

Plattenschlacken der Gruppe 2, deren Projektionspunkte annähernd im eutektischen Bereich liegen (um 1100°). Schlacken der Gruppe 3 projizieren in Temperaturbereiche von etwa 1300-1400°C. Angesichts der hohen BaO- und z. T. PbO-Gehalte (in Gläsern), die nur bedingt in die reduzierte Analyse eingehen, müssen wesentlich niedrigere Liquidustemperaturen angenommen werden.

UWE THIEMANN · INGO KEESMANN

CHEMISCHE UND MINERALOGISCHE UNTERSUCHUNGEN VON EISENSCHLACKEN AUS WALDALGESHEIM, KREIS MAINZ-BINGEN

Das Material dieser Untersuchung stammt vom Fundpunkt »Nauwiese« am Rand der Ortschaft Waldalgesheim. Es handelt sich um Lesefunde aus einem Bereich, in dem keltische und römische Bebauung angenommen werden kann. Die Schlacken stehen mit Keramikscherben, Ziegelbruchstücken u. a. in Fundzusammenhang, jedoch bisher ohne Nachweis eines Ofens, auf den die Herkunft der pyrometallurgischen Abfälle zurückgeführt werden könnte. Insgesamt standen gesägte Scheiben von 15 Proben zur Verfügung¹.

Untersuchungsbefund

Die Schlacken zeigen – in Abhängigkeit von der Richtung des Sägeschnittes – rundliche bis längliche Formen. Äußere Merkmale, die eine Zuordnung zu einem bestimmten Schlackentyp erlauben würden, wie z. B. Fließstrukturen, sind entweder nicht vorhanden oder an den Sägescheiben makroskopisch nicht unmittelbar zu erkennen. In einigen Fällen ist eine Rekonstruktion der ursprünglichen Form jedoch möglich. Die Proben sind durch Verwitterung während der Bodenlagerung teilweise sehr stark überprägt. Dennoch enthalten einzelne Fundstücke noch größere Anteile von metallischem Eisen.

Es handelt sich nach dem Gefüge um fayalitreiche Eisenschlacken. Quantitativ-chemische Pauschalanalysen ergeben einen sehr großen Schwankungsbereich der Hauptbestandteile SiO₂ (8-33 Gew.%) und FeO (Gesamteisen + MnO = 48-82 Gew.%). Bei den Begleitelementen sind insbesondere die Schwankungen im Gehalt an MnO hervorzuheben.

Aus der chemischen Pauschalzusammensetzung und dem Gefüge der untersuchten Schlacken ergibt sich, daß sie nicht in einem einheitlich durchgeführten Prozeß entstanden sein können.

Aufgrund unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung lassen sich vier Gruppen differenzieren:

1. Schlacken mit überdurchschnittlich hohem Mangangehalt. Vier der untersuchten Schlackenproben fallen durch überdurchschnittlich hohe MnO-Gehalte bis etwa 10 Gew.% auf. Dieser gegenüber den anderen Schlacken vom selben Fundplatz drei- bis fünffach überhöhte Manganoxidgehalt weist auf die Verwendung der in unmittelbarer Nähe vorkommenden manganreichen Erze hin. Es handelt sich um olivinreiche Schlacken mit Wüstitkristallisation nach der des Olivins, bzw. kotektisch mit Olivin

¹ Herrn Hochgesandt, Waldalgesheim, der die von ihm gesammelten Lesefunde für die Untersuchung zur Verfügung stellte, sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Ebenso danken wir Herrn Dipl.-Geol. Maurer, München, für die uneigennützig bereitgestellte der gesägten Proben.

und eutektisch mit Olivin und Kalium-Aluminium-Silikat. Im Kontakt mit Leucit ist eine Umwandlung von Wüstit zu eisenreichem Olivin zu beobachten. Der Olivin dieser Schlacken ist fayalitisch, mit hohem Anteil an Tephroitkomponente.

2. Homogene, SiO₂-reiche Schlacken mit eingelagerten Abkühlungs- und Oxidationshäutchen (2 Proben). Es handelt sich um Spinifex-strukturierte Fayalitschlacken mit der Entwicklung von eutektischen Zusammensetzungen mit Wüstit und/oder Magnetit. Diese Schlacken sind chemisch und mineralogisch mit den Fließschlacken des Fundpunktes Kerzenheim zu vergleichen (Keesmann, Al-Musawwy u. Thiemann, in Vorbereitung).
3. Schlacken mit besonders hohem Gehalt an metallischem Eisen bzw. hohem Rostanteil und Wüstit (5 Proben). Im Gegensatz zu den häufig dendritischen Bildungsformen von Wüstit in olivinreichen Schlacken liegen hier meist rundlich ausgebildete Teilindividuen in größeren Aggregaten vor. Es ist Tendenz zu Idiomorphie zu beobachten. Möglicherweise liegen lokal Übergangsformen zu Magnetit vor. Die Schlacken enthalten zahlreiche, teilweise idiomorphe Einschlüsse von metallischem Eisen in der Glasmatrix. Teilweise bestehen größere Anteile der Proben aus Eisenstücken. Die metallographische Untersuchung des eingeschlossenen Metalls ergab, daß es sich um übereutektoiden Stahl handelt, mit perlitischem Gefüge und großen Zementiteleisten, die selbst noch in weitgehend verrostetem Metall höhere Kohlenstoffgehalte des Eisens belegen.
4. Schlacken mit besonders hohem Sulfidanteil (2 Proben). Es handelt sich um heterogen aufgebaute Schlacken, in denen lagenweise fayalitischer Olivin im Gemenge mit hercynitischem Spinell dominieren, bzw. zu Kumulaten angereicherter Wüstit.
Der relativ hohe Schwefelgehalt dieser Proben führt zur Bildung eigener Mineralphasen, die in anderen Schlacken von Waldalgesheim bisher nicht beobachtet wurden. In den eisenoxidreichen Lagen ist Wüstit mit Eisensulfid kotektisch verwachsen. Nach mikrochemischen und optischen Untersuchungen handelt es sich um Pyrrhotin (»FeS«). Einzelne Bereiche der Sulfidmineralparagenese enthalten darüber hinaus bis etwa 17 Atom% Kupfer.
5. Schlacken mit stark abweichendem Gehalt an CaO bzw. P₂O₅ (2 Proben). Die Schlacken dieser Gruppe fallen makroskopisch durch ihr besonders großes Porenvolumen auf (>50 Vol.%). Der CaO-Gehalt einer Probe von pauschal >7 Gew.% führt zur Ausbildung charakteristisch zonierter Olivine mit fayalitischem Kern und kirschsteinreicher Randzone. Eine andere Probe zeigt mit etwa 1 Gew.% einen gegenüber den übrigen untersuchten Schlackenstücken zweifach überhöhten P₂O₅-Gehalt.

Interpretation

Die untersuchten Schlacken vom Fundpunkt Nauwiese, Waldalgesheim, sind durch große Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung und in ihrem Gefüge gekennzeichnet. Überwiegend liegen stark heterogene Proben vor. Teilweise enthalten sie in Aufschmelzung begriffene Bestandteile, die als Zuschläge gedeutet werden können. Hierzu gehören insbesondere sandige Beimengungen. Indirekt kann aus dem teilweise hohen Mangangehalt der Schlacken gefolgert werden, daß lokale Erze ebenfalls in die Schmelze eingebracht wurden. Obwohl keine vollständigen Proben vorlagen, konnte doch in einigen Fällen aus der Form der gesägten Querschnitte Kalottenform der Schlacken rekonstruiert werden. In den großflächigen, polierten Dünnschliffen ist nicht nur Heterogenität, sondern auch sehr deutlich ein Lagenbau der Schlacken zu erkennen (Abb. 1). Die Orientierung der Lagen entspricht der ursprünglichen Schmelzkuchenform. Es erfolgte orientierte Kristallisation aus SiO₂-reichen Schmelzen subparallel zur Abkühlungsrichtung. Der im Vergleich zu dem anzunehmenden Schlackenvolumen überdurchschnittlich hohe Gehalt einzelner Proben an metallischem Eisen und der relativ hohe Kohlenstoffgehalt des Metalls sind mit einer Deutung der Schlacken als primäre Reduktionsschlacken nur schwer in Übereinstimmung zu bringen.

Die Beobachtungen deuten im Verbund mit spezifischen und ebenfalls stark variablen Zusammensetzungen (CaO, P₂O₅, S, Cu) vielmehr darauf hin, daß das pyrometallurgische Fundmaterial von der Nau-

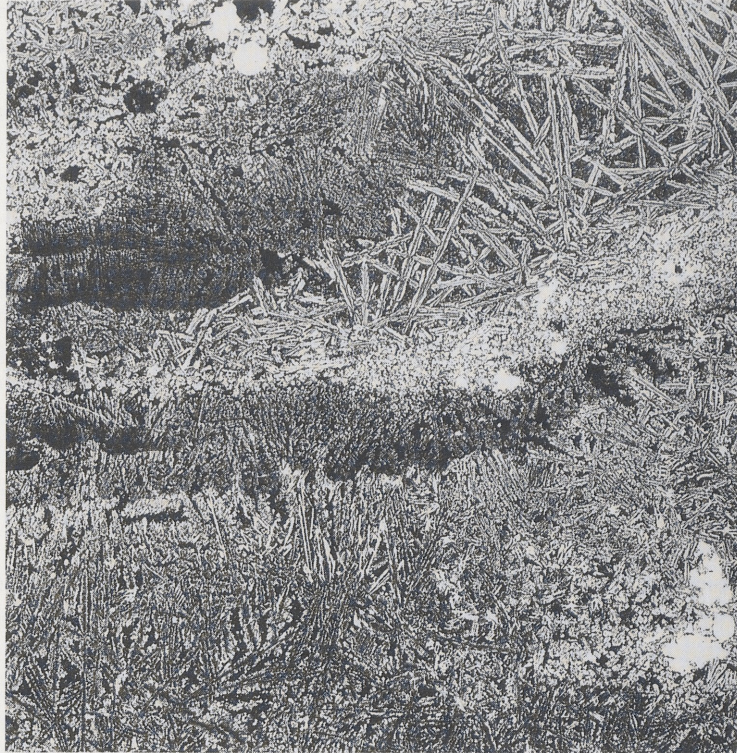


Abb. 1 Waldalgesheim-»Nauwiese«, Kr. Mainz-Bingen: Präparat Nr. 234/2 (polierter Dünnschliff). Blasenarme Fayalitschlacke (Gruppe 4). Aus der Form des gesägten Abschnitts im Dünnschliff kann eine Schlackenkalotte rekonstruiert werden. Das Material zeigt subparallel zur Unterseite und zur Oberfläche des Schlackenkuchens lagenweise Anreicherung von Olivin bzw. opakem Wüstit. Olivin kristallisiert teilweise in orientierten Nadeln senkrecht zur Abkühlungsfläche. Es bildeten sich jedoch keine zwischengelagerten Abkühlungshäute oder Oxidationszonen. Das abgebildete Gefüge ist das Ergebnis eines unter reduzierenden Bedingungen diskontinuierlich abgelaufenen Prozesses. In der teigartigen Schmelze konnte keine völlige Homogenisierung erfolgen. Makroaufnahme, Durchlicht ohne Polarisator. – M = 0,5 cm.

wiese aus einer metallverarbeitenden Werkstatt stammt. Die Schlacken sind demnach als Reduktions-Schmiedeschlacken anzusprechen (vgl. Keesmann 1985). Einzelnen Proben entsprechen in Zusammensetzung und Gefüge zweifelsfrei Schlacken, wie sie bei der Gewinnung von Roheisen aus Eisenerz nach dem Rennfeuerverfahren anfallen (Gruppe 2). Aber auch Bildungen dieser Art sind in geringer Menge im Zusammenhang mit metallveredelnden Prozessen oder Arbeiten zur Wiederverwendung von Alteisen möglich. Andererseits wurden inzwischen einzelne Verhüttungsplätze in der Nähe von Waldalgesheim bekannt (Uthoff 1986), mit Halden, aus denen Reduktionsschlacken zur Nauwiese gelangt sein könnten, um dort als Zuschlagstoffe eingesetzt zu werden. Da weder die hier untersuchten Proben noch die Schlacken der Reduktionsplätze der Umgebung datiert sind, ist ein Zusammenhang spekulativ. Die hier vorgelegten Ergebnisse sind Teil einer Diplomarbeit im Fach Mineralogie (Thiemann 1985). Unsere Untersuchungen sind noch nicht endgültig abgeschlossen. Eine ausführliche Darstellung unserer Untersuchungsergebnisse an archäometallurgischen Funden aus Rheinland-Pfalz ist in Vorbereitung.