

MÖGLICHKEITEN ZUR REKONSTRUKTION DER URGESCHICHTLICHEN  
HÜTTENPROZESSE DES KUPFERS UND EISENS  
AUS SCHLACKENUNTERSUCHUNGEN  
AM MITTELALTERLICHEN BEISPIEL FEISTAWIESE

### Einleitung

Während wir für die Zeit ab dem 16. Jahrhundert (Georg Agricola, Vanoccio Biringuccio) ausreichende Informationen über den Bergbau, die Aufbereitung und die Führung des Hüttenprozesses, die Konstruktion der Öfen und die verwendeten Einsatzstoffe haben, ist dies für die früheren Zeiten, insbesondere für die Bronze- und Eisenzeit, also die Perioden der Urgeschichte, nicht der Fall. Bei Ausgrabungen metallurgischer Zentren für die Herstellung der Metalle aus dem Erz ergibt sich immer wieder die Frage, welche Schlüsse über den technischen Stand, damit über den Ablauf des Prozesses und die Qualität der so hergestellten Produkte man aus den Ergebnissen der Ausgrabung ziehen kann. Das Gebiet der Montanarchäologie<sup>1</sup> ist hier ein wichtiges Arbeitsgebiet zur Ergänzung der Ergebnisse archäologischer Forschung, die auch dem Berg- und Hüttenmann neue Erkenntnisse bringen kann. Auf diesem Gebiet arbeitet eine Gruppe am Leobner Erich-Schmid-Institut für Festkörperphysik der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, wobei die Einrichtungen des Institutes selbst und der nahegelegenen Forschungsinstitute der Montanuniversität und der Montanindustrie benutzt werden können.

### Schlackenuntersuchungen

Eine aufwendige Untersuchung einer Schlacke ist nur dann als sinnvoll anzusehen, wenn sie eindeutig in einem archäologischen Zusammenhang gefunden wurde, der einerseits eine Zuweisung zu anderen Funden, wie Ofenkonstruktion und dergleichen ermöglicht und andererseits eine kulturgeschichtlich und zeitlich einigermaßen befriedigende Datierung erlaubt. Die Schlacke selbst ist Teil der Stoffbilanz des Ofens (Abb. 1). Von den Ausgangsprodukten: Erz, Holzkohle und Zuschläge sowie dem unbeabsichtigt eingeschmolzenen Ofenfutter, entstehen als Endprodukte eines metallurgischen Prozesses das gewünschte Metall oder metallhaltige Zwischenprodukt, eine damit in Verbindung stehende Schlacke, sowie Ansätze im Ofen selbst und die gasförmigen Produkte der Verbrennung der Holzkohle. Die Schlacke ist damit das Ergebnis der Trennung Metall/Gangart, der Vermischung mit den Flußmitteln und der Auskleidung, sowie der Holzkohlenasche, die oft einen wesentlichen Anteil an der Schlackenbildung hat.

Andererseits gibt die Schlacke selbst durch ihre Form Auskunft über die mit diesem Produkt durchgeführte metallurgische Arbeit (Abb. 1)<sup>2</sup>. Eine aus dem Ofen geronnene Fließschlacke ist eindeutig anders zu definieren als die im Ofen selbst unter Vermischung mit unverbrannter Holzkohle erstarrte Ofenschlacke. Aber auch die verschiedenen Details der Schlackenarbeit des frühen Metallurgen, wie das Reinigen der Schlackenrinne von flüssiger Schlacke (Schlackenkrätze) oder die Produkte der Reaktion der Schlackenkomponenten mit der Auskleidung (Ofenwandschlacke) sind Indizien für den metallurgischen Prozeß<sup>3</sup>. Die Rekonstruktion sowohl des frühen Kupfer- als auch des frühen Eisenhüttenprozesses und auch anderer metallurgischer Prozesse wie der Blei- oder Silbergewinnung benötigt daher nicht nur eine präzise Untersuchung der Schlacke nach chemischer Analyse und der Analyse der daraus resul-

<sup>1</sup> Lehraufträge des Autors an der Montanuniversität Leoben (Montangeschichte) und an der Universität Wien (Montanarchäologie). Vgl. Sperl 1984.

<sup>2</sup> Sperl 1986.

<sup>3</sup> Sperl 1980.

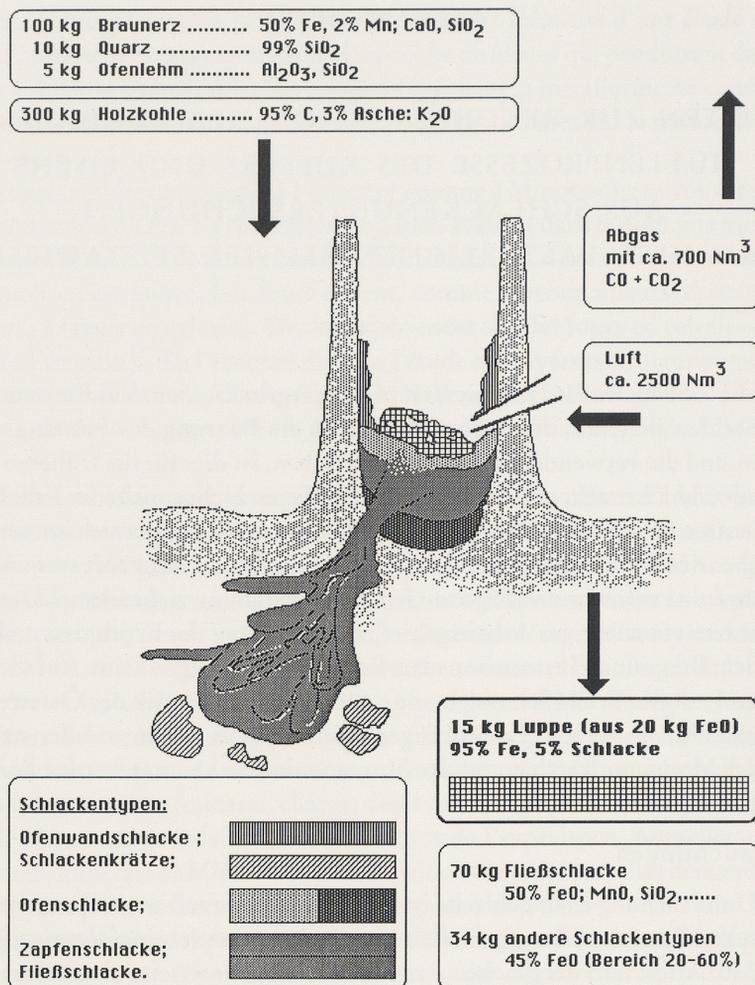


Abb. 1 Stoffbilanz eines historischen Hüttenprozesses: Beispiel Feistawiese, 12. Jahrhundert (Entwurf: Verf.).

tierenden metallreichen Einschlüsse, sondern auch einen Gesamtbefund, der von der Beurteilung der Ofenanlage mit der Ofenkonstruktion selbst und der Schlackenrinne, allfälligen Röstplätzen, Kohlplätzen und Lagerungen für Erz, Lehm und Steine bis zur detaillierten vergleichenden Untersuchung der verschiedenen Schlackentypen führt.

Ein solcher Befund wird anhand des Schmelzplatzes Feistawiese am Steirischen Erzberg vorgelegt und die Möglichkeiten und die Wege einer Rekonstruktion des historischen Eisenhüttenprozesses<sup>4</sup> erläutert. Im nahegelegenen Johnsbachtal wurden Öfen der späten Bronzezeit gefunden, wobei die Rekonstruktion des dort angewandten metallurgischen Prozesses auf Basis der Untersuchung metallischer Einschlüsse erklärbar wird<sup>5</sup>.

#### Rekonstruktion der Ofenbilanz

In der Rekonstruktionszeichnung ist die für die Verbrennung von 300 kg Holzkohle geforderte Luftmenge von 2500 m<sup>3</sup> angegeben. In diesem Zusammenhang wichtige Leistungsdaten sind wie folgt zusammengestellt:

<sup>4</sup> Sperl 1979a. – Sperl 1985.

<sup>5</sup> Sperl 1979c.

Gebläsetyp	Hubmenge (l)	Hubzeit (s)	Leistung (Nm <sup>3</sup> /h)	HK-Verbrauch Kg/h	Bemerkung (Lit.)
Zwillingsblasbalg	je 3	je 1	10	1	Afrika (Anm. 7)
Trommelgebläse	~5	1/2	~40	~5	Afrika (Anm. 7)
Spitzblasbalg	50	2	90	11	m. Größe
Staubsauger 0,5 kW	–	–	40	5	Vers. (4)

So läßt sich durch Änderung der Konstruktion des Zwillingtierbalges zum Spitzblasbalg die Leistung je Person auf das 5- bis 10-fache steigern, was nachweislich schon in der Antike bekannt war<sup>6</sup>. Aus dieser Rechnung ergibt sich je nach verwendetem Blasbalg für 2500 m<sup>3</sup> ein Arbeitsbedarf von 250 bis 23 Mann-Stunden. Da bei der verwendeten Ofengröße wohl kaum mehr als 4 Mann gleichzeitig Luft zugeführt haben können, wie es auch Berichte aus dem Afrika der jüngsten Vergangenheit zeigen<sup>7</sup>, würden sich hier für die Verarbeitung von 100 kg Braunerz zu 15 kg Eisen Betriebszeiten von mehr als zwei Tagen durchgehend für einfache Blasbälge ergeben. Man erkennt aus dieser Rechnung die große Bedeutung der Windzufuhr auf die Menge und wohl auch auf die Qualität des erzeugten Produktes, was insbesondere für die Eisenerzeugung gilt, wo der Kohlungsgrad von solchen Leistungsdaten abhängt (vgl. Anm. 2). Es erscheint daher für die Rekonstruktion der historischen Hüttenprozesse notwendig, neben dem Schlackenbefund beim archäologischen Befund vor allem die Windzuführung in Zukunft mehr zu beachten.

<sup>6</sup> Weisgerber u. Roden 1985. – Weisgerber u. Roden 1986.

<sup>7</sup> Todd 1979.

IVAN GUILLOT · PHILIPPE FLUZIN · PAUL BENOIT · GERARD BERANGER

## ETUDES PALEOMETALLURGIQUES COMPARATIVES D'OUTILS MINIERES DU XV<sup>ème</sup> ET DU XVI<sup>ème</sup> SIECLES

### Introduction

#### Intérêt de l'étude structurale

La structure d'un métal étant conditionnée par son histoire thermomécanique et thermo-chimique, il est possible, à partir d'études structurales<sup>1</sup>, de déterminer en partie les processus mis en jeu lors de l'élaboration et de l'utilisation de l'objet (Ph. Fluzin et al. 1983). Ainsi, l'étude métallographique permet d'appréhender les techniques de forge en usage au XV<sup>ème</sup> et au XVI<sup>ème</sup> siècle. Dans un premier temps, on a réalisé des observations macrographiques en lumière rasante, afin de faire apparaître la texture de métal. Cette dernière permet d'évaluer de façon globale la mise en forme de l'objet (alignements d'impuretés, soudu-

<sup>1</sup> Ces études ont été réalisées au Laboratoire de Physico-chimie des Matériaux de l'Université de Technologie de Compiègne et au Laboratoire d'Ingénierie des Surfaces de l'Université de Technologie de Compiègne-Sévenans dans

le cadre de l'URA 34 du CNRS et en relation avec les membres du projet «Mines et Métallurgie dans l'Est de la France» (programme H 27 de la sous-direction de l'Archéologie).