

**Mineralogische und geochemische Untersuchungen an historischen  
Eisenverhüttungsschlacken aus dem Füssener Raum und dem Außerfern  
(Ostallgäu und Tirol)**

95 Seiten, mit 28 Abbildungen und 1 Tabelle im Text sowie 15 Tafeln und 11 Anlagen

vorgelegt als Diplomarbeit am Lehrstuhl für Allgemeine, Angewandte und Ingenieur-Geologie

der Technischen Universität München von Robert Schöner

München, Juni 2000

**Zusammenfassung**

Über die frühe Metallgewinnung im Füssener Land und im Außerfern war bisher, trotz zahlreicher historischer Schlackenhalden und Spuren eines historischen Eisenerzbergbaus, nur wenig bekannt. Viele große Schlackenplätze liegen relativ weit von den Erzvorkommen der Füssener Berge entfernt. Daher stellt sich die Frage, ob tatsächlich die lokalen und relativ kleinen Vorkommen ausgebeutet wurden oder ob auch andere Erze verhüttet worden sind. Aufgabe dieser Arbeit ist die Untersuchung der Schlackenhalden und die Klärung der Fragen nach den verwendeten Rohstoffen, sowie nach der Verhüttungstechnik und dem Alter der Verhüttung. Dazu werden Verhüttungsprodukte aus vier Halden und einige Erze aus den Füssener Bergen mit mineralogischen und geochemischen Methoden hinsichtlich Phasenbestand, Haupt- und Spurenelementzusammensetzung untersucht. Die Altersbestimmungen erfolgen mit  $^{14}\text{C}$ -Datierungen an Holzkohlestücken aus den Schlackenhalden.



Fließschlacke

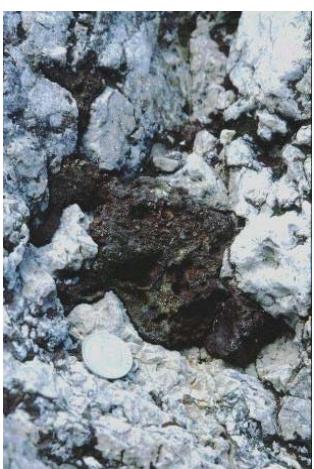
Zwischen Reutte und Lechbruck sind zahlreiche kleine und einige größere Schlackenhalden sowie eine besonders große Schlackenkonzentration in Roßhaupten zu finden. Insgesamt sind mindestens 5000 t Schlacke bekannt. In den Halden können drei Materialtypen unterschieden werden: Fließschlacken, die am häufigsten auftreten, heterogene Schlacken mit Holzkohle- und Eiseneinschlüssen sowie ein glasig-poröses Material. Dieses Material stellt ein Reaktionsprodukt zwischen der Schmelze und der sandig-lehmigen Ofenwand dar und ist keine "Schlacke" i. e. S.

Alle Verhüttungsprodukte stammen aus der Eisenverhüttung in einem Rennfeuerprozess, bei dem man Reicherze mit Hilfe von Holzkohle reduziert. Holzkohle dient als Brennmaterial und Reduktionsmittel und wird in großen Mengen benötigt. Das metallische Eisen reichert sich in fester oder halbfester Form im Ofen zu einer "Luppe" an. Die schmelzflüssige Schlacke wird abgestochen und erstarrt außerhalb des Ofens zur Fließschlacke.



→ Dünnschliff einer fayalitreichen Schlacke (Durchlicht, X Nicols, ca. 9 mm breit)

Die Schlackenhalden zeigen hinsichtlich des Fundmaterials und dessen mineralogisch-chemischer Zusammensetzung keine nennenswerten Unterschiede. In den Schlacken kristallisieren dominierend Fayalit und Wüstit, sowie in geringen Anteilen Leucit, Monticellit und gelegentlich Diopsid. Chemisch bestehen die Schlacken aus ca. 45-65 % FeO, 25-30 % SiO<sub>2</sub>, 6-13 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und bis über 10 % CaO. Die Mangan- und Phosphorgehalte liegen deutlich unter 1 %.



Limonit-Hämatit-Erz in einer Karsttasche im Wettersteinkalk

Zur Verhüttung verwendete man die Goethit-Hämatit-Erze aus dem Oberen Wettersteinkalk der nahegelegenen Füssener Berge. Die Erze, in denen das Auftreten von Hämatit erstmals nachgewiesen werden konnte, entstanden durch Oxidation von sulfidisch-karbonatischen Eisenerzen, die genetisch in Zusammenhang mit den nordalpinen Blei-Zink-Lagerstätten stehen. Bei den in der Literatur beschriebenen Bergbauspuren ("Pingen", Stollen, u. a.) handelt es sich jedoch vielfach um natürlich entstandene Karsthohlräume. Der "Bergbau" bestand fast ausschließlich in der Gewinnung der oberflächennahen, oxidischen Verwitterungserze, die sehr großflächig verbreitet, heute aber weitgehend abgesammelt sind. Der Erzabbau wurde vermutlich mit einfachsten Mitteln von Eigenlehnern im Nebenerwerb betrieben. Die Erzmengen in den Bergen zwischen Füssen und Reutte reichten für die Produktion der bekannten Schlackenmengen aus. Wie die chemische und mineralogische Zusammensetzung zeigt, bilden neben den reinen Erzen auch das karbonatische Nebengestein, die Holzkohlenasche und vor allem die abschmelzende, sandig-lehmige Ofenwand wesentliche Bestandteile im Verhüttungsprozess. Ohne diese zusätzlichen Komponenten könnten keine

silikatischen, flüssigen Schmelzen produziert werden. Die meisten Schlackenberge befinden sich nicht in der Nähe der Erzlagerstätten, sondern im Alpenvorland, wo vermutlich die für die Verhüttung notwendigen Holzmengen zur Verfügung standen.

Die untersuchten Halden sind unterschiedlich alt. Sie entstanden zwischen dem Ende der Völkerwanderungszeit und dem Hohen Mittelalter, in einer Zeitspanne von mindestens 600 Jahren. Für römische oder keltische Eisenverhüttung gibt es keine stichhaltigen Argumente. Der lange Zeitraum, die vielen kleinen, weit verbreiteten Schlackenplätze und die Art des Erzgewinnung sprechen für eine Eisenproduktion in überwiegend kleinem Umfang, die wohl zur Deckung des Eigenbedarfes diente.

