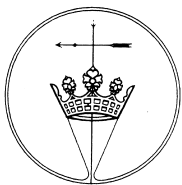


**Sonderheft
„Frühes Eisen im
Mittelgebirgsraum“**



SIEGERLAND

BLÄTTER DES SIEGERLÄNDER HEIMAT- UND GESCHICHTSVEREINS e. V.

Band 87 / Heft 2 2010



SIEGERLAND

BLÄTTER DES SIEGERLÄNDER HEIMAT- UND GESCHICHTSVEREINS e. V.

Band 87 / Heft 2 2010

Postverlagsort 57005 Siegen
Postfach 10 05 41
Dezember 2010

Schriftleitung:
Dr. Andreas Bingener

Redaktionsbeirat:
Dr. Helmut Busch
Gerhard Moisel
Manuel Zeiler M.A.

Verantwortlich für den Anzeigenteil:
Verlagsabteilung Vorländer
Obergraben 39
57072 Siegen
Telefon (02 71) 5 94 03 38

Die vom Siegerländer Heimat- und
Geschichtsverein e. V.
herausgegebene Zeitschrift Siegerland
erscheint in zwangloser Folge.
Sie wird den Vereinsmitgliedern
unentgeltlich zugestellt.

Die in den einzelnen Beiträgen
geäußerten Ansichten decken sich nicht
immer mit denen der Redaktion.

**Redaktionsschluss für das 1. Heft:
15. April 2011**

ISSN 1435-7364

INHALT	Seite
Frühes Eisen im Mittelgebirgsraum: Vorwort von Thomas Stöllner und Manuel Zeiler	97
Rohstoffgewinnung im rechtsrheinischen Mittelgebirge von Thomas Stöllner	101
Montanarchäologische Forschungen im Siegerland von Manuel Zeiler	133
Archäometallurgische Untersuchungen zur Primärproduktion des Eisens im Siegerland von Guntram Gassmann, Ünsal Yalçın und Moritz Jansen	161
Der Siegerländer Kuppelofen im europäischen Vergleich von Jennifer Garner	174
Frühe Eisengewinnung im Lahn-Dill-Gebiet und Siegerland: Benachbarte Montanreviere – unterschiedliche Technologien? von Andreas Kronz	198
Anmerkungen zur Grabungsmethodik auf montanarchäologischen Fundplätzen von Andreas Schäfer	212
Siedlungsdynamische Prozesse im hessisch-westfälischen Bergland während der Eisenzeit von Frank Verse	221
Grundlagen zur Geschichte von Eisen- erzeugung und -verarbeitung im Märkischen Sauerland zur Zeit der Renn- und Floßofenverhüttung von Hans Ludwig Knau	241
Frühe Eisenerzeugung im Westerwald: Forschungsstand und Perspektiven der Montanarchäologie von Hans-Peter Kuhnen	263

Titelbild: Ausgrabung des jüngereisenzeitlichen Verhüttungsplatzes Gerhardsseifen/Siegen-Niederschelden (Foto: Manuel Zeiler). Kleines Foto: Plastisch verzierter Gürtelhaken der jüngeren Eisenzeit aus dem Verhüttungsplatz Wartestraße/Siegen-Niederschelden (Foto: Westfälisches Museum für Archäologie/Außenstelle Olpe).

Der Siegerländer Kuppelofen im europäischen Vergleich

von Jennifer Garner

Der Anfang der Eisenproduktion im Siegerland geht vermutlich ins 5. Jh. v. Chr.¹, möglicherweise sogar schon ins 6. Jh. v. Chr. zurück², wobei jedoch archäologische Belege sowohl von Öfen als auch sonstigen technischen Anlagen dieser Zeitstellung noch ausstehen. Ebenso ist das Ende der Eisenproduktion um die Zeitenwende unklar, wengleich die Ursache entweder in einem einsetzenden Holzkohlemangel³ oder in dem Verlust wichtiger Absatzmärkte gesehen werden, letzteres ausgelöst durch den Niedergang der La-Tène-Kultur im Zusammenhang mit der römischen Okkupation⁴.

Das Eisen wurde in Öfen im Rennfeuerverfahren gewonnen. Bei diesem Verfahren handelt es sich um eine „Festkörperreduktion“ des Erzes zum Metall unter Bildung einer flüssigen Schlacke⁵. Das Eisenerz wird bereits bei 900 °C im relativ festen bis teigigen Aggregatzustand in Form eines Schwammes in metallisches Eisen umgewandelt, indem die eisenhaltigen Bestandteile des Erzes von Sauerstoff befreit – reduziert – und Verunreinigungen, die Gangart, separiert werden. Der Sauerstoff (O₂) zur Energieerzeugung (Temperatur) wird durch Düsen oder sonstige Öffnungen in den Ofen zugeführt. Als Reduktionsmittel dient der Kohlenstoff in Form von Holzkohle. Die verbrennende Holzkohle setzt Kohlenstoff (C) frei, der sich mit dem Sauerstoff zu Kohlenmonoxid (2CO) verbindet. Das Kohlenmonoxid entzieht dem in der Regel dreiwertigen Eisenoxid – z. B. Hämatit (Fe₂O₃) – Sauerstoff und bildet Kohlendioxid (CO₂). Durch diese reduzierenden Bedingungen wandelt

sich das Hämatit zu Magnetit (Fe₃O₄)⁶. Währenddessen bildet ein großer Teil des Eisens mit der Gangart des Erzes und den Alkalien der Holzkohlenasche eine silikatische, flüssige Schlacke, die einen Eisenoxidgehalt zwischen 50–70 Gew.-% aufweist⁷. Hält die Reduktion an, entsteht bei knapp 1200 °C Wüstit (FeO) und schließlich das Metall, welches zusammen mit den Schlacken einen Kuchen bildet – die sogenannte Luppe.

Da der größte Teil des Eisenoxids in die Schlacke und somit verloren ging, versuchte man, dem mit Zuschlägen, beispielsweise Kalk oder anderen Materialien, entgegenzuwirken, um die Eisenausbringung zu erhöhen. Die mit Schlacke, nicht aufgeschmolzenen Erzen und Holzkohle durchsetzte, äußerst poröse Luppe muss nach dem Rennfeuerprozess mehrmals erhitzt und geschmiedet werden, um diese Verunreinigungen zu entfernen. Ziel war es, ein schmiegbares Eisen zu gewinnen, aus dem man Gerätschaften oder Waffen bzw. auch Barren zu Handelszwecken herstellen konnte.

Gewöhnlich wurden Schachttöfen verwendet, die über einer Grube errichtet worden waren, in welcher die Schlacke hineinlaufen konnte. Nach jedem Ofengang musste eine neue Grube ausgehoben werden, während der kompakte Schlackenklotz als Abfall im Boden zurückblieb. Der Schachtofen mit eingetiefter Schlackengrube – in allen seinen Variationen – stellt zwischen ca. 150 v. Chr. und 500 n. Chr. den dominierenden Rennofentyp außerhalb des Römischen Reiches dar⁸. Ganze Ofenbat-

terien mit mehreren tausend Schlackengruben aus der römischen Kaiserzeit sind aus Böhmen⁹ und Österreich (nur linksseitig der Donau), Mähren, der Slowakei¹⁰, Polen¹¹, Deutschland¹² und Skandinavien bis in die Karpaten und der Ukraine¹³ bekannt.

Ein kennzeichnendes Merkmal der keltischen Eisentechnologie dagegen scheint der kuppelförmige Ofentyp gewesen zu sein, der außerhalb der keltischen Peripherie kaum vorkommt. Mit dem Ende der La-Tène-Zeit verschwinden mit der La-Tène-Kul-

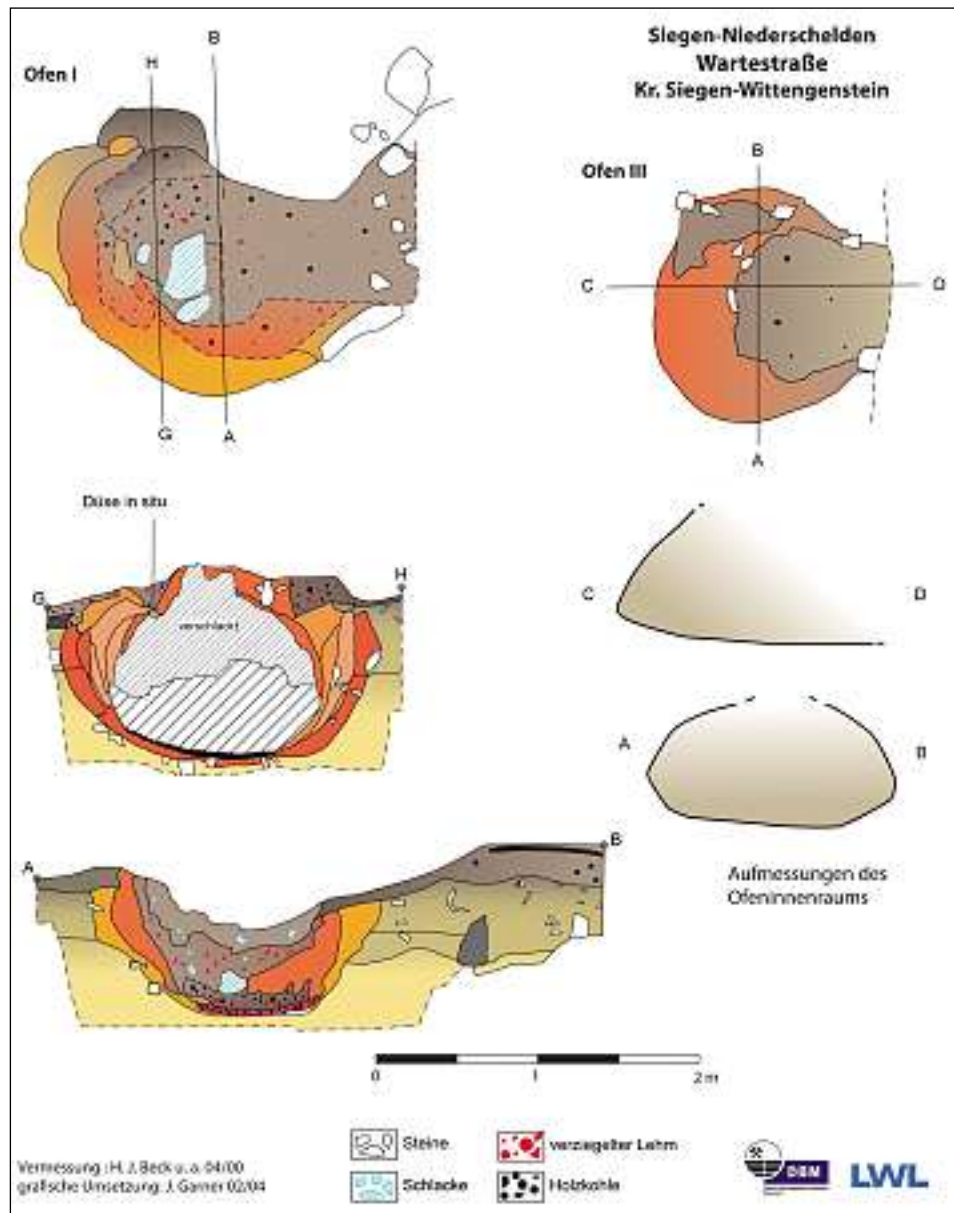


Abb. 1: Ofen I und Ofen III von Siegen-Niederschelden „Wartestraße“.

tur auch die Kuppelöfen, wobei jedoch sporadisch einige Exemplare aus der Kaiserzeit bekannt sind¹⁴. Offenbar konnten sie sich innerhalb der europäischen Eisentechnologie nicht durchsetzen.

Nach Radomir Pleiner könnten die kuppelförmigen Öfen der römischen Kaiserzeit von kleineren, isolierten Schmelzerguppen bzw. Sippen benutzt worden sein, die infolge einer eigenen technischen Konvention und einer sehr konservativen Einstellung von diesem Typ nicht abwichen. Ihr (keltischer?) Ursprung ließe sich jedoch nur schwer feststellen¹⁵.

Der Siegerländer Ofentyp

Lange Zeit war an der Existenz kuppelförmiger Öfen im Siegerland gezweifelt worden, da die Prozessführung in einem derartigen Ofentyp aus hüttentechnischer Sicht äußerst umstritten ist¹⁶. Zudem war die Dokumentationslage der zumeist von Laienforschern gegrabenen Hüttenplätze während der ersten Hälfte des 20. Jh. mehr als unbefriedigend, sodass sich kaum Rückschlüsse aus den Grabungsbefunden ziehen ließen. Fast 50 Jahre mussten vergehen, bis erneut ein latènezeitlicher Verhüttungsplatz an der Wartestraße in Siegen-Niederschelden ausgegraben und mit modernen Methoden dokumentiert werden konnte¹⁷. Die Fundstelle umfasst ein Ensemble aus vier Öfen, einem Erzröstplatz, mehreren Pochstellen sowie Pfosten einer Baukonstruktion aus dem 3. Jh. v. Chr.¹⁸ Ofen I war in den Hang eingebaut und in Teilen von der Sohle bis zur Gichtöffnung erhalten. Seine Maße betragen von der Sohle bis zur Gicht 1,20 m mit einem Innendurchmesser von 1,0 m an der Basis und 1,20 m in Kuppelhöhe (Abb. 1). Der Gichtansatz besaß einen Durchmesser von etwa 0,40 m und war bis zu einer Höhe von 0,30 m erhalten. Die Weite des Windkanals zwischen den beiden Setzsteinen betrug 1,40 m, während die Höhe von der Grabensohle bis zur Steinoberkante 0,50 m bzw. 0,70 m maß. Ofen III wirkt mit einer Gesamthöhe von 0,90 m im Querschnitt viel gedrungener als Ofen I, erreicht

aber mit 1,10 m innerer Breite in etwa dessen Ausmaße. Im Zuge eines Projektvorhabens unter der Federführung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum in Kooperation mit dem LWL/Außenstelle Olpe wurde zwischen 2003 und 2005 ein bereits von Otto Krasa in den 1930er Jahren gegrabener Verhüttungsplatz am Trüllesseifen in Siegen-Oberschelden¹⁹ erneut untersucht²⁰. Hier wurden ein latènezeitlicher Ofen sowie verziegelte Standspuren eines Vorgängerofens festgestellt, die von zwei Schlackenhalden flankiert waren (Abb. 2), ferner Pfostenstellungen einer Bebauung sowie ein mittelalterlicher Schlackenabstichofen, der auf der latènezeitlichen Schlackenhalde errichtet worden war. Dem latènezeitlichen Ofen war hangabwärts, zum Seifen hin, ein Kanal vorgelagert, der schließlich in eine massive, aus zusammengesinterter Schlackenbreccie bestehende „Arbeitsplatte“ mündete. Der Ofen wies im Kuppelbereich einen Außendurchmesser von etwa 1,30 m bei einer Höhe von 0,80 m auf. Im Gegensatz zur Wartestraße war die Gicht hier nicht erhalten. Der Kanal entsprach mit einer Weite zwischen 0,7 und 1,20 m in etwa den Maßen aus der Wartestraße, war aber auf einer Länge von 7 m vollständig erhalten. Sowohl bei den Öfen von der Wartestraße als auch beim Exemplar vom Trüllesseifen handelt es sich um einen kuppelförmigen Ofentyp mit vorgelagertem Kanal, womit nicht nur die Befunde der Laiengrabungen eine Bestätigung finden, sondern darüber hinaus ein für das Siegerland geradezu kennzeichnender Ofentyp sich herauszukristallisieren scheint.

Gewöhnlich wurden die Öfen zu besseren Isolierungszwecken tief in die Hangböschung hinein gebaut, sodass nur die Ofenbrust sichtbar war und die Gicht vermutlich schornsteinartig aus dem Hang ragte. Ein weiteres Merkmal des Siegerländer Rennofens ist der sogenannte „Windkanal“, der im Durchschnitt etwa 0,80 m breit, 0,50 m hoch und bis zu 0,60 m tief ist. Dieser war immer talwärts ausgerichtet und wurde meist mit Steinen oder gebranntem Lehm ausgekleidet. Ob der Kanal tatsächlich dem Zweck ei-

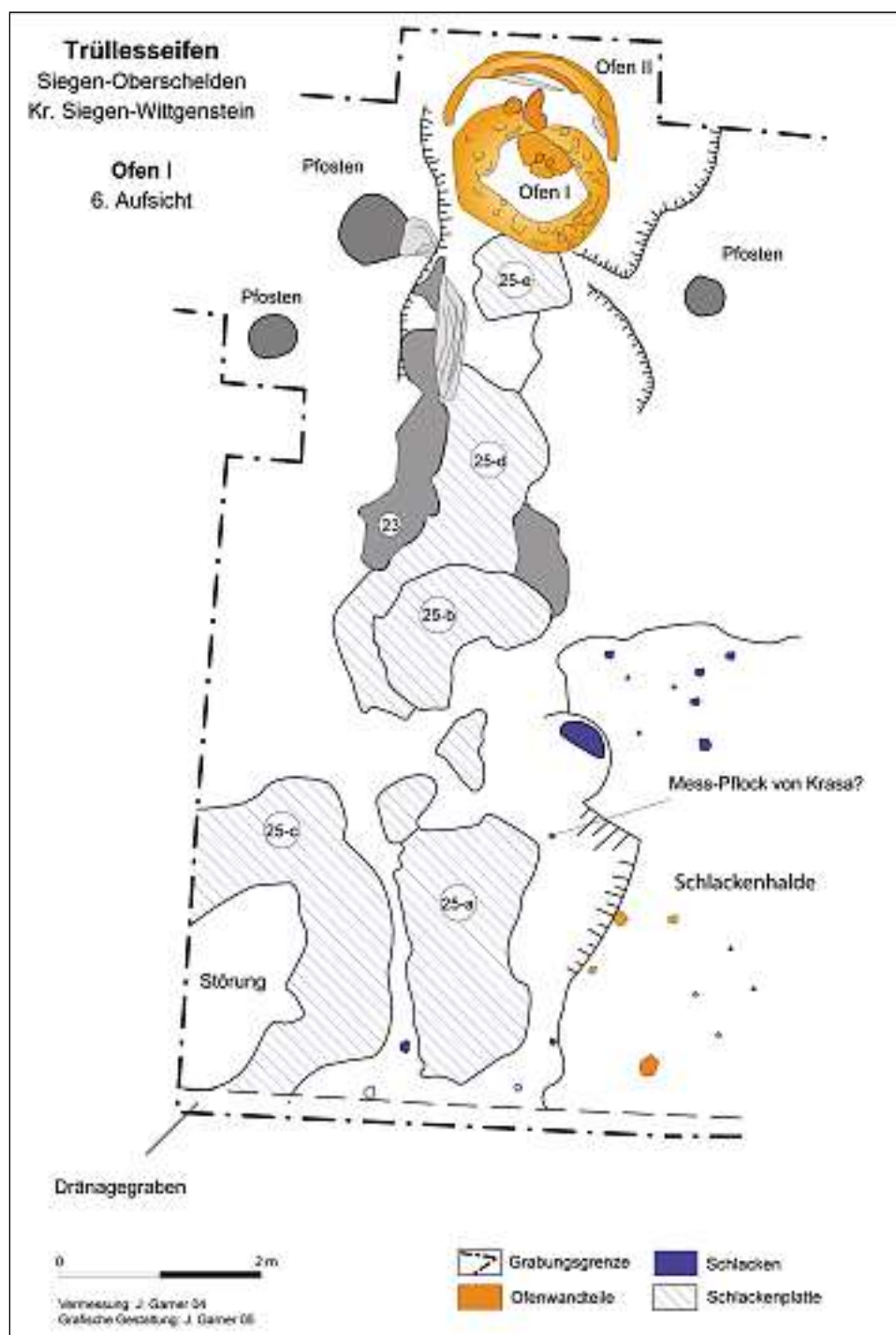


Abb. 2: Ofen I, Siegen-Oberscheden „Trüllesseifen“.



Abb. 3: Mächtigster Abschnitt der aus Schlackenbreccie bestehenden sog. „Arbeitsplatte“ am Trüllesseifen (Foto: DBM).

ner besseren Windzufuhr diene oder eher eine Art Arbeitskanal darstellt, kann anhand der Befunde nicht genau entschieden werden, doch scheint der Kanal vom Trüllesseifen eher auf letzteres hinzuweisen. Dieser beinhaltete an seiner Basis eine aus zusammengebackener Schlackenbreccie und Holzkohle bestehende „Arbeitsplatte“, die sich vom Ofen bis zum Seifen erstreckte und eine Mächtigkeit von bis zu 0,60 m erreicht (Abb. 3). Da diese aus Schlacken bestehende „Platte“ stellenweise weniger kompakt und verfestigt ist, wurde sie von Otto Krasa als keine zusammenhängende Schicht erkannt und teilweise zerstört. Vermutlich stellt die Schlackenbreccie das Ergebnis des ersten Ausschmiedens vor Ort dar.

Der Kanal führt bis in den Innenraum des Ofens, über dem sich die Kuppel mit einem inneren Durchmesser von ca. 1,20 m und einer Höhe von ca. 1 m erstreckt²¹. Der Kuppel folgt schließlich die Gicht, die einen

Durchmesser von ca. 0,30–0,40 m besitzt und in der Regel nur im Ansatz erhalten war, da ihr oberer Bereich vermutlich wenig verschlackte und die Zeit nicht überdauerte. Ein schachtförmiger Aufbau ist sehr wahrscheinlich, wie Fragmente verschiedener Fundstellen zeigen (s. u.). Eine Gesamthöhe von 1,30 m kann demnach für den Siegerländer Kuppelofen als gesichert gelten.

Einer der bekanntesten Fundorte der Siegerländer „Altforschung“ ist die von Heinz Behaghel 1933/34 gegrabene Eisenverhüttungsanlage in der Minnerbach bei Siegen. Hier ließen sich drei terrassenartig übereinanderliegende Halden mit Verhüttungs- und Schmiedeöfen, einem Röstplatz und Pfostenstandspuren feststellen. Insgesamt konnten bis zu acht Ofenrelikte dokumentiert werden, von denen drei Exemplare fast vollständig erhalten waren²².

Ofen 4 der Halde 2 war von der Herdsohle bis zur Innenkuppel 0,96 m hoch erhalten (Abb. 4). Hierbei ist auffällig, dass, wie

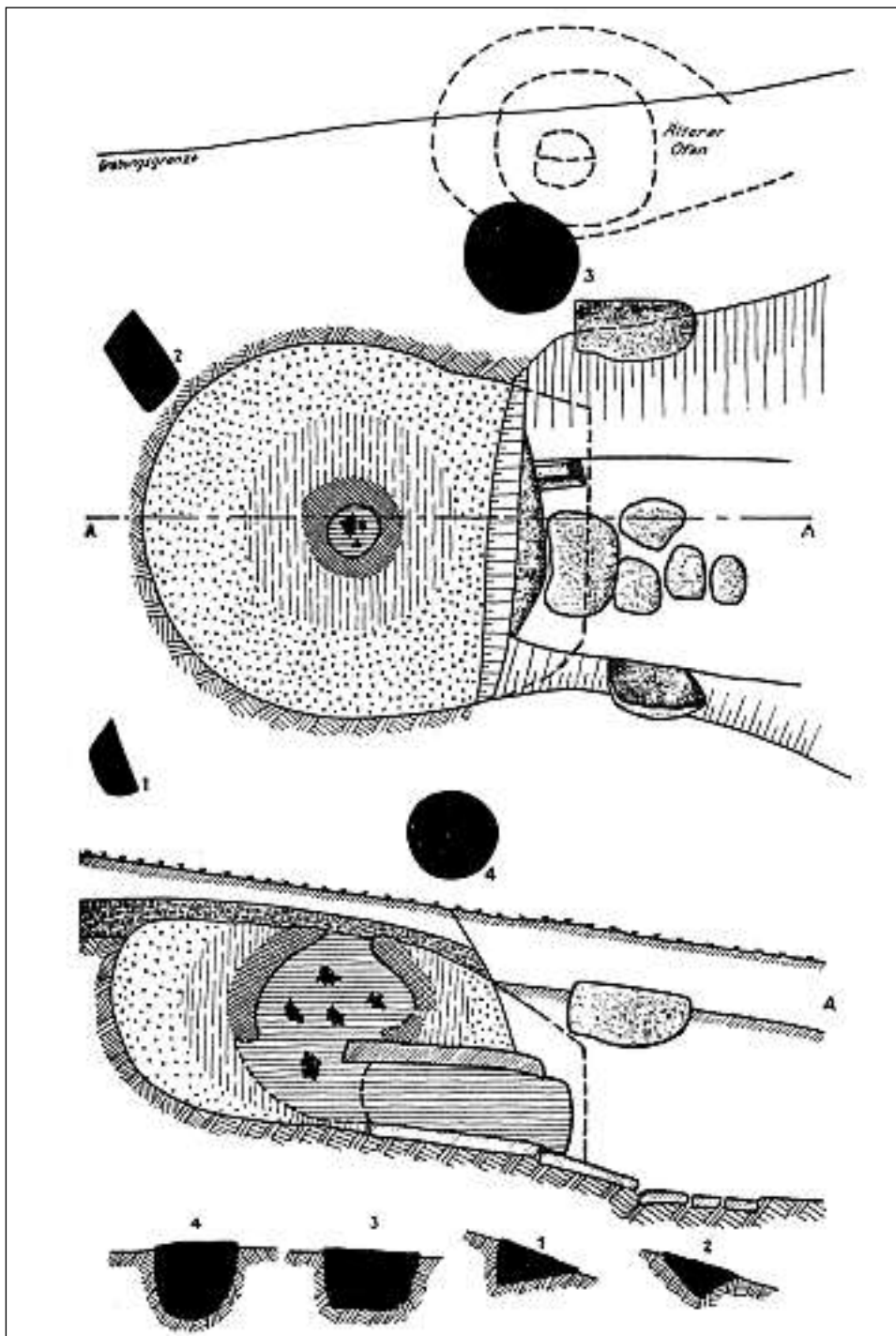


Abb. 4: Ofen 4 von der Minnerbach bei Siegen (Behaghel 1939, Abb. 3).

bei den Öfen I und III in Niederschelden „Wartestraße“, offensichtlich nur die Innenkuppel, nicht jedoch der „untere“ Bereich des Ofens, stark verschlackt war. Zudem ist auffällig, dass der von Behaghel bezeichnete „innere Ofenmantel“ am Schulterbereich des Kuppelofens eine Stärke von 0,30 m besaß und sich zur Ofensohle hin stark verjüngte. Dies konnte beim Ofen I in Niederschelden ebenfalls festgestellt werden, bei dem die Verziegelung an der gleichen Stelle am stärksten war. Folglich muss die Temperatur hier am höchsten gewesen sein, was in unmittelbarem Zusammenhang mit der in diesem Bereich beobachteten Düse stehen muss.

Der Windkanal sowie der Ofen in der Minnerbach waren von einem gelben, ungebrannten Lehm umschlossen – dem „äußeren Ofenmantel“ –, dem der gewachsene Boden folgte. Ob es sich bei dem „äußeren Ofenmantel“ nicht bereits um den anstehenden Hanglehm handelt, muss offenbleiben. Zumindest überdeckte er mit einer Stärke von bis zu 0,60 m den Windkanal, um ihn nach Behaghel vor Wärmeverlust zu schützen²³. Derartige Beobachtungen wurden an der Wartestraße und am Trüllesseifen nicht gemacht.

Die Ofenbrust des Siegerländer Kuppelofens wurde von zwei aufrecht stehenden Steinen flankiert, auf dem ein Deckstein auflag. So beispielsweise bei Ofen F in der Minnerbach, dessen Ofenbrust am Übergang zum Ofeninnenraum von zwei Basaltsäulen flankiert worden war, die wiederum dem Windkanal etwas vorgelagert waren. Im Planum umgab den Ofen ein rot verzierter Lehmkranz sowie ein 0,10 m breiter Streifen, bestehend aus hellgelbem Lehm, und ein weiterer, 0,05 m breiter, rot verzierter Kranz. Behaghel interpretierte diesen Befund als zwei ineinandergebaute Öfen unter Wiederbenutzung des alten Windkanals²⁴. Auch die Öfen 2 und 4 der zweiten Halde überlagerten ältere Exemplare. Derselbe Befund zeigte sich auch am Trüllesseifen, wo der Ofen leicht vor dem Vorgängerofen versetzt unter Ausnutzung desselben Windkanals errichtet worden ist.

Pfostenstellungen, die auf eine Bebauung, vielleicht eine Gichtbühne, schließen lassen, wurden in der Minnerbach²⁵, an der Wartestraße und am Trüllesseifen beobachtet. Bei der Grabung einer Eisenverhüttungsanlage in der „Sülz“ bei Oberschelden, die von dem Heimatforscher Otto Krasa und dem Hütteningenieur Josef Wilhelm Gilles durchgeführt worden ist, konnte immerhin ein Pfosten lokalisiert werden²⁶.

1933/34 fand eine Grabung im Engsbachtal bei Achenbach statt, bei der etwa 40 Öfen lokalisiert werden konnten. Auf einer Fläche von 300 m² fanden sich neben Verhüttungsöfen auch Schmiedeöfen und Erzröstplätze²⁷.

Die Standplätze der Öfen waren auf jeweils 3–4 m Länge und 2 m Breite in den Hang hineingetrieben worden (Abb. 5). Die Ofensohle soll die Form einer Mulde besitzen haben und war auch hier entweder mit Steinen oder mit einem Gemisch aus Lehm und „Holzkohlenlösche“ ausgelegt, ähnlich wie an der Wartestraße oder dem Trüllesseifen. Der Durchmesser des Herdes schwankte zwischen 0,6 und 1 m. Bei Ofen E25 maß die Gichtöffnung 0,50 m und war auf eine Höhe von 0,50 m erhalten und somit etwas höher als die Gicht von Ofen I von der Wartestraße. Zur talwärtigen Seite war die Ofenwand in etwa 0,24 m Höhe über dem Herd von bis zu drei Düsen durchstochen worden, die einen Durchmesser zwischen 6–8 cm aufwiesen. Diese mündeten in den ebenfalls mit Steinen ausgekleideten Windkanal, der hier 2 m lang war und 0,30–0,40 m Durchmesser hatte. An seiner Basis war er stark verziegelt. Auch Ofen E25 besaß, wie Ofen 4 in der Minnerbach, eine zum Ofen hin massiver werdende Abdeckung aus Lehm, die den Windkanal überdeckte²⁸.

In Obersdorf „Silberquelle“ konnten von Otto Krasa drei Verhüttungsöfen freigelegt werden, von denen zwei in den Hang gebaut waren. Im Gegensatz zu den anderen Ofenbefunden erscheinen sie mit einem Innendurchmesser von 0,60–0,70 m sehr klein. Der etwa 0,25–0,35 m in den Lehm eingetiefte Herd wies keinen direkten Ausgang

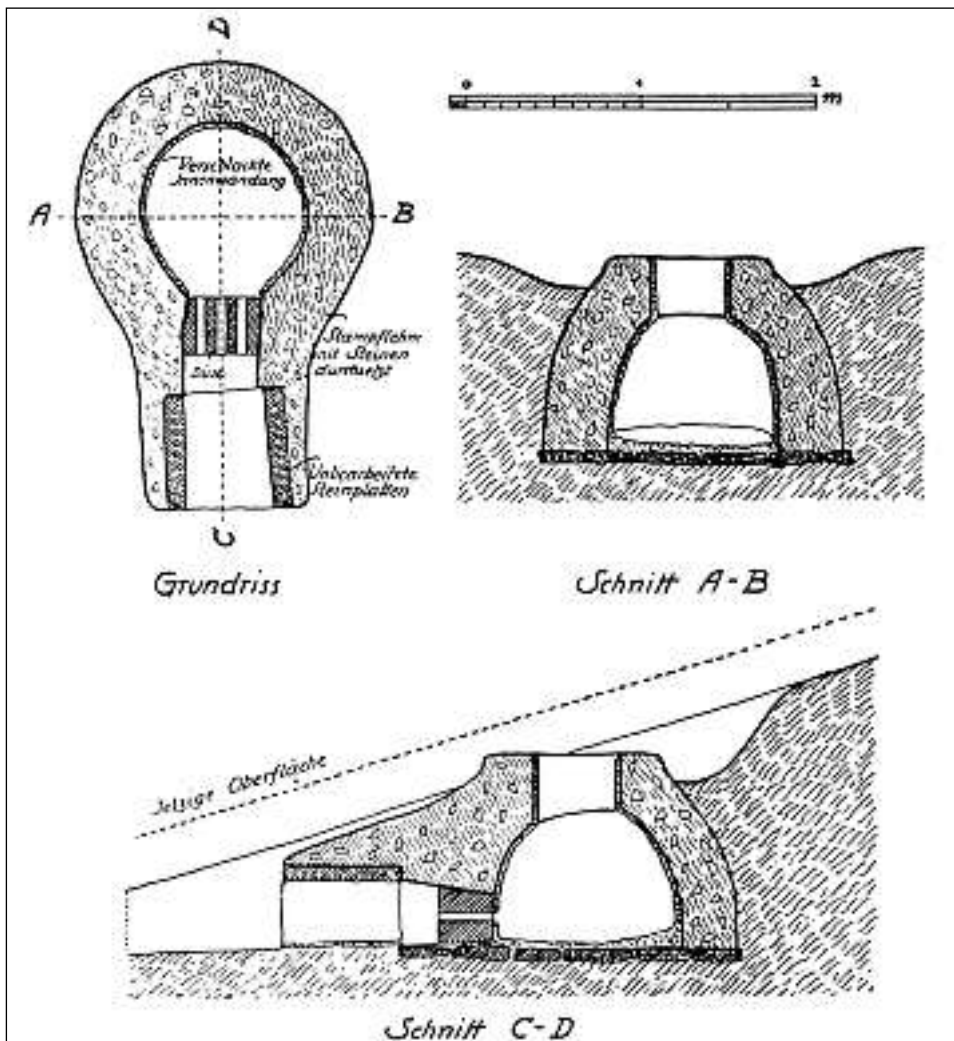


Abb. 5: Achenbach „Engsbach“, Ofen E25 (Stieren 1935, Abb. 2).

von der Ofensohle auf. Demzufolge mussten die Schlacken und Luppen aus dem Herd herausgehoben werden. Für Krasa war dies ein Beleg des Übergangs von den Windöfen zu den Gebläseöfen²⁹. Später deutete er ihn als Schmiedeofen³⁰. Allerdings sind keine Düsenziegel oder kalottenförmige Schlacken, das typische Fundspektrum eines Schmiedeplatzes, gefunden worden³¹.

Der Hütteningenieur Josef W. Gilles interpretierte diesen Befund als Windofen, den er aufgrund der Keramik und fehlender Dü-

senziegel in die Spät-La-Tène-Zeit setzte. Die geringe Größe der Öfen führte er auf den einsetzenden Holzmangel zurück, während der tiefe Herd auf die Verwendung stark manganhaltigen Erzes und einer daraus resultierenden hohen Schlackenmenge zurückzuführen sei. Analysen der Schlacken ergaben einen Mangangehalt von 8,8 %, die seine Überlegungen stützen sollten. Zudem wurde die Schlacke seiner Ansicht nach nicht herausgehoben, sondern lief in einer ca. 0,50 m breiten Rinne über³².

Der burgenländische Ofentyp

Wie bereits erwähnt, scheint es sich bei den Kuppelöfen um ein Phänomen zu handeln, das primär aus Gebieten der La-Tène-Kultur bekannt ist, so beispielsweise in Österreich im Burgenland. Allgemein wird der „Rennofen vom Typ Burgenland“ als Erscheinung der Spät-La-Tène-Zeit³³ angesehen, doch ergaben weitere Ausgrabungen, dass eben dieser Typ schon zur Früh-La-Tène-Zeit bekannt war³⁴. Charakteristisch für diesen Typ ist ein kuppelförmig aufgebauter Ofen, dessen Basis eine runde oder leicht ovale Form mit durchschnittlich 1 m Durchmesser aufweist. Oftmals ist er etwa 0,50 bis 0,60 m in den Boden eingetieft, wobei die Basis leicht nach vorne abfällt (Abb. 6). Die Kuppelhöhe schwankt zwischen 0,50 und 0,80 m. Ein weiteres Merkmal ist eine, meist hangabwärts ansetzende, ovale Arbeitsgrube. Nach Kazimierz Bielenin diente sie zum Bau des Ofens und ermöglichte die Bedienung des Ofens während des Verhüttungsvorgangs sowie zur Herausnahme der Luppe³⁵. Ähnlich den Schachtöfen

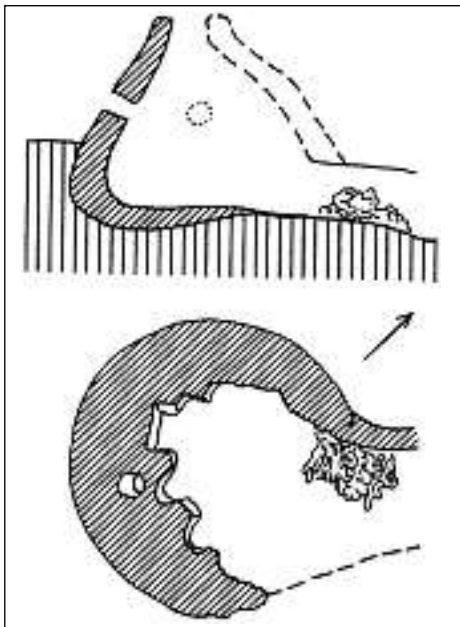


Abb. 6: Unterpullendorf, Burgenland, Österreich (Pleiner 2000, Fig. 40).

mit eingetiefter Schlackengrube erfolgte auch bei den Kuppelöfen mit Vordergrube kein Schlackenabstich, sondern die Schlacke setzte sich an der Ofenbasis ab und verblieb dort bis zum Ende des Verhüttungsprozesses. Dann wurde der Schlackenklotz mit der Luppe von der Vordergrube aus durch die Ofenbrust in diese herausgezogen. Vermutlich musste die Ofenbrust zur Herausnahme der Schlacke aufgebrochen und für die nächste Betriebsphase wieder erneuert werden. Eine mehrmalige Inbetriebnahme ließ sich durch Reparaturspuren an fast jedem untersuchten Ofen dieses Typs nachweisen.

Offensichtlich wurde der kuppelförmige Ofen, im Gegensatz zu den Schachtöfen mit eingetiefter Schlackengrube, von vornherein für mehrmalige Betriebsphasen konzipiert. Diese Annahme wurde an Fundplätzen in den Bezirken Oberpullendorf, Unterpullendorf und Oberwarth im Burgenland bestätigt³⁶. Dadurch ließe sich erklären, weshalb die Ausmaße latènezeitlicher Verhüttungsanlagen gegenüber den kaiserzeitlichen Plätzen als kleiner erscheinen³⁷.

Die Ofenbasis des Exemplars von Weperspeldorf wies eine ovale Form mit Ausmaßen von 0,8 x 1 m auf. Die fünf Öfen aus Klostermarienberg variierten hingegen von 0,95 x 1,10 m bis zu 1,25 m x 1,35 m³⁸. Damit entsprechen sie in ihren Ausmaßen denen aus dem Siegerland, wobei sie allerdings nicht in die Hangböschung eingebaut, sondern etwa 0,50 m in den Boden eingetieft worden sind. Diese Maßnahme diente wohl ebenfalls zu Isolierungszwecken. Der Ofenaufbau dagegen ist jedoch sehr ähnlich. Oberhalb des eingetieften Bereichs setzt eine kuppelförmige Wölbung an, auf der eine ca. 0,30 m hohe Gicht folgt. Bei der Fundstelle 2 in Unterpullendorf war sie rechteckig mit einem Durchmesser von 0,25 m. Die Gesamthöhe der Öfen von der Basis bis zur Gicht schätzt Bielenin auf etwa 1,60–1,70 m³⁹. Eine Öffnung befand sich im südlichen Teil des Ofens mit einer Breite von 0,84 m an der Basis und ca. 0,68 m Breite in etwa 0,30 m Höhe. Das entspricht in etwa

den 0,75 m Breite zwischen den beiden Setzsteinen des Ofens III von Niederschelden „Wartestraße“. Ähnliche Befunde zeigen auch die übrigen Öfen, die jedoch zum Teil stark zerstört waren.

Im Unterschied zum Siegerländer Ofentyp, dem ein Windkanal vorgeschaltet ist, besitzt der Ofen Typ Burgenland eine vorgelagerte Arbeitsgrube, die sowohl in Wepferdorf als auch in Klostermarienberg dokumentiert werden konnte. Diese wiesen eine ovale Form mit einer Größe von 2,50 x 1,60 m bzw. 1,05 x 1,10 m auf. Die Verfüllung bestand aus schwarzer Erde und Fragmenten von porösen Schlacken und der Ofenwandung. Ofen Nr. 1 der Fundstelle Klostermarienberg zeigte in der Vorgrube zusätzlich einen in ihr enthaltenen Ausheizofen. An der rückwärtigen Seite des Ofens befand sich eine kreisförmige Öffnung mit einem Durchmesser von 0,25 m, die schräg trichterförmig ins Ofeninnere abfiel⁴⁰. Möglicherweise diente diese Öffnung als zusätzliche Luftzufuhr.

Die Verwendung einer Vorgrube anstatt eines Windkanals scheint auf eine andere Betriebsführung hinzuweisen. Nach Bielenin wurde die Luft durch Düsenlöcher oberhalb des Grubenniveaus in den Ofen geführt. Anders als beim Siegerländer Typ schließt Bielenin eine Luftzufuhr durch die Ofenbrust selbst aus. Wandfragmente mit einer Winddüse würden auf eine Luftzufuhr im unteren Bereich des Aufgehenden hinweisen. Diese besaßen einen Öffnungsdurchmesser von 4–6 cm und wurden mithilfe eines Rundholzes schräg nach unten gestochen. Aufgrund dessen und der nicht nach dem Hangwind ausgelegten Orientierung der Öfen hält Bielenin den Betrieb mit einem künstlichen Gebläse für wahrscheinlich⁴¹. Zumindest die sich im Aufgehenden befindlichen Düsenöffnungen decken sich mit dem Befund jener Düsenöffnung, die sich noch *in situ* im Kuppelbereich des Ofens I in Niederschelden „Wartestraße“ befand. Auch diese war schräg nach unten gestochen worden.

Aufgrund des keramischen Materials war es möglich, die Fundplätze des Typs Bur-

genland zu datieren, wobei das Inventar Analogien zur Keramik des pannonischen Raumes aus der keltisch-römischen Übergangsperiode, d. h. den letzten Jahrzehnten des 1. Jh. v. Chr., aufwies. In Unterpullendorf, Fundstelle 2, konnte Keramik aus der Wende der Mittleren bis zur Spät-La-Tène-Zeit geborgen werden. ¹⁴C-Daten von Holzkohleproben aus Klostermarienberg (Ofen 1), Weppersdorf (Ofen 1) und Raiding bestätigen die Datierung dieses Rennofentyps. So nimmt Bielenin für den Typ Burgenland eine Laufzeit vom Ende des 2. Jh. v. Chr. bis zum Beginn der römischen Kaiserzeit an⁴².

Ein Verbreitungsschwerpunkt des Rennofens „Typ Burgenland“ – möglicherweise forschungsbedingt – scheint sich in Süddeutschland abzuzeichnen. Im Zuge eines Forschungsprojektes gelang es, durch zahlreiche Prospektionen seit den 1980er Jahren bis zu 72 Fundstellen mit Schlackenkonzentrationen im Rothtal, Bayrisch-Schwaben, zu lokalisieren. Die als latènezeitlich angesprochenen Fundstellen konzentrieren sich im mittleren Rothtal, wobei sich neben Verhüttungsaktivitäten eine Weiterverarbeitung anhand von Kalottenschlacken nachweisen ließ⁴³. Ergänzend zu datierenden Befunden wie Keramik, Glasobjekten oder Metallgegenständen liegen von 28 Fundstellen sowie von Ausgrabungen dreier Verhüttungsplätze insgesamt 53 radiometrische Daten vor⁴⁴. Diese ergaben ein größtenteils jüngerlatènezeitliches bzw. höchstens ein spätestes frühlatènezeitliches Alter, was sich mit den Datierungen der Befunde deckt. Vermischungen mit römischen, früh- und hochmittelalterlichen oder neuzeitlichen Eisenproduktionsanlagen können ausgeschlossen werden. In Durchschnitt waren die Anlagen folglich zwischen 400 und 100 v. Chr. in Betrieb⁴⁵.

Ausgrabungen der Fundstellen in den Gemarkungen Emershofen und Unterroth Flur „Lange Teile“ wurden durch Radiokarbondatierungen in die jüngere La-Tène-Zeit datiert, wobei die Fundstelle bei Unterroth etwas älter zu sein scheint⁴⁶. Meist waren nur die etwa 1 m weiten Ofenherde und ihre

vorgelagerten Arbeitsgruben erhalten. Die Wandfragmente an fast allen untersuchten Öfen ließen Reparaturphasen erkennen, sodass auch hier von einer mehrmaligen Benutzung der Öfen auszugehen ist. Anhand der Herdform, der geborgenen und untersuchten Rennfeuerschlacken, Ofenwandfragmente sowie der Windlochfragmente ließen sich die Öfen als Kuppelöfen mit integrierter Vorgrube und einem aufgesetzten Schacht rekonstruieren⁴⁷.

Aus dem Nordschwarzwald ist eine kleinere Variante dieses Ofentyps bekannt. Im Raum von Neuenbürg-Waldrennach an der Fundstelle „Schnaizteich“ kamen ganze Ofenbatterien zu Tage, die in Hanglage und unweit von Quellen in regelmäßigen Abständen eine bis zwei Reihen bildeten⁴⁸. Prospektionen ergaben, dass insgesamt mehr als 50 Öfen an dieser Stelle zu ver-

muten sind. Der Erhaltungszustand der Öfen war, da sie in den Hang eingetieft worden waren, als gut zu bezeichnen. Ein vollständig erhaltenes Exemplar (Ofen a) wies eine Größe von 1,2 x 0,8 m an der Kuppelstandfläche, bei einer Höhe von 0,5 m, auf. Auf der Kuppel stand ein noch 0,1 m hoch erhaltener Schacht. Nach der Ofenkonstruktion zu urteilen, waren die Öfen nur von der Arbeitsgrube aus bzw. von oben über die Gichtöffnung zugänglich, ähnlich den Vertretern aus dem Burgenland. Aufgrund von Keramikfunden sowie Radiokarbonaten wird der Ofen in die Späthallstatt-/Früh-Latène-Zeit (5. Jh. v. Chr.)⁴⁹ datiert. In einem anderen Exemplar konnte an der zur Vorgrube gewandten Seite ein Tonrohr beobachtet werden, welches schräg von oben in das Ofeninnere führte (Abb. 7). Das Rohr wies einen Durchmesser von 0,15 m auf und wird



Abb. 7: Neuenbürg „Schnaizteich“, ein Ofen mit einem als Winddüse gedeutetem Tonrohr (Gassmann 2005, Abb. 13.4).

daher als Winddüse gedeutet⁵⁰. Derartige Funde sind im Sieger- und Burgenland bislang unbekannt, ebenso wie eine batterieartige Anordnung. Möglicherweise könnte dies mit ihrer älteren Zeitstellung zusammenhängen, denn sowohl die Beispiele aus dem Burgenland als auch die Siegerländer Öfen datieren jünger. Weitere Verhüttungsanlagen gleichen Typs stammen aus St. Johann-Würtingen, Kr. Reutlingen, auf der Schwäbischen Alb (4. bzw. 3. Jh. v. Chr.)⁵¹ und aus dem Gebiet südöstlich von Dillingen im Donautal (jüngere La-Tène-Zeit)⁵². Somit fügen sich die Beispiele aus Südwestdeutschland in das Spektrum des Kuppelofens mit vorgelagerter Arbeitsgrube des Typs Burgenland, unabhängig von ihrer Zeitstellung, ein.

Freistehende Variante des Typs Burgenland mit Vorgrube

Wie bereits oben dargelegt, konnten in Burgenland verschiedene Typen von Rennöfen in Oberpullendorf und Oberwart unterschieden werden. Hierbei kam eine freistehende Variante des „Typs Burgenland“ in Unterpullendorf, Fundstelle 2, zum Vorschein. Der Ofen war mitsamt Kuppel und Gichttrand erhalten und wies im vorderen Bereich einen Kanal auf, der von Kazimierz Bielenin als Schlackenabstichkanal bezeichnet worden ist⁵³. Da jedoch Untersuchungen an Schlacken nachwiesen, dass diese während der La-Tène-Zeit nicht abgestochen worden waren, kann es sich nur um einen Verbindungskanal zwischen dem Ofeninnenraum und einer möglichen Vorgrube handeln. Der Ofeninnenraum zeigte eine rundliche Form, die sich im Vorderteil, wo er in den Kanal überging, verengte. Die Ausmaße des Ofeninnenraumes betragen an der Basis 0,95 m x 1,15 m. Die Ofenwandung besaß eine Stärke von 0,10 m und wurde schichtweise in Wulsttechnik kuppelförmig hochgezogen⁵⁴. Anhand von Keramik wurde der Ofen in die La-Tène-Zeit datiert⁵⁵. Die freistehende Variante in Unterpullendorf, Fundstelle 2, war gänzlich auf der Erdoberfläche gebaut worden. Die Kuppel war im Vergleich zum eingetieften Typ verhältnis-

mäßig niedrig. Hier wird eine Höhe von 1 m rekonstruiert. Der Betrieb eines künstlichen Gebläses wird für diesen Typ postuliert⁵⁶.

Ein weiterer freistehender Kuppelofen wurde in Osterberg-Weiler „Pfingstherdle“ im Rothtal, Bayerisch-Schwaben, festgestellt. Funde von Kalottenschlacken legen zudem eine Schmiedetätigkeit vor Ort nahe. Der Ofen war mit einer Ofenherdgröße von ca. 0,50–0,60 m etwas kleiner als die eingetieften Kuppelöfen des Rothtals und wies, vermutlich zu Isolationszwecken, eine Lehmauskleidung auf. Zudem stand der Ofen auf einer vor dem Ofenbau aufgetragenen Schlackenschicht. Die Ofenbasis hatte schätzungsweise eine Höhe von 0,20–0,30 m und wurde in Form von Lehmwülsten, die anschließend geglättet worden waren, um den Ofenherd ringförmig aufgebaut. Die Wandstärke betrug hier ca. 0,10 m, wobei der Schacht- oder Kuppelaufbau in Knettechnik durchgeführt worden ist. Negativabdrücke einer Holzlattung, wohl als Stabilisationshilfe während des Ofenbaus, sind an der Rückseite erkennbar. Der Gichtdurchmesser konnte auf 0,25–0,30 m rekonstruiert werden, die Wandungsstärke betrug im Gichtbereich 5–3 cm⁵⁷.

Ein weiterer Befund ist aus der Slowakei in Varín bekannt. Der Ofen besitzt einen Durchmesser von über 1 m und eine Kuppelhöhe von 1,50 m⁵⁸. Auffällig ist die Bauweise des aus speziell gefertigten Tonziegeln errichteten Ofens, was auf eine Weiterentwicklung dieses Ofentyps hindeuten könnte. Die Datierung des Ofens von der Zeitenwende bis zur 1. Hälfte des 1. Jh. n. Chr. scheint dies zu bestätigen.

Nach Wischenbarth könnte ein derartiger freistehender Ofentyp kennzeichnend für Verhüttungsplätze mit hohem Grundwasserstand bzw. feuchten Talniederungen sein, wodurch sich die unter den Öfen befindliche Schlackenschicht als Wärme- und Feuchtigkeitsisolation erklären ließe⁵⁹. Für Bielenin wäre die andere Bauweise ein Indiz für eine mögliche ältere Zeitstellung gegenüber den eingetieften Typen⁶⁰.

Langovaler Kuppelofen mit Vorgrube

Dieser Ofentyp ist äußerst umstritten, da derartige Exemplare bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt ausschließlich im Raum Kelheim festgestellt worden sind und ihre Bauweise eine Betriebsführung unglaublich erscheinen lässt⁶¹. Dieser Ofen zeichnet sich durch eine extrem langovale Form mit kuppelförmigem Aufbau und Vorgrube aus.

Die erste bekannte Verhüttungsanlage untersuchte Heinz Behaghel 1939 in der Forstabteilung „Stadlerholz“. Die durch Keramik in La-Tène D datierte Anlage befand sich auf den Halden I und III. Neben einem Röstofen konnte ein Verhüttungs-ofen mit einer vorgelagerten Grube nachgewiesen werden, der in Teilen *in situ* erhalten war und neben dem typischen kuppelförmigen Aufbau den Grundriss einer „gestreckten Acht“ bzw. eine Art „Einschnürung“ im Zentrum aufwies. Die Längsachse des Ofens betrug 1,10 m, die Größe der vorgelagerten Grube 1 x 1,2 m. Behaghel folgerte, dass es sich bei diesem Ofen um eine Kombination aus Kuppel- und Schachtofen mit einer langovalen Esse handelte (Abb. 8)⁶².

Aufgrund des Rhein-Main-Donau-Kanalbaus erfolgten 1980/81 Untersuchungen zur Eisengewinnung, die primär die Klärung ihrer Zeitstellung zum Ziel hatten⁶³. Bei Grabungen in Altessing-Unterau kam ein als latènezeitlich angesprochener Ofen in Form

eines langovalen, meilerartigen Kuppelofens zum Vorschein, der über eine Herdmulde errichtet worden war. Ein weiteres Exemplar aus Neuessing-Weihermühle zeigte die gleichen Merkmale, besaß aber einen eher runden Grundriss. Allen Öfen war gemeinsam, dass sie in ihrem hangwärtigen Teil eine kleine Mulde besaßen, die als Arbeitsgrube gedeutet wurde. Ebenso konnte eine mehrmalige Benutzung der Öfen nachgewiesen werden⁶⁴. Ihre Maße entsprachen denen vom „Stadlerholz“, wobei das Exemplar von Altessing-Unterau eine ebensolche „Einschnürung“ in der Mitte erkennen ließ. Dieser konnte durch Keramik einer latènezeitlichen Stellung zugewiesen werden, während die Öfen von Neuessing-Weihermühle nur aufgrund ihrer typologisch gleichen Bauart in die jüngere Eisenzeit datiert worden sind.

Während Burger und Geisler eine Entsprechung zum Ofentyp jenes Befundes vom „Stadlerholz“ sehen, sind Bielenin sowie Gassmann der Ansicht, dass es sich hierbei nur um Reste normaler Kuppelöfen „Typ Burgenland“ mit integrierter, nach vorne anschließender Vorgrube handelt⁶⁵. Ebenso wird auf die Möglichkeit von zwei nacheinander betriebenen Öfen verwiesen⁶⁶. Aufgrund dessen werden auch die Öfen von Altessing-Unterau und Neuessing-Weihermühle als Kuppelöfen mit integrierter Vorgrube angesehen⁶⁷.

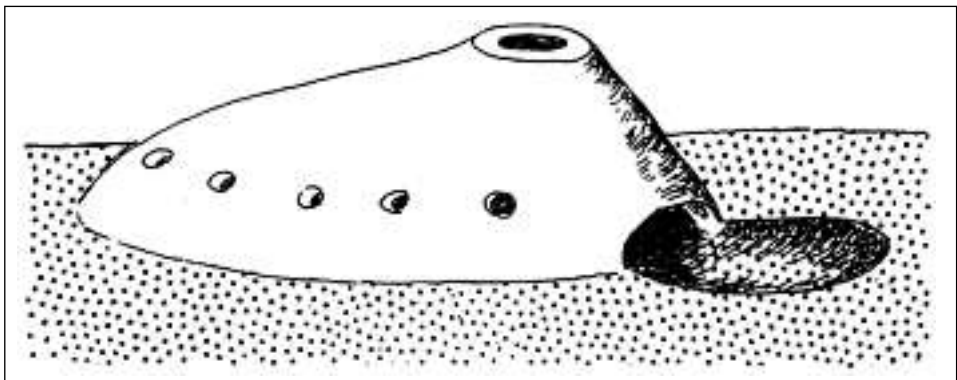


Abb. 8: Rekonstruktionsversuch des Ofens vom „Stadlerholz“, Kelheim (nach Pleiner 2000, Fig. 39.1).

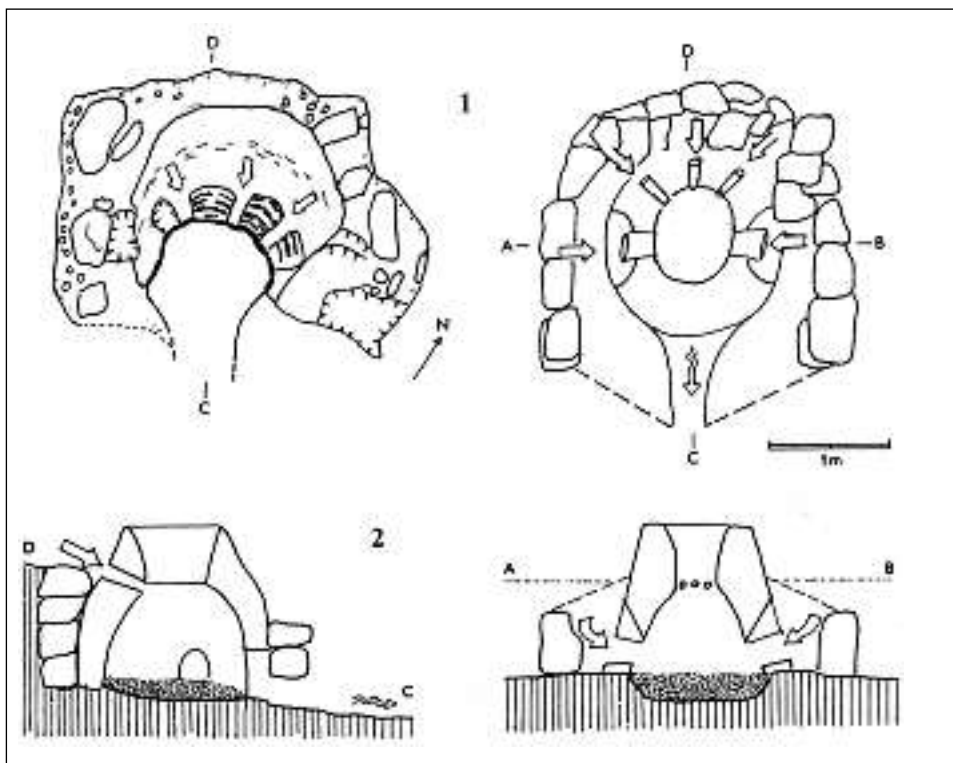


Abb. 9: Clérimois, Yonne, Frankreich. Kuppelofen aus gallo-römischer Zeit. 1 – Ofen F12, Grabungsbefund. 2 – Rekonstruktion (Pleiner 2000, Fig. 41.1 und 2).

Gallo-Römischer Kuppelofen

Dieser Ofentyp ist hauptsächlich im westlichen Europa verbreitet, so in der Schweiz⁶⁸, in Frankreich⁶⁹, in Belgien⁷⁰ oder im südlichen England⁷¹. Er tritt sowohl einzeln, paarweise, aber auch in Batterien auf, kann in Gruben eingetieft oder in Grubenwerkstätten vorkommen, wobei am häufigsten die freistehende Variante verbreitet ist⁷². Gewöhnlich zeichnet er sich durch einen kreisförmigen, rechteckigen oder hufeisenförmigen Grundriss aus, mit einem aus Lehm und/oder Stein gebauten Schacht. Er weist einen flachen Herd auf und gehört bereits zu den Schlackenabstichöfen. In der Regel ist er von Steinsetzungen umfasst, wobei es auch hier Ausnahmen gibt.

Im Yonne-Tal bei Clérimois (Frankreich) ist eine Eisenproduktionsanlage größeren

Maßstabes aus gallo-römischer Zeit bekannt, deren Anfänge bereits in das 2. Jh. v. Chr. zurückgehen⁷³. Hier treten kuppelförmige Typen neben Schachtöfen mit eingetiefter Schlackengrube auf. Insgesamt sechs Kuppelöfen, jeweils paarweise, wurden in der Grabungsfläche „ferrier 1“ und zwei weitere in „ferrier 2“ entdeckt. Ähnlich dem Siegerländer Ofentyp waren auch diese in eine Böschung eingelassen worden und dadurch bis auf eine Höhe von 0,7–0,8 m erhalten (Abb. 9). Sie wiesen eine mit Steinen gesetzte hufeisenförmige Basis auf, während die Kuppel selbst aus Lehm erbaut worden war. Die Ofengrube besaß einen Durchmesser von etwa 1,5 m. Zwei große Kanäle beiderseits der Kuppel, die durch drei Düsenöffnungen im oberen Bereich der rückwärtigen Seite komplementiert wurden, waren schräg nach unten ausgerichtet. Die

Luftversorgung erfolgte durch Blasebälge, die aufgrund von Düsenziegelfunden mit konischen Zwillingslöchern (Durchmesser 2–2,5 cm) sicher nachgewiesen sind⁷⁴.

Aus dem Görtschitztal in Kärnten sind bis zu 15 Rennöfen dieses Typs bekannt⁷⁵, die zwischen den letzten drei Jahrzehnten vor der Zeitenwende bis in das 5./6. Jh. n. Chr.

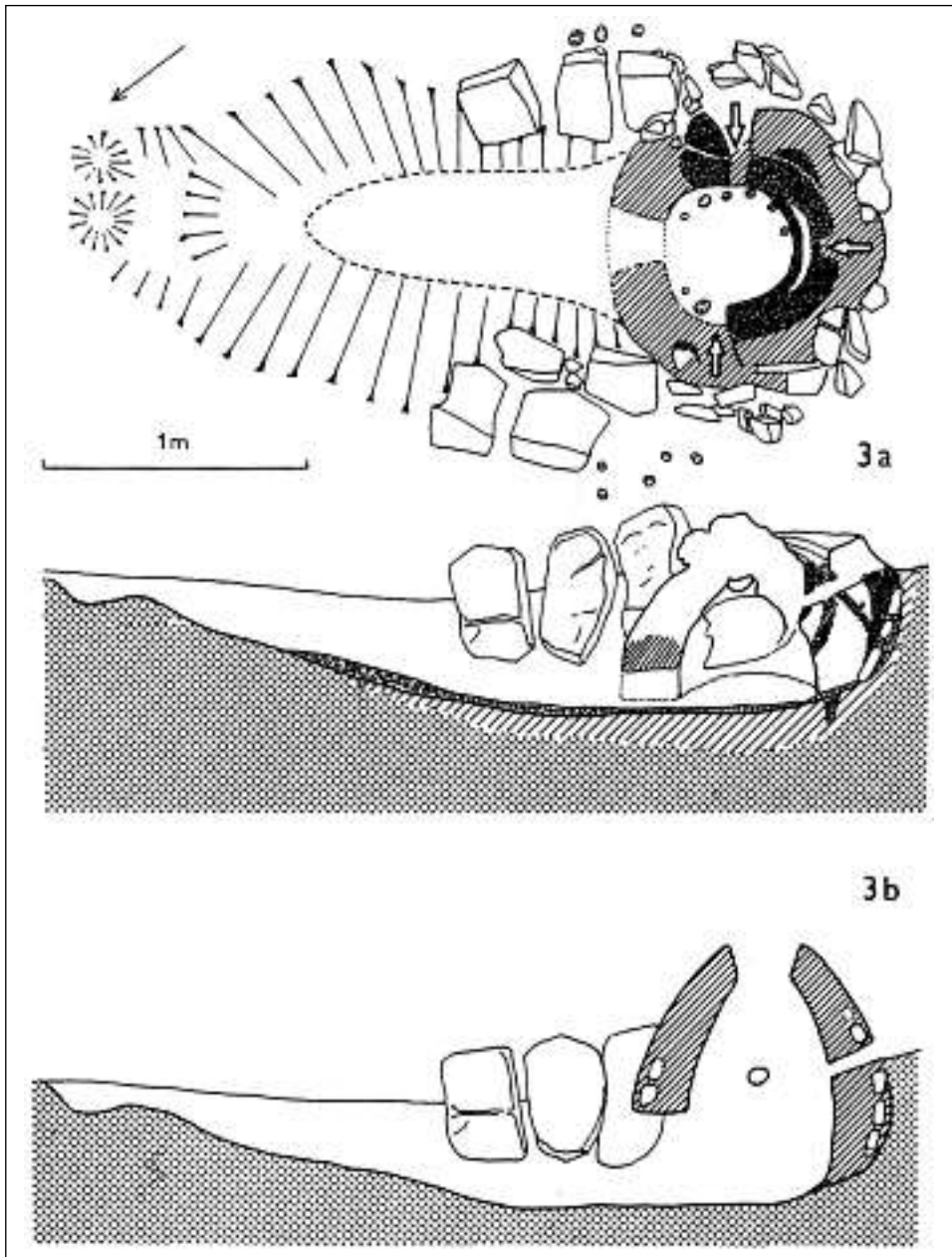


Abb. 10: Minepit Wood, Sussex, England, ca. 50 v. Chr. bis 100 n. Chr. (Pleiner 2000, Fig. 40. 3a-b)

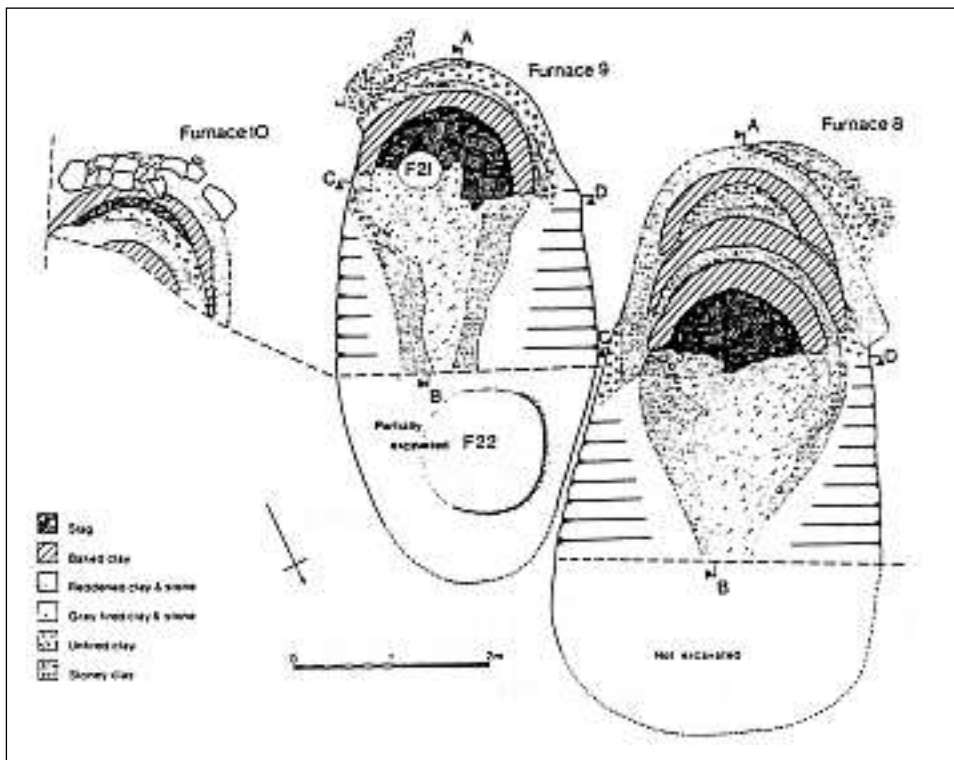


Abb. 11: Laxton, Northampton, Byfield, England. Überbauung der älteren Öfen von jüngeren (Jackson/Tylecote 1988, Fig. 5 und 6).

datieren und höchstwahrscheinlich in Beziehung zum „norischen Stahl“ und zur Stadt auf dem Magdalensberg stehen⁷⁶.

Derartige Kuppelöfen waren bis Britannien verbreitet. Ob diese Technologie vom Festland stammte, ist wahrscheinlich, letztlich jedoch ungeklärt. In Sussex, Minepit Wood (England), war eine Anlage – neben einer mittelalterlichen Phase (14./15. Jh. n. Chr.) – bereits vor der römischen Okkupation 43 n. Chr. bis in die ersten Jahre nach der römischen Okkupation in Betrieb⁷⁷. Ein Ofen besaß einen kreisförmigen Herd, der etwa 0,6 m in den Boden eingetieft war (Abb. 10). Er war freistehend und halbkreisförmig mit Sandsteinblöcken gepflastert. Er wies eine kuppelförmige Wölbung auf, wobei der Innendurchmesser ca. 0,6 x 0,6 m betrug und die Kuppel eine Höhe von ca. 1 m einnahm. Die Gichtöffnung war mit einer Breite

von ca. 0,3 m erhalten. In dem Kuppelman- tel befanden sich, 0,27 m über dem Boden, drei Windöffnungen, während eine vierte direkt über der Abstichöffnung angebracht worden war⁷⁸. Die mit Sandsteinen befestigte Vorgube wies eine Länge von 2 m auf.

Analoge Öfen aus England sind aus Pip-pinford bekannt (1. Jh. n. Chr.)⁷⁹. In Laxton, Northampton, Byfield, wurden 12 Ofenstandorte entdeckt, von denen vier Öfen einen kuppelförmigen Aufbau mit einer Vorgube aufwiesen. Der Durchmesser dieser Öfen betrug ca. 1,20 x 1,40 m und sie waren ca. 0,70–0,80 m in die Erde eingetieft. Es ließen sich Spuren von Reparaturarbeiten sowie ein mehrmaliger Ofenneubau unter Verwendung derselben Vorgube beobachten (Abb. 11). Aufgrund des keramischen Materials datieren die Öfen in das 1. Jh. bis in die erste Hälfte des 2. Jh. n. Chr.⁸⁰. Wei-

tere Kuppelöfen stammen aus den East Midlands (romano-britische Zeit)⁸¹ sowie aus Levisham, North Yorkshire (2. Hälfte des 1. Jh. v. Chr.)⁸².

Im Allgemeinen basieren die Erkenntnisse zum Reaktionsprozess im Rennofen auf Verhüttungsversuchen in einem schachtförmigen Ofentyp. Ausgehend von diesen Erfahrungen wird der Kuppelofen eher kritisch betrachtet, da seine Form jene Prozesse nicht oder nur schwerlich begünstigt. Dass sowohl der Reaktionsprozess als auch die Betriebsführung in einem Kuppelofen⁸³ möglicherweise eine andere als im Schachtofen ist, scheint kaum berücksichtigt worden zu sein. Verhüttungsversuche in Kuppelöfen und Untersuchungen an Schlacken legen eine Verwendung mehrerer Düsen – seien es Wind- oder Gebläseöffnungen – um die Kuppel nahe, sodass nicht nur ein Reduktionsbereich im Ofen entsteht, wie beim Schachtofen, sondern gleich mehrere⁸⁴. Sowohl beim burgenländischen Ofentyp als auch bei den gallo-römischen erfolgte die Luftzufuhr von drei Seiten aus, wobei sich die Düsen entweder an der Basis des Ofens oder im Bereich der Kuppel befanden⁸⁵. Pleiner vermutet in Bezug auf den Siegerländer Ofentyp, dass auch hier Düsenöffnungen im hinteren Bereich der Öfen – vielleicht auch auf verschiedenen Höhen – vorhanden gewesen sein müssen. Diese seien jedoch während der Ausgrabungen möglicherweise nicht erkannt worden⁸⁶. Durch den Fund einer Düsenöffnung *in situ* unmittelbar an der Kuppel von Ofen I in der Wartestraße scheint sich seine Vermutung zu erhärten.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass der Siegerländer Kuppelofen bislang eine singuläre Erscheinung in Europa darstellt, die jedoch in der Tradition der keltischen Eisentechnologie eingebunden ist. Die Verwendung von Kuppelöfen ist von der späten Hallstattzeit/frühen La-Tène-Zeit bis zur frühen römischen Kaiserzeit nachgewiesen, war jedoch nur auf dem Verbreitungsgebiet der La-Tène-Kultur und verwandter Gruppen beschränkt. Auch konnte sich diese Ofenform gegenüber dem Schachtofen

nicht durchsetzen. Darüber, ob die Gründe hierfür mit dem Niedergang der keltischen Kultur und einhergehend dem Verlieren traditionellen Wissens zusammenhängen oder doch vielmehr aus technischen oder ökonomischen Erwägungen resultieren, kann nur spekuliert werden.

Literatur:

Ambs 2001

R. Ambs, Archäologische Ausgrabung einer keltischen Eisenerz-Verhüttungsstelle auf der Gemarkung Emershofen. In: Keltische Stahl- und Eisenproduktion im Rothtal (Bayerisch-Schwaben). Berichte zur Archäologie im Landkreis Neu-Ulm und in den angrenzenden Gebieten 2 (Neu-Ulm 2001), 71–89.

Ambs 2001a

R. Ambs, Archäologische Ausgrabung einer keltischen Eisenerz-Verhüttungsstelle auf der Gemarkung Unterroth. In: Keltische Stahl- und Eisenproduktion im Rothtal (Bayerisch-Schwaben). Berichte zur Archäologie im Landkreis Neu-Ulm und in den angrenzenden Gebieten 2 (Neu-Ulm 2001), 91–95.

Andrieux 1991

Ph. Andrieux, Préparation et expérimentation d'un four Bourgonde (Burgenland) avec le professeur Bielenin. In: K. Bielenin (ed.), From Bloom to Knife. Internat. Archaeometallurgical Symposium of the Comité pour la sidérurgie ancienne de l'UISPP, Kielce-Ameliówka (Krakau 1991), 119–122.

Behaghel 1939

H. Behaghel, Eine latènezeitliche Eisenverhüttungsanlage in der Minnerbach bei Siegen. *Germania* 23, 1939, 228–237.

Behaghel 1940

H. Behaghel, Eine Eisenverhüttungsanlage der Latènezeit im Oppidum auf dem Michelsberg bei Kelheim-Donau. *Germania* 24, 1940, 111–118.

Bielenin 1977

K. Bielenin, Einige Bemerkungen über das altertümliche Eisenverhüttungswesen im Burgenland. In: Archäologische Eisenforschung in Europa. Symposium Eisenstadt 1975. Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 59 (Eisenstadt 1977), 49–62.

Bielenin 1983

K. Bielenin, Der Rennfeuerofen mit eingetieftem Herd und seine Formen in Polen. *Offa* 40, 1983, 47–61.

Bielenin 1992

K. Bielenin, Starozytne górnictwo i hutnictwo zelaza w Górach Świętokrzyskich (Ancient mining and iron smelting in the Góry Świętokrzyskie, Holy Cross Mountains) (Kielce 1992).

Bielenin 1994

K. Bielenin, Der Rennofen vom Typ Burgenland in der frühgeschichtlichen Eisenverhüttung in Mitteleuropa. In: M. Mangin (ed.), *La sidérurgie ancienne de L'Est de la France dans son contexte européen*, Actes du Colloque de Besançon 1993. *Annales littéraires de L'Université de Besançon* 536, Série Archéologie 40 (Paris 1994), 255–267.

Bielenin/Woyda 1978

K. Bielenin, S. Woyda, Zwei Eisenverhüttungszentren des Altertums im Weichselbogen (1. Jh. v. u. Z. – 4. Jh. u. Z.). In: *Eisen + Archäologie. Veröffentlichung des Deutschen Bergbau-Museums Bochum* 14 (Bochum 1978), 24–55.

Birke et al. 1988

W. Birke, M. Mangin, I. Keesmann, Gallo-Römische Eisengewinnung im Morvan, Frankreich. *Jahrbuch des RGZM* 35, Teil 2, 1988, 597–601.

Burger/Geisler 1983

I. Burger, H. Geisler, Archäologisches zur Eisenverhüttung in und um Kelheim. *Festschrift Erwin Rutte* (o.O. 1983), 41–56.

Cleere 1974

H. Cleere, The Roman Iron Industry of the Weald and its Connections with the Classis

Britannica. *The Archaeological Journal* 131, 1974, 171–199.

Cleere 1989

H. Cleere, Twenty Years of Bloomery Studies in Britain. In: R. Pleiner (ed.), *Archaeometallurgy of Iron. International Symposium of the Comité la Sidérurgie ancienne de l'UISPP* (Liblice 5–9. October 1987) (Prague 1989), 191–211.

Domergue 1993

C. Domergue (dir.), *Un centre sidérurgique romain de la Montagne Noire. Le domaine des Forges* (Les Martyrs, Aude). *Revue Archéologique de Narbonnaise* 27 (Paris 1993).

Dooreslaer van 1971

A. van Dooreslaer, Primitive Eisenverhüttung in Belgien. *Early Medieval Studies* 3 (Antikvariskt Akriv 40) 1971, 31–36.

Dunikowski/Cabboi 1994

Ch. Dunikowski, S. Cabboi, Les ateliers des Clérimois (Yonne). Typologie des bas fourneaux et évolution. In: M. Mangin (Ed.), *La sidérurgie ancienne de L'Est de la France dans son contexte européen*, Actes du Colloque de Besançon 1993. *Annales littéraires de L'Université de Besançon* 536, Série Archéologie 40 (Paris 1994), 101–112.

Dunikowski/Cabboi 1995

Ch. Dunikowski, S. Cabboi, La sidérurgie chez les Sénons: les ateliers celtiques et gallo-romains des Clérimois (Yonne) (Paris 1995).

Garner 2007

J. Garner, Archäologische Ausgrabungen einer latènezeitlichen Eisenverhüttungsanlage an der Wartestraße in Siegen-Niederschelden, *Siegerland* 84, H. 2, 2007, 101–120.

Garner/Stöllner 2005

J. Garner, T. Stöllner, Eisen im Siegerland – Das latènezeitliche Produktionsensemble von Siegen-Niederschelden. In: H. G. Horn, H. Hellenkemper, G. Isenberg, J. Kunow

(Hrsg.), Von Anfang an. Archäologie in Nordrhein-Westfalen (Köln 2005), 355–358.

Gassmann 1997

G. Gassmann, Neue Forschungen zur keltischen Eisenproduktion in Süddeutschland. Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg 1996, 1997, 94–100.

Gassmann 1998

G. Gassmann, Spurensuche: Reste keltischer Eisenverhüttungsanlagen in Baden-Württemberg. Denkmalpflege in Baden-Württemberg. Nachrichtenblatt des Landesdenkmalamtes 4, 1998, 206–211.

Gassmann 2000

G. Gassmann, Zur Eisenerzverhüttung in Heidenheim-Schnaitheim. Naturwissenschaftliche Untersuchungen des Fundmaterials und Rekonstruktion der Ofenanlagen. Archäologische Ausgrabungen in Baden-Württemberg 1999, 2000, 83–86.

Gassmann 2001

G. Gassmann, Vergleichsbeispiele von latènezeitlichen Rennöfen in Süddeutschland. In: Keltische Stahl- und Eisenproduktion im Rothal (Bayerisch-Schwaben). Berichte zur Archäologie im Landkreis Neu-Ulm und in den angrenzenden Gebieten 2 (Neu-Ulm 2001), 143–146.

Gassmann 2004

G. Gassmann, Metallwirtschaft in frühkeltischer Zeit: Eisenerzverhüttung auf dem „Fohlenhofer Feld“ bei St. Johann. In: Kelten & Co. Fundgeschichten rund um die Achalm. (hrsg. v. Heimatmuseum Reutlingen), (Reutlingen 2004), 58–60.

Gassmann 2005

G. Gassmann, Die Grabungen an ausgewählten Schlackenfundstellen. In: Forschungen zur keltischen Eisenerzverhüttung in Südwestdeutschland. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 92 (Stuttgart 2005), 25–26.

Gassmann 2005a

G. Gassmann, Die Befunde aus Baden-Württemberg im überregionalen Vergleich. In: Forschungen zur keltischen Eisenerzverhüttung in Südwestdeutschland. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 92 (Stuttgart 2005), 77–83.

Gassmann 2005b

G. Gassmann, Forschungen in Baden-Württemberg seit 1999. In: Forschungen zur keltischen Eisenerzverhüttung in Südwestdeutschland. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 92 (Stuttgart 2005), 164–168.

Geisler 1991

H. Geisler, Untersuchungen zur latènezeitlichen und frühmittelalterlichen Eisenproduktion im Raum Kelheim (Niederbayern). Jahrbuch des RGZM 35, Teil 2 (1988) 1991, 556–559.

Gilles 1936

J. W. Gilles, Die Grabungen auf vorgeschichtlichen Eisenhüttenplätzen des Siegerlandes, ihre Bedeutung und die hütten-technischen Erfahrungen im Vergleich mit anderen Funden. Stahl und Eisen 56, H. 9, 1936, 252–263.

Gilles 1958

J. W. Gilles, Vorgeschichtliche Eisengewinnung. Siegerland 35, H. 1, 1958, 1–4.

Gilles 1958a

J. W. Gilles, Neue Ofenfunde im Siegerland. Stahl und Eisen 78, H. 17, 1958, 1200–1201.

Glaser 1995

F. Glaser, Norische Öfen im Görtschitztal. In: Grubenhunt und Ofensau. Beitragsband zur Kärntner Landesausstellung 1995 (Klagenfurt 1995), 273–276.

Haffner et al. 2000

A. Haffner, H. Jöns, J. Reichstein (Hrsg.), Frühe Eisengewinnung in Joldelund, Kr. Nordfriesland. Ein Beitrag zur Siedlungs- und Technikgeschichte Schleswig-Holsteins.

Teil 2: Naturwissenschaftliche Untersuchungen zur Metallurgie- und Vegetationsgeschichte. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 59 (Bonn 2000).

Halkon 1997

P. Halkon, Fieldwork on early iron working sites in East Yorkshire. *Historical Metallurgy* 31/1, 1997, 12–16.

Hauptmann/Weisgerber 1983

A. Hauptmann, G. Weisgerber, Eisen im Siegerland – ein archäometallurgisches Projekt. *Offa* 40, 1983, 69–75.

Heidinger 1987

A. H. Heidinger, Das eisenzeitliche Gräberfeld von Birkefehl. Gemeinde Erndtebrück, Kreis Siegen-Wittgenstein. Ausgrabungen und Funde in Westfalen-Lippe 5, 1987, 121–177.

Hingst 1978

H. Hingst, Vor- und frühgeschichtliche Eisenverhüttung in Schleswig-Holstein. In: Eisen + Archäologie. Veröffentlichung des Deutschen Bergbau-Museums 14 (Bochum 1978), 62–71.

Hingst 1983

H. Hingst, Das Eisenverhüttungsrevier auf dem Kammerberg-Gelände in Joldelund, Kr. Nordfriesland, *Offa* 40, 1983, 163–176.

Jackson/Tylecote 1988

D.A. Jackson, R.F. Tylecote, Two Romano-British Iron Workingsites in Northamptonshire, a new type of furnace? *Britannia* 19, 1988, 275–298.

Jockenhövel 1995

A. Jockenhövel, Bemerkungen zum Stand der archäometallurgischen Forschungen im Siegerland. In: B. Pinsker (Hrsg.), Eisenland – Zu den Wurzeln der nassauischen Eisenindustrie (Wiesbaden 1995), 257–260.

Kaus 1977

K. Kaus, Zur Zeitstellung von ur- und frühgeschichtlichen Eisenverhüttungsanlagen Burgenlands aufgrund der Kleinfunde. In:

Archäologische Eisenforschung in Europa. Symposium Eisenstadt 1975. Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 59 (Eisenstadt 1977), 63–70.

Kaus 1981

K. Kaus, Lagerstätten und Produktionszentren des Ferrum Noricum. Vorträge, gehalten anlässlich der Tagung des Ausschusses für Montangeschichte des Bergmännischen Verbandes Österreichs in Reichenau an der Rax, Niederösterreich, 22. bis 24. September 1977. Leobener Grüne Hefte, N.F. 2 (Wien 1981), 74–92.

Kempa 1995

M. Kempa, Die Erforschung der vor- und frühgeschichtlichen Eisenverhüttung. In: Beiträge zur Eisenverhüttung auf der Schwäbischen Alb. Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg 55 (Stuttgart 1995), 9–13.

Kolling 1973

A. Kolling, Eine frühe Eisenschmelze im Saarkohlenwald. Bericht der staatlichen Denkmalpflege im Saarland 20, 1973, 51–59.

Krasa 1948

O. Krasa, Vom Windofen zum Hochofen. *Siegerland* 3, 1948, 5–47.

Krasa 1952

O. Krasa, Eisenverhüttung im Siegerland in Vorzeit und Mittelalter. *Westfälischer Heimatkalender* 6, 1952, 152–156.

Krasa 1957

O. Krasa, Auf den Spuren von vorgeschichtlichen und mittelalterlichen Hüttenleuten bei Obersdorf. *Eiserfelder Heimatblatt* 6, 1957, H. 7, 8.

Krasa 1963

O. Krasa, Uralte Schmieden im Siegerland. *Unser Heimatland* 31, 1963, 129–132.

Krasa 1964

O. Krasa, Latène-Schmieden im Siegerland. *Westfälische Forschungen* 17, 1964, 200–205.

Kronz/Keesmann 2005

A. Kronz, I. Keesmann, Fayalitische Schmelzsysteme – Ein Beitrag zur vorneolithischen Eisen- und Buntmetalltechnologie im Dietzhölzetal (Lahn-Dill-Gebiet, Hessen). In: A. Jockenhövel, Ch. Willms, Das Dietzhölzetal-Projekt. Archäometallurgische Untersuchungen zur Geschichte und Struktur der mittelalterlichen Eisengewinnung im Lahn-Dill-Gebiet (Hessen). Münsterische Beiträge zur Ur- und Frühgeschichtlichen Archäologie 1 (Rahden/Westfalen 2005).

Laumann 1989

H. Laumann, Archäologische Ausgrabungen im Siegerland. Erste Analyse zum Gräberfeld der frühen Eisenzeit in Deuz. Siegerland 66, H. 3–4, 1989, 61–64.

Laumann 1990

H. Laumann, Neue Grabfunde aus Westfalen (Deuz). Archäologie in Deutschland, Heft 1, 1990, 41–42.

Laumann 2000

H. Laumann, Eisenzeitliche Werkzeuge aus dem Siegerland. In: Fundort Westfalen. Millionen Jahre Geschichte. Schriften zur Bodendenkmalpflege in Nordrhein-Westfalen 5 (Mainz 2000), 252–253.

Mihok/Pribulová 2003

L. Mihok, A. Pribulová, Metallurgy of Iron at the Beginning of the 1st Millennium AD in Slovakia. In: Chr. Nørbach (ed.), Prehistoric and Medieval direct Iron Smelting in Scandinavia and Europe (Proceedings of the Sandbjerg Conference 16th to 20th September 1999) Acta Jutlandica LXXVI, 2, Humanities Series 75 (Aarhus 2003), 163–170.

Money 1965

J. H. Money, Iron age and Romano-British iron working site in Minipit Wood, Rotherfield, Sussex. Historical Metallurgy 8, H. 1, 1965, 1–20.

Neujahrsgruß 2004

Neujahrsgruß 2004 – Jahresbericht für 2003, hrsg. v. Westfälisches Museum für Archäologie/Amt für Bodendenkmalpflege

Münster/Altertumskommission für Westfalen (Münster 2003).

Neujahrsgruß 2005

Neujahrsgruß 2005 – Jahresbericht für 2004, hrsg. v. Westfälisches Museum für Archäologie/Amt für Bodendenkmalpflege Münster/Altertumskommission für Westfalen (Münster 2004).

Pelet 1973

P.-L. Pelet, Une industrie méconnue: Fer, charbon, acier dans les Pays de Vaud (Lausanne 1973).

Pleiner 1965

R. Pleiner, Die Eisenverhüttung in der „Germania Magna“ zur römischen Kaiserzeit. Berichte der Römisch-Germanischen Kommission 45 (1964), (Berlin 1965), 11–86.

Pleiner 2000

R. Pleiner, Iron in Archaeology. The European Bloomery Smelters (Praha 2000).

Pleiner/Princ 1984

R. Pleiner, M. Princ, Die latènezeitliche Eisenverhüttung und die Untersuchung einer Rennschmelze in Mšec, Böhmen. Památky Archeologické LXXV, 1984, 133–180.

Pott 1985

R. Pott, Vegetationsgeschichtliche und pflanzen-soziologische Untersuchungen zur Niederwaldwirtschaft in Westfalen. Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde 47, H. 4, 1985, 1–64.

Pott 1993

R. Pott, Die nacheiszeitliche Vegetations- und Siedlungsgeschichte. In: Der Kreis Siegen-Wittgenstein. Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland 25 (Stuttgart 1993), 20–34.

Schäfer 2002

A. Schäfer, Manching – Kelheim – Berching-Pollanten. Eisen als Wirtschaftsfaktor. In: C. Dobiak, S. Sievers, Th. Stöllner (Hrsg.), Dürnberg und Manching. Wirtschaftsarchäologie im ostkeltischen Raum. Akten des

Internationalen Kolloquiums in Hallein/Bad Dürnberg vom 7. bis 11. Oktober 1998 (Bonn 2002), 219–241.

Schrüfer-Kolb 1999

I. Schrüfer-Kolb, Roman Iron Production in the East Midlands, England. In: S.M.M. Young/A.M. Pollard/P. Budd/R.A. Ixer (eds.), *Metals in Antiquity*. BAR Int. Series 792 (Oxford 1999), 227–238.

Schrüfer-Kolb 2003

I. Schrüfer-Kolb, Past to Present. Roman Iron Production in the East Midlands, England. In: Chr. Nørbach (ed.), *Prehistoric and Medieval direct Iron Smelting in Scandinavia and Europe* (Proceedings of the Sandbjerg Conference 16th to 20th September 1999) Acta Jutlandica LXXVI, 2, Humanities Series 75 (Aarhus 2003), 71–76.

Ščukin/Eremeko 1991

M.B. Ščukin, V. E. Eremeko, Zur Frage der Datierung keltischer Altertümer im Transkarpatengebiet der Ukraine und einige Probleme der Latène-Chronologie. Acta Archaeologica Carpathica T.XXX, 1991, 115–140.

Spazier 2000

I. Spazier, Wolkenberg – das größte germanische Verhüttungszentrum in Deutschland. In: *Umwelt und Mensch*. Archäologische Entdeckungen aus der Frühzeit der Niederlausitz. Ausstellungskatalog im Rahmen der Landesgartenschau Luckau 2000 (Wünsdorf 2000), 84–86.

Spazier 2003

I. Spazier, The Germanic Iron-Smelting Complex at Wolkenberg in Lower Lausacia, Southern Brandenburg. In: Chr. Nørbach (ed.), *Prehistoric and Medieval direct Iron Smelting in Scandinavia and Europe* (Proceedings of the Sandbjerg Conference 16th to 20th September 1999) Acta Jutlandica LXXVI, 2, Humanities Series 75 (Aarhus 2003), 37–42.

Stieren 1935

A. Stieren, Vorgeschichtliche Eisenverhüttung in Südwestfalen. *Germania* 19, H. 1, 1935, 12–20.

Straube 1996

H. Straube, *Ferrum Noricum und die Stadt auf dem Magdalensberg* (Wien, New York 1996).

Tylecote 1981

R. F. Tylecote, From pot bellows to tuyeres. *Levant* 13, 1981, 107–118.

Tylecote 1986

R. F. Tylecote, *The Prehistory of Metallurgy in the British Isles* (London 1986).

Voigt 1959

T. Voigt, Eisengewinnung und Verarbeitung zur Römerzeit im Gebiet der Erzprovinz um das Hohe Venn. *Stahl und Eisen* 79, 1959, 1359–1361.

Weisgerber 2003

G. Weisgerber, Ältere und neuere Forschungen zur vorgeschichtlichen Siegerländer Eisenproduktion. *Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg* 86 (Stuttgart 2003), 250–258.

Wischenbarth 2001

P. Wischenbarth, Eisenschlacken im Rothtal (Bayerisch-Schwaben). In: *Keltische Stahl- und Eisenproduktion im Rothtal* (Bayerisch-Schwaben). *Berichte zur Archäologie im Landkreis Neu-Ulm und in den angrenzenden Gebieten* 2 (Neu-Ulm 2001), 9–54.

Wischenbarth 2001a

P. Wischenbarth, Archäologische Untersuchung einer keltischen Eisenerz-Verhüttungsstelle auf der Gemarkung Osterberg-Weiler. In: *Keltische Stahl- und Eisenproduktion im Rothtal* (Bayerisch-Schwaben). *Berichte zur Archäologie im Landkreis Neu-Ulm und in den angrenzenden Gebieten* 2 (Neu-Ulm 2001), 55–69.

Wischenbarth/Gassmann 2001

P. Wischenbarth, G. Gassmann, Archäologische Ausgrabung eines Eisenerz-Verhüttungsplatzes im Donauried. In: *Keltische Stahl- und Eisenproduktion im Rothtal* (Bayerisch-Schwaben). *Berichte zur Archäologie im Landkreis Neu-Ulm und in den angrenzenden Gebieten* 2 (Neu-Ulm 2001), 157–165.

Yalçın 2000

Ü. Yalçın, Zur Technologie der frühen Eisenverhüttung. Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege 42, 2000, 307–316.

Yalçın/Hauptmann 1995

Ü. Yalçın, A. Hauptmann, Zur Archäometallurgie des Eisens auf der Schwäbischen Alb. In: M. Böhm et al., Beiträge zur Eisenverhüttung auf der Schwäbischen Alb. Materialhefte des Landesdenkmalamts Baden-Württemberg 55 (Stuttgart 1995), 269–309.

Anmerkungen:

- 1 Laumann 2000, 252.
- 2 Siedlungsfunde sowie Gräberfelder belegen zumindest eine Besiedlung während jener Epoche – Laumann 1989, 62; ders. 1990, 41 f.; Heidinger 1987. Pollendiagramme zeigen um 650 v. Chr. einen erhöhten Eingriff des Menschen in den Waldbeständen, was auf die einsetzende Eisenproduktion zurückgeführt wird – Pott 1985, 22 f. und 63; ders. 1993, 28.
- 3 Krasa 1952, 153.
- 4 Laumann 2000, 253.
- 5 Der Name des Verfahrens stammt vom „Rinnen = Rennen“ der Schlacke.
- 6 Yalçın/Hauptmann 1995, 299.
- 7 Yalçın 2000, 312.
- 8 Pleiner 2000, 152. Die Römer kannten bereits den Schlackenabstichofen.
- 9 Pleiner/Princ 1984, 138 f.
- 10 Pleiner 1965.
- 11 Heilig-Kreuz-Gebirge: Bielenin 1983; ders. 1992; Weichselbogen: Bielenin/Woyda 1978.
- 12 Norddeutschland allgemein: Hingst 1978; Joldelund: Hingst 1983; Haffner/Jöns/Reichstein (Hrsg.) 2000; Wolkenberg: Spazier 2000; dies. 2003.
- 13 Šćukin/Eremenko 1991, 117, hier liegen die Anfänge im 2. und 1. Jh. v. Chr.
- 14 So ein Exemplar aus Mechlin im Warthegebiet in Polen aus dem 1. Jh. n. Chr. – Pleiner 1965, 31. Ein weiteres Beispiel aus Polen stammt aus einer Siedlung der römischen Kaiserzeit bei Dobrzyń Mały in Schlesien – Bielenin 1994, 258. Ferner sind als kuppelförmig angesprochene Öfen in Lis bei Kalisz im Flussgebiet der Prošna entdeckt worden, die zeitlich in das 1. Jh. n. Chr. gestellt werden – Pleiner 1965, 31 f. Auch im westeuropäischen Bereich treten vereinzelt kaiserzeitliche Kuppelöfen auf, so im Saarland bei Sulzbach – Kolling 1973. Ein weiteres Beispiel stammt aus Heidenheim-Schnaitheim „Fürsamen“ in Südwestdeutschland, dessen Alter nach ¹⁴C-Daten zwischen 200 und 400 n. Chr. fällt – Gassmann 2000, 83.
- 15 Pleiner 1965, 33.
- 16 Jockenhövel 1995, 259; Kronz/Keesmann 2005, 404; Weisgerber 2003, 252.
- 17 Es handelte sich um eine Notgrabung, die unter Leitung von Hartmut Laumann (LWL, Außenstelle Olpe) im Jahre 2000 durchgeführt worden ist.
- 18 Garner/Stöllner 2005; Garner 2007.
- 19 Krasa 1948, 33 ff.
- 20 Neujahrsgruß 2004, 44; Neujahrsgruß 2005, 43 f.
- 21 Krasa 1948, 8.
- 22 Behaghel 1939, 228 ff.
- 23 Behaghel 1939, 235.
- 24 Behaghel 1939, 232 f.
- 25 Behaghel 1939, 234.
- 26 Gilles 1936, 252.
- 27 Stieren 1935, 13 ff.
- 28 Stieren 1935, 15.
- 29 Krasa 1957, 8.
- 30 Krasa 1964, 204.
- 31 Krasa 1963, 131.
- 32 Gilles 1958, 1 f.; ders. 1958a, 1200 f.
- 33 Kaus 1981, 82.
- 34 Gassmann 1998, 207; ders. 2005a, 69 f.
- 35 Bielenin 1994, 256.
- 36 Bielenin 1977, 54; ders. 1994.
- 37 Hauptmann/Weisgerber 1983, 71 f.
- 38 Bielenin 1977, 53 f.
- 39 Bielenin 1994, 255 f.
- 40 Bielenin 1977, 53 f.
- 41 Bielenin 1994, 256.
- 42 Bielenin 1994, 257; zur archäologischen Datierung der Kleinfunde – Kaus 1977.
- 43 Wischenbarth 2001, 10 und 23.
- 44 Wischenbarth 2001, 23 f. sowie Tabelle 3; zu den Funden 32 ff.
- 45 Wischenbarth 2001, 42.
- 46 Ambs 2001, 83 Tabelle 4; ders. 2001a, 95 Tabelle 1; Wischenbarth 2001a, 57.
- 47 Ambs 2001, 72 ff.; Gassmann 2001, 141.
- 48 Gassmann 2005, 61 ff.; ders. 2005b, 165 ff.
- 49 Gassmann 1998, 209; ders. 2005a, 69 f.
- 50 Gassmann 2005b, 166.
- 51 Gassmann 1997, 97 ff.; ders. 1998, 208 f.; ders. 2004, 59 f.; ders. 2005, 74; ders. 2005b, 165.
- 52 Wischenbarth 2001, 38 f.; Wischenbarth/Gassmann 2001, 157 ff.
- 53 Bielenin 1977, 51.
- 54 Bielenin 1977, 51; die Wulsttechnik zum Aufbau des Ofenschachtes ist auch von kaiserzeitlichen Öfen Polens bekannt – Bielenin 1983, 52.
- 55 Bielenin 1977, 51.
- 56 Bielenin 1977, 55.
- 57 Wischenbarth 2001a, 58 ff.
- 58 Mihok/Pribulová 2003, 164 f.
- 59 Wischenbarth 2001a, 65.
- 60 Bielenin 1977, 55.
- 61 Schäfer 2002, 225; Kempa 1995, 10.
- 62 Behaghel 1940, 113 ff.
- 63 Geisler 1991.
- 64 Burger/Geisler 1983, 47 ff.
- 65 Bielenin 1994, 256 f.; Gassmann 2001, 143.
- 66 Gassmann 2005a, 79.

- 67 Gassmann 2005a, 79.
- 68 Pelet 1973.
- 69 Morvan: Birke/Mangin/Keesmann 1988; Clemoires: Dunikowski/Cabboi 1995; Gaul: Pleiner 2000, 40; Montagne Noir: Domergue (dir.) 1993.
- 70 Voigt 1959; van Doorselaer 1971.
- 71 Weald of Sussex: Cleery 1974; ders. 1989; Yorkshire: Halkon 1997; East Midlands: Schrüfer-Kolb 1999.
- 72 Pleiner 2000, 68 f.
- 73 Dunikowski/Cabboi 1995.
- 74 Dunikowski/Cabboi 1994.
- 75 Straube 1996, 22.
- 76 Glaser 1995, 273 ff. Hier wären zwei aus Steinen erbaute Öfen nördlich von Raffelsdorf sowie zwei aus Lehm gebaute Exemplare bei Kitschdorf zu nennen. Ein Exemplar in Kitschdorf war gut erhalten und zeigte eine zylindrische Form mit einem Innendurchmesser von 1 m. Vier Düsenöffnungen wiesen kleine Nischen auf, die sich direkt darunter befanden. Die Luftzufuhr erfolgte über schräge, zylindrische Röhren von 5 cm Durchmesser. Derartige Düsenrohre sind aus latènezeitlichen Kontexten unbekannt. Die Nischen stehen möglicherweise im Zusammenhang mit der Luppenbildung, die sich nach Verhüttungsversuchen im Bereich der Düsen bildete. Zu den ältesten Öfen gehört ein bei Möselhof lokalisierter Ofen, der sich durch einen birnenförmigen Querschnitt von etwa 1,5 m Höhe und drei Luftöffnungen auszeichnet. Diese besaßen eine zylindrische Form und waren schräg jeweils über eine kleine Nische in die Ofenwand eingepasst. Ähnlich wie in Niederschelden „Wartestraße“ wirkte sich die Hitze im Bodenbereich geringer aus, da sich die Düsenöffnungen etwa 0,5 m über dem Boden befanden. Bereits 1973 wurde ein Ofen in einer Baugrube bei Lölling sowie 1978 zwei weitere Ofenstandorte nördlich des Möselhofes mit einem kuppelförmigen Aufbau entdeckt – Glaser 1995, 275 f.
- 77 Money 1965, 1 und 10 f.
- 78 Tylecote 1986, 159.
- 79 ¹⁴C-Daten ergaben jedoch ein jüngeres Alter – Money 1965, 15 f.
- 80 Jackson/Tylecote 1988, 275 ff.
- 81 Schrüfer-Kolb 1999; dies. 2003, 72; es konnten sowohl freistehende als auch eingeböschte Typen beobachtet werden mit einem Innendurchmesser von etwa 1 m.
- 82 Pleiner/Princ 1984, 137 und Fußnote 5.
- 82 Cleere 1989, 200; Andrieux 1991.
- 84 Tylecote 1981, 22.
- 85 Kaus 1981, 84; Pleiner 2000, 165.
- 86 Pleiner 2000, 198.