolumbischen Amerika	37
Dank für Spenden	52

Anschriften der Autoren

Mag. art. Herwig BACHLER,
atelier oefox architectural design
A-8960 Öblarn 11

Dipl.-Ing. Karl Herbert KASSL,
Technisches Büro für Bergwesen,
Labientschach 22, A-9612 St. Georgen i. G. (Kärnten)

NRAbg. a. D. Anton KNERZL,
Bürgermeister der Marktgemeinde Öblarn,
A-8960 Öblarn 47

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

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

Em. O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont.
Dr. h. c. Peter PASCHEN,
Montanuniversität Leoben, Department Metallurgie,
Arbeitsbereich Nichteisenmetallurgie,
Franz-Josef-Straße 18, A-8700 Leoben

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont.
Dr. phil. Gerhard SPERL,
Mareckkai 46/4, A-8700 Leoben

Dir. i. R. Dipl.-Ing. Jörg WALLNER,
Faberstraße 27b, A-6230 Brixlegg

Der Thaddäus-Stollen als Besucherbergwerk*

Karl Herbert Kassl, St. Georgen i. G. (Kärnten)

Bergbau in der Walchen

Franz Ritter von Hauer und Franz Foetterle haben in ihrem umfassenden Werk „Geologische Übersicht der Bergbaue der Österreichischen Monarchie“, das anlässlich der allgemeinen Agricultur- und Industrie-Ausstellung in Paris 1855 herausgegeben wurde, beinahe jeden Bergbau der Monarchie festgehalten: Unter „Walchern, Steiermark, Oeblarn“ findet man die Eintragung „Gold, Silber und Kupfer“ (1).

Weiters wird berichtet: „Die Erze brechen in Quarzlagern ein, die im Thonglimmerschiefer liegen, von O. nach W. streichen und nördlich fallen. Sie sind wenige Fuss bis zu mehreren Klaftern mächtig und lassen sich dem Streichen nach bis auf mehr als 1000 Klaftern verfolgen. Die wichtigsten sind das Walchner Lager und das Gottesgab-Lager. Die Erze sind Kupferkies, Eisen-, Leber- und Arsenikkies, selten auch Kobalt- und Fahlerze. Die Erzeugung beträgt bei 40.000 Centner jährlich, mit einem Halte von 1 1/4 Pfund Kupfer und 1/4 Loth göldischen Silbers im Centner. Erzeugt wurden im Jahre 1853 3 Mark 14 Loth Gold, 317 Mark 13 Loth Silber, 186 1/2 Centner Kupfer, 86 Centner Schwefel und 553 Centner Vitriol“ (2, 3).

Zum damaligen Zeitpunkt war die Blütezeit des Edelmetallbergbaus in der Walchen südöstlich von Öblarn (Abb. 1) im Ennstal lange vorbei, und auch das Kupferbergwerk hatte bereits bessere Zeiten gesehen, die nochmalige Blüte als Schwefelbergbau war noch nicht abzusehen.

Der 1729 angeschlagene Thaddäusstollen stellt in der Walchen den tiefsten bekannten Tagzugang zum weitläufigen Grubengebäude des ehemaligen Silber-, Kupfer- und Schwefelkiesbergbaus dar (Abb. 2).

Die Lagerstätte Walchen zählt zu den größten Kieslagern der Ostalpen. Die Vererzungen liegen in Serizitphylliten, Kalk-, Granatglimmerschiefern und Graphitphylliten der Ennstaler Phyllite (4). Drei Erzkörper sind bekannt, sie sind stark tektonisch beeinträchtigt und deformiert. Die streichende Länge der Vererzung beträgt 4.000 m, die Mächtigkeit bis zu 35 m. Eine Bergbautätigkeit ist zumindest seit dem 15. Jahrhundert nachweisbar, eine Bauwürdigkeit ist unter heutigen Rahmenbedingungen freilich nicht mehr gegeben.

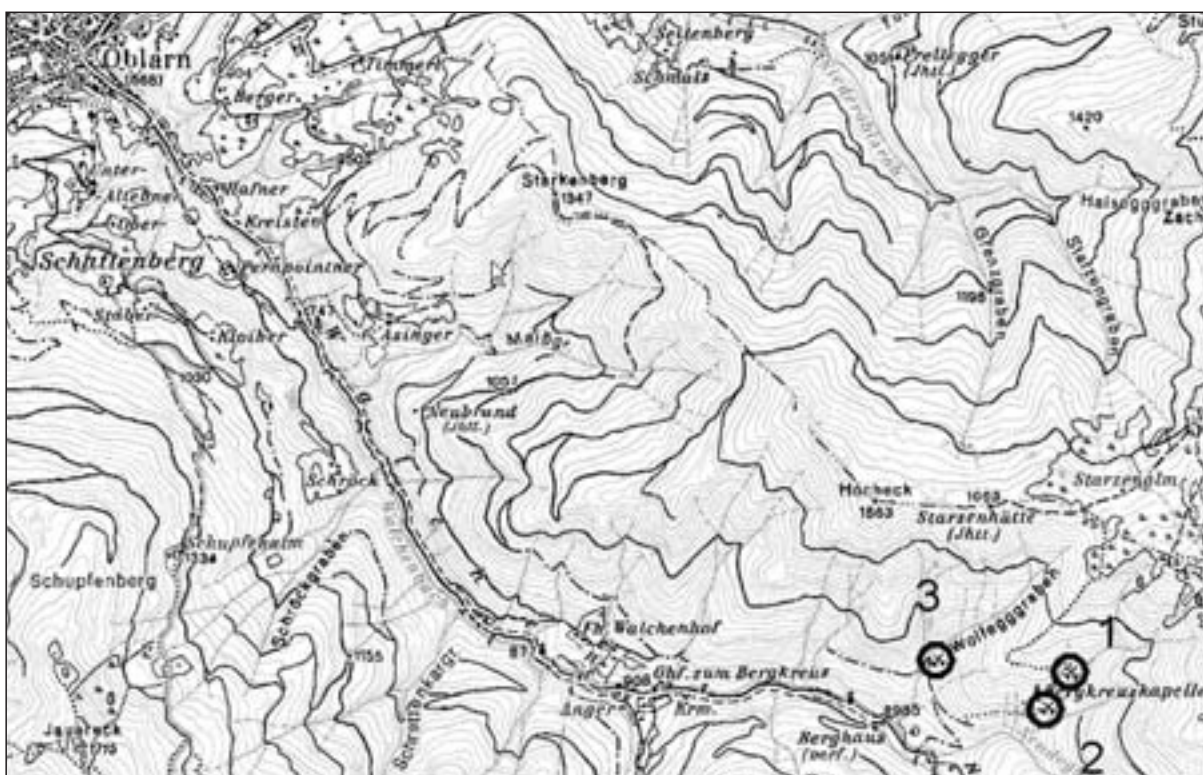


Abb. 1: Die wichtigsten Stollen im Bergbauegebiet Walchen südöstlich von Öblarn: (1) Johann-Adam-Stollen, (2) Salvatorstollen, (3) Thaddäusstollen (ÖK 1:50.000, nicht maßstabsgerecht, O-W-Erstreckung des Ausschnitts: ca. 7 km).

* Vorgetragen bei der „Fachtagung zur Montangeschichte der Öblarner Walchen“ in Öblarn (Steiermark) am 10. Juli 2004; Veranstalter: Bergbauverein Öblarn und Montanhistorischer Verein Österreich.



Abb. 2: Das Thaddäus-Stollenportal, undatiertes Foto im Besitz von Hans Jörg Köstler, ca. 1925.

Kurzer geschichtlicher Rückblick

Die Anfänge des Montanwesens in der Walchen liegen im Dunkeln, eine Besiedelung der Öblarner Gegend bereits zur Kelten- und Römerzeit ist wahrscheinlich, erste mögliche Hinweise auf Bergbautätigkeit stammen aus dem 13. Jahrhundert. Der Bergbau war im 15. Jh. offensichtlich schon in Betrieb, Johann Adam Stampfer gab 1683 an, dass das Schmelzwerk in der Walchen bereits 1432 in

vollem Betrieb gestanden sei. 1666 kaufte Johann Adam Stampfer den Bergbau samt Schmelzhütten, Schwefelöfen und sämtlichen Werksgebäuden – der für die Walchen bedeutendste Eigentümerwechsel. In der Folge kam es durch das Aufschließen neuer Erzkommen zu einem Aufschwung und damit zu einer Intensivierung der Abbautätigkeit. Die Folge des verstärkten Abbaus in die Tiefe waren Wasser- und Wetterprobleme – ein Zubastollen wurde erforderlich. Dieser wurde 1699 schließlich als Johann-Adam-Stollen angeschlagen, der eine weitere Blütezeit des Bergbaus zu Anfang des 18. Jhs. ermöglichte. Weitere Investitionen in die Auffahrung tiefer gelegener Stollen wurden 1713 (Salvatorstollen) und schließlich 1729 (Thaddäusstollen) begonnen.

Als „hochgräflicher von Stampferscher Walchenberger Kupferbergbau zu Öblarn“ erlebt die Walchen zu Ende des 18. Jahrhunderts einen langsamen Niedergang; Tagsituation, Stollen und Gangstreichchen aus dieser Zeit sind in der „Hauptkarte“ des Johann Adam Dürmer, k. k. Schemnitzer Markscheider, dargestellt (Abb. 3), (5).

1802 verkaufte der letzte männliche Nachkomme, Johann Gottlieb Graf Stampfer, den Bergbau nach 136 Jahren in Familienbesitz an Theodor Graf Batthyány, der ihn bereits 1819 an Franz Ritter v. Friedau d. Ä. ver-

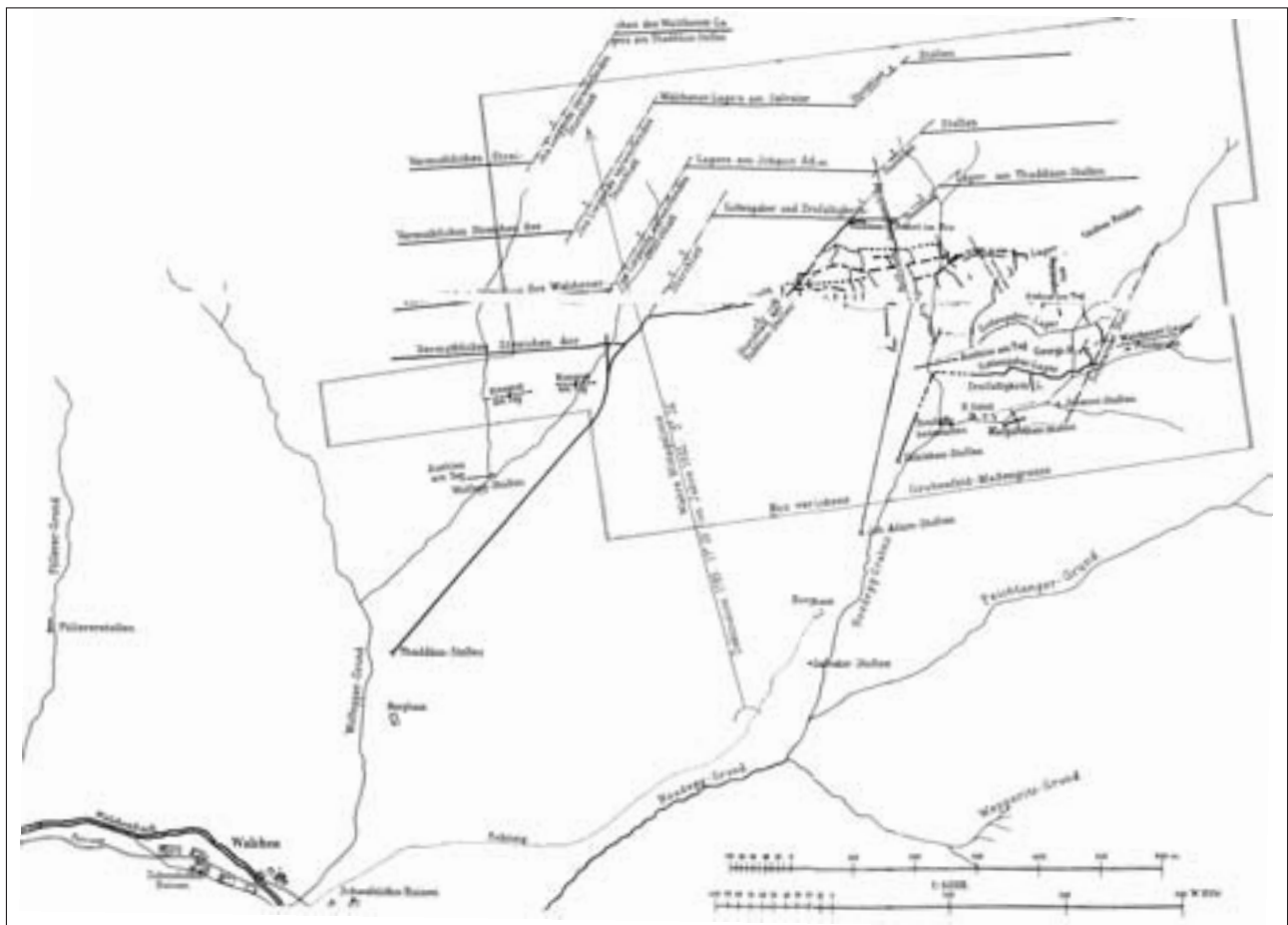


Abb. 3: Grubenkarte aus 1793 mit Obertagesituation, Lage der Stollen Johann-Adam, Salvator und Thaddäus sowie dem Streichen der einzelnen Erzlager (Karl A. Redlich: Die Walchen bei Öblarn, aus: Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch, Band 51, 1903).

äußerte. Nach wechselhaften Betriebsjahren erfolgte 1858 die Einstellung der Bergbautätigkeit durch Franz Ritter von Friedau d. J. (6).

Ab 1891 erfolgte eine Gewältigung und Wiederinbetriebnahme als Schwefelkiesbergbau durch den Weinhändler Leonhard Brigl und den Apotheker Julius Bergmeister. Vor allem die Papierindustrie benötigte Schwefel in großen Mengen, und 1893 wurde erstmals Stückkies an die Zellulosefabrik in Niklasdorf geliefert. In der Folge wurde eine nassmechanische Aufbereitung errichtet, und Konzentrat wurde nach Niklasdorf geliefert.

Bereits 1924 wurde der Betrieb wieder eingestellt, Teile des Grubengebäudes verbrachen im erzführenden Schiefer rasch. 1938 begann Bergverwalter Peter Kupferer für die Firma Brigl und Bergmeister mit der Wiedergewältigung, am 1. April 1942 übernahm die Studiengesellschaft Deutscher Kupferbergbau den Bergbau, es kam zu Neuauffahrungen, aber zu keiner Förderung; am 1. Juli 1945 fiel der Bergbau wieder zurück an Brigl und Bergmeister, die aufgeschlossenen und zum Abbau vorgeordneten Vorräte an Schwefelkies wurden zu diesem Zeitpunkt mit 347.400 t beziffert. Am 4. November 1958 erfolgte die endgültige Stilllegung.

Eine grundlegende geologische Bearbeitung der Lagerstätte fand im Sommer 1967 durch Heinz J. Unger statt (**Abb. 4**) (Begutachtung im Auftrag einer nicht genannten Bergbaufirma), die Ergebnisse wurden u. a. im Archiv für Lagerstättenforschung in den Ostalpen, herausgegeben von O. M. Friedrich, publiziert (7). Die von Unger erstellte Karte auf Basis von Vermessungen seit 1912 und



Abb. 4: Ausgeräumter Verbruch im Thaddäusstollen bei ca. Stollenmeter 100 (Aufnahmen Dr. Unger, Sept. 1967, Archiv Hans Jörg Köstler).



Abb. 5: Die ersten Stollenmeter des teilverbrochenen Thaddäusstollens 1997: Der freie Wasserabfluss musste gewährleistet bleiben (Foto Karl Herbert Kasl 26. 07. 1997).

seiner eigenen Ergänzungen führt uns die Weitläufigkeit des Grubengebäudes vor Augen und stellt heute das Standardkartenwerk des ehemaligen Abbaus dar.

Ein Besucherbergwerk entsteht

Als Ergänzung der montangeschichtlich bedeutenden Hüttenanlage im Walchengraben erschien die Schaffung eines Besucherbergwerkes sinnvoll, der Thaddäusstollen als leicht zugänglicher Tagzugang zu dem weitläufigen Grubengebäude mit seinem Marmorportal bot sich dazu an (**Abb. 5** und **Abb. 6**).

Der Thaddäusstollen leitet als tiefster Einbau zumindest einen Teil der im Grubengebäude zusitzenden Wässer ab: Das Grubenwasser fließt entlang einer Saige mit einer jahreszeitlich relativ konstanten Schüttung von 0,25 l/s durch den Thaddäusstollen aus. Ein Totalverbrauch war daher unbedingt zu vermeiden, und zumindest der freie Wasserabfluss musste laufend durch Erhaltungsarbeiten gewährleistet werden.

Im Jahre 1997 stand mit der bevorstehenden Heimsagung des Bergbaus die Frage eines dauerhaften Verschlusses des Thaddäusstollens an. Die Marktgemeinde Öblarn und der 1998 gegründete Bergbauverein Öblarn entschlossen sich zur Schaffung eines Schaubergwerkes.

Im Jahre 1998 wurde damit begonnen, die teilverbrochenen ersten 40 m des Thaddäusstollens zu gewältigen, sie wurden aufwendig in hochsulfatbeständigem Stahlbeton ausge-



Abb. 6: Das Portal des Thaddäusstollens 1997 vor der Instandsetzung (Foto Karl Herbert Kassl 26. 07. 1997).



Abb. 7: Das wiedererrichtete Portal des Thaddäusstollens nach erfolgter Sicherheits- und Sanierungstätigkeit (Foto Karl Herbert Kassl 04. 07. 2003).

baut. Da die Sohle nicht in kompaktem Fels angetroffen wurde, musste eine durchgehende Sohlplatte in der Stärke von zumindest 20 cm für einen stabilen Ringschluss betoniert werden. Das Trockenmauerwerk des Portals wurde aufwendig abgestützt und mit Beton ergänzt (**Abb. 7**).

Mit Durchführung dieser Maßnahmen war eine Fremdenbefahrung auf den ersten Metern grundsätzlich möglich, in Nischen wurden Schaustücke positioniert und als Anfahrtstube eine Blockhütte errichtet. Der Thaddäus-Schaustollen stellt heute eine wesentliche und sinnvolle touristische Ergänzung des im Walchengraben situierten Hüttenensembles dar.

Die weitere Auffahrung des Thaddäusstollens

Aufgrund der gesetzlichen Rahmenbedingungen (Mineralrohstoffgesetz, Schaubergwerksverordnung) ist eine Nutzung als Besucherbergwerk ohne zweiten Tagausgang (Fluchttollen) nur eingeschränkt möglich, weshalb nur die ersten 130 Stollenmeter für die Fremdenbefahrung geeignet sind.

Der Thaddäusstollen erreichte als ehemaliger Hauptförderstollen nach ca. 700 m die Lagerstätte, er ist heute allerdings bei ca. 621 m im Bereich des Leopoldilagers verbrochen, bis dorthin aber problemlos befahrbar. Das Material, das diesen Verbruch bildet, ist kleinstückig und trocken. Der Hohlraum hinter dem Verbruch des Thaddäusstollens wurde von den Mitgliedern des Bergbauvereins Öblarn durch zwei händische Rohrdurchschläge erkundet: einerseits im Thaddäusstollen selbst durch ein Rohr mit 160 mm Durchmesser, das durch das Verbruchmaterial getrieben wurde und nach ca. 5 m einen Hohlraum auffuhr, andererseits in der den Verbruch umfahrenden Strecke, die allerdings ebenfalls verbrochen ist – hier wurde ein 1-Zoll-Rohr nach ca. 4 m in einen Hohlraum gestoßen. Bei den Bohrungen traten zwar matte Wetter aus, aber kein Wasser.

Somit besteht zumindest die Hoffnung, zu einem späteren Zeitpunkt die weitere Gewältigung durchführen zu können. Das Fernziel ist das Erreichen des nächst höheren Niveaus des Grubengebäudes, auf dem mit dem Salvatorstollen auf 1183 m Seehöhe ein Tagausgang besteht, ca. 80 m über dem Thaddäusstollen und 650 m südöstlich von diesem gelegen.

Da eine mögliche Gefährdung des Schaubergwerkbetriebs durch Wasser-, Schlamm- oder Geröllmassen, die sich möglicherweise irgendwo im Grubengebäude aufgestaut haben könnten, nicht ausgeschlossen werden kann, wurde von der Montanbehörde der Einbau eines Schutzdammes zwischen Schaubergwerk und restlichem Grubengebäude gefordert. Diese Maßnahme hätte eine spätere Gewältigung des oben beschriebenen Verbruchs unmöglich gemacht, weshalb der Bergbauverein Öblarn auf die Idee der Errichtung einer Dämmtüre kam.

Dadurch kann die weitere Befahrbarkeit des Thaddäusstollens erhalten werden, die Streckenerhaltung, die auch ohne Schaubergwerksbetrieb notwendig gewesen wäre, um einen Nachbruch und in Folge eine Wasseraufstauung zu verhindern, kann bis Stollenmeter 621 betrieben werden.

Planung und Errichtung einer Dämmtüre

Um im Falle eines Wasser- oder Schlammausbruchs einen wirksamen Schutz der Besucher des Schaubergwerks gewährleisten zu können und eine Kontrollbefahrung bis Stollenmeter 621 zu ermöglichen, entschloss sich der Bergbauverein Öblarn 2003, eine entsprechend dimensionierte und im Gebirge verankerte Türe einzubauen, die dem Wasser- und Gerölldruck sicher standhalten kann.

Über den Zustand des Grubengebäudes zwischen Thaddäus- und Salvatorstollen ist nichts bekannt, weshalb als Stauhöhe die 83 m Höhendifferenz zwischen diesen beiden Stollen angesetzt und somit mit einem Wasserdruck von 8 bar gerechnet wurde.



Abb. 8: Im Bereich der einzubauenden Dämmtüre steht ein phyllitischer Schiefer an, der Stollen weist bis ca. 1 m Höhe (Bereich des Hammers) aufgrund des jahrzehntelangen Wasserstaus eine orange-rote Färbung auf (Foto Karl Herbert Kassl 04. 07. 2003).

Im Zuge einer Befahrung am 04.07.2003 wurde als die geeignetste Einbaustelle die zweite Fluchtnische bei 210 m ab Mundloch festgelegt. Der Stollen steht in diesem Bereich ohne Ausbau (seit ca. 250 Jahren), wobei die Ulme und die Firste mittels Schlägel und Eisen hergestellt, die Sohle später nachgeschossen wurde. Das Gestein ist als Schwarz- bzw. Phyllitschiefer anzusprechen, wobei die Schieferung annähernd in Stollenrichtung verläuft, Abweichungen von der Stollenachse max. 10° aufweisen. Die Schieferungsflächen zeigen sich wellig (Abb. 8). Oberflächliche Ablösungen im cm-Bereich, wie sie an anderen Stellen des Stollens auftreten, sind hier nicht erkennbar, „laute“ Stellen waren ebenfalls nicht vorhanden. Aufgrund der Gesteinsbeschreibung und der entsprechenden Literaturangaben (Prinz 1997, Czech/Huber 1990) konnte für den Bereich des geplanten Einbaus eine einaxiale Druckfestigkeit von mind. 25 N/mm² angesetzt werden.

Das Statikbüro Strohl Engineering GmbH in Feldkirchen in Kärnten hat die Dimensionierung der Dämmtüre vorgenommen: Auf Basis einer Vermessung der Nische wurde ein Klappenrahmen dimensioniert (Abb. 9 und Abb. 10), der in der Lage ist, die auftretenden Kräfte aufzunehmen, die als Wasserstaudruck von 8 bar und einem Anpralldruck von Schlamm- und Geröllmassen von ca. 6.000 kN angesetzt wurden. Der Bemessung der Stahlprofile wurde die ÖN B 4300-1,2, für den Beton die ÖN B 4700 zu Grunde gelegt.

Die Nische dient als Auflager und wurde zur Gänze betoniert, ihr gegenüber wurde als zweites Auflager eine entsprechende Vertiefung aus dem Anstehenden geschrämt; die Betonwiderlager wurden konstruktiv bewehrt und mit Steckseisen zum Berg hin verankert. Die Stützweite beträgt aufgrund des engen Stollenprofils nur 1,1 m. Die Dämmtüre besteht aus I-Träger-Profilen HEB 160, die miteinander verschraubt wurden, da ein Schweißen unter den beengten Bedingungen problematisch war (8).

Die Bauarbeiten gestalteten sich sehr schwierig und mühsam, da der Beton, so wie jegliches Werkzeug und Material, 200 m weit mit Schubkarren antransportiert werden musste (Abb. 11). Die Arbeiten wurden noch 2003 abgeschlossen (Abb. 12). Die Türe ist bergseitig angeschlagen und bleibt einige cm offen, um weiterhin die Wetterführung zu ermöglichen (diffus durch das Grubengebäude zwischen den Niveaus Thaddäus und Salvator).

Durch die Errichtung dieser effektiven Schutzmaßnahme ist ein Schaubergwerksbetrieb gesichert möglich, die entsprechenden Genehmigungen wurden zwischenzeitlich durch die Montanbehörde erteilt.

Die Maßnahme stellt weiters sicher, dass eine spätere Gewältigung bis auf das Niveau Salvator durchgeführt werden kann, der Thaddäusstollen bis auf 621 m befahrbar und kontrollierbar bleibt und kein Eingriff in die Wetterführung erfolgt.

Unabhängig davon wird die Wasserführung hinsichtlich Menge und offensichtlicher Änderung der Farbe (Schwebstoffführung) weiterhin laufend kontrolliert.

Die Zukunft

Wiewohl andere Schaubergwerke mitunter dramatischere Einblicke in die Montangeschichte bieten, stellt der Thaddäus-Schaustollen doch eine reizvolle touristische Ergänzung des im Walchengraben situierten Hüttenensembles dar (Öblamer Kupferweg).

Ein besonders attraktiver Schaubergwerksbetrieb wäre mit einer Durchquerung des Grubengebäudes und einem Ausfahren der Besucher über den Salvator- oder den Johann-Adam-Stollen gegeben, ein Unterfangen, das allerdings mit bedeutenden Mühen und Kosten verbunden ist. Die finanziellen Mittel für die „große Lösung“ stehen freilich derzeit noch nicht zur Verfügung. Durch den Einbau der

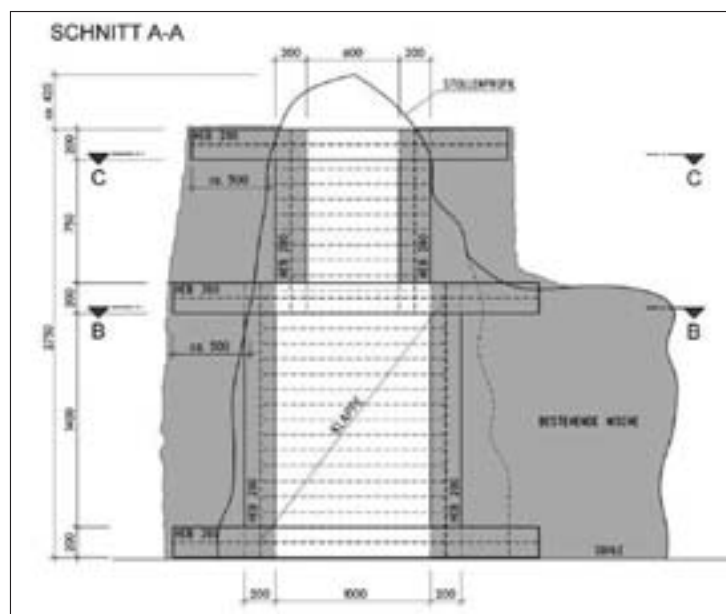


Abb. 9: Projekt Dämmtüre: freier Stollenquerschnitt in der zweiten Fluchtnische mit ca. 4,43 m² und Darstellung der Dämmtüre (Strohl Engineering GmbH, 2003).

Dämmtüre ist bei Gewährleistung der Besucher-sicherheit diese Option erhalten geblieben.

Der Thaddäusstollen liefert ein gutes Beispiel dafür, wie aufwendig, kosten- und zeitintensiv die Schaffung eines Besucherbergwerkes ist, welche rechtlichen, sicherheitstechnischen Hürden zu überwinden sind, aber auch, welche Leistungen durch freiwillige Helfer, die Jahre ihrer Freizeit in die Verwirklichung des Projektes gesteckt haben, möglich sind. Die Berghauptmannschaft Leoben bzw. Montanbehörde Süd seit 1999 hat durch Beratung und ein großes montanhistorisches Verständnis zum Gelingen beigetragen; die beteiligten Planungsbüros haben ihre Leistungen unentgeltlich erbracht und nur die entstandenen Aufwendungen weiterverrechnet.

All dies wäre freilich nicht möglich gewesen ohne Günther Dembski, der gleichzeitig Initiator, treibende Kraft und „Seele“ des Besucherbergwerkes Thaddäusstollens ist.

Literatur, Anmerkungen

- (1) Hauer, F., und F. Foetterle: Geologische Übersicht der Bergbaue der Österreichischen Monarchie, Wien 1855, S. 29 f.
- (2) Als Leberkies wurde laut Haditsch/Maus („Alte Mineralnamen im deutschen Schrifttum“) z. T. Markasit, z. T. Pyrrhotin bezeichnet.
- (3) 1 Centner = 56 kg, 1 Pfund = 560 g, 1 Loth = 17,6 g, daraus ergibt sich ein Cu-Gehalt von 1,25 % und ein Silbergehalt von 79 g/t.

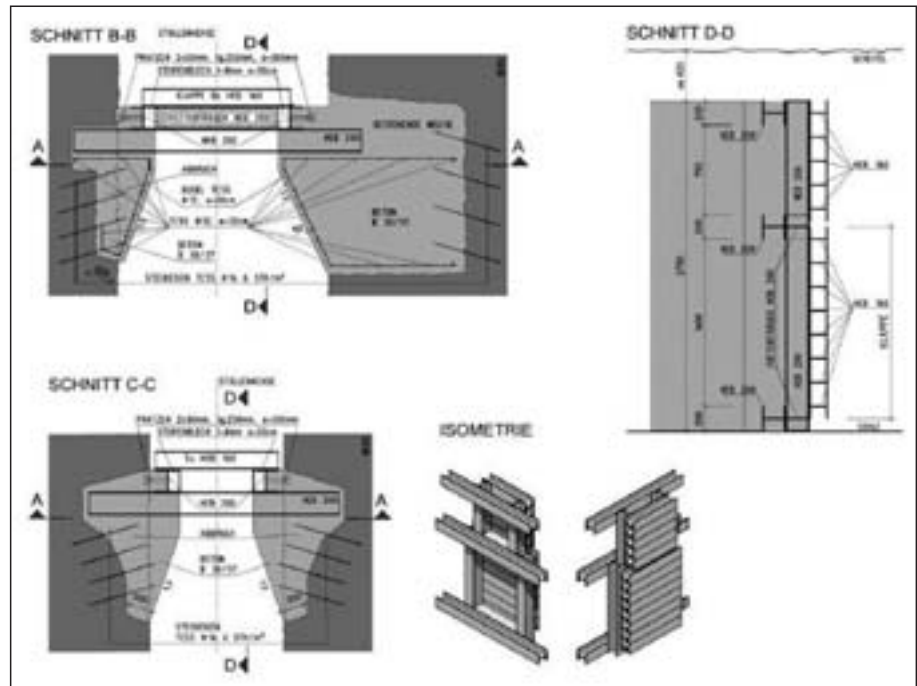


Abb. 10: Projekt Dämmtüre: Einbauvorschlag und Darstellung der Dämmtüre, verschiedene Ansichten (Strohl Engineering GmbH, 2003).

- (4) Handbuch der Lagerstätten der Erze, Industriemineralie und Energierohstoffe Österreichs. Archiv für Lagerstättenforschung Band 19, 1997, S. 325.
- (5) Karl A. Redlich: Die Walchen bei Öblarn. Aus: Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch, Band 51, 1903, S. 1-62.
- (6) Hans Jörg Köstler: Neuzeitliches Montanwesen im Bezirk Liezen. In: Bergbau und Hüttenwesen im Bezirk Liezen, hsg. v. Hubert Preßlinger und Hans Jörg Köstler in der Reihe Kleine Schriften der Abteilung Schloß Trautenfels am Steiermärkischen Landesmuseum Joanneum, Trautenfels 1993, S. 71.
- (7) Unger, H. J.: Der Schwefel- und Kupferkiesbergbau in der Walchen bei Oeblarn im Ennstal. Archiv für Lagerstättenforschung in den Ostalpen, hsg. v. O. M. Friedrich, Band 7, 1968, S. 2-53.
- (8) Strohl Engineering GmbH: Statische Berechnung Klappenrahmen Schautollen, 21. 07. 2003.



Abb. 11: Bauarbeiten an der Dämmtüre durch den Bergbauverein Öblarn (Foto: Bergbauverein Öblarn, 2003).



Abb. 12: Die fertige Dämmtüre, bergseitig gesehen, rechts die zubetonierte Nische (Foto: Bergbauverein Öblarn, 2003).

Der „Schwefelofen“ in der Walchen bei Öblarn (Steiermark) – Eine montan-geschichtliche Kostbarkeit*

Hans Jörg Köstler, Fohnsdorf

Mit Freilegung, Restaurierung und Konservierung sowie mit informativer Beschilderung wesentlicher Teile sowohl des hier zu besprechenden „Schwefelofens“ (Erzröstofen oder Röststadel) als auch der Kupfer- und Edelmetallhütte in der Walchen hat sich dieses (allzu) lang vernachlässigte Gebiet im obersteirischen Ennstal unerwartet schnell auf einen der vordersten Plätze unter allen montangeschichtlichen Stätten Österreichs eingereiht. Bergbau (Thaddäus-Stollen), Schwefelofen, Schmelzhütte und einige mit dem Montanwesen zusammenhängende Gebäude bilden ein interessantes Ensemble, das andere Anlagen – beispielsweise die Nickelhütte in der Hopfriesen (Obertal, Schladminger Tauern) und den Bleiöfen in Ruttach bei Feistritz ob Bleiburg (Kärnten) – hinsichtlich Vollständigkeit bei weitem übertrifft. Heute bereuen bereits nicht wenige Orte oder Gegenden das unüberlegte „Verschwindenlassen“ außer Betrieb gesetzter Hüttenwerke für Nicht-eisenmetalle; genannt seien die Bleihütten im Großraum Hochobir (Kärnten), die Edel- und Buntmetallhütten in der Kreuzeckgruppe (Kärnten), die Blei-Zink-Hütte in Deutschfeistritz (Steiermark) und – für die jüngere Vergangenheit – die 1932 stillgelegte Kupferhütte in Außerfelden/Mitterberghütten bei Bischofshofen (Salzburg).

In der obersteirischen Walchen jedenfalls hat der Bergbauverein Öblarn gerettet, was noch zu retten war, denn seit den 1860er Jahren ist dort (wie auch andernorts) viel Unwiederbringliches zerstört und verschlampt worden oder einfach verfallen. Dieser Schlendrian – um nicht Kulturschande zu sagen – scheint in der Walchen wohl endgültig vorbei zu sein.

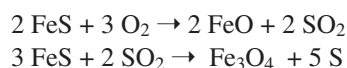
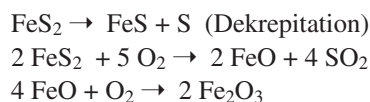
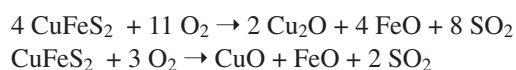
Den nachstehenden themabezogenen Ausführungen über die montanistisch-montanhistorische Seite der Walchen sei eine kurze metallurgisch-technische Beschreibung von Rösten, Röstöfen und Schwefelöfen vorangestellt. Dies soll eine sachliche Einordnung der Walchener Rösttechnik in die allgemeine Entwicklung ermöglichen.

1. Rösten sulfidischer Erze für die Kupfererzeugung

Der erste metallurgische Behandlungsschritt bei sulfidischen (polymetallischen) Kupfererzen besteht in oxidierendem Rösten, das „... eine Entfernung des Schwefels

... bis zu dem Maße bezweckt, dass bei allen in dem darauffolgenden Steinschmelzen vor sich gehenden Umsetzungen, an denen Sulfide teilnehmen und Schwefel noch fortgehen könnte, für die Bildung von Cu_2S immer noch reichlich Schwefel übrigbleibt. Für das Rohsteinschmelzen muss außer dem für das Kupfer erforderlichen Schwefel auch noch zur Bildung einer gewissen Menge FeS hinreichend Schwefel vorhanden sein“ (1), wodurch die Verschlackung von Kupfer verhindert wird.

Beim oxidierenden Rösten des Kupfererzes laufen mehrere, im Einzelnen recht verwickelte Reaktionen ab, wovon jene mit Kupferkies (Chalkopyrit, CuFeS_2), Eisenkies (Pyrit, FeS_2) und Magnetkies (Pyrrhotin, FeS) als Ausgangsstoffen angeführt werden; andere Sulfide, Arsenide und Antimonide bzw. Fahlerze bleiben hier außer Betracht: (2)



Chalkopyrit liefert somit im Wesentlichen Cu_2O , FeO (nicht stabil) und unter reduzierenden Bedingungen Schwefel, Pyrit bringt Schwefel und Fe_2O_3 (Kiesabbrände), Pyrrhotin gibt Fe_3O_4 , SO_2 und Schwefel. Die angegebenen Reaktionen verlaufen aber nicht vollständig nach rechts, d. h. am Ende des Röstens liegen noch Kupfer- und Eisensulfide vor, sodass Stein (Rohstein oder Lech, $\text{Cu}_2\text{S} + \text{FeS}$) und mit silikatischen Zuschlägen auch Schlacke als $2 \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ erschmolzen werden können. Insgesamt stellt das Röstprodukt (Rösterz) ein Gemisch aus Oxiden, Sulfiden, Sulfaten, Arseniden, Antimoniden und Silikaten aller im Erz vertretenen Metalle dar.

2. Röst- und Schwefelöfen

Mit Fortschreiten der Erzrösttechnik verlor die Röstung freier Erzhaufen (Haufenröstung) rasch an Bedeutung, während sich die Stadelröstung ab dem beginnenden 17.

* Vorgetragen bei der „Fachtagung zur Montangeschichte der Öblarner Walchen“ in Öblarn (Steiermark) am 10. Juli 2004; Veranstalter: Bergbauverein Öblarn und Montanhistorischer Verein Österreich.

Jahrhundert immer mehr durchsetzte. Technisch gesehen, handelt es sich beim Röststadel um ein Mauergerüst, in dem sich Röstgut und Brennstoff (Mischbegichtung, vor allem bis Einsetzen exothermen Röstens) befinden. Der Röststadel, dessen wärmetechnischer Wirkungsgrad weit über jenem der Haufenröstung lag, blieb während des Röstvorganges an seiner Vorderseite entweder offen oder wurde mit losen Mauersteinen provisorisch verschlossen, wie **Abb. 1** veranschaulicht (3).



Abb. 1: Erzröststadel mit offener (links) und geschlossener Vorderwand (rechts). Aus: Schnabel, Handbuch ... Anm. 3.

Bei solchen „gewöhnlichen“ Röststadeln erwies sich die Schwefelgewinnung als schwierig und unpraktisch, weshalb der „Schwefelfang“ eine wichtige Weiterentwicklung darstellte. **Abb. 2** und **Abb. 3** zeigen einen sächsischen bzw. böhmischen Röststadel mit Schwefelfang (4): der im Laufe des Röstens gebildete Schwefel samt anderen gasförmigen Stoffen wird infolge geeigneter Abdeckung des Röstgutes gezwungen, durch kleine Maueröffnungen (Kanäle) abzuziehen, worauf es in der jeweils angeschlossenen Schwefelkammer – teils schon in den Kanälen – zur Bildung flüssigen bzw. festen Schwefels kommt.

Der Metallurge Carl Schnabel bezeichnete die in **Abb. 4** wiedergegebene Anlage als „steyrischen Stadel“ für eine langsame Röstung (Kernröstung (5)) und für die „Sulfatation geschwefelter Kupfererze“ (6). Abgesehen von der unrichtigen Größenangabe (Länge 117 m! Wohl ein Dezimalpunktfehler) beschreibt Schnabel das „Schwefelfangen“ recht gut: „In den 1,6 m dicken Wänden des Stadels befinden sich Canäle 1 zur Ableitung des bei der Röstung ausgetriebenen Schwefels in Sammelbehälter c.“ Der hier abgebildete Stadel erinnert an den Walche-

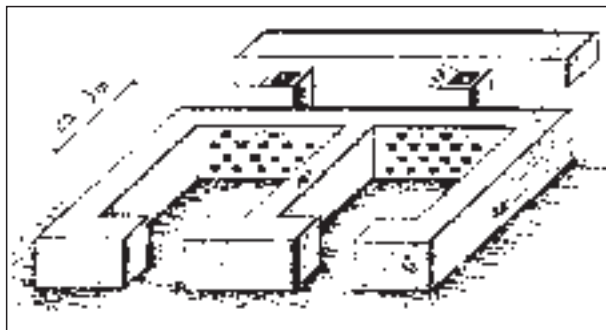


Abb. 2: Sächsischer Erzröststadel mit Schwefelfang in der Rückwand. Aus: Kerl, Handbuch ... Anm. 4.

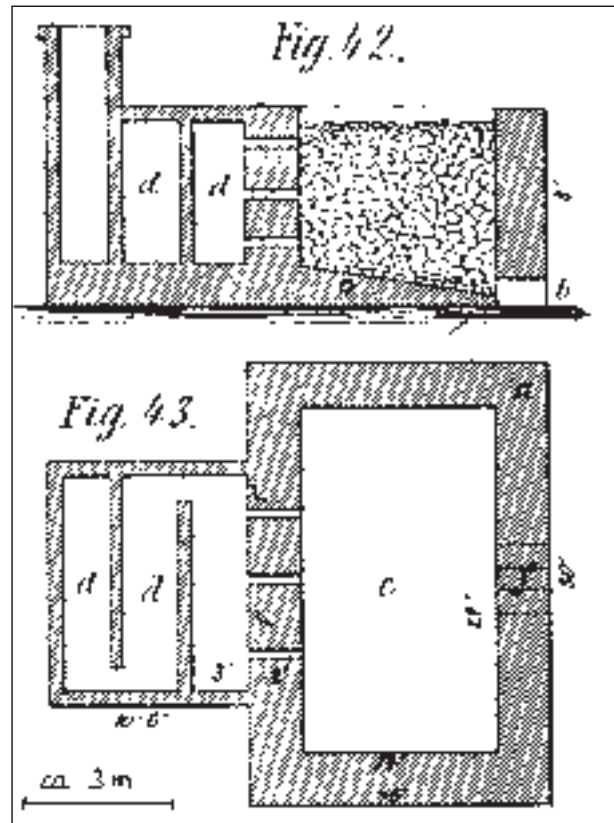


Abb. 3: Böhmischer Erzröststadel mit Schwefelfang in der Rückwand und angebauten Sublimierungskammern (d). Aus: Kerl, Handbuch ... Anm. 4.

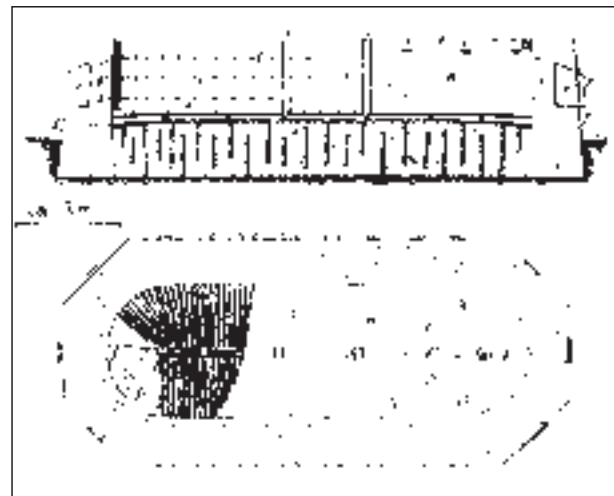


Abb. 4: „Steyrischer Stadel“ (steirischer Erzröststadel) für die Röstung von Roherz und Kernerzrinden (5). Aus: Schnabel, Handbuch ... Anm. 6.

ner „Schwefelofen“, doch dürfte sich Schnabel auf einen alten Röststadel im oberitalienischen Agordo bezogen haben.

Als Nachfolger des Röststadels ist der Schachtröstofen zu betrachten, dessen älteste Ausführung der Stückkiesbrenner (**Abb. 5**) darstellt (7). Der rechteckige Ofen erlaubte aufgrund seiner geschlossenen Bauweise die weitgehende Verwertung der SO₂-reichen Abgase z. B. für die Schwefelsäureerzeugung. Der als Kiln bezeich-

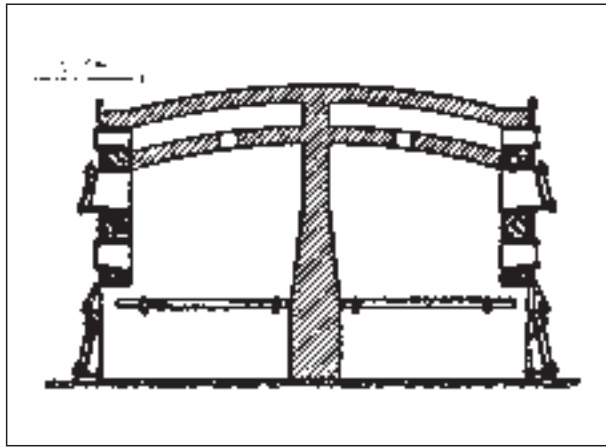


Abb. 5: Stückkiesbrenner (Querschnitt) mit rechteckigem Grundriss. Nach der Röstung werden drehbare Roststäbe mit quadratischem Querschnitt so gestellt, dass das Rösterz in darunter stehende Hunte fällt. Aus: Tafel/Wagenmann, Handbuch ... Anm. 7.

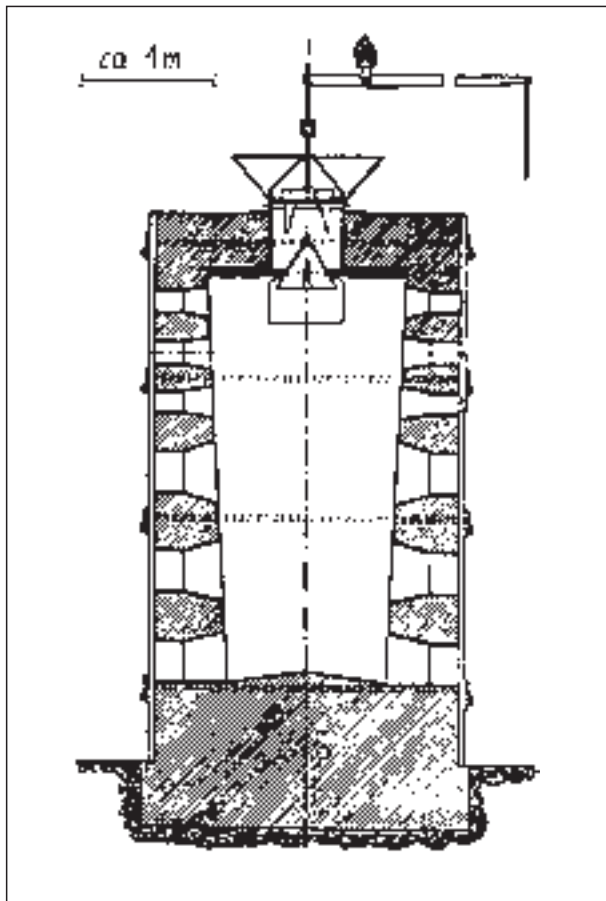


Abb. 6: Kiln für Stückkiesröstung. Mehrere Kilns werden zu einer Batterie zusammengefasst; einfache Beschickung, aber aufwändiges Abziehen des Rösterzes. Aus: Tafel/Wagenmann, Handbuch ... Anm. 8.

nete Schachtröstofen in **Abb. 6** arbeitete bereits kontinuierlich und fand auch beim Steinrösten Verwendung (8). Nach Tafel/Wagenmann (9) zählt der Hand-Fortschaufelungssofen (**Abb. 7**) zu den Krählföfen; in einem

solchen Flammofen bewegen sich Feuerungsgase und Röstgut im Gegenstrom, wobei Feinerz in (anstrengender) Handarbeit mittels Röstschaufeln weitertransportiert wird. Auf mechanische Krählföfen mit rechteckigem Herd wie beim Hand-Fortschaufelungssofen sowie auf Krählföfen mit mehreren übereinander liegenden Runtellern und rotierenden Armen sei hier nur hingewiesen.

3. Schwefelgewinnung

Schwefel galt bei älteren Bergbauern auf sulfidische Erze bzw. in den angeschlossenen Rösthütten als wertvolles Nebenprodukt, das nach Entnahme aus den oben erörterten Schwefelfängen allerdings „geläutert“ (gereinigt) werden musste. Die im Alpenraum gewonnene Handelsware sah sich aber harter Konkurrenz namentlich italienischer Schwefelproduzenten ausgesetzt, wo Schwefel nicht aus sulfidischen Erzen, sondern aus bergmännisch abgebautem Schwefelgestein erzeugt wurde. Für Schwefel gab bzw. gibt es ein breites Anwendungsfeld; beispielsweise für Schwarzpulver (ältester Explosivstoff), das aus 75 % Salpeter, 15 % Holzkohle und 10 % Schwefel besteht, weiters für die Herstellung zahlreicher Schwefelverbindungen und die Vulkanisierung von Kautschuk; in der Medizin spielt die physiologische Wirkung des Schwefels eine wichtige Rolle.

Nach Auflassung der leistungsschwachen Destillationsmethode (von außen beheizte Tongefäße) arbeitete man in Italien seit Mitte des 19. Jahrhunderts mit „Calcaroni“ genannten, den Kalkbrennöfen ähnlichen Schwefelföfen (10), die geschmolzenen Schwefel lieferten (**Abb. 8**) (11). Technisch und wirtschaftlich verbesserte Öfen waren nach dem System „Gill“ gebaut, das ab ungefähr 1880 verwendet wurde; die Schwefelgewinnung lief „... dabei in drei bis vier gemauerten Kammern mit gemeinsamer Beschickung und umleitbarer Luftzufuhr ab“ (**Abb. 9**) (10). Italiens führende Rolle in der Schwefelherstellung litt vor allem durch die Erfindung des in den USA tätigen Deutschamerikaners Hermann Frasch um 1900 und später auch durch die zunehmende Schwefelproduktion Frankreichs. Das in Louisiana und in Texas angewandte Frasch-Verfahren (**Abb. 10**) arbeitet mit überhitztem Wasserdampf, der unter Tage Schwefel in der Lagerstätte aufschmilzt; geschmolzener Schwefel wird sodann mit heißer Pressluft an die Oberfläche gebracht („Schwefelpumpe“) (12); die bergmännische Schwefelgewinnung kommt wegen einer ca. 200 m mächtigen Schwimmsandschicht nicht in Frage.

4. Erzrösten und Schwefelgewinnung in der Walchen

4.1. Geschichtlicher Abriss des Walchener Betriebes (13)

Der ehemalige Walchener Kupfer- und Edelmetallbergbau (später nur noch auf Schwefelkiesgewinnung betrieben) dürfte auf das 13. Jahrhundert zurückgehen. Aber erst 1468 belehnte das Benediktinerstift Admont einige Gewerken mit Gruben in der Walchen, die 1558 an

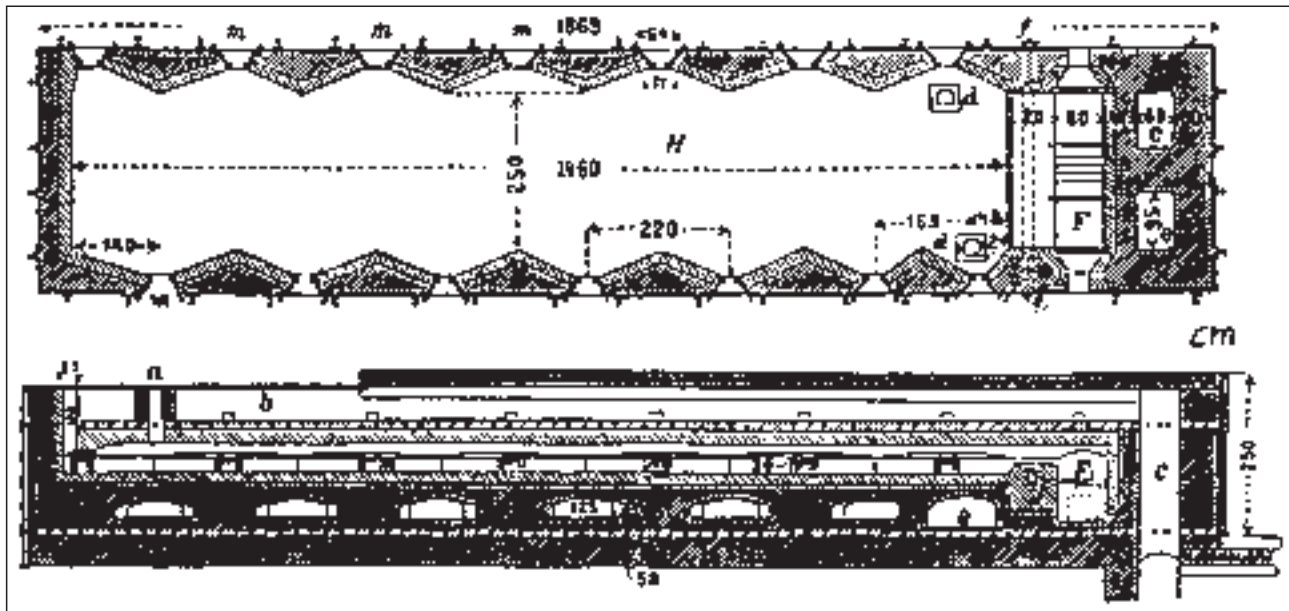


Abb. 7: Hand-Fortschaufelungs-Ofen (Flammofen). Feuerungsgase strömen von F in Richtung Beschickungsöffnung a, Erz wird händisch in die Gegenrichtung geschaufelt. Aus: Tafel/Wagenmann, Handbuch ... Anm. 9.

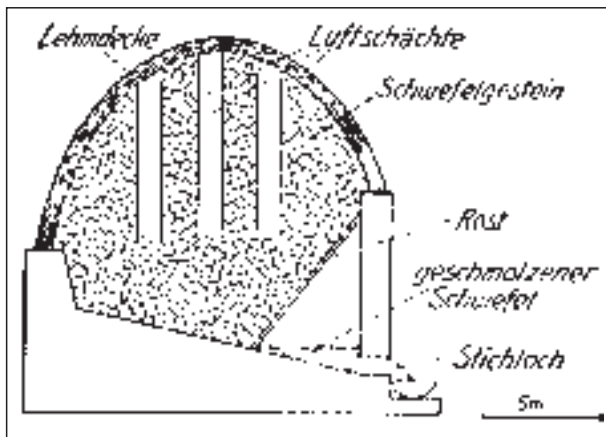


Abb. 8: Calcarone (Schwefelgewinnungsanlage). Aus Holleman/Wiberg, Lehrbuch ... Anm. 11.

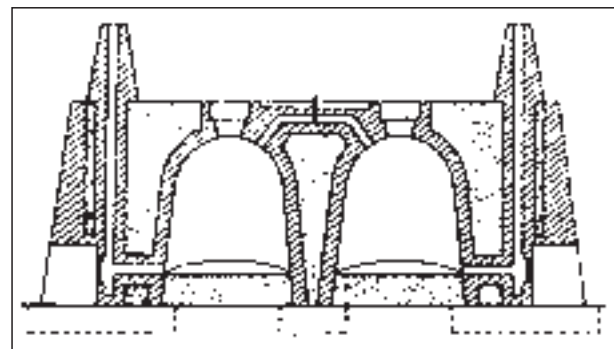


Abb. 9: Schwefelöfen nach dem System „Gill“. Aus: (Sperl), Historischer ... Anm. 10.

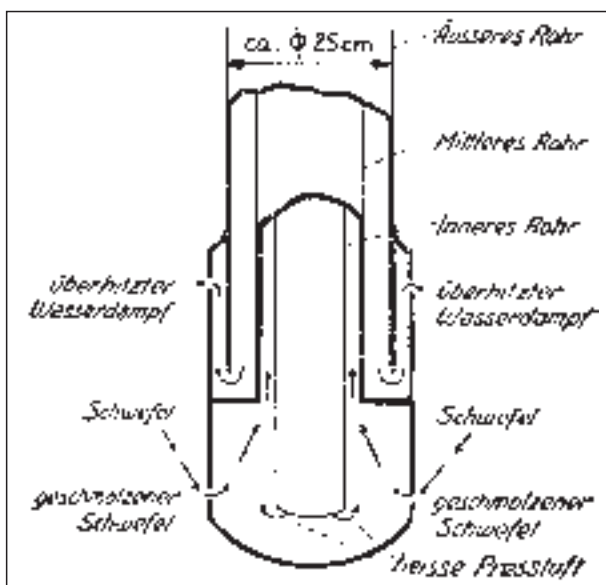


Abb. 10: Frasch-Verfahren zur Schwefelförderung („Schwefelpumpe“). Aus: Holleman/Wiberg, Lehrbuch ... Anm. 12.

Lukas Sitzinger (Nürnberg) und Andres Prantmeyer (Augsburg) gelangten. Mit Übernahme von Bergbau und Hütte durch Hans Adam Stampfer 1666 begann in der Walchen eine neue Ära, nachdem es unter dem neuen Eigentümer gelungen war, ein rationelles, freilich kompliziertes Schmelzverfahren für das arme, polymetallische Walchener Erz auszuarbeiten. 1802 erwarb Theodor Graf Batthyány den Betrieb in der Walchen, aber schon 1819 trat Franz R. v. Friedau d. Ä. als neuer Gewerke auf.

Das zunächst schwungvolle Unternehmen geriet Mitte der vierziger Jahre in Schwierigkeiten und musste von Franz R. v. Friedau d. J. 1858 vor allem wegen Geringhaltigkeit des Erzes aufgegeben werden. Nach erfolglosen Versuchen zur Wiederinbetriebnahme kaufte Leonhard Brigl (Niklasdorf bei Leoben) 1897 den „Schwefel- und Kupferkiesbergbau bei Öblarn“, der unter der Firma Zellulosefabrik Brigl & Bergmeister 1922 vorläufig geschlossen wurde. Bemühungen während des 2. Weltkrieges, eine Kupfererzförderung in Gang zu bringen, schlugen fehl. Nach dem Krieg kam es noch einmal zu einem bedeutungslosen Erzabbau durch Brigl & Bergmeister (14).

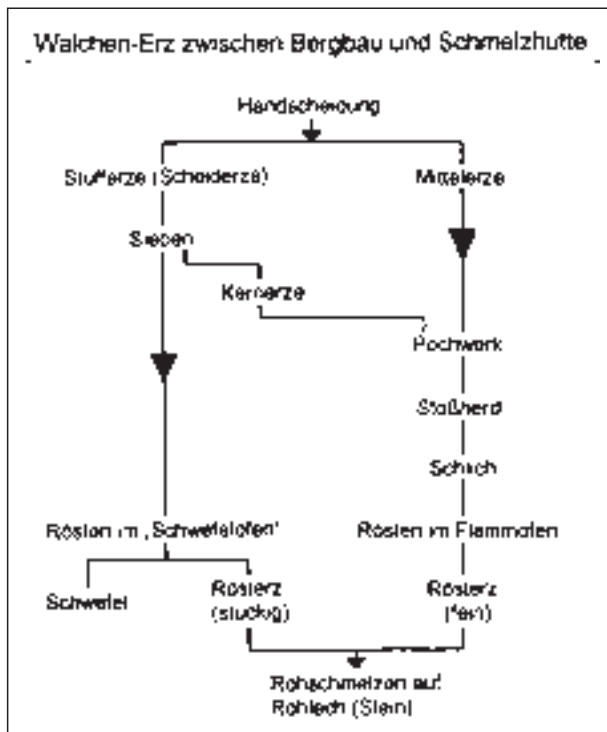


Abb. 11: Fließschema des Erzes zwischen Bergbau und Schmelzhütte in der Walchen.

4.2. Das Erz zwischen Bergbau und Schmelzhütte

Die unmittelbar beim Bergbau durchgeführte Handscheidung ergab grobstückiges Stufferz und feinkörnigeres Mittelerz (Abb. 11), das gemeinsam mit abgeseibtem Kernerz (erfahrungsgemäß metallreicheres Material) nach Zerkleinerung in Flammöfen geröstet wurde. Es bestand aber auch die Möglichkeit, Kern- und Mittelerz ohne Zerkleinerung in eigenen Öfen zu rösten. Von Feingut befreites Stufferz gelangte in die „Schwefelöfen“, von denen es in der Walchen nach heutigem Wissensstand drei Anlagen gegeben hat.

Im Krummofen, dem ersten metallurgischen Aggregat der auf Kupfer, Silber und Gold arbeitenden Hütte, erschmolz man aus stückigem und aus feinkörnigem Rösterz den Rohstein (Rohlech; Cu_2S und FeS mit höchstens 40 % Cu) und Schlacke ($2 \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$). Chemisch gesehen erfolgte also die Bindung des im Rösterz vorhandenen Kupfers an Schwefel (Cu_2S , Kupfer(I)-sulfid) und des restlichen Schwefels an Eisen (FeS , Eisen(II)-sulfid) sowie die Verschlackung des restlichen Eisens (FeO). Diese Reaktionen setzten (empirisch) richtiges Rösten als selbstverständlich voraus.

4.3. Der Röst- und Schwefelofen sowie dessen Betrieb

Die technisch orientierte Montangeschichte verdankt Leopold Steinlechner, dem letzten Walchener Verweser, eine um 1858/59 verfasste „Gedenkschrift“ (15), in der es u. a. heißt: „Verröstung der Erze. Die Verröstung der Erze geschieht theils um einen Antheil Schwefel zu gewinnen, theils um sie zum Schmelzen geeigneter zu

machen, und somit zu entschwefeln, dass sie mit ihrem noch enthaltenen Schwefel bei der Rohschmelzung 10 % Leche (Stein) geben, in welchen der Metallgehalt aus 100 Pfund Erze in 10 Pfund Leche concentrirt ist, und der übrige Theil als Schlacke wegfällt.

Die Stufferze werden ihres höheren Schwefelgehaltes wegen besonders auf Schwefel in 3 großen, der hüttenmännischen Welt unter dem Namen ‚Öblarner Schwefelöfen‘ bekannten 7.000 – 10.000 Zentner (390 – 560 t) fassenden, oben offenen und mit einem Dache versehenen Röststätten verröstet, und von diesen nach einer 15 bis 20 Wochen dauernden Campagne 1/2 % reiner verkaufbarer Schwefel gewonnen. In ähnlichen Röststätten wurden die Mittel- und Kernerze verröstet.

Bei dieser Verröstung verbrennt Schwefel zu schwefeliger Säure, welche sich in der Luft verflüchtigt, ein Theil des Schwefels wird durch die dabei erzeugte Wärme geschmolzen und fließt durch die in der Dicke der Röstofenmauern angebrachten Kanäle in die rings um des Röstofens sich befindlichen 12 Schwefelkammern ab.

Dieser Schwefel wurde in der Schwefelleiterhütte (Läuterhütte) in eisernen Kesseln geschmolzen gereinigt und in Ziegel- oder Stangen-Form gegossen, und so an chemische Producten-Fabriken zur Erzeugung von Schwefelsäure verkauft.“

In einer zweiten Fassung (Abschrift?) der Steinlechner’schen Gedenkschrift (15) werden ebenfalls drei Röstöfen erwähnt, aber mit unterschiedlichem Fassungsvermögen: 5.000, 7.000 und 10.000 Zentner (280, 390 und 560 t).

Nach Peter Tunner, Professor an der Montan-Lehranstalt in Vordernberg (Steiermark), ergaben 100 kg händisch

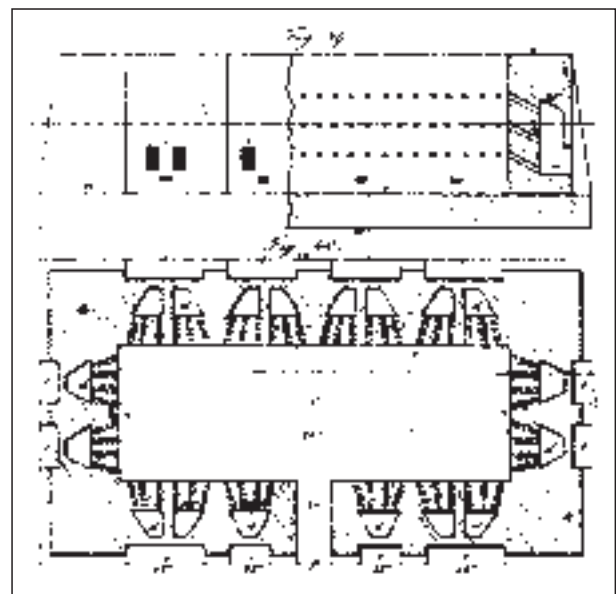


Abb. 12: Walchener oder Öblarner Schwefelofen (Röstofen), 1844. Innenraum mit ca. 7,5 m x ca. 2,5 m Grundfläche, 18 Schwefelfänge (d) mit jeweils mehreren Kanälen. Aus: Wehrle, Lehrbuch ... Anm. 17.

geschiedenes Stufferz 80 kg Rösterz (20 % Kalo) und 0,52 kg läuterbaren Schwefel. Walchener Rösterz soll 1,5 % Kupfer, 0,008 % Silber und Spuren von Blei enthalten haben; Angaben über andere Elemente (z. B. Gold) fehlen. Die Röstung einer Charge (560 t !) dauerte 20 Wochen (16).

Soweit heute bekannt, veröffentlichte Alois Wehrle, Professor für Mineralogie, Chemie und Hüttenkunde an der k. k. Berg- und Forstakademie in Schemnitz, als erster 1844 einen „Öblarner Schwefelofen“ (17) (**Abb. 12**) – allerdings nicht den teilweise freigelegten und restaurierten, der weiter unten erörtert wird; dies geht aus den unterschiedlichen Abmessungen zweifelsfrei hervor. Wehrle hat interessante Details des Schwefelofens genau festgehalten, vor allem Anordnung und Konstruktion der achtzehn Schwefelfänge (d), deren Bauweise in **Abb. 13** nochmals wiedergegeben ist. Demnach strömten – siehe Steinlechner'sche Gedenkschrift – Schwefeldämpfe aus dem Röstraum (r) durch Kanäle (k) in den eigentlichen Schwefelfang (a) (oder Schwefelkammer), wo sich flüssiger, sogleich erstarrender Schwefel absetzte.

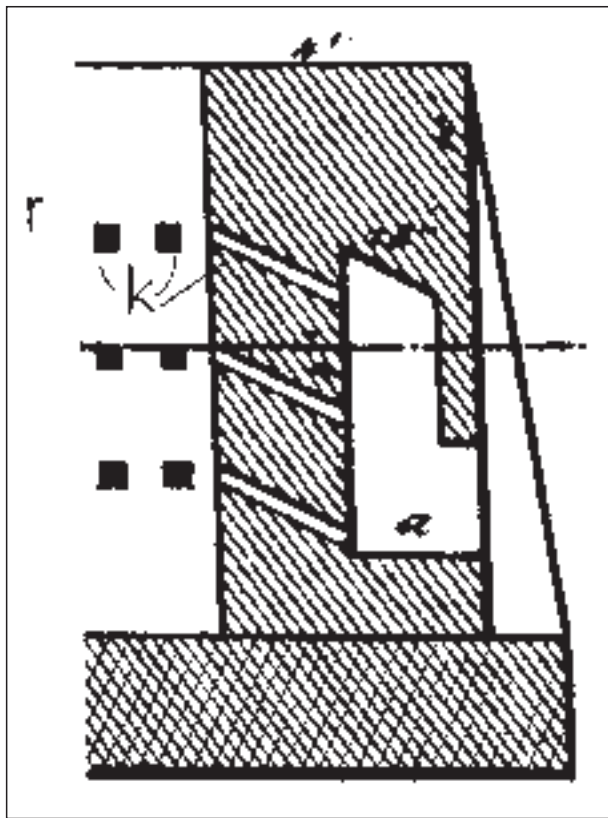


Abb. 13: Schwefelfang, Detail aus **Abb. 12**. 4' = ca. 1,2 m.

Bruno Kerl (4) hat Wehrles Zeichnung ohne Quellenangabe in sein ausgezeichnetes Handbuch der metallurgischen Hüttenkunde übernommen und als „Röststadel mit Schwefelfang zu Öblarn“ publiziert (18). Da Kerls 1855 erschienenes Handbuch in deutschen Nichteisenmetall-Zentren wie Freiberg in Sachsen und Harz große Verbreitung fand, gilt Kerl selbstverständlich und unge-

rechterweise als Urheber der gegenständlichen Zeichnung.

5. Freilegung, Restaurierung und Konservierung des „Walchener Schwefelofens“

In den 1990er Jahren gab es vereinzelt leise Stimmen, die sehr vorsichtig empfahlen, sich der zusehends verfallenden und verschwindenden Montananlagen in der Walchen „anzunehmen“. Konkrete Maßnahmen unterblieben freilich, weil keine Aussicht auf denkmalpflegerische Arbeiten bestand. Erst die Gründung des bald sehr rührigen „Bergbauvereines Öblarn“ (Obmann Günther Dembski, Öblarn) am 16. Mai 1998 schuf gute Voraussetzungen für erfolgreiche Aktionen, die schließlich den Thaddäus-Stollen, den Schwefel- bzw. Röstofen, das Stampferhaus und die Schmelzhütte sowie einige Kleindenkmäler umfasst haben (19) – erfreuliches Resultat: der Öblarner Kupferweg (20).

Von Anfang an stand fest, dass auch der ruinöse, stark überwachsene Schwefelofen (Röststadel, Außenabmessungen: 15,5 m x 25,5 m) in den Kupferweg einbezogen werden muss, obwohl – wie **Abb. 14** eindrucksvoll zeigt – Probleme aller Art zu erwarten waren. Dabei stellte sich auch die Frage, ob von den zwei anderen, wahrscheinlich kleineren Röststadeln nennenswerte oder zumindest erkennbare Reste vorhanden wären. Eine diesbezügliche Begehung anhand der bei G. Fuchs und im Kupferweg-Führer abgebildeten Karte von 1793 verlief so gut wie ergebnislos, denn die entdeckten geringfügigen Mauerreste konnten einem Röstofen keinesfalls glaubwürdig zugeordnet werden. Ebenso blieb die Frage nach der Erbauungszeit des Ofens bzw. der Öfen offen. Ein vor längerer Zeit im Schwefelofen gefundener Mauerstein trägt zwar die Jahreszahl 1565, die mit dem Baubeginn oder der Fertigstellung in Zusammenhang gebracht wird (21); der Verfasser neigt allerdings zur Ansicht, dass die betreffenden Schwefelöfen an der Wende zum 18. Jahrhundert erbaut wurden, als man 1700 (oder



Abb. 14: Reste des Walchener Schwefelofens, verfallene und teils überwachsene straßenseitige Front (Schmalseite) im Sommer 2002. Aufnahme: G. Dembski.



Abb. 15: Schwefelkanäle des Walchener Schwefelofens. Aufnahme: H. J. Köstler, Oktober 2003.



Abb. 17: Straßenseitige Front des Walchener Schwefelofens. Aufnahme: H. J. Köstler, September 2003.



Abb. 16: Übereinander angeordnete Schwefelkanäle des Walchener Schwefelofens. Aufnahme: H. J. Köstler, Oktober 2003.



Abb. 18: Der Walchener Schwefelofen (Röststadel) nach Abschluss der Instandsetzungsarbeiten im Frühjahr 2004 als Teil des Öblarner Kupferweges. Aufnahme: G. Dembski, Oktober 2004.

1699) den Johann-Adam- und 1713 den Salvator-Stollen angeschlagen hat.

1998 begannen beim Schwefelofen aufwändige Schlägerungs- und Säuberungsarbeiten als Voraussetzung für eine Freilegung, die erst 2002/03 in Gang kommen konnte. Es erfolgte vorerst die Sanierung der straßenseitigen Mauer, die zur großen Überraschung mehrere, teilweise fast unbeschädigte Schwefelkanäle enthielt; bei Betrachtung von **Abb. 15** und **Abb. 16** vergleiche man diese auch mit **Abb. 13**. Im vorderen Bereich der Seitenmauern sind ebenfalls einige Schwefelkanäle vorhanden, wahrscheinlich auch im hinteren, nicht freigelegten Abschnitt. Ursprünglich wollte man das nun besonders

wertvolle Walchener Montandenkmal in jenem Zustand belassen, wie ihn **Abb. 17** wiedergibt. Bald zeigte sich aber, dass das nicht sehr widerstandsfähige Mauerwerk in absehbarer Zeit neuerlich Schaden erlitten hätte, weshalb der vordere Ofenteil mit einem massiven Dach versehen wurde (**Abb. 18**).

Der Schwefel- bzw. Röstofen in der Öblarner Walchen stellt – wie die teilrestaurierte und/bzw. teilrenovierte Schmelzhütte mit dem Silbertreibherd – zumindest österreichweit ein Unikat dar, denn zwei weitere, nur noch rudimentär vorhandene, viel kleinere Röstöfen für sulfidisches Erz (22) in der Kärntner Kreuzeckgruppe bzw. bei St. Peter am Kammersberg (Steiermark) müssen bei objektiver Bewertung als verloren gelten. Der Verfasser kennt auch keine dem Walchener Schwefelofen vergleichbare, wenigstens teilweise vorhandene Anlage in Österreichs Nachbarländern; jeder montan-, technik- und kulturgeschichtlich Interessierte sollte somit dem Bergbauverein Öblarn unter dessen Obmann Günther Dembski durch Besichtigung der auch landschaftlich schönen Walchen seine Dankbarkeit erweisen!

Anmerkungen

- (1) Borchers, W.: Hüttenwesen. Kurze Übersicht über die heutigen Verfahren zur Gewinnung der wichtigeren Metalle. 2. Aufl. Halle (Saale) 1921, S. 49. – Wilhelm Borchers, Professor für Metallhüttenkunde und Elektrometallurgie an der TH Aachen.
- (2) Tafel, V. (Hrsg. K. Wagenmann): Lehrbuch der Metallhüttenkunde. 3 Bde. Zweite, neubearb. u. erweit. Aufl. Leipzig 1951, 1953 und 1954; hier: 2. Bd. S. 239 f und S. 250-254. – Viktor Tafel, Professor für Metallhüttenkunde an der TH Breslau und sodann an der Bergakademie in Freiberg in Sachsen; Karl Wagenmann, Direktor der Hauptabteilung Hütten vom Mansfeld Kombinat Wilhelm Pieck Eisleben, Sachsen-Anhalt.
- (3) Schnabel, C.: Handbuch der Metallhüttenkunde. Berlin 1894, 1. Bd., S. 44. – Carl Schnabel, Professor für Hüttenkunde und Chemische Technologie an der Bergakademie Clausthal. – „Stadel“ ist sprachverwandt mit Statt, Stätte und Stadt, die ihrerseits in „stehen“ wurzeln, und bezeichnete ursprünglich ein kleines, offenes Gebäude.
- (4) Kerl, B.: Handbuch der metallurgischen Hüttenkunde. 3 Bde. Freiberg 1855, hier 2. Bd., S. 69. – Bruno Kerl, Professor für Hütten- und Probierkunde an der Bergakademie Clausthal, sodann für Metallhüttenkunde und Chemische Technologie an der Bergakademie in Berlin.
- (5) Lürzer, F., und P. Tunner: Über das sogenannte Kernrösten bei den Kiesen und die Schwefelgewinnung bei dem Kiesrösten In: Berg- u. Hüttenmänn. Jahrb. 3 (1853), S. 339-349 (Franz v. Lürzer, k. k. Inspektor der Kupferhütte im damals altösterreichischen Agordo). – Beim Kernrösten reichert sich der an sich geringe Kupfergehalt des Roherzes im Kern eines Erzstückes an, während in dessen Randbereich (Rinde oder Kernerzrinde) sodann nur noch sehr wenig Kupfer vorliegt.
- (6) Schnabel, Handbuch ... Anm. 3, S. 45 f.
- (7) Tafel/Wagenmann, Lehrbuch ... Anm. 2, S. 292 f.
- (8) Tafel/Wagenmann, Lehrbuch ... Anm. 2, S. 293.
- (9) Tafel/Wagenmann, Lehrbuch ... Anm. 2, S. 284-286.
- (10) Sperl, G.) Historischer Schwefelbergbau in Peticara (PS), Italien. In: BHM 138 (1991), S. 75-78.
- (11) Holleman, A. F., und E. Wiberg: Lehrbuch der anorganischen Chemie. 47.-56. Aufl. Berlin 1960, S. 182.
- (12) Holleman/Wiberg, Lehrbuch ... Anm. 11, S. 183.
- (13) Größtenteils übernommen aus Dembski, G., und H. J. Köstler: Die Erzröstanlage („Schwefelofen“) in der Walchen bei Öblarn. In: Da schau her 26 (2005), Heft 3, S. 17-19.
- (14) Ausführlicher bei 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.
- (15) Steinlechner, L.: Gedenkschrift über den Betrieb des uralten Gold- und Silber-hältigen Kupferbergbaues in der Walchen bei Öblarn im Ennsthale und dessen Schmelz-manipulation. – Eine andere Abschrift trägt den Titel: Gedenkschrift des vom Jahre 1569 bis zum Jahre 1858 in Betrieb gestandenen Gold- und Silberhältigen Kupferbergbaues in der Walchen bei Öblarn im Ennsthale. Vgl. auch Weiß, A.: Eine bemerkenswerte „Gedenkschrift“ vom Bergbau Walchen bei Öblarn/ Steiermark. In: res montanarum 26/2001, S. 27-37.
- (16) 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. 24-194; Hüttenexkursion von 1844, S. 63-111, bes. S. 72-74.
- (17) Wehrle, A.: Lehrbuch der Probier- und Hüttenkunde als Leitfaden für akademische Vorlesungen. 2 Bde. Wien 1844, hier 1. Bd., S. 225 f, S. 345 f und Kupfertafel 2, Fig. 39 und 40.
- (18) Kerl, Handbuch ... Anm. 4, S. 167-169 und Tafel III, Fig. 45.
- (19) Fuchs, G.: Der „Öblarner Kupferweg“. Montanarchäologische Untersuchungen in der Walchen. In: Da schau her 21 (2000), Heft 4, S. 9-14.
- (20) Dembski, G.: Öblarner Kupferweg. Montanhistorischer Schaufad Walchen. Öblarn 2000.
- (21) Mitteilung von Herrn G. Dembski.
- (22) Schachtröstofen (? Kleiner Röststadel) beim Bergbau Politzberg (Kreuzeckgruppe/Kärnten) und Röststadel (?) bei St. Peter am Kammersberg (Steiermark).



Hüttenprozesse in der Walchen*

Peter Paschen, Leoben, und Jörg Wallner, Brixlegg

1. Einleitung

Von Öblarn im Ennstal nach Südosten zieht sich das Walchen-Tal in die Rottenmanner Tauern. Die Schmelzhütte liegt etwa 5 km von Öblarn entfernt auf einer Meereshöhe von knapp 1000 m. Der Bergbau in der Walchen geht wahrscheinlich bis 1469 zurück, es wurden in der 1565 neu errichteten Schmelzhütte auch Schladminger Bleierze mit verarbeitet. Die Erzlager hatten im Wesentlichen folgende Mineralien: Tonminerale, Glimmer, Tonschiefer, Glimmerschiefer, Schwefelkies, also wasserhaltige Aluminiumsilikate mit Aluminium, Eisen und Magnesium als Metallkomponenten sowie Eisen- und Kupfersulfide mit Nickel, Kobalt, Arsen, silberhaltiges Fahlerz, Antimonit, Bleiglanz, letztlich als Durchmischung mit kupfer-, silber- und goldhaltigen Mineralen. Auch Chlorite werden erwähnt. Wertmetalle waren Kupfer und Silber; die Maximalgehalte waren ursprünglich 4 % Cu und 250 g/t Ag. Diese Gehalte gingen im späteren Verlauf auf 2,5 % und sogar ~ 1 % und auf 80 bis 100 g/t Ag zurück.

Die damaligen Preise für Kupfer und Silber sind auf die heutige Zeit nicht sinnvoll umrechenbar, wohl aber das Verhältnis. 1858 war dieses Verhältnis 1:160, im Jahr 2004 nur noch 1:68.

Im heutigen Vortrag wird über die Verhüttung dieser Erze in der Zeit von 1666 bis 1802 berichtet, also über 136 Jahre eines durchgehenden Betriebes. 1666 war das Jahr der Übernahme der Anlagen durch Johann (Hans) Adam Stampfer. Nach einem Konkurs arbeitete die Schmelzhütte noch einmal von 1821 bis 1858 unter Ritter von Friedau, aber selbst nach damaligen Verhältnissen schon nicht mehr wirtschaftlich, jedoch erst 100 Jahre später, 1958, erfolgt die endgültige Auflassung.

2. Der Verhüttungsvorgang

2.1 Übersicht

In dem bearbeiteten Schrifttum sind keine Angaben über Aufbereitungs- und damit Anreicherungsverfahren enthalten. Bei 4 % Cu enthaltender Erzmischung mussten also pro Tonne Fertigungskupfer 25 t Material durch die Verhüttung geschleust werden, bei 1 % Cu sogar 100 t. Hinzu kamen die Torf- und Holzkohlemengen zum Heizen, Schmelzen und Reduzieren sowie Schlackenzusätze wie Quarz oder Kalkspat. Der Schwefel der Erze wurde zu Schwefeldioxid verbrannt, aber teilweise auch als Schwefel oder Kupfervitriol gewonnen und verkauft.

Der eigentlichen Schmelzhütte ging also das Rösten (oder „Brennen“) der Erze voraus, wobei neben dem Schwefel auch flüchtige Metalle und Verbindungen entfernt wurden (Wasser, Kohlensäure, Bitumen, Arsen). Da der nächste Schritt in der Kupferverhüttung die Erzeugung eines „Steins“ ist (also Kupfer-Eisen-Sulfid), darf die Schwefelentfernung beim Röstvorgang nur teilweise erfolgen. Nach unseren heutigen Maßstäben muss das Schwefel:Kupfer-Verhältnis von etwa 1,6 auf 1,0 erniedrigt werden. Das wird damals nicht grundsätzlich anders gewesen sein.

Es schließt sich die sog. Rohschmelzung an, das vorgeröstete Erze wird mit schlackebildenden Zuschlägen erstmals geschmolzen, Produkte sind Rohstein und Rohschlacke. Es wird berichtet, dass bei diesem Rohschmelzen eine Metallanreicherung um den Faktor 10 auftrat, was sich aus der Berechnung der Kupferbilanz nicht bestätigen lässt. Wahrscheinlich führten die verschiedenen Erzsorten zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen.

In der heutigen Kupfermetallurgie wird das Silber bis zur allerletzten Prozessstufe beim Kupfer belassen, der Raffinationselektrolyse, wo es elektrometallurgisch in den Anodenschlamm überführt wird. Diese Raffinationselektrolyse war damals noch nicht erfunden, so dass die Silbergewinnung aus dem Kupfer durch einen völlig anderen Prozess stattfand, durch das „Verbleien“ oder „Verfrischen“ des Steins. Der Stein wird schmelzflüssig mit unreinem Kupfer und mit Blei versetzt; das Kupfer soll dem enthaltenen Silber den Schwefel entziehen, und das metallische Blei („Reichblei“) soll dann das Silber aufnehmen. Aus dem Blei lässt sich das Silber zurückgewinnen durch die sog. „Treiarbeit“. Ich komme später bei den Einzelheiten darauf zurück. Das kupferhaltige Produkt wird „Abdörrstein“ genannt und in mehreren Schritten geröstet und geschmolzen, um einen hochprozentigen Kupferstein zu erzeugen. Eisen wird weiter verschlackt.

Erst dann erfolgt die fast völlige Verbrennung des Schwefels und Überführung in Schwefeldioxyd in einem bis zu 12-maligen Röstprozess. Dieser geröstete Kupferstein wird dann in Krummöfen eingeschmolzen, wobei Schwarzkupfer (90 – 95 % Cu) entsteht.

Diese Schwarzkupferarbeit verläuft heute als Röstreaktion, Konvertierung genannt, wobei nach der Eisenverschlackung im Peirce-Smith-Konverter Kupfer oxydiert wird und mit dem Ursprungs-Kupfersulfid zu metallischem Kupfer und Schwefeldioxyd reagiert. Nebenpro-

* Vorgetragen von J. Wallner bei der „Fachtagung zur Montangeschichte der Öbblarn Walchen“ in Öbblarn (Steiermark) am 10. Juli 2004; Veranstalter: Bergbauverein Öbblarn und Montanhistorischer Verein Österreich.

dukt ist die sog. Schwarzkupferschlacke. In der Prozesstechnik des 18. Jahrhundert musste bei sehr unreinen bzw. niedrigprozentigen Erzen dieser Prozess mehrstufig durchgeführt werden, so dass eine schrittweise Aufkonzentrierung stattfand. Als Zwischenprodukt trat dabei der sog. "Spurstein" auf, der im Prozess rezykliert wurde.

Die schmelzmetallurgische Kupferraffination, das „Garmachen“ oder „Rosettieren“ ist der letzte Schritt. Die unedleren Verunreinigungen im Kupfer werden durch selektive Oxydation entfernt und verschlackt. Im Folgenden wird versucht, ein Fließbild des Walchener Verhüttungsprozesses aus den genannten Jahren zu rekonstruieren (Abb. 1).

2.2 Röstung im Öblerner Schwefelofen/Kupfervitriol-erzeugung

Die Roherzmischung enthielt 1 bis 4 % Cu, 80 bis 250 g/t Ag, 7 bis 10 % S sowie Fe, Ni, Co, As, Au, Cl, MgO, Al₂O₃, SiO₂, CaCO₃, H₂O. Sie wurde mit Holzkohle vermischt und in die Öblerner Schwefelöfen eingesetzt.

Dies war also keine der zur damaligen Zeit üblichen Haufen- oder Stadelröstung, sondern es wurde ein Flammofen benutzt (Abb. 2). Ein solcher Flammofen war recht groß, er hatte ein Fassungsvermögen von etwa 500 t Chargengewicht. Der Nachteil war die zumindest im Innern der Charge zunächst herrschende reduzierende Atmosphäre sowie der schlechte Luftzutritt zu den unteren Lagen der Beschickung. Deshalb dauerte eine Röstkampagne 15 bis 20 Wochen. Nimmt man einmal eine Grundfläche von 10 x 16 m an, so muss die Beschickungshöhe 1 m (!) betragen haben. Wenn etwa die Hälfte des Ausgangsschwefelgehaltes entfernt wurde (4 % von 500 t = 20 t), so betrug die Abröstrate etwa 1 t Schwefel pro Woche oder knapp 1 kg pro Quadratmeter Ofenfläche und Tag. Gar nicht mehr ganz so moderne Etageröstofen schaffen 100 bis 300 kg/m². Tag, Wirbelschichtöfen dagegen 2 bis 6 t/m² u.Tag, also im Mittel das Viertausendfache!

Es entstand sicher Schwefeldioxyd, das in die Umgebung entwich, und es wurden flüchtige Arsen- und Chlorverbindungen entfernt. Vermutlich der Hauptteil des Schwefels wurde aber in die Kupfervitriolanlage geführt.

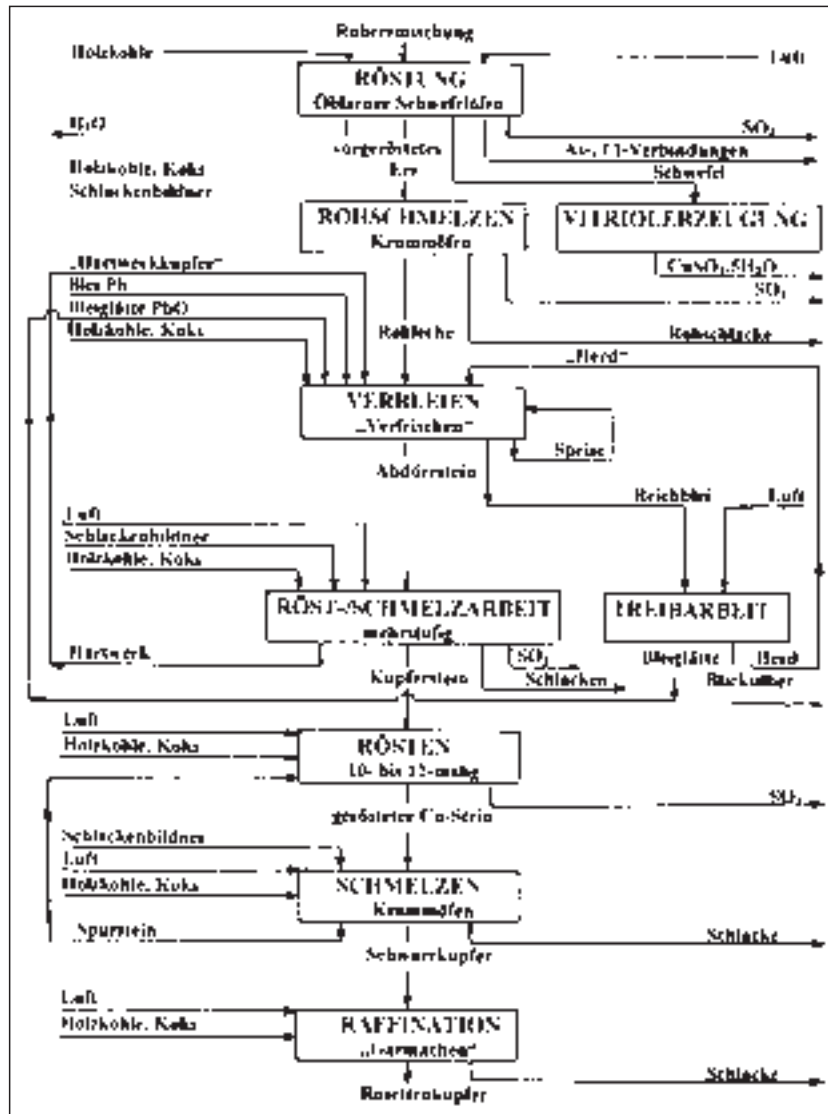


Abb. 1: Fließbild des Walchener Verhüttungsprozesses.

Das Kupferpentahydrat CuSO₄·5H₂O entsteht aus Kupfer und verdünnter heißer Schwefelsäure unter Luftzutritt. Es diente vor allem der Schädlingsbekämpfung in der Landwirtschaft und im Weinbau. Durch die exotherme Wärme des Röstvorgangs schmilzt ein Teil des in der Beschickung offenbar elementar enthaltenen Schwefels auf, fließt durch Kanäle in der Ofenmauer in 12 Schwefelkammern unter dem Ofen ab, wird in einem Kessel umgeschmolzen, gereinigt und verkauft. Das Kupfervitriol ist ein Nebenprodukt. Pro Ofencharge wurden 2,5 t Schwefel erzeugt, das ist nur ein kleiner Teil der oben angenommenen 20 t Schwefelentfernung in der mehrmonatigen Kampagne. Es ist naheliegend, dass der bei weitem größte Teil als Schwefeldioxyd in die Luft ging. Andere Literaturangaben sprechen von 3,5 t Schwefelgewinnung, allerdings bei einer Röstdauer von bis zu 30 Wochen, also 7 1/2 Monaten. Einen etwas höheren Wert stellt die Angabe von 10 t Schwefel pro Jahr dar, ist aber bei den stark wechselnden Schwefelgehalten im Ausgangsmaterial nicht undenkbar. Wenn 20 t Kupfervitriol pro Jahr hinzukommen, bedeutet dies noch einmal einen Schwefelinhalt von 2,5 t. Der eigentliche Prozess zur Vitriolherstellung wird nicht beschrieben. Es dürfte sich um eine sulfatisierende Röstung gehandelt haben, nach $\text{CuO} + \text{SO}_3 = \text{CuSO}_4$ oder $\text{Cu} + \text{S} + 2 \text{O}_2 = \text{CuSO}_4$.

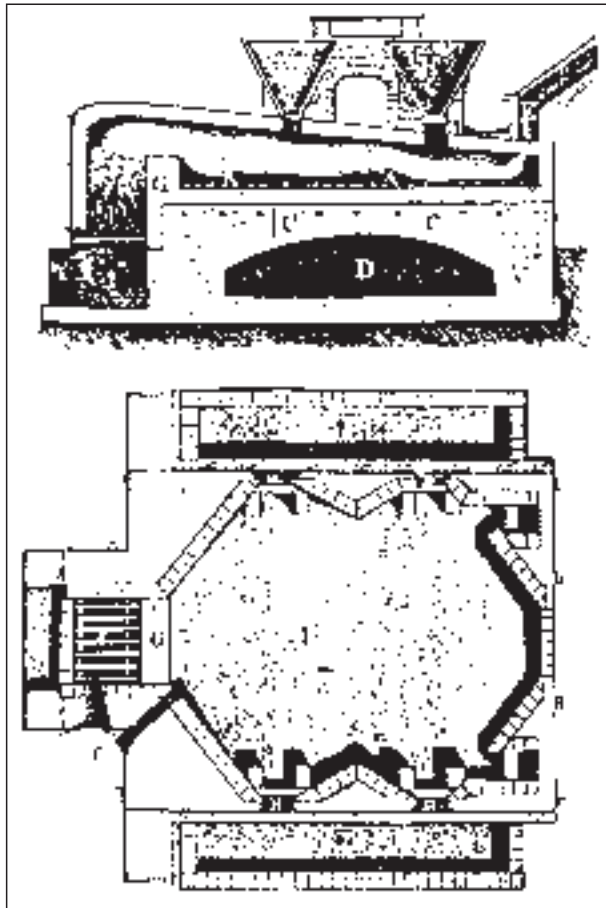


Abb. 2: Flammofen zur Röstung der Roherzmischung.

2.3 Rohschmelzen im Krummofen

Im Krummofen (Abb. 3) wird das vorgeröstete Erz zum ersten Mal einem Schmelzprozess unterworfen. Das Ziel war, die Gangartminerale weitgehend in einer Rohschlacke abzutrennen. Es muss äußerst schwierig gewesen sein, die z. T. hoch schmelzenden Bestandteile (Aluminium-, Magnesiumverbindungen) zu überführen. Zwar wurden Schlackenbildner zugesetzt und sicherlich wurde die Bildung von Eisensilikaten angestrebt; aber es darf angenommen werden, dass wegen der hohen Schlackenviskosität deren Wertmetallgehalt sehr hoch

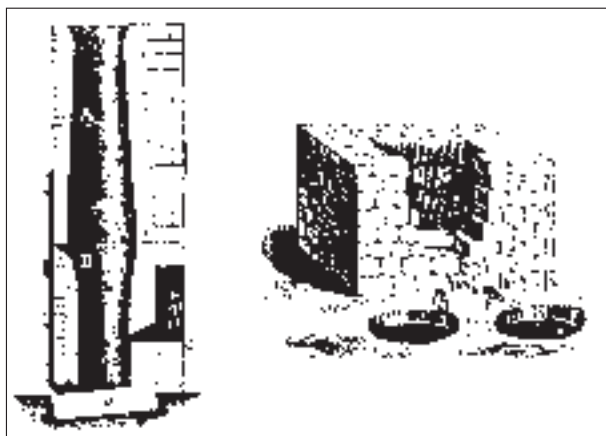


Abb. 3: Krummofen zum Rohschmelzen des vorgerösteten Erzes. D = Abstichöffnungen.

war. Krummöfen sind niedrige Gebläse-Schachttöfen, die diskontinuierlich arbeiteten, weil die halb oder gar nicht geschmolzenen Schlacken nach dem Ausfließen des Rohsteins ausgebrochen werden mussten. Ab Ende des 18. Jahrhunderts wurde Koks eingesetzt, wodurch die notwendigen höheren Temperaturen erreicht und damit Flüssigabstiche möglich wurden.

Die Produkte dieses Verfahrensschrittes sind die „Rohleche“, ein mit Metallen angereichertes Zwischenprodukt, und etwa 90 % Schlacke. Restschwefel verbrennt, Eisen geht in die Schlacke, Kupferoxyd wird teilweise reduziert, der Großteil bildet jedoch Kupferstein. In 8 Stunden wurden 2,8 t durchgesetzt und etwa 280 kg Rohleche (Stein, Sulfid) erzeugt. Der Kupfergehalt betrug 11,6 %, der Silbergehalt 857 g/t. Pro Charge wurden 6 Kubikmeter Kohle benötigt.

2.4 Verbleien zur Silberausschleusung

Damit bei den folgenden Arbeitsschritten das Silber nicht ins Kupfer ging, wurde die Rohleche verbleit, das heißt mit flüssigem Blei und mit Bleioxyd versetzt, wodurch ein silberhältiges „Reichblei“ entsteht. Das Aggregat für diesen Verbleiungsprozess wird nicht beschrieben. Dafür ist die Massenbilanz sehr gut bekannt:

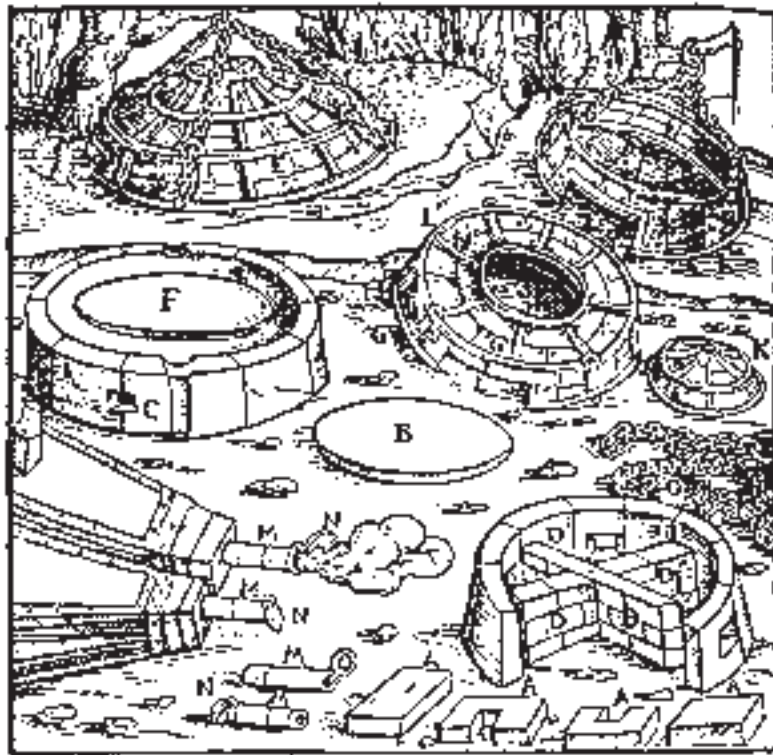
EIN:	16,8 t Rohleche (6 Portionen zu 2,8 t)
	1,1 t Frischblei
	3,6 t Bleiglätte PbO
	0,84 t „Herd“ (Ag-hältiges Zwischenprodukt der Treibarbeit)
	2,7 t „Hartwerkkupfer“ (Ag-hältig)
	32,0 t Kohle
AUS:	19,8 t „Abdörrstein“
	4,0 t Reichblei
	? Speise

Das Hartwerkkupfer ist unreines Kupfer und soll den Schwefel an sich binden, damit dieser nicht mit Blei reagiert. Der Verbleiungsvorgang wurde einmal wiederholt, um die Kontaktzeit und damit den Übergang von Silber ins Blei zu erhöhen. So kam es in Summe zu 85 Stunden Betriebszeit mit einem Kohleverbrauch von 64 t.

2.5 Treibarbeit

Das Reichblei wird flüssig in den Treibherd gegeben und mit Luft vollständig aufoxydiert, so dass am Ende des Prozesses nur das Silber („Blicksilber“; 96 % Ag) zurückbleibt, das Bleioxyd wird rezykliert. Mit „Herd“ wird eine schwer schmelzbare Legierung aus etwa 3 Teilen Kupfer und 1 Teil Blei beschrieben. Auch sie wandert in den Verbleiungsprozess zurück. Die benutzten Treibherde werden gut beschrieben. Aus Georg Agricolas „De re metallica“ stammt Abb. 4.

Einer Arbeit von G. Fuchs über den Öblerner Kupferweg sind die Fotos von den montanarchäologischen Untersuchungen an dem Original-Öblerner Silbertreibherd (Abb. 5) entnommen.



Die Quaderkammer („Herde“) A Die Reibschlange („Reibherd“) B
 Die Luftpumpe C Die Zerkleinerung („Kreuz“) D Der Treibherd E
 Die Hand F Die Kugel G Die Stühle Vorwerkung H Die Luftzugen des Treibherdes I
 Die Haube („Stange“) K Die Ringe zum Aufhängen L Die Feuerz. M.
 Die Formstücke („Schlagstein“) N Die Ketten O.

Abb. 4: Treibofen mit Beschreibung

Es folgt noch einmal ein Bild aus „De re metallica“: Ein Silbertreibherd in vollem Betrieb (Abb.6).

Der Treibherd in Walchen hatte 3,6 m Durchmesser. Die folgenden Ausbringenszahlen nach einer Treibzeit von 15 bis 36 Stunden werden genannt: Aus 4 t Reichblei erhielt man 11,5 kg Silber. Unterstellt man einen Silberverlust von 1 %, so muss das Reichblei 290 g/t Ag gehabt haben. Die Silbergehalte in den Erzen waren außerordentlich schwankend. Als Nebenprodukte entstanden 3,7 t Glätte und 840 kg „Herd“. Das sind genau die Tonnagen, die in die Verbleiungsarbeit zurück gehen. Der Öblarner Treibherd wird von anderen Autoren mit einem Bleifassungsvermögen von 3.360 kg angegeben. Das kalt eingesetzte Reichblei ist erst nach 14 Stunden flüssig, dann beginnt das Lufteinblasen, die Temperatur steigt. Von der flüssigen Badoberfläche wird ständig die Krätze abgezogen, damit die Luft ungehindert Zutritt zur Bleioberfläche hat. Das entstehende Bleioxyd PbO oxydiert die Verunreinigungen, vor allem Zink und Eisen. Bei dem berühmten Silberblick ist alles Blei oxydiert, es wird Wasser auf das flüssige Silber gegossen, wodurch es sofort erstarrt. Das Silber (97 %) enthielt etwa 1

bis 2 % Gold. Der Treibprozess in Walchen dauerte rund 42 Stunden.

2.6 Mehrstufige Röst-/Schmelzarbeit

Der Abdörrstein, der – was seinen Kupfergehalt angeht – sich nicht sehr von der Rohleche unterscheidet, also neben Kupfer und Schwefel noch viel Schlackenbestandteile enthält, wird dann, um diese zu entfernen, mehrstufig geröstet und oxydierend verschmolzen. Dabei wird Schwefel verbrannt, und es werden Schlacken gebildet. Es wird darauf geachtet, Eisen nur bis zum FeO zu oxydieren. Es wird Sand zugeschlagen, Kohle dient der Erhitzung. Ein Vorgang dauert 7 bis 8 Stunden. Es gibt vier Produkte: SO₂-hältiges Abgas, Schlacken sowie Kupferrohstein und



a) Silbertreibherd: kreuzförmige Lüftungskanäle im Unterbau.



b) Silbertreibherd, Detail – schmale Kanäle aus Ziegeln gemauert.



c) Silbertreibherd, Rinne zum Abfließen der Bleiglätte.

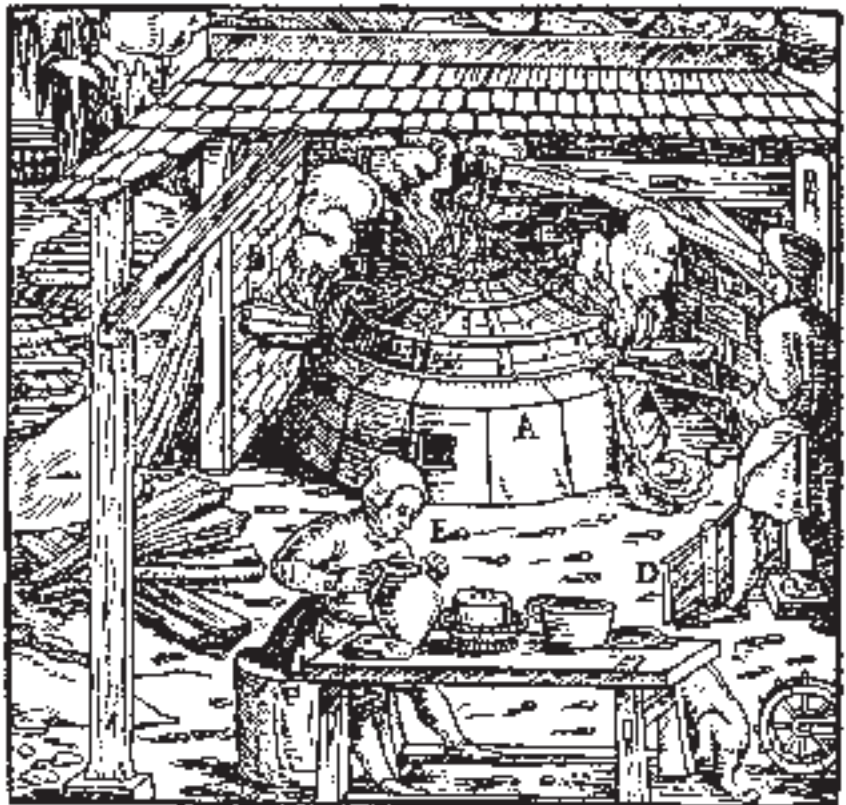
Abb. 5 a - c: Öblarner Silbertreibherd

Hartwerkkupfer im Verhältnis 54 zu 46. Der Kupfererzstein (knapp 10 % vom Einsatzgewicht des Erzes) ist silberarm (17 g/t), die Hartwerke silberreich (2700 g/t); sie gehen deshalb in den Prozess der Verbleiungsstufe zurück. Der Schmelzvorgang erfolgt wieder in Krummöfen.

Der entstehende Kupferstein ist wohl am ehesten mit dem Kupferstein in der modernen Kupferprozesstechnik zu vergleichen, der aus dem Outokumpuofen abgestochen wird. Es wird ein Cu-Gehalt von etwa 25 % angenommen.

2.7 Röstprozess des Kupfersteins

Während in der modernen Kupfermetallurgie die nächsten beiden Arbeitsschritte, nämlich die Eisenverschlackung und die Schwefelentfernung, in einem Gefäß, dem Peirce-Smith-Konverter, allerdings in zwei deutlich voneinander abgesetzten Schritten, durchgeführt werden, mussten damals in der Walchen diese beiden Schritte in getrennten Öfen nacheinander erfolgen.



*Der Ofen A. Die Heißschote B. Die Silberplatt C. Das Blech D.
Ein langriger Meißel als Hammer, damit der Ofen, welches der Herr auszumet, ihm nicht schadet,
denn sie ist ein Spezialmittel dagegen E.*

Abb. 6: Treibherd im Betrieb



Der Stein A. Die Stranzschindel B. Die Ofen C.

Abb. 7: Röststadel nach Agricola

Der Röstprozess fand unter Einsatz von Kohle statt, wobei allerdings der Schwefel absichtlich nicht vollständig verbrannt wurde, also nicht „totgeröstet“ wurde, da sonst zu viel Eisen ins Schwarzkupfer gehen würde. Das FeO zur Schlackenbildung mit Kieselsäure musste erhalten bleiben für den nachfolgenden Einschmelzschritt. Der Rohstein aus der vorhergehenden Arbeitsstufe wurde zerkleinert und bis zu 12 mal in Haufen oder Stadeln geröstet. Neben dem entweichenden Schwefeldioxid bildeten sich vermutlich auch Sulfate. Auf dem Bild von Agricola (Abb. 7) wurden noch Strauchbündel als Brennstoff verwendet, in der Walchen war es dann Holzkohle.

2.8 Schmelzen des Kupfersteins

Der vorletzte Schritt in dem langen Prozessstammbaum ist das Schmelzen des gerösteten Kupfersteins, wiederum in Krummöfen. Die Schlackenbildnerzusätze dienen der Eisenverschlackung, ein Rest von an

Kupfer gebundenen Schwefels wird mit dem Spurstein ausgeschleust, der in den Röstprozess zurückgeführt wird. Inwieweit die günstige sogenannte Röstreaktion $\text{Cu}_2\text{S} + 2 \text{Cu}_2\text{O} = 6 \text{Cu} + \text{SO}_2$ im Schmelzofen ablief, ist nicht bekannt.

Das Produkt ist metallisches Kupfer, sicher mit Sauerstoff- und Schwefelgehalten als Cu_2O und Cu_2S sowie mit unedleren metallischen Verunreinigungen. Als Gehalt wird 80 bis 99 % Cu angegeben: „Schwarzkupfer“.

2.9 Raffination („Garmachen“)

Die letzte Stufe ist die Raffination des Schwarzkupfers. Hier werden durch die auf die flüssige Oberfläche geblasene Gebläseluft die unedleren Verunreinigungen (hauptsächlich Eisen, Blei, Zink, Arsen) oxydiert und in eine Schlacke oder Asche oder Krätze, jedenfalls in ein oxydisches Produkt überführt oder auch verflüchtigt. Die Schlacke ist kupferreich. Dieses sog. Kupfergaren wird in Herden oder Raffinieröfen ausgeführt, es dauerte 35 bis 38 Stunden, geheizt wurde mit Kohle. Das Ende des Prozesses wird nach der Farbe des Kupfers auf einem Schöpfpföfel beurteilt, mit zunehmender Reinheit wird es kirschrot. Der Ausdruck „Garmachen“ kommt von dem Sieden des Kupferbades durch das Entweichen des Schwefeldioxyds, auch heute noch „Bratperiode“ genannt. Das erstarrende Kupfer bildet in dem runden Tiegel eine Rosette, das „Rosettenkupfer“ hat eine Reinheit von 99 %.

3. Massenbilanz

Eine Massenbilanz ist mit auch nur annähernder Genauigkeit wegen vieler fehlender Gehaltsangaben der eingesetzten (Roherz mit Gangart, Holzkohle, Koks, Schlackenbildner) und auch der ausgeschleusten (Schwefel, verschiedene Schlacken, flüchtige Verbindungen wie Arsentrioxyd, Chlorverbindungen, Feuchtigkeitsgehalt) sowie Verkaufsprodukte (Kupfervitriol) nicht zu erstellen. Auf 1 t Kupfer als Endprodukt bezogen sind daher die folgenden Zahlen nur Größenordnungen (interne Recyclingprodukte werden nicht aufgeführt):

EIN:	120 t	Roherz
	80 t	Holzkohle, Koks (sehr unsicher wegen des fehlenden Wärmewirkungsgrades aller Röst-, Schmelz- und Raffinieröfen)
	10 t	Schlackenbildner (Sand, Kalkstein)
	3 t	Frischblei
	180 t	Luft (sehr unsicher wegen der fehlenden Oxydationswirkungsgrade)
AUS:	1 t	Kupfer
	100 t	Schlacke
	150 t	Kohlendioxyd
	20 t	Schwefeldioxyd
	12 t	Wasserdampf
	1,5 t	flüchtige Verbindungen
	0,5 t	Kupfervitriol
	13 kg	Blicksilber

Im Vergleich zur modernen Kupfererzeugung über den Weg Grube – Aufbereitung – Röstung – Reduktion – Raffination ist zu bemerken, dass auch heute etwa 125 t Roherz für 1 t Kupfer eingesetzt werden müssen. Der entscheidende Unterschied zur Kupferverhüttung in der Walchen ist, dass die heutigen Roherze mit 1 % Cu (Weltdurchschnitt) durch Aufbereitungsprozesse auf fast 30 % Cu angereichert werden. Dies führt zwar zu über 120 t Abgängen z. B. aus der Flotation, ist aber deutlich weniger energieintensiv. Ein zweiter entscheidender Fortschritt ist die heutige Röstreaktion im Peirce-Smith-Konverter, wo Eisenverschlackung und Schwefelverbrennung in einem Aggregat erfolgen. Und letztlich wird der Silbergehalt der Kupfererze nicht mehr in Blei überführt und durch Oxydation des gesamten Bleis als Blicksilber gewonnen, sondern in der elektrolytischen Raffination im Anodenschlamm ausgebracht.

4. Kupferbilanz

Naturgemäß gibt es in der „Walchen-Literatur“ zu den Kupfergehalten deutlich mehr und deutlich genauere Angaben, so dass sich eine Kupferbilanz mit einer gewissen Genauigkeit erstellen lässt, siehe **Tabelle 1**.

Aus dieser Aufstellung ist ersichtlich, dass das Kupferausbringen vom Erz bis zum verkaufsfähigen Kupfer nur 33,3 % beträgt (1 t aus 3 t). Hierzu muss allerdings bemerkt werden, dass vermutlich die gewaltige Menge Rohschlacke (90 t) aus dem Rohschmelzprozess mit dem hohen Cu-Gehalt von 50 % in die Schwarzkupferarbeit rezykliert wurde. Eine deutliche Angabe hierzu gibt es nicht. Eine Erhöhung der Gesamtausbeute von 33,3 % auf etwa 50 % erscheint in diesem Fall nicht ausgeschlossen (heutiger Wert 80 %). – Das Silberausbringen vom Erz bis zum Blicksilber betrug 72 %.

5. Zusammenfassung

Das Roherz in der Walchen war deutlich kupferreicher als die heute weltweit abgebauten Kupfererze (2,5 % gegenüber 1 %). Fehlende massen- und energieintensive Prozessschritte (Flotation, Schwebeschmelzen, elektrolytische Raffination) waren der Grund für einen vielstufigen Prozessablauf in der Walchen. Hinzu kamen die hinsichtlich Wärme- bzw. Energieausbeute erheblich schlechteren Ofenaggregate, die ein sinnvolles Ausnutzen exothermer Reaktionen (Kohlenstoff- und Schwefelverbrennung) nicht ermöglichten. Die Aufkonzentration des Kupfers in den einzelnen Prozessschritten (in %) war wie folgt:

2,5 – 2,8 – 11,6 – 15,0 – 25,0 – 45,0 – 90,0 – 99,0

gegenüber heute

1,0 – 29,0 – 31,0 – 96,0 – 99 – 99,99.

Eine Energiebilanz zu erstellen, ist aus den geschilderten Gründen nicht möglich. Allerdings muss gesagt wer-

Tabelle 1: Kupferbilanz

Roherz	120 t . 2,5 %	=	3,000 t	
				- <u>0,130 t Cu</u> im Vitriol
			2,870 t	
vorgeröstetes Erz	100 t . 2,8 %	=	2,870 t Cu	
				- <u>1,710 t Cu</u> zu 1,9 % in 90 t Rohschlacke
Rohleche	10 t . 11,6 %	=	1,160 t Cu	
+ Hartwerk	1,5 t . 20 %	=	0,300 t Cu	
+ Herd	0,4 t . 75 %	=	<u>0,300 t Cu</u>	
			1,760 t Cu	
Abdörrstein	12 t . 15 %	=	1,800 t Cu	
				- 0,300 t Cu zu 20 % in 1,5 t Hartwerk
				- <u>0,090 t Cu</u> zu 2 % in 4,5 t Schlacke
Kupferstein	5,6 t . 25 %	=	1,400 t Cu	
gerösteter Kupferstein	3,1 t . 45 %	=	1,400 t Cu	
				- 0,100 t Cu zu 5 % in 2 t Schlacke
				- <u>0,100 t Cu</u> zu 40 % in 0,250 t Spurstein
Schwarzkupfer	1,333 t . 90 %	=	1,200 t Cu	
				- <u>0,190 t Cu</u> zu 50 % in 0,380 t Schlacke
Rosettenkupfer			1,010 t Cu	
				- <u>0,010 t</u> Verunreinigungen
Reinkupfer			1,000 t Cu	

den, dass die heute pro t Fertigungskupfer benötigten etwa 3100 kWh elektrischen Stroms bei einem Umwandlungswirkungsgrad aus Primärenergie von weltweit nur 36 % eine Primärenergie menge von 31 GJ bedeuten. Die sicherlich miserablen thermischen Wirkungsgrade der Walchener Öfen werden hierdurch ein wenig relativiert. Man kann unseren hüttenmännischen Vorfahren eigentlich nur das größte Kompliment aussprechen, dass sie unter den damaligen technischen und wirtschaftlichen Bedingungen über mehr als hundert Jahre eine florierende Kupfer- und Silbererzeugung ermöglicht haben.

Literatur

- (1) Jahrbuch der steiermärkisch-ständischen montanistischen Lehranstalt zu Vordernberg, III. bis VI. Jahrgang, 1843-1846.
- (2) Steinlechner, L.: Gedenkschrift „Über den Betrieb der uralten Gold- und Silberhaltigen Kupferbergbaues in der Walchen bei Oeblarn im Ennsthale und dessen Schmelzmanipulation“, 1858; Weiß, A.: Eine bemerkenswerte „Gedenkschrift“ vom Bergbau Walchen bei Öblarn/Steiermark. res montanarum 26, 2001, S. 27-37.
- (3) Bischoff, C.: Das Kupfer und seine Legierungen. Verlag von Julius Springer, Berlin, 1865.
- (4) Hackl, G.: Das Hausbüchl der Stampferin. Verlag Leuschner und Lubensky, Graz, 1926.
- (5) Georg Agricola: Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen. VDI-Verlag GmbH, Berlin, 1928.
- (6) Tafel, V.: Lehrbuch der Metallhüttenkunde, S. Hirzel Verlagsbuchhandlung, Leipzig, 3 Bände, 1951/1953/1954.
- (7) Tremel, F.: Hans Adam Stampfer. Zeitschrift des Historischen Vereines für Steiermark, XLIII. Jahrgang, Graz, 1952, S. 75-97.
- (8) Köstler, H. J.: Das Bergwerk in der Walchen bei Öblarn. Zeitschrift des Historischen Vereines für Steiermark, LXXXIV. Jahrgang, Graz, 1993, S. 193-259.
- (9) Fuchs, G.: Der „Öblarner Kupferweg“ – Montanarchäologische Untersuchungen in der Walchen. DA SCHAU HER – Die Kulturzeitschrift aus Österreichs Mitte, 21. Jahrgang, 4, 2000, S. 9-14.
- (10) Fuchs, G.: Montangeschichtliche Denkmale in der Walchen bei Öblarn. res montanarum 26, 2001, S. 18-26.
- (11) Paschen, P.: Die historische Nickelverhüttung im Raum Schladming-Mandling. res montanarum 30/2003, S. 40-46.

Der Öblarner Kupferweg*

Herwig Bachler, Öblarn

Landschaft lesen

„Man erkennt nur, was man kennt“

Hans Bankl, Gerichtsmediziner

Dieser Beitrag will einen Überblick geben, wie die Stationen der folgenden Führung am „Öblarner Kupferweg“ im topografischen und historischen Kontext stehen.

0.1. Öblarn

Die Erdoberfläche zeigt den Ort auf dem flachen Schwemmkegel eines Seitentales – des Walchenbachtals – gelegen. Das Haupttal des Ennsflusses ist auffällig eben, was auf eine Verlandung eines Sees hinweist. Manche Autoren geben an, dass noch zu historischer Zeit drei große Seen und ungangbare Sümpfe dieses inneralpine Becken gefüllt hätten. Heute ist nur noch ein See – der zu- und abflusslose Putterersee nahe Irdning vorhanden. Die übrigen Seen dürften im Geschiebeeintrag und im Torfwuchs verlandet sein. Die Sümpfe sind Ende des 19. Jhdts. in der ersten Ennsregulierung urbar gemacht worden; Die heute landschaftsprägenden Ennswiesen sind dabei geschaffen worden. Die erwähnte frühere Ungangbarkeit des heute flachen Talbodens hat noch heute diese erkennbaren Nachwirkungen:

Westlich von Öblarn, am oberen Ende des vorgeschichtlichen „Sumpfsees“ liegt Pruggern, das wie der Name sagt, eine Brücke oder jedenfalls den Vor-

fahren eine Möglichkeit zur Ennsquerung geboten hat. Der Sumpf reichte bis Admont/Gesäuseeingang bei einer Länge von 60 km und stellte in vor- und frühgeschichtlicher Zeit ein Verkehrs- und Nutzungshindernis dar.

0.2. Das Siedlungsbild zeigt bis heute den Ortskern und die Bergbauernhöfe an den Bergflanken. Die Bergwiesen waren früher schon da, als die Talböden noch unfruchtbare Sümpfe waren. Ob Glück fürs Gedeihen der Gehöfte oder Grundlage für die Gründung, jedenfalls hat „sich“ ein Bergwerk entwickelt, das sowohl Produktionsüberschüsse als auch Dienstleistungen jener Gehöfte nachgefragt hat. Zusätzlich entstand auch am Ausgang der Walchenschlucht eine Gewerbesiedlung, die den Umschlagplatz der Schmelzprodukte und die nötige Zulieferindustrie beherbergte; wohingegen die Erzverarbeitung in unmittelbarer Nähe zur Gewinnungsstätte angesiedelt war.

0.3. Seit 4 Jahren vermarktet der Bergbauverein Öblarn einen 14 Stationen umfassenden Weg als „Öblarner Kupferweg“. Die Führungen gehen grob gesagt vom Ennstal durch die Walchenbachschlucht in den Talkessel der Angern und weiter in den Talkessel des Walchengrundes. Hier liegen die Schmelzen und oben an der Bergflanke die Erzvorkommen und die Stollen, und die Bergkreuzkapelle. Das Tal weitet sich weiter oben dann zu den beiden Hochtälern Englitztal und Ramertal.

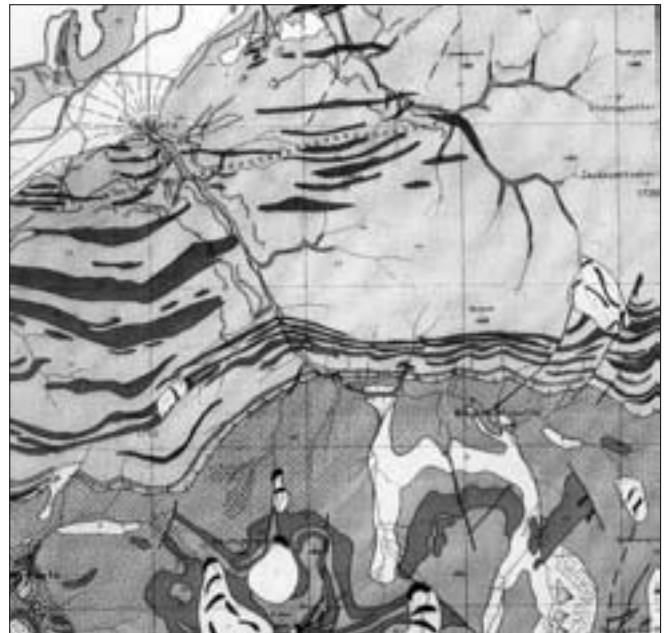


Abb. 1: Öblarn und Walchentale: Die Oberfläche und die Geologie.

* Vorgetragen bei der „Fachtagung zur Montangeschichte der Öblarner Walchen“ in Öblarn (Steiermark) am 10. Juli 2004; Veranstalter: Bergbauverein Öblarn und Montanhistorischer Verein Österreich.



Abb. 2: Öblarn, Franziszeischer Kataster 1824

1.1. Der Ort Öblarn war angelegt als geschlossener, dicht gedrängter Ort entlang des künstlichen Gerinnes, der Kraftader des Ortes: des ehemaligen Fluters. Dieser bewegte die Wasserräder der Gewerbetbürger. Ein dampfendes, lärmendes Dienstleistungs- und Produktionszentrum war hier am östlichen Bachufer. Das „rund Dorf“ mit dem alten Platz. Die Bergbauvergangenheit ist im Ortsbild nur noch für sehr geübte Augen ablesbar: denn rapide schreitet der Substanzverlust fort (Abb. 3).

1.2. (Abb. 4): Erweiterung des Siedlungskerns mit Fluter und Platz.

1.3. (Abb. 5): Herausbildung des neuen Hauptplatzes.

1.4. (Abb. 6): Bachverlegung und Verdichtung des Ortes.

Am Westlichen Ufer der neue Platz mit der Kirche und dem Verweserhaus.

Der dreieckige Hauptplatz, der seit geraumer Zeit auch als Kulisse und Aufführungsort des Öblarner Festspieles dient, entstand aus der Wegekreuzung der alten Straße entlang des Baches und der angelegten Weststraße, die die alte Wegführung am Bergfuß abgelöst hat. Hier liegen Friedhof und Kirche und Verwaltungszentrum:

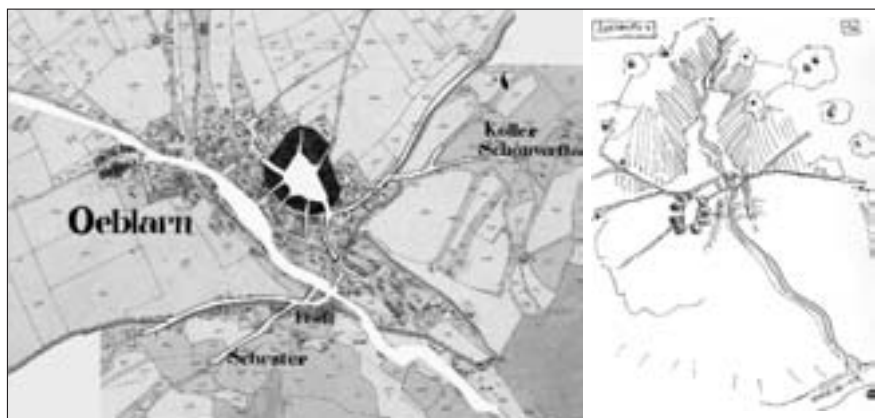


Abb. 3: Zustand 1 (theoretisch): Das Runde Dorf auf einer Schotterterrasse, und die Verkehrswege entlang des Bergfußes. Der Wachenbach mündet bei Gstatt, begleitet von einem Verkehrsweg. Die Wegverbindung zu den Bergwerken führt über den Sonnberg-Asinger-Neubrandner-Walchenhof.

1.5. Im Verweserhaus findet sich ein Römerstein (Abb. 6). Leider ist die Indizienlage zu dünn, zu gerne würden wir einen römerzeitlichen Ursprung unseres Ortes herkonstruieren. So bleibt es ein Einzelfund aus der Vorgeschichte – so muss man konsequenterweise sagen.

Die öffentlich lesbare Geschichtlichkeit des Ortes beginnt mit Grabsteinplatten am Friedhof und in der Kirche, die auf das Bergwerk verweisen.

1.6. Die Literatur kennt diese Daten, wobei verschiedene Quellen andere Zahlen nennen:

1094 Erste urkundliche Erwähnung von Obelaren.

1230 Herzog Leopold VI erhält Pacht in Silber. Erster Hinweis auf Silberproduktion.

1386 Baubeginn von Schloss Gstatt, damals Propstei von Admont.

1423 Baubeginn der Kirche, des Vorläuferbaues der heutigen.

1434 Schmelzhütte in der Wal-

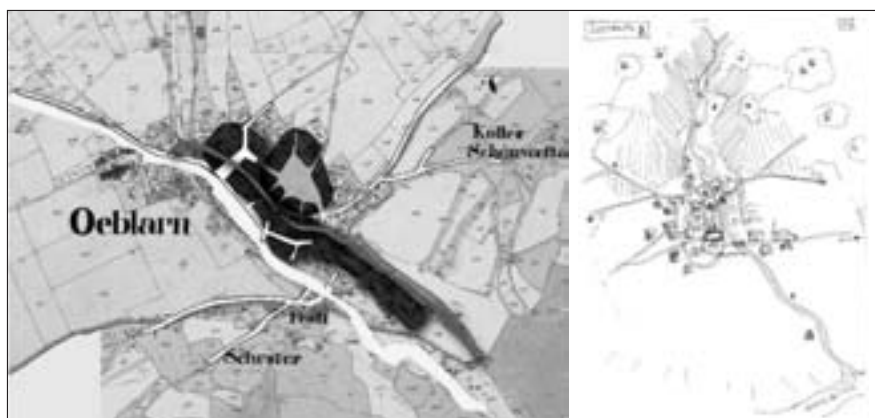


Abb. 4: Zustand 2 (Historisch, Mittelalter): Der Fluter umfließt den alte Ortskern, begleitet von einer Lastenstraße; der neu angelegte, nun „Alte Platz“, die Kirche am westlichen Bachufer. Die Bergwerke sind über den neuen Walchentalweg erschlossen.

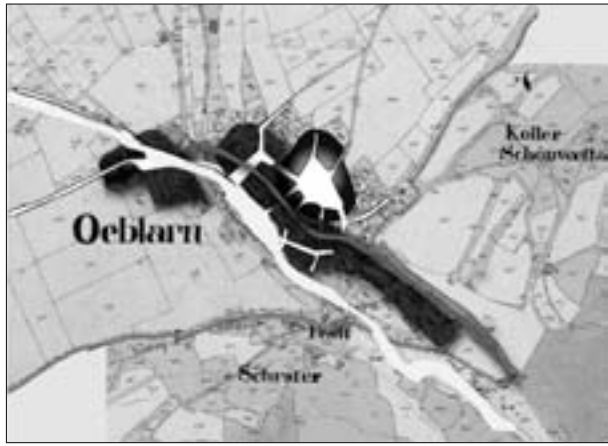


Abb. 5: Zustand 3 (Frühneuzeit) Im Bereich Kirche/Bach entwickelt sich ein Verkehrsknoten.

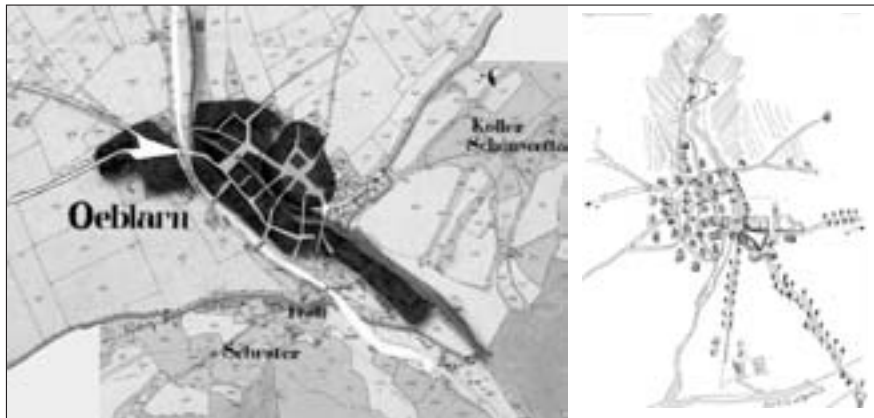


Abb. 6: Zustand 4 (ab ca 1700); Der neue Platz an der Stelle der Bachkrümmung, der Walchenbach im neuen Verlauf, das Ufer im Bereich des alten Platzes parzelliert.

chen wird in einem Urbar erwähnt.

1469 Urkundlicher Beleg der Bergrechtsverleihung durch den Abt von Admont an Jakob Schauer, Paul Rieder, Paul zu Gröbming und Peter zu Thalern.

1552 Die Gewerken Lukas Sitzinger aus Nürnberg und Andreas Prantmayr aus Augsburg übernehmen den Bergbau.



Abb. 7: Römerstein, Grabstein.

- 1556 wird das Verweserhaus errichtet.
- 1666 Johann Adam Stampfer übernimmt den stark abgewirtschafteten Betrieb. In den folgenden 132 Jahren führen er und seine Nachfahren den Bergbau und die Hüttenbetriebe zu höchster Blüte.
- 1798 oder 1802 Verkauf des Werkes – später Konkurs, dazwischen Französische Besatzung.
- 1819 – 1858 Kupfer und Silberabbau sowie Schwefelproduktion (Friedau).
- 1897 – 1922 Schwefelkies-Abbau (Brigl und Bergmeister) für die Papierfabrikation (Sulfitzellstoff) in Niklasdorf.

bis 1958 eine lange Zeit der Bereithaltung einer möglichen Neueröffnung, dann endgültige Schließung.

1998 wird der Bergbauverein Öblarn gegründet, der sich um Erhalt und Darstellung der Bergbauergangenheit bemüht.

1.7. Das Verweserhaus beherbergt heute den Steinkeller, den üblichen Ausgangspunkt der Führungen (Abb. 8). Einst DER Umschlagplatz für Kupfer und andere Bergbauprodukte. Heute mit der Steinsammlung als kleines Bergbaumuseum genutzt.

2. Vom Hauptplatz führt, einem alten Bachverlauf folgend der Weg zur heutigen Ennsbrücke. Hier steht das Schloss Gstatt, wo dereinst der Propst des Grundherrn – Stift Admont – seinen Sitz hatte. Diese alten Wege sind mit dem Eisenbahnbau 1871 zerschnitten worden, aber wegen ihrer topografischen Logik „im Volke“ bis heute bewahrt (Abb. 9).
3. In Öblarn tritt der Walchenbach aus der Schlucht heraus. Über eine Strecke von ca. 3 km bei ca. 300 Höhenmetern Gefälle stellte der Graben ein enormes Verkehrshindernis dar, weshalb der ursprüngliche Weg über den Sonnberg führte (Abb. 10).
4. Die Schlucht des Walchentaales führt vom Siedlungsraum im Ennstal hinein in die Talkessel am Fuß des Hirschecks, wo die Erzvorkommen und die Verarbeitungsstätten zu finden sind (Abb. 11).



Abb. 8: Ortskern östlich und westlich des Walchenbaches.

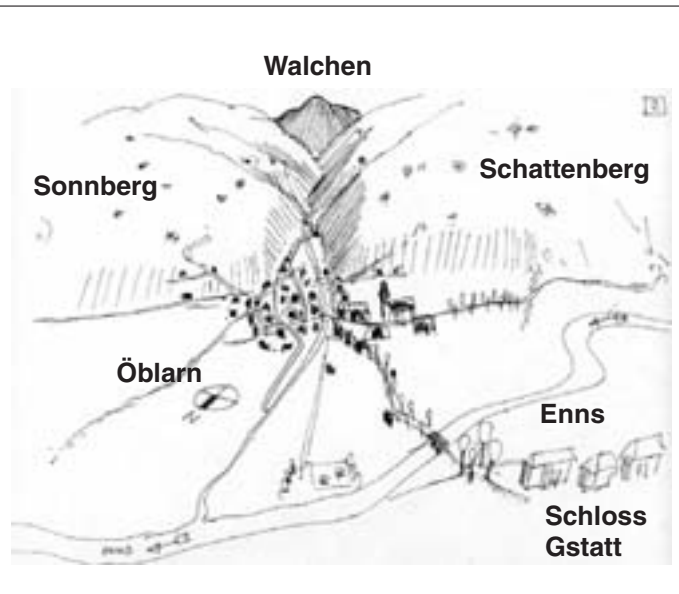


Abb. 9: Die Lage Öblarns im Foto und als Strukturbild: von Schloss Gstatt zum Ortskern und weiter in die Walchenschlucht; Zustand im frühen 19. Jahrhundert.

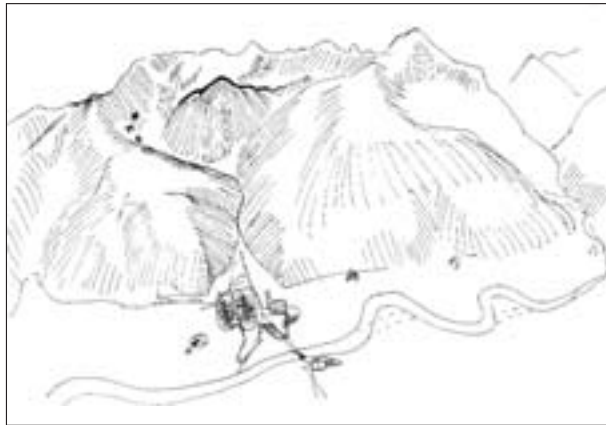


Abb. 10: Öblarn-Walchen-Hirscheck; Walchenschlucht und Lage der Bergwerke.



Abb. 11: Gstatt-Enns-Öblarn-Walchen-Angern-Walchengrund-Hirscheck.

5. Der Weg durch die Schlucht wird den aufmerksamen Teilnehmer in immer tiefere Gesteinsschichten führen: Die Konstellation aus dem Einfallen der Gesteinspakete und dem herauserodierten Tal ergeben ein Vordringen in das Innere der Erde, die hie und da Einblick in ihren Aufbau gibt. So durchdringt die Talsohle der Walchenbachschlucht auch den schräg einfallenden Erzhorizont, wo tatsächlich ein Einbau zu erkennen ist. Über die Anlage dieses Bergwerksteiles sind leider keine historischen Quellen vorhanden. An einem in jüngerer Zeit angelegten Weg ist ein Aufschluss der Erzsichten (Abb. 12). Interessanterweise haben die Vorfahren den Punkt der tiefsten Gesteinsschicht mit einem spirituellen Bauwerk markiert: hier steht die Schrabachkapelle. Der Erzhorizont beißt so auf halber Höhe des Berghanges aus, und zieht sich von Verwerfungen unterteilt mehr oder minder mächtig über die ganze Länge des Hanges im Talkessel Angern-Walchengrund.

6. Die heute erkennbare Talform ist natürlich ganz stark eiszeitlich überformt: von Gletschern ausgefräste

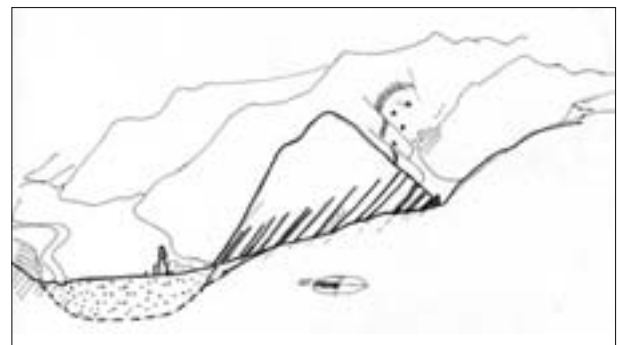


Abb. 12: Die erkennbare Schichtung der Gesteine im Walchental.

Trogtäler, nach Abschmelzen dieser noch durch eingeschnittene Schluchten vertieft und durch Schutt aufgefüllt...(Abb. 13), bei diesem Erosionsprozess ist natürlich – oder leider?? – der wahrscheinlich größere Teil des ehemals vorhandenen Erzvorkommens „den Bach hinunter“ gegangen. Das schottergefüllte Becken des Ennstales stellt den größten geschlossenen Grundwasserkörper der Alpen vor.

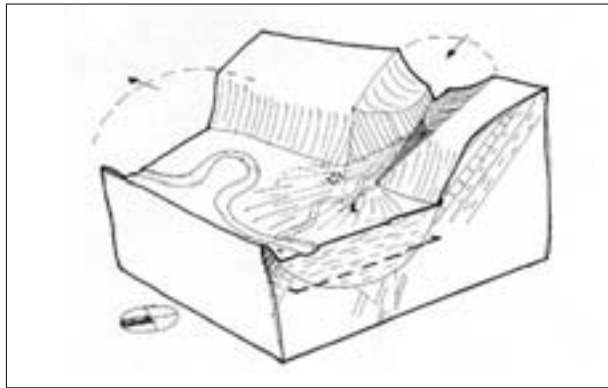


Abb. 13: Talformung durch Gletscher, Nacheiszeitliche Schluchtbildung und Füllung des Tales mit Ablagerungen.

7. Der Schnitt durch den Untergrund zeigt schematisch den Aufbau der Schichten im Walchental (Abb. 14).

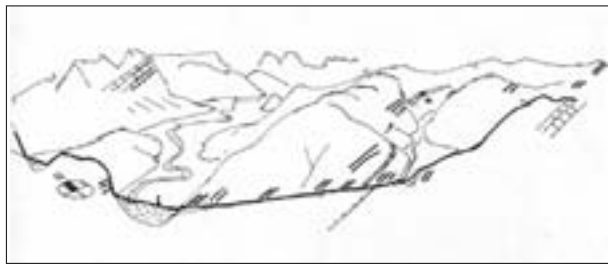


Abb. 14: Grimming – Mitterberg – Ennstal – Walchen – Angern – Hirscheck: Die Gesteinsschichten fallen nach Norden hin ein. Eingezeichnet: Deckengrenzen und Erzführende Schichten.

8. Im großen Zusammenhang zeigt sich das konsequente Nach-Norden-Einfallen der Gesteinsschichten. Im Detail gibt es natürlich Faltungen, Verwerfungen, Sub-Faltungen etc. Doch fallen hier in den Nordalpen prinzipiell alle Schichten nach Norden ein. Vom Alpenhauptkamm beim Sölkpass bis hin zum Grimming und darüber hinaus ist alles schräg geschichtet, nach Norden hin einfallend.

9. Im noch größeren Zusammenhang zeigt sich die Alpenfaltung mit ihrer Aufwölbung (Abb. 15).

10. Auch wenn es Schulbuchwissen ist, unterliege ich der Faszination es hier darzustellen, weil es eben für

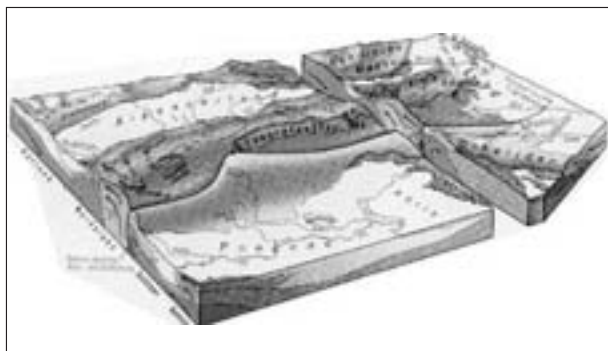
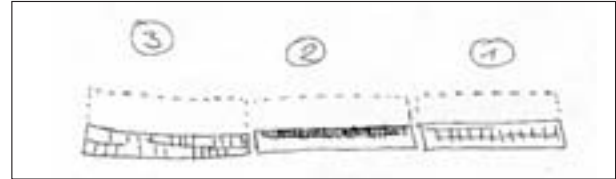


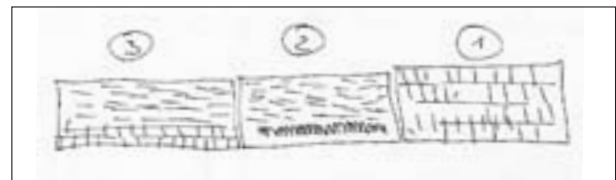
Abb. 15: Die Alpenfaltung: erkennbar ist die zentrale Hebung und die Stellung der Schichten im nördlichen Bereich. Aus: Ed. Hölzel, Unterstufenatlas.

die Lagerstättenbildung in unserem Bergwerk relevant ist: Die Alpen sind ja nicht nur durch bloße Hebung und Erosion entstanden, sondern ebenso durch Überschiebung und Faltung, Metamorphose und Magmatische Vorgänge.

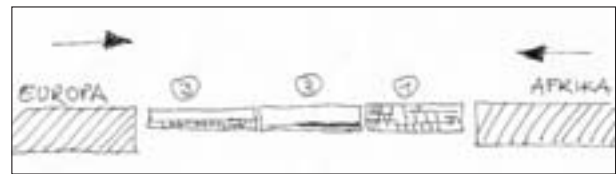
Abb. 16: Die Bildung der Walchen:



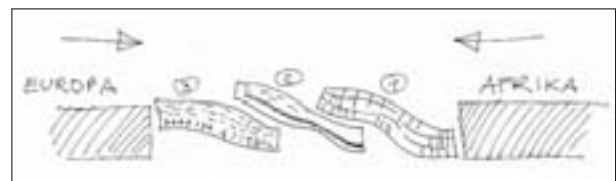
In Gesteinspaket 2 ist Erzminerale abgelagert.



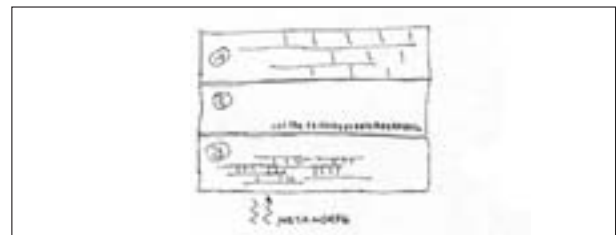
Ablagerungen im Meer über die Jahrtausende hinweg verdecken die Erze.



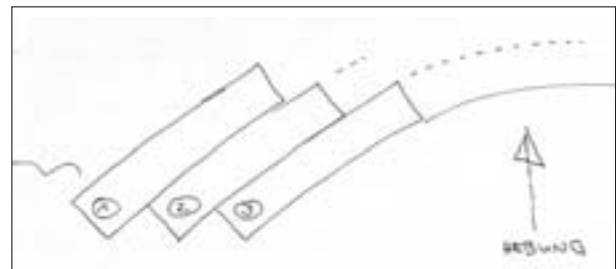
Die Gesteinspakete geraten unter seitlichen Druck.



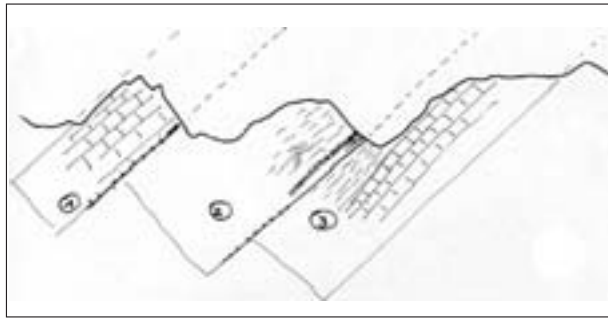
Überschiebung der Gesteinsdecken.



Metamorphe Überprägung.



Alpenhebung und Erosion.



1 Glimming: Kalk – 2 Ennstaler Phyllite: Schiefer mit Erz – 3 Werfener Schichten: hochmetamorphe Schiefer.

Gefaltet wurden Gesteinpakete, die ihrerseits auf komplexe Weise durch Ablagerung im ehemaligen Thetys-Meer entstanden sind: Da sind zum einen die kalkhaltigen Gesteinsschichten, die aus der Kalksammlung von Meereslebewesen entstanden sind. Zum anderen jene silikathaltigen Schichten, die wohl Erosionsprodukte eines früheren Gebirges darstellen. Kohlenstoffreiche Zonen könnten als Klimaarchiv eines überwärmten Zeitalters gedeutet werden. Dazu tritt – wahrscheinlich durch vulkanische Aktivität – eine Dotierung der Gesteinspakete mit

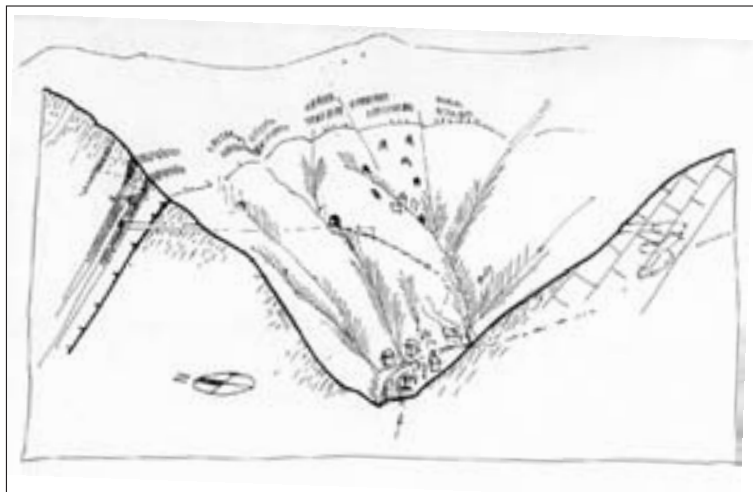


Abb. 17: Walchengrund: Erzschiefer sowie Bergbau und Verarbeitungsstätten.



Abb. 18: Zeitgenössische Darstellung des Bergbaues, Dürmer 1790.

den heute als Erz bezeichneten Stoffen: im wesentlichen Schwefel, Eisen und Blei nebst anderen Mineralen wie Arsen, Kupfer und Silber. Letztere sind ja abgebaut worden. Die Überschiebung fördert die Konzentration der Stoffe zu Erzgängen, die metamorphe Überformung tut ihr übriges, um aus den umgebenden Sedimentschichten Phyllite und Schiefer zu formen. Auf die Überschiebung folgt die Faltung und Hebung, sodass der kräftige Zahn der Zeit in Gestalt der Erosion gewaltige Gesteinsmassen herausreißen kann und die tiefen Schichten freilegt. Dies ist in der Walchen an der Landschaft abzulesen...(Abb. 17).

11. Da die Erosion ihre eigenen Wege geht, um Furchen, Gräben, Schluchten und Täler aus dem Fels zu fräsen, blieb nur ein Rest jener Erzschiefer, die sich durchs Alpengebirg zieht, hier in der Walchen erhalten und so konnten die Vorfahren an der Oberfläche Erz ausbeissen vorfinden. Auf der anderen Talseite die Weiße Wand, wo bis in jüngere Zeit bester weißer Marmor abgebaut worden ist.
12. Um das Erz zu gewinnen, wurde im Laufe der Zeit ein Grubengebäude angelegt, in dem sich der Fortschritt der Produktionsmittel ablesen lässt: Der Ältere Teil der Stollen liegt höher oben am Berg. Da die erzführenden Schichten schräg in den Berg hin einfallen, war es immer wieder nötig, horizontale Stollen und Strecken im nächst unteren Horizont anzulegen. Anders war die Entwässerung nicht möglich. Gesenke anzulegen, erfordert zuverlässige Pumpen, und die standen zur Blütezeit des Kupfer-Bergwerkes noch nicht zur Verfügung. Das Tiefste durchgängige Niveau des Bergwerkes ist das Thaddäus-Niveau, jener Stollen, der im Zuge der Führungen besucht wird. Manche dieser schon fast einen Kilometer langen Suchgänge oder Glücksbauten verzielen sich, weil aufgrund von Verwerfungen an der angebohrten Stelle das Erzlager unterbrochen war. Ein Unglück für den Betreiber, der enorme Investitionen verloren hat und letztlich einer der Gründe für den Niedergang des Bergbaues. Und für uns Heutige das Glück, dass infolge des Niederganges ein Dornröschenschlaf über die Anlage gefallen ist, denn nur so konnten sie erhalten bleiben. Die in Grubenkarten verzeichneten Gesenke dürften aus der Epoche des Schwefelkiesbaues stammen: Schwefel wurde von der Papierindustrie im 19/20. Jahrhundert gebraucht, also zu einer Zeit, da mechanische Pumpen schon zur Verfügung gestanden haben.

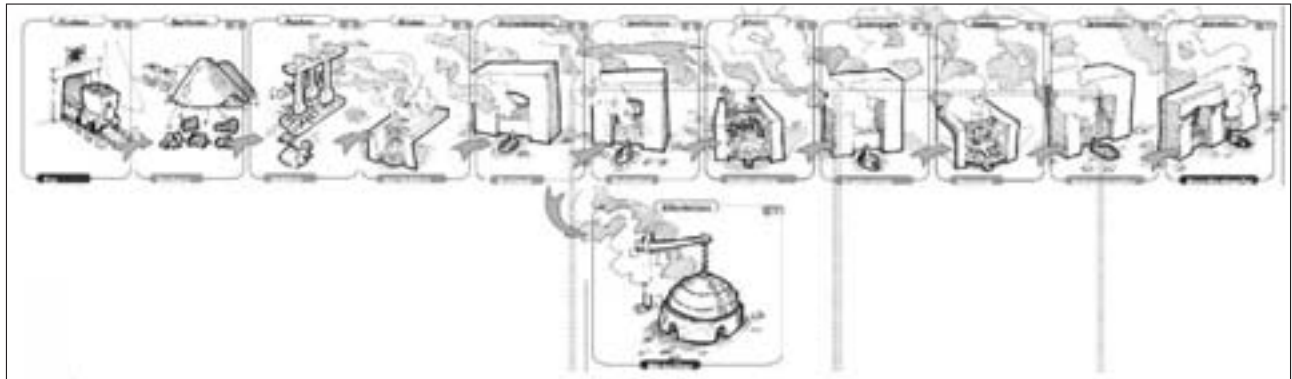


Abb. 19: Der Schmelzprozeß, grob dargestellt.

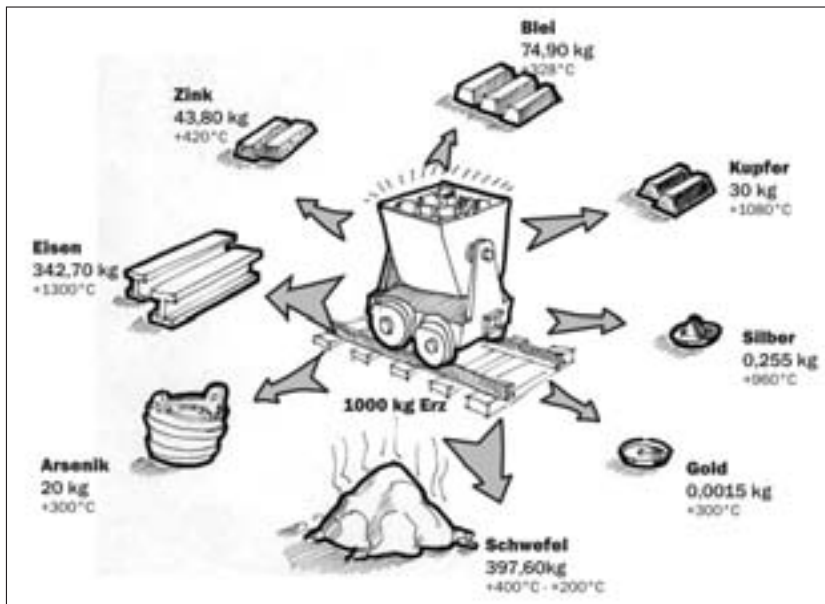


Abb. 20: Das Erz und seine Bestandteile.



Abb. 21: Walchengrund, Übersicht.

13. Die Schmelzanlagen unterhalb der Abbaustätten (Abb. 21):

Die Mundlöcher der Stollen waren in äußerst unwegsamem, steilem Gelände. Zum Glück für die Betreiber hat der Talkessel einen halbwegs ebenen Grund, der geeignet ist, die Erze von den verschiedenen Abbaustätten aufzunehmen, und hier eine „zentrale“ Verarbeitung zu ermöglichen. Heute noch im Gelände sichtbar ist jener Sackzugweg bzw. Rutsche/Riese, der vom Thaddäusstollen herabführt. Für die andern Stollen muss ähnliches angenommen werden. Der erste Schritt der Verarbeitung war die Zerkleinerung, dann die Schwefelröstung und Gewinnung von Schwefel bzw. Vitriol. Ein großer Teil dieser weitläufigen Anlagen ist noch nicht identifiziert, bzw. in Unkenntnis zerstört und von Deponien überdeckt worden. Allerdings ist der große Schwefelofen hier gelegen, und wohl erhalten. Am unteren Spitz dieses Talkessels findet sich die Ruine des Stampferhauses, des Wohnsitzes der Bergwerksbetreiber. Gegenüber, am linken Bachufer, das durch eine Laune der Zufälle „mit Dach“ und also komplett erhaltene Berghaus, das als Verwaltungs- und Wohnhaus errichtet worden ist. Über einige Jahrzehnte unbewohnt gewesen, hat das Haus neues Leben eingehaucht bekommen, indem es der ÖAV revitalisiert hat und zu einem einladenden Beherbergungsbetrieb ausgebaut hat.

14. In unmittelbarem Anschluss daran sind auf einem kleinen Schotterplateau oberhalb des Wildbaches

die weiteren Verarbeitungs- und Veredlungsstätten konzentriert: Öfen, Tonöfen, Kupferöfen, Silbertreibherd (Abb. 22). Auf sie ist in gesonderten Fachvorträgen eingegangen.

15. Im Anhang einige historische Kartendarstellungen des Öblarner Bergwerkes und einige Bilder.



Abb. 22: Verarbeitungsstätten im unteren Walchengrund; Übersicht.



Abb. 23: Dürmer 1790: Bergbau.



Abb. 26: Grubenkarte aus: Redlich, K. A.: Die Walchen bei Öblarn. Wien 1903.

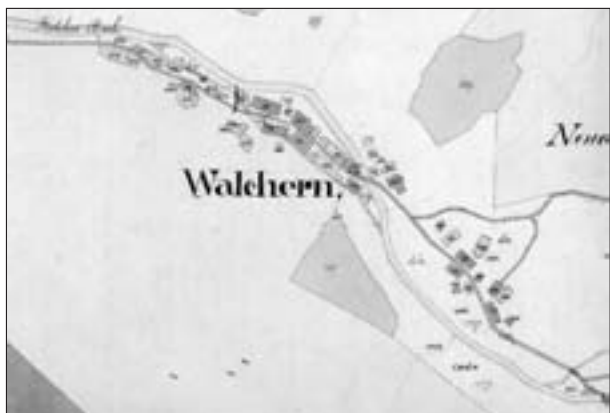


Abb. 24: Walchengrund: Franziszeischer Kataster 1824.

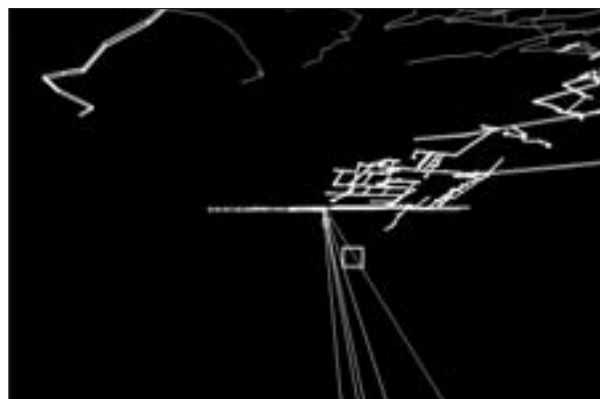


Abb. 27: 3D Computerbild des Grubengebäudes.

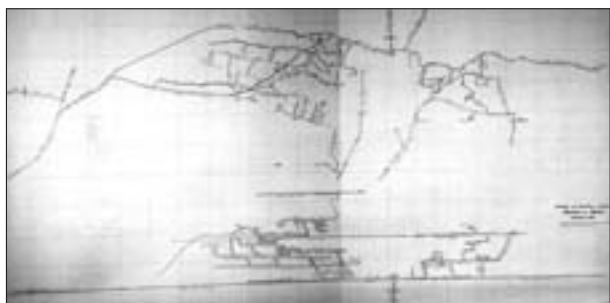


Abb. 25: Grubenkarte 1940.



Abb. 28: 3D Computerbild des Grubengebäudes.

Prähistorische Schlackenplätze auf der Sonnseite im Johnsbachtal (Steiermark) – wo waren die dazugehörigen Bergbaue?

Horst Weinek, Eisenerz

Seit geraumer Zeit wird die Meinung vertreten, dass in der Spätbronzezeit das Kupfererz von der Schattseite, südlicher Teil des Johnsbachtales, auf die Sonnseite, nördlicher Teil des Johnsbachtales, transportiert worden wäre. Der Grund dafür soll eine intensive Abholzung und somit ein daraus resultierender Holzkohlenmangel auf der Schattseite gewesen sein. Diese Annahme basiert auf der Tatsache, dass man bis heute auf der Sonnseite keine Bergbaue oder Hinweise auf solche in der Nähe der Schmelzplätze gefunden hat. Dies nahm der Verfasser zum Anlass, darüber nachzudenken, ob es vielleicht doch möglich gewesen sein könnte, dass Bergbaue auf der Sonnseite umgegangen sind. Nichts liegt daher näher für diese Überlegung, als die geologischen Verhältnisse näher zu durchleuchten.

Seit vielen Jahren betreibt der Verfasser unter zu Hilfe- nahme der Geologie in den Eisenerzer Alpen, im Besonderen in den Tälern von Eisenerz, Radmer und auch Johnsbach, Feldforschung auf prähistorische Montan- bodendenkmälern in Form von Schlackenplätzen und den dazugehörigen Bergbauen. Es ist relativ einfach, Schlackenplätze in potentiellen geologischen Regionen zu finden. Nicht einfach ist es, die dazugehörigen Berg- baue zu orten, da diese meistens u. a. durch Hangrut- schungen überprägt worden sind.

Der Verfasser hat in seiner Dissertation (Kupferver- erzung, urgeschichtlicher Kupfererzbergbau und Pros- pektion von montanhistorischen Bodendenkmälern in der Grauwackenzone der Eisenerzer Alpen, Raum Eisenerz– Radmer–Johnsbach, Steiermark. Leoben 2001) die zu den einzelnen Schlackenplätzen gehörigen Bergbaue, die in unmittelbarer Umgebung des Schlackenwurfes in einem Umkreis von ca. 50 m auf Grund bestimmter Bo- denformationen/-beschaffenheit vermutet werden konn- ten, dokumentiert. Er konnte die Beobachtung machen, dass immer wieder sumpfiges und unruhiges Gelände, Wasserlacken mit unterschiedlichen Durchmessern, Quellaustritte, Röschen, Pingen, Geländekanten etc. auftreten. Diese Erscheinungsbilder können Hinweise auf Bergbauaktivitäten ergeben.

Vergleicht man das Johnsbachtal mit dem Radmertal, so kann man feststellen, dass beide Täler topographisch (Abb. 1 und Abb. 2/Johnsbachtal sowie Abb. 3/Rad- mertal) und geologisch (Abb. 4, 5 und 6) einander ähn- lich sind.



Abb. 1: Johnsbachtal mit Blick zum Admonter Reichenstein und mit linker Talflanke/Schattseite; Foto: Förster i. R. Hubert Walter/Admont.



Abb. 2: Johnsbachtal mit Blick zum Admonter Reichenstein und mit rechter Talflanke/Sonnseite; Foto: Förster i. R. Hubert Walter/Admont.



Abb. 3: Blick ins Hinterradmertal; aufgenommen am Weg zur Bösen Mauer. Rechts ist der Lugauer als Ausläufer der Gesäuseberge mit seinem Unterbau, Foto: Hubert Wörnschintl/Eisenerz.

Die Schattseite des Johnsbachtales (**Abb. 1**) steigt relativ sanft an und bildet auf ihren Höhen Almböden. Die Sonnseite des Johnsbachtales (**Abb. 2**) steigt ebenfalls relativ sanft an und bildet in mittlerer Höhe Almböden, deren Flanken durch ausgeprägten Hangschutt gebildet werden, die in schroffe Felsformationen der Gesäuseberge übergehen. Die Geologie (**Abb. 4**) der Sonnseite unterscheidet sich von jener der Schattseite dadurch, dass die Grauwackenzone, wo die Kupfervererzung vorkommt, scheinbar fehlt oder vielleicht durch den Hangschutt überprägt worden ist. Wohl kommen die Werfener Schichten vor, die gerade für unseren Vergleich mit Radmer sehr wichtig sind. Auf diesen Werfener Schichten liegen die mesozoischen Kalke der Gesäuseberge auf, die dem jüngeren Mesozoikum zuzuordnen sind. Diese Situation ist mit der Lugauergruppe (mit Berg Lugauer) und mit der Kaiserschildgruppe (mit Böser Mauer) vergleichbar.

Nun wurden sowohl auf der Schattseite als auch auf der Sonnseite prähistorische Montandenkmäler in Form von Schlackenplätzen gefunden. Auf der Schattseite konnten bis heute neben den urgeschichtlichen Schmelzstätten – dazugehörige Bergbaue wurden hier bis dato nicht gefunden – auch jüngere Bergbauaktivitäten festgestellt

werden. Beides (prähistorische und jüngere Bergbaue) hat man auf der Sonnseite bis heute nicht entdeckt. So wird daher vermutet, dass man das Kupfererz von der Schattseite auf die Sonnseite getragen haben muss. Die Begründung dafür wurde, wie bereits festgehalten, mit Holzangel (Holzkohlenangel) in Zusammenhang gebracht, der auf eine intensive Schmelztätigkeit und somit Abholzung der dortigen Wälder zurückgeführt wird.

Betrachtet man nun die Lokalisierung der Schmelzplätze auf der Sonnseite, so ist festzustellen, dass diese auf den Almböden am Übergang zum Hangschutt, der aus mesozoischen Kalken besteht, liegen.

Der Verfasser stellt nun die Frage: „Kann es sein, dass das Kupfererz von der Schattseite hinunter ins Tal und hinauf bis beinahe zur heutigen Baumgrenze der Sonnseite getragen worden ist, um dort das Erz zu schmelzen?“ Dies hätte auch zur Folge, dass die Holzkohle ebenfalls bis zur Baumgrenze getragen werden musste. Es wäre doch logischer gewesen, wenn man die Schmelzstätten im Tal in der Nähe des Baches situiert hätte. Dort ist genügend Wasser vorhanden, das man aus mehreren Gründen benötigte, und die Holzkohle hätte man von oben hinunter transportiert.



Abb.4: Geologische Karte Johnsbach, digitalisiert von Joanneum Research.

Anmerkung zu Abbildung 4: Gelbbraune Farbe (Nr. 442): Werfener Schichten (Quarzite, Schiefer und Kalk); Hellviolett (Nr. 417): Dachsteinkalk.

Wo sollen nun die Bergbaue auf der Sonnseite gewesen sein und warum hat man die Schmelzplätze in solcher Höhe angesiedelt? Die lapidare Antwort lautet: Die Schmelzplätze wurden in der Nähe der Bergbaue angelegt, die unter den Werfener Schichten bzw. unter dem Hangschutt zu finden sein müssten.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die in den Eisenerzer Alpen vorgefundenen Schlackenplätze relativ wenig Schlacke aufweisen (ca. 3 – 5 t) und auch keine Bergehalden in der Nähe der vermuteten Bergbaue vorhanden sind, was das Auffinden der Bergbaue zusätzlich erschwert. Diese Situation wird auch im Johnsbachtal die gleiche sein.

Man ist demnach den oxidischen Erzen Malachit (grün) und Azurit (blau) nachgegangen, die an der Oberfläche ausbeissen und durch ihre Färbung leicht erkennbar waren. Wie bekannt, ist Malachit das Oxidationsprodukt vom Kupferkies, wobei auch hier Azurit entstehen kann, der jedoch keine Beständigkeit besitzt. Kommt aber Kupferkies gemeinsam mit Fahlerz vor, so kommt es zur Bildung von beständigem Azurit (RAMDOR, P. & STRUNZ, H.; Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie; 16. Auflage; 876 S.; Stuttgart 1978 und RAMDOR, P.; Die Erzminerale und ihre Verwachsungen; Akademie-Verlag; 2. Auflage, 1173 S.; Berlin 1975). Außerdem gibt es in unserer Region kaum größere Erzkörper wie z. B. Linsen oder Stöcke, sondern es dürften mehr oder weniger schmale Gänge im cm-Bereich gewesen sein, die abgebaut worden sind.

Die Überlegungen des Verfassers sollen nun eine weitere Möglichkeit aufzeigen, wie die Situation auf der Sonnseite in Johnsbach gewesen sein könnte. Dazu soll nachstehend der Vergleich mit dem Radmertal angestellt werden:

Der östliche und der südliche sowie der westliche Teil des Radmertales (**Abb. 3**, Blick ins Radmertal) sind einerseits von der Topographie und andererseits aber auch von der Geologie her vergleichbar mit dem Johnsbachtal (**Abb. 5** und **Abb. 6**).

Die Geologie der Schattseite des Johnsbachtals hat ihre Fortsetzung in Richtung Osten ins Radmertal und wird durch das Tal der Hinterradmer und den Finstergraben unterbrochen (**Abb. 6**).

Bemerkenswert ist nun, dass die Grauwackenzone unter den Werfener Schichten und den Wettersteinkalken der Nördlichen Kalkalpen der Bösen Mauer untertaucht. (AMPFERER, Otto: Beiträge zur Geologie der Umgebung von Hieflau; in: Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, Jg. 1927, LXXVII. Band; Wien 1927, S. 156). Unter der Bösen Mauer konnte der Verfasser mehrere Schlackenplätze entdecken, die allesamt in ihrer nächsten Umgebung die typische Bodenbeschaffenheit aufweisen, die auf Bergbaue hindeuten (Quellaustritt, sumpfiges Gelände, Geländeknick).

Betrachtet man die Sonnseite des Johnsbachtals, so haben wir dort ebenfalls die Werfener Schichten und Dachsteinkalke, letztere ebenfalls den Nördlichen Kalkalpen zugehörig (**Abb. 6**). Das gleiche gilt auch für die westliche Talflanke des Radmertales, wo der Lugauer als Ausläufer der Gesäuseberge auf den Werfener Schichten aufsitzt (**Abb. 5**) und die gleiche geologische Konstellation wie die Sonnseite des Johnsbachtals (**Abb. 6**) aufweist. Auch dort konnten einige Kupferschlackenplätze mit den Hinweisen auf mögliche Bergbaue gefunden werden. Nicht zu vergessen ist die Tatsache, dass sich dort auch der Radmerer Erzberg (ehemaliger Eisenerzbergbau) befindet, der der Grauwackenzone zuzuordnen ist.

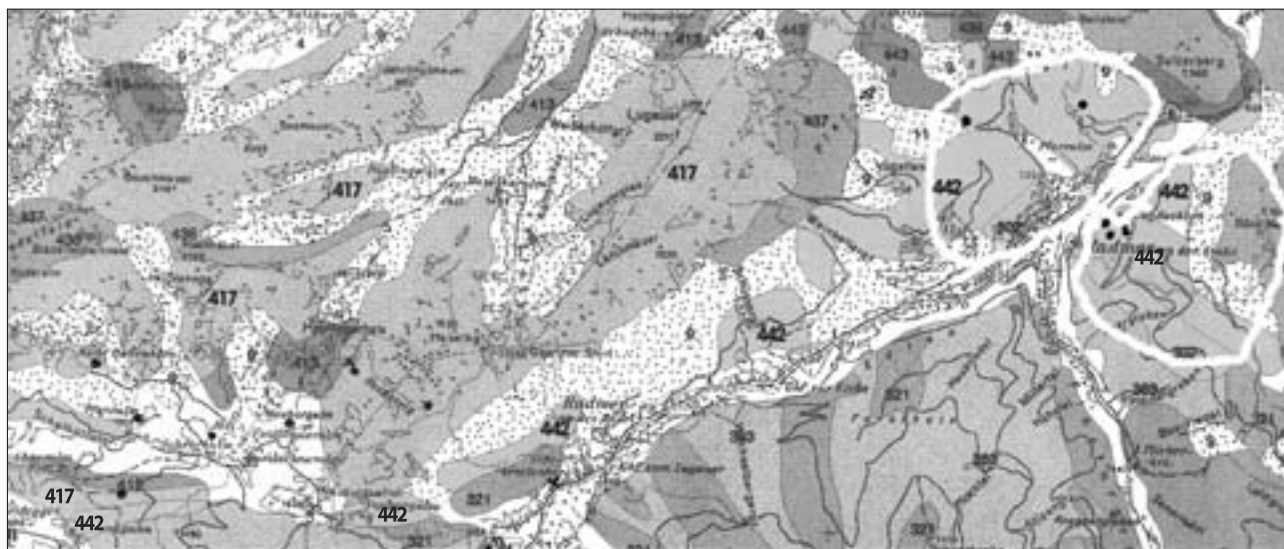


Abb. 5: Geologische Karte Radmer, digitalisiert von Joanneum Research.

Anmerkung zu Abbildung 5: Gelbbraune Farbe (Nr. 442): Werfener Schichten (Quarzite, Schiefer und Kalk); Hellviolett (Nr. 417): Dachsteinkalk.

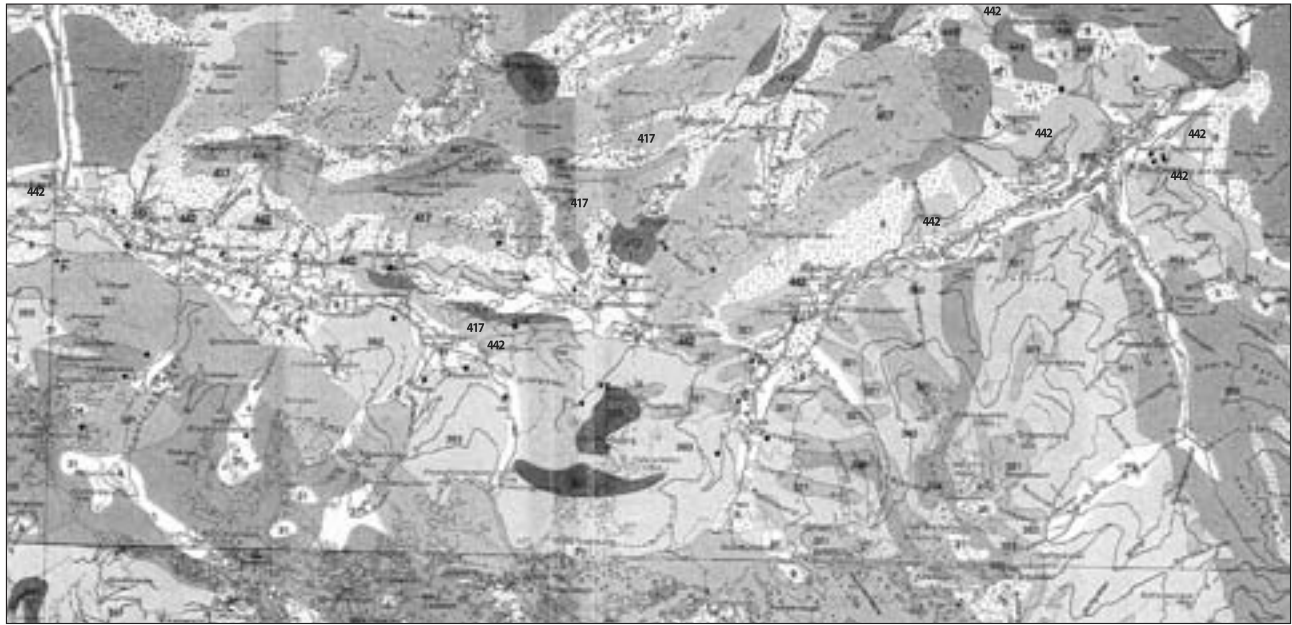


Abb. 6: Geologische Karte Johnsbach, digitalisiert von Joanneum Research.

Anmerkung zu Abbildung 5: Gelbbraune Farbe (Nr. 442): Werfener Schichten (Quarzite, Schiefer und Kalk); Hellviolett (Nr. 417): Dachsteinkalk.

Wir sehen auf Grund der Beispiele im Radmertal, das die gleiche geologische Konstellation wie das Johnsbachtal hat, dass sehr wohl unter den mesozoischen Kalcken und den Werfener Schichten paläozoische Gesteine liegen müssen, da im Radmertal viele prähistorische Kupferschmelzplätze vorhanden sind und es in deren Umgebung Hinweise auf Bergbaue gibt. Dies bezeugen Quellaustritte, sumpfiges Gelände sowie u. a. Geländecken, wie dies der Verfasser in seiner Dissertation beschrieben hat.

Bei einer Begehung mit Prof. Dr. Josef Hasitschka am 10. September 2004 auf der Hüpflingeralm, die auf der Südseite des Gesäuses liegt, konnte gleich neben der Aufschließungsstraße (Höhe 1435 m) ein prähistorischer Kupferschmelzplatz entdeckt werden. Nun stellt sich die Frage: „Von wo wurde das Kupfererz dort hingebacht oder ist der Bergbau auch in der unmittelbaren Nähe aufzufinden?“

Eine weitere Begehung zwecks Auffindung des Bergbaues hat ergeben, dass in unmittelbarer Nähe zwei Quellaustritte vorliegen sowie ein starker Geländecken, der in einen sanften Hang übergeht und eine ca. 1 m tiefe Lehmschicht aufweist. Letzteres könnte ein Hinweis auf einen weiteren Quellaustritt im Bereich des Geländeckens sein. Interessant ist die Beobachtung, dass im Bereich der Hüpflingeralm eine weit verstreute Blockhalde (Dachsteinkalk) vorliegt, mit der Besonderheit, dass ein Felsblock mit dem Ausmaß von 10x4x4 m inmitten der Schlackenhalde liegt. Dies wiederum weist auf ein Ereignis (Felssturz) hin, das nach oder während der Benützung des Schmelzplatzes stattgefunden haben muss. Betrachtet man die Geologie der Gesäuseberge,

so wissen wir, dass der Dachsteinkalk über die paläozoischen Gesteine übergeschoben worden ist (TOLLMANN, Alexander; Geologie von Österreich, Band 1: Die Zentralalpen Wien 1977, 766 S.). So gesehen, kann man nicht ausschließen, dass vor dem Ereignis (Felssturz) ein Fenster zu den Altgesteinen existierte, wo das Kupfererz ausgehoben hat oder man ist beim Quellaustritt in die Tiefe zum Altgestein vorgedrungen, was letztendlich AGRICOLA in seinem Werk „De re metallica, Libri XII, 1556, Neudruck Düsseldorf 1978, S. 553 als Prospektionsmethode auf Erze beschrieben hat.

Georg GEYER hält in einer Abhandlung „Zur Morphologie der Gesäuseberge. Begleitwort zur Karte der Gesäuseberge“; in: Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins 49, 1918 auf Seite 4 folgendes fest: „...teils auch den viel jüngeren Werfener Schichten gehören die Kupferlagerstätten von Radmer und Johnsbach.“ Das würde bedeuten, dass unter den Werfener Schichten das Erz zu finden sein müsste, was ein wesentlicher Ansatzpunkt für eine gezielte Prospektion sein könnte.

Nicht unerwähnt soll eine Beobachtung von Herrn Otto Wimmer/Admont, ein Forstmann i. R. und begeisterter Mineraliensammler, sein. Er sagt: „Er hat Kupferkiesmineralisation (Fahlerz, Kupferkies, Malachit und Azurit) im Haselgebirge gefunden.“ Diese Beobachtung deckt sich wiederum mit den Aussagen von GEYER.

Zur Untermauerung der Überlegungen des Verfassers sollen noch zwei Darstellungen (**Abb. 7** und **Abb. 8**) gebracht werden, die zeigen sollen, dass die jüngeren Kalke des Mesozoikums über der Grauwackenzone des Paläozoikums lagern.

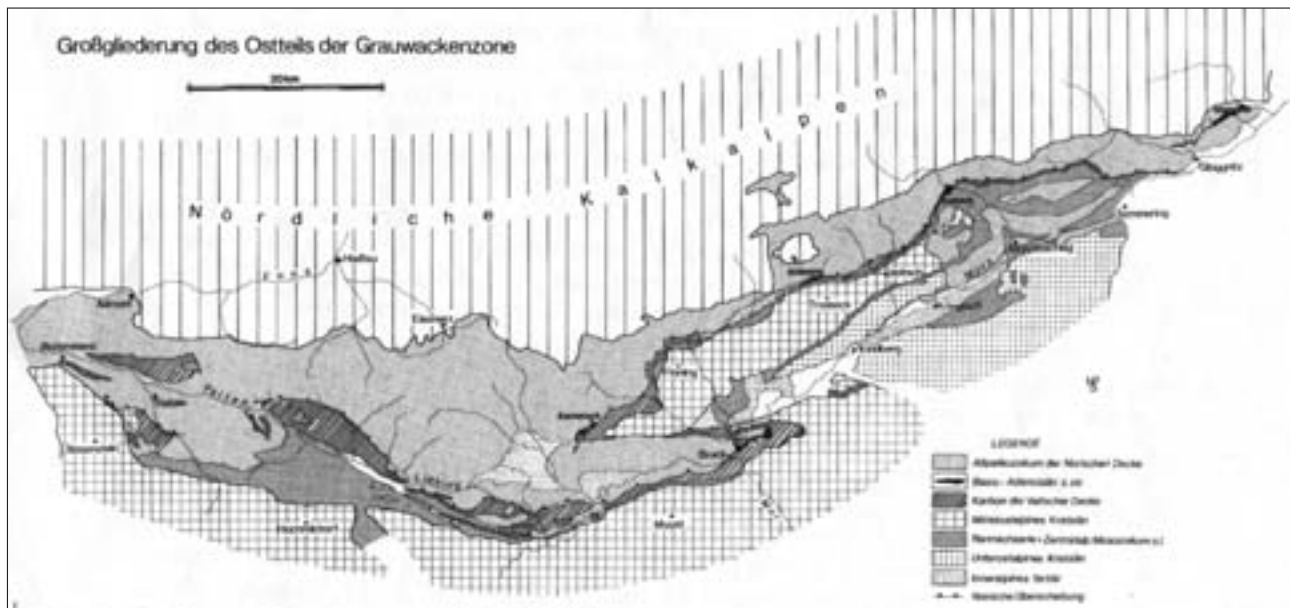


Abb. 7: Die Grauwackenzone zwischen Rottenmann und Gloggnitz aus: „Der geologische Aufbau Österreichs“, Wien 1980, Seite 285.

Das Altpaläozoikum der Norischen Decke grenzt an die Nördlichen Kalkalpen an. Man wird doch nicht glauben, dass die Grenze so scharf ist, wie die Abbildung 7 den Eindruck erweckt. Die jüngeren Nördlichen Kalkalpen überlagern die altpaläozoischen Gesteine, was die nächste Darstellung als Beispiel (Abb. 8) recht gut zeigt.

Um einen schlüssigen Beweis für die Überlegungen des Verfassers vorlegen zu können, wäre es erforderlich, die Umgebung der bekannten Schlackenplätze auf der

Sonnseite des Johnsbachtales und jene auf der Hüpf- lingersalm kleinräumig zu kartieren und nach entsprechenden Erscheinungsbildern zu suchen, die auf Berg- baue hinweisen. Hier würde ich vor allem vorschlagen, die Sedimente der Quellaustritte auf der Sonnseite des Johnsbachtales und auf der Hüpfingersalm, Südseite der Gesäuseberge (betrachtet vom Ennstal aus), auf ihre Gesteinszusammensetzung und deren Alter zu unter- suchen.

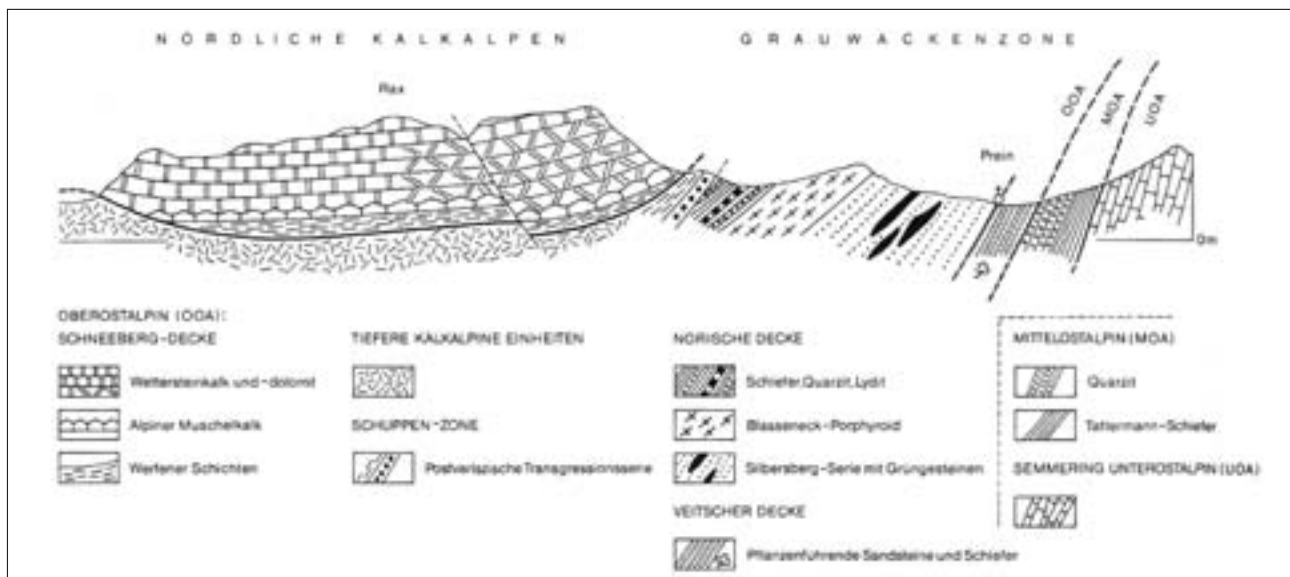


Abb. 8: Ein Nordwest-Südost Querprofil durch die ostalpinen Einheiten im Raume Semmering nach A. Tollmann aus: „Der geologische Aufbau Österreichs“, Wien 1980, Seite 288.

Kupfer und Bronze im vorkolumbischen Amerika

Robert Konopasek, Leoben

Zusammenfassung

Nach heute geltender Ansicht der Wissenschaftler wurde der amerikanische Doppelkontinent in präkolumbischer Zeit durch Zuwandererströme besiedelt. Woher diese Menschen kamen, während welcher Epochen, entlang welcher Wege, zu Fuß oder auch mittels Booten, ist nach wie vor Gegenstand intensiver Forschungen und gegensätzlicher Ansichten. Dieser Komplex ist für die vorliegenden Betrachtungen deshalb von Bedeutung, weil hierdurch unter anderem auch die nachfolgende Frage zu beantworten wäre: haben die Einwanderer jener frühen Zeiten die Erzeugung und Bearbeitung von Metallen nach Amerika mitgebracht oder entwickelten die Siedler diese Kenntnisse und Techniken erst nach stattgefundener Einwanderung im Doppelkontinent.

Der Autor geht hier von der weithin akzeptierten Lehrmeinung aus, dass mehrere – zeitlich und rassisch unterschiedliche – Einwanderungsströme während der letzten Eiszeit über die damals bestehende Landbrücke von Nordostasien nach Nordwestamerika als steinzeitliche Jäger und Sammler in das heutige Alaska und Kanada gelangten. Die weitere Ausbreitung nach Mittel- und Südamerika wird von Wissenschaftlern intensiv untersucht. In diesem Zusammenhang stellte die bis heute auf dem Landwege nicht zu überwindende unwirtliche Landenge von Darién (Grenzgebiet Panama-Kolumbien) ein großes und in Einzelheiten noch genauer zu untersuchendes Hindernis dar.

Für die vorliegenden Ausführungen gilt somit als Ausgangslage die autochthone Entwicklung des Erzabbaus und der Kupfer-Bronze-Metallurgie in Amerika. Dass diese Metallurgie im Bereich der zentralen Anden (heute Peru und Bolivien) entwickelt und von dort nach Norden, d. h. nach Mittelamerika exportiert wurde, scheint erwiesen zu sein.

Neuere Funde lassen darauf schließen, dass die Inkas bereits Meteoreisen bearbeiteten. Von einer „Eisenzeit“ vor Ankunft der Spanier in Lateinamerika kann jedoch beim derzeitigen Stand der Kenntnisse nicht gesprochen werden.

Synopsis. Copper and Bronze in the Precolumbian America

According to the currently accepted view of many scientists, the american double-continent has been populated during precolombian times by streams of immigrants. Where from these people arrived, when, along which ways, by foot or by boats, as ever is the object of intensive research – and of very contrary opinions. The subject is of importance for the content of this article because – amongst other conclusions – the following question should be answered: did the immigrants of those early times already have knowledge of production

and processing of metals before their arrival at America or did they only after having settled in the double-continent develop the mentioned proficiencies.

The author of this article adheres to the frequently accepted theorem, that several streams of immigrants, at different times and from different racial origins, arrived during the latest ice-age along the then existing land-bridge from northeastern Asia to northwestern America. These hunters and gatherers entered firstly to what today is Alaska and Canada. From there they spread in course of time to Central America and South America. This migration, of course, is subject of countless investigations. Along this route exists a considerable hindrance, namely the so-called Darién between Panama and Colombia. This extremely swampy and impenetrable isthmus has not even nowadays a passable terrestrial connection between the two countries. The migration through or along this barrier certainly will have to be investigated more in detail.

The present article, after all bases on the starting point of the autochthon development of ore-mining and copper-bronze-metallurgy in America. It seems to be proven that the latter proficiencies have been acquired in the centralandean region (today Peru and Bolivia) and have been passed from there towards the north, that is to Central America.

Late archaeological finds make assumptions permissible that the Incas already knew and worked iron of meteoric origin. To talk of an Iron Age before the arrival of the Spaniards in the Americas, however, is – at the present stage of knowledge – not justifiable.

Sinopsis. Cobre y bronce en los americanos precolumbianos

Según la opinión actualmente vigente de los científicos, la población del doble-continente americano durante el tiempo precolombiano, se realizó por repetidas inmigraciones. El origen de estos hombres, las épocas de estas migraciones, los caminos que tomaron a pie o por lanchas, sigue siendo objeto de investigaciones intensas y de opiniones bastante contrarias. Este complejo de preguntas en suspenso es de importancia para este artículo debido a que está por decidir si los inmigrantes de estos tiempos tempranos ya conocieron la producción y el tratamiento de metales – o, si estos pobladores desarrollaron los conocimientos respectivos después de su llegada a América.

El autor se basa en el dogma generalmente aceptado que durante el último período glacial varias corrientes inmigratorias llegaron por la conexión de tierra firme que entonces existió entre Asia y Alaska (hoy estrecho de Bering). Científicos se dedican a la clarificación de las siguientes migraciones de estos cazadores y colectores neolíticos de Alaska y Canadá hacia Centro- y Surameri-

ca. En este contexto – el istmo de Darién, donde hasta hoy en día no existe ni carretera ni ferrocarril que cruce esta jungla pantanosa sin subsuelo firme y con incontables corrientes de agua, representa un obstáculo formidable. Habrá que investigar el modo como llegaron los inmigrantes de América Central hasta América del Sur (lanchas ?).

Por todo lo indicado, el presente artículo se basa en la suposición que la minería y metalurgia era un desarrollo autóctono en los Américas. Parece un hecho que estas últimas habilidades primeramente se desarrollaban en la región centralandina (hoy Perú y Bolivia) y después los “exportaban” hacia el norte (América Central).

Hallazgos recientes permiten deducir, que los Incas ya labraban hierro meteórico. Sin embargo, teniendo en cuenta el estado actual de la ciencia, no se justifica hablar de una “Edad del Hierro” antes de la llegada de los Españoles a los Américas.

1. EINLEITUNG

Die Erforschung vorkolumbischer Kulturen in Amerika stellt den Archäologen vor besondere Probleme. Mit der Ankunft der Europäer in nachkolumbischer Zeit erfolgte für die autochthone Bevölkerung zwangsläufig eine tiefgreifende Änderung der Lebensgewohnheiten, Sitten und Traditionen. Mit der anschwellenden Flut von Einwanderern ging eine forcierte Suche nach Edelmetallen Hand in Hand. Diese bezog sich nicht nur auf die bergmännische Gewinnung, sondern bemühte sich auch mit harter Hand, vorhandene Güter alter Kulturen nutzbar zu machen, zu verwerten oder aus religiösen Gründen zu zerstören. Es gab häufige Entnahmen aus alten Kult- und Grabstätten. Die bei dieser Suche nach Edelmetallen – später auch nach „schönen“ Keramiken – angewandten Arbeitsmethoden sind fraglos als verheerend zu bezeichnen. Zusätzlich ist die Erwähnung angebracht, dass die bis heute durch illegale Organisationen betriebenen Raubgrabungen zur „Versorgung“ eines blühenden internationalen Schwarzmarktes das Wirken der Altertumsforscher ungemein erschweren. Jedoch – dieser unrechtmäßige Transfer von alten Kulturgütern in das Ausland ist nicht nur auf den amerikanischen Kontinent beschränkt. Wie die jüngste Vergangenheit zeigt, verschwinden auch Sammlungen aus Museen anderer Kontinente.

Das Thema der vorliegenden Untersuchung betrachtet die Verwendung von Kupfer und Bronze sowie die jeweiligen Technologien im vorkolumbischen Amerika. Zum Verständnis lückenhafter und häufig widersprüchlicher Aussagen der zeitgenössischen Wissenschaft ist die erwähnte Erörterung des Schwundes antiker Erzeugnisse als Hauptursache für die ungenaue Bestimmung von zeitlichen und geografischen Eingrenzungen der Kupfer- und Bronzeverwendung zu berücksichtigen. Wenn dann bei späteren, wissenschaftlich geleiteten Ausgrabungen ein neuer Fund gemacht wird, kann dieser die bisher geltende Gliederung in Frage stellen.

Die gelegentlich verzweifelte Situation der ernsthaft forschenden Wissenschaftler wurde dem Autor durch einen amerikanischen Sachverständigen, dessen Name hier aus

guten Gründen nicht genannt werden kann, klar gemacht, als dieser erklärte: „Ich habe gewisse Beziehungen zu Drahtziehern des Antiquitäten-Schmuggelmarktes. Ich habe vielfach darum gebeten, mir vertraulichen Einblick in die jeweils zum Schwarzmarkt-Verkauf gelagerten Grabgüter zu gewähren. Ich könnte, wenn schon zwangsläufig die örtliche Herkunft, die Schichtenfolge usw. hierbei unbekannt bleiben, wenigstens von den Gegenständen Fotos machen, was mir gelegentlich zumindest eine Ergänzung gewisser Kultur-Abfolgen ermöglichen würde. Es ist mir bisher nicht ein einziges Mal gelungen, trotz ehrenwörtlicher Zusicherung der absoluten Verschwiegenheit gegenüber den Behörden, einen Blick auf die in großen Mengen lagernden und auf finanziell potente Käufer wartenden versteckten Raubgüter werfen zu können.“

Zur Problematik der Beschreibung eines Kulturbereiches sei hier beispielhaft erwähnt, dass man in den Siebzigerjahren des 20. Jahrhunderts folgende Ansicht vertrat: es ist bekannt, dass zum Ende des 15. Jahrhunderts in Teilen von Süd- und Zentralamerika eine primitive Metallkultur, die sich auf gediegenes Kupfer, Gold und Silber beschränkte, Bestand hatte. Das Schmelzen von Erzen war unbekannt (sic!). Werkzeuge bestanden hauptsächlich aus Stein; die keramischen Künste waren gut entwickelt, und große Steinstrukturen wie zum Beispiel die Pyramiden in Yucatán waren errichtet worden. Die Völker von Nordamerika befanden sich bei der Ankunft von Kolumbus und anderen Entdeckern noch im Steinzeitalter (1). Andererseits galt, dass zwar in Amerika nie ein Verfahren erfunden wurde, Eisen zu schmelzen, Kupfer aber in Perú seit ungefähr 2.000 Jahren bekannt war. Da es in den Anden kein Kupfer in metallischem Zustand gibt (2), mussten es die Indianer durch Schmelzen komplexer Erze gewinnen. Manche Öfen waren so gebaut, dass der Wind das Feuer anblasen konnte. Zinn – und in Folge die Bronzeherstellung wurde wahrscheinlich erst 500 Jahre später in Perú und Bolivien bekannt. Kupfer und Bronze spielten eine wichtige Rolle in der technischen Entwicklung Perús, da sie für Messer, Waffen und verschiedene – in der Landwirtschaft und im Kunsthandwerk verwendete – Geräte benutzt wurden. Keines dieser Metalle ist aber hart genug, um damit Stein zu bearbeiten (3).

Diese und ähnliche Beispiele belegen die unterschiedlichen Auffassungen über den Stand der Metalltechnik und -verwendung in präkolumbischen Ländern.

2. Zur Abfolge: Steinzeit – Kupferzeit – Bronzezeit – Eisenzeit

Der allgemein gültigen Abfolge entsprechend, liegen Kupfer- und Bronzezeit zwischen dem Vorläufer „Steinzeit“ und dem Nachfolger „Eisenzeit“. Ein Blick in entsprechende Nachschlagewerke zeigt, dass diese Kulturstufen nicht überall zur gleichen Zeit auftraten. So befinden sich zum Beispiel auf einer der 7.103 Inseln der Philippinen, nämlich auf Palawan, Urwaldbewohner, die bis heute in einer Vor-Metallzeit leben. Um auf die angeführten Kulturstufen näher einzugehen, sei hier eine kurze Definition der Begriffe gestattet (4) (5).

Steinzeit: Zeitstufe der Vorgeschichte, in der Metalle noch unbekannt waren (ihrerseits unterteilt in Altsteinzeit, Mittelsteinzeit und Jungsteinzeit).

Kupferzeit, Steinkupferzeit: Abschnitt der Jungsteinzeit, in dem schon Kupfergeräte vorkommen. In anderen Quellen als Übergangsstufe von der Jungsteinzeit zur Bronzezeit (Kupferzeit nicht explizit ausgewiesen) erfasst.

Bronzezeit: Vorgeschichtliche Kulturstufe zwischen Jungstein- und Eisenzeit oder zwischen Kupfer- und Eisenzeit. In fast allen Teilen der Alten Welt gab es eine Bronzezeit. Die Verwendung von Bronze (Zinnbronze) war ein wichtiger Fortschritt, ist doch dieses Metall härter und leichter schmelzbar als Rohkupfer. Beginn und Dauer der Bronzezeit sind, den örtlichen Gegebenheiten in den verschiedenen Regionen der Welt entsprechend, unterschiedlich.

Eisenzeit: Die auf die Bronzezeit folgende letzte Stufe der vorgeschichtlichen Zeit ist durch Verwendung von Eisen gekennzeichnet. Auch nach Stein- und Bronzezeit die dritte große vorgeschichtliche Periode. Das Eisen wurde als Material zur Herstellung von Werkzeugen, Waffen und Geräten verwendet.

Die Übergänge Steinzeit – Kupferzeit, Kupferzeit – Bronzezeit, Bronzezeit – Eisenzeit sind keinesfalls als scharf begrenzte Zeitpunkte aufzufassen. Es fand während dieser Übergangsphasen kein „entweder – oder“, sondern ein „sowohl – als auch“ statt. Dementsprechend findet man in der späten Steinzeit schon Kupfergeräte, in der späten Kupferzeit bereits Bronzeartefakte und in der späten Bronzezeit Gegenstände aus Eisen. Aus diesen Gründen und auch weil neuere Funde ältere Theorien korrekturbedürftig werden lassen, vertreten unterschiedliche Autoren (vgl. „Schrifttum“) zum Teil von einander differierende Auffassungen. Die in **Abb. 1** angegebenen Unschärfbereiche im Übergang von einer Kultur zur nächsten verstehen sich somit lediglich als pauschalierende Hinweise ohne Anspruch auf wissenschaftlich zutreffende Genauigkeit.

Im gesamten amerikanischen Raum fand – durch das Eindringen der Europäer während der nachkolumbischen Jahre verursacht – innerhalb kurzer Zeit der Übergang von den örtlich vorhandenen in die nacheisenzeitliche Kultur statt.

Im Gegensatz zu den Kulturfolgen in Europa – in **Abb. 1**, Österreich – haben die amerikanischen Völker neben dem Gebrauch von Kupfer- und Bronzegegenständen auch weiterhin Steinwerkzeuge und -waffen verwendet. Eine vergleichende Untergliederung der amerikanischen mit den Abfolgen in Europa

oder in Vorderasien fällt dementsprechend besonders schwer. Demzufolge befindet sich in **Abb. 1** für Österreich jeweils ein Bereich für Steinzeit, Kupferzeit, Bronzezeit und Eisenzeit eingetragen. Für die hier angesprochenen amerikanischen Bereiche, die in jeder der dargestellten Säulen bis in die postkolumbische Ära die steinzeitliche Kultur als Parallelsäule zeigt, hat der Autor auf die für das Beispiel Österreich angewandten üblichen Bezeichnungen verzichtet und anstelle dessen Bezeichnungen wie etwa: „aus dem angegebenen Zeitabschnitt stammen Funde von Kupferobjekten“ usw. den Vorzug gegeben.

In **Abb. 1** sind Strahlen von „Perú“ nach „Mexiko“ eingezeichnet. Hiermit wird angedeutet, dass von einigen Wissenschaftlern eine Übertragung der metallurgischen Kenntnisse von Perú nach Mexiko angenommen wird (also von Süden nach Norden!). Hierauf wird weiter unten detaillierter eingegangen.

Auf eine Besonderheit in der peruanischen Kulturabfolge (**Abb. 1**) sei hier noch hingewiesen: neuere Funde belegen (6), dass während der späten präkolumbischen Zeit Eisenmeteorite (Meteoreisen) zur Herstellung von Werkzeugen verwendet wurden.

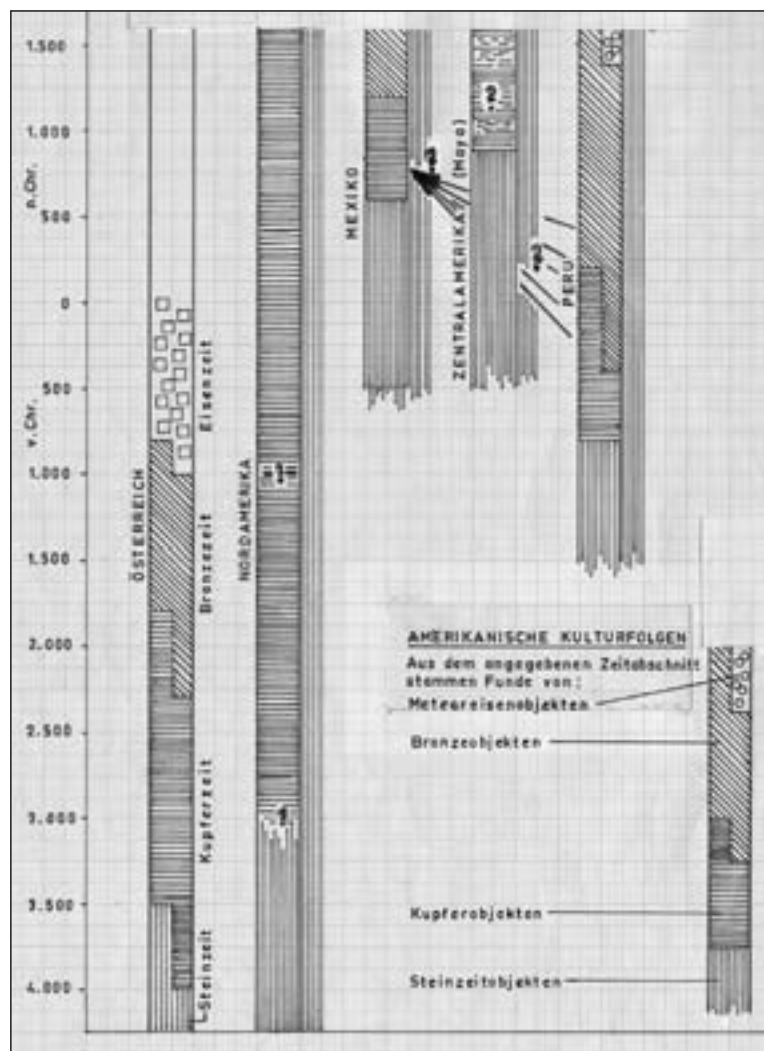


Abb. 1: Präkolumbische Kulturen in Amerika und in Österreich.

3. Besiedelung des amerikanischen Kontinentes in vorkolumbischer Zeit

Die Besiedlungsströme in das vorkolumbische Amerika sind Gegenstand unterschiedlicher Ansichten seitens der Fachwissenschaft. Während der jüngeren Vergangenheit haben die in einschlägigen Zeitschriften veröffentlichten Stellungnahmen zu diesem komplizierten Sachgebiet die jeweils bestehende Lehrmeinung mehrfach umgestoßen.

Abgesehen vom allgemeinen Interesse an historischen Vorgängen stellt sich im Rahmen der vorliegenden Betrachtungen im Wesentlichen die Frage nach den allenfalls vorauszusetzenden Kenntnissen der Einwanderer auf dem Gebiet der Metallbearbeitung. Mit anderen Worten – haben irgendwelche vorkolumbische Einwanderer schon die Bearbeitung von Kupfer gekannt und diese somit in den neuen Kontinent übertragen, oder ist die Annahme einer späteren, autochthonen Entdeckung und Entwicklung der Kupferbearbeitung im amerikanischen Kontinent gerechtfertigt?

Aus der Vielzahl von Meinungen zu den denkbaren und auch nachweisbaren Spuren, die bis zu einer breiten Palette esoterischer Ansichten reichen, seien, bei deren außer Acht Lassung, die in **Abb. 2** eingezeichneten prä-

kolumbischen Wanderwege als Beispiele aus dem verwirrenden Literaturangebot dargestellt.

Die Routen 1, 2, 3 und 4 kann man in der Beringstraßen-These zusammenfassen. Hier wird angenommen, dass die Einwanderung von Sibirien ausgehend, über eine Landbrücke (Eiszeit) nach Alaska und von dort über den gesamten Kontinent erfolgte (auch frühe Europäer?).

Die Route 5 lässt frühe Europäer über den Atlantik eindringen.

Route 6, die sogenannte Sibirien-These, würde voraussetzen, dass frühe Seefahrer von Sibirien ausgehend die amerikanische Küste erreichten – und dort entlang der Pazifikküste nach Süden fuhren.

Route 7 schließlich, die Polynesien-These, nimmt an, dass Seefahrer aus dem südpazifischen Raum nach Überquerung des Stillen Ozeans in Amerika landeten.

Jede dieser Thesen hat Argumente für sich, und letztlich wäre denkbar, dass nicht nur eine der angeführten Hypothesen, sondern eventuell zu verschiedenen Zeiten Gruppen von Neusiedlern auf verschiedenen Wegen aus verschiedenen Weltgegenden im amerikanischen Kontinent eintrafen.

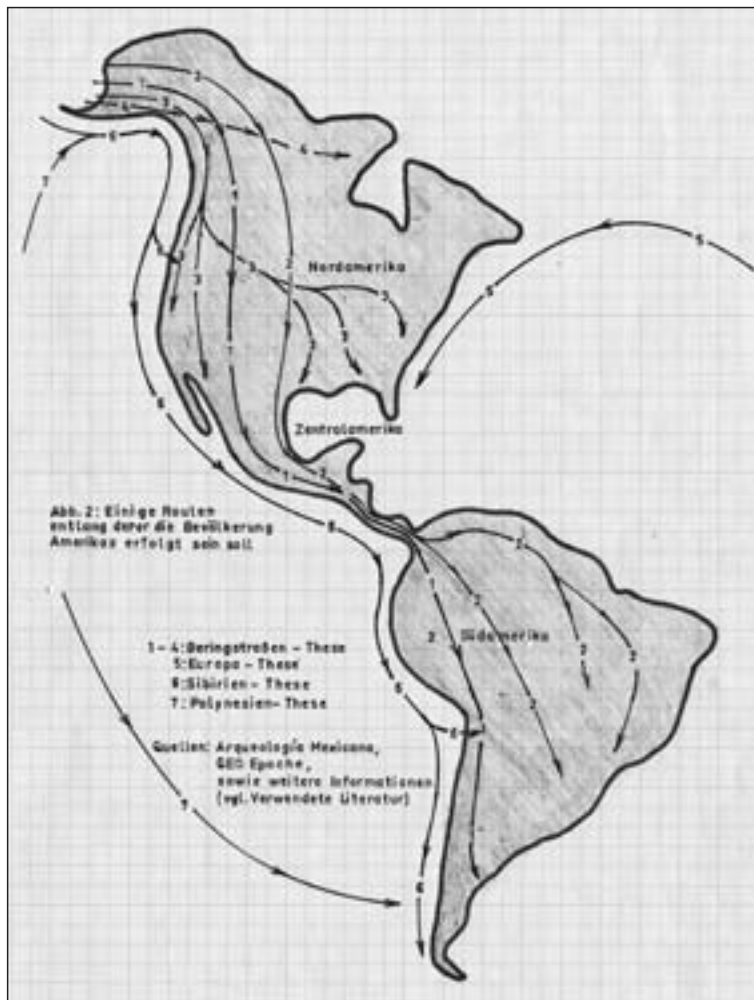


Abb. 2: Einige Routen, entlang derer die Bevölkerung Amerikas erfolgt sein soll.

Als Beispiel für die weitgreifenden und häufig widersprüchlichen Annahmen zu den Wanderungen, die in der Folge zur Besiedelung des amerikanischen Kontinentes führten, werden hier aus der einschlägigen Literatur nur einige zusammenfassende Zahlen genannt.

Erstbesiedlungen des nordamerikanischen Raumes wären demnach 70.000 – 40.000 v. Chr. (!), 18.000 – 9.000 v. Chr. usw. anzusetzen. Hier ist darauf hinzuweisen, dass die während des in unserer Zeit letzten Glazials – etwa 23.000 – 12.000 v. Chr. – bestehende Landbrücke von Asien nach Alaska mit Beendigung dieser Eiszeit und dem damit verbundenen Ansteigen des Meeresspiegels ab etwa 12.000 – 10.000 v. Chr. durch Überflutung nicht mehr existierte und somit weitere Wanderungen von Asien nach Alaska „zu Fuß“ unmöglich waren.

Für den mittelamerikanischen Raum findet man in der Literatur für die Erstbesiedelung höchst unwahrscheinliche Daten wie etwa 200.000 v. Chr. (!), 35.000 v. Chr. (mittels Booten aus dem ostasiatischen Raum?), 20.000 – 8.000 v. Chr. usw.

Für Südamerika schließlich wird die verwirrende Vielfalt mit Zeitangaben bereichert, die ein Gesamtkonzept für den Kontinent weiter erschwert. Hier sind Bereiche wie etwa 50.000 – 28.000 v. Chr., 20.000 – 10.000 v. Chr. erwähnt. Die Besiedlung der südlichsten

Bereiche (Patagonia, Feuerland) sollen etwa im Bereich 8.500 – 5.000 v. Chr. vonstatten gegangen sein.

Da man bei einer Landnahme „zu Fuß“ von Alaska ausgehend nach Süden (bis Feuerland) eine entsprechende Zeitfolge annehmen würde, ist man als Laie bei Beachtung der oben gezeigten Werte eher ratlos.

Wagt man unter Umgehung von Extremwerten eine unverbindlich-vorsichtige Eingrenzung der aus der Literatur (7), (8), (9), (10), (11), (12), (13), (14), (15) entnommenen Daten, könnten aus dem breiten Datenangebot folgende Besiedlungsschübe zu vergleichen sein:

Einwanderungsströme aus
Südostasien 35.000 – 25.000 v. Chr.

Einwanderungsströme aus der sibirischen
Baikal-Amur-Region 33.000 – 23.000 v. Chr.

Einwanderungsströme aus
Nordostchina 28.000 – 22.000 v. Chr.

Einwanderungsströme aus Europa
(über den Atlantik oder über Sibirien
nach Alaska) 28.000 – 13.000 v. Chr.

Welche Variante auch immer man aus diesen vier Hauptgruppen als wahrscheinlich erachtet und hierbei berücksichtigt, dass die sogenannte Kupferzeit in der „alten Welt“ im 6./5. Jahrtausend v. Chr. begann (16) (Vorderasien, Balkanhalbinsel), folgt daraus zwangsläufig, dass sämtliche frühen Immigranten (Paläo-Indianer) nach Amerika aus steinzeitlichen Kulturkreisen stammten und somit die späteren Entwicklungen zur Bearbeitung von Kupfer ausschließlich autochthone Entwicklungen darstellen.

4. Funde von Kupferobjekten in Nordamerika

Es sei hier vereinfachend angenommen, dass die Besiedelung des amerikanischen Kontinentes ausschließlich – oder vorwiegend – über die Beringstraße nach Alaska, und von dort sukzessive über die Landenge von Darién (Panama-Kolumbien) nach Südamerika und schließlich bis Feuerland erfolgte. Dieser Reihenfolge entsprechend werden auch die zu besprechenden Bereiche aufgereiht, nämlich Nordamerika, Zentralamerika, nördliches Südamerika und Südamerika.

Es wird heute als wahrscheinlich erachtet, dass etwa 6.000 v. Chr. die Ureinwohner Nordamerikas die reichen Kupferlagerstätten am Oberen See (Lake Superior) entdeckten und mit der Bearbeitung der an der Erdoberfläche liegenden Knollen aus gediegenem Kupfer begannen. Andere Wissenschaftler setzen dieses Datum eher um 5.000 v. Chr. an. Ebenso fand man Pingen, aus deren Füllmaterial sich schließen lässt, dass die Arbeiter in diesen ehemaligen Tagebauen das Erz mit Steinwerkzeugen aus dem Gesteinsverband schlugen. Das metallische Kupfer wurde nur leicht erwärmt – nicht geschmolzen – und dann durch Hämmern in die gewünschte Form gebracht. Auf diese Weise stellte man sichelförmige

ge Messer, Äxte, Meißel, Speerspitzen, Pfeilspitzen, Harpunen und Schmuckstücke her. Entlang der Nordwestküste erzeugten die frühen Schmiede Dolche und Messer mit formschönen Gravuren. Die Anzahl der bisher gefundenen Metall-Artefakte ist so groß, dass manche Wissenschaftler dazu neigen, für die Zeit nach 3.000 v. Chr. von einer „Kupferindustrie“ zu sprechen (17). Durch Handel gelangten die Erzeugnisse auf langen Wegen in die subarktischen Regionen und bis in den Südosten Nordamerikas. Die Metallprodukte aus der Gegend des Oberen Sees fanden aber auch bis in das Mississippi-Tal Verbreitung, wo man in den Gräbern der Hügelbauer-Kulturen (MOUND-BUILDERS) von der Zeit um etwa 1.000 v. Chr. Kupferwerkzeuge fand. Manche Stämme umhüllten die für ihre Zeremonien am Kopf zu tragenden Hirschgeweihe mit Kupferblech. Metallklingen waren allgemein lang, schmal, zweischneidig, der praktische Wert dieser Produkte war aber aufgrund der Weichheit des Metalls fraglich. Eine Lehrmeinung nimmt deshalb an, dass die Kupferobjekte für religiöse Zeremonien verwendet wurden (18), (19).

Für die Indianer der nordwestlichen Pazifikküste hatten schildförmige, bemalte und mit Gravuren versehene Kupferplatten als Handels- und Tauschobjekte, häufig für den sogenannten „Potlatsch“ (Potlach) beträchtliche Bedeutung. Auf diese, für uns Heutige schwer zu verstehende gesellschaftliche Zeremonie zur Feier von Hochzeiten usw. sei kurz eingegangen: die nordwestlichen Stämmen waren besonders auf ihr Ansehen und auf ihr Besitztum bedacht. Nebst anderen materiellen Gütern wurden die Stücke aus gehämmertem Kupfer als außerordentlich wertvoll erachtet. Der Potlatsch vermittelte die beste Gelegenheit, das Eigentum im Streben nach höchstem Ansehen in der Gemeinschaft zu „verbrauchen“(!). Der Gastgeber bewies seine Größe, indem er demonstrativ seine reichen Besitzungen verschenkte oder zerstörte. Man erwartete natürlich, dass die Beschenkten in der Folge ebenso einen Potlatsch veranstalteten, in dem sie noch größere Geschenke weggaben, um ihren Ruhm zu mehren. Für uns ist hierbei interessant, dass die in den aufeinanderfolgenden Potlatschs vielfach weitergeschenkten Kupferplatten immer mehr ideellen Wert gewannen und schließlich weithin bekannt werdende Eigennamen erhielten (20).

Allgemein darf man nach heutigem Wissen annehmen, dass der Gebrauch von Kupfer in Nordamerika weder zur Arbeit mit Schmelzen noch zur Erzeugung von Legierungen, wie zum Beispiel Kupfer-Zinn-Bronze, führte. Neben der Verwendung von Kupfer blieben die steinzeitlichen Erzeugnisse bis zur Ankunft der weißen Neusiedler der nachkolumbischen Epoche in Gebrauch (vgl. **Abb. 1**).

5. Funde von Kupfer- und Bronzeobjekten in Mittelamerika

Die wesentlichen Kulturen in Mittelamerika während der letzten präkolumbischen 600 Jahre sind in der geografischen Skizze der **Abb. 3** dargestellt (21). Für unse-

re Betrachtungen sind in diesem Bereich die Kulturen der MEXICA (AZTEKEN), TARASKEN (und deren Vorgänger in Guerrero) sowie die MAYAS von Bedeutung (22); hierzu **Tabelle 1**.

Die Verwendung von Kupfer ist im Bereich der Maya-Kulturen erst für die Zeit ab 900 n. Chr. nachweisbar und war nach heutiger Auffassung nie allgemein verbreitet (23). Man stellte aus diesem Metall vorwiegend Zeremonialobjekte, Weihe- bzw. Opfergaben, Verzierungen usw. aus Kupferplatten her. Tänzer trugen Kupferschellen (auch aus Silber und Gold) am Körper (24). Interessante Fundstätten für Weihe-Opfergaben sind die Sedimente am Grund der als Weihbrunnen und Stätten für Menschenopfer geltenden Cenotes (Wasserlöcher-Dolinen im Kalkgestein von Yucatán). Dort wurden von Archäologen und Tauchern Kupferfigurinen, kleine Glöckchen, Ringe, Schalen, Schüsseln, Zeremonialmasken usw. gefunden. Da es auf der Halbinsel Yucatán keine Erzlagerstätten gibt, müssen die Rohstoffe durch Handel mit anderen Gebieten Mittelamerikas und – wie heute angenommen wird – auch aus Südamerika (siehe weiter unten) in den Bereich der Mayas gelangt sein (25). Als wahrscheinliches Herkunftsgebiet für die Kupferobjekte darf man den Südwesten Mexikos, d. h. die Kulturen der TARASKEN und deren Vorgänger in Guerrero annehmen (**Tabelle 1**).

Der Bereich des heutigen México war Heimstätte vieler Kulturen. **Abb. 3** vermittelt einen Überblick über den entsprechenden Stand während der sogenannten nachklassischen Periode, die bis zum Eindringen der Europäer andauerte.

Nach heute geltender Auffassung lassen sich – wie oben angeführt – die Bereiche, aus denen Kupfer- und nachfolgend Bronzeobjekte, neben oder parallel zum Weiterbestand steinzeitlicher Werkstücke stammen, im Wesentlichen auf die Kulturbereiche der TARASKEN (Guerrero) und der MEXICA (AZTEKEN) einengen (**Tabelle 1**).

Im Gegensatz zum nordamerikanischen Raum wird für Mittel- und Südamerika auf die Metallbearbeitung von Kupfer und Bronze näher einzugehen sein. In diesen Zusammenhang sind gelegentlich auch die Edelmetalle Gold und Silber eingebunden.

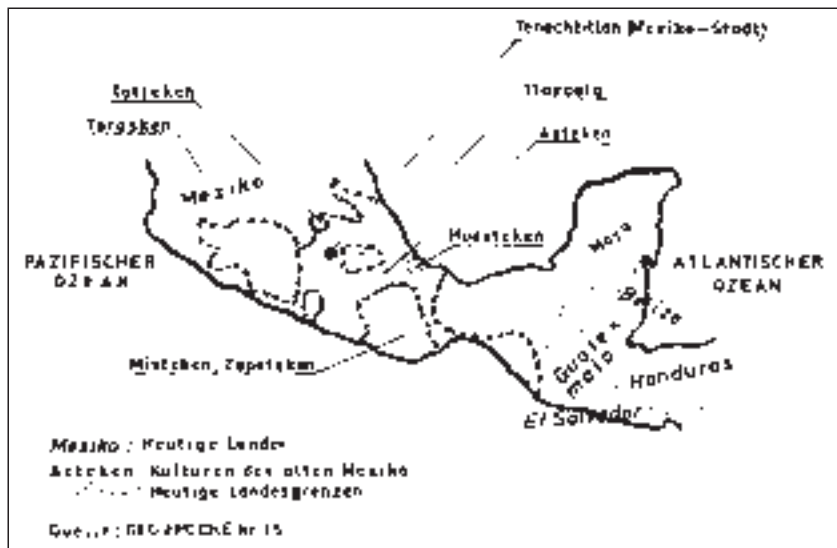


Abb. 3: Mexiko, Nachklassische Periode (900 – 1.521 n. Chr.)

Wie aus Aufzeichnungen in der Universitätsbibliothek von Guanajuato (Mexiko) ersichtlich, wurden im alten Mexiko Erze nicht nur durch Bergbau an der Erdoberfläche, sondern auch untertage gewonnen. Das vorwiegend auf steilstehenden schmalen Erzgängen angewandte Verfahren wurde „Rattensystem“ (Sistema de Rato) genannt (26). Dieses, genauer als „Stockwerksbau“ zu bezeichnende Abbauverfahren wird aufgrund eingehen-

Tabelle 1: Kulturen des alten Mexiko

ZEIT	MESOAMERIKA					
	Zentrale Hochebene	Golfküste	Oaxaca	Maya	Westen	NORDEN MEXIKOS
1.521						
1.500						
1.400	MEXICA (AZTEKEN)				TARASKEN	
1.300						
1.200						
1.100						
1.000	TOLTEKEN				GUERRERO	CASAS GRANDES
900						CHADZI = MIXTE
800						
700		HUASTEKEN, ZENTRUM VON VERACRUZ				
600						
500						
400	TEOTI = HUACÁN					
300						
200						
100			MIXTEKEN	MAYA		
0						
100					GRÄBER VON TIRO	WÜSTEN = KULTUREN
200					CHUPÍ = CUARD	
300			ZAPOTEKEN			
400						
500						
600						
700						
800						
900						
1.000	VOR = KLASSIK					
1.100		OLMEKEN				
1.200						
1.300						
1.400						
1.500						
1.600						
1.700						
1.800						

Quelle: Nationales Anthropologisches Museum. Katalog. Auszüge.

Zeitangaben: Aufgerundet.

Anmerkungen: Namen in Originalbezeichnung. Schattierte Flächen = Funde von Kupfer-/Bronze-Gegenständen.

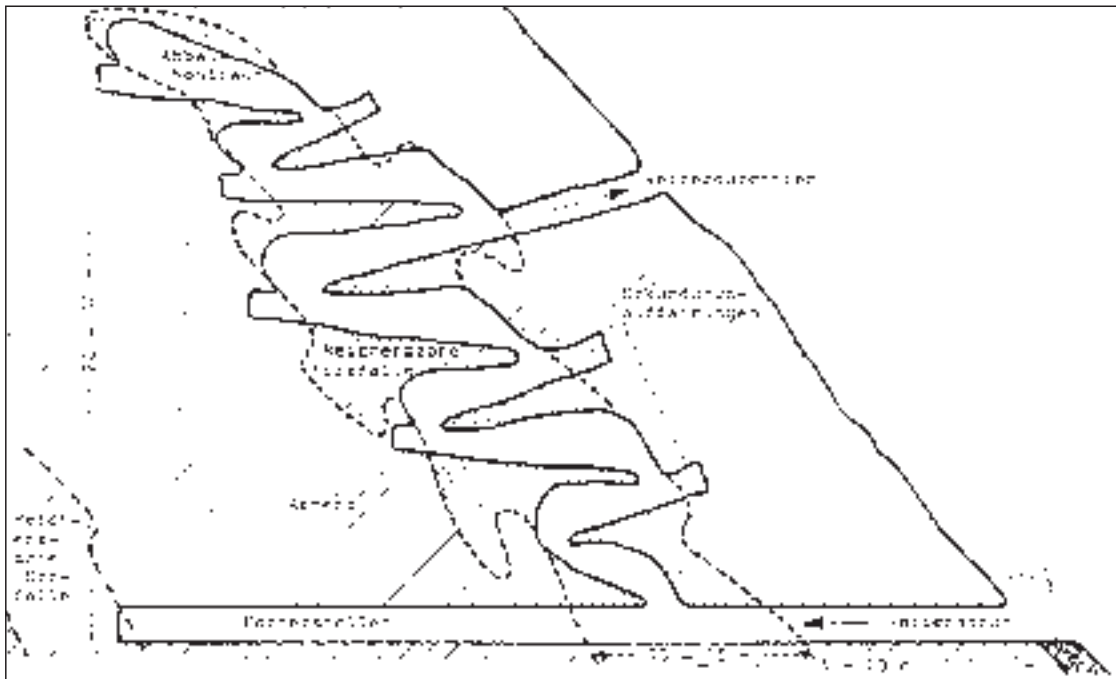


Abb. 4. Stockwerksbau in steilen Erzgängen geringer Mächtigkeit (Längsschnitt). Aus Dissertation R. Konopasek.

der Untersuchungen (27) – **Abb. 4** – auch heute noch mit unterschiedlichen Varianten in zahlreichen Kleinstgruben des lateinamerikanischen Bereiches angewandt. Für den Beginn der Bergbautechnik darf angenommen werden, dass die frühen Bergleute – wie auch im nordamerikanischen Raum – die entlang von Ausbissen und auch in Seifen offen zutage liegenden Erzbrocken sammelten und bearbeiteten. Später mag eine Gewinnung im Tagebau durch tiefergehenden Abbau der im Ausbiss angezeigten Erze erfolgt sein. Und schließlich beherrschten die Arbeiter auch Techniken des Bergbaus unter Tage. Nach heutiger Auffassung wurden folgende Methoden angewandt: der o. a. Stockwerksbau, der Firstenbau und (?) der Firstenstoßbau (?) mit Speichern des Haufwerks (28).

Die Verfügbarkeit an Werkzeugen war gering. Für die Gewinnung dienten Schlagsteine, Geweihstücke, große Knochen, Keile und Hebel aus Holz. Ob die Bergleute Feuer setzten, ist fraglich. Beleuchtet wurde mit Pechfackeln und Kienspänen. Das gebrochene Erz wurde mit Keramikgefäßen, in Tüchern und Körben zutage gefördert. Vor dem Grubeneingang, d. h. in unmittelbarer Nähe der Grube befand sich über Tage der Scheideplatz. Dort wurde das Erz auf steinernen Unterlagen mittels Pochsteinen zerkleinert und durch Handklaubung angereichert. Im Regionalmuseum von Querétaro befinden sich einige Schaukästen, in denen die Arbeit der präkolumbischen Bergarbeiter gezeigt wird (**Abb. 5**, **Abb. 6** und **Abb. 7**).

Einige Aspekte dieses Bergbaus sind erwähnenswert: Bei dem vergleichsweise geringen Produktionsvolumen würde man heute diese Betriebe in die Kategorie der Klein- bzw. Kleinstbergbaue einstufen (29). Es wird angenommen, dass der Bedarf an Erzen eher im Bereich magischer und religiöser Überzeugungen lag als in per-

sönlich-wirtschaftlichen Vorteilen. Auf die Bedeutung der Metalle für den Adel und Priesterschaft wird weiter unten eingegangen. Und schließlich – für unsere Überlegungen besonders wichtig (!) – die Techniken der Me-



Abb. 5: Gewinnung, Zerkleinerung und Förderung des Erzes. Schaukästen im Regionalmuseum von Querétaro. Aufnahme: R. Konopasek, 2003.



Abb. 6: Der Kerben-Steigbaum in der Grube. Schaukästen im Regionalmuseum von Querétaro. Aufnahme: R. Konopasek, 2003.



Abb. 7: Anreicherung durch Handklaubung vor dem Grubeneingang. Regionalmuseum von Querétaro. Aufnahme: R. Konopasek, 2003.

tallbearbeitung und Goldschmiedekunst wurden aus den Bereichen der Zentral-Anden (d. h. Südamerika), entlang der Küste und auch über den Bereich der Mayas nach Zentralamerika eingeführt. Wann dies geschah, ist noch nicht eindeutig festgestellt. Wir wollen hierfür einen Bereich vom 6. bis zum 8. Jahrhundert n. Chr. annehmen (vgl. **Abb. 1**). Aber auch dieser Zeitraum ist nicht eindeutig. So erwähnt die Brockhaus Enzyklopädie für den Transfer der Kupferbearbeitung von Südamerika in den Südwesten von Mexiko als Annäherung die Zeit um 900 n. Chr. (30). Der Reichtum an Vorkommen von Erzen, wie z. B. Kupfer und Silber in dieser Region ist wohl ein Grund für die früheste Entwicklung der Metallbearbeitung in jener Gegend. Die dort ansässigen TARASKEN haben den Metallguss aus Kolumbien übernommen, die Technik der Kaltbearbeitung stammt offensichtlich aus Perú (und Ecuador ?). Im mittelamerikanischen Bereich haben die TARASKEN die Metallurgie unter Verwendung der in ihrer Gegend vorkommenden Erze und Minerale zu einer Höhe geführt, die zu den fortgeschrittensten der vorindustriellen Welt gehört (31). Im Verlauf der Entwicklung der Metallbearbeitung haben sich die Kunsthandwerker spezialisiert. Dies galt vor allem für die Gold-, Silber-, Kupfer- und in der Folge Bronzeschmiede. Ein lebhafter Handel in die weitum liegenden Gebiete Mittelamerikas war die Folge (32).

Für die metallurgischen Verfahren lässt sich folgende Entwicklung erkennen: Als früher Schritt darf die Kaltbearbeitung von gediegenem Kupfer vorausgesetzt werden. Hierbei hämmerte der Handwerker mit Steinwerkzeugen das Metall so lange, bis es die gewünschte Form annahm. Als weiterer Schritt gilt das Schmelzen und Gießen der in Mexiko vorkommenden Kupfererze wie zum Beispiel Malachit, Rotkupfererz (Cuprit) und Kupferkies (Chalkopyrit) – vgl. **Tabelle 2**. Für das Schmelzen und Gießen bedarf es eines Ofens oder eines Schmelztiegels, in den man das Erz und den Brennstoff (zum Beispiel Holzkohle)



Abb. 8: Schmelzen und Gießen: Florentinischer Codex. Lit. *Arqueología Mexicana*, D. Hosler. Aufnahme: R. Konopasek, 2005.

einbringt. Um das Erz zu schmelzen, bedarf es hoher Temperaturen und reduzierender Gase. Der Sauerstoff des Erzes verbindet sich mit dem aus der unvollständigen Verbrennung des Holzes (der Holzkohle) stammenden Kohlenmonoxyd; es verbleibt das metallische Kupfer – **Abb. 8**. Um das Metall in die gewünschte Form zu bringen haben die Metallurgen mehrere Verfahren angewandt. Einer dieser Prozesse war die „Methode des verlorenen Wachses“ oder auch „Guss in der verlorenen Form“ (Cera perdida). Diese Technik erforderte zunächst die Herstellung eines Modells aus Lehm (Ton) in der Form des erwünschten Guss-Produktes. Sodann wurde die Oberfläche mit Bienenwachs bedeckt und darauf folgend mit Lehm (Ton) überzogen. Nach Aushärtung der Gussform wurde sie erhitzt und das schmelzende Wachs lief aus der Form heraus. Nunmehr goss man das flüssige Kupfer in die Hohlform. War dann das Metall abgekühlt, zerschlug man die Form (33), (34). Mit dieser Methode wurden zahlreiche Schellen erzeugt (**Abb. 9**). Als Produkte der o. a. Kaltbearbeitung von ge-

Tabelle 2: Kupferminerale, Verwendung vor dem 16. Jahrhundert Präkolumbisches Mexiko.

KUPFERMINERALE	WAFFEN UND WERKZEUGE	ORNAMENTE, RITUALOBJEKTE	FARBSTOFFE	VERSCHIEDENES
Gediegenes Kupfer	Belle, Meißel, Nadeln, Geräte f. den Ackerbau	Verschiedenes	—	—
Sulfide	—	—	—	Zur Herstellung von geringwertigem Schmuck
Cuprit, Chryssokoll, Malachit, Azurit	—	—	grün, blau	Zur Herstellung von geringwertigem Schmuck. Metallurgische Verarbeitung
Atocomit	—	Verschiedenes, durchbohrte kleine Kugeln	—	—

Quelle: *Arqueología Mexicana*, Rocas y Minerales del México Antiguo (Auszüge)

diegenem Kupfer oder von gegossenen Kupferstücken finden sich Nadeln, Meißel, Pinzetten, Stichel, Beile (vgl. **Abb. 10**), Ohrringe, Schmuck und andere Ornamente.

Das weiche Metall Kupfer kann man zwar durch Hämmern von den Spitzen und Schneiden der Geräte bis zu einem gewissen Grad härten, aber diese Verbesserungen stellten gegenüber den herkömmlichen Werkzeugen aus Stein, Knochen usw. keinen bedeutenden Fortschritt dar. Besondere Bedeutung hatte das Kupfer aufgrund seiner Klangfülle. Die Töne der Schellen hatten in religiösem Sinn eine schöpferisch-kreative Wirkung (35).

Etwa gegen 1.200 n. Chr. begannen die Metallurgen Bronzen zu gießen. Funde belegen, dass im Laufe der nächsten Jahrhunderte eine Vielzahl von Legierungen produziert wurde. Manche dieser Mischungen mögen durch Zufall zustande gekommen sein. Andere fand man wahrscheinlich durch Versuchsreihen. Hier seien einige dieser Legierungen angeführt: Tumbaga (Gold 82%, Kupfer 18%), Silber-Kupfer, Kupfer-Blei, Kupfer-Arsen (Arsenopyrit, häufiges Mineral in Mexiko), Messing (Zink 15%, Kupfer 85%), Kupfer-Antimon (in verschiedenen Mischungsverhältnissen), Legierungen, die aus gemischten Mineralien und/oder der Mischung verschiedener Legierungen zufällig entstanden, und – be-



Abb. 9: Kupferschellen. Museo Nacional de Antropología, Mexio. Lit. *Arqueología Mexicana*. D. Hosler. Aufnahme: R. Konopasek, 2005.



Abb. 10: Kupferbeile aus dem Südwesten von Mexiko. Lit. *Arqueología Mexicana*. D. Hosler. Breite der Schneide (2. Beil von links) ca. 7 cm, Höhe ca. 22 cm. Aufnahme: R. Konopasek, 2005

sonders wichtig! – die Legierung aus Kupfer und Zinn in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen, auch „gewöhnliche Bronze“ oder „hartes Kupfer“ genannt. Für die auf sehr hohem Niveau befindliche Goldschmiedekunst kamen sowohl gediegene Metalle (Gold, Silber, Kupfer) als auch metallurgisch gewonnenes Kupfer und Silber zur Verwendung (36).

Um die Kupfer-Zinn-Bronze herzustellen, wurden gesondert der Zinnstein und das Kupfermineral (z. B. Malachit) geschmolzen. Danach schmolz man beide Metalle zusammen. Mittels einer anderen Methode schmolz man eine Zinnstein-Kupfermineral-Mischung.

Aufgrund der günstigen Eigenschaften, wie etwa größerer Härte, Widerstandsfähigkeit und guter Schmiedbarkeit, erzeugte man nunmehr aus Kupfer-Zinn-Bronze und Kupfer-Arsen-Bronze Gegenstände, die früher aus Kupfer hergestellt worden waren. Dies galt besonders für die Produktion von Schellen. Ebenso wurden in großer Anzahl Pinzetten zum Enthaaren erzeugt. Diese Bronzepingzetten waren größer, breiter und von kunstvollerer Form als ihre früheren kupfernen Gegenstücke. Die Werkstücke konnten im Vergleich zum Kupfer mit geringerer Wandstärke, schärferer Schneide, größerer Länge (Nadeln), längerer Haltbarkeit und größerer Spitzigkeit hergestellt werden. Als besonders wichtig erachtete man die Möglichkeit, mittels verschiedener Bronzen, wie ehemals mit Kupfer, Variationen der Farbtonung zu erzeugen. Einige Schellen haben einen Zinngehalt bis zu 22%, in anderen betrug der Arsengehalt 23%. Wenn der Arsengehalt so hohe Werte hat, erscheint das Legierungsmetall silberfarben (**Abb. 11**). Bei Erhöhung des Zinngehaltes in der Bronze nimmt die Legierung eine goldfarbene Tönung an. Diese Eigenschaft war besonders für große Pinzetten (Zinn etwa 10%) und Ringe erwünscht. Solche, mit großer Sorgfalt bearbeitete Stöcke wurden vom Adel und der Elite des Landes als Symbole für politische und religiöse Machtfülle getragen. In diesem Zusammenhang ist zu erwähnen, dass die Völker Mittelamerikas Gold und Silber als göttliche Substanzen erachteten. Gold wurde mit der Sonne in Zusammenhang gebracht und „göttliche gelbe Wucherung“, auch „Stuhlgang der Sonne“ genannt. Für



Abb. 11: Kupferbarren, a = reines Kupfer, b = Kupfer mit 5 % Arsen. Lit. *Arqueología Mexicana*. D. Hosler (ohne Größenangaben). Aufnahme: R. Konopasek, 2005.

Silber galt sinngemäß in Verbindung mit dem Mond die Bezeichnung „göttliche weiße Wucherung“, sowie „Stuhlgang des Mondes“. Aufgrund der metallurgischen Eigenschaften von Gold und Silber, d. h. geringe Widerstandsfähigkeit und geringe Härte, waren diese beiden Metalle für die Herstellung von Pinzetten, Schellen usw. nicht geeignet. Dieses Problem wurde überbrückt, indem man, wie erwähnt, mittels Kupfer-Arsen-Bronzen oder Kupfer-Zinn-Bronzen Gegenstände in silberfarbener oder goldfarbener Tönung herstellte.

Abschließend und zusammenfassend stellt sich die Frage, warum man bei der erwiesenermaßen weit fortgeschrittenen Bronzemetallurgie nicht auch Waffen und Werkzeuge aus dieser Legierung erzeugte. Eine Erklärung hierfür mag sein, dass die Völker Mittelamerikas seit vielen Jahrhunderten Techniken beherrschten, die mittels Steinen, Knochen, Lehm (Keramiken) und anderen Materialien den Bedürfnissen ihrer täglichen Lebenshaltung sowie für die Kriegführung (Schwerter mit Obsidianklingen) genügten. Die Metalle dienten aber, wie erwähnt, aufgrund der Farbtönungen des Metalls und der Klangfarben (Schellen) vorwiegend den führenden Schichten als Symbole politischer und religiöser Macht.

5. Funde von Kupfer- und Bronzeobjekten in Südamerika

Der Landweg von Nord- und Mittelamerika nach Südamerika führt zwangsläufig durch Ostpanama nach Kolumbien. Dieser Bereich wird durch die Wasser- und Urwald-Sumpflandschaft des Darién und das Flusslabyrinth des Río Atrato beherrscht. Bezeichnend für die Qualität des grundlosen Untergrundes ist – wie ein Blick auf die Landkarte beweist – die Tatsache, dass bis heute noch keine Straßenverbindung durch diese grüne, moskitoverseuchte Wildnis führt. Die panamerikanische Straße, die theoretisch von Alaska bis Feuerland reicht, hat in der hier erwähnten Landenge eine Unterbrechung. Die Migrationen der Paläo-Indianer von Alaska bis in die südlichste Spitze Südamerikas müssen hier auf große Hindernisse gestoßen sein. Entweder haben diese frühen Einwanderungswellen mit primitiven Booten einen Weg durch das von Tausenden kleiner wirt verlaufender Dschungelwasserläufe absolut unübersichtliche Land gefunden, oder sie fuhren mit Booten an der nördlichen und/oder südlichen Küste Panamas bis nach Kolumbien, wo sie Wege aus dem Urwald-Tiefland in die höher gelegenen Regionen fanden, oder – eine weitere Hypothese – war am Ende der letzten Eiszeit der Urwald von Darién noch nicht so überflutet wie man ihn heute vorfindet und somit leichter passierbar. Weitere Anregungen zur Lösung des Fragenkomplexes bilden die in Kapitel 3 beschriebenen Routen 6 und 7. Sei dem wie immer, fest steht, dass zwischen dem nördlichen und dem südlichen Teilkontinent Verbindungen bestanden, entlang derer offensichtlich Handel und Austausch von Kulturgütern bestanden haben müssen. In diesem Zusammenhang ist aber die zur Zeit als Tatsache geltende Auffassung in-

teressant, dass die Südamerikaner früher als die Mittelamerikaner die Metallbearbeitung beherrschten und diese Technik von Süden nach Norden verbreitet wurde.

Im Nordwesten Argentiniens blühte von etwa 700 – 1.000 n. Chr. die LA AGUADA-Kultur. Dort wurden die ältesten Bronzeobjekte von ganz Amerika hergestellt (37) – vgl. **Abb. 12**. In Argentinien wurden Bronzen mit 30 und 55 % Zinngehalt gefunden. Diese Legierungen waren zur unmittelbaren Herstellung von Werkzeugen nicht brauchbar. Sie wurden als Rohstoff erachtet und als Tauschartikel für weitere Bronzeherstellung weitergegeben (38).

In Kolumbien wurden nach heutigem Kenntnisstand weder Kupfer- noch Bronzeobjekte erzeugt. Die CHIBCHA/MUISCA-Kultur, weitgestreut um die Gegend des heutigen Bogotá gelegen, hatte einen Stand erreicht, der – abgesehen von den peruanischen Königreichen und dem Inka-Imperium – als der fortgeschrittenste von Südamerika anzusprechen ist. Die Technik und Kunst der Goldbearbeitung blieb – wie Betrachtungen in entsprechenden Museen beweisen – bis heute unübertroffen. Hierbei ist anzumerken, dass es im Bereich der CHIBCHAS keine Goldvorkommen gibt. Dieses Metall wurde auf Handelswegen durch Tausch gegen Steinsalz erworben. Die kulturelle Hochphase dieses Volkes fiel in die Zeit von etwa 1.200 – 1.520 n. Chr. (39). Die CHIBCHAS arbeiteten häufig mit der Tumbaga-Legierung. Bei dieser Mischung aus Kupfer und Gold betrug der Kupferanteil bis zu 70 %. Diese Legierung ist härter als jede einzelne der beiden Grundkomponenten. Tumbaga-Objekte erhielten durch das *Mise-en-Couleur*-Verfahren eine goldglänzende Oberfläche. Hierbei erhitze man das Objekt mäßig, sodann entfernte man das an der Oberfläche entstehende Kupferoxyd durch ein Bad in sauren Pflanzensäften; es entstand eine dünne, fast reine Oberfläche aus reinem Golde (40), (41). Diese

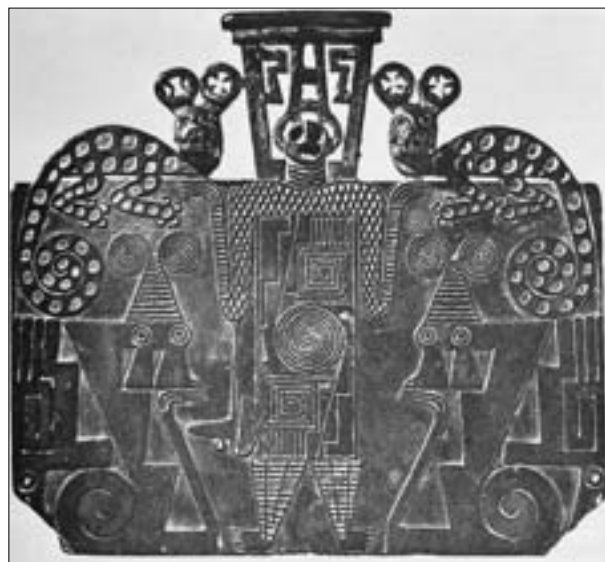


Abb. 12: Gegossene Kupferplakette. Menschliche Figur zwischen zwei katzenartigen Tieren. La Aguada Kultur. Nordwest-argentinien. Lit. *South American Mythology*. H. Osborn. Aufnahme: R. Konopasek, 2005.

Technik verbreitete sich von Kolumbien bis nach Süd-Mexiko und nach Perú (?). Zu den CHIBCHA-Kulturen ist abrundend noch zu erwähnen, dass diese bis zur Ankunft der Europäer ausschließlich Steinwerkzeuge (z. B. in ihren als Tagebau betriebenen Smaragdgruben) verwendeten. Das für Handelszwecke sehr wichtige Salz (z. B. Salzlagerstätte von Zipsquirá) wurde aus Solen gewonnen (42).

Die für unsere Betrachtungen der Kupfer- und Bronzebearbeitung bedeutendsten Bereiche Südamerikas liegen weiter im Süden, nämlich etwa innerhalb jenes Streifens der von den Zentral-Anden zur Pazifikküste reicht. Diese Fläche wird heute vorwiegend von Perú, aber auch teilweise von Bolivien, Ecuador und Chile bedeckt. Hier entwickelten sich die fortschrittlichsten Zivilisationen von Südamerika (43). Die Bereiche der hervorragendsten Kulturen während der letzten 330 Jahre vor dem europäischen Eindringen zeigt **Abb. 13**. Die keineswegs vollständige Reihung der zahlreichen, einander beeinflussenden Völker in den Zentral-Anden und der dazugehörigen Pazifikküste ist Gegenstand der **Tabelle 3**. Im Sinne der besseren Übersicht ist es sinnvoll, **Ta-**

Tabelle 3: Archäologische Entwicklung in Perú

KULTUR METALLURG. Horizont	Zeit	KÜSTE			ANDEN		
		Norden	Zentrum	Süden	Norden	Zentrum	Süden
Später Horizont	1.533	INCA					
Späte Zwischenperiode	1.440	CHIMÚ	CHANCAY	ICA	HUAMANCOCHO etc. CHACHAPOYA	QUILLQUE, HUANCA	INCA Chullpa etc.
Mittlerer Horizont	1.200	TIAHUANACOIDE					
Frühe Zwischenperiode	800	Lambayeque	GEGENSEITIGE DURCHDRINGUNG			Moari	TIAHUANACO
Früherer Horizont	0	MOCHICA (Moche)	NAZCA		CAJAMARCA RECUAY	HUARU	PUCARA
Prä-Keramik	200	SALINAR Vidua	Salinas de Bella	Perúcos	Huarez	CHANAPATA	GALUYO
	500	CABALLO MUERTO	Anón y Supa Chevín	Curaycos Chevín	Chevín de Huantar (mehrere Phasen)	?	?
	900	Gualape	Haldas (Sechín)	Chugullents			
	1.300		Tres Ventanas (?)	San Nicolás (?) A S I A Oliza		Jayhuamachay (Apuacha)	
	4.000	Pumpe de las Fósiles	Anón-Litico (?)	Perúcos-Chico Beginn Ackerbau (?) Toquepala	Lauricocha I (Huánuco)	Puente Ayacucho	
	18.000			Extremes Süden			

Quelle: „Manual de Arqueología Peruana“. Anmerkungen: Die Namen der Kulturen sind in der Originalbezeichnung wiedergegeben. Schattierte Flächen = Funde von Kupfer-/Bronze-Gegenständen.



Abb. 13: Perú, Späte Zwischenperiode (1.200 – 1.438 n. Chr.) und Später Horizont (1.438 – 1.532 n. Chr.).

belle 3 und Abb. 13 als zusammenhängende Informationsquelle zu erachten. Wie im Abschnitt 1 (Einleitung) angedeutet, werden „geltende“ Aussagen häufig durch archäologische Neufunde umgehend zu Makulatur. Im Hinblick auf die in **Tabelle 3** schattierten Flächen, d. h. jene Gegenden aus denen Funde von Kupfer- und Bronzegegenständen bekannt sind, folgt daraus, dass schon in naher Zukunft diese Tabelle weitere schattierte Flächen aufzuweisen hätte. Der geneigte Leser möge diese Ungenauigkeit freundlich billigen.

Eine detaillierte Beschreibung der Kupfer- und Bronze-metallurgie der einzelnen Kulturen würde den Rahmen der vorliegenden Betrachtungen bei weitem überschreiten. Wir beschränken uns somit auf zusammenfassende Beispiele, um den allgemeinen Überblick zu bewahren.

Im Küstenbereich hat man Funde gemacht, die auf eine Kupferverarbeitung um etwa 800 v. Chr. (?) schließen lassen. Einige Autoren vermuten, dass schon im Zeitraum von etwa 500 – 200 v. Chr. auch im Bereich der Zentral-Anden die Technologie des Silbers, des Goldes und des Kupfers sowie von einigen Legierungen (?) entwickelt worden war. Nach diesen Quellen wurde das Schmelzen in Lehmöfen mit Holzkohlenfeuerung und Einblasen von Luft mittels Kupferröhren erzielt. Auch soll man schon in Gegenden, wo häufig Winde bliesen,

diese durch Aufstellung von Öfen zu nutzen gewusst haben. Das Prinzip der Legierungen wurde möglicherweise durch Zufall entdeckt (44).

Aus diesen frühen Phasen erhebt sich markant die MOCHICA/MOCHE-Kultur. Die Versorgung mit Rohmaterialien erfolgte wahrscheinlich durch Handelsbeziehungen mit den Stämmen des Hochlandes. Eine bedeutende Stufe der Metallbearbeitung wurde erreicht. Die MOCHES erzeugten bereits Kupfer-Arsen-Bronzen, die Herstellung der Kupfer-Zinn-Bronze war ihnen aber – nach heutigem Stand der archäologischen Kenntnisse – unbekannt. Nebst der Technik des Kalthämmerns wandte man auch schon das Hämmern von erhitztem Metall und das Zusammenschweißen an. Mittels dieser Methode konnte man mit dünnen Blechen voluminöse Objekte bei geringem Rohstoffverbrauch herstellen. Weitere Verfahren umfassten das Gießen von Metallen, Treibarbeiten und das Schweißen. Der „Mise-en-Couleur“-Prozess zur Erzeugung goldglänzender Oberflächen (vgl. CHIBCHAS/Kolumbien) war ebenfalls Teil der MOCHE-Metallurgie (45). Ein weiteres Verfahren, das „Repousse“, war die Treibarbeit. Bei dieser Technik wird Blech so lange über Modellformen gehämmert, bis das Motiv der Matrix nachgebildet war. Modellformen, die aus zwei Holzstücken bestanden, ermöglichten die Herstellung von Gefäßen aus einem einzigen Blechstück. Beide Holzformen konnte man wiederholt verwenden. Es ist erwähnenswert, dass die hier beschriebene Arbeitsweise später auch von den Kunsthandwerkern der LAMBAYEQUE- und CHIMÚ-Kultur für die Herstellung von Gefäßen in Kopfform zur Anwendung kam (Abb. 14) (46).

Aus der NAZCA-Kultur (Tabelle 3) fand man dünne Goldblech-Legierungen mit hohem Kupferanteil. Mit Treibarbeit erzeugte man detaillierte Hochreliefs.

Die Metallbearbeitung der LAMBAYEQUE und besonders in Folge jene der CHIMÚ, Erben der MOCHE-Tradition, hatte ihren Höhepunkt im 13. und 14. Jahrhundert. Die Kunsthandwerker der CHIMÚ erzeugten Metallarbeiten von außergewöhnlicher Qualität. Der Goldgehalt war niedrig. Die Mehrzahl der Fundstücke besteht aus Kupfer-Arsen-Bronze. Die Lagerstätten, von denen die CHIMÚ das Gold, Silber und Kupfer bezogen, sind noch nicht eindeutig bekannt. Jedoch ist anzuneh-

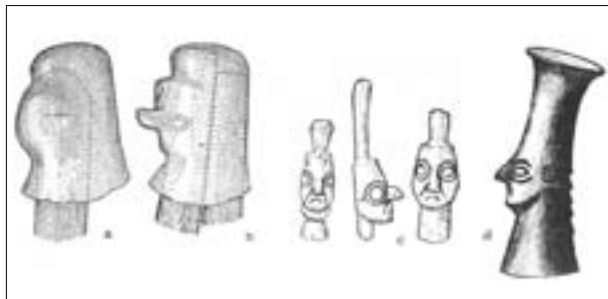


Abb. 14: Herstellung einer Vase aus einem einzigen Blechstück. Keine Schweißnaht, zwei Holzstücke als Formen. (Nach Easby). Lit. *Manual de Arqueología Peruana*. F. Kauffmann Doig. Aufnahme: R. Konopasek, 2005.

men, dass die angewandten metallurgischen Verfahren aus früheren Kultur-Perioden stammten. In Diskussion steht, ob das „Versilbern“ (Legierung aus Silber und Kupfer) eine Erfindung der CHIMÚ ist. Die Härte von Werkzeugen und Waffen erzielte man durch Kalthämmern. Verschiedene Geräte bestanden aus Legierungen. Durch Punzieren verzierte man Becher, für Zeremonien verwendete Messer und Masken. Kupfer-Zinn-Bronzen sind wahrscheinlich erst in der Übergangszeit CHIMÚ-INKA anzusiedeln. Das Zinn dürfte auf Handelswegen aus den an Zinnerzen reichen Gebieten der AYMARÁ (heute Bolivien) in die Küstenregion gelangt sein. Die LAMBAYEQUES erzeugten zahlreiche Objekte aus Tumbaga – siehe CHIBCHAS. Diese Tatsache ist deshalb bedeutend, weil man früher davon ausging, dass sich die Tumbaga-Erzeugung, von Kolumbien ausgehend, nur nach Norden – bis nach Mexiko verbreitet habe (vgl. CHIBCHAS/MUISCAS). In der Kultur der TIAHUANACO-HUARI (vgl. Tabelle 3), war die Metallbearbeitung ebenfalls präsent. Ein sehr interessantes Zeugnis von dieser Fertigkeit stellen die am Titicaca-See befindlichen Bauten dar (47). Dort, z. B. im Gelände der Stadt Tiahuanaco, hat man die Steinblöcke der Bauten mit Kupferklammern zusammengehalten.

Ehe wir uns der letzten, hier zu besprechenden südamerikanischen vorkolumbischen Kultur, den INKAS, zuwenden, soll auf die Anmerkungen von Garcilaso Inca de la Vega (48) bezüglich der geringen Anzahl von Geräten und Werkzeugen, mit denen die Indianer das Auslangen fanden, Bezug genommen werden:

„Sie arbeiteten mit einigen Geräten aus Kupfer und Messing. Sie kannten weder den Hochofen noch den Blasebalg. Die erforderliche Luftzufuhr für die Schmelze wurde durch 8 – 12 Männer gewährleistet, die mit kupfernen Rohren in die Flamme bliesen (49).“ In windbetriebenen Öfen, den sogenannten „Huairas“ erzielte man Schmelztemperaturen von über 1.000 °C. De la Vega erwähnt weiterhin, dass die Indianer Zangen nicht kannten. Sie nahmen mittels Holz- oder Kupferstangen das Metall aus den Öfen und warfen es zur Abkühlung auf angefeuchtete Erdhaufen. Weil den Indianern bekannt war, dass die Dämpfe der Metallschmelzen gesundheitsschädlich sind, errichteten sie die Öfen nie unter Dach, sondern nur unter freiem Himmel.

Ebenso wenig wie für die CHIMÚ sind bis dato die von den INKAS angewandten bergmännischen Abbaumethoden eindeutig festgestellt. Nach Ansicht des Verfassers dürfte aber kein wesentlicher Unterschied zu den Verfahren, wie für den mittelamerikanischen Bereich erörtert, bestanden haben. Dies umso mehr, als auch heute noch im Kleinstbergbau der Zentral-Anden diese Arbeitsweisen ohne besondere Änderungen gebräuchlich sind (50). Man findet viele alte Stolleneingänge im Bereich jener Berge, die zur Region der CHIMÚ gehörten. Manche von diesen mögen aus der frühen Kolonialzeit stammen, andere aber haben zweifelsfrei ihren Ursprung in früheren Zeiten (51). Dass Gold aus Fluss-

seifen gewonnen wurde, darf angenommen werden. Es scheint erwiesen, dass die INKAS kenntnisreiche CHIMÚ-Metallurgen nach Cuzco (Hauptstadt des Inkareiches) übersiedelten. Dementsprechend haben dort das Kunsthandwerk und die Metallurgie in der Spätphase vor der spanischen Conquista (Eroberung) einen hohen Stand erreicht. Wie in den vorhergehenden Kulturen kannte man das Aushämmern von Blechen, das Schmelzen, das Schweißen, das Gießen mit verlorenem Wachs, das Vergolden usw. Während der INKA-Zeit wurde die Verwendung der Kupfer-Zinn-Bronze allgemein. Das Metall hämmerte man während des Erkaltes. Man erkannte, dass Bronze bei sehr gefälligem Aussehen auf verschiedene Art bearbeitet werden kann und sich für vielfältige Anwendungen eignete. So gibt es menschliche Figuren aus Gold, Silber und Bronze, entweder als Hohlformen, aber auch als Vollguss (Abb. 15), ebenso kleine Llamas (das Andenkamel). Die Palette der Funde umfasste nebst zahlreichen anderen auch Schmuckgegenstände, Tumis (Abb. 16), die man für Opferzeremonien gebrauchte sowie Geräte für chirurgische Eingriffe (wie zum Beispiel Schädelreparationen). Hierzu gehörten Messer (ein besonders schönes Beispiel zeigt Abb.



Abb. 15: Bronzeguss – Inkazeit. Fundort: Machu Picchu. Unterschiedliche Größen. Höhe ca. 6 – 10 cm. Aufnahme: R. Konopasek, 2005.

17), Schaber, Meißel, Nadeln, Löffel usw. In der Vielzahl der Bronze-Produkte finden sich auch Stecknadeln zum Zusammenhalten der Kleidung (sogenannte „Tupus“), Ohrpflocke, Kämmen, Hebel, Bolas zum Fangen der Vögel und als Schleuderwaffe, Ohrlöffel zum Säubern des Gehörganges, Pinzetten zum Auszupfen einzelner Barthaare (der spärliche Haarwuchs der Indianer erübrigte das Rasieren). Diese kleinen Zangen hatten eine besondere

Bedeutung; waren sie aus Gold oder Silber hergestellt, durften sie nur von Mitgliedern des Adels getragen werden, das einfache Volk verwendete Bronzepinzetten (52) (vgl. weiter oben TARASKEN und AZTEKEN). Die dem Hofstaat des Inkaherrschers angehörigen „Erwählten Frauen“ verfertigten für diesen und den Hochadel Festgewänder, auf die sie Glöckchen und polierte Edelmetallplättchen (Gold, Silber und Kupfer) nähten. Bei festlichen Anlässen trugen die Männer kleine Silber- und Kupferglöckchen, die an langen Schnüren unter den Knien hingen. Allgemein galt, dass Bronze das einzige Metall war, welches das gewöhnliche Volk tragen und verwenden durfte (53). Gold und Silber wurden als „Schweiß der Sonne“ bzw. „Tränen des Mondes“ bezeichnet (vgl. hierzu die Auffassung der mittelamerikanischen Kulturen). Adlige Frauen trugen Überwürfe mit dekorativen Stecknadeln aus Gold, Silber oder Bronze.

Im Gegensatz zu den Völkern Mittelamerikas (siehe oben) erzeugten die INKAS Waffen aus Bronze. Die Legierung hierfür sowie für Werkzeuge hatte niedrigen Zinngehalt und wurde kalt gehämmert. Höhere Zinnge-



Abb. 16: Ein Tumi in schlichter Ausführung. Bronze. Lit. Manual de Arqueología Peruana. F. Kauffmann Doig. Breite ca. 10 cm, Höhe ca. 10 cm. Aufnahme: R. Konopasek, 2005.

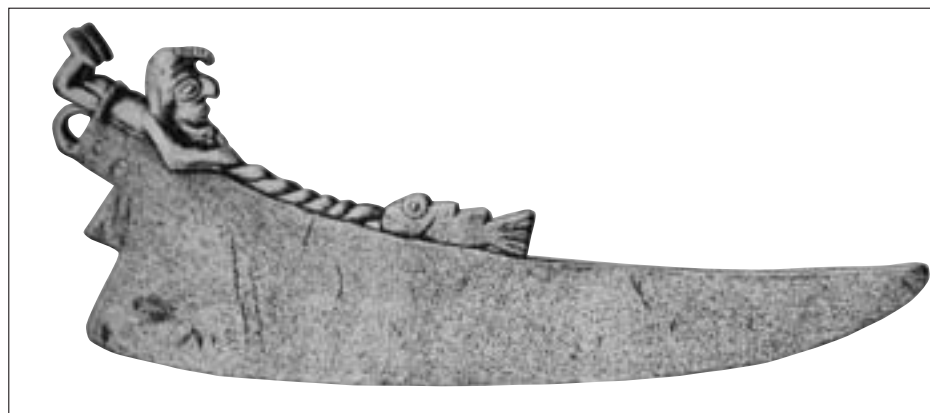


Abb. 17: Bronzemesser. Am Messerrücken befindet sich ein Fischer. Lit. Manual de Arqueología Peruana. F. Kauffmann Doig. Aufnahme: R. Konopasek, 2005.

halte wandte man für Bronzeornamente usw. an. Die Krieger der mächtigen Streitmacht trugen Rüstungen mit Verkleidungen aus polierten Bronzeplatten (54). Im Nahkampf benutzten die Soldaten der Inkaarmee Seile, an deren einem Ende eine mit Dornen versehene kupferne Schlagkeule angebunden war (**Abb. 18**). Eine weitere, sehr gefährliche Hieb- und Wurf-Waffe war die Streitaxt/Streitkolben, an deren langem Holzstiel ein sternförmiger Kopf aus Bronze, Kupfer oder Stein steckte. Dieser Stern hatte gegebenenfalls noch zusätzlich eine scharfe Klinge (**Abb. 19**) (55).

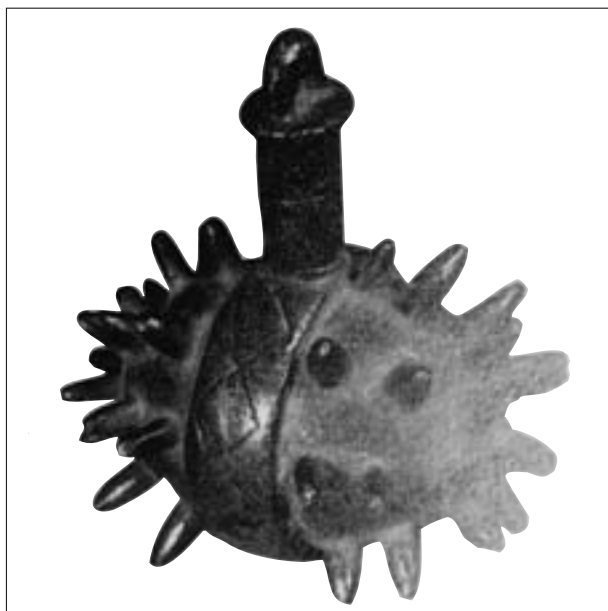


Abb. 18: Schlagkeule, am Seil zu befestigende. Waffe. Lit. *Gold und Macht der Inka. Time-Life Bücher*. Länge ca. 7 - 10 cm, Höhe bis Öse ca. 7 - 10 cm. Aufnahme: R. Konopasek, 2005.



Abb. 19: Streitaxt-Kopf. Bronze. Stern mit Klinge. Lit. *Gold und Macht der Inka. Time-Life Bücher*. Durchmesser Stern ca. 7 - 10 cm. Höhe einschließlich Klinge ca. 10 - 14 cm. Aufnahme: R. Konopasek, 2005.

Vom Inkareich ausgehend, gelangten auf Handelswegen Kupfer- und Bronzegeräte an Indianerstämme, die im Urwald östlich der Anden-Kette lebten.

Abschließend sei hier noch erwähnt, dass die INKAS bereits aus Meteoreisen schwere Werkzeuge herstellten (56).

Nach Ankunft der Europäer in nachkolumbischer Zeit erfolgte eine tiefgreifende Umwälzung der örtlich bestehenden Kulturen. Die Verwendung des Eisens brachte die Kupfer- und Bronzezeit abrupt zu Ende. Eine neue Ära begann.



Für Hinweise und Überlassung von ausführlichem Quellenmaterial dankt der Autor Herrn Univ.-Prof. Dr. Federico Kauffmann Doig, Lima, Perú.

Schrifttum

- Arqueología Mexicana. Autorengruppe: Rocas y Minerales del México Antiguo. Vol. V, Num. 27. Imprenta Madera, México. Septiembre-Octubre 1997.
- Arqueología Mexicana. Autorengruppe : Primeros Pobladores de México. Vol. IX, Num. 52. Imprenta Madera, México. Noviembre-Diciembre 2001.
- Bancroft-Hunt, Norman: Indianer Nordamerikas. Gondron Verlag GmbH & Co KG. Bindlach, 1994.
- Brockhaus – Die Enzyklopädie: 20. Auflage. Mannheim, 1997.
- Castillo Martos, Manuel: Minería y Metalurgia. Munoz Moya y Montraveta editores. Sevilla – Bogotá, 1994.
- Collier's Encyclopedia. Crowell Collier and McMillan Publishing Company. U.S.A. 1967.
- dtv-Lexikon: München, 1999.
- Easby, Dudley T.: Los vasos retratos del Perú como fueron elaborados. Revista Museo Nacional. No. 24, 137-153. Lima, Perú.
- Faszination Gold. Autorengruppe. Orbis Verlag. München, 2002.
- Garcilaso Inca de la Vega: Comentarios reales de los Incas. Ed. Depto. De Publicaciones de la Universidad de San Marco. Lima, 1959/60.
- GEO Epoche. Autorengruppe: Die Indianer Nordamerikas. Gruner + Jahr AG & Co. Hamburg, Oktober 2000.
- GEO Epoche. Autorengruppe: Maya, Inka, Azteken. Gruner + Jahr AG & Co. Hamburg, 2004.
- Gmelins Handbuch der Anorganischen Chemie. Kupfer. Achte Auflage. Verlag Chemie, GmbH. Weinheim, Bergstraße, 1955.
- Guaman Poma de Ayala, Felipe: Nueva Coronica ibuen Gobierno. Sigloveintiuno editores (sic!). México/Madrid/Bogotá, 1988.
- Von Hagen, Victor W.: Sonnenkönigreiche. Droemer Knauer. München, 1977.
- Helfer Aguedas. José Miguel: Descubrimiento Machu Picchu. Ediciones del Hipocampo S.A.C., Lima, 2004.
- Kauffmann Doig, Federico: Manual de la Arqueología Peruana. Ediciones Paisa. Lima, Perú, 1973.
- Kauffmann Doig, Federico: La orfebrería en el Perú antigua. Manuskript. Lima, 2005.
- Konopasek, Robert: Gesichtspunkte zur Erstellung vorläufiger Durchführbarkeitsstudien (Pre-Feasibility-Studien) für Bergbauprojekte in Entwicklungsländern unter besonderer Berücksichtigung des Bergbaus in den Anden. Dissertation. Montanuniversität Leoben. Juli 1979.
- Kraume, Emil: Kupfer. 4. Band. Zweite Auflage. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart, 1964.

- Kromer, Karl: Von frühem Eisen und reichen Salzherren. Skriptum. 1964.
- Das moderne Lexikon. Bertelsmann Lexikon-Verlag. Berlin, 1976.
- Lumbreras, Luis G.: De los pueblos, las culturas y los artes del Antiguo Perú. Francisco Montoa Editores. Lima, 1969.
- McDivitt, James F. and Jeffery, W.G.: Minerals and the Developing Countries. Seeley W. Mudd Series. American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers Inc. New York, 1976.
- Neugebauer, Johannes-Wolfgang: Österreichs Urzeit. Amalthea Verlag GmbH. Wien, München, 1990.
- Neumann, Bernhard: Die Metalle. Verlag Wilhelm Knapp. Halle a. S., 1904.
- Norton Leonard, Jonathan: Amerika, die indianischen Imperien. rororo Sachbuch, Redaktion der Time-Life Bücher. Hamburg, 1973.
- Osborne, Harold: South American Mythology. Paul Hamlin Publishing Group. New York, 1975.
- Peru – Versunkene Kulturen: Ausstellungskatalog. Leoben, 2000.
- Prain, Ronald: Copper, The Anatomy of an Industry. Mining Journal Books Ltd. London, 1975.
- Preßlinger, H./ Sperl, G./ Eibner, C./ Walach, G.: Kupfererzverhüttung in Österreich vor 3000 Jahren. Österreichischer Kalender für Berg Hütte und Energie. Montan-Verlag. Wien, 1982.
- Rössing, Adelbert: Geschichte der Metalle. Verlag Leonhard Simion. Berlin, 1901.
- Sanchez Gomez, Dobado Julio, Gonzalez Rafael: Spanish Mining on the way to Industrialization. Vierteljahresschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte. Beiheft 115. Stuttgart, 1995.
- Seidel, Ute: Bronzezeit. Württembergisches Landesmuseum. Stuttgart, 1995.
- Solís, Felipe: Nacionales Anthropologisches Museum. Monclem Ediciones S.A. México, 2002.
- Southworth, J. R.: Las Minas de México. Tomo IX. México, 1905.
- Spahni, Jean-Christian und Moser, Rudolf: Indianer Südamerikas. Sila-Verlag. Zürich, 1986.
- Sperl, Gerhard: Der Montanhistorische Verein für Österreich. Österreichischer Kalender für Berg Hütte und Energie. Montan-Verlag. Wien, 1979.
- Stirling, Matthew W.: Indians of the Americas. National Geographic Society. Washington, 1955.
- Taylor, Colin F.: The American Indian. Courage Books. Running Press. Philadelphia, 2002.
- Time-Life Bücher. Autorengruppe: Die verlorene Welt der Maya. ECO Verlag GmbH. Köln, 2001.
- Time-Life Bücher. Autorengruppe: Die blutige Herrschaft der Azteken. ECO Verlag GmbH. Köln, 2001.
- Time-Life Bücher. Autorengruppe: Gold und Macht der Inka. ECO Verlag GmbH. Köln, 2001.
- Time-Life Bücher. Autorengruppe: Geheimnisvolle Indianer-Kulturen. ECO Verlag GmbH. Köln, 2001.
- (10) Time-Life: Gold und Macht der Inka. S. 158-159.
- (11) GEO Epoche: Maya, Inka, Azteken. S. 170-177.
- (12) Spahni und Moser: Indianer Südamerikas. S. 11-30.
- (13) Time-Life: Geheimnisvolle Indianer-Kulturen. S. 160-161.
- (14) Time-Life: Blutige Herrschaft der Azteken. S. 158-159.
- (15) Time-Life: Verlorene Welt der Mayas. S. 160-161.
- (16) Brockhaus – Die Enzyklopädie
- (17) Herold: Kupferindustrie vor 5000 Jahren. GEO Epoche, Die Indianer Nordamerikas. S. 168.
- (18) Taylor: The American Indian. S. 274.
- (19) Stirling: Indians of the Americas. S. 64.
- (20) Collier´s Encyclopedia.
- (21) Skizze nach GEO Epoche, Nr. 15. S. 171-172.
- (22) Auszüge aus dem Katalog von Solís: Nacionales Anthropologisches Museum. S. 18-19.
- (23) Collier´s Encyclopedia.
- (24) v. Hagen: Sonnenkönigreiche. S. 159.
- (25) Time-Life Bücher,:Die Verlorene Welt der Maya. S. 124.
- (26) Southworth: Las Minas de México. S. 33.
- (27) Konopasek: Dissertation.
- (28) Langenscheidt: La minería en el área mesoamericano. Arqueología Mexicana, Vol. V, Nr. 27. S.8.
- (29) Konopasek: Dissertation.
- (30) Brockhaus – Die Enzyklopädie.
- (31) Hosler: La tecnología de la metalurgia sagrada del occidente de México. Arqueología Mexicana, Vol. V, Nr. 27. S. 35.
- (32) Collier´s Enciclopedia.
- (33) Time-Life: Die blutige Herrschaft der Azteken. S. 139.
- (34) Hosler: Wie oben. S. 36.
- (35) Hosler: Wie oben. S. 39.
- (36) Langenscheidt: Wie oben. S.8.
- (37) Brockhaus – Die Enzyklopädie.
- (38) Gmelins Handbuch: Kupfer. S. 60.
- (39) Faszination Gold. S. 119-122.
- (40) Faszination Gold. S. 119.
- (41) Brockhaus – Die Enzyklopädie.
- (42) Castillo: Minería y Metallurgia. S. 487-489.
- (43) Osborne: South American Mythology. S. 23.
- (44) Lumbreras: De los pueblos, las culturas y las artes. S. 142.
- (45) Kauffmann: Manual de la Arqueología Peruana. S. 304.
- (46) Easby: Los vasos retratos del Perú. S. 137-153.
- (47) Kauffmann: Wie oben. S. 349-356.
- (48) Garcilaso Inca de la Vega: Comentarios Reales. S. 206-207.
- (49) Time-Life: Gold und Macht der Inkas. S. 110.
- (50) Konopasek: Dissertation.
- (51) Kauffmann: Wie oben. S. 406.
- (52) Time-Life: Wie oben. S. 108.
- (53) V. Hagen: Sonnenkönigreiche. S. 294.
- (54) Stirling: Indians of the Americas. S. 291.
- (55) Time-Life: Wie oben. S. 27.
- (56) Kauffmann: La orfebrería en el Perú antiguo. S. XVI.

Anmerkungen

- (1) McDivitt und Jeffery: Minerals and the Developing Countries. S.9.
- (2) Wie oben.
- (3) Die Werkzeuge waren eher als Hebel denn als Meißel eingesetzt.
- (4) dtv-Lexikon.
- (5) Das Moderne Lexikon.
- (6) Nach Kauffmann Doig: La orfebrería en el Perú. S. XVI.
- (7) Taylor: The American Indian. S. 8-10.
- (8) Osborne: South American Mythology. S.14.
- (9) Brockhaus – Die Enzyklopädie.

Dank für Spenden

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

Fortsetzung von res montanarum Heft 36/2005, S. U3

SCHÜTZENHÖFER Wolfgang, Dipl.-Ing. Dr.,
8600 Bruck a. d. Mur
SCHWARZ Rudolf, Dipl.-Ing. Dr., 8786 Rottenmann
SIDAN Heribert, Dipl.-Ing., 8750 Judenburg
SIEGMUND Ernst, Vorstandsdir. i. R. Dipl.-Ing.,
8600 Bruck a. d. Mur
SMOLNIKER Alfons, Dipl.-Ing., 8740 Zeltweg
STADLOBER Karl, Berghauptmann i. R. Hon.-Prof.
W. Hofrat Dipl.-Ing. Mag. Dr. iur., Ehrenpräsident
des MHVÖ, 8811 Scheifling
STADTGEMEINDE SCHLADMING
STEYRLEITHNER Wolfgang, Dipl.-Ing. Dr. mont.,
1220 Wien
TINTI Karlheinz, Betriebsdir. i. R. Professor
Dipl.-Ing., 8700 Leoben
TSCHERNITZ Erich, Landesrat a. D., 8784 Trieben
UNIVERSAL DRUCKEREI LEOBEN, 8700 Leoben
UNTERREINER Editha, 8010 Graz
VALLAND Franz, Kulturstadtrat, 8700 Leoben
VAVRA Norbert, Ao. Univ.-Prof. Dr., 1090 Wien
VEIDER Wolfgang, 5730 Mittersill
WALACH Georg, Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont.,
8700 Leoben
WALLNER Johann, 8795 Radmer
WASSERBAUER Edelbert, Dipl.-Ing.,
5505 Mühlbach am Hochkönig
WEBER Franz, em. O. Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c.,
8700 Leoben
WIESINGER Udo B., Mag., 4540 Bad Hall
WILHELM Josef, Reg.-Rat, 4463 Großraming
WINDHAGER Werner, Bürgermeister der Markt-
gemeinde St. Gallen, 8933 St. Gallen
WUTTE-FELMAYER Inge, 8010 Graz
ZAISBERGER Friedericke, Landesarchivdir. i. R.
Hofrat Dr., 5020 Salzburg
ZICHNER Hans Jürgen, Dipl.-Ing., 8053 Graz

◆◆◆◆◆

ASAMER Kurt, Ing. Mag., 4694 Ohlsdorf
AUREDNIK Herbert, Dipl.-Ing., 1100 Wien
BARTOLEIT Peter, Dipl.-Ing., 8833 Teufenbach
BORSTNER Franz, Dipl.-Ing., 8580 Köflach
BREGANT Ernst, Dr., 8020 Graz
BUBERL Alfred, Betriebschef Dipl.-Ing., 4031 Linz
DEININGER Gerhard, Ing., 8680 Mürrzuslag
DENK Eva, 9020 Klagenfurt
EDLINGER Alfred, Dipl.-Ing., 6780 Bartholomäberg
ERNST Kurt, DDipl.-Ing., 6395 Hochfilzen

FETTWEIS Günter B. L., em. Professor für Bergbau-
kunde, Dr.-Ing. Dr. h. c. mult., 8700 Leoben
FISCHER Berthold, Techn. Rat Dipl.-Ing., 8700 Leoben
FISCHER Norbert, Dipl.-Ing., 4202 Kirchschatz
FLICK Johanna, 8700 Leoben
FLICK Maximilian, Dir. i. R. Techn. Rat Ing.,
8700 Leoben
FÖLSS Volkmar, Dipl.-Ing., 8962 Gröbming
FRITSCHL Else, 8010 Graz
GOD Christian, em. O. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont.,
8700 Leoben
GÖTZENDORFER Karl, Dipl.-Ing.,
4060 Leonding/Alharting
GRUBER Alois, 8052 Graz
HAGENAUER Rosa, Dr., 2352 Gumpoldskirchen
HÖDL Friedrich, Dipl.-Ing., 1190 Wien
HÖFER Wolfgang, Dipl.-Ing., 4210 Gallneukirchen
HORAK Josef, Dipl.-Ing., 1130 Wien
HRIBERNIGG Helmut, Dipl.-Ing., 9500 Villach
ILLMAIER Franz, Bergrat h. c. Bergdir. i. R. Dipl.-Ing.,
8790 Eisenerz
ISELE Richard, Dipl.-Ing., 8790 Eisenerz
JUNG Franz, Vorstandsdir. i. R. Dkfm., 1210 Wien
JUVANCIC Hans, Vorstandsdir. i. R. Bergrat h. c.
Professor Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 8790 Eisenerz
KAINERSDORFER Franz-Alexander, Dipl.-Ing.,
8792 St. Peter-Freienstein
KATZIANKA Franz, Dir. i. R. Ing., 8707 Leoben
KERBER Hubert, Dipl.-Ing., 8706 Leoben
KIESLINGER Horst, Direktor i. R. Dipl.-Ing.,
9800 Spittal a. d. Drau
KÖCK Hermann, Dir. i. R. Hofrat Professor Dipl.-Ing.,
8774 Mautern in der Steiermark
KÖCK Josef, 8790 Eisenerz
KOINER Friedrich, Vorstandsdir. i. R.
Dipl.-Ing. Dr. techn., 8750 Judenburg
KOPP Heinz, Dir. Mag. Dr., 8664 Veitsch
KORSCHITZ Elmar, Min.-Rat i. R. Dipl.-Ing.
Mag. Dr. iur., 8724 Spielberg
KORTAN Oskar, Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 1190 Wien
KOWALL Friedrich, Gewerke Komm.-Rat Ing.,
2340 Mödling
KÜHNELT Gert, Vorstandsdir. i. R.
Dipl.-Ing. Dr. mont., 8700 Leoben
LABI Siegfried, Dipl.-Ing. Dr. iur., 7442 Lockenhaus
LERCHER Franz Kurt, Werksleiter i. R. Ing.,
9020 Klagenfurt
LILLIE Kurt, Mag. pharm., 8700 Leoben
LONGIN Hellmut, Bergrat h. c. Dipl.-Ing. Dr. mont.,
1031 Wien