

EINIGE BEMERKUNGEN ZUM URZEITLICHEN KUPFERBERGBAU AM MITTERBERG

Sebastian Biangardi, Mühlbach am Hochkönig

Der urzeitliche Kupferbergbau am Mitterberg im Bereich der wohl größten uns bis heute bekannten Kupferlagerstätte in den Alpen ist seit mehr als 125 Jahren Gegenstand eifriger archäologischer Forschung und Diskussion. Seit den ersten Anfängen des neuzeitlichen Bergbaues, 1827, ist man wiederholt mit dem "alten Mann", den Grubenbauen der Alten, in Berührung gekommen. Durch solche häufigen Berührungen wurden die unteren Grenzen der urzeitlichen Bergbautätigkeit recht gut geklärt. Es ist bekannt, daß die Alten mit ihren Grubenbauen bis über 100 m in den Berg eingedrungen waren.

Die wohl bedeutsamste bergbauarchäologische Entdeckung stellte sich am 1. September 1867 mit der Auf-fahrung eines ersoffenen Grubenbaues aus der Urzeit ein. Ausgehend von einem Vortrieb auf der Mariahilfssole stieß man völlig unerwartet auf einen noch gut erhaltenen Abbauraum der Alten. Einrichtungen und Gezähe waren durch sulfathaltige Grubenwässer konserviert worden. Es ist den eifrigen Bemühungen des damaligen Bergverwalters PIRCHL zu verdanken, daß sich bald danach auch die Archäologie mit dem urzeitlichen Kupferbergbau am Mitterberg zu befassen begann und die ersten Publikationen über diesen sensationellen Fund durch MUCH, KLOSE und KYRLE veröffentlicht wurden.

Später wurden diese Arbeiten durch die ehemaligen Werksangehörigen der alten Kupferbergbau Mitterberg AG, ZSCHOCKE und PREUSCHEN, fortgesetzt und in einem Standardwerk: "Das urzeitliche Bergbauegebiet von Mühlbach - Bischofshofen" veröffentlicht.

Mit viel Hingabe wurden in diesem Werk technische Einzelheiten über die von den Alten angewandte Abbaumethode, das "Feuersetzen", über das "Scheiden" der Erze und über die unzähligen Schmelzplätze aufgespürt und interpretiert. Die "Pingten", die trichterförmig eingebrochenen Grubenbaue der Alten wurden systematisch untersucht und kartiert. Ergänzt wurden diese Arbeiten durch PITTIONI und CZEDICK-EISENBERG, die fundierte Erkenntnisse zu der urzeitlichen Verhüttung des Kupfers beigetragen haben. Erfreulich ist, daß auch die jüngere Generation vertreten durch C. EIBNER, die bisherige Forschungstätigkeit so erfolgreich fortsetzt.

Die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen lassen indessen immer noch viele Fragen offen, vor allem zu den von den Alten angewandten Techniken. Auch manche Interpretationen, die vor Jahren mit dem damaligen Stand der Erkenntnisse gemacht wurden, sollen nun aufgrund neuerer Ergebnisse revidiert werden. Zu den aus bergmännischer Sicht noch vielfach ungeklärten Fragen gehört unter anderem die Klärung der Ursache für die Einstellung der urzeitlichen Bergbautätigkeit, aber auch die Frage nach den damals am Mitterberg verhaltenen Erzmengen und der daraus erzeugten Mengen an Kupfer. Vor einer kritischen Betrachtung dieser noch offenen Fragen sollen zunächst die besonderen Eigenheiten

der Lagerstätte und des geologischen Umfeldes am Mitterberg eingehender erörtert werden.

DIE BESONDEREN EIGENHEITEN DER MITTERBERGER LAGERSTÄTTE

Als hydrothermale, sulfidische Kupferlagerstätte weist der Mitterberger Hauptgang eine uns derzeit bekannte streichende Länge von 8,5 km vom Götschenberg oberhalb der Salzach im Osten bis zum Trockenbach oberhalb des Elmaugutes im Westen auf. Am südlichen Ende des Hochkönigs fällt der ost-west streichende Erz-

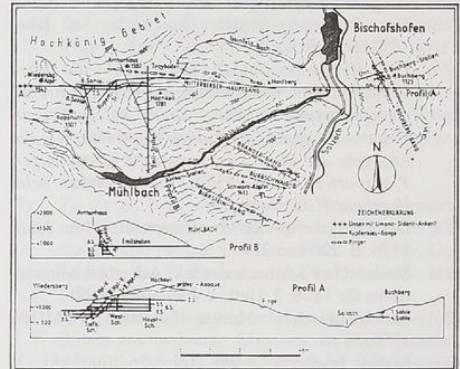


Abb. 1: Die Gänge der Mitterberger Kupferkieslagerstätte

gang mit durchschnittlich 60° nach Süden ein. Die Vererzung reicht bis etwa 500 m in die Teufe. Der westliche Bereich der Lagerstätte wird durch eine Reihe von westfallenden Hauptverwerfern in die Tiefe versetzt. Der erste Hauptverwerfer, im Bereich des Grieffeldes am Mitterberg verwirft den Erzgang um etwa 70 m unter die Tagesoberfläche, wodurch er von jüngeren, erleeren Gesteinsschichten überlagert wird. Die bisher festgestellten Hauptverwerfer verhalten sich staffelbruchartig und versetzen den Erzgang etwa 500 m in die Tiefe. Es wäre aber durchaus möglich, daß der Staffelbruch nur einen Graben darstellt und weiter westwärts die Vererzung wieder näher an die Tagesoberfläche gelangt; einige Hinweise zu dieser Vermutung sind durch Fehlerzuvorkommen am Filzensattel zwischen Dienten und Hintertal gegeben.

Das Hauptmineral der Lagerstätte ist der Kupferkies, der massiv und kristallin, meist verwachsen mit Pyrit, auftritt. Es zeigt sich auch eine innige Verwachsung mit den Gangarten Ankerit, Eisenspat und Quarz, etwas untergeordnet Hämatit. Derbe Kupferkiese treten oft als Salbänder mit Mächtigkeiten von 10 bis 50 cm auf, die meist auch einige hundert Meter im Streichen anhalten können. Die einzelnen Gangkomponenten sind meist völlig unregelmäßig in der Gangmasse verteilt und bewirken so eine starke Absetzigkeit der Vererzung. Insgesamt wurden am Mitterberg etwa 60 verschiedene Mineralien nachgewiesen. Zu den wichtigsten Begleit-

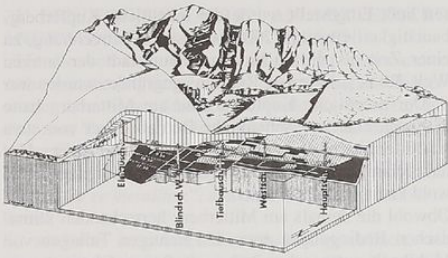


Abb. 2: Raumbild Kupferbergbau Mitterberg, 1 : 10.000

mineralien des Kupferkieses gehören Arsenkies, Pentlandit, Gersdorffit, Fahlerz und Millerit; um 1970 konnte auch eine spezifische Kupfer-Gold-Uran Paragenese festgestellt werden.

Charakteristisch ist ein zonarer Aufbau der Lagerstätte: So konnten im Einfallen der Lagerstätte sechs untereinander auftretende Erztonnen festgestellt werden. Die oberste dieser Erztonnen, die Hämatitzone, ist wahrscheinlich der noch verbliebene Rest einer primären Oxidationszone, die noch während der Eiszeit abgeholt und verfrachtet worden war. Darunter folgt die Reicherzone, die wiederum der bei sulfidischen Erzlagerstätten üblichen Zementationszone entsprechen würde. Als unterste Erztonne stellt sich der Bereich der "zonaren Pyrite" ein, wo der Kupferkies als Hauptmineral immer mehr von Pyrit abgelöst wird. Diese Zone ist auch im östlichen Bereich der Lagerstätte vorherrschend und charakterisiert die Gangvererzung zwischen dem Troybodens und dem Götschenberg.

Die wichtigsten Gangarten in der oberen Zone der Lagerstätte sind Hämatit, Ankerit und Eisenspat; in diesem Bereich tritt Quarz als Gangart eher in den Hintergrund. Der Hämatit tritt gewöhnlich in der Form von zentimeterlangen, millimeterdicken Lamellen auf. Der Ankerit als Hauptgangart im oberen Bereich der Lagerstätte, tritt meist als helles, feinkristallines Mineral mit pinolitischer Struktur auf; häufig sind feingestreckte, reinweiße Kristalle zu beobachten, die durch dunkle Grenzlinien unterbrochen, sich wie ein feingeädertes Mosaik darstellen; diese Struktur wird im Osten durch eine schwach braun gefärbte Abart abgelöst, die meist vertauht oder nur spärliche, unbauwürdige Kupferkiesführung aufweist. Der Eisenspat zeigt vorwiegend grobkristalline, dunkle, graubraune Verwachsung in Form von Rhomboedern. Er ist in der Regel nur auf die oberen Bereiche der Lagerstätte beschränkt.

Die auffallend krassen Unterschiede in der Gangmäch-

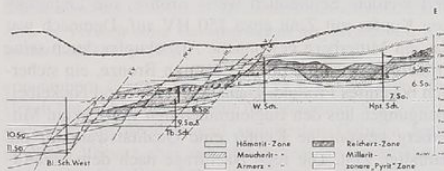


Abb. 3: Die Erztonnen des Mitterberger Hauptganges (nach J. Bernhard)

tigkeit von wenigen Zentimetern bis zu mehreren Metern sind zum Teil auf die unterschiedliche Öffnung der Gangspalte bei der Entstehung der Lagerstätte, aber auch auf spätere tektonische Bewegungen, wie Längsverwerfungen und Überschiebungen, zurückzuführen. So sind auch häufig Gangausschaltungen entstanden, in denen der Erzgang sehr stark eingengt oder überhaupt völlig abgeschnitten wurde. Ebenso unerwartet können aber auch Gangaufbauchungen auftreten mit Mächtigkeiten bis zu sechs Metern.

Durch ein wiederholtes Aufreißen der Gangspalte während der Entstehung des Erzganges, kann die Vererzung auch als eine dichte Folge von Erzschnüren oder Erzgängen auftreten.

Es besteht ferner eine starke Neigung zur Bildung von Gangpophyten, die in das Nebengestein eindringen und sich dort allmählich verlaufen. Charakteristisch ist auch das häufige Auftreten von Gangauffederungen in mehrere Gangtrümer, die sich dann wieder zum Hauptgang hinzuscharen.

DAS NEBENGESTEIN

Das Nebengestein im oberen Bereich der Mitterberger Lagerstätte gehört zu der aus dem Oberkarbon stammende "violette Serie von Mitterberg", die vornehmlich aus violettgefärbten Quarziten besteht. Mit einer Mächtigkeit von etwa 600 bis 700 m weist diese Serie auch Einschaltungen von Konglomeratbänken auf; zuweilen treten auch Quarz-Serizitschiefer auf. Mit einem annähernd ost-westlichen Streichen fallen diese Gebirgsschichten mit 30° bis 40° nach Norden ein. Durch eine spätere Gebirgsbewegung wurden sie jedoch durch eine mit 40° bis 50° nach Süden fallende Schieferung überprägt. Die Erzlagerstätte stellt somit einen echten Erzgang dar, zumal sie diskordant zu den Schichtpaketen des Nebengesteins verläuft.

Die "violette Serie" tritt im Bereich des Troybodens an die Tagesoberfläche. Weiter westlich, unter dem Griefelfeld, taucht sie jedoch unter die "grünen Schichten von Mitterberg", die altersmäßig dem Perm zugeordnet werden. Diese "grünen Werfener" sind durchwegs erdzler und haben sich daher erst nach der Entstehung des Erzganges gebildet. Trotz der recht häufig auftretenden Klüftungen gehören die Gesteine der "violette Serie" im wesentlichen in die Kategorie der standfesten bis nachbrüchigen Gebirge.

Unterhalb der "violette Serie" treten dunkle Phyllite (= "graue Serie") auf, die dem Altpaläozoikum zugeordnet werden. In dieses meist stark zerklüftete und daher auch druckhafte Gebirge sind die Alten nicht mehr eingedrungen.

DIE PINGENZÜGE AM MITTERBERG

Die größeren Pingenzüge, die dem Mitterberger Hauptgang zugeordnet werden können, beginnen im Osten etwa zehn Meter östlich des Stefanistollenmundloches. Von dort aus streichen sie westwärts bis über das Bachbett des oberen Mühlbaches hinaus, wo sie am Griefelfeld, nördlich des Mariahilfistollenmundloches unter die Alluvialschichten eintauchen. Die streichende Länge dieser Pingenzüge beträgt ca. 1.550 m.

Auch im östlichen Bereich der Lagerstätte sind einige

kleinere Pingen feststellbar. Die geringe Tiefe dieser Pingen, die auf etwa 200 m im Streichen verfolgt werden können, deuten jedoch an, daß dort auch die Alten die "Verschwefelungszone" angetroffen hatten und ihre Arbeiten mehr oder weniger erfolglos aufgeben mußten. Auch die Hangendgänge u.z. der Brander-, Burgschwaig- und Birksteingang zwischen der Salzach und dem Mühlbach dürften für die Alten von geringerer Bedeutung gewesen sein; ebenso der östlich der Salzach auftretende Buchberg- und Arzberggang, die nur einige spärliche Pingenzüge geringeren Ausmaßes aufweisen. Mittelpunkt der urzeitlichen Bergbautätigkeit war der Troyboden am Mitterberg. Dieser langgezogene Rücken mit seinen sanft einfallenden Hängen und mit dem Scheitelpunkt auf Seehöhe von 1.590 m NN, bot einen idealen Standort für die Anlage von Grubenbauen. Mit Ausnahme der Schneeschmelze oder nach starken Regengüssen gab es dort kaum Probleme mit dem Grundwasser. Darüber hinaus bot das Langmoos im Süden mit dem Sulzbach sehr günstige Voraussetzungen für Scheideplätze und Erzwaschanlagen. Begünstigt waren die Alten aber auch durch die damals am Mitterberg herrschenden günstigeren klimatischen Bedingungen, zumal die Baumgrenze damals um etwa 300 m höher lag als heute.

Bei einer Begehung des Pingenzuges am Troyboden, ausgehend vom westlichen Ufer des Sulzbaches, entdeckt man zuerst einige große Pingen mit Durchmesser von 20 bis 30 m, die etwa 15 m in die Tiefe reichen und sich in einer streichenden Länge von etwa 200 m aneinander reihen. Weiter westwärts entdeckt man auf einer Länge von etwa 150 m einige unregelmäßig angesetzte Pingen, die auf eine Gangauffiederung schließen lassen, die den Alten anscheinend Probleme bereitet hatte. Daß man dort die Fortsetzung des Erzganges gesucht hatte, deutet eine Art von Schurfgraben an, der quer zum Gangstreichen angesetzt worden war. Weiter westwärts stellt sich sodann sogar eine Verdoppelung bis Verdreifachung des Pingenzuges auf eine Länge von etwa 250 m ein. Dieser Bereich stellt gleichzeitig den Scheitel des Troybodens dar. Die Alten mußten natürlich annehmen, daß sie in diesem Bereich mit zwei oder drei verschiedenen Erzgängen konfrontiert waren. Heute ist bekannt, daß es sich dort um eine Auffiederung des Hauptganges in zwei Bogentrümer - dem Johannigang im Osten und dem Mariengang im Westen - gehandelt haben muß, die sich dann etwas tiefer im Bereich der Rupertissole wieder dem Hauptgang zuscharen.

Das westliche Ende des Pingenzuges entspricht ziemlich genau jenem Bereich an der Tagesoberfläche, wo der erste Hauptverwerfer den Erzgang abschneidet und um etwa 70 m in die Tiefe versetzt. Dieser tiefste Punkt des Pingenzuges befindet sich auf Seehöhe 1.480 m NN und ist daher nur geringfügig tiefer als das östliche Ende am Sulzbach mit 1.500 m NN.

Es stellt sich nun die Frage nach dem Alter dieser Pingenzüge, für deren Beantwortung natürlich die kompetentere Archäologie zuständig ist. Der Beginn der Arbeiten ist die frühere Bronzezeit, um etwa 1.700 v.Chr. zu setzen. Dies entspricht etwa jener Epoche, in der sich König Salomon als Besitzer der reichen Kupfervorkommen auf der Halbinsel Sinai als "Kupferkönig" lobprei-

sen ließ. Eingestellt wurde die urzeitliche Kupferbergbautätigkeit etwa um 700 vor unserer Zeitrechnung, zu einer Zeit als die nachmalige Hauptstadt der antiken Welt, Rom, gerade von Romulus gegründet worden war ... Der urzeitliche Kupferbergbau am Mitterberg hatte demnach eine wahrscheinliche Betriebsdauer von etwa 1.000 Jahren; ob kontinuierlich oder mit zeitweisen Unterbrechungen gearbeitet worden war, läßt sich heute wohl kaum mehr feststellen.

Obwohl die damals am Mitterberg herrschenden klimatischen Bedingungen etwa den heutigen Tallagen von Mühlbach entsprochen haben dürften, ist kaum anzunehmen, daß die Alten dort ganzjährig gearbeitet hatten. Es wäre eher wahrscheinlich, daß sie sich während der Wintermonate in die tieferen Regionen zurückgezogen und dort vielleicht mit der Verhüttung ihrer im Sommer gewonnenen Erze befaßten ...

Berücksichtigt man auch noch den Zeitaufwand für das Stümpfen der zur Schneeschmelze sicherlich überfluteten Grubenbaue, so konnte die eigentliche Abbautätigkeit der Alten am Mitterberg bestenfalls nur einige Sommermonate ausgeübt worden sein. Auch der Versuch die damaligen Arbeiten der Alten nach unseren heutigen Vorstellungen über Arbeitsabläufe, Betriebsorganisation und Belegung mit Mannschaften nachvollziehen zu wollen, erscheint wenig zielführend.

Wie bereits erwähnt, fällt der Beginn des urzeitlichen Bergbaues am Mitterberg in die frühe Bronzezeit. Funde von Bronzegegenständen belegen, daß die Alten Bronze gekannt und auch verwendet hatten. Da das zur Erzeugung von Bronze erforderliche Zinn fehlte und auch in der weiteren Umgebung kaum Zinn aufzutreiben war, ist es am Mitterberg kaum zu einer Bronzeerzeugung gekommen.

Als die Alten zum Mitterberg kamen, brachten sie die notwendigen Fachkenntnisse für die Kupfergewinnung bereits mit. Wir wissen eigentlich bis heute nicht ganz genau, wer sie waren und woher sie gekommen waren. Die Art und Weise, wie sie ihre Arbeit am Mitterberg angegangen und ausgeübt hatten, beweist aber, daß sie sehr gut fundierte Kenntnisse besessen haben müssen.

Die ersten Gebrauchsgegenstände, die der Mensch aus Kupfer angefertigt hatte, dienten wohl eher als Schneid- und Stechwerkzeuge, wofür das Kupfer eine möglichst große Härte aufweisen sollte.

Man hatte aber auch recht bald festgestellt, daß es zwischen den verschiedenen Kupferarten Qualitätsunterschiede gab, die vor allem von der Herkunft des Kupfers aus verschiedenen Lagerstätten herrührten. So weist z.B. reines Kupfer eine Härte von etwa 60 HV (Härte Vickers) auf; durch das Zumischen von geringen Mengen an Arsen kann diese Härte auf etwa 100 HV gesteigert werden. Schließlich weist Bronze, die Legierung von Kupfer mit Zinn etwa 150 HV auf. Demnach war das am Mitterberg gewonnene Arsenkupfer durch seine größere Härte, nach der kostbareren Bronze, ein sicherlich begehrtes Produkt. Dank der Arsen- und Nickelbeimengungen aus den Begleitmineralien war das am Mitterberg gewonnene Kupfer eine Qualitätsware für die damalige Zeit. Die rege Nachfrage nach dem urzeitlichen Kupfer vom Mitterberg wird auch durch die große Anzahl von Schmelzplätzen in und um das Talbecken von Mühlbach belegt.

ZU DEN VON DEN ALTEN AM MITTERBERG ANGEWANDTEN ABBAUTECHNIKEN

Über die von den Alten am Mitterberg angewandten Abbautechniken gibt es nur die eher spärlichen Hinweise aus dem "alten Mann", die eindeutig belegen, daß man zum Verhauen der Erze das Feuersetzen angewandt hatte. Eingehendere Angaben über diese Methode des Feuersetzens werden uns durch AGRICOLA, in seinem Werk "De re metallica", aus dem 16. Jahrhundert überliefert.

So wird dort in genauen Einzelheiten geschildert, wie man harte Gesteine durch "Feuer gefügig" machen konnte. Es wird aber auch geschildert, daß die Häuer durch den "schwarzen Rauch", der beim Abrösten der Arsenkiese sich bildenden arsenigen Säure, ungemein gefährdet waren. Bei den damaligen Erzgruben in den Karpathen gab es Frauen, die nacheinander sieben Ehemänner gehabt haben sollen, weil ihnen die Männer durch die "Schwindsucht", der für die Häuer üblichen Krankheit, weggerafft worden waren. Durch die häufigen Beimengungen an Arsenkies, Gersdorffit und Pentlandit im Mitterberger Hauptgang war die Rauchgasbildung beim Feuersetzen in den urzeitlichen Abbauen nicht weniger gefährlich als in den Erzgruben des Mittelalters. Die Lebenserwartung der urzeitlichen Häuer dürfte daher kaum sehr hoch gewesen sein ...

Es kann davon ausgegangen werden, daß der urzeitliche Abbaubetrieb äußerst selektiv verlief. Die mühsam aus dem Gesteinsverband herausgebrochenen Hauwerkstücke wurden sicherlich sehr sorgsam ausgeklaut und als Fördergut nach Übertage gefördert. Das wohl schwierigste Problem stellte dabei sicherlich die sehr mangelhafte Ausleuchtung der Abbaue durch die Kienspäne dar. Die Alten waren auch bemüht, verwachsene Erzstücke, selbst wenn diese noch größere Anteile tauben Gesteins hatten, aufzulesen und als Fördergut zu den Erzscheideplätzen zu schaffen. Die Abbauverluste waren offenbar deutlich niedriger als die in den mechanisierten Abbaubetrieben der Neuzeit. Die Rückführung

BEURTEILUNG DER VON DEN ALTEN VERHAUENEN ERZE

Über die von den Alten verhaunenen Erze und den daraus erzeugten Kupfermengen sind im Laufe von mehr als hundert Jahren widersprechende Meinungen veröffentlicht worden. Durch weitere Erkenntnisse über die Lagerstätte, Abbautechnik, Beprobung und Klassifizierung der Erze sowie die Aufbereitung und Verhüttung, können heute die bisher geäußerten Meinungen natürlich etwas kritischer interpretiert werden.

Konkretere Angaben über die von den Alten am Mitterberg verhaunenen Erze lieferte H. PIRCHL im Jahr 1840. Er berichtet, daß man vom Mariahilfstollen aus einen "etwa 1,5 Klafter mächtigen Erzgang mit 26 cm Derberzführung und mit schön eingesprengter Gangart" angefahren hatte. Dieser Erzgangpfeiler ist aus unerklärlichen Gründen von den Alten nicht verhaun worden; nach wenigen Metern gelangte man mit dem Gangausslängen dann wieder in den "alten Mann". Rechnet man diese Angaben mit einem durchschnittlichen Gängeinfall von 60° um, so ergibt das eine wahre Gangmächtigkeit von 2,5 m.

Zu den 26 cm Derberz lassen sich mit Hilfe des in Mitterberg entwickelten Nomogramms, aus der "schön eingesprengten Gangart" noch weitere 19 cm, also insgesamt 45 cm, Derberzführung ableiten, die der Adelskategorie der sehr reichen Erze entspricht. Um diese Angaben rechnerisch fortsetzen zu können, muß man auch einen von BUTTMANN zuerst beobachteten Umstand berücksichtigen, daß der Kupferkies meist eine sehr enge Verwachsung mit Pyrit aufweist, wobei der Pyrit in dünnen Schlieren in der Masse des Kupferkieses "schwimmt". Damit trifft der übliche Kupfergehalt des Kupferkieses mit 34,5 % Cu nicht mehr zu und soll daher für die weiteren Überlegungen mit nur 31 % Cu angesetzt werden.

Mit Hilfe dieser Angaben errechnet sich für diesen Erzgangabschnitt ein Kupferinhalt von 600 Kg Cu je Quadratmeter seigerer Erzgangfläche. Bei Berücksichtigung der spezifischen Gewichte der Gangart (3,9 für Eisenspat und 2,6 für Quarz), läßt sich daraus eine Hauwerkschüttung von 8,6 Tonnen je Quadratmeter seigere Gangfläche ermitteln. Rückgerechnet würde dies einen Kupfergehalt von 6,9 % Cu im Hauwerk ergeben.

Natürlich hatten die Alten auf der von ihnen zum Verhau gebrachten streichenden Länge von 1.550 m nicht nur diese "sehr reichen Erzgänge" zur Verfügung, sondern auch Erze mit minderer Qualität.

Um die stark absetzige Erzführung der Lagerstätte besser beurteilen zu können, hatte bereits die alte Kupferbergbau Mitterberg AG, Adelskarten anfertigen lassen, in denen die einzelnen Erzkatégorien von der Adelsklasse I, der sehr reichen Erze, über die reichen, mittleren, armen und unbauwürdigen Erze bis zu Klasse VI, der tauben Gänge, festgehalten worden waren. Mit Hilfe solcher Adelskarten hat BÖHNE 1921 bis 1923, Adelsstabellen für einen Gangbereich von etwa 3.600 m erstellt.

Ein Teil dieser Erzgangbereiche mit einer streichenden Länge von 1.063 m sind nur etwa 100 m unterhalb der unteren Abbaugrenze der urzeitlichen Abbaue. Dieser Abstand entspricht jedoch jenen Kriterien wie sie bei

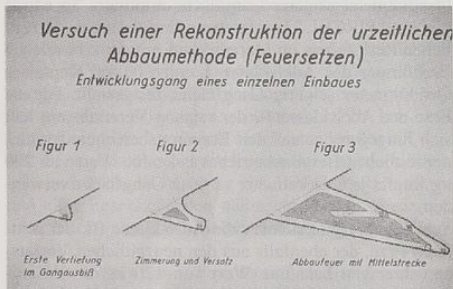


Abb. 4: Versuch einer Rekonstruktion der urzeitlichen Abbaumethode (Feuersetzen)

von taubem Gestein als Versatz in die Abbaurter der Urzeit hat wahrscheinlich nur in geringerem Maße stattgefunden. Im überwiegend standfesten Gebirge hatte man den Versatz eher zum Abdecken der Feuerbühnen verwendet. Die Feuerbühnen wurden durch das Einziehen von Querhölzern errichtet und dann auch als Arbeitsbühne benützt.

der Bestimmung der bergbaulichen Erzvorräte, Kategorie B, am Mitterberg verwendet wurden.

In diesem Zusammenhang soll auch noch festgehalten werden, daß die untere Grenze der bergbaulichen Vorräte am Mitterberg, so wie sie um 1970 gehandhabt wurde, bei 0,7 % Cu im Hauwerk, dementsprechend erfahrungsgemäß bei 3 cm Kupferkies auf 1,1 m Abbaubreite lag. Einige dieser tabellarisch erfaßten Adelsbereiche - zwischen der 3. und 5. Sohle, - liegen bereits westlich des ersten Hauptverwerfers im abgesunkenen Teil des Erzganges.

Gleichzeitig mit der Erstellung der Adelsstabellen wurde durch ZSCHOCKE auch eine genaue Kartierung der von den Alten verhaunenen Erzgangflächen mit insgesamt 97.020 m² seigerer Gangfläche durchgeführt.

Aus den Adelsstabellen läßt sich nachstehende Verteilung der Erzadelsklassen für den oberen - den urzeitlichen Grubenbauen angrenzenden - Erzgangbereich entnehmen:

Tabelle 1

Erzadelsklasse I	2,92 %
Erzadelsklasse II	40,36 %
Erzadelsklasse III	44,40 %
Erzadelsklasse IV	10,91 %
Erzadelsklasse V	1,41 %
Summe	100,00 %

Als Gesamtdurchschnitt der Erzadelsverteilung für das im Zeitraum 1921 bis 1923 zugängliche Grubengebäude von der 1. bis zur 5. Sohle, fast ausschließlich noch im Bereich der "violetten Serie", ergibt sich hingegen die Verteilung wie folgt:

Tabelle 2

Erzadelsklasse I	1,03 %
Erzadelsklasse II	17,45 %
Erzadelsklasse III	50,14 %
Erzadelsklasse IV	28,15 %
Erzadelsklasse V	3,23 %
Summe	100,00 %

Aus diesen Tabellen geht hervor, daß sich der überwiegende Anteil der Vererzung in den Adelsklassen II bis IV, der reichen bis mittleren Erze, befindet; der Anteil der Adelsklasse I, der sehr reichen Erze, ist relativ gering. In den oberen unmittelbar an die Baue der Alten angrenzenden Bereiche der Lagerstätte überwiegen die Adelsklassen II bis III, der reichen bis mittleren Erze mit insgesamt 84,76 %.

DIE ABBAUWÜRDIGKEIT IM URZEITLICHEN BETRIEB

Es stellt sich nun die Frage nach der unteren Bauwürdigkeitsgrenze für die von den Alten verhaunenen Erzmittel. Während im neuzeitlichen Teilsohlenbruchbau die Bauwürdigkeit der Erze bereits in der Vorrichtung der einzelnen Teilsohlen festgestellt werden konnte und die Möglichkeit bestand, die dabei angetroffenen unbauwürdigen Erzmittel entweder zu umgehen oder einfach stehenzulassen, war dies den Alten weitgehend versagt geblieben. Sie waren daher gezwungen auf die ärmeren Erze zu verzichten.

Wo lag nun die untere Bauwürdigkeitsgrenze für die Alten?

Wie bekannt, ist die Bauwürdigkeit im Erzbergbau einem ständigen Wandel unterzogen. So galt noch bis etwa Mitte der fünfziger Jahre unseres Jahrhunderts die Bauwürdigkeitsgrenze im untertägigen Kupferbergbau bis 2 % Cu im Hauwerk. Bedingt durch die technische Entwicklung, vor allem durch die Mechanisierung in den Großtagebauen, liegt in diesen die untere Grenze bereits bei 0,3 % Cu. Ein wesentlicher Faktor für die Bestimmung der Bauwürdigkeit ist natürlich auch die Marktlage. Es muß aber auch für die Alten am Mitterberg eine untere Grenze der Bauwürdigkeit gegeben haben, wo es sich auch für sie nicht mehr gelohnt haben dürfte, das Feuer am Erzgang zu entfachen ohne dabei auch den erhofften Nutzen zu haben.

Am wahrscheinlichsten lag die untere Grenze für die Alten im Bereich der Adelsklasse IV, also der armen Erze. In diesem Bereich dürften die Alten daher kaum oder nur bedingt gebaut haben.

Es kann angenommen werden, daß die Alten nur die Adelsklassen I bis III der sehr reichen bis mittleren Erze zum Verhau gebracht haben. Aufgrund der marktscheiderischen Vermessung des urzeitlichen Abbaubereiches liegt der Anteil dieser Erzarten bei nur 87,68 % der insgesamt von den Alten verhaunenen Fläche, daß heißt bei etwa 85.000 m² seigerer Gangfläche.

In dieser von den Alten am wahrscheinlichsten verhaunenen Gangfläche ergäbe sich nachstehende Adelsverteilung der Vererzung:

Tabelle 3

Adelsklasse I	3,32 %	entsprechend	2.822 m ²
Adelsklasse II	46,03 %	entsprechend	39.125 m ²
Adelsklasse III	50,65 %	entsprechend	43.053 m ²
Summe:	100,00 %	entsprechend	85.000 m ²

Aus diesen Angaben läßt sich auch die Erzschüttung je Quadratmeter seigerer Gangfläche ermitteln. So wurde die von "PIRCHL" beschriebene Erzführung des urzeitlichen Restpfiebers im Mariahilflauf mit der sehr reichen Erzführung der Adelsklasse I, mit 600 kg Kupfer je Quadratmeter seigerer Gangfläche, festgestellt. Für die Erze der Adelsklasse II, der reichen Vererzungen, läßt sich hingegen der aus den Erzvorratsberechnungen des neuzeitlichen Bergbaubetriebes bekannte Wert von 200 kg Kupfer je Quadratmeter seigerer Gangfläche verwenden.

Schließlich ergibt sich für die Adelsklasse III, der mittleren Erze, der ebenfalls aus den neuzeitlichen Vorratsberechnungen bekannte Wert von 120 kg/m². Zusammenfassend ermitteln sich die Kupferinhalte in den einzelnen Adelsklassen wie folgt:

Tabelle 4

Adelsklasse I	1.693 Tonnen Kupfer
Adelsklasse II	7.825 Tonnen Kupfer
Adelsklasse III	5.166 Tonnen Kupfer
Summe:	14.684 Tonnen Kupfer

Diese von den Alten gewonnene Kupfermenge ist eher als eine obere Gränze zu betrachten, denn sie beruht auf

der Annahme, daß die gesamte bauwürdige Gangfläche verhauen worden war, was jedoch kaum der Fall gewesen sein dürfte.

Als nächstes stellt sich nun die Frage nach der von den Alten am Mitterberg verhauenen Hauwerkmenge. Auch hier kann von der Annahme ausgegangen werden, daß die durchschnittlichen Abbaueiten in den urzeitlichen Abbauorten - ähnlich jener im neuzeitlichen Teilsohlenbruchbau im Bereich der "violett Serie" - bei 1,7 m gelegen sein wird.

Im neuzeitlichen Teilsohlenbruchbau hatte sich als langjähriger Durchschnitt eine Hauwerksschüttung von 8,5 Tonnen je Quadratmeter seigerer Gangfläche ergeben. Daraus errechnet sich für den urzeitlichen Gewinnbetrieb am Mitterberg eine Gesamthauwerkmenge von 722.500 Tonnen.

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß während des urzeitlichen Bergbaubetriebes am Mitterberg wahrscheinlich 85.000 m² Erzgangfläche verhauen und daraus etwa 722.500 Tonnen Hauwerk mit einem Kupfergehalt von 14.684 Tonnen metallischen Kupfers gewonnen wurden. Die Abbauperluste der Alten waren wahrscheinlich wesentlich niedriger als jene in den mechanisierten, neuzeitlichen Betrieben.

DIE ERZSCHEIDUNG WÄHREND DER URZEIT

Das "Kutten", das Ausklauben der Erzstücke noch am Abbauort, wurde von den Alten sicherlich sehr intensiv betrieben. Dennoch war das an die Tagesoberfläche gelieferte Hauwerk noch lange nicht genügend angereichert um damit die Schmelzplätze beliefern zu können. Das Fördergut mußte daher noch auf den Scheideplätzen im Nahbereich der Grubenbaue zusätzlich angereichert werden. Als ein idealer Standort für die Erzcheidung erwies sich das Langmoos mit dem Gewässer des Sulzbaches.

Da mehr als ein Drittel des von den Alten gewonnenen Hauwerks aus der Kategorie der mittleren Erzführung mit überwiegend verwachsenen Erzen kam, mußte das Fördergut vor der Scheidung weitestgehend zerkleinert werden.

Die Zerkleinerung der Erze wurde wahrscheinlich in mehreren Stufen vorgenommen. Die Mittelzerkleinerung wurde wahrscheinlich so lange fortgesetzt, als man die einzelnen Körnungen - wahrscheinlich bei etwa 5 mm Korngröße - noch von Hand scheiden konnte.

Für die noch stärker verwachsenen Erze wurde schließlich auch noch die Mahlung mit Hilfe von Reibsteinen und einer anschließenden naßmechanischen Sortierung unter Verwendung von Holzzinnen als "Naßherde" angewandt.

Die Anwendung von naßmechanischen Sortierverfahren durch die Alten am Mitterberg wird durch die Ausgrabungen von EIBNER im Jahr 1971 belegt. Eine Analyse des von den Alten aufgemahlten Schlichgutes ergab, daß 65 % des Materials im Körnungsbereich zwischen 0,35 bis 5 mm lag; etwa 20 % des Schlichs lag sogar zwischen 0,06 und 0,35 mm. In den urzeitlichen Schlichen, welche Kupfergehalte bis 1,4 % aufwiesen, fanden sich auch Reste von organischen Stoffen, wie Moos.

Es wäre daher nicht auszuschließen, daß die Alten am

Mitterberg bereits den alten Kolchiern ähnliche Scheideverfahren angewandt haben. Bekanntlich hatten diese bei der Gewinnung von Gold eine Art von Naßherden verwendet, deren Böden mit Fellen ausgelegt waren. Während das leichtere taube Gestein an der Oberfläche mit Wasser weggespült wurde, blieb das schwerere Gold in den Fellen zurück. Es wäre durchaus denkbar, daß die Alten am Mitterberg anstatt der Felle Moose verwendet hatten, um das Hältige aufzufangen.

Leider fehlen bisher Hinweise über die Kupfergehalte der von den Alten erzeugten "Kupferkonzentrate", weshalb Vergleiche mit dem Aufbereitungsbetrieb, so wie er noch im vergangenen Jahrhundert am Mitterberg geführt worden war, erforderlich wären. So wurde um 1849 die erste in Mühlbach errichtete Kupferhütte in der "Schmölz" mit Erzsorten aus der Aufbereitung geliefert, deren Zusammensetzung von 25 % Cu im "derben Kupferkies mit Quarz" bis zu den "ordinären Pochgängen" mit 2 % Cu schwankte. Etwa 46 % der von der Aufbereitung angelieferten Erze waren "handgeklaupte Stufen", 5 % "Setzerze" und 50 % "Erzschliche" von den Naßherden.

Auch die Frage der Kupferverluste bei der Scheidearbeit der Alten kann nur mit Hilfe der Betriebsergebnisse aus dem vergangenen Jahrhundert interpretiert werden. Noch bis zum Jahr 1923 betrug die Aufbereitungsverluste etwa 23 %, obwohl man bereits mit dem damals gerade erste in Mode gekommenen Flotationsverfahren gearbeitet hatte. Man geht daher kaum fehl, die Kupferverluste der Alten auf ihren Scheideplätzen mit etwa 25 % Cu anzunehmen.

Daraus ergibt sich, daß vom ursprünglich vorhandenen Kupfergehalt von etwa 14.684 Tonnen im Fördergut des Abbaubetriebes etwa 3.671 Tonnen auf den Scheideplätzen verloren gegangen sein dürften. Das zu den Schmelzplätzen angelieferte Gut hatte daher nur noch einen Kupfergehalt von etwa 11.000 Tonnen Kupfer. Es dürfte vor allem aus "Graupen", also 20 bis 30 mm großen Erzstücken aus Derberz, gefolgt von Erzschlichen, bestanden haben.

DIE URZEITLICHE KUPFERSCHMELZUNG

Im urzeitlichen Kupferbergbauegebiet um Mühlbach sind bis jetzt 144 Schmelzplätze nachgewiesen worden; davon sind einige den Hangendgängen und den Kupfervorkommen östlich der Salzach zuzuordnen. Darüber hinaus hat PAUSWEG etwa ein Dutzend Schmelzplätze entdeckt, die jüngeren Datums sind und eher als Eisenschmelzplätze anzusprechen wären.

Der von der Erzlagerstätte entfernteste Schmelzplatz liegt im Westen, im Quellbereich des Dientnerbaches, etwa 1,5 km von den nächstgelegenen Pingen. Anscheinend wurden die Erze von den Scheideplätzen zu den jeweils günstiger gelegenen Schmelzplätzen oder zu den in den tiefer gelegenen Siedlungsgebieten in den Tallagen gebracht. Dies würde auch für eine Unterbrechung der Bergbautätigkeit am Mitterberg während der Wintermonate und der Fortsetzung der Schmelzarbeit während des Winters sprechen.

Fast ausnahmslos weisen die Schmelzplätze eine Hanglage in der Nähe von Wasserinnälen auf. Bevorzugt wurden jeweils sonnige Hänge.

Sämtliche Schmelzplätze liegen unterhalb des Gangausschnitts der Lagerstätte. Die häufig geäußerte Meinung, daß man mit den Schmelzplätzen ausgewichen sei um die Holzvorräte in der Nähe der Grubenbaue zu schonen, erscheint nicht unbedingt als stichhältig. Die doch relativ bescheidenen Holz mengen die für den Schmelzbetrieb benötigt wurden, hätten die reichlich vorhandenen Holzvorräte wohl kaum gefährden können; hinzu kommt noch, daß der damals intensivere Holzzuwachs den Verbrauch wahrscheinlich leicht aufgewogen hätte. Die mineralogische Zusammensetzung der von den Alten verhütteten Erze ist uns bis heute nur ungefähr bekannt. Da, wie bereits erwähnt, die angereicherten oxidischen Erze am Mitterberg fehlten, hatten die alten durchwegs nur sulfidische Kupfererze gebaut.

Sulfidische Kupfererze müssen in der Regel jedoch vorerst abgeröstet werden, damit ein bestehender Schwefelüberschuß als gasförmiges Schwefeldioxid entfernt werden kann; grundsätzlich sollte bei der anschließenden Schmelzarbeit die Relation 1:1 zwischen Schwefel und Kupfer nicht überschritten werden.

Zu einer objektiveren Beurteilung der Zusammensetzung der von den Alten zu ihren Schmelzplätzen gebrachten Erze ist man auf Vergleiche mit den Ergebnissen der neuzeitlichen Aufbereitungen angewiesen. So zeigt die Durchschnittsanalyse von Kupferkonzentraten, die aus dem Hauwerk von etwa 40 Abbauorten im Hauptgang erzeugt worden waren, nachstehende Zusammensetzung:

Tabelle 5

Cu	27,3 %
Fe	30,0 %
S	36,0 %
As	1,0 %
Ni	0,8 %
SiO ₂	4,5 %
Sonst.	0,4 %
Summe:	100,0 %

Auch in den von den Alten abgebauten Erzen hat es einen Schwefelüberschuß vor allem durch die sulfidischen Erze der anderen Schwermetalle gegeben. Allerdings dürfte dieser Schwefelüberschuß durch das Feuersetzen weitgehendst abgebaut gewesen sein.

Ob und in welchem Ausmaß die Alten ihre Scheiderze auch abgeröstet hatten, wissen wir bis heute nicht. Auch hier ist man auf AGRICOLA angewiesen, der davon berichtet, daß man im 16. Jahrhundert in Mansfeld, in Sachsen-Anhalt, *„zum Brennen von Kupfererzen flache Gruben im Erdboden ausgehoben, diese mit Reisig ausgefüllt und angezündet und das Erz händisch in Lagen aufgegeben habe; diese Röstfeuer brannten etwa 30 Tage lang“*. Der für die Alten am Mitterberg wohl gangbarste Weg der Verhüttung war das Abrösten und Schmelzen der Erze im Schachtofen, besser gesagt im *„Windofen“*, in mehreren, aufeinanderfolgenden Arbeitsgängen. Daß die Alten bereits gewisse Zusammenhänge zwischen dem Abrösten und dem Kupferstein-schmelzen gekannt haben, beweisen die recht unterschiedlichen Ausführungen ihrer Schmelzeinrichtungen, so z.B. bei den beiden nebeneinander stehenden *„Windöfen“* am Flecksberg. Da man mit einem gewöhnlichen Holzfeuer die erforderliche Schmelztemperatur des

Kupfers mit 1.083° nicht mehr erzielen konnten, hatten sie bereits auch Holzkohle verwendet.

Die reichlichen Funde von zerkleinerten Schlacken lassen vermuten, daß sie auch die Kunst der *„Möllerung“* oder *„Gattierung“*, der zweckmäßigsten Zusammenstellung des Aufgabegutes für die Öfen beherrscht haben dürften.

Nach CZEDICK-EISENBERG kann man für den urzeitlichen Schmelzbetrieb am Mitterberg grundsätzlich zwei nacheinander folgende Schmelzgänge annehmen: Ein Rohschmelzen zu Kupferstein und ein anschließendes Reduzieren des Steins zu Schwarzkupfer, dem Endprodukt der Alten. Ob diese Schmelzgänge nun getrennt in einem Ofen oder in getrennten Öfen oder dazwischen auch noch ein Raffinationsvorgang vorgenommen wurde, ist bis heute noch nicht klar.

Der am Boden des Schmelzofens angesammelte Kupferstein mit Kupfergehalten von 35 bis 65 % Cu läßt sich heute nur noch aus Tröpfchen in der Rohschlacke feststellen. Eine ähnliche Qualität des Kupfersteins hat man in der alten Kupferhütte in Mühlbach erst nach einem abschließenden Konzentrationsschmelzen erreichen können. Der erzeugte Kupfergußkuchen, eine runde Scheibe von 2 bis 3 cm Dicke, mit einem Gewicht von etwa 6 kg, hatte einen Kupfergehalt von 94 bis 97 % Cu.

Mit ihren weit primitiveren Einrichtungen konnten die Alten natürlich kaum das Kupferausbringen der neuzeitlichen Schachtofen erreichen. Die von ihnen erzeugten Schlacken hatten demnach auch wesentlich höhere Kupfergehalte als die für neuzeitlichen Rohschlacken ausgewiesene Werte mit 0,2 bis 0,4 % Cu. Die zahlreichen kavernenartigen Hohlräume in den urzeitlichen Rohschlacken sprechen auch für eine intensive Auslaugung des ursprünglich in diesen Schlacken vorhandenen gewesenen Kupferinhaltes während der Jahrtausende. Der bisher festgestellte Kupfergehalt der urzeitlichen Rohschlacken von 1,1 % Cu stellt eher eine untere Grenze dar.

TYLECOTE berichtet über Kupferschlacken aus der früheren Bronzezeit (etwa um 3.000 v.Chr.) mit Kupfergehalten von 2 bis 4 % Cu. Da diese aus ariden, fast niederschlagsfreien Gebieten stammen, waren sie im Vergleich zum Mitterberg weit weniger der Auslaugung ausgesetzt; ihr Kupfergehalt dürfte daher viel eher den ursprünglich darin enthaltenen Gehalten entsprechen.

Im Vergleich zu den heute üblichen Verhüttungsverlusten ergibt sich für die Kupferverluste der Alten eine Relation von etwa 6:1. Dies würde bedeuten, daß die Hüttenverluste der Alten bei etwa 22 % des ursprünglichen Kupferinhaltes im Aufgabegut gelegen sein dürften.

Von dem ursprünglich vorhandenen 11.000 Tonnen an metallischem Kupfer im Aufgabegut sind demnach etwa 2,400 Tonnen als Verluste in die Schlacken gegangen. Daraus kann die während der Urzeit am Mitterberg als Kupfergußkuchen gewonnene Schwarzkupfermenge auf etwa 8.600 Tonnen geschätzt werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Während der urzeitlichen Kupferbergbau-tätigkeit am Mitterberg wurden etwa 8.600 Tonnen Schwarzkupfer,

vorwiegend Arsenkupfer mit etwa 100 HV, erzeugt. Die Gründe für die Einstellung der Bergbautätigkeit sind in der Tatsache zu suchen, daß im Westen der Lagerstätte der erste Hauptverwerfer am Griebfeld angebrochen wurde, der den Erzgang für die Alten unerschließbar in die Tiefe versetzte. Die westlich des Verwerfers anstehenden, erzeeren Gebirgsschichten waren übermäßig wasserführend. Nach unten hatte man die Grenzen der technischen Machbarkeit erreicht. Die Bewetterung der Grubenbaue und die Erzförderung bereiteten bereits unüberwindliche Schwierigkeiten. Zwischen dem Gangausbiß im Bachbett des Sulzbaches im Osten und dem Griebfeld im Westen, in der gesamten streichenden Länge von 1.550 m, haben die Alten die noch bauwürdigen Erze verhauen. Eine Begehung dieses Bereiches der Lagerstätte zeigt heute kaum eine Stelle, an der es sich für die Alten noch gelohnt hätte, neue Grubenbaue anzusetzen. Die Einstellung des Kupferbergbaues am Mitterberg, um etwa 700 v.Chr. entspricht dem Übergang von der Bronze- zur Eisenzeit. Es wäre demnach durchaus denkbar, daß sich auch die Alten bereits zu einer "Strukturänderung" genötigt sahen und vom Kupfer den leichter zugänglichen Eisenerzlagern in den Tallagen zuwandten. Eine gewisse bergmännische Tradition der Eisenerzgewinnung hatte sich vermutlich bei den Bauern in Dienten bis Ende des 19. Jahrhunderts erhalten. Diese bauten während der Winterzeit Eisenerze ab und gingen während des Sommers

ihren bäuerlichen Tätigkeiten nach. Aus ihren Reihen kamen auch die ersten Bergleute, die beim Beginn des neuzeitlichen Kupferbergbaues um 1827 angelegt worden waren ...

Literatur:

- BERNHARD, J.: Die Mitterberger Kupferkieslagerstätte. - Jb.Geol.B.A. Wien 1966
BÖHNE, E.: Die Kupfererzgänge von Mitterberg in Salzburg. - Preuß. Geol. Landesanst., Berlin 1931
BUTTMANN, H.: Die Kupferkieslagerstätten von Mitterberg. - Diss., Freiberg i.S., 1913
CLASEN, D.: Nebengestein und Erzführung der Cu-Lagerstätte Mitterberg. - Diss. Heidelberg 1977
EIBNER, C.: Mitterberg Grabung 1971. - Der Anschnitt, Jahrg. 24, Nr. 2, Bochum 1972
KLOSE, O.: Die prähistorischen Funde vom Mitterberge bei Bischofshofen. - KYRLE, K. - Österr. Kunsttopographie, Wien 1916
TYLECOTE, R.F.: A history of metallurgy. - The Metals Society, London 1979
WEBER, L., PAUSWEG, F. u. MEDWENTITSCH, W.: Zur Mitterberger Kupfervererzung (Mühlbach/Hochkönig, Salzburg). - Mitt.Geol.Ges. Wien, 65, 137-158, Wien 1973
ZSCHOCKE, K. u. PREUSCHEN, E.: Das urzeitliche Bergbauegebiet von Mühlbach - Bischofshofen. - Mat. zur Urgeschichte Österr. Wien 1932