

# Haupt- und Spurenelementanalysen der Schlacken

Autor(en): **Fasnacht, Walter**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte = Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie = Annuario della Società Svizzera di Preistoria e d'Archeologia**

Band (Jahr): **72 (1989)**

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-117197>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Haupt- und Spurenelementanalysen der Schlacken

Walter Fasnacht

Aus den hallstattzeitlichen Gruben von Neunkirch SH liegt Material vor, welches als verschlacktes Tonmaterial und Eisenschlacke anzusprechen ist. Vom Befund her müssen diese Reste als Grubenfüllung angesehen werden; sie stellen keine in situ-Evidenz metallurgischer Tätigkeiten dar. Dennoch drängte sich eine nähere Untersuchung auf, da vergleichbare vorrömische Funde aus diesem Raum eher selten sind<sup>1</sup>.

Im vorliegenden Bericht sind die analytischen Möglichkeiten für Schlackenuntersuchungen nicht erschöpfend behandelt, da erst zwei Gesamtanalysen von Schlacken und drei Erzanalysen durchgeführt wurden. Mineralogische und vor allem quantitative Analysen der einzelnen Schlackenphasen müssen dem Spezialisten überlassen werden<sup>2</sup>. Des weiteren können nach dem Zersägen der Schlacken zum Vorschein gekommene Holzkohleeinschlüsse auf ihre Holzart bestimmt werden.

### Funde

Fundnr. 51: aus Grube 9a, untere Schicht 6a  
2 Fragmente von verschlacktem, tonigem Material, auf der einen Seite glatt und verglast<sup>3</sup>.  
1 Fragment von gebranntem, ziegelrotem Ton, unverschlackt, fein gemagert.  
Gesamtgewicht: 16,5 g; dieses Material wurde nicht analysiert.

Fundnr. 35: aus Grube 10, obere Schicht (Abb. 31)  
8 Schlackenfragmente, stark angewittert, porös und eher zu leicht für reine Eisenschlacken, mit grösseren Einschlüssen unverschlackter Kiesel.  
Gesamtgewicht: 25 g, 1 Analyse.  
1 Fragment eines leicht gekrümmten Eisenröhrchens, durchkorrodiert, Innendurchmesser 4 mm, Wandstärke ca. 1 mm.  
Gewicht: 3,4 g, keine Analyse.

Fundnr. 40: aus Grube 9b, Schicht 8 (Abb. 32.33)  
1 Schlackenkuchen, leicht kalottenförmig, randlich und in den Hohlräumen stark angewittert, v.a. Schlackenmatrix angegriffen, grössere Holzkohleeinschlüsse im Innern, Holzkohlengegative an Ober- und Unterseite, homogene innere Struktur, keine Anzeichen von schichtweisem Aufbau. In einer glasigen Matrix liegen von Auge sichtbare (Olivin?)-Leisten. Bis zur 30fachen Vergrösserung sind im ganzen Querschnitt keine metallischen Eisenpartikel beobachtet worden.  
Masse: 50 × 35 × 20 mm, Gewicht: 24 g, unmagnetisch, eine Gesamtanalyse.

### Analysen

Die Schlackenanalysen wurden am Centre d'Analyse Minérale der Universität Lausanne mittels röntgenspektrometrischer Methoden durchgeführt<sup>4</sup>. Die Probenaufbereitung besorgte der Autor selbst. Die zwei Schlackenproben wurden mit der Diamantsäge zurechtgesägt, d.h. von ihrem Korrosionsmantel befreit. Anschliessend wurden sie eine Minute in dest. Wasser ultraschallgereinigt

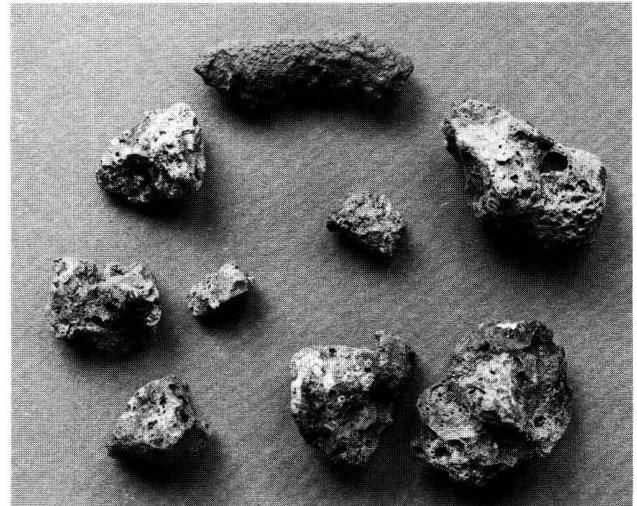


Abb. 31. Fundnr. 35, aus Grube 10: Schlackenfragmente und Eisenobjekt, natürliche Grösse.

und auf der Heizplatte bei 80°C getrocknet. Beim makroskopisch homogenen Aufbau der Schlacke erschien uns eine Gesamtanalyse gerechtfertigt, ansonsten müsste eine partielle Beprobung durchgeführt werden<sup>5</sup>.

In das gleiche Analysenpaket wurden auch drei Proben von Bohnerz vom Rossberg SH eingeschlossen<sup>6</sup>. Sie wurden vor der Pulverherstellung vom Cortex, d.h. von der stark kalkhaltigen Verwitterungskruste, befreit.

Zu Vergleichszwecken wurden ebenfalls Eisenerze vom steirischen Erzberg analysiert<sup>7</sup>; eine repräsentative Analyse wurde in die Tabelle aufgenommen.

Die beiden Neunkircher Schlacken zeigen v.a. in den Hauptbestandteilen SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> beträchtliche Unterschiede. Die Analysen bestätigten den anfänglichen Verdacht, dass es sich bei Probe 35 nicht um eine reine Eisenschlacke, sondern um verschlacktes Tonmaterial oder um ein Reaktionsprodukt von Schlacke mit Ton handelt. Bei den Spuren deuten die höheren Werte in Probe 35 von Zr, Sr und Ba in dieselbe Richtung. Probe 40 fällt mit ihren Hauptkomponenten ins Zentrum des breiten Spektrums bereits analysierter Eisenschlacken<sup>8</sup>.

Die erste Frage, ob Evidenz für Verhüttungstätigkeit oder Schmieden vorliegt, ist auch meist die schwierigste. Selbst Experten raten zur Vorsicht<sup>9</sup>. Der Befund, die Morphologie und die chemische Zusammensetzung der Schlacken lassen in ihrer Kombination auf Schmiede- oder Reduktions-Schmiedeschlacken schliessen<sup>10</sup> und nicht auf Produkte der Verhüttung.

Die Frage nach der Herkunft des Erzes ist anhand der wenigen Analysen nicht abschliessend zu beantworten. Die Daten der Rossbergerze zeigen ein äusserst einheitliches Bild. Daraus auf ein einheitliches Spurenbild der ge-

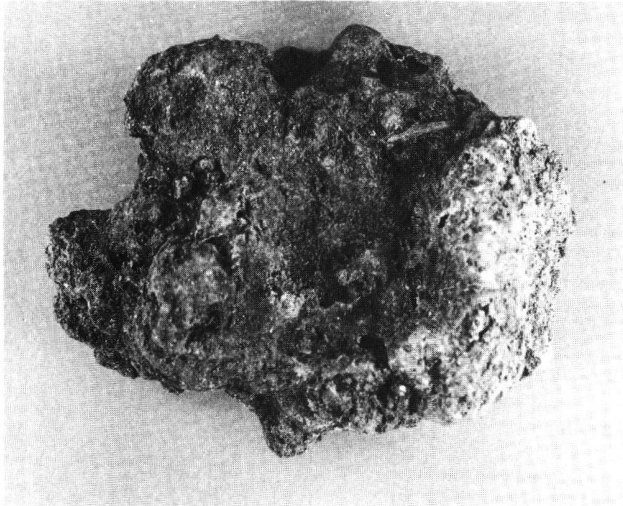


Abb. 32. Fundnr. 40, aus Grube 9b: Schlackenkalotte, Oberseite, natürliche Grösse.

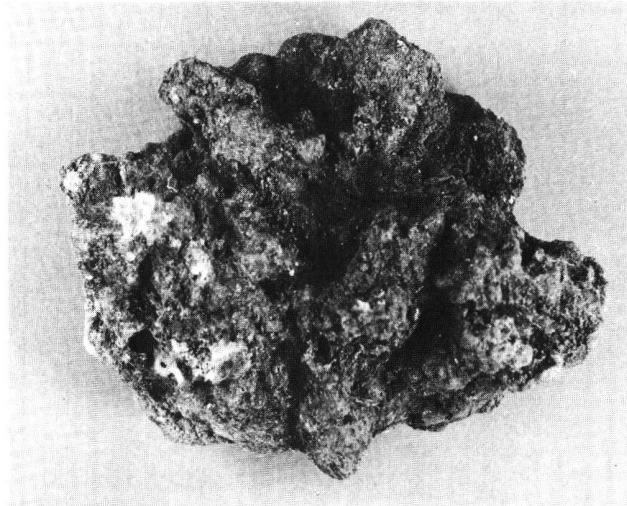


Abb. 33. Fundnr. 40, aus Grube 9b: Schlackenkalotte, Unterseite, natürliche Grösse.

samen Bohnerzlagerstätten am Süd-Randen zu extrapolieren, wäre voreilig.

Einige Merkmale seien jedoch hervorgehoben:

- Der  $Fe_2O_3$ -Gehalt von knapp 70% entspricht den publizierten Fe-Gehalten von 40–45%<sup>11</sup>. Durch Entfernen des Cortex können demnach die Schaffhauser Erze so angereichert werden, dass sie den Steirischen kaum nachstehen<sup>12</sup>.
- Abgesehen von Al, Si und Ti sind die Bohnerze bezüglich der Nebenelemente relativ rein. Sie enthalten im Vergleich zu den steirischen Erzen signifikant weniger Mn und Mg. Der tiefe Mn-Gehalt der Schlacken von Neunkirch schliesst eine Verwendung von manganreichen Erzen aus.
- Umgekehrt zeigen die Spurenelemente in den Bohnerzen einen viel höheren Verunreinigungsgrad: die Hälfte der Elemente liegt um ein Mehrfaches höher als im steirischen Erz. Für eine Verwandtschaft der Neunkircher Schlacken mit den Bohnerzen sprechen insbesondere die Elemente Zr, Y, V, Ni, Cr und Co.

Abschliessend kann festgehalten werden, dass die Schlackenfunde von Neunkirch einen hallstattzeitlichen Abbau von lokalen Bohnerzen in den Bereich des Möglichen rücken. Der erste Prozessschritt, die eigentliche Verhüttung der Erze, konnte nicht erfasst werden. Erst eingehendere Untersuchungen können aufzeigen, welche Stufe der Nachbearbeitung der Luppe oder des Roheisens die Schlacken und die verschlackte Essenauskleidung oder Ofenmantelung belegen.

Walter Fasnacht  
Abteilung für Ur- und Frühgeschichte  
Seilergraben 53  
8001 Zürich

Element	Schlacken		Bohnerz Süd-Randen			Erz
	35	40	Ross-berg 1	Ross-berg 2	Ross-berg 3	
in%						Erz-berg
SiO <sub>2</sub>	47.69	26.27	5.64	5.11	5.59	6.12
TiO <sub>2</sub>	0.54	0.25	1.14	0.92	1.13	0.07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.47	4.54	9.74	8.78	9.60	1.15
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.94	19.59	67.66	70.33	67.54	73.90
FeO	12.71	32.74	0.04	0.04	0.08	0.10
MnO	0.12	0.11	0.49	0.49	0.53	3.50
MgO	1.10	0.68	0.17	0.17	0.16	1.08
CaO	5.06	8.00	0.24	0.14	0.26	2.82
Na <sub>2</sub> O	0.49	0.22	0.57	0.37	0.40	0.14
K <sub>2</sub> O	4.34	3.75	0.38	0.30	0.37	0.29
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.16	1.06	0.31	0.30	0.29	0.04
H <sub>2</sub> O	3.27	1.93	12.50	12.11	12.28	7.75
CO <sub>2</sub>	0.90	0.75	0.90	0.83	0.99	3.13
Summe	99.83	100.10	99.86	99.98	99.30	100.10
in ppm						
Zr	220	129	280	273	293	16
Y	37	48	143	147	134	11
Sr	113	87	22	20	22	25
Rb	94	81	3*	3*	3*	14
Ba	255	220	24	21	8*	56
V	60	51	597	658	603	15
Sn	7	8	7	6	11	12
Sb	5*	5*	9	8	5*	5*
Ag	4*	4*	4*	4*	4*	4*
As	6	20	4*	37	4*	4*
Pb	3*	3*	23	42	17	29
Zn	40	25	252	256	250	36
Cu	211	87	219	192	219	30
Ni	123	150	517	548	507	50
Cr	73	56	133	161	146	15
Co	81	103	189	227	201	2*

Tabelle. Gesamtanalyse von Schlacken und Erzen (ppm = parts per million; \* = Nachweisgrenze oder darunter; die hohen CO<sub>2</sub>-Werte ergeben sich aus dem hohen Anteil von organischem Kohlenstoff in den Proben – Nachweis unter N<sub>2</sub>-Gas in Coulomat).

*Anmerkungen:*

- 1 Latènezeitliche Eisenschlacken liegen aus Merishausen vor; siehe Bürgi und Bänтели 1982, 109.
- 2 Für exemplarisch vorgelegte Schlackenuntersuchungen an ebenfalls hallstattzeitlichem Material siehe Keesmann 1985.
- 3 Vergleichbares Material liegt aus römischen Werkstätten vor; siehe Schucany 1986, 216 Abb. 28.
- 4 Für die beispiellose Unterstützung sei an dieser Stelle PD Dr. H.R. Pfeifer, dipl.geol. V. Serneels und J.C. Lavanchy herzlich gedankt. Für Angaben zur Apparatur siehe Serneels 1988, 51.
- 5 Keesmann 1985, 351.
- 6 Die Bohnerze wurden freundlicherweise vom Museum zu Allerheiligen, Schaffhausen, Dr. R. Schlatter, zur Verfügung gestellt. Zum Thema Bohnerzbergbau im Randen siehe Birchmeier 1986.
- 7 Die Proben verdanken wir Herrn Ofenmeister W. Tobler von der Schmiedezunft Eligius. Anlässlich einer Ausstellung im Technorama wurde ein Rennfeuersversuch mit diesen Erzen durchgeführt. Eine Publikation der Versuchsergebnisse ist vorgesehen.
- 8 Serneels 1988, Fig. 3.
- 9 Bachmann 1982, 31.
- 10 Keesmann 1985, 356.
- 11 Hofmann 1981, 39.
- 12 Dass der Arbeitsaufwand für das Anreichern der Bohnerze heute gescheut wird, darf nicht dazu verleiten, dasselbe für prähistorische Zeiten anzunehmen; siehe Britt 1986, 36.

*Bibliographie:*

- Bachmann, H.G.* (1982) The Identification of Slags from Archaeological Sites. Institute of Archaeology Occasional Publication 6, London.
- Birchmeier, Ch.* (1986) Bohnerzbergbau im Südranden. Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen 38.
- Britt, H.-P.* (1986) Einführung zum Rennfeuersversuch «ELIGIUS». Ferrum 57, 1986, 35–39.
- Bürgi, J. und Bänтели, K.* (1982) Latènezeitliche Siedlungsspuren bei Merishausen SH. AS 5, 2, 105–109.
- Hofmann, F.* (1981) Erläuterungen zu Blatt Neunkirch des Geologischen Atlases der Schweiz, 1:25 000.
- Keesmann, I.* (1985) Chemische und mineralogische Untersuchung von Eisenschlacken aus der hallstattzeitlichen Siedlung von Niedererlbach. AKB 15, 351–357.
- Schucany, C.* (1986) Der römische Gutshof von Biberist-Spitalhof. JbSGUF 69, 199–220.
- Serneels, V.* (1988) Recherches archéométriques sur la sidérurgie antique en Suisse romande: Un nouveau Programme. Minaria Helvetica 8a, 48–54.