

## **Technotypologische Betrachtungen und experimentalarchäologische Untersuchungen zu den frühmittelalterlichen Rennöfen von Unterpullendorf**

Von Hannes Herdits, Eisenstadt

Die leicht abbaubaren und einfach zu verhüttenden Eisenerze des mittleren Burgenlandes schufen die Voraussetzungen für eines der bedeutsamsten ur- und frühgeschichtlichen Verhüttungsareale auf dem Boden Europas. In den neogenen Lockersedimenten der Landseer Bucht sind zahlreiche Limonitanreicherungen vorhanden, deren Genese mit den Abtragungsprodukten nahegelegener Vulkanite in Zusammenhang gebracht wird. Es handelt sich um See- und Sumpferze mit den üblichen Begleitmineralen Goethit, Lepidokrokit, Hämatit, maghemisiertem Magnetit und Siderit. Ihre Ausfällung erfolgte durch Milieuänderungen in Feuchtbereichen und führte je nach Konzentration und Dauer der Lösungszufuhr zu chemisch klastischen Sedimenten, Eisensteinen und Siderit (KURZWEIL 1971, SCHMID 1973).

Eine Zusammenfassung des bis heute gültigen Forschungsstandes zur ur- und frühgeschichtlichen Eisenindustrie des mittleren Burgenlandes lieferte Kaus (1981). So sind bislang fünf differenzierbare Rennofentypen bekannt:

- 1) Eingetiefe Schachtöfen mit Gestellweiten von 30 bis 60 cm, die in die späte Hallstattzeit bzw. Früh-Mittelatènezeit zu datieren sind,
- 2) freistehende, niedrige Kuppelöfen (latènezeitlich),
- 3) eingetiefe Kuppelöfen mit vor der Abstichöffnung liegender Arbeitsgrube (spätlatènezeitlich)
- 4) in eine Böschung eingebaute Schachtrennöfen mit Abstichöffnung, die generell "frühmittelalterlich" datiert werden sowie
- 5) freistehende Schachtöfen mit Abstichöffnung des Mittelalters.

Im vorliegenden Beitrag sollen einige typische Vertreter der Kategorie 4 eingehender betrachtet werden.

Kaus (1981) weist auf die Möglichkeit einer Herkunft des sogenannten Ferrum Noricum, einer im Imperium besonders geschätzten Qualitätsmarke, aus dem mittelburgenländischen Raum hin. Für diese Annahme sprechen der immense Umfang der Produktion - bislang dürften etwa 1200 Verhüttungsplätze und rund 2000 Erzpingen bekannt sein - sowie die Lage des Gebietes in Bezug auf die Handelswege nach Italien.

Nach der Hochblüte der spätlatènezeitlichen Eisenindustrie verlor das Gebiet offenbar an Bedeutung. Erst im beginnenden Mittelalter ist ein Wiedereinsetzen des Hüttenbetriebes zu beobachten. Das nun verwendete Schmelzaggregat ist ein einfach bedienbarer, kleiner Abstichschachtofen, der, wohl aus Gründen der Wärmedämmung und Statik, in steile Böschungen ein-

geschnitten wurde. Drei typische Vertreter dieser Rennöfen wurden 1968 beim Bau des Sportplatzes von Unterpullendorf entdeckt und ergraben (BIELENIN 1977). Der Fundort der Öfen liegt am SW-Rand der sogenannten Pingengruppe Zerwald III (nach MEYER 1977), die Teil eines im Bereich zwischen Unterpullendorf und Großmutschen nachgewiesenen, wohl zum Großteil latènezeitlichen Erzabbauareales ist. Die Fundsituation der Öfen in der durch den Sportplatzbau entstandenen, in das Sediment des Höhenzuges nordöstlich von Unterpullendorf eingeschnittenen Böschung spricht für das Vorhandensein von ehemals stark eingetieften Werkstattgruben. Im Falle der Öfen 1 und 2 dürfte eine alte Erzpingle neu adaptiert worden sein.

Da anhand der vorhandenen Publikationen eine detaillierte Beschreibung der Öfen von Unterpullendorf nicht möglich ist, erfolgt dies nach dem originalen Fundprotokoll des Ausgräbers K. Bielenin, in das ich mit freundlicher Genehmigung durch Herrn O. Reg. Rat Dr. K. Kaus Einsicht nehmen durfte:

Nach der Säuberung einer seitlich angebaggerten Erzpingle kamen an deren oberem Rand die Reste zweier Rennöfen zum Vorschein (Öfen 1 und 2, vgl. Abb. 1). Die Schächte hatten eine konische, gleichmäßig nach unten erweiterte Form. Die mehrmals reparierten Lehmauskleidungen waren 6 bis 9 cm stark. Das umgebende Sediment war in einer Stärke von 15 bis 17 cm brandgerötet. Die erhaltene Schachtoberkante von Ofen 1 befand sich etwa 50 cm unter der Humusoberfläche. Die Schachttiefe betrug noch 48 cm, die Weite

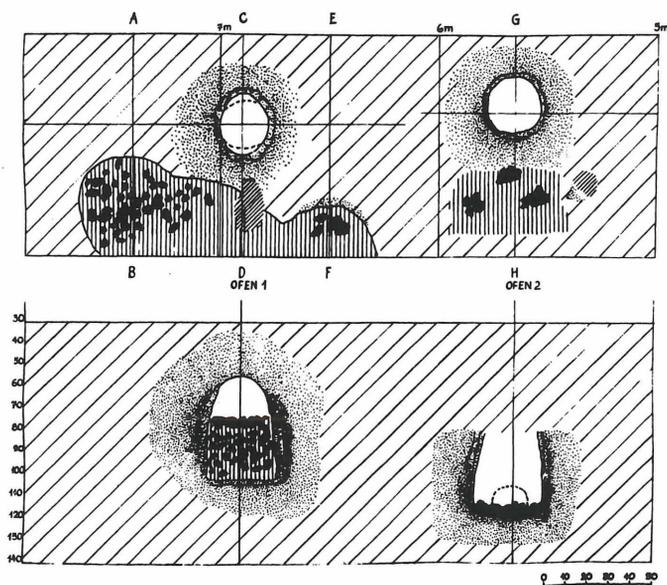


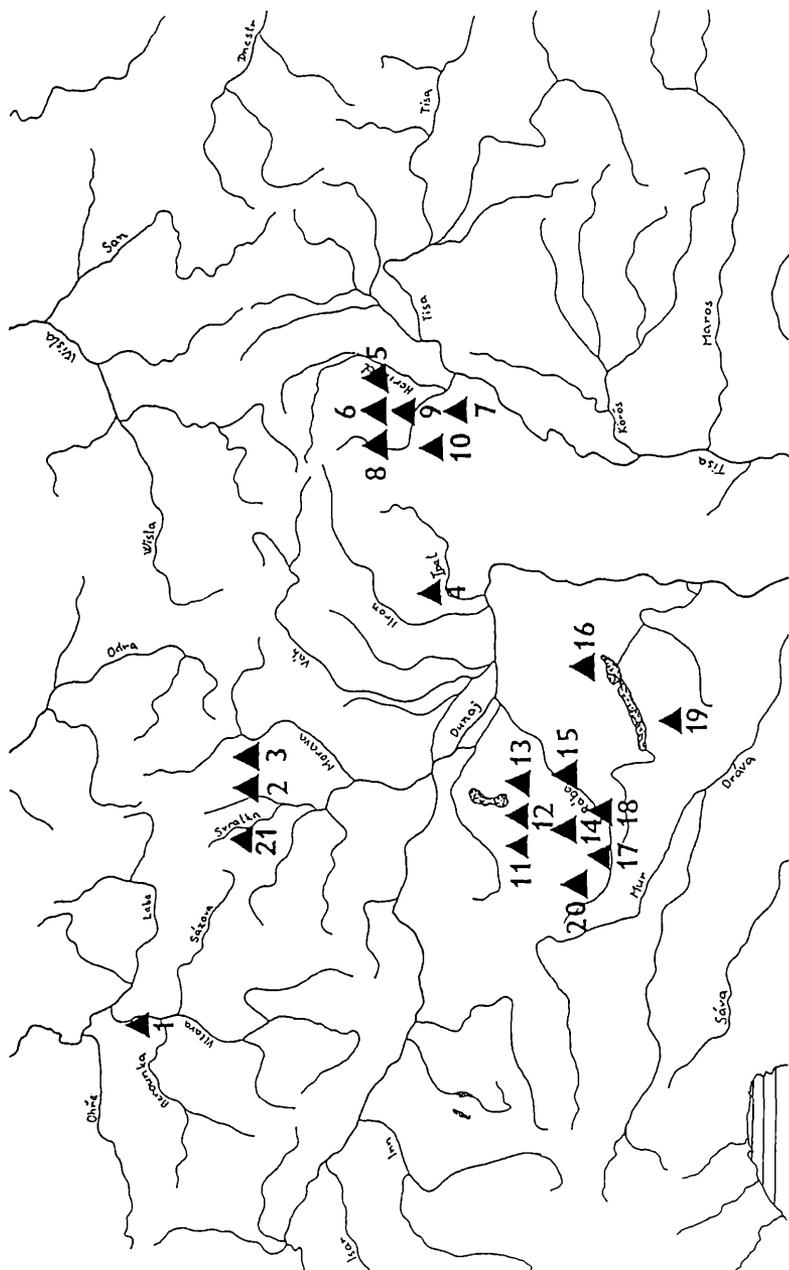
Abb. 1: Die Öfen 1 und 2 von Unterpullendorf. Zeichnungen nach dem Grabungsprotokoll des Ausgräbers, K. Bielenin.

oben 30 x 25 cm und am Boden 36 x 38 cm. Der Innenraum war mit Schlacke und dunklem Erdreich verfüllt, wobei in der obersten Schichte auch "geröste-te Erzbrocken" festgestellt wurden. Die Innenwände des Schachtes zeigten keine Verschlackung. Eine eindeutige Abstichöffnung konnte nicht erkannt werden. Dennoch nimmt der Ausgräber aufgrund einiger Indizien eine 12 cm breite und etwa 10 cm hohe Öffnung an. Der Schachtboden führte durch die Öffnung waagrecht auf den Vorplatz.

Ofen 1 von Unterpullendorf wurde en block geborgen und in das Eisenstädter Landesmuseum transferiert. Hier ist die Höhe der Hinterwand mit 51 cm, die erhaltene Höhe der Frontwand seitlich der Vorderöffnung mit ca. 20 cm festzustellen. Die Weite des runden Schachtbodens beträgt 35 x 40 cm. Die obere Schachtbreite ist auf Grund des Fehlens der schichtigen Lehmauskleidung in diesem Bereich nicht eindeutig feststellbar, ist jedoch mit ca. 16 cm zu rekonstruieren. Der Ofen ist, wahrscheinlich zum Großteil von oben her, in den lehmigen Untergrund eingeschnitten und in Folge mindestens dreimal mit Lehm ausgekleidet worden. Sein Innenraum ist fast gänzlich unverschlackt. Nur seitlich der Frontöffnung haften zwei massive Schlackebrocken an der Innenwand, rechts 6 cm dick und ca. 10 x 14 cm groß, links 7 cm dick und ca. 9 x 8 cm groß. Die erhaltene Weite der so rekonstruierbaren Frontöffnung beträgt 16 cm.

Direkt neben diesem Befund lag Ofen 2. Laut Originalprotokoll befand sich der obere erhaltene Schachtabschluß ca. 80 cm unter dem ehemaligen Geländeneiveau. Die erhaltene Schachthöhe betrug 39 cm und lag um ca. 13 cm tiefer als bei Ofen 1. Oben war der Schacht 25 x 27 cm, am Boden 32 x 34 cm weit. Die Stärke der Lehmauskleidung betrug 7 bis 8 cm, die der umgebenden brandgeröteten Zone bis zu 17 cm. Der Schacht war bis auf eine Schlackenschicht am Boden von 3 cm Stärke mit eingeschwemmter Erde verfüllt. Die Frontöffnung war laut Ausgräber gut erhalten, halbkreisförmig, 18 cm breit und 14 cm hoch. Bei einer Schlackenansammlung neben diesem Ofen wurde auch eine Düse gefunden, laut Originalprotokoll "eine 8 cm lange und 4 - 3 cm im Durchmesser Tonrohrdüse". Datierende Keramik oder andere Fundgegenstände zu den Öfen 1 und 2 von Unterpullendorf fehlen gänzlich.

Etwa 35 m südlich dieser Öfen, tiefer am Hang und schon nahe des Talgrundes stellte der Ausgräber Reste eines weiteren, des Ofens 3, fest. Seine Konstruktionsweise dürfte der der Öfen 1 und 2 entsprechen, wobei hier jedoch nur Teile der Schachtrückseite erhalten blieben. 50 cm unter der Humusoberkante waren erste Schachtreste in situ festzustellen. Das Aufgehende war noch 58 cm hoch erhalten. Der Durchmesser am Boden wurde durch den Ausgräber mit 32 cm rekonstruiert. Die Stärke der Lehmauskleidung betrug 6 bis 8 cm, die der brandgeröteten Zone des umgebenden Erdreiches 17 cm. Am Boden des Ofens "war ein Schlackenklotz mit einem Durchmesser von ca. 28 und einer Dicke von ca. 6 cm". Der Befund enthält keinerlei datierende Gegenstände.



Distribution map of bloomery ironworks with embanked furnaces with thin frontal wall (from 8th till 12th centuries).

- 1 - Praha - Košife Kotlářka; 2 - Olomučany 98/1; 3 - Olomučany - Nad Vyzkúvkou; 4 - Gemerský Sad; 5 - Alsótelekes; 6 - Imola; 7 - Kazincbarcika; 8 - Trizs;
- 9 - Felsőtelecsény; 10 - Uppony; 11 - Sopron-Krautacker; 12 - Sopron-Május 1. tér.; 13 - Sopron-Bántávi; 14 - Kópháza; 15 - Rőjtökmuzsaj; 16 - Veszprém;
- 17 - Székony; 18 - Répcevis; 19 - Somogyfajsz; 20 - Unterpullendorf; 21 - Kufim.

Abb. 2: Eingebaute Abstichschachtöfen des 8. bis 12. Jhdts. (nach SOUCHOPOVÁ 1995).

Die Öfen von Unterpullendorf sind Vertreter einer sehr gut definierten Kategorie von Schmelzaggregaten, die im frühen Mittelalter des Karparthenbeckens und des angrenzenden tschechisch-slowakischen Raumes weite Verbreitung fand. Einen Überblick zu den eingebauten Abstichschachtöfen lieferte kürzlich V. Souchopová (1995, vgl. auch Abb. 2). Da die Öfen an drei Seiten von umgebendem Erdreich geschützt sind, konnte die Bedienung, also Gebläsewindzufuhr und Schlackenabstich, nur durch die Frontöffnung geschehen. Die Innenräume sind relativ klein und waren mit einer Einzeldüse ausreichend zu belüften. Auf Grund des Fehlens einer unter dem Schacht gelegenen Schlackengrube mußte flüssige Schlacke aus dem Ofen durch Abstich entfernt werden. Zur Kenntnis der dabei üblichen Vorgangsweisen müßte das Erscheinungsbild der Schlacken, die Form ihrer Fließstrukturen, die Größe einzelner Abstichfladen und Ähnliches eingehender studiert werden, was auf Grund des Fehlens technotypologischer Beschreibungen in den meisten Publikationen leider kaum möglich ist. Besonders die Ergebnisse einer Vielzahl archäologischer Experimente der letzten Jahre haben hier eine Menge von Fragen entstehen lassen, die das Problem ur- und frühgeschichtlicher Eisenherstellung als weitgehend ungeklärt erscheinen lassen.

Ein Vergleich der Unterpullendorfer Öfen mit Befunden der näheren Region läßt die einheitlich-klare Auffassung der alten Schmelzer von der Konstruktion dieses Typs erkennen:

- Fundort Sopron, Bánfalvi út (GÖMÖRI, 1977): In die Längswand einer rechteckigen, 3,5 x 2 m messenden Grube waren zwei Abstichschachtöfen eingebaut. Der besser erhaltene Ofen wies die Maße 70 cm Höhe, Gestellweite 30 cm, Gichtweite 13 - 14 cm und Weite der Abstichöffnung 22 x 22 cm auf. Der Schacht war mit Lehm ausgekleidet. Zum Verschlackungsgrad der Innenwände werden leider keine Angaben gemacht. Diese Werkstattgrube und ein angrenzendes, ebenfalls eingetieftes Gebäude werden nach der vorhandenen Keramik in das 10. - 12. Jhdt. datiert.
- Fundort Sopron, 1-er Mai Platz (NOVAKI 1966): Der Abstichschachtofen ist undatiert, liegt jedoch inmitten eines römischerzeitlichen Gräberfeldes des 1. bis 4. Jhds. Auf Grund seiner Form ist der Ofen mit einiger Sicherheit in das Mittelalter zu datieren. Die Rückwand war in eine Böschung eingebaut, wobei jedoch durch die Freilegung von hinten her zunächst der Eindruck eines freistehenden Ofens entstand. Mit seiner Schachthöhe von 60 cm ist dieser Einzelofen einer der Besterhaltenen seines Typs. Die Weite des Gestelles beträgt 36 cm, die der Gicht 22 cm. Eine laut Publikation unverändert erhaltene Frontöffnung war 23 cm weit und 21 cm hoch, wobei ihre Form einer halben Kreisfläche etwa der D-Form eines in Sopron Magashid (vgl. unten) gefundenen Ofenfrontdeckels entsprach. Der Boden des Schachtes fiel schräg nach hinten ab, wodurch seine Rückseite etwa 17 cm tiefer als die Unterkante der Frontöffnung lag. Direkt vor dem Abstich waren zwei römischerzeitliche Ziegelbruchstücke in den Boden eingelassen.

- Fundort Sopron, Magashid (NOVAKI 1966): Hier wurde ein nicht exakt zu datierender, höchstwahrscheinlich aber mittelalterlicher Ofenbestandteil aus Ton oder Lehm gefunden, der als Deckel der Frontöffnung eines Abstichschachtofens angesehen wird. Das Stück ist D-förmig, mit einer Basislänge von 38 und einer Höhe von 30 cm. Die Innenseite des Stückes ist konkav und besonders an der Basis stark verschlackt. Hier ist eine in diese 5 bis 7 cm starke Platte eingebaute Düse vorhanden, die schräg nach unten gerichtet ist und sich im Inneren trichterförmig verjüngt.
- Fundort Kőszegfalva (NOVAKI 1966): In unmittelbarer Nähe des Ortes wurde eines der umfangreichsten westungarischen Eisenverhüttungsareale zum Teil ergraben. Es ist durch Keramikfunde mittelalterlich ("arpadENZEITLICH") datiert. Schon oberflächlich sind in der Nachbarschaft zweier Bäche sieben seichte Vertiefungen sichtbar. Drei dieser Gruben wurden ergraben und als eingetiefte Werkstätten mit in die Seitenwände eingelassenen Abstichschachtofen identifiziert. Alle drei Werkstätten wiesen einen außerhalb des Arbeitsbereiches liegenden, annähernd halbkreisförmigen Schlackenschleier auf. Außer den Ofenanlagen sind innerhalb des Werkstattbereiches Pfostenlöcher und diverse Gruben befundet. Für die Rekonstruktion des Schmelzverfahrens wesentlich ist das überwiegende Vorkommen klassischer Laufschlacken, also Schlacken mit gerichteter Fließstruktur, deren Erscheinungsbild auf einen Abstich aus dem Ofen schließen läßt. Eine unversehrte Düse ist 10 cm lang, weist einen Innendurchmesser von 3 bis 5,5 cm auf und hat eine Wandstärke von etwa 0,5 cm. Alle Öfen des Platzes sind sehr ähnlich konstruiert, daher sei hier nur der sogenannte Ofen 1 der Werkstatt I beschrieben: Der Ofenboden ist schwach muldenförmig und senkt sich zum Abstich hin. Die Weite des Schachtfußes beträgt 45 bzw. 44 cm, doch schon auf der erhaltenen Schachthöhe von 39 cm ist der Durchmesser auf 22 cm verengt, sodaß der Eindruck einer Kuppel entsteht. Der obere Verlauf des Schachtes ist leider bei keinem Ofen erhalten. Auf einer Fläche von 67 x 46 cm befindet sich vor dem Ofen ein zusammenhängendes Stück Laufschlacke. Eine ausgebildete Abstichöffnung wurde nicht festgestellt.

Die Rekonstruktion der an den eingebauten Abstichschachtofen geübten technischen Verfahrensweisen scheint angesichts moderner Kenntnisse der Eisenindustrie denkbar einfach. Doch hat eine Vielzahl von experimentalarchäologischen Untersuchungen der letzten Jahre mehr Fragen aufgeworfen als gelöst und beantwortet. Auch der Vergleich ur- und frühgeschichtlicher Verhüttungsanlagen Europas mit Beispielen aus der Völkerkunde Afrikas zeigt, daß gerade bei komplizierten technischen Einrichtungen eine genaue Befundkritik nötig ist: Schlacken und Schachtreste der afrikanischen Öfen des 20. Jahrhunderts würden, trotz des gut dokumentierten, völlig unterschiedlichen Betriebes, einander sehr ähnlich sehen (CELIS 1991). Das archäologische Experiment hat sich als probates Mittel zur Bearbeitung ur- und frühge-

schichtlicher Technologien erwiesen (ASCHER 1961, INGERSOLL u.A. 1977, MALINA 1980, RICHTER 1991, TRINGHAM 1978). Im Bereich der Eisenverhüttung ist dabei das "Handling" der verschiedenen Ofentypen besonders interessant, da hier charakteristische Unterschiede miteinander sonst eng verwandter Technologien sichtbar werden. Nachdem zum heutigen Forschungsstand kein eindeutiger Stammbaum des frühmittelalterlichen Abstichschachtofens zu erstellen ist, schien besonders der Gegensatz zur Technologie kaiserzeitlicher Öfen behandelenswert (vgl. HERDITS n.d.). Kaiserzeitliche Öfen von Fundstellen außerhalb und zum Teil auch innerhalb des Imperiums sind meist sogenannte Schlackengrubenöfen, die zum Großteil keine Arbeitsöffnungen besitzen und zur Entnahme der Ofenprodukte abgebrochen werden mußten. Das Problem der Trennung von Eisenluppe und Schlacke wurde durch Ablassen der Schlacke in eine unterhalb des Schachtes gelegene Grube gelöst. Diese Technik wurde ganz offensichtlich perfekt beherrscht, wie an den schweren, kompakten Schlackeklötzen der bekannten Öfen im südpolnischen Heiligenkreuzgebirge zu sehen ist (BIELENIN 1985). Einer gänzlich anderen technischen Grundidee folgt das Arbeitsprinzip des spätestens im neunten Jahrhundert in Mitteleuropa klar zu definierenden, kleinen Abstichschachtofens. Zwar ist nicht an allen Fundorten abgestochene Laufschlacke erhalten, doch scheint die Trennung von Eisenluppe und Schlacke durch ein periodisches oder auch nur einmaliges Ablassen von Schlacke aus dem Ofeninnenraum vollzogen worden zu sein. Vergleiche der beiden Ofentypen (HERDITS n.d.) zeigten, daß das Eisenprodukt im Abstichschachtofen meist sehr viel kompakter als im Schlackengrubenofen war. Die Auflagefläche des Schachtfußes ermöglicht ein kompaktes Verschweißen der ausreduzierten Eisenpartikel, während dies im Grubenofen zwar unterbleibt, es durch das kontinuierliche Absinken vor den Düsenmündungen aber nicht, wie im Abstichofen, zur teilweisen Reoxidierung von Eisen kommt. Zusammenfassend würde also der Grubenofen viel Eisen in Form eines sehr porösen "Eisenschwammes", der Abstichofen etwas weniger Eisen in Form einer sehr kompakten "Luppe" liefern. Der mittelalterliche Ofen ist zumindest in bezug auf die einfachere Verarbeitbarkeit seiner Produkte in der Schmiede seinem kaiserzeitlichen Vorläufer überlegen.

Die Möglichkeit zu Experimenten mit Abstichschachtofen bot uns das NÖ Museum für Urgeschichte in Asparn/Zaya durch die Bereitstellung von Platz, Baumaterial und Holzkohle. Aus Lehm wurde ein freistehender, den Proportionen der eingebauten Abstichschachtofen entsprechender Rennofen errichtet: Höhe 100 cm, Gestellweite 30 cm, Gichtweite 15 cm, Wandstärke 5 cm (oben) bis zu 35 cm (unten), Weite der Arbeitsöffnung 30 cm. Der Ofen wurde bei jedem Schmelzgang auf ca. 1200 ° C vorgeheizt und anschließend mit Holzkohle und mittelburgenländischem Toneisenstein beschickt. Diagramm 1 (vgl. Abb. 3) gibt die wichtigsten Meßparameter vom Verlauf einer typischen Ofenreise im Abstichschachtofen wieder. Zunächst wurde mit Holz

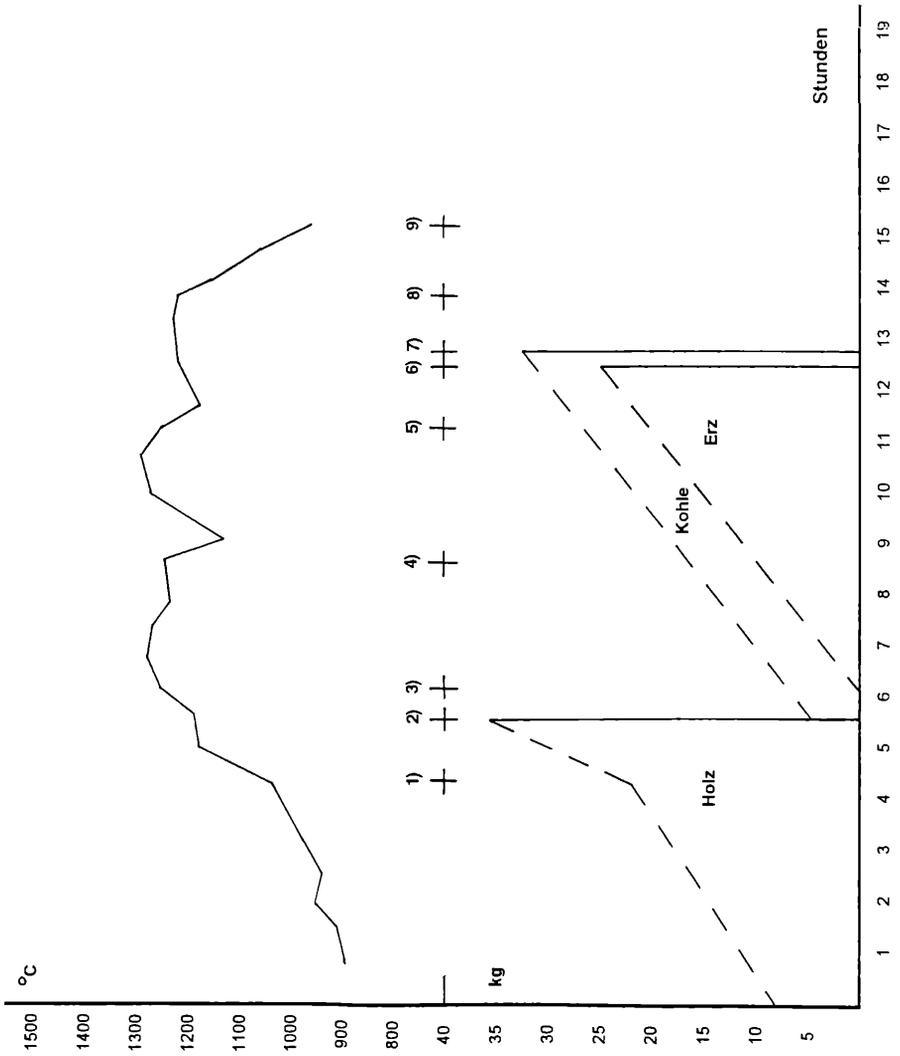


Abb. 3: Diagramm zum Prozessverlauf im Abstichofen.

unter natürlichem Zug vorgeheizt. Nach dem Gebläsestart bei Punkt 1 steigt die Temperatur bis zu Punkt 2, dem Ende des Vorheizens mit Holz und dem Beginn der Aufgabe von Holzkohle. Ab Punkt 3, dem Beginn der Erzgabe im Verhältnis 1:1 zur Kohle von je 0,25 kg ist ein Temperaturrückgang meßbar. Bei Punkt 4 wurde ein Loch in die zugemauerte Arbeitsöffnung geschlagen und 4,81 kg flüssige Laufschlacke abgelassen. Da Eisensilikatschlacken gute Temperaturspeicher darstellen, führte dies unweigerlich zum daraufhin meßbaren Temperatursturz um etwa 100 ° C. Ähnliches ist nach Punkt 5 festzustellen, nachdem 5,3 kg Laufschlacke abgestochen wurden. Bei Punkt 6 wurde die Aufgabe von insgesamt 24 kg Toneisenstein beendet, bei Punkt 7 die Aufgabe der insgesamt 32 kg Holzkohle. Punkt 8 steht für den Abstich der letzten Laufschlacke, 6,57 kg, Punkt 9 für das Ziehen der kompakten Luppe von 1,8 kg.

In Abstichschachtofen gebildete Luppen sind meist kalottenförmig, mit der konkaven Seite nach oben gekehrt und im Vergleich zu Eisenschwämmen aus Schlackengrubenöfen sehr kompakt (vgl. Abb. 4), obwohl beide durch im Schacht niedersinkende, miteinander verschweißende Eisenpartikel gebildet werden. Das Eisenausbringen ist, bedingt durch den vor den Düsen stationär stattfindenden Schweißprozeß, meist geringer als im Schlackengrubenofen.

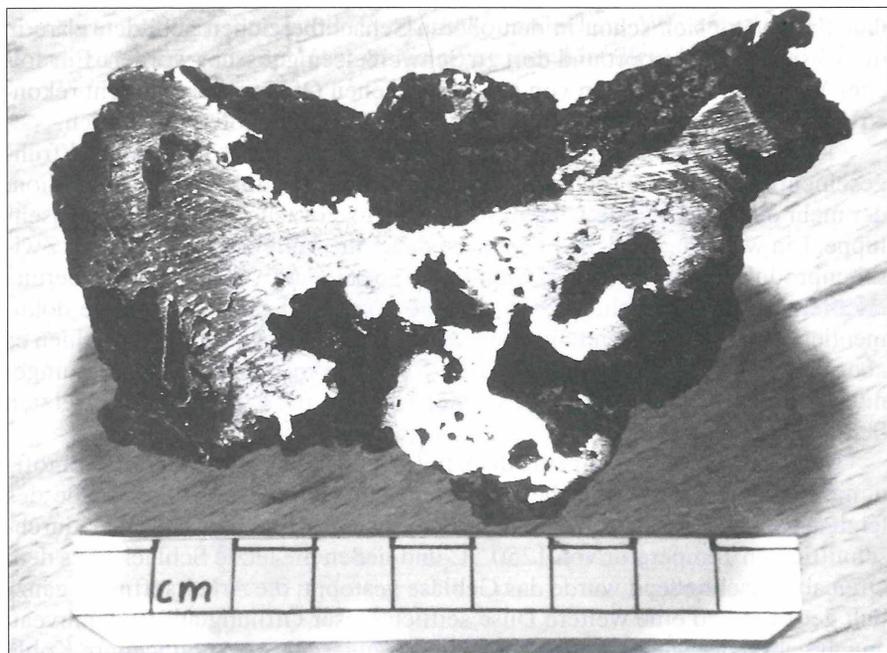


Abb. 4: Typische Schachtofenluppe.

Der Vergleich experimenteller Befunde mit den Öfen von Unterpullendorf läßt die unverschlackten Innenwände der Originale noch unerklärlicher erscheinen, da bei allen Experimenten, auch bei größtmöglicher Temperaturkonzentration vor den Düsenmündungen, stets ein Bereich der Innenwand von mindestens 40 cm rund um die Düsen verschlackt war. Es erscheint möglich, daß die Unterpullendorfer Öfen völlig ausgeschlagen und neu mit Lehm verkleidet für die nächste Ofenreise bereit standen. Weiters scheinen die relativ kleinen Arbeitsöffnungen (Ofen 1 rek. mit 12 x 10 cm, Ofen 2 befundet mit 18 x 14 cm) nicht geeignet zu sein, die größtmöglichen in diesen Öfen herstellbaren Luppen aus dem Schacht zu entfernen. Die Weiten der Arbeitsöffnungen unserer Experimentalöfen von 25 - 30 cm reichten dazu gerade aus.

Das Gefüge unserer Eisenerzeugnisse war meist überwiegend ferritisch. In anderen Experimenten (PLEINER 1991) gelang die Produktion von über-eutektoidem Stahl. Das Auftreten von Gußeisen in unseren Abstichöfen war überaus selten und ist als Unfall zu bezeichnen. Meist wurde es in Form isolierter Tropfen direkt unter den Düsenmündungen gefunden. Gußeisen ist auch aus archäologischem Kontext bekannt, so aus dem Burgenland (NOSEK 1977) und vom Kärntner Magdalensberg (SPERL 1985). Straube, Tarmann und Plöckinger (1964) erzeugten bei ihren Schachtofenexperimenten Gußeisen in einer Menge, die sie zu der Annahme veranlaßte, Schweißeisen sei in den alten Rennöfen in der auch heute ähnlich vollzogenen Weise produziert worden: Gußeisen hätte sich schon in den oberen Schachtbereichen gebildet, wäre in die Düsenebene getropft und dort zu Schweißeisen gefrischt worden. Ein solcher Vorgang kann aus den von uns gewonnenen Ofenprodukten nicht rekonstruiert werden und wäre vor allem im Schlacken grubenofen unmöglich.

Nahezu alle publizierten archäologischen Experimente zur ur- und frühgeschichtlichen Eisenproduktion enden mit dem Produkt der Erzreduktion, der mehr oder minder kompakten, stärker oder schwächer aufgekohlten Eisenschmelze. Ein wenig behandeltes Thema ist daher die Verarbeitbarkeit dieser Zwischenprodukte. Unsere ersten Schmiedeeexperimente führten wir an bereits erkalteten Luppen durch, da zunächst die Struktur dieser Erzeugnisse dokumentiert werden sollte. Im Laufe der Arbeit mit Abstichschachtofen erschien es aber naheliegend und ökonomisch, die Resthitze im Ofengestell nicht ungenutzt zu lassen, sondern die gewonnene Luppe nach Ablassen der letzten Schlacken noch im selben Ofen zu verschweißen.

Zunächst wurden in einem Abstichofen mit großer (30 cm Dm) Frontöffnung 28,7 kg burgenländischer Toneisenstein verhüttet. Nach Aufgabe des letzten Erzes hielten wir den Ofen noch etwa 1,5 Stunden bei einer durchschnittlichen Temperatur von 1250 ° C und ließen die letzte Schlacke aus dem Ofen ab. Anschließend wurde das Gebläse gestoppt, die Arbeitsöffnung gänzlich geöffnet und eine weitere Düse seitlich dieser Öffnung auf Bodenniveau angebracht. Hier wurde das Gebläse wieder angeschlossen und weitere Kohle durch die Gicht aufgegeben. Die Luppe (etwa 25 cm Dm) wurde stets im Ofen

belassen und vor dem Düsenstrom gedreht, um sie gleichmäßig zu erhitzen. Mit zunehmender Erwärmung war das Ausfließen von Schlacke aus den Lupenhohlräumen erkennbar. Nach etwa 25 Minuten war die Schweißhitze, erkennbar an heller Weißglut und am Sprühen vereinzelter Funken von der Werkstückoberfläche, erreicht. Das Stück wurde aus dem Ofen gezogen und von zwei Personen sofort mit schweren Holzhämmern auf einem flachen Stein unter ständigem Drehen bearbeitet. Noch enthaltene Schlacken wurden dabei explosionsartig ausgepreßt und spritzten mehrere Meter weit weg. Durch diesen Verdichtungsvorgang erzeugten wir eine ungleichmäßige Kugel mit etwa 20 cm Durchmesser. Das Stück wurde wieder in den Ofen gebracht, auf Schweißhitze erwärmt (ca. 15 min) und mit Holzhämmern in die Form eines Quaders geschlagen. Dieses 2,5 kg schwere Stück wies eine noch unebene Oberfläche auf. Es wurde in weiteren fünf Schweißhitzen von zwei Personen mit dem schweren Vorschlaghammer auf einem Stahlamboß zu einem Quader mit 1,82 kg Gewicht gestaucht. Der Quader war bereits sehr dicht, rißfrei und hatte eine glatte Oberfläche (vgl. Abb. 5).

Material dieses Verarbeitungsstadiums war nur schwer schmiedbar. Vor allem bei Verformungen unterhalb des gelben Glühbereiches (etwa 1000 °C) und bei der nachträglichen Wärmebehandlung, also beim Abkühlen (Abschrecken) und Wiedererwärmen traten durch grobe Inhomogenitäten des Kohlenstoffgehaltes oft Risse auf. Das Aufplatzen grober Schlackeeinschlüsse führte zur Zerstörung der Werkstückoberflächen. Wir entschlossen uns daher zu einer weiteren Homogenisierung des Metalles durch einen Paket-

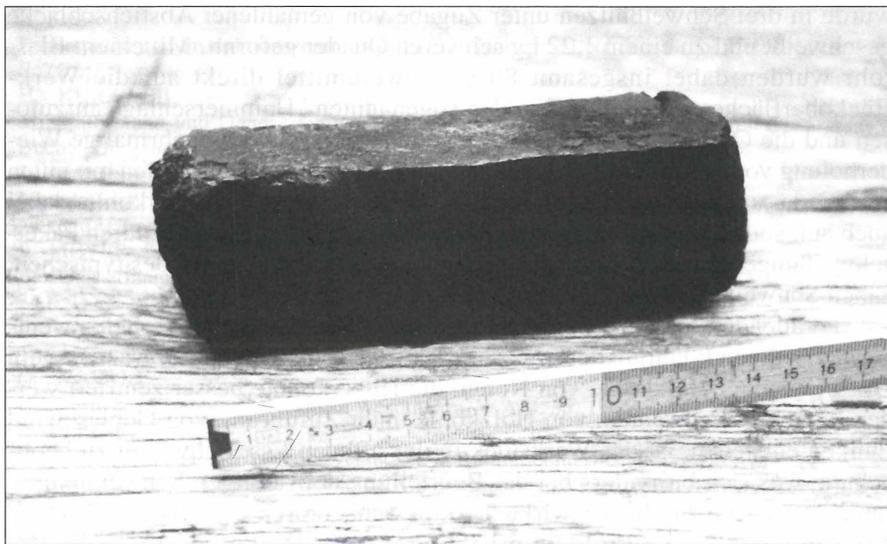


Abb. 5: Dichtgeschweißte Lupule.



Abb. 6: Schweißpaket zur Homogenisierung.

schweißvorgang. Dazu wurde die dichtgeschweißte Lupe zu einem Flachstab gestreckt und anschließend zu einem Paket gefaltet (vgl. Abb. 6). Das Paket wurde in drei Schweißhitzen unter Zugabe von gemahlener Abstichschlacke geschweißt und zu einem 1,22 kg schweren Quader geformt. Mit einem Blasrohr wurden dabei insgesamt 80 g Schweißmittel direkt auf die Werkstückoberfläche aufgebracht, um den sogenannten "Hammerschlag" aufzulösen und die Oxidation des Metalles zu unterbinden. Durch mehrmalige Wiederholung von Paketschweißvorgängen konnten wir Metallqualitäten mit guten Schmiede- und Gebrauchseigenschaften herstellen. Das Material kohlte dabei auch auf, sodaß eine befriedigende Härtebarkeit erzielt wurde. Erst durch Paketschweißungen dieser Art erhielt der Stahl die faserige Struktur des typischen, zähen Schweißeisens.

Parallel durchgeführte Versuche in offenen Schmiedeeissen verliefen weniger befriedigend: Durch die Arbeit im relativ engen Schachtofen war etwa ein Drittel weniger Holzkohle von Nöten, die Hitze konnte besser zentriert werden. Da beim Verbrennen von Holzkohle unter Zuführung von Gebläsewind Funken entstehen, ist das Werkstück in der offenen Esse schwierig zu beobachten, was sich besonders bei der Beurteilung der richtigen Schweißtemperatur äußerst nachteilig auswirkt. Die im Schachtofen entstehende Sogwirkung mindert dieses Problem erheblich, indem Funken durch die in die Arbeitsöffnung nachströmende Luft mitgerissen und in den Ofenschacht abge-

führt werden. Auch die sehr unangenehme Wärmestrahlung einer offenen Esse wird durch das relativ enge Blickfeld der Ofenarbeitsöffnung stark verringert. Beobachtungen dieser Art lassen es als durchaus möglich erscheinen, daß Öfen des Unterpullendorfer Typs auch zur Weiterverarbeitung der in ihnen erschmolzenen Luppen verwendet wurden.

#### Literatur:

R. ASCHER

Experimental Archeology; American Anthropologist 63,4,1961, S. 793 f.;

K. BIELENIN

Einige Bemerkungen über das altertümliche Eisenhüttenwesen im Burgenland. W.A.B. 59, 1977, S. 49 f.;

K. BIELENIN

Einige Bemerkungen zu Schmelzversuchen in Rennöfen. W.A.B. 71, 1985, S. 187 f.;

G. CELIS

Eisenhütten in Afrika. Beschreibung eines traditionellen Handwerkes. Mus. f. Völkerkunde Frankfurt/Main 1991, Sammlung 7: Afrika;

J. GÖMÖRI

Archäologische Eisenforschung in Westungarn. W.A.B. 35, 1966, S. 163 f.;

H. HERDITS

Schweiß Eisen - seine Herstellung, Verarbeitung und Veredelung im archäologischen Experiment. Beiträge zum 8. internationalen Symposium "Grundprobleme der frühgeschichtlichen Entwicklung im mittleren Donauraum, Thema: Metallgewinnung und -verarbeitung in der Antike - Schwerpunkt "Eisen", Zwettl, 4.-7. Dezember 1995, in Druck;

D. INGERSOLL, J. YELLEN, W. MACDONALD (Hrsg.)

Experimental Archaeology. New York 1977;

K. KAUS

Lagerstätten und Produktionszentren des Ferrum Noricum. Leobener Grüne Hefte N.F. 2, 1981, S. 74 f.;

H. KURZWEIL

Mineralbestand und Genese einiger Eisenerzvorkommen in den Sedimenten der "Landseer Bucht", Burgenland. TMPM 16, S. 268 f.;

J. MALINA

Metody experimentu v archeologii (Methods of Experiment in Archaeology). Studie archeologického Ústavu Československé Akademie věd v Brně 8,1, 1980, Prag;

W. MEYER

Bestandsaufnahme von Pinginfeldern im Bezirk Oberpullendorf, BGLD., W.A.B. 59, 1977, S. 25 f.;

E. NOSEK

The investigation of the iron-sponge fragments from Burgenland. W.A.B. 59, 1977, S. 71 f.;

G. NOVAKI

Überreste des Eisenhüttenwesens in Westungarn. W.A.B. 35, 1966, S. 163 f.;

R. PLEINER

Bemerkungen zu einigen Schmelzversuchen in frühmittelalterlichen Rennöfen in der Tschechoslowakei. in: Experimentelle Archäologie in Deutschland, Bilanz 1991. Archäologische Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 6, 1991, S. 323 f.;

P.B. RICHTER

Experimentelle Archäologie: Ziele, Methoden und Aussage Möglichkeiten. Archäologische

Mitteilungen aus Nordwestdeutschland, Beiheft 6, 1991, S. 19 f.;

H. SCHMID

Die montageologischen Voraussetzungen des ur- und frühgeschichtlichen Eisenhüttenwesens im Gebiet des mittleren Burgenlandes (Becken von Oberpullendorf) BHBL 35, 1973, S.97 f.;

V. SOUCHOPOVÁ

Pocátky západoslovanského hutnictví železa ve světle pramenu z Moravy. The Beginnings of the Metallurgy of Iron among Western Slavs in the Light of Sources from Moravia. Studie Archeologického Ústavu Akademie věd ČR v Brně XV, 1, 1995;

G. SPERL

Die Technologie des Ferrum Noricum. in: Lebendige Altertumswissenschaft, Festgabe zur Vollendung des 70. Lebensjahres von Hermann Vetters, Wien 1985, S. 410 f.;

H. STRAUBE, B. TARMANN, E. PLÖCKINGER

Erzreduktionsversuche in Öfen norischer Bauart. Kärntner Museumsschriften 35, Klagenfurt 1964;

R. TRINGHAM

Experimentation, Ethnoarchaeology, and the Leapfrogs in Archaeological Methodology. in: R.A. GOULD (Hrsg.), Explorations in Ethnoarchaeology. Albuquerque 1978, S. 169 f.;

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Burgenländische Heimatblätter](#)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: [60](#)

Autor(en)/Author(s): Herdits Hannes

Artikel/Article: [Technotypologische Betrachtungen und experimentalarchäologische Untersuchungen zu den frühmittelalterlichen Rennöfen von Unterpullendorf 63-76](#)