

Untersuchungen an den Eisenschlacken aus dem Hauptlager von Haltern am See

Kreis Recklinghausen, Regierungsbezirk Münster

Daniel Demant,
Bettina Tremmel

Während der von 2012 bis heute stattfindenden Ausgrabungen am Westtor des Hauptlagers von Haltern kamen fast in der gesamten 1 ha großen Fläche auffällig viele Schlackereste zum Vorschein. Es handelt sich um Hunderte Fragmente von etwa 1 cm bis 15 cm Größe, die sowohl innerhalb als auch außerhalb des Lagers gefunden wurden. Eine auffällige Konzentration konnte nirgends festgestellt werden, doch scheint das vergleichbar hohe Fundaufkommen dafür zu sprechen, in diesem Areal metallverarbeitende Werkstätten anzunehmen. Hinweise auf Bronzeverarbeitung, z. B. Gusstieglfragmente, Altmetallstücke oder Halbfabrikate, liegen allerdings nicht vor. Schon 1971 deckte Siegmur von Schnurbein etwa 33 m nördlich des Westtores in der Via Sagularis einen Befund auf, bei dem es sich um eine Schmeldeesse handeln könnte (Abb. 1). Der etwa ovale Befund besitzt einen maximalen Durchmesser von 2 m und wird von einem Steinkranz umrahmt. Der Unterbau besteht aus einer Lage aus 6–22 cm großen Steinen und einem rötlich verziegelten, lehmig-sandigen Auftrag.

Für die hier zur Darstellung kommenden archäometrischen Untersuchungen wurden sechs Schlacken ausgewählt. Diese wurden zuerst makroskopisch begutachtet und anschließend erfolgten eine gefügekundliche sowie eine chemische Analyse.

Äußerlich unterscheiden sich die Schlacken kaum. Das Erscheinungsbild von fünf der sechs Exemplare wird durch die Farben Schwarz, Rot und Weiß (Beige) dominiert. Eine Schlacke ist interessanterweise fast vollständig von Quarzkörnern umhüllt. Es ist nicht eindeutig, wodurch dieser Überzug aus Sand entstand. Eine Erklärung wäre, dass die noch heiße Schlacke aus der Esse entnommen und in sandigem Boden deponiert wurde. Da Schlacken aber normalerweise bis zum Erkalten in der Esse verbleiben, ist dies eher unwahrscheinlich. Zudem waren die Quarzkörner, die der Schlacke direkt anliegen, nicht angeschmolzen, wie die Untersuchungen zeigten. Möglicherweise ist der Sand aufgrund der Bodenlagerung und der Lösungs- und Fäl-

lungsreaktionen durch Eisenhydroxid mit der Schlacke verbunden worden. Daneben sind bei einigen Exemplaren Abdrücke von Holzkohlen an der Unterseite zu erkennen. Einem Fund haften an zwei gegenüberliegenden Seiten Lehmreste an, bei denen es sich vermutlich um Teile der Schmiedeessenwand handelt. Am Sägeschnitt zeigt sich der heterogene Auf-

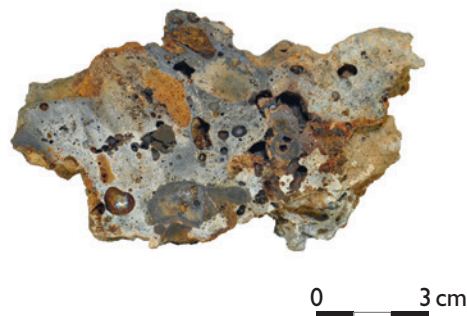


Abb. 1 Am Westtor wurde schon 1971 eine mögliche Schmeldeesse freigelegt. Sie liegt über einer ebenfalls hauptlagerzeitlichen, bereits verfüllten Grube (Foto: S. von Schnurbein).

Abb. 2 Sägeschnitt durch Schlacke 4825/15 mit farblich deutlich zu unterscheidenden Bereichen (Foto: Deutsches Bergbaumuseum Bochum/D. Demant).

bau der Schlacken aus meist dunkelgrauen bis anthrazitfarbenen und vor allem weißen bis beigeen Bereichen (Abb. 2). Einzig ein Exemplar fällt durch eine Zweiteilung auf: Es besteht aus einem Gemisch aus Holzkohle, Quarzkörnern und Korrosionsprodukten im unteren sowie der eigentlichen Schlacke im oberen Teil.

Auch bei der gefügekundlichen Untersuchung präsentieren sich die meisten Schlacken als stark heterogen. Drei Exemplare bestehen

Abb. 3 Mit Gasblasen (dunkle Löcher) durchsetzte glasig erstarrte Schmelze und neugebildetes Metall (helle Tropfen) (4823/15) (Foto: Deutsches Bergbau-Museum Bochum/D. Demant).

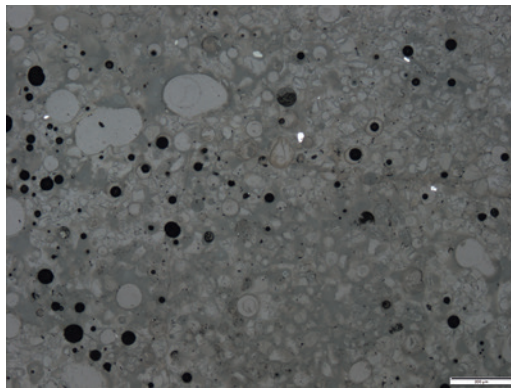


Abb. 4 Metallneubildung (helle Tropfen) in einer fayalitischen Schlackenmatrix (hellgrau, stängelig und primatisch) mit einzelnen Entgasungsblasen (dunkel) (4826/15) (Foto: Deutsches Bergbau-Museum Bochum/D. Demant).

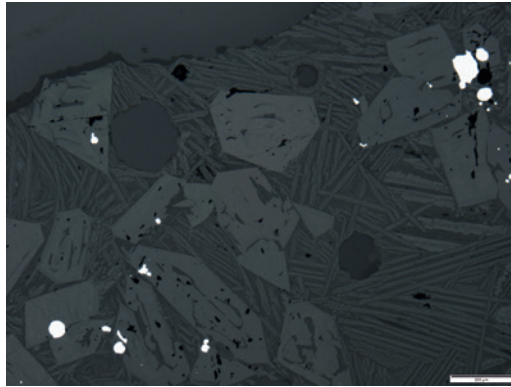
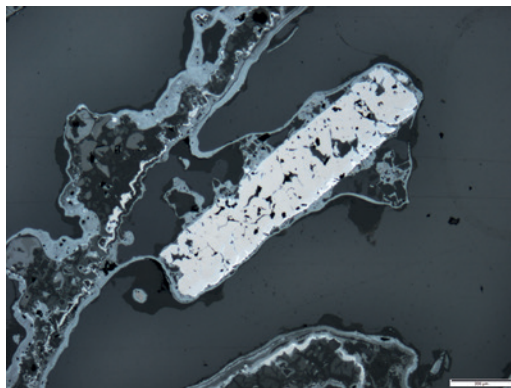


Abb. 5 Rechteckiger Hammerschlag mit dünnem Korrosionsrand (einseitig) in einer blasigen, fayalitischen Schlackenmatrix (4826/15) (Foto: Deutsches Bergbau-Museum Bochum/D. Demant).



größtenteils aus glasig erstarrten Schmelzen, die den hellen (beigen) Anteilen der makroskopischen Betrachtung entsprechen (Abb. 3). Darüber hinaus zeigen sich Bereiche fayalitischer Schlacke (grau) (Abb. 4), zum Teil mit sehr feinen, dendritischen Wüstitmineralisationen. Die restlichen Schlacken bestehen fast vollständig aus Fayalit. In allen Objekten tritt Hammerschlag auf (Abb. 5). Allerdings befin-

Abb. 6 Haupt- und Nebenelemente der untersuchten Schlacken in Gewichtsprozent (Analyse: Deutsches Bergbau-Museum Bochum/D. Demant).

Lab.-Nr.	Typ	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	FeO	K ₂ O	MnO	Na ₂ O	BaO	P ₂ O ₅	S	TiO ₂	Summe
4821/15	I	1,00	3,72	68,5	2,76	16,6	2,14	0,30	0,30	0,08	0,88	0,01	0,30	96,6
4822/15	II	0,23	1,05	19,5	0,26	66,2	0,18	0,09	0,02	0,01	0,54	0,06	0,12	88,2
4823/15	I	1,83	4,35	66,8	4,01	11,2	3,52	0,32	0,44	0,09	1,20	0,03	0,40	94,2
4824/15	II	1,28	1,75	28,6	4,28	56,4	1,03	0,31	0,10	0,07	0,51	0,01	0,20	94,6
4825/15	I	1,62	4,94	69,7	4,20	7,93	3,81	0,29	0,49	0,08	1,21	0,04	0,43	94,7
4826/15	II	1,21	3,55	45,6	2,58	39,3	1,35	0,34	0,17	0,05	0,66	0,03	0,33	95,2

det sich dieser in den meisten Fällen derart in Auflösung, dass seine originäre Form nicht mehr zu erkennen ist. Ist er besser erhalten, zeigt er sich scharfkantig oder leicht gebogen.

Ebenfalls sind in den Schlacken globulare Metalltröpfchen zu unterschiedlichen Anteilen enthalten (Abb. 3 und 4). Vorwiegend treten sie in der Nähe von Holzkohlenfragmenten auf, was darauf schließen lässt, dass es sich um sekundär gebildetes Eisen handelt. In drei der untersuchten Objekte (4821/15, 4822/15 und 4824/15) sind größere Metallstücke mit variierenden Kohlenstoffgehalten eingeschlossen. Dabei handelt es sich entweder um intensiv korrodiertes Eisen mit relik-tischen Graphitlamellenstrukturen oder um Fragmente mit Spuren von Zementitnadeln und stellenweise von Perlit. Es handelt sich folglich um einen heterogenen, gut schmie-d- und schweißbaren Stahl. Bei derart inhomogenen Schlacken kann die chemische Analyse für verschiedene Bereiche der Schlacken von-einander abweichen. Trotzdem ermöglichen die Pauschalanalysen eine klare Einteilung der Schlacken in zwei Typen (Abb. 6 und 7):

- Typ I: Schlacken mit erhöhtem SiO₂-Ge-halt (SiO₂ > 50 %, FeO < 20 %);
- Typ II: Schlacken mit höherem Fe-Gehalt (SiO₂ < 50 %, FeO > 20 %).

Diese Trennung der beiden Schlackentypen kann auch durch die Darstellung in einem ternären System FeO-Al₂O₃-SiO₂ (F-A-S) (Abb. 8) veranschaulicht werden. Dieses spiegelt ebenfalls die Ergebnisse der makroskopi-schen und gefügekundlichen Untersuchung wider. Die Schlacken des Typs I sind haupt-sächlich aus glasigen und die des Typs II aus fayalitischen Schmelzen aufgebaut. Einzig die Schlacke 4826/15 scheint chemisch einen Übergangstyp mit beinahe identischen SiO₂- und FeO-Gehalten darzustellen.

Ausgehend von den Untersuchungen um-fassen die Schlacken folglich Varianten, die entweder quarzreiche und glasig erstarrte oder eisenreiche, fayalitische Schmelzen re-präsentieren. Hinzu kommt eine Mischform, in der Eisen und silikatische Phasen zu annä-hernd gleichen Teilen vorhanden sind. Des

Lab.-Nr.	Typ	Li	Y	Nb	Mo	Ag	Cd	Sn	Sb	Te	W	Pb
4821_15	I	10	9	10	2	0,2	0,4	12	55	40	6	50
4822_15	II	1	4	3	11	<0,2	0,5	10	20	35	3	4
4823_15	I	7	11	9	0,9	<0,2	0,5	8	9	30	2	4
4824_15	II	3	5	3	1,2	<0,2	0,3	<5	4	<30	<1	2
4825_15	I	8	12	10	0,6	<0,2	0,4	7	2	<30	<1	10
4826_15	II	4	6	5	0,9	0,2	0,3	20	1	<30	<1	5

Lab.-Nr.	Typ	Bi	V	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Sr	As	Se
4821_15	I	0,07	30	35	25	30	85	35	4	150	20	<40
4822_15	II	0,06	10	10	230	460	210	55	4	15	140	<40
4823_15	I	0,04	35	40	25	30	25	25	3	180	20	<40
4824_15	II	0,03	25	20	130	90	50	30	4	140	20	<40
4825_15	I	0,03	40	45	20	25	25	30	4	170	20	<40
4826_15	II	0,02	20	25	20	20	30	35	3	85	20	<40

Abb. 7 Spurenelemente der untersuchten Schlacken in ppm (Analyse: Deutsches Bergbau-Museum Bochum/D. Demant).

Weiteren enthalten drei Schlacken größere Rückstände metallischen Eisens. Es handelt sich dabei aller Wahrscheinlichkeit nach sowohl um heterogenen Stahl als auch um Eisenreste mit höherem Kohlenstoffgehalt. Vermutlich sind diese während eines Verarbeitungsvorgangs verloren gegangen und zum Teil nachträglich weiter aufgekühlt worden.

Auch wenn in diesem Rahmen nur ein sehr geringer Ausschnitt aller gefundenen Schlacken des Römerlagers in Haltern untersucht wurde, zeigt sich, dass hier Verfahren des Schmiedens und Feuerverschweißens stattfanden. Es ist davon auszugehen, dass sowohl Werkstücke (Baunägel, Schuhnägel etc.) gefertigt als auch Reparaturen an Gegenständen vorgenommen wurden. Derartige aufeinanderfolgende Arbeitsschritte könnten zur Entstehung dieser heterogenen Schlacken geführt haben.

Summary

An area of more than one ha in size near the west gate of the main military camp at Haltern has been under examination since 2012. The extremely large number of slag finds recovered from this area prompted an archaeological study on six selected samples of slag. They attest to the fact that forging and forge welding took place at the main camp.

Samenvatting

Sinds 2012 wordt een gebied met oppervlakte van 1 ha grenzend aan de westpoort van het Romeinse hoofdkamp te Haltern onderzocht. De vele vondsten van metaalslakken gaven aanleiding tot archeometrisch onderzoek aan zes representatieve slakken. Ze verschaffen inzicht in het smeedproces en de techniek van het vuurlassen in het legerkamp.

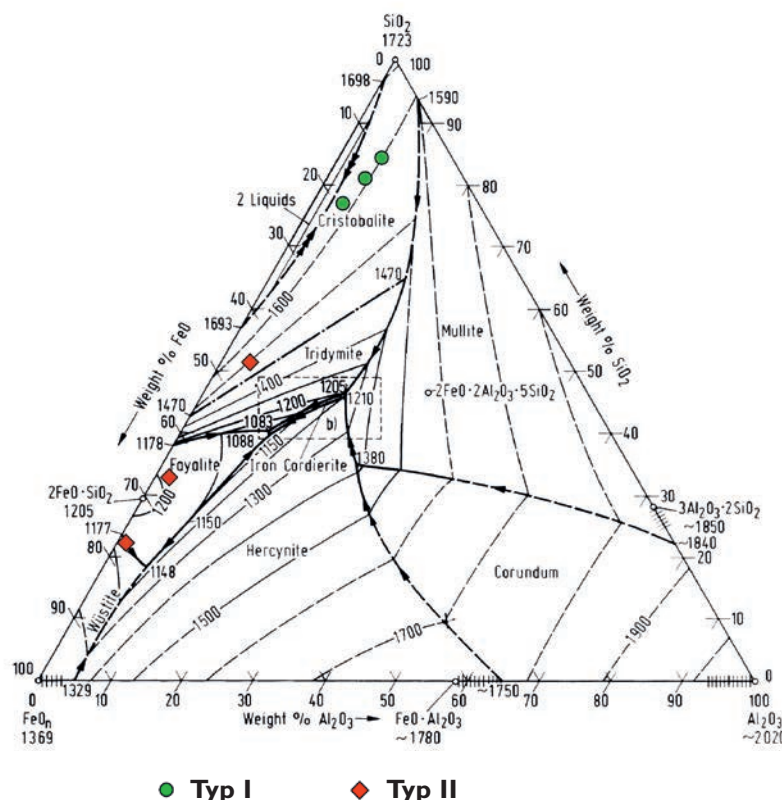


Abb. 8 Projektion der untersuchten Schlacken in ein FeO-AL₂O₃-SiO₂-System (f-A-S) (nach Osborn/Muan 1960) (Messung und Grafik: Deutsches Bergbau-Museum Bochum/D. Demant).

Literatur

Elburt Franklin Osborn/Arnulf Muan, Phase Equilibrium Diagrams of Oxide Systems (Columbus, Ohio 1960). – Vincent Serneels/Sébastien Perret, Quantification of Smithing Activities Based on the Investigation of Slag and Other Material Remains. In: Archaeometallurgy in Europe. International Conference, 24–26 September 2003, Milan, Italy. Proceedings (Milano 2003) 469–478. – Guntram Gassmann, »Schmiedeabfälle« – Aspekte ihrer naturwissenschaftlichen Untersuchung. In: Walter Melzer (Hrsg.), Schmiedehandwerk in Mittelalter und Neuzeit. Soester Beiträge zur Archäologie 5 (Soest 2004) 71–80. – Bettina Tremmel, Die westliche Umwehrung des augusteischen Hauptlagers von Haltern. Archäologie in Westfalen-Lippe 2012, 2013, 62–66. – Bettina Tremmel, Kastengrube und »Torgebäude« – Ausgrabungen im Römerlager Haltern 2013. Archäologie in Westfalen-Lippe 2013, 2014, 92–96.