

## NEUE GRABUNGEN FRÜHGESCHICHTLICHER EISENHÜTTENPLÄTZE IN DER TSCHECHOSLOWAKEI UND DIE BEDEUTUNG DES SCHACHTOFENS FÜR DIE ENTWICKLUNG DES SCHMELZVORGANGES

Radomir PLEINER, Prag

Im Rahmen des Forschungsprogrammes des Archäologischen Instituts der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften zur Klärung der Grundfragen der vorgeschichtlichen Eisenverhüttung und Eisenverarbeitung wurden schon in den Jahren 1950 — 1962 intensive und planmäßige Grabungen der frühgeschichtlichen Eisenhöfen durchgeführt, höfentechnisch ausgewertet und veröffentlicht.<sup>1)</sup> In den darauf folgenden Jahren legte man das Schwergewicht nicht mehr auf die Grabungen, sondern auf die Verifikationen der erzielten Ergebnisse mittels Schmelzversuchen,<sup>2)</sup> vor allem aber auf die Schmiedebearbeitung des Eisens durch metallographische Untersuchungen. Dies soll aber nicht heißen, daß keine neuen Eisenschmelzstätten entdeckt und fachgemäß gegraben worden sind. Während der Notgrabungen, wie auch bei den systematischen Grabungsunternehmen sind dreizehn wichtige Eisenhöfenkomplexe oder -funde, mit insgesamt 152 Schmelzöfen und einigen Hilfsanlagen (wie z. B. Ausheizherde, Röstplätze, Kohlengruben u. a.) zutage gekommen.

Im ersten Abschnitt meines Beitrages möchte ich jene Objekte kurz vorstellen und besprechen.

Die latènezeitliche, bzw. keltische Eisenverhüttung in Böhmen konnte durch die glückliche Entdeckung eines Schmelzkomplexes, in Mšec, Westböhmen, erhellt werden.<sup>3)</sup> Der Fund ist in die Junglatènezeit, etwa in das Ende des 2. vorchr. Jhdts. datiert (Keramik, Sapropelitarmringe). Seine größte Bedeutung liegt nicht einmal darin, daß wir Resten von 19 Öfen, einem zentralen Ausheizherd und einem Grubenhaus begegnet sind, wo Schmiedeoperationen verliefen, sondern darin, daß die Öfen zu dem Typus mit Schlackenrube (mit eingetieftem Herd) gehörten, und daß sich diese während einer gewissen Zeit zu einem unorganisierten Ofenfeld vermehrten. Dieses Ofenfeld stellt also den Vorläufer der bekannten römerzeitlichen Ofenfelder freien Germaniens dar, die für einige extensiv arbeitende Eisenreviere (namentlich im polnischen Heiligenkreuzgebirge)<sup>4)</sup> kennzeichnend sind. Die Datierung der halbeingetieften Öfen von kleinen Ausmaßen ist gleichfalls von Bedeutung, denn sie gehören zu älteren Repräsentanten jenes Typs. Die Öfen sind mindestens in zwei Phasen einzuordnen. Die ursprünglichen Objekte waren in einer flachen Mulde angelegt, die jüngeren rund herum auf einer Fläche von rund 10 qm. Der Ausheizherd funktionierte auf einer und derselben Stelle an der Westseite des Ofenfeldes, offensichtlich während der Gesamtdauer der Anlage. Der am besten erhaltene Ofen trägt Nr. I (Ausmaße: Herddurchmesser 30 cm, Herdtiefe 45 cm, vermutete Schachthöhe etwa 50 cm). Der Hausgrundriß hat eine mit Zunder

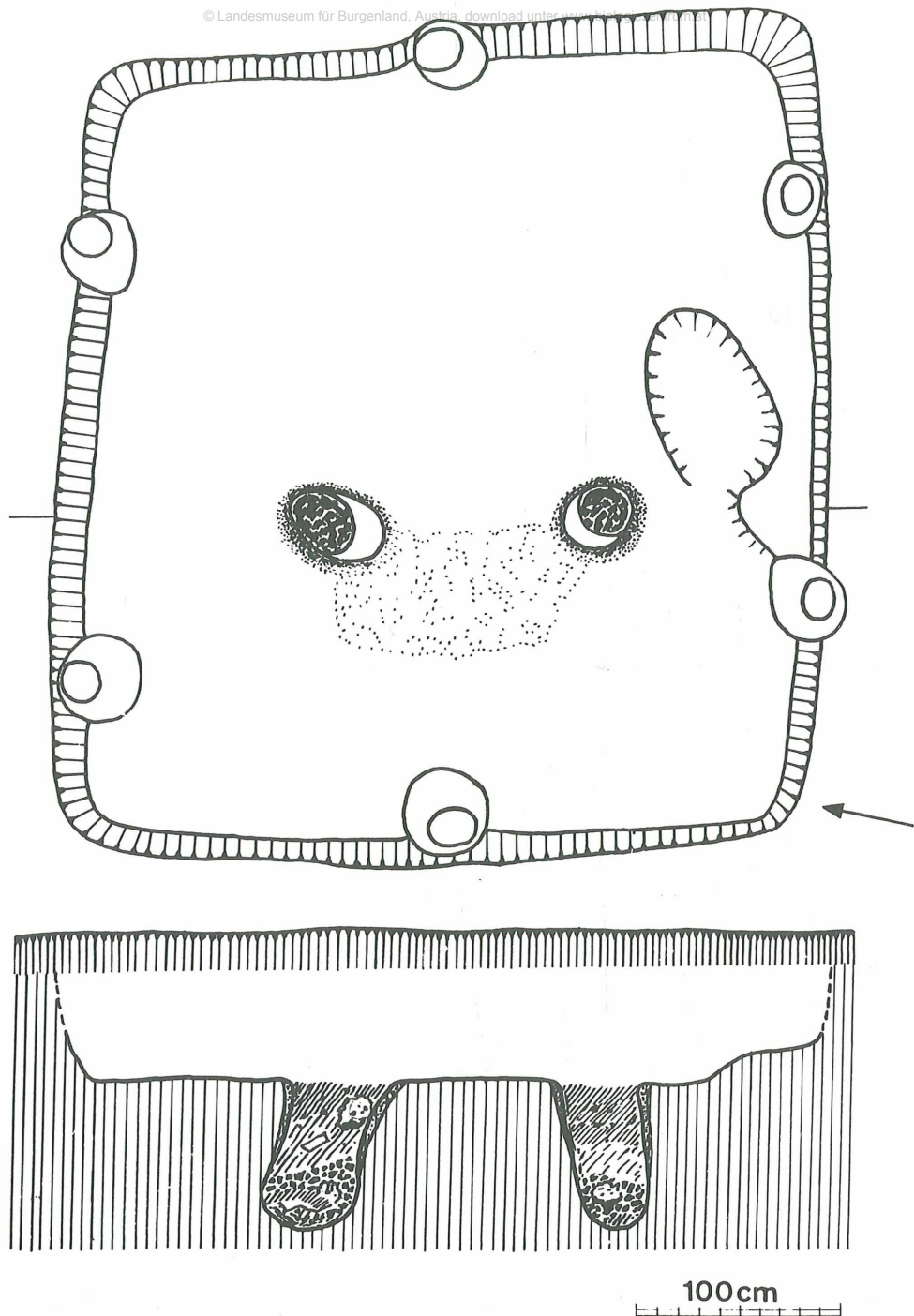


Abb. 1 Grubenhaus der römischen Kaiserzeit mit zwei Rennofenherden in der Mitte. Křevice bei Břeclav, Mähren. Nach I. Peškař.

durchsetzte Herdstelle an südlicher Wand. Auf dem Feld sind mehrere solche Werkstätten zu vermuten. Der Fundort selbst liegt inmitten eines zeitgenössischen Industriegebietes Böhmens, wo nebst einer regen Eisenverhüttung auch Sappopelitbearbeitung betrieben wurde.

Der Großteil der neuentdeckten Funde gehört jedoch der römischen Kaiserzeit an, bzw. ihrem älteren Zeitabschnitt. Meines Erachtens nach ist dies kein Zufall, sondern ein Ausdruck der statistischen Verhältnisse, eine Widerspiegelung der Organisation der frühromischen Eisenproduktion im Lande. Es handelt sich um ein äußerst dezentralisiertes, in den Dörfern in kleinem Umfang betriebenes Eisenhüttenwesen. Diese Tatsache bestätigen auch die meisten Befunde. Oft sind es sehr kleine Grubenwerkstätten, die schon früher existierten, sowohl in der Spätlatènezeit, als auch in der älteren Römerzeit. Die Öfen, zwei bis sieben in der Zahl, saßen gewöhnlich an der Wand einer grubenförmigen Werkstattanlage. Die von Dubeček bei Prag ist unter ihnen die größte (7 Öfen),<sup>5)</sup> die von Křepice in der Nähe von Břeclav mit zwei Einheiten, die kleinste und jüngste, etwa 2. — 3. Jhd.<sup>6)</sup> Die Öfen dieser Anlage waren nicht an die Wände angelegt, sondern in der Mitte des Hauses angebracht. Beide Herde, derer Schächte abgetragen worden sind, sind in ihrer Achse leicht geneigt, eine Erscheinung, die bei diesen Öfen in Böhmen mehrmals beobachtet werden konnte. Die Herdmündungen waren ellipsenförmig (43 x 30 und 35 x 30 cm, Tiefen 70 und 68 cm).

Außerdem gab es im offenen Gelände errichtete Eisenhüttenplätze. Der größte und wichtigste davon ist Kadaň-Jezerka in Nordwestböhmen.<sup>7)</sup> In der Nähe von drei Grubenhäusern aus der Zeit kurz nach der Zeitwende und vom Ende des 1. Jhdts. erstreckte sich ein Feld von 33 locker angelegten Schmelzofenresten, ein Ausheizherd von quadratischem Grundriß und eine Kohlengrube. Es wurden Hämatit-Magnetit Skarnerze gefunden, die in unmittelbarer Beziehung zu der etwa 15 km davon entfernten Lagerstätte von Měděnec im Erzgebirge standen. Die Ofenreste — es handelt sich ähnlich wie bei den oben geschilderten Beispielen ausschließlich um halbeingetieftete Schlackengrubenöfen — können nach ihren Ausmaßen in zwei Gruppen eingeteilt werden. Die Herdmündung der kleineren ist von 20 — 30 cm Durchmesser, die der größeren 40 — 30 cm. Ein kleiner Ofen stört also stratigraphisch einen großen. Sämtliche Ofenreste dieses Fundortes wurden während des vorher betriebenen Bodenbaues stark abgepflügt, so daß in den meisten Fällen nur etwa 30 cm tiefe Böden der eingetieften Herde erhalten geblieben sind.

An der Zahl der Ofenreste wurde die Lokalität von Kadaň im Sommer 1975 durch die Entdeckung eines Ofenfeldes mit 72 stark zerstörten Ofenherden in Sudice, Westmähren, weit übertroffen.<sup>8)</sup> Die Anlage wird durch Keramikbruchstücke in das 4. Jhd. datiert. Es sind noch mehrere Schmelzstätten in der Nähe zu erwarten. Eine weitere magnetometrische Prospektionskampagne ist vorgesehen.

Einen weiteren interessanten Komplex mit Schlackengrubenöfen gibt es in Mlékojedy, nordöstlich von Prag. Die dortige Fundsituation erlaubt uns eine komplexe Ansicht der frühromerzeitlichen Besiedelung und Produktion, denn zu den Häusergruppen gehören dort neun Eisenschmelzöfen (in Gruppen zu zwei oder drei). Zu der Siedlung war ein Gräberfeld zugehörig, das in der Literatur unter dem Katasternamen Tišice bekannt ist.<sup>9)</sup>

Einer der Öfen (Nr. 9) zeichnet sich durch einen niedrigen erhaltenen Schacht aus, über einem mit Schlackenklotz ausgefüllten Herd.

Die Grabung von Březno, Nordwestböhmen, erbrachte im Rahmen der dort freigelegten völkerwanderungszeitlichen Siedlungsgruppen gleichfalls einen wichtigen Fund für die Geschichte des Ofens mit Schlackengrube.<sup>10)</sup> Der Schlackenherd von Březno ist zu einer Tiefe von 25 cm erhalten geblieben, lichter Durchmesser 40 cm, Spuren einer feuerfesten Auskleidung sitzen noch in der Herdmündung. Reste des in einem Holzkohlenbett verborgenen Schlackenklotzes sind von Schachtbruchstücken überdeckt. Es handelt sich um das Objekt Nr. 188, das in Mitteleuropa als der bisher späteste Vertreter dieser merkwürdigen Ofenform zu bezeichnen ist.

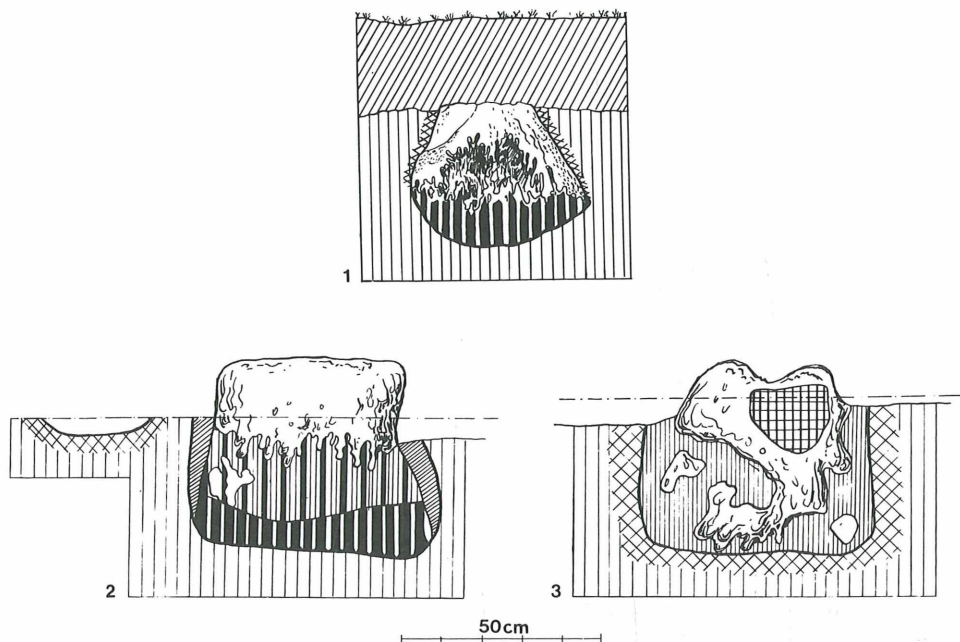


Abb. 2. Neue Funde der Herde von Schlacken grubenöfen in Nordwestböhmen: 1 Ervěnice, 2 — 3 Kadaň-Jezerka (Ofen 58 und 66). 1 nach R. Pleiner, 2 — 3 nach V. Kruta.

Die geographische Verbreitung der Öfen von diesem Typ ist schon einigemal besprochen worden<sup>11)</sup>; in der römischen Kaiserzeit umfaßte sie das gesamte von den Römern nicht besetzte Gebiet Mittel- und Osteuropas, sowie Jütland. Die ältesten verfolgbaren Funde sind latènezeitlich und sie sind in Böhmen, Mitteldeutschland, Süd- und Mittelpolen erfaßbar. Demzufolge war ich der Meinung, es handle sich um eine Erfindung der junglatènezeitlichen Bevölkerung ostkeltischen Ursprungs,<sup>12)</sup> denn auf anderen Keltengebieten waren von den obigen völlig abweichende Schmelzöfen üblich, nämlich große kuppelförmige Schachtöfen mit flachem Herd. Nun scheint es aber, daß dieser Ofentyp einer noch älteren Be-

völkerungsgruppe zuzuweisen wäre. Neue Entdeckungen in der Umgebung von Warschau in Polen belegen,<sup>13)</sup> daß das nördlichste latènezeitliche Vorkommen außerhalb jeglicher Keltenbesiedlung liegen muß. Es ist merkwürdig, daß Bielenin's neue Funde in Burgenland — der stratigraphischen Lage wegen — wahrscheinlich als vorkeltischen Ursprungs zu betrachten sind. Sollten sich die Zeitstellungen der neugegrabenen Objekte als berechtigt erweisen, dann hätten wir einen wichtigen Befund für ethnische Erwägungen. Die Eisenschmelzöfen mit Schlackengrube treten in jenen Räumen auf, wo seit der mittleren Bronzezeit ein spezifisches, auf die mitteldanubischen Hügelgräberkulturen zurückzuführendes Gepräge geschaffen wurde. Ethnisch kommen nur Veneter, bzw. Veneto-Illyrier als Entwickler dieses Apparates in Frage. In den betreffenden Gebieten wurde dieser Ofentyp von Kelten übernommen und weiterentwickelt, noch später ohne wesentliche Veränderungen von den Germanen der sogenannten Germania Libera. Der Schlackenrubenofen scheint eine bunte ethnische Geschichte zu haben.

In einigen Gebieten Böhmens wurde dieser Ofentyp noch während der Römerzeit durch einen anderen ersetzt, nämlich durch den Schachtofen mit flachem Herd und Schlackenabstich, der besonders in der Spätkaiserzeit in den süd-zentralen und östlichen Landesteilen auftritt. In Labská Chrčice bei Kolin wurde eine recht zerstörte Situation dokumentiert: die Wiederherstellung auf Grund einzelner überlieferter Elemente führt zu einer flachen Vorofengrube mit einem an der Wand gelegenen Ofen mit flachem Herd. Die Ausmaße der Grube waren 317 × 200 cm, Eintiefung in die Erdoberfläche an der Ofenseite 118 cm, auf der gegenüberliegenden Seite flach auslaufend. Die Ofenreste lagen im südlichen Grubenteil. Die Wandüberreste des Ofens waren bis 20 cm dick, offenbar repariert, die Einkrümmung deutet auf einen Ofendurchmesser von rund 65 cm. Zu einem solchen Befund gibt es Analogien u. a. in der Umgebung von Prag.

Verhältnismäßig wenig Auskunft hat man auf dem Felde der frühslawischen Eisengewinnung gewonnen, insbesondere aus der Periode des Großmährischen Reiches im 8. — 9. Jh. Nach den wichtigen Entdeckungen in Želechovice<sup>14)</sup> und Žerotín<sup>15)</sup> in Nordmähren, ist der Großteil der großzügig geführten Grabungsarbeiten in den Hauptzentren Großmährens verlaufen, wo — im Unterschied zu einer regen Schmiedeproduktion — Verhüttungsspuren nur ausnahmsweise und in keinem absolut klaren Befund auftreten. So z. B. in Staré Město hat man Spuren der Eisenmetallurgie in der Siedlung Nr. VI angetroffen, aber nur einige unter den auf diese Weise interpretierten Objekten dürfen tatsächlich als Überreste von Verhüttungsöfen (eventuell vom kuppelförmigen Typus) und Ausheizherde bezeichnet werden.<sup>16)</sup> Ähnlich in Pobedim (Abb. 3), im Handelszentrum im Ufergebiet des Waagflusses (Westslowakei), sind aus der Siedlung II Belege der Eisenverhüttung gemeldet worden.<sup>17)</sup> Aus einer sekundären Lage stammen Trümmer eines etwa 40 cm hohen Schachtes von 27 cm Durchmesser. Es kann sich auch um Auskleidungsreste von einem, angeblich freistehenden, Schmelzofen handeln. Bemerkenswert sind dort zahlreiche rohrförmige Blasbalgdüsen. Alles deutet darauf, daß sich zu jener Zeit, also etwa im 9. Jhdt., die meisten Eisenhütten als Betriebe mit gesteigerter Produktion und breiteren Distributionsaufgaben von den Siedlungen aus in die erz- und brennstoffreichen Reviere verschoben haben.

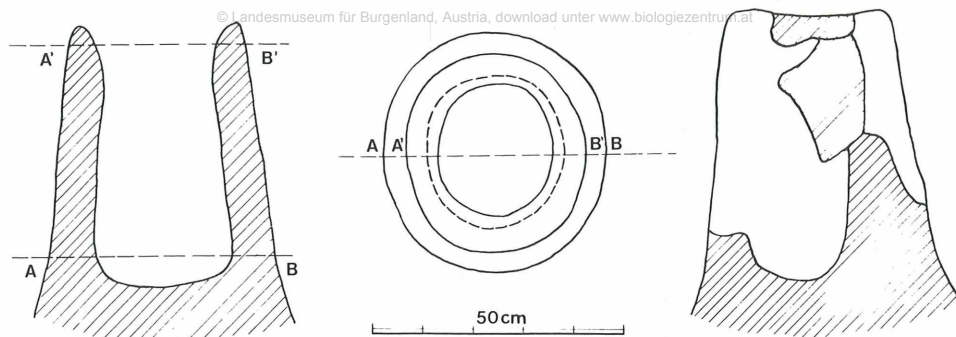


Abb. 3. Extra situ zusammengesetzter Rennofenschacht der slawischen Kultur (9. Jh.). Pobedim II, Westslowakei. Nach V. Vendtová.

Diese Annahme bezeugt die Gegend nordwestlich von Brünn, in der Umgebung von Blansko. Schon seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts sind von dort zahlreiche Spuren der burgwallzeitlichen Eisengewinnung gut bekannt. In den letzten Jahren hat das Museum von Blansko eine neue, breiter angelegte Grabungstätigkeit unternommen, die bei weitem nicht abgeschlossen ist. Die Anregung dazu hat eine Notgrabung in Olomučany gegeben, wo man auf zwei Verhüttungsöfen des 10. — 11. Jhdts. gestoßen ist. Die Öfen waren sehr zerstört. Ihre typologische Position und demzufolge die Konstruktion sind schwer zu beurteilen — einer der Öfen macht den Eindruck eines konischen Schachttypus, der andere dagegen einer mehrmals ausgekleideten Schmelzgrube, die eher den älteren Berichten aus Habruvka entsprechen. Unsere Aufmerksamkeit verdienen zahlreiche, bis einige hundert zählende Funde von langen, rohrförmigen keramischen Düsen und dann möglicherweise Unterlagen von Blasebälgen und Funde hochgekoelter Eisen- bzw. Stahlluppen. Noch wichtiger erscheint der Befund aus der unweit davon gelegenen Gemeinde Josefov, Flur Padouch, wo Spuren von Eisenverhüttungstätigkeit entdeckt wurden. Bisher sind noch keine Öfen zutage gekommen, dagegen Hunderte von benutzten Düsen in Abfallabräumungsgruben, eine Lagerstätte weißen Lehms aus dem jene Düsen hergestellt wurden, Kohlenlager und in der unmittelbaren Umgebung Meilerspuren und ein Erzschrüfeld<sup>18)</sup> (fast 0,5 ha groß). Die Grabungen sind in jener Gegend nicht beendet worden und auch die komplexe laboratorische Bearbeitung der Funde aus manchen der hier erwähnten Grabungen an frühgeschichtlichen Eisenhüttenplätzen der Tschechoslowakei erfordern weitere intensive und auch kostspielige Forschungstätigkeit.

Wir haben gesehen, daß die meisten Ofenfunde zum niedrigen Schachttypus gehören. Ich möchte nun die Bedeutung der frühgeschichtlichen Gestaltung des Schachtofens in Form eines kurzen Kommentares besprechen — und hiemit ein wenig auf die hüttentechnischen Problematik eingehen.

Die Gliederung der archäologisch entdeckten Ofenarten beruhte früher vor allem auf den morphologisch-bauartlichen Merkmalen, wobei die äußere Gestalt zum Ausgangspunkt wurde. Verschiedene Konstruktionen gliederte man in eingebaute und freistehende Typen mit mehreren Untergruppen. So lesen wir es noch in Coghlan's verdienstvollem Buch vom Jahr 1956<sup>19)</sup>. Die unerhörte Ver-

breitung des Fundfonds erbrachte nach den planmäßigen Grabungen in vielen Ländern neue Ofentypen und zugleich auch die Notwendigkeit, das Material auf eine neue Art zu gliedern. In den letzten Jahren konnten mehrere Versuche registriert werden, die die Objekte von verschiedenen Gesichtspunkten aus klassifizierten. Z. B. die Entdeckung des schon erwähnten halbeingetieften Schmelzofens mit Schlackengrube — zuerst in Böhmen, dann in Südpolen und später im gesamten freien Germanien, schließlich mit Ausläufern bis nach dem Osten (Ljutež am Bug)<sup>20</sup>, Norden (Gotland)<sup>21</sup>, und Westen (England, Frankreich)<sup>22</sup> — führte wohl zur Miteinnahme dieses Typs in die Gliederungsschemata. Nach der Evolutionsauffassung von K. Bielenin bildet dieser Ofentypus den Übergang von den Grubenanlagen zu den freistehenden Schächtofen. Andere Gliederungsversuche betrachten einige funktionelle Merkmale als entscheidend. So z. B. der Entwurf von Cleere<sup>23</sup> (1972), der auch den letztbesprochenen Typ respektiert, konzentriert sich auf die Schlackenbeseitigung, die die Produktivität des Ofens und Qualität des Produktes zweifellos beeinflusst. Er gliedert die Apparate vor allem in jene ohne Schlackenabstich (Schmelzgruben und halbeingetiefted Öfen), und auf Öfen mit Schlackenabstich, die verschiedenartige freistehende Bautypen repräsentieren. Man soll aber nicht die bloße Tatsache berücksichtigen, ob die Schlacke aus dem Ofenraum abgeführt wird oder nicht, sondern es soll darauf hingewiesen werden, ob, oder in welchem Maße, bei diesem Prozeß die Schlacke vom Eisenschwamm abgesondert sein kann. Da sehen wir, daß der halbeingetiefted Verhüttungs-ofen, der eigentlich mit keinem Schlackenabstich im geläufigen Sinne des Wortes versehen ist, einen eigenartigen Apparat darstellt. Die Schlackengrube diente nämlich der in einem günstigen Moment verlaufenden Entfernung der Schlackenmasse aus den Poren des Eisenschwammes — (Abb. 4) nicht aus dem

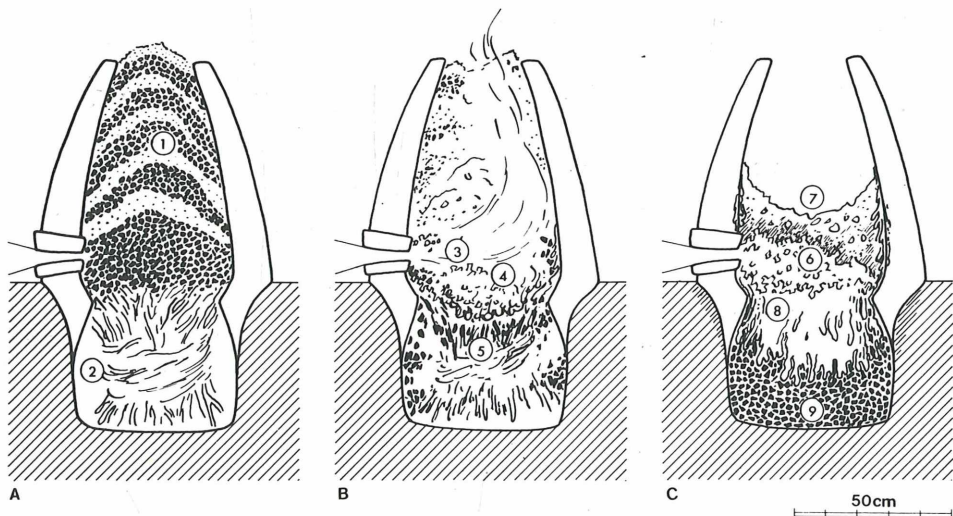


Abb. 4 Vermuteter Schmelzverkauf im Schlackenrubenofen (nach Geländebefunden und Versuchsschmelzen): A vor der Schmelze (1 Holzkohle-Erz-Beschickung), 2 Astbündel im eingetieften Herd), B während der Schmelze (3 Oxidationszone, 4 Reduktionszone mit entstehendem Eisenschwamm und durchsickernder Schlacke, 5 verbrennende Astverstopfung), C nach der Schmelze (6 Position der schwammartigen Eisenluppe, 7 Resterz, Asche etc., 8 Schlackenklotz im Herd, 9 Holzkohlenreste.)

Ofen heraus, sondern nach unten in den Schlackenbehälter, der — wie die dänischen Funde deutlich zeigen — vorübergehend mit Stroh- oder Reisig blockiert war. Hundert bis hundertfünfzig Kilogramm wiegende Schlackenklötze, ganz frei von metallischem Eisen, belegen, daß die Hauptmasse der Schlacke während des Prozesses in diesem Ofen vom reduzierten Eisen separiert werden mußte. Der Ofen selbst, wenn auch ohne einen sichtbaren Schlackenabstich, funktionierte als ein Schachtofen und nicht als eine Schmelzgrube.

Es gibt auch Gliederungen, die die Schmelzöfen vor allem der Isolierungsbestände und dann der Windzufuhr nach einteilen möchten. Zu diesen gehört der Versuch von J.-P. Pelet (1973)<sup>24</sup>. Bei der Deutung der archäologisch freigelegten Öfen bereitet jedoch die Zuweisung zum gewissen Windzufuhrsystem Verlegenheit. Nicht immer sind die sicheren Belege eines Gebläses bei der Hand. Die sogenannten Windöfen muß man dagegen zu Ausnahmen zählen. Diese Öfen mußten unbedingt als Schachtofen konstruiert werden, sollten aber überdies die Vorbedingung eines Kamineffekts erfüllen. Dabei war die Beziehung des Schachtdurchmessers zu der Schachthöhe entscheidend (mindestens 1 : 5)<sup>25</sup>. Die Überreste frühgeschichtlicher Öfen erlauben sehr selten eine solche Beziehung festzustellen, auch im positiven Falle gibt es in der Regel wenig Sicherheit ob man es wirklich mit einem Windapparat zu tun hat.

Ich bin der Meinung, daß man bei der Gliederung alter Rennöfen das Prinzip des Schachtofens selbst nicht außer acht lassen darf.

Es ist merkwürdig, daß die Eisenhüttentechnologie an das beim Kupferschmelzen erreichte Entwicklungsniveau nicht angeknüpft hat, denn dort entstanden die Schachtofen spätestens im 2. vorchristlichen Jahrtausend. Es wiederholte sich praktisch derselbe Prozeß. Die ältesten Eisenöfen sind eigentlich Herde, Schmelzgruben. Wir müssen anerkennen, daß sie ein hartes Leben hatten und auch in manchen Gebieten Europas bis in das 19. Jhd. überlebten oder von neuem eingeführt zu sein pflegten. Eine ähnliche Anlage ist aber für die Kleinproduktion typisch und sie erlaubte — dem äußerst beschränkten Schmelzraume zufolge — nur entkohltes Eisen zu produzieren, solange bewegliche Windformen, wie z. B. bei den Katalanherden, nicht eingeführt worden waren. Das Grundprinzip konnte nicht geändert werden: In den Schmelzherden ließ sich die Kapazität nicht vergrößern und dieser Typ konnte zur Steigerung der Gesamtproduktion nicht wesentlich beitragen.

Wenn man aber die Ränder eines Schmelzherdes mit Steinen oder mit einem niedrigen Lehmwall umbaute, konnte man die Beschickung besser zusammenhalten und vergrößern. So entstand der Schachtofen, der nicht nur die Bearbeitung größerer Chargen erlaubte, sondern die Abänderung des Schmelzregimes von dem horizontalen zum vertikalen verursachte. Die Temperatur gliederte sich in einzelne Zonen von wesentlich unterschiedlichen Werten: In der Gicht war die typische Vorröstungszone entstanden, darunter ein Röst-Reduktionsbereich, Schlackenbildungszone, dann die Verbrennungszone, usw. Falls an der Formmündung Temperaturen von 1200—1400° C herrschten, dann erreichte die Gichttemperatur auch bei einer Schachthöhe von 60—100 cm kaum 600° C. Kurz gesagt: Die Entstehung des Schachtofens bedeutete — wenn Sie mir einen solchen



Vergleich erlauben — die Umwandlung einer Schüssel in einen Topf. Dies ist eigentlich ernst gemeint, denn die indogermanische Wurzel \**g r n* hat auch zur Bildung der Ofennomenklatur geführt — nicht nur in slawischer Sprache (z. B. das russische *g o r n* = metallurgischer Ofen), sondern auch lateinisch (*f o r n a x*). Es ist kein Zufall, daß das deutsche Wort Ofen mit den griechischen, germanischen, keltischen und indischen Formen verwandt (*u g n*, *u k u n ā*, *ιπονο*, *LB ιπνός*), und auch auf die Deutung — T o p f — zurückzuführen ist.<sup>26)</sup>

Die markante Verteilung der Temperatur sogar in einem niedrigen Schacht-ofen ist heute dank zahlreicher Schmelzversuche bis ins Detail bekannt und darf als ein gemeinsames Charakteristikum bezeichnet werden. Der Schacht mit seinen Windformen bildete außerdem Voraussetzungen für die Luft- und Gaszirkulation, so daß es unter gewissen Umständen möglich war, den Prozeß unter natürlicher Luftströmung zu führen.

Die übrigen Parameter beeinflussen den Schmelzvorgang auf verschiedene Weise: Das Beschickungsverhältnis Erz-Holzkohle beeinflusst, wie Tylecote bewiesen hat<sup>27)</sup>, im wesentlichen die Schmelzbarkeit der Rennschlacke und steht mit der Aufkohlung des sich reduzierenden Eisens im engen Zusammenhang. Dabei wirken natürlich auch andere Faktoren, die chemische Zusammensetzung und Qualität des Erzes, die erreichbare Temperatur im allgemeinen Sinne und das System der Windführung. Alle diese Momente pflegten nicht auf einmal im Spiele zu sein und man erzielte deshalb in den grundsätzlich verwandten Ofentypen unterschiedliche Ergebnisse.<sup>28)</sup> Dies gilt an erster Stelle für die Aufkohlung, gleichfalls aber auch für die Mengen und Gestaltung des Produktes. Infolge der variierenden Bedingungen entstanden in gegenseitig sehr ähnlichen Schachtöfen kohlenstofffreie Schweißeisengattungen sowie unhomogen aufgekohlte, wie auch eutektoide Stähle. Das gewonnene Metall trat in ziemlich gut zusammengesweißten Luppen sowie in isolierten Granalien auf, die die Schmelzer aushauen mußten. Es gab auch viele Varianten in den Bauarten des Schachtofens, die sich durch Vorteile in einer, oder durch Nachteile in anderer Richtung auszeichneten. Aber das fortschrittliche Prinzip war schon gegeben. Als progressivstes hat sich jedoch der einfache konische Schachttypus erwiesen. Er hat sich später in einen hohen, turmartigen Ofenkörper umgewandelt, der mit riesigen Kohlen- und Erzmengen beschickt und mit effektivem Antrieb der Luftversorgung versehen werden konnte. Der niedrige Schachtofen der Urgeschichte — dessen frühe Entwicklung in Europa gut verfolgbar ist, dessen Herkunftsgebiet aber noch im Dunkel steht — war der Keim des Hochofens von heute. Die grundlegende Gliederung des Rennofens sollte meines Erachtens nach von dem gegensätzlichen Charakter des ursprünglichen Schmelzherdes und des niedrigen Schachtofens ausgehen und jede weitere Klassifizierung sollte sich diesen Hauptkategorien unterordnen.

Bei den archäologischen Grabungen und bei der Interpretierung der freigelegten Ofenreste sollte man nach jenen Merkmalen forschen, die zur Ausscheidung der einen oder der anderen Möglichkeit beitragen würden. Dann werden wir einen schärferen Einblick in die uralte Geschichte des Eisenofens gewinnen.

- 1) R. P l e i n e r: Základy slovanského železářského hutnictví v českých zemích. — Grundlagen der slawischen Eisenindustrie in den böhmischen Ländern. Praha 1958: R. P l e i n e r. Die Eisenverhüttung in der »Germania Magna« zur römischen Kaiserzeit, 45. BRGK 1964, Berlin 1965, 11-86; R. P l e i n e r, Výzam typologie železářských pecí v době římské — Die Bedeutung der Schmelzofentypologie der römischen Kaiserzeit in Böhmen, Památky archeologické 51, 1960, 158-196.
- 2) R. P l e i n e r—M. R a d w a n: Polsko — czechoslowackie doświadczenia wytopów żelaza w dymarkach okresu rzymskiego, Kwartalnik HNT 7 1962; M. R a d w a n — R. P l e i n e r: Polnisch-tschechoslowakische Schmelzversuche in den Rennöfen der römischen Bauarten. Archeol. rozhledy 15, 1963, 47-71; R. P l e i n e r: Otázka přímé výroby ocele v protohistorické technice — Zur Frage der Stahlgewinnung in Rennfeuern. Kovové materiály IV/2, 1966 (Bratislava), 208-220.
- 3) Vorläufig bei R. P l e i n e r — M. P r i n c: Les fouilles d'un atelier sidérurgique de la période de La Tène à Mšec, Bohême occidentale. Arch. rozhledy 22, 1970, 353; Fundbericht im Arch. Inst. Prag (7319/73).
- 4) Zusammenfassend K. B i e l e n i n: Starożytne górnictwo i hutnictwo żelaza w Górach Świętokrzyskich. — Ancient Mining and Iron Metallurgy in the Góry Swietokrzyskie (Holy-Cross-Mountains). Warszawa-Kraków 1974.
- 5) Der Fund von Dubeček wird von N. V e n c l o v á veröffentlicht werden. Die Schlackenproben deuten auf Verhüttung vom kohlenstoffarmen Renneisen.
- 6) J. P e š k a ř: Objev železářské dílny z doby římské na sídlišti u Křepic, okr. Břeclav — Entdeckung einer Eisenschmelzstätte aus der römischen Kaiserzeit auf der Siedlung bei Křepice, Bez. Břeclav. Přehled výzkumů 1961 (Brno 1962), 74-78.
- 7) V. K r u t a: Železářská osada ze staré doby římské Kadaň-Jezerka, o. Chomutov — L'agglo mération sidérurgique barbare-romaine de Kadaň-Jezerke (Bohême de NO) Arch. rozhledy 24, 1972, 317-327.
- 8) V. G r o h l i c h — V. S o u c h o p o v á, vorläufig hingewiesen in Arch. rozhledy 28, 1976, 332.
- 9) K. M o t y k o v á: Roman Period Village with Iron Production at Mlékojedy, Central Bohemia, Czechoslovakia, Archeol. rozhledy 27, 1975, 89-90. Das Gräberfeld von Tišice: K. M o t y k o v á: Žárové pohřebiště ze starší doby římské v Tišicích ve středních Čechách — Das Brandgräberfeld aus der älteren römischen Kaiserzeit in Tišice, Mittelböhmen, Památky archeol. LIV 1963, 349-437.
- 10) Der Fund ist noch unveröffentlicht, Fundbericht im Arch. Inst. Prag, No. 11105/66.
- 11) R. P l e i n e r: Die Eisenverhüttung, 25-50, u. Karte (cf. Anm. 1); O. V o s s: Jernudvinding i Danmark i forhistorisk Tid. Kuml 1962, Fig. 21; K. B i e l e n i n: Dymarsky piec szybowy zagłębiony (typu kotlinkowego) w Europie starożytnej. Materiały Archeologiczne XIV, 1973, 5-101; R. F. T y l e c o t e: The Pit-type Iron-smelting Shaft Furnace — its Dispersion and Parallels. Early Medieval Studies 6, (Antikvariskt arkiv 53, Stockholm), 42-47.
- 12) R. P l e i n e r: Die Eisenverhüttung, 15-18 (cf. Anm. 1).
- 13) Über die neuen Grabungen berichtet J. W o y d a in Arch. rozhledy 1976, 676.
- 14) Želechovice: R. P l e i n e r: Výroba železa ve staroslovanské huti u Želechovic na Uničovsku — Eisengewinnung in einer slawischen Hüttenanlage in Želechovice bei Uničov. Rozprawy ČSAV 65 SV (6), Praha 1955; cf. R. P l e i n e r: Grundlagen, 208-224 (cf. Anm. 1).
- 15) Žerotin: K. L u d i k o v s k ý: Staroslovanské železářské pece v Žerotině, o. Šternberk — Alt-slawische Eisenschmelzöfen in Žerotin bei Šternberk. Sbornik Čs. společnosti archeologické 1, 1964, 48-57; R. P l e i n e r: La sidérurgie au Moyen Age, Revue de l'Histoire de la sidérurgie III 1962, 187-188.
- 16) Staré Mešto: V. H r u b ý: Staré Město — velkomoravský Velehrad. Praha 1965, 138-140.
- 17) Pobedim: V. V e n d t o v á: Slovanské osídlenie Pobedima a okolia — Die slawische Besiedlung von Pobedim und Umgebung. Slov. archeológia 17, 1969, 153, 171, obr. 42.
- 18) V. S o u c h o p o v á: Stopy železářské výroby z rané doby středověké v Olomučanech a na Blanensku. Sbornik Okresního vlastivedného muzea v Blansku I 1969, 41-46; V. S o u c h o p o v á, Výsledky výzkumu hutnické dílny v Padouchu u Josefova, ibidem II 1970, 15-25.
- 19) H. H. C o g h l a n: Notes on Prehistoric and Early Iron in the Old World. Oxford 1956, 86-105.

- 20) V. I. B i d z i l j a: Zalizoplavil'ni horny seredni I tysjačolettija n. e. p. pivedennom Buzi. Archeo-  
lohija (Kyjiv) 15, 1963, 123-146.
- 21) Ein Ofen wird im Museum Visby, Gotland, Schweden, aufbewahrt (Gotlands Fornsal); er stammt  
aus einer älteren Grabung und wurde in situ aufgehoben.
- 22) England: cf. R. F. T y l e c o t e, The Pit-Type etc., 45, Fig. 4 (cf. Anm. 11); Frankreich: A.  
P i o g e r: Bas foyers à Lavardin (Sarthe). Mémoires de la Société d' Agriculture,  
Sciences et Art de la Sarthe 73, 1972 (Separatum).
- 23) H. F. C l e e r e: The Klassifikation of Early Iron Smelting Furnaces. The Antiquaries Journal 52.  
1972, 8-23.
- 24) J. P. P e l e t: Fer, charbon, acier — une industrie méconnue dans les pays de Vaud. Lausanne 1973,  
118-145.
- 25) R. F. T y l e c o t e — E. O w l e s: A Second-Century Iron Smelting Site at Ashwicken, Norfolk,  
Norfolk Archaeology 32/III. cf. 160-161; H. H a m m a n n: Der Wind am Renn-  
feuerofen. Jahrbuch für die Schleswigsche Geest 1974, 59-61.
- 26) H. B i r k h a n: Germanen und Kelten bis zum Ausgang der Römerzeit. Wien 1970, cf. 142-147.
- 27) R. F. T y l e c o t e — N. I. A u s t i n — A. W r i g h t: The Mechanism of the Bloomery Process in  
Shaft Furnace. Journal of the Iron and Steel Institute 209 1971, 342-363; Dieselben  
in: Die Versuchsschmelzen und ihr Beitrag für die Metallurgie des Eisens und dessen  
Geschichte (W. U. G u y a n — R. P l e i n e r — R. F a b e š o v á ed.), Schaffhausen  
1973, 25-39; B. O s a n n: Rennverfahren und Anfänge der Roheisenerzeugung I-II,  
Düsseldorf 1971.
- 28) Die Versuchsschmelzen, Schaffhausen 1973 (cf. Anm. 27), 84-85.

Nachtrag: Seit der Drucklegung wurden in Böhmen sowie in Mähren mehrere wichtige Rennhütten aus  
der römischen Kaiserzeit und aus der slawischen Periode (Kyjice, Ofěch, Olomučany II) entdeckt. Diese  
konnten nicht mehr mitbesprochen werden. Auch zur Diskussion über die Klassifikation der Renn-  
öfen wurde von der norwegischen archäologischen Literatur neues beigetragen. (R. Pleiner, 1978)

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland](#)

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: [059](#)

Autor(en)/Author(s): Pleiner Radomir

Artikel/Article: [Neue Grabungen Frühgeschichtlicher Eisenhüttenplätze in der Tschechoslowakei und die Bedeutung des Schachtofens für die Entwicklung des Schmelzvorganges. 107-117](#)