

Dr. Hans-Gert Bachmann

Mitterberg - Grabung 1971

Untersuchung metallurgischer Funde

Die Grabungskampagne 1971 auf dem bronzezeitlichen Bergbaugelände von Mitterberg hat zwar nur wenige Funde zutage gebracht, die den Objektgruppen: Erze, Aufbereitungs- und Verhüttungsprodukte zuzuordnen sind, jedoch ist die genaue Kenntnis dieses Materials für die Planung weiterer Grabungen wichtig. Die Ausgräber möchten aus diesem Grund die Bearbeitung der genannten Proben nicht einer abschließenden Publikation vorbehalten, sondern relevante, analytische Befunde zusammen mit den Jahres-Grabungsberichten vorlegen.

Folgende, der Sommergrabung 1971 entstammende Proben wurden untersucht:

Derberz (Proben-Bezeichnung: LM/B3/248),

Feine Plattenschlacke (Proben-Bezeichnung: LM/KG/159),

Schlich (aus A3, ohne nähere Probenbezeichnung).

Zur Charakterisierung der Funde wurden unterschiedliche Untersuchungsmethoden angewandt, die bei den nachfolgenden Einzelbefunden angegeben sind. Bis jetzt liegen folgende Ergebnisse vor:

Derberz

Von zwei, je rd. 20 g schweren, äußerlich bronzefarben angelaufenen Erzbrocken wurde ein Stück für analytische Untersuchungen analysenfein gepulvert und das zweite Stück für die Belegsammlung reserviert. Die derben Erzstücke — vermutlich der Handscheidung entstammend — sind nach äußeren Kennzeichen als Kupferkies, Chalkopyrit, CuFeS_2 , anzusprechen, der geringfügig mit Ganggestein verwachsen ist. Eine halbquantitative Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) auf Elemente mit Ordnungszahlen über 22 bestätigt diesen Eindruck. Hauptbestandteile sind: Kupfer, Eisen und Arsen; als Nebenbestandteile bzw. in Spuren treten auf: Nickel und Mangan.

Die quantitative, naßchemische Analyse ergab folgende Zusammensetzung des Erzes:

SiO_2	12,89 Gew.-%	Ni	0,76 Gew.-%
Fe	26,70 Gew.-%	As	1,30 Gew.-%
Cu	27,96 Gew.-%	S	29,34 Gew.-%

Mangan wurde, obwohl in der RFA nachgewiesen, nicht quantitativ bestimmt; der Gehalt des Erzes an diesem Element dürfte unter 0,5 Prozent liegen.

Nach Abzug des SiO_2 -Gehaltes, das heißt des Gangquarzes, machen die Analysenwerte folgende Zusammensetzung des Erzes wahrscheinlich:

$\frac{8}{10}$ Chalkopyrit, CuFeS_2

$\frac{1}{10}$ Arsenopyrit, FeAsS

$\frac{1}{10}$ Pentlandit, $(\text{Fe, Ni})_9\text{S}_8$ Fe: Ni \sim 1:1

Hervorzuheben sind der deutliche Nickelgehalt des Erzes und ein relativ hoher Arsenwert. Beide Elemente — besonders aber das Arsen — beeinflussen die Eigenschaften des aus dem Erz erschmolzenen Kupfers, wenn diese in das reduzierte Metall eingehen und nicht von der Schlacke aufgefangen werden. Der Nickelanteil wird mit Sicherheit am Ende der Verhüttung in der metallischen Phase zu finden sein; für das Arsen trifft dies nur bedingt zu. Durch Analyse weiterer Erzmuster aus bronzezeitlichen Schichten Mitterberger Aufbereitungs- und Verhüttungsplätze muß in Zukunft bestätigt werden, ob die untersuchte Probe repräsentativ für das Fördererz des frühzeitlichen Bergbaus dieses Reviers ist.

Feine Plattenschlacke

Das rd. 5 mm dicke, 25×25 mm große Schlackenplättchen stellt einen homogenen, im Bruch graugrünen Schlackentyp dar. Vereinzelt sind Entgasungsblasen von maximal 2 mm Durchmesser zu erkennen. Zur ersten Information wurde das Stück im Fundzustand, das heißt zerstörungsfrei, mittels RFA — analog wie die pulverisierte Derberzprobe — untersucht. Die halbquantitative Analyse läßt auf eine relativ elementarme Zusammensetzung schließen: metallischer Hauptbestandteil ist Eisen; Nebenbestandteile bzw. Spuren umfassen: Kupfer, Mangan und Nickel (letzteres nur als Spur, keineswegs in der Größenordnung, wie sie in der Erzprobe gefunden wurde).

Um das Muster für zukünftige Untersuchungen zu erhalten, wurde vorerst auf eine naßchemische, quantitative Analyse verzichtet. An einer Probenmenge von einigen Milligramm wurde röntgenographisch (Guinier-Aufnahmetechnik mit monochromatischer $\text{Co K}_{\alpha 1}$ -Strahlung und Quarz als Bezugsstandard) die Mineralphasen-Zusammensetzung ermittelt. Das einwandfrei interpretierbare Röntgenbeugungsdiagramm — bei Schlackenaufnahmen durchaus nicht die Regel! — zeigt als Hauptschlackenminerale: Fayalit, Fe_2SiO_4 , und Wüstit,

„FeO“; untergeordnet tritt zusätzlich Magnetit, Fe_3O_4 , auf. Unter Annahme eines Mengenverhältnisses von rd. 40 Gew.-% Fe_2SiO_4 , 40 Gew.-% „FeO“ und 20 Gew.-% Fe_3O_4 ergibt sich eine angenäherte Zusammensetzung der Schlacke (in Oxidschreibweise) von rd. 12 Gew.-% SiO_2 , 74 Gew.-% FeO und 14 Gew.-% Fe_2O_3 . Der SiO_2 -Gehalt der Schlacke entspricht somit angenähert dem SiO_2 -Gehalt des Erzes. Ohne aus diesem Einzelergebnis voreilige Schlüsse zu ziehen, muß festgehalten werden, daß der Gehalt des Erzes an Gangquarz im Zuge des Verhüttens zur Erzeugung gut fließfähiger Schlacke ausreicht; ein Zusatz von Flußmitteln ist nicht zwingend. Im Fall einer Naßaufbereitung, die auf Herabsetzung des Anteils an leichten, nichtmetallischen Beimengungen — also auch des Gangquarzes — hinzielt, gelten diese Überlegungen nicht. Der Kupfergehalt der Schlacke liegt wahrscheinlich unter 0,5 Prozent. Ziegelrote Beläge im Innern der wenigen Gasblasen-Hohlräume lassen vermuten, daß Cuprit, Cu_2O , die kupferhaltige Phase in der Schlacke ist.

Schlich

Unter Schlich wird hier Feinkonzentrat verstanden, wie es nach Eibner-Persy und Eibner¹ zu den Mitterberger Schmelzplätzen abtransportiert wurde. Bei dem mit RFA untersuchten Material handelt es sich jedoch nicht um ein Erzkonzentrat. Der Hauptbestandteil der Schlichprobe ist Eisen, Nebenbestandteile sind Mangan, Kupfer, Zirkon und Blei, und in Spuren treten auf: Nickel und Kobalt. Wie bei den vorhergehend beschriebenen Proben wurde wiederum lediglich halbquantitativ auf die Anwesenheit von Elementen mit Ordnungszahlen über 22 geprüft. Nach dem Analysenbefund liegt ein Aufbereitungsabgang vor, der — wenn es sich wirklich um einen solchen handelt — für eine gute Scheidung des Erzes vom tauben Nebengestein spricht, denn der Kupfererzgehalt der Schlichprobe dürfte bei ungefähr

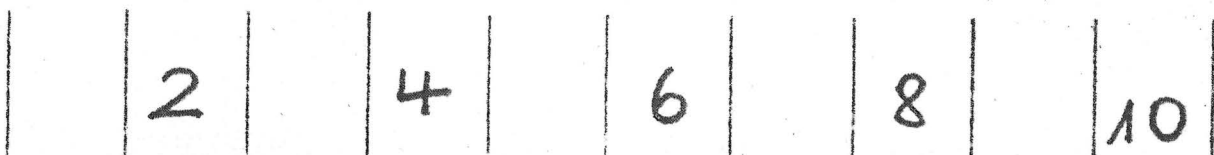
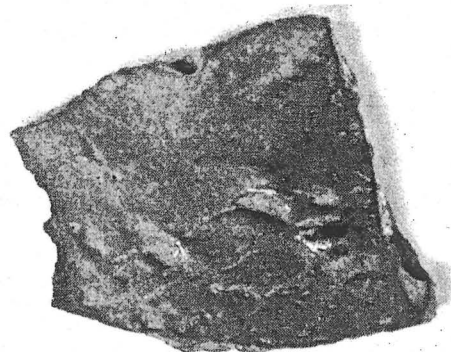
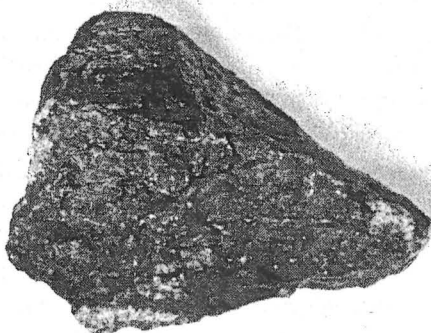
einem Prozent (eher weniger) liegen. Das nicht näher untersuchte Muster wird vorwiegend aus Silikaten bestehen. Im Anschluß an die nächste Grabungskampagne ist eine systematische Untersuchung von Schlichen und Schlämmen — einschließlich ihrer Korngrößenverteilung — geplant, denn die in Mitterberg anstehenden, interessanten Aufbereitungsfragen verlangen statistisch gesicherte Detailergebnisse gerade auf diesem Gebiet.

Diskussion

Die beschriebenen Funde und die Resultate der durchgeführten Untersuchungen reichen als Grundlage einer Erörterung technologischer Zusammenhänge noch nicht aus. Zu den beiden Proben Erz und Schlacke einige Ergänzungen aus dem bisherigen Schrifttum: Über die lagerstättenkundlichen Verhältnisse im Mitterberger Revier unterrichtet die stets an erster Stelle der Mitterberg-Literatur zu nennende Monographie von K. Zschocke und E. Preuschen². Den technologischen Zusammenhängen bei der Verhüttung gehen unter anderem R. J. Mayrhofer³, F. Czedik-Eysenberg⁴, C. Böhne⁵ und H. Grothe⁶ nach. Mayrhofer teilt mit, daß die in der Frühzeit verhütteten Mitterberger Erze aus Kupferkies, Eisenkies und geringen Mengen von Nickelsulfiden zusammengesetzt gewesen seien, eine Feststellung, die unserer Analyse entspricht. Wir haben statt Eisenkies, Pyrit, FeS_2 , einen gewissen Gehalt an dem mit Pyrit häufig verwachsenen Arsenkies oder Arsenopyrit als Träger des Arsengehaltes angenommen. Aus einer bei C. Böhne veröffentlichten Analyse von Kupferkies aus Mitterberg errechnet H. Grothe die Mineralzusammensetzung: Kupferkies, Pyrit und Ankerit, $\text{CaFe}(\text{CO}_3)_2$, ferner — weil es sich bei der von C. Böhne analysierten Probe um ein wesentlich ärmeres als das von uns gefundene Erz handelt — deutliche Kaolinit- und Quarzanteile. Arsen wurde in diesem Erz offensichtlich nicht angetroffen.

Die von G. Kyrle⁷ publizierten Analysen Mitterberger Kupferfunde führen neben fast nickelfreien Proben solche mit Nickelgehalten zwischen 0,34 und 0,71

▼ Mitterberg 1971, Derberz (links) und feine Plattenschlacke (rechts)



Prozent auf; Größenordnungen, die dem gefundenen Ni-Gehalt unseres Erzes (0,76%) gut entsprechen. Über Arsengehalte im aus Mitterberger Erzen reduzierten Kupfer ist bisher nichts bekannt. Lediglich in einer von F. Czedik-Eysenberg angeführten Kupferstein-Analyse (vom Schmelzplatz Nr. 66 im Schmalstalgraben nach Zschocke-Preuschen) treten 0,17% Arsen und 0,12% Antimon auf.

Die in der Schlacke festgestellten Minerale sind Produkte der bei der Röstung des Erzes, bei der nachfolgenden Reduktion zum Metall und bei der Bindung des Eisens an die Kieselsäure des Gangquarzes ablaufenden, vielfältigen Reaktionen. Die in der Schlacke vorliegenden Eisenverbindungen gehören dem Dreistoff-System $\text{FeO-Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ an, über das wir durch die grundlegende Arbeit von A. Muan⁸ ausgezeichnet informiert sind. Das Verhältnis von zwei- und dreiwertigen Eisenverbindungen in der Schlacke kann — unter der Voraussetzung einer weitgehenden Gleichgewichtseinstellung — Rückschlüsse auf den Sauerstoff-Partialdruck im Ofen und damit dessen Bau- und Betriebsweise erlauben. Aus der Schlackenbeschaffenheit ist jedenfalls eindeutig zu schließen, daß wir ein Produkt aus einem der sekundären Schmelzprozesse der Kupfererzverhüttung vor uns haben, denn dünnplattige Formen mit homogener Zusammensetzung sind für die zum Schwarzkupfer führenden Verfahrensschritte typisch, nicht jedoch für das vorausgehende Kupferstein-schmelzen⁹.

Eingedenk der anfangs gemachten Bemerkung, die untersuchten Einzelfunde nicht überzubewerten, wurde eine Zuordnung versucht, die jederzeit eine Erweiterung und Vertiefung erlaubt.

ANMERKUNGEN

1. Eibner-Persy, A., und C. Eibner: Erste Großgrabung auf dem bronzezeitlichen Bergbaugelände von Mitterberg. In: *Der Anschnitt*, 1970, Nr. 5, S. 12—19.
2. Zschocke, K., und E. Preuschen: Das urzeitliche Bergbaugelände von Mühlbach-Bischofshofen. Wien, Mat. 6, 1932.
3. Mayrhofer, R. J.: Geologische, mineralogische und technologische Beobachtungen und Untersuchungen auf den urzeitlichen Preiner Schmelzplätzen und ihrem Assoziationskreis. In: *Arch. Austr.* 13, 1953, S. 73—104.
4. Czedik-Eysenberg, F.: Beiträge zur Metallurgie des Kupfers in der Urzeit. In: *Arch. Austr.*, Beiheft 3, 1958, S. 1—18.
5. Böhne, C.: Über die Kupferverhüttung der Bronzezeit. In: *Arch. Austr.* 44, 1968, S. 49—60.
6. Grothe, H.: Über die Kupfererzverhüttung der Bronzezeit. In: *Arch. Austr.* 47, 1970, S. 78—86.
7. Kyrle, G.: Die zeitliche Stellung der prähistorischen Kupfergruben auf dem Mitterberge bei Bischofshofen. In: *MAG* 42, 1912, S. 196 ff.
8. Muan, A.: Phase Equilibria in the System $\text{FeO-Fe}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$. In: *Transact. AIME, Journ. of Metals*, Sept. 1955, S. 965 bis 976.
9. Eine nach Abschluß des Manuskriptes durchgeführte Differential-Thermoanalyse mit einer Probenmenge von rd. 10 mg zeigt in ihrem Kurvenverlauf — außer einer schwach exothermen Oxidationserscheinung bei 925° C — ein endothermes Schmelz- bzw. Erweichungsintervall im Bereich von 1230 bis 1260°. Unter der Voraussetzung der angenommenen Schlacken-zusammensetzung stimmen diese Temperaturwerte gut mit den Angaben von Muan überein.

Siegfried Sieber

Christian Stölzel, ein Dorfschulmeister als

Nahe der Erzgebirgsstadt Schwarzenberg, die von vielen Erzlagerstätten, darauf niedergebrachten Bergwerken, Schmelzhütten und Eisenhammerwerken umgeben ist, liegt das Dorf Grünstädtel. Es hat zwar einmal ein „Städtel“ werden sollen, ist aber Dorf geblieben. Hier mündet die am Fichtelberg entspringende Pöhla in den noch stärkeren Fichtelbergfluß Mittweida. Beide wurden benutzt, um das Holz der „Hohen Wälder“ den Berg-, Hütten- und Hammerwerken um Schwarzenberg zuzufließen. Die Pöhlaflöße war schon im 16. Jahrhundert gut eingerichtet, und bis 1869 hat man hier geflößt. Bei Grünstädtel war ein Holzanger angelegt, den der Schulmeister des Dorfes betreute. Wenn Flößtage waren, freuten sich die Schulkinder; denn sie hatten frei, weil ihr Kantor das Anlanden des Holzes überwachen mußte.

Einer dieser Floßaufseher war Christian Stölzel. Von 1644 an, also noch seit den letzten Jahren des für das Erzgebirge, das Durchmarschland nach dem umkämpften Böhmen war, sehr verheerenden Dreißigjährigen Krieges, war er Schulmeister. 1659 stiftete er mit dem Dorfrichter und zwei anderen offenbar wohlhabenden Männern eine neue Glocke für Grünstädtel; denn im Kriege waren vielerorts die Glocken geraubt worden. Auf der Glockeninschrift nennt er sich stolz „Schulmeister im ganzen Kirchspiel“. Woher hatte er das Geld für die Glockenstiftung? Gewiß brachte ihm seine Floßaufsicht zusätzlich zum kargen Schulmeistergeld etwas ein, zumal die Pöhlaflößerei 1669 unter ihm neu geordnet wurde. Aber außerdem war er unermüdlich im Bergbau und Hüttenwesen tätig, mutete viele Zechen in der erreichen Nachbarschaft. Wir wissen darüber nur aus Bergamtsakten, bestimmt aber nicht alles. 1665 wird ihm eine Fundgrube bei Wildenau, dem heutigen Ortsteil von Schwarzenberg, verliehen. 1670 übernimmt er eine „Maß“ unter der Gutbusch Fundgrube in Wildenau. Im gleichen Jahr hat er die Untere nächste Maß an dem berühmten und bis nach dem Ersten Weltkrieg