

### **Abbau und Verhüttung von Eisenerzen im Vorland der mittleren Schwäbischen Alb.**

Mit einem Anhang: Die Eisenproduktion im frühen und hohen Mittelalter. Mit Beiträgen von Thomas Engel, Matthias Franz, Andreas Hauptmann, Martin Kempa, Ünsal Yalçın, Winfried Reiff, Günther A. Wagner, Irmtrud B. Wagner und Hildegard Wiggenhorn. *Archäologie, Metallurgie, Landesgeschichte. Internationales Kolloquium am 4.–5. November 1994 in Schwäbisch Gmünd. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 86. Kommissionsverlag Konrad Theiss Verlag, Stuttgart 2003. 278 Seiten, 199 Abbildungen.*

In den Jahren 1989 bis 1998 führte die Archäologische Abteilung des ehemaligen Landesdenkmalamtes Baden-Württemberg drei Forschungsprojekte zur frühen Eisengewinnung in Südwestdeutschland durch. Die Vorhaben fanden mit maßgeblicher Unterstützung der Volkswagenstiftung im Rahmen des Schwerpunktprogramms »Archäometallurgie« statt. Die Ergebnisse des ersten Vorhabens, »Die vor- und frühgeschichtliche Eisenverhüttung auf der östlichen Schwäbischen Alb«, wurden bereits 1995 publiziert<sup>1</sup>. Damals wurden schwerpunktmäßig frühhalamannische Rennofenplätze auf der Albhochfläche untersucht. Es konnte jedoch auch ein hochmittelalterlicher Verhüttungsplatz bei Metzingen im mittleren Jura dokumentiert werden. Die dort erzielten äußerst spannenden, auf eine Anwendung der Roheisentechnologie bereits im 11./12. Jahrhundert deutenden Ergebnisse waren Ausgangspunkt für das folgende Projekt im Vorland der mittleren schwäbischen Alb, in Waldgebieten um Frickenhausen und Metzingen. Während bei der seit Beginn der Eisenzeit angewandten Rennofentechnologie ein kohlenstoffarmes, schmiedbares Eisen entsteht, liefert das Roheisenverfahren ein kohlenstoffreiches Produkt, das erst nach einer Entkohlung im Frischprozess mechanisch weiter verarbeitet werden kann. In Europa löste das indirekte Roheisenverfahren allgemein erst im späten Mittelalter das nicht mehr rentable direkte Rennfeuerverfahren ab. Diese grundlegende Änderung der Verfahrensweise war verbunden mit einer Verlagerung der Verhüttungseinrichtungen an Fließgewässer, die zum Antrieb von Blasebälgen und Hammerwerken geeignet waren.

Die Forschungen im Vorland der mittleren Schwäbischen Alb führte, wie schon beim vorangegangenen Projekt, M. Kempa vom Landesdenkmalamt Baden-Württemberg in Zusammenarbeit mit Ü. Yalçın und A. Hauptmann vom Institut für Archäometallurgie des Deutschen Bergbaumuseums sowie mit W. Reiff und M. Franz vom Geologischen Landesamt Baden-Württemberg durch. Um die Ergebnisse der Untersuchungen im Albvorland, insbesondere den Nachweis der regelmäßigen Erzeugung von hoch aufgekohltem Roheisen schon im Hochmittelalter, in einen überregionalen Zusammenhang zu stellen, veranstaltete das Landesdenkmalamt Baden-Württemberg im Jahr 1994 in Schwäbisch Gmünd ein Kolloquium zur »Eisenproduktion im frühen und hohen Mittelalter«. Die auf der Tagung gehaltenen Vorträge sind in einem umfangreichen Anhang des zu besprechenden Bandes abgedruckt.

---

1 Beiträge zur Eisenverhüttung 1995. Mittlerweile liegen auch die Ergebnisse des dritten Forschungsprojekts, das sich der »keltischen Eisen-

erzverhüttung in Südwestdeutschland« widmet, als Monografie vor: Forschungen zur Keltischen Eisenerzverhüttung 2005.

In der Publikation wird das Forschungsprojekt im Vorland der mittleren Schwäbischen Alb in fünf getrennten Beiträgen vorgestellt. Am Anfang steht der Abschnitt »Archäologische Untersuchungen an früh- und hochmittelalterlichen Verhüttungsplätzen« von M. Kempa, der mit über 100 Seiten den Schwerpunkt des Bandes bildet. In einleitenden Kapiteln geht Kempa ausführlich auf »die archäologische Überlieferung«, den »Naturraum und die Besiedlung«, die »Forschungsgeschichte« und die »Überlieferungsbedingungen« ein. Bei seinen Forschungen konnte er auf die Arbeiten des Geologen L. Szöke aus den 60er Jahren des 20. Jahrhunderts zurückgreifen, der insbesondere Pingen und Verhüttungsplätze im Gebiet östlich von Frickenhausen kartiert hatte. Bemerkenswert ist, dass sich in der schriftlichen Überlieferung – abgesehen von nicht ganz eindeutigen Flurnamen (»Eisenwinkel« und »Schmidholz«) – keinerlei Hinweise auf Erzabbau oder Verhüttung in diesem Gebiet finden. Demgegenüber stehen die zahlreich vorhandenen Pingfelder und Schlackenhalde, durch die man in der Mitte des 19. Jahrhunderts auf die alte Eisengewinnung aufmerksam geworden war. Am Beginn des Forschungsprojekts wurden alle bekannten Verhüttungsplätze im Arbeitsgebiet aufgesucht und in einem Katalog, der auch abgedruckt ist, beschrieben. Im Verlauf des Projekts kamen zu den von Szöke erfassten 130 Verhüttungsplätzen 49 weitere hinzu. Anhand verschiedener Kriterien wurden die Fundplätze in frühmittelalterliche, nach von Szöke untersuchten Fundstellen als »Typ Frickenhausen« bezeichnet, und in hochmittelalterliche vom »Typ Metzgingen« unterteilt. In einem zweiten Schritt erfolgten an repräsentativen Plätzen Ausgrabungen.

Die Verhüttungsplätze vom Typ Frickenhausen sind dadurch gekennzeichnet, dass meist mehrere Schlackenhalde dicht beieinander liegen. Den Halde ist eine charakteristische Zusammensetzung gemeinsam: Sie bestehen zu einem Drittel aus Fließschlacke, die während des Verhüttungsvorgangs aus dem Ofen abgestochen wurde. Ungewöhnlich für Abfallprodukte der Rennofenverhüttung ist dabei, dass ein beträchtlicher Anteil der Fließschlacke nicht kristallin, sondern glasig ist. Schlacken, die im Ofeninneren erstarrt sind, machen ein weiteres Drittel aus. Sie sind von blasigen Hohlräumen und Holzkohleabdrücken durchsetzt, und an den Oberflächen lassen sich häufig rostige metallische Eisenspuren erkennen. Das letzte Drittel besteht aus auffallend leichten, schaumig aufgeblähten Schlacken, an deren Bildung die Ofenwand offenbar stärker beteiligt war. Außerdem fanden sich auf den Plätzen vom Typ Frickenhausen Teile von röhrenförmigen Ofendüsen aus gebranntem Lehm, deren lichte Weite bei 3 bis 3,2 cm liegt. Wie Düsenbruchstücke mit anhaftenden Resten der Ofenwandung zeigen, waren die Windformen im Winkel von etwa 35 Grad mit schräg abwärts weisender Mündung in die Öfen eingebaut und reichten 7 bis 10 cm in den Reduktionsraum. Von den recht kleinen, aus Lehm errichteten Verhüttungsanlagen waren nur die hart verziegelten, ebenerdigen Ofensohlen *in situ* erhalten. Es ist jedoch deutlich erkennbar, dass es sich um Rennöfen mit flachem Herd gehandelt hat, aus denen während des Betriebs Schlacke abgestochen wurde. Der Herddurchmesser lag bei 50 bis 60 cm; die Wandstärke des Mantels betrug 18 bis 20 cm. Offensichtlich wurden die Öfen für mehrere Schmelzgänge benutzt. Dabei musste nach jedem Verhüttungsvorgang die Brust aufgebrochen werden, um an die Eisenlupe im Ofen zu gelangen. Mit Hilfe von Radiokarbonaten können die Verhüttungsplätze vom Typ Frickenhausen in die Zeit von der zweiten Hälfte des 6. Jahrhunderts bis ins ausgehende 9. Jahrhundert datiert werden, wobei sich eine Unterteilung

in drei Zeitgruppen erkennen lässt. Diese chronologische Abfolge scheint sich auch in einer technologischen Entwicklung widerzuspiegeln. Das Einsetzen der Verhüttungstätigkeit östlich von Frickenhausen im 6. Jahrhundert führt Kempa auf die Unterwerfung des Gebiets unter fränkische Königsherrschaft zurück und bringt auch die drei Betriebsperioden in Zusammenhang mit machtpolitischen Entwicklungen im alamanischen Raum. Kempa stellt außerdem die interessante These auf, dass »die Öfen und Windformen des Typs Frickenhausen und verwandte Erscheinungen in Süddeutschland und im östlichen Mitteleuropa auf römische Verhüttungstechniken zurück gehen, die in den später von den Franken okkupierten Provinzen üblich waren. Unter der fränkischen Königsherrschaft seien sie dann weit über den romanischen Raum hinaus verbreitet worden.«

Aufgrund der vielversprechenden Ergebnisse der Ausgrabungen des Jahres 1990 in Metzingen »Kurleshau« wurde auf die Untersuchung der hochmittelalterlichen Plätze vom Typ Metzingen das Hauptgewicht gelegt, obwohl sie nur einen geringeren Teil der erfassten Fundstellen ausmachen. Sie unterscheiden sich vom älteren Typ Frickenhausen durch größere, einzeln liegende Halden, die überwiegend aus glasig erstarrten dunkel- bis schwarzgrünen Fließschlacken bestehen. Gewöhnlich enthalten die Halden jeweils mehr als 20 t Schlacke. Dabei handelt es sich zu etwa 94 % um eisenarme, kalkreiche Fließschlacke, den Rest macht eisenreiche Ofenschlacke aus. Bemerkenswert sind metallische Eisenklumpen, die den Eindruck erwecken, in flüssigem Zustand aus dem Ofen abgelassen worden zu sein. Die ebenfalls in den Halden vorkommenden röhrenförmigen Windformen haben mit Innendurchmessern um 6 cm einen deutlich größeren Querschnitt als die frühmittelalterlichen Stücke. Auch die Schmelzofenreste, die bei den Halden freigelegt werden konnten, sind außergewöhnlich groß. Der Gesamtdurchmesser der Ofenstrukturen betrug durchschnittlich ca. 1,5 m. Bei Ofenwandstärken von 25 bis 30 cm sind Reduktionsräume mit ca. 1 m Durchmesser anzunehmen. Die Ofenanlagen zeigten sich im Planum halbrund bzw. fast hufeisenförmig. In die gerade abschließende Ofenbrust waren vermutlich Windformen eingebaut. Neben der eigentlichen Verhüttung konnten an mehreren hochmittelalterlichen Plätzen auch andere metallurgische Tätigkeiten nachgewiesen werden. So etwa in Metzingen-Neuhausen (»Äußerer Wald«), wo bei flächigen Ausgrabungen in der Nähe einer Pingendreihe außer dem Ofen und der Schlackenhalde auch eine Lehmansammlung mit metallurgischen Abfällen, ein Holzkohledepot, eine Erzschüttung und ein Röstherd freigelegt wurden. Eine Nutzung von Wasserkraft kann man hier wie bei fast allen dokumentierten Verhüttungsplätzen ausschließen. Die Plätze des Typs Metzingen setzten vielleicht schon im 11. Jahrhundert ein, spätestens jedoch in der Mitte des 12. Jahrhunderts und laufen mit Sicherheit bis in die Mitte des 13. Jahrhunderts. Kempa sieht hier wiederum eine Verbindung mit politischen Entwicklungen, in diesem Fall mit der Herrschaftsausübung der Staufer. Zur Prozessführung in den von der Bauart an die frühmittelalterlichen Rennöfen anknüpfenden, jedoch deutlich größeren hochmittelalterlichen Öfen, nimmt er an, dass es sich nicht um ein indirektes Verfahren und auch nicht um eine Gusseisen-Technologie gehandelt hat, sondern dass man lediglich versucht hat, »die relativ eisenarmen Erze so günstig wie möglich auszubeuten.«

Im darauf folgenden Abschnitt befassen sich M. Franz und W. Reiff mit den geologischen Grundlagen der mittelalterlichen Eisenverhüttung im Untersuchungsraum. Die

Abbau- und Verhüttungsspuren des Gebietes konzentrieren sich im Ausstreichbereich des Concavasandsteins der Ludwigion-Formation des mittleren Jura (Dogger), finden sich aber auch bis etwas 20 m unterhalb des Concavasandsteins und im unteren Teil der Wendelsandstein-Formation. Nach den Untersuchungen von Franz und Reiff waren bei Frickenhausen die Toneisensteingeoden des obersten Ludwigions und des untersten Wendelsandsteins die begehrtesten Erze. Bei Metzingen-Neuhausen war dagegen die Dachbank des Concavasandsteins der wichtigste Erzhorizont. Bemerkenswert ist hier der etwa 20 % betragende Kalkgehalt der Erze. Die Eisengehalte liegen in beiden Fällen zwischen 40 % und 60 %  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . An einigen Stellen scheint man auch stärker eisenimprägnierte Partien des Concavasandsteins zur Eisenerzeugung verwendet zu haben.

Ü. Yalçın und A. Hauptmann geben in ihrem ausführlichen Beitrag zur Archäometallurgie die Ergebnisse naturwissenschaftlicher Untersuchungen an Erz-, Schlacken- und Eisenfunden wieder und befassen sich mit der Verfahrenstechnik der Eisenproduktion. Bei den Erzen wird von ihnen die gute Reduzierbarkeit des untersuchten Doggererzes herausgestellt. Den gegenüber klassischen Rennofenschlacken deutlich niedrigeren FeO-Gehalt der frühmittelalterlichen Schlacken vom Typ Frickenhausen (glasige Schlacken 10–35 Gew.% FeO, kristalline Schlacke 30–50 Gew.% FeO) führen sie auf den Kalkanteil im Erz, der sich auch in der Schlackenzusammensetzung widerspiegelt, zurück. Die hochmittelalterlichen Schlacken vom Typ Metzingen weisen dann nur noch Eisengehalte von 2 bis 8 Gew.% FeO auf. Hier nehmen Yalçın und Hauptmann, anders als Kempa, eine beabsichtigte Roheisenproduktion an, wobei die Frage nach der Weiterverarbeitung des Roheisens offen bleibt. Bei den auf Schmelzplätzen vom Typ Metzingen gefundenen Roheisenstücken deuten hohe Phosphor- und Schwefelgehalte darauf, dass es sich um nicht verwertbare Abfallprodukte handelt. Wenngleich gerade zu der Verfahrenstechnik der untersuchten hochmittelalterlichen Plätze weiterhin entscheidende Punkte ungeklärt sind, lässt sich jedoch deutlich eine allmähliche Entwicklung vom Renn- in Richtung Roheisenverfahren erkennen.

Aufgrund der Analyse der Holzkohlefunde des Eisenverhüttungsplatzes bei Metzingen-Neuhausen kommt T. Engel zu dem Ergebnis, dass die Bewaldung um den Verhüttungsplatz aus dem natürlichen, standortgemäßen Eichen-Buchenwald bestand, der sich offenbar trotz des Energiebedarfs für die Eisengewinnung ständig regenerieren konnte. Wünschenswert wären hier Analysen an Holzkohlen von mehreren Verhüttungsstandorten unterschiedlicher Zeitstellung.

Abgeschlossen wird der Hauptteil durch Erläuterungen zu Thermolumineszenz-Datierungen an veriegelten Ofenresten und Windformen von untersuchten Eisenverhüttungsplätzen durch G. A. Wagner, I. B. Wagner und H. Wiggenhorn. Die Messungen haben sich jedoch, insbesondere bei nicht in Originalposition angetroffenem Material, als recht ungenau erwiesen, so dass zur Datierung der Plätze vorrangig Radiokarbonaten herangezogen wurden.

Im Anhang gibt A. Espelund einen Überblick der »Rennofenanlagen des Mittelalters in Norwegen«. Kazimierz Bielenin befasst sich mit »zwei frühmittelalterlichen Schlackenplätzen im Burgenland«, die einen interessanten Vergleich zu den Befunden aus dem Vorland der Schwäbischen Alb bieten. J. Tauber berichtet über »eine Gewerbesiedlung des 8.–12. Jahrhunderts im Liestal-Röserntal und ihre Bedeutung für die Eisenarchäologie«. In französischer Sprache erläutert V. Serneels die Techniken der Eisen-

gewinnung im Liestal-Röserntal. C. Willms gibt einen ersten Einblick in die von der Volkswagenstiftung geförderten Untersuchungen zur »Eisen- und Stahlerzeugung im märkischen Sauerland« (»Vorbereitung und Durchführung einer Grabung auf einer Flossofenhütte im oberen Wippertal«). H. L. Knau und M. Sönnecken (»Vom Rennfeuer zur Massenhütte«) sowie D. Horstmann (»Eisenverhüttung an Loope und Kaltenbach. Ein Vorbericht«) beschäftigen sich ebenfalls mit der Eisenverhüttung im märkischen Sauerland. D. Lammers stellt unter dem Titel »Ein mittelalterlicher Eisenverhüttungsplatz im Burbachtal (Gemeinde Dietzhöztal-Ewersbach, Lahn-Dill-Kreis, Hessen)« ein weiteres von der Volkswagen-Stiftung getragenes Projekt vor<sup>2</sup>. G. Weisgerber widmet sich »älteren und neueren Forschungen zur vorgeschichtlichen Siegerländer Eisenproduktion«. A. Kronz und I. Keesmann schließlich gehen anhand archäometallurgischer Untersuchungen von Funden aus dem Dietzhöztal-Projekt auf das »fayalitische Schmelzen und die Effektivität des metallurgischen Verfahrens« ein.

Mit den breit gestreuten Beiträgen des Anhangs gibt der vorliegende Band einen detailreichen Einblick in die Entwicklung der mittelalterlichen Eisengewinnung. Das Forschungsvorhaben im Vorland der mittleren Schwäbischen Alb hat hier bemerkenswerte neue Erkenntnisse erbracht, aber auch viele Fragen aufgeworfen. Im Vergleich verschiedener Gebiete zeigt sich, dass es neben parallelen Entwicklungen große regionale Unterschiede gab, die ihre Ursache zum Teil in den lokalen Eisenerzvorkommen haben. Weitere vergleichbare Forschungsvorhaben in bisher noch kaum untersuchten Eisenregionen, wie etwa dem östlichen Harz mit seinen umfangreichen Erzvorkommen, wären daher wünschenswert. Dies um so mehr, da sich im mittleren Albvorland gezeigt hat, dass dort zwischen den Untersuchungen von Szöke in den 60er Jahren des letzten Jahrhunderts und der erneuten Prospektion im Jahr 1993 über 50 % der Schlackenhalde verschwunden waren. Eine Entwicklung, die sich durch Naturkatastrophen und den Einsatz immer größerer Wirtschaftsfahrzeuge in den Wäldern in den letzten Jahren generell noch beschleunigt hat.

Das wichtige Forschungsprojekt im mittleren Albvorland wird in der Publikation umfassend und anschaulich vorgestellt. Die ausführlichen Befund- und Fundbeschreibungen sowie die Ergebnisse verschiedener naturwissenschaftlicher Analysen bieten eine reiche Materialvorlage, die weiteren Forschungen wertvolle Dienste leisten wird. Kritisiert werden können einige Wiederholungen in den Beiträgen der verschiedenen Projektpartner, die bis zum doppelten Abdruck identischer oder fast identischer Abbildungen reichen<sup>3</sup>. Vergeblich sucht man dagegen eine Zusammenfassung. Insgesamt handelt es sich jedoch um einen sehr gelungenen Band, dessen Lektüre für alle, die sich mit der frühen Eisengewinnung beschäftigen, Pflicht ist.

Götz Alper, Halle (Saale)

<sup>2</sup> Siehe Jockenhövel/Willms 2005.

<sup>3</sup> S. 29 Abb. 15/S. 130 Abb. 3; S. 59 Abb. 43/S. 131

Abb. 4; S. 120 Abb. 3/S. 129 Abb. 1.

## Literaturverzeichnis

### Beiträge zur Eisenverhüttung 1995

Beiträge zur Eisenverhüttung auf der Schwäbischen Alb. Mit Beiträgen von M. Böhm/ A. Hauptmann/M. Kempa/B. Kromer/W. Reiff/H. W. Smettan/I. u. G. Wagner/Ü. Yalçin. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 55 (Stuttgart 1995).

### Forschungen zur Keltischen Eisenerzverhüttung 2005

Forschungen zur Keltischen Eisenerzverhüttung in Südwestdeutschland. Mit Beiträgen von G. Gassmann/A. Hauptmann/C. Hübner/T. Ruthardt/Ü. Yalçin. Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 92 (Stuttgart 2005).

### Jockenhövel/Willms 2005

A. Jockenhövel/C. Willms, Das Dietzhölztal-Projekt. Archäometallurgische Untersuchungen zur Geschichte und Struktur der mittelalterlichen Eisengewinnung im Lahn-Dill-Gebiet (Hessen). Münstersche Beitr. Ur- u. Frühgesch. Arch. 1 (Rahden/Westf. 2005).