

# VI. Beurteilung der Schlacken

*Ludwig Eschenlohr*

## 1 Einführung

Im Rahmen des Auswertungsprojektes der Grabungskampagnen 1987 und 1988 in Marmorera, Burg Marmels<sup>341</sup>, wurde der Autor vom Archäologischen Dienst Graubünden beauftragt, die angefallenen verschlackten Abfälle zu untersuchen und zu beschreiben.<sup>342</sup>

Die verfügbaren Mittel ermöglichten nur eine schnelle, jedoch vollständige Materialaufnahme und eine morphotypologische Bestimmung. Die Untersuchung stellt den ersten Schritt für eine ganzheitliche Annäherung an die Eisenerzverhüttung und das Schmieden von Eisen im Oberhalbstein dar, einem Gebiet, das vorwiegend mit Kupfererzverhüttung<sup>343</sup> in Zusammenhang gebracht wird.<sup>344</sup> Nach meiner Kenntnis<sup>345</sup> gibt es bis jetzt keine publizierte Untersuchung zur Problematik der Präsenz von Eisenverarbeitungs- und Kupfererzverhüttungsschlacken, insbesondere in mittelalterlichem Kontext.<sup>346</sup> Allerdings gibt es historische Hinweise auf spätmittelalterliche Eisenerzverhüttung im Oberhalbstein durch die Herren von Marmels.<sup>347</sup>

Trotz der eng gesetzten Rahmenbedingungen habe ich versucht, meine Materialkenntnis in diese Untersuchung einfließen zu lassen, um möglichst aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Es konnten immerhin 49 Bruchstücke von Eisenschlacken und 29 Kupferschlacken zusammengesetzt werden. Dies ermöglicht es, Bezüge zwischen gewissen Schichten herzustellen und dadurch einen Beitrag zur Gesamtinterpretation beizusteuern.

### Quantifizierung

Einführend gilt es festzuhalten, dass die gefundene Abfallmenge eher gering ist, wenn man in Betracht zieht, dass die Burg mehr als drei Jahrhunderte bewohnt gewesen war (Abb. 132).<sup>348</sup> Die relativ zahlreichen Eisenobjekte<sup>349</sup> weisen darauf hin, dass entweder gebrauchsfertige Gegenstände von anderswoher erworben wurden oder aber ein nicht unbedeutender Teil der Schmiedeschlacken bei der Ausgrabung nicht entdeckt werden konnte, was in Anbetracht der topographischen Situation durchaus verständlich wäre.

## 2 Eisenschmiedeschlacken

In der Prozesskette des frühen Eisengewerbes stellt die eigentliche Schmiedearbeit, das Ausformen oder Instandstellen eines Objekts, eine gut erfasste Arbeitsphase dar.<sup>350</sup> Es kann sich dabei zum Teil auch um eine Wiederverwertung von nicht mehr nutzbaren Gegenständen aus Eisen handeln.

### 2.1 Morphotypologie

Das Hauptkriterium, um das Schmieden anhand von Schlacken zu definieren, ist das Vorhandensein von kalottenförmigen Schlacken. Meist finden sich damit vergesellschaftet auch verglaste Tropfenschlacken, Essenwandbruchstücke aus Lehm und Hammerschlag. Ausnahmen dazu bilden ab dem Spätmittelalter Schlackeninventare aus Steinessen, bei denen Essenwandbruchstücke aus

	Pos.		Anzahl	%	Gewicht (g)	%		
<b>Gebäude 3</b>	6a–c, Planie 7	Fe	240	68,6	9385	65,1		
		Cu	15	1,3	390	2,7		
	Planie 15	Fe	28	8,0	2620	18,2		
		Cu	9	0,8	270	1,9		
	14 + 16	Fe	63	18,0	1880	13,0		
		Cu	974	86,3	11 335	78,3		
	Herd 34	Fe	2	0,6	220	1,5		
		Cu	1	0,1	10	0,1		
	13	Fe	2	0,6	20	0,1		
		Cu	5	0,4	60	0,4		
	3, 4, 5	Fe	1	0,3	5	0,0		
		Cu	2	0,2	40	0,3		
Humus 32	Fe	6	1,7	90	0,6			
	Cu	0	0,0	0	0,0			
<b>Felsschrund</b>		Fe	8	2,3	195	1,4		
		Cu	123	10,9	2365	16,3		
		Fe	350	100	14 415	100		
		Cu	1129	100	14 470	100		
<b>Total</b>			<b>1479</b>	<b>–</b>	<b>100</b>	<b>28 885</b>	<b>–</b>	<b>100</b>

Abb. 132 Marmorera, Burganlage Marmels. Gesamtkorpus der untersuchten verschlackten Abfälle. Die grössten Fundkomplexe befanden sich bei der Eisenverarbeitung (Fe) alle in Gebäude 3 (über 97% des Gesamtmaterials), bei den Überresten aus der Kupfererzverhüttung (Cu) lag der grössere Anteil im Felsschrund (16%).



Abb. 133 Marmorera, Burganlage Marmels. Schmiedeschlacke in Kalottenform in Aufsicht (a) und im Profil (b). M. 1:2.

Lehm fehlen und Tropfenschlacken von untergeordneter Bedeutung sind, sowie Schlackendeponien.<sup>351</sup> Das Spektrum der verschlackten Abfälle von Marmels, die mit der Schmiedetätigkeit in Verbindung stehen, ist einseitig und höchstwahrscheinlich unvollständig. Es liegen praktisch nur Kalottenschlacken vor.<sup>352</sup> Dass Hammerschlag fehlt, kann durch die Abwesenheit von Sedimentproben aus der Feuerstelle, die vermutlich als Esse diente, erklärt werden. Das fast völlige Fehlen von Essenwandfragmenten aus Lehm und von anderem verschlacktem, eisenhaltigem Abfall ist hingegen schwierig zu erklären.

## 2.2 Kalottenschlacken

Schlacken mit einer konkaven Unterseite bilden sich in der Essengrube in der glühenden Holzkohleschicht unterhalb des sich in Arbeit befindenden Metallgegenstandes (Abb. 133 und 134). Ihre Grösse und ihr Gewicht kann sowohl von der Dauer der Arbeitsphase, in der sie sich bilden, wie auch von der Grösse des bearbeiteten Metallstücks abhängen. Je nachdem enthalten sie eine sehr unterschiedliche Menge Metall, Sand oder Holzkohle. Die Kalottenschlacken in Marmels stellen gewichtsmässig über 99% aller verschlackten Abfälle des Schmiedens von Eisen dar.



Abb. 134 Marmorera, Burganlage Marmels. Schmiedeschlacke in Kalottenform. M. 1:2.

## 2.3 Untersuchungen

Die Mindestindividuenzahl<sup>353</sup> (MIZ) beläuft sich auf 22 Einzelstücke von Kalottenschlacken. Alle folgenden Beobachtungen haben daher Hinweischarakter und können wegen der zu kleinen Stückzahl nicht statistisch ausgewertet werden. Diese Kalottenindividuen stellen 49% der gesamten Stücke der Eisenschlacken dar. Ihr reelles Gewicht variiert zwischen 70 g und 1100 g. Hochgerechnet auf einen Erhaltungszustand von 100%, liegt die Variationsbreite zwischen 95 g und 1220 g. Der mittlere Erhaltungszustand liegt bei 77,5%, die mittlere Dichte bei 2,6, mit einer Variation von 2,1 bis 2,9, wobei 13 Dichteberechnungen zwischen 2,6 und 2,9 fallen, die übrigen neun zwischen 2,1 und 2,5. Die Reaktion mit dem Magneten ist bei 15 Kalotten gleich null, bei vier schwach, und nur drei Individuen ziehen mittel bis stark an: dies spricht entweder dafür, dass

<sup>341</sup> JANOSA 1993a sowie der Befundteil der vorliegenden Publikation (Kap. II) dienen als Vorlage zum Verständnis der Burganlage und der Grabungssituation.

<sup>342</sup> Marianne Senn, Zentrum für Kulturgüteranalytik, Empa Dübendorf, hat sich freundlicherweise bereit erklärt, diesen Beitrag kritisch zu lesen. Ihre Korrekturvorschläge waren sehr hilfreich.

<sup>343</sup> Die Verwendung des Begriffs Kupferverhüttung ist ungenau, da sich der ganze Verhüttungsvorgang auf die Gewinnung eines Metalls aus seinem Erz bezieht.

<sup>344</sup> SCHAEER 2003 gibt eine gute Übersicht über den Kupferbergbau im Oberhalbstein sowie den Stand der Literatur. Diese Untersuchung berührt jedoch nicht den mittelalterlichen Zusammenhang, in welchen das hier untersuchte Materialkorpus einzuordnen ist.

<sup>345</sup> Der Zugriff auf einen Teil der ortsspezifischen, nicht direkt verfügbaren Literatur war aus Zeitgründen nicht möglich.

<sup>346</sup> Spezialisiert seit etwa zwanzig Jahren auf verschlackte Materialien im Zusammenhang mit Eisen zwischen der Eisenzeit und dem Mittelalter in der Nordwestschweiz, betritt der Autor mit dieser Untersuchung ebenfalls Neuland.

<sup>347</sup> Zum Bergrecht der Herren von Marmels siehe Kap. VII.18.

<sup>348</sup> Siehe Kap. II.10.

<sup>349</sup> Siehe Kap. III.7.4.7–7.4.9 sowie Kap. III.10.1, 10.2 und 10.4.

<sup>350</sup> Für alle grundsätzlichen Begriffe und Definitionen möge man sich auf ERZE, SCHLACKEN, EISEN 1997 beziehen.

<sup>351</sup> SENN 1998, 118, 121, 122. Schlackendeponien bilden eine Ausnahme, da nur eine Auswahl, meist grössere Stücke, zusammen abgelagert wurde.

<sup>352</sup> ERZE, SCHLACKEN, EISEN 1997, 34 f.

<sup>353</sup> Die Mindestindividuenzahl berechnet sich anhand aller Bruchstücke, die einen Erhaltungszustand von 50% oder mehr aufweisen.



Abb. 135 Marmorera, Burganlage Marmels. Fliessschlacke der Kupfererzverhüttung aus der Schlackendeponie 14 und der stark holzkohle- und aschehaltigen Schicht 16, zusammengesetzt aus 12 Bruchstücken. L. 8,7 cm, B. 9,6 cm, D. 2,7 cm, Dichte 3,7, Gewicht 240 g, mit schwacher Magnetisierung. M. 1:2.

der wesentlichste Teil des in den Kalotten enthaltenen Eisens bereits völlig korrodiert ist, oder aber dafür, dass diese Abfallstücke allgemein wenig Metall enthalten.

Die Mehrheit der Individuen weist eine rostige Oberfläche auf (16 von 22 Stücken), bei einem Drittel (sieben Individuen) ist auch die Unterseite rostig. Ein weiteres Drittel (sieben Stücke) zeigt Holzkohleeindrücke auf der Unterseite, was bei der Entstehung in einem Holzkohlebett und entsprechender Zähflüssigkeit naheliegend ist. Nur etwa ein Viertel (vier beziehungsweise fünf Stücke) lässt sich mithilfe der in frühmittelalterlichem Zusammenhang gut erprobten Charakteristika beschreiben:<sup>354</sup> Es handelt sich dabei um eine verschlackte oder fast verglaste Oberseite sowie um eine Oberseite mit flüssigem Aussehen. In zwei Fällen konnte eine konkave Eintiefung in der Oberseite beobachtet werden und in einem weiteren Fall die Präsenz eines verglasten Wulstes.<sup>355</sup> Schliesslich fällt auf, dass acht Stücke viele kleine Schiefersteinfragmente auf der Unterseite aufweisen. Dies kann auf das geologische Umfeld oder die Essenauskleidung hinweisen. Nur zwei Kalottenindividuen weisen an einer Randseite Wandspuren auf. Die Reste der vermuteten Schmiedesse<sup>356</sup> ermöglichen es nicht, diese Beobachtung weiter zu deuten.

## 2.4 Räumliche Verteilung

Der Grossteil der Schlacken von Marmels wurde in Gebäude 3 im Eingangsbereich der Burganlage ergraben und ist innerhalb des Gebäudes zwei Benutzungsphasen zuzurechnen. 268 Kalottenschlacken und 24 Kupferschlacken wurden in den ersten Benutzungsschichten (7, 6a–c und 15) ergraben. Dies entspricht etwa 12 kg Eisenschlacken (83%) sowie 660 g Kupferschlacken (4,5%). Der bedeutende Teil der Schlacken der ersten Benutzungsphase lag in

der Feuerstelle 6c und den dazugehörigen holzkohle- und aschehaltigen Schichten 6a und 6b. Vereinzelt Schlacken lagen an der Oberfläche der Planie 7 und sind daher den Schichten 6a–c zuzurechnen. Die ersten Benutzungsschichten wurden in der Folgezeit von einer zweiten Planie 15 überdeckt, wobei wenige Schlacken aus dem ersten Benutzungshorizont in die Planie gelangten. Die Feuerstelle 6c war bei den Ausgrabungsarbeiten nur noch anhand einer brandgeröteten Schicht festzustellen. An wenigen der daraus gewonnenen Schlacken fanden sich nun in der Auswertung Spuren von Lehm, was auf eine mit Lehm ausgekleidete Esse schliessen lässt.

In der zweiten Benutzungsphase von Gebäude 3 mit der Herdstelle 34 und den zugehörigen Schichten 14 und 16 fanden sich lediglich 65 Schmiedeschlacken (2,1 kg, 14,5%), dafür 975 Kupferschlacken (11,35 kg, 78,4%).<sup>357</sup> Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die erste Benutzungsphase in Gebäude 3 über drei Viertel aller Schmiedeabfälle aus der Eisenverarbeitung beinhaltet. Die Feuerstelle 6c darf aufgrund der Schmiedeschlacken und Lehmreste daher als Schmiedesse angesprochen werden. Die zweite Phase hat in umgekehrtem, fast gleichem Verhältnis den überwiegenden Anteil der Kupfererzverhüttungsschlacken geliefert.<sup>358</sup> Die gefundenen Kupfererzverhüttungsschlacken sind – wie im folgenden Kap. VI.4 aufgezeigt wird – mengenmässig viel zu gering, um auf Verhüttung in Gebäude 3 rückzuschliessen, und auch die zugehörige Herdstelle 34 darf aufgrund ihrer Beschaffenheit nicht als Verhüttungssofen angesprochen werden. In welchem Kontext die Kupfererzverhüttungsschlacken benutzt worden sind, bleibt unklar (vgl. Kap. VI.5).

## 3 Kupfererzverhüttungsschlacken

### 3.1 Morphotypologie

Der typische Abfall der Kupfererzverhüttung im Oberhalbstein ist die Plattenschlacke.<sup>359</sup> Der erste Aspekt, welcher bei der Sichtung des Kupfererzverhüttungsabfalls von Marmels auffällt, ist die variierende Dicke dieser plattenförmigen Schlacken. Abweichende Oberflächenveränderungen wie Falten, Rinnen und anderes mehr sind eher selten (Abb. 135). Die hier beobachteten Fliessschlacken der Kupfererzverhüttung unterscheiden sich rein äusserlich von den meisten bekannten Fliessschlacken der direkten Eisenerzverhüttung aus dem Mittelalter durch ihren plattigen Charakter als Folge einer dünnflüssigen Schmelze; die Farbe, die Oberflächenbeschaffenheit sowie die

Ausbildung eines Randes, der an gewissen Schlackenstücken sichtbar ist, stellen aus meiner Sicht weitere Unterscheidungsmerkmale dar.<sup>360</sup>

### 3.2 Fliessschlacken

Im Mittel wiegt ein Bruchstück dieser Fliessschlacken fast 12 g. In Anbetracht der zusammengesetzten Passstücke (vgl. Abb. 135) ist ein recht hoher Fragmentierungsgrad vorauszusetzen. Aus der Erfahrung mit Fliessschlacken der Eisenerzverhüttung kann davon ausgegangen werden, dass diese Fragmentierung bereits kurz nach dem Ausfliessen aufgrund der thermischen Spannung zwischen der sehr heissen Schlacke und der umgebenden kalten Luft begann. Zusätzlich zerbrechen grössere Schlackenstücke, auch im abgekühlten Zustand, sobald sie auf den Boden fallen.

Ohne klare Fragestellung wurde die Magnetisierung dieser Fliessschlacken nicht systematisch erfasst. Es zeichnet sich jedoch als Tendenz ab, dass die dünneren Stücke stärker magnetisch sind als die dickeren. Dies hängt vermutlich mit der Beschaffenheit des verhütteten Kupfererzes zusammen, das auch Eisenoxyd enthält.<sup>361</sup>

### 3.3 Mögliche Untersuchungen

Anhand dieser wenigen Beobachtungen können zum jetzigen Zeitpunkt keine weiteren Aussagen gemacht werden. Es ist jedoch möglich, im Hinblick auf die an Eisenerzverhüttungsschlacken gesammelten Erkenntnisse einige Untersuchungsrichtungen aufzuzeigen, die detailliertere Ergebnisse zu den Kupfererzverhüttungsschlacken liefern könnten.

Die Rekonstruktion eines ganzen Schlackenausflusses aus einem Verhüttungssofen würde es eventuell erlauben, den gewonnenen Kupferstein abzuschätzen und so die Gesamtproduktion eines solchen Werkplatzes zu berechnen.<sup>362</sup> Da ein gleichzeitiger Kupfererzverhüttungsplatz in der Nähe der Burg jedoch nicht bekannt ist, bleibt diese Überlegung ohne konkrete Umsetzungsmöglichkeit.

## 4 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Untersuchung des verschlackten Materials aus der Burg Marmels können in drei wesentlichen Erkenntnissen zusammenfasst werden:

- Die etwa 29 kg Schlacken, die 1987/88 in der Burganlage Marmels ergraben wurden, können mit zwei handwerklichen Tätigkeiten in Verbindung gebracht werden. Die 14,5 kg plattigen Fliessschlacken sind Abfälle der Kupfererzverhüttung, das

heisst der Gewinnung dieses Metalls. Durch 14,4 kg eisenoxydhaltige Kalottenschlacken lässt sich die Verarbeitung des Metalls Eisen nachweisen. Diese Zweiteilung ist eindeutig: Es kann absolut ausgeschlossen werden, dass vor Ort Eisenerz verhüttet wurde. Was die mögliche Weiterverarbeitung des gewonnenen Kupfers betrifft, konnten keine eindeutigen Hinweise beobachtet werden. Die festgestellte Schlackenmenge aus der Kupferproduktion ist jedoch zu gering, um als Beweis für Verhüttung im Burgareal zu gelten.

- Der allergrösste Teil der verschlackten Abfälle wurde innerhalb von Gebäude 3 gefunden. Daraus kann geschlossen werden, dass die feuergefährlichen Tätigkeiten im Zusammenhang mit dem Schmieden in einem sicheren Abstand zu den Hauptgebäuden dieser Burg erfolgten. Dies entspricht dem Bewusstsein der Feuergefahr, die man im Mittelalter auch in städtischem Zusammenhang feststellt, wo die feuergefährlichen Gewerbe in weniger dicht besiedelten (Vor)stadtzonen eingerichtet wurden.<sup>363</sup> Auch wenn damit zu rechnen ist, dass die Fundmenge nicht der tatsächlichen Abfallmenge entspricht, unterstützt die eindeutige Fundverteilung und -gewichtung diese Interpretation, zumindest was die nachgewiesene Schmiedetätigkeit für die erste Benutzungsphase in Gebäude 3 betrifft.<sup>364</sup> Die Existenz eines Kupfererzverhüttungssofens in Gebäude 3 muss aus meiner Sicht ausgeschlossen werden, da die vorliegende Fundmenge in keinem Vergleich steht zu den Abfallmengen, die üblicher-

<sup>364</sup> ESCHENLOHR ET AL. 2007, 30–34.

<sup>365</sup> Zusätzliche Details zu diesen morphologischen Charakteristika finden sich in ESCHENLOHR ET AL. 2007, 30–54.

<sup>366</sup> Vgl. dazu Kap. II.9.1.

<sup>367</sup> Zur Stratigraphie in Gebäude 3 siehe Kap. II.9.

<sup>368</sup> An diesem Beispiel wird deutlich, dass bei der Untersuchung von Abfällen aus metallurgischen Prozessen sowohl die Stückzahlen als auch die Gewichtsangaben von Bedeutung sind.

<sup>369</sup> Siehe dazu Walter Fasnacht in ERZE, SCHLACKEN, EISEN 1997, 60, Abb. 22; SCHAEER 2003, 26, Abb. 14.

<sup>370</sup> Letztere können auch plattenförmig sein. Sie sind jedoch klar unterscheidbar von den hier untersuchten Kupferschlacken. Eisenerzverhüttungsschlacken fanden sich in der Burganlage Marmels hingegen keine.

<sup>361</sup> SCHAEER 2003, 8–11.

<sup>362</sup> Wie dies erstmals durch den Autor im Bereich der Eisenerzverhüttung im zentralen Schweizer Jura durchgeführt worden ist: ESCHENLOHR/SERNEELS 1991, 71, 99–106.

<sup>363</sup> Zum Beispiel in Basel, siehe dazu MATT 1996, 52 f.

<sup>364</sup> An sich bedürfte eine absolut eindeutige Zuweisung eines Befundes als Schmiedewerkplatz des gesicherten Nachweises von Hammerschlag in den zugehörigen Sedimenten. Dies ist hier zwar nicht der Fall, dennoch spricht der Befund für diese Interpretation.

weise bei dieser gewerblichen Tätigkeit anfallen und in die Tonnen gehen.<sup>365</sup>

- Die Unterscheidung zwischen Eisenschmiedeschlacken und Kupfererzverhüttungsschlacken ist bereits von der Morphologie her eindeutig. Zusätzlich hat die Dichteberechnung diese Trennung klar bestätigt:<sup>366</sup> Kupferschlacken sind viel dichter als Kalottenschlacken. Der Unterschied zwischen den beiden Kategorien ist bedeutend: Für die Kupferherstellungsabfälle beträgt die durchschnittliche Dichte 3,7 und für die Überreste aus der Eisenverarbeitung 2,6. Dieser Dichteunterschied ist markant und wesentlich grösser als die bisher beobachtete Variationsbreite innerhalb von Kalottenschlacken – mit Ausnahme von Schmiedeluppen, die fast nur aus Metall bestehen und eine Dichte von über 4,0 aufweisen können.<sup>367</sup>

## 5 Überlegungen allgemeiner Art und Perspektiven

Abschliessend gilt es ein paar Bemerkungen anzufügen. Die im Artikel von Manuel Janosa aus dem Jahre 1993 erfolgte Darlegung der Situation in Gebäude 3 bedarf aus meiner Sicht folgender Präzisierungen:<sup>368</sup>

- Die Herdstelle 34 enthält in ihrer Verfüllung eine Kalottenschlacke, die als direkt dazugehörige Schlackendeponie angesprochene Schicht 14 besteht jedoch zu mehr als 85% aus Fliessschlacken der Kupfererzverhüttung. Obwohl diese Deponie auch fast 2 kg Schmiedeschlacken enthält, finden sich wiederum 85% dieser Abfallkategorie in Schichten und Planien, die unter der besagten Feuerstelle liegen (vgl. Kap. VI.2.4). Die Herdstelle 34 kann also im besten Fall als eine zeitweilige Schmiedesse der jüngeren Benutzungsphase angesprochen werden, da die Abfallmenge zu gering ist, um Kupfererzverhüttung innerhalb der Burg zu postulieren.

- Dies wirft die Problematik auf, wie die Präsenz von Kupfererzverhüttungsschlacken in Gebäude 3 zu interpretieren ist. Da es – wie gesagt – schwer vorstellbar ist, dass eine so kleine Menge an Fliessschlacken von einer Verhüttungsaktivität vor Ort herührt, stellt sich die Frage, ob diese Abfälle in irgendeiner Form im Schmiedekontext verwendet worden sind<sup>369</sup> beziehungsweise aus welchem anderen praktischen Grund sie sich hier finden. Mit Sicherheit kann lediglich gesagt werden, dass mit den Schlacken bewusst eine Deponie (14) neben der Herdstelle 34 geschaffen wurde. Die Schlacken sollten also in irgendeiner Form in der Herdstelle verarbeitet werden. Vermutlich wurden sie eigens dafür auf die Burgstelle gebracht, was grundsätzlich keine Schwierigkeiten bereitet haben dürfte: Volumemässig ergeben die Schlacken ungefähr eine Kiepe (Rückentrag) voll. Die Funktion der Kupfererzverhüttungsschlacken bleibt jedoch unklar.
- Wenn die Feuerstelle 6c mit der Schmiedetätigkeit in Verbindung gebracht wird, darf sie nicht als Ofen angesprochen werden. Ein solcher Ofen wäre eine mehr oder weniger geschlossene Feuerstelle, die entweder der Verhüttung von Kupfer- oder Eisenerz hätte dienen können. Bei der nachgewiesenen Verarbeitung des Eisens handelt es sich jedoch um Schmiedeprozesse, die eine offene Feuerstelle, die man Schmiedesse nennt, voraussetzen.<sup>370</sup>

Anhand der vorliegenden Untersuchung wird das Potential, das eine vertiefte Studie der Eisen- und Kupfererzverhüttung sowie der weiteren Verarbeitung beider Metalle beinhaltet, wohl überdeutlich. Trotz der vermutlich nur teilweisen Erhaltung dieses Korpus von verschlacktem Material und der Grenzen dieser Untersuchung konnten dennoch recht klare Erkenntnisse bezüglich der Bedeutung und Situation der Schmiedetätigkeit auf Burg Marmels gewonnen werden. Die Auswertung von Erdproben aus der vermutlichen Schmiedewerkstatt in Gebäude 3 hätte es darüber hinaus ermöglicht, diese Situation analytisch zu bestätigen.

<sup>365</sup> Walter Fasnacht in ERZE, SCHLACKEN, EISEN 1997, 59.

<sup>366</sup> Ein Dichtevergleich zwischen Kupfererz- und Eisenerzverhüttungsschlacken wäre eigentlich logischer. In Marmels konnte er jedoch wegen des Fehlens der zweiten Fundkategorie nicht durchgeführt werden.

<sup>367</sup> Diese Aussage stützt sich auf Messungen des Autors von römischen Schmiedeluppenstücken und aufgrund der Ergebnisse in ESCHENLOHR ET AL. 2007, 39–56.

<sup>368</sup> JANOSA 1993a, 26, 28.

<sup>369</sup> Wofür es meiner Kenntnis nach keine zwingenden Gründe gibt. Aus der Literatur sind mir dafür keine Vergleichsbeispiele bekannt.

<sup>370</sup> Siehe dazu kommentiertes Wörterverzeichnis in ERZE, SCHLACKEN, EISEN 1997, 75, 83.