

Technologische Auswertung des Grabungsbefundes spätlatène-zeitlicher keltischer Töpferöfen

Von Paul Faßhauer, Halle (Saale)

Mit Tafeln 45—47 und 9 Textabbildungen

In der Festschrift des Römisch-Germanischen Zentralmuseums in Mainz zur Feier seines hundertjährigen Bestehens 1952 veröffentlichte V. Toepfer die Fundergebnisse des spätlatènezeitlichen Töpferofens von Ermlitz-Oberthau im Kreise Merseburg als Beispiel einer urgeschichtlichen Brennanlage für Tongefäße¹⁾.

Das Fundobjekt ist neben einer Rekonstruktion der Anlage in Modellform im Landesmuseum für Vorgeschichte in Halle aufgestellt. Die unentbehrlichen Ergänzungen am Modell im Interesse der Erlangung eines Schaustückes, das seinen belehrenden Zweck zu erfüllen vermag, veranlaßten den Verfasser, sich eingehend mit den technologischen Eigentümlichkeiten dieses Ofentypus zu befassen.

In der Vielzahl der Aufsätze über ur- und frühgeschichtliche keramische Brenneinrichtungen sind oftmals nicht alle Möglichkeiten in der technologischen Beurteilung und Auswertung der Grabungsobjekte erschöpft worden. Es treten Irrtümer und Fehlschlüsse auf, was besonders dann zutrifft, wenn von keramischen Brennvoraussetzungen und vom Ablauf des Brennvorganges sowie dessen Auswirkung auf den Ausfall der Erzeugnisse die Rede ist; denn Begleitfunde an Gefäßen oder Scherben können für die kulturelle und chronologische Einstufung der Fundobjekte nicht entbehrt werden.

Die Fundzahl prähistorischer Töpferöfen ist gering, gemessen an allen anderen Hinterlassenschaften ur- und frühgeschichtlicher Töpferei. Die Erhaltungszustände sind schlechte in Abhängigkeit von der thermischen und mechanischen Gebrauchsbeanspruchung bei Verfügbarkeit und Anwendung meist nur mangelhafter Baustoffe. Die Anlagen sind zweckgebunden, fast in allen Fällen ganz oder teilweise unter Flur eingebaut, und erfuhren durchgängig eine vollständige Zerstörung, soweit Bauteile die Erdoberfläche überragten oder an sie heranreichten. Zudem wurden unvorbereitete, nicht sachverständige Finder erst dann auf das Objekt aufmerksam, wenn die Abtragung bereits zu weit fortgeschritten war, um nicht unwiederbringliche Verluste an Erkenntnismöglichkeit erbracht zu haben. Wenn auch nicht in vollem Ausmaß, so lassen sich die verbleibenden Lücken in den Feststellungsmöglichkeiten nur dann wenigstens teilweise schließen, wenn mehrere gleichartige Fundobjekte, örtlich zusammenliegend oder auch getrennt auftretend, übereinstimmen im Typus,

¹⁾ V. Toepfer, Ein Brennofen der Spätlatènezeit von Ermlitz-Oberthau im Kreise Merseburg, in: Festschrift des Römisch-Germanischen Zentralmuseums in Mainz 1952, Bd. 3, 1953, S. 72—78.

in Kulturzugehörigkeit und Zeiteinstufung. Diese Voraussetzungen sind für Mitteldeutschland und das östlich anschließende Gebiet am sichersten gegeben bei den von Kelten errichteten und von ihnen oder von Germanen betriebenen Töpferöfen in der Spätlatènezeit, also im ersten Jahrhundert v. u. Z.²⁾ Verfasser glaubt schon im Hinblick auf das überragende kulturelle und technische Niveau der Römer, sich der Auffassung V. Toepfers anschließen zu dürfen, daß dieser Ofentypus kein eigenes Kulturgut der Kelten war, sondern von den Römern übernommen wurde. In der vorliegenden Arbeit sollen die Funde jedoch nur von technologischen Gesichtspunkten aus vergleichend ausgewertet werden, und zwar die Töpferöfen von Ermlitz-Oberthau, Kr. Merseburg³⁾, Niederroßla, Kr. Apolda⁴⁾, und Bieskau, früher Kr. Leobschütz⁵⁾. Für die Klärung von Einzelfragen sollen weitere Fundobjekte im europäischen Raum herangezogen werden, insoweit sie grundsätzlich gleicher Bauart, möglichst gleichen Herkommens und annähernd gleichen Alters sind und bei gegenseitig sich ergänzender Teilerhaltung Zusätzliches auszusagen vermögen.

Die der Auswertung unterworfenen Töpferöfen sind im Typus geschlossene, unter Flur eingebaute, periodisch arbeitende, stehende Flammöfen in Rundofenbauart ohne Esse, mit Vorfeuerung ohne Verbrennungsrost, geeignet für organische Brennstoffe. Die Beheizungsanlage ist vom Brennraum (Einsatzraum für das Brenngut) durch eine horizontale, siebartig gelochte Herdplatte getrennt. Sie gliedert den Ofen in den Unterbau und den Oberbau. Die Heizgasführung durch den Einsatz erfolgt senkrecht von unten nach oben.

Mit dieser beschriebenen Charakteristik läßt sich unser Ofentyp einreihen in die moderne allgemeine technologische Gliederung und Klassifizierung der gesamten keramischen Brennöfen, die der Fachliteratur entnommen werden kann. Alle anderen ur- und frühgeschichtlichen sowie auch mittelalterlichen Typen lassen sich ebenso zwanglos einfügen. Der gebräuchlichen Einteilung wäre schließlich noch die Typengruppe voranzustellen, die nicht eigentliche Öfen umfaßt, sondern primitive Behelfsbrennanlagen. Das wichtigste Verbindungsglied nach der archaischen Seite hin bildet der entwicklungstheoretisch und durch ethnologischen Vergleich zu vermutende sogenannte Meilerofen nach der Art der noch heute z. T. in Gebrauch stehenden Holzkohlenmeiler. Auf mitteleuropäischem Boden war unser Ofentyp, wie Schirmer schon feststellte, vom 1. Jahrhundert v. u. Z. bis mindestens zum 4. Jahrhundert u. Z. nachweislich in Gebrauch⁶⁾, um alsbald bei den Römern fast sprunghaft, aber entwicklungsmäßig folgerichtig vom Universalbrenninstrument zum spezialisierten überzugehen, meist nach Maßgabe der Gattung der zu brennenden Objekte. Der römische Ofen vervollkommnete sich sehr schnell in konstruktiver,

²⁾ V. Toepfer, 1953, S. 77f.

³⁾ V. Toepfer, 1953, S. 72ff.

⁴⁾ E. Schirmer, Ein germanischer Töpferofen in der Flur Niederroßla, Landkr. Weimar, in: Der Spatenforscher 6, 1941, S. 22—32.

⁵⁾ B. v. Richthofen, Neue Ergebnisse der Vorgeschichtsforschung in Oberschlesien, in: Altschlesien 1, 1926, S. 191, Taf. 24, Abb. 3.

⁶⁾ E. Schirmer, 1941, S. 31.

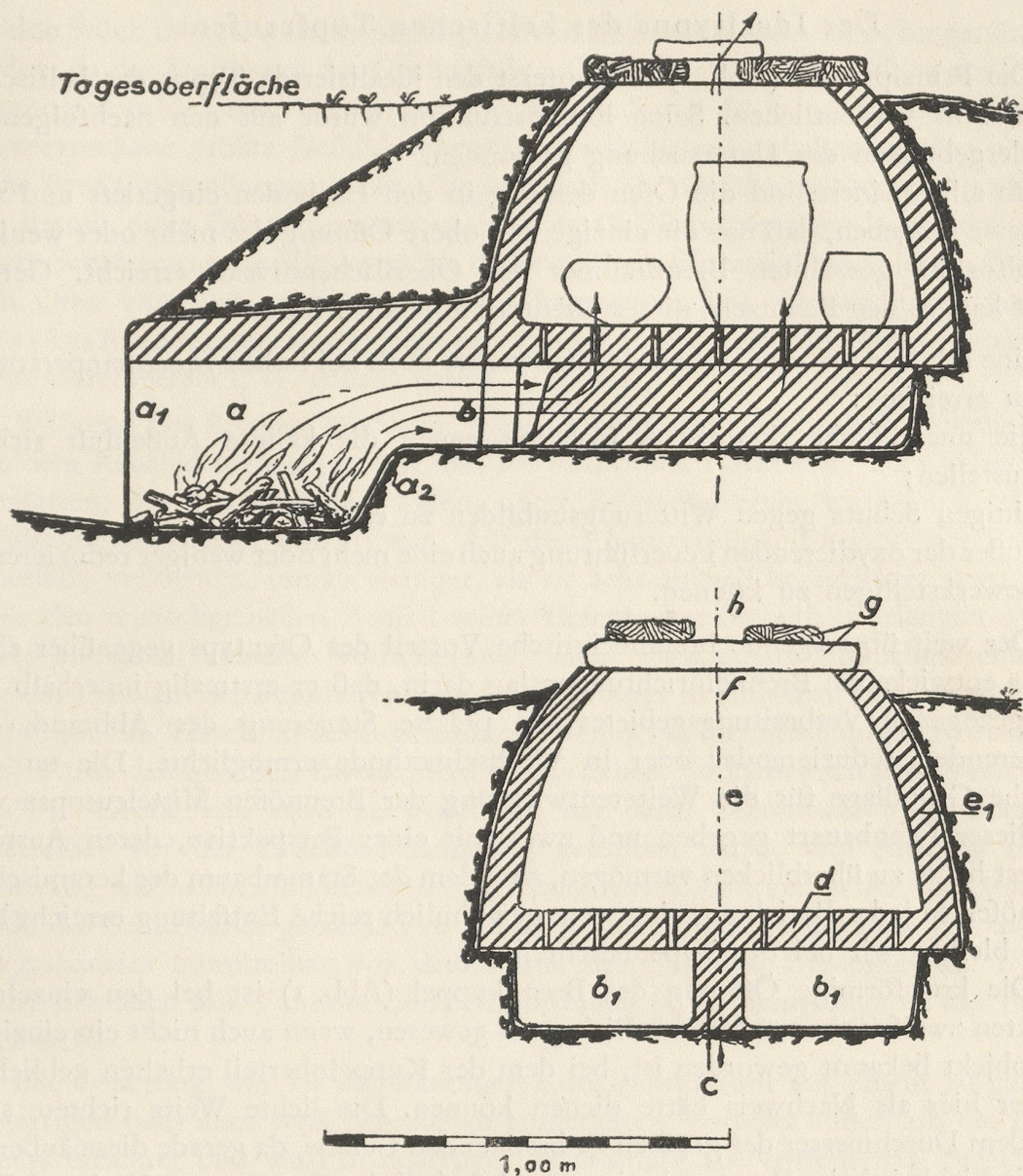


Abb. 1. Idealtypus des keltischen Töpferofens der späten Latènezeit

a: Feuerung (Verbrennungsraum), a_1 : Schürloch, a_2 : Feuerbrücke; b: äußerer Heizkanal (Schürhals), b_1 : innere Heizgaskanäle; c: Steg (Trennwand der inneren Heizgaskanäle); d: Herdplatte; e: Einsatzraum (Brennraum), e_1 : Brennkuppel; f: Einsatzöffnung; g: bewegliche Abdeckplatten; h: veränderliche Rauchabzugsöffnung

bautechnischer und thermischer Hinsicht. Die Bauart spezialisierte sich in dieser Entwicklungsphase für den Brand von feinkeramischen Erzeugnissen, wie Terra nigra, Terra sigillata und sonstige irdene Töpferware und von grobkeramischen Produkten, wie Mauerziegel, Hohlware, Dachziegel und Fußbodenbelag⁷⁾. Hierauf kann jedoch nicht näher eingegangen werden.

⁷⁾ Steinzeug (Sinterware) stellten die Römer noch nicht her. Ihre Öfen mit aufsteigendem Heizgasstrom waren weder typenmäßig noch in der Feuerfestigkeit des Baumaterials einer solchen Beanspruchung gewachsen.

Der Idealtypus des keltischen Töpferofens

Die Prinzipskizze (Abb. 1) soll vorerst den idealisierten Typus des keltischen Töpferofens verdeutlichen. Seine Rekonstruktion wurde aus den nachfolgenden Einzelergebnissen der Untersuchung gewonnen.

Im allgemeinen sind die Öfen derartig in den Erdboden eingetieft und von Erdmasse umgeben, daß nur die einzige und obere Öffnung des mehr oder weniger kuppelförmig gewölbten Brennraumes das Oberflächenniveau erreicht. Gerade darauf kam es den Benutzern dieses Ofentyps an, nämlich um

1. eine erhöhte Standsicherheit des Bauwerkes auch bei hohen Innentemperaturen zu erreichen;
2. die unerläßliche thermische Isolation gegen die kältere Außenluft sicherzustellen;
3. einigen Schutz gegen Witterungsunbilden zu erhalten;
4. außer der oxydierenden Feuerführung auch eine mehr oder weniger reduzierende bewerkstelligen zu können.

Der weit überragende brenntechnische Vorteil des Ofentyps gegenüber allen vorher entwickelten Brenneinrichtungen lag darin, daß er erstmalig innerhalb des herangezogenen Verbreitungsgebietes die präzise Steuerung des Abbrandes in oxydierender, reduzierender oder in Wechselmethode ermöglichte. Die technologische Grundlage für die Weiterentwicklung der Brennöfen Mitteleuropas war mit dieser Ofenbauart gegeben und zwar mit einer Perspektive, deren Ausmaß wir erst heute zu überblicken vermögen, nachdem der Stammbaum der keramischen Brennöfen in jeder Beziehung eine so ungewöhnlich reiche Entfaltung erreicht hat. Doch bleiben wir bei der Typenbeschreibung.

Die kreisförmige Öffnung der Brennkuppel (Abb. 1) ist bei den einzelnen Objekten zweifelsohne unterschiedlich groß gewesen, wenn auch nicht ein einziges Fundobjekt bekannt geworden ist, bei dem der Kuppeloberteil erhalten geblieben ist, der hier als Nachweis hätte dienen können. Die lichte Weite richtete sich nach dem Durchmesser der größten zu brennenden Gefäße, da gerade diese äußerste Empfindlichkeit beim Brennen besitzen und deshalb im Gegensatz zu Kleingefäßen, bevorzugt eines brauchbaren Ofens bedürfen, wenn sie im Brand Gebrauchsqualität erreichen sollen. Es ist darum nicht einzusehen, weshalb Zweifel aufkommen können, daß Vorratsgefäße oder große Schüsseln, deren Scherben sich neben denjenigen der Kleinware fast immer unter den Begleitfunden befinden, in den keltischen Öfen gebrannt worden seien. Etwa wegen der oftmals rauhen Oberfläche oder wegen des gröberen Materials? Beides bedeutet keineswegs mangelnde Sorgfalt im Herstellungsprozeß, sondern es sind objektive Symptome einer zweckmäßigen Formgebungsmethode⁸⁾. Wenn ein geeigneter Ofen für den Brand von Großgefäßen vorhanden war und technisch sogar ein Bedürfnis für seine Anwendung vorlag, warum sollte man dann den Brand außerhalb des Ofens etwa in einem Erdloch vorgenommen haben? Auch der Einwand eines zu hohen Raumbedarfes für das

⁸⁾ P. Faßhauer, Beiträge zum Herstellungsverfahren urgeschichtlicher Keramik, in: Wissenschaftliche Zeitschrift der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Ges.- u. Sprachwissenschaftliche Reihe, Jahrg. 4, Heft 5, S. 649–660.

einzelne Stück in dem verhältnismäßig kleinen Brennraum kann nicht hingenommen werden, da der Hohlraum der Großgefäße in heute noch üblicher Weise zur Unterbringung von kleineren Töpfen benützt werden kann. In jedem Falle mußte aber der vorgesehene größte Gefäßdurchmesser etwas kleiner gehalten werden als derjenige der Einsatzöffnung in der Kuppel; denn alle Gefäße mußten vor und nach dem Brande diese Öffnung passieren. Aus den Gefäßabmessungen lassen sich daher sichere Schlüsse auf die Mindestgröße der jeweiligen Einsatzöffnung ziehen. Da z. B. beim Ofen von Ermlitz-Oberthau u. a. Fragmente eines terrinenartigen Gefäßes von 55 cm Randdurchmesser⁹⁾ freigelegt wurden, muß die Einsatzöffnung annähernd 60 cm Durchmesser i. W. gehabt haben.

Während des Brandes muß aber diese Öffnung, die gleichzeitig an Stelle einer Esse dem Rauchabzug diene, mit drei bis fünf Stück Naturstein- oder gebrannten Tonplatten, die ortsbeweglich waren, unter Belassung einer variablen restlichen Teilöffnung abgedeckt worden sein. Auf diese Notwendigkeit konnte der Brenner keinesfalls verzichten, um so weniger, als sie sehr einfach herzurichten war, wenn er für den wunschgemäßen Ausfall seiner Erzeugnisse Sicherheit erlangen wollte. Dieser so genial erdachte vollwirksame, leicht regulierbare „Rauchgasschieber“ löste das Problem der Regulierbarkeit des Ofenzuges in einfachster und zuverlässigster Weise. Ein Verschluß des sogenannten Ofenloches (Schüröffnung der Feuerung) allein würde den gleichen Zweck nicht erfüllt haben. So kann auch der „Verschlußstein“ in Größe von etwa 22×25×10 cm, der beim Ofenunterbau in Oberthau unmittelbar vor der Durchbruchöffnung gefunden wurde und einseitig rauchgeschwärzt war, nicht als solcher in Frage kommen¹⁰⁾. Er wäre an der unerläßlichen Größe des Schürloches gemessen zu klein und diene als Abdeckstein des äußeren Heizgaskanals unmittelbar vor der Einmündung in den Ofenunterbau. Daraus erklärt sich auch sein Fundort. Seine Einordnung in das Bauegefüge ist aus Abb. 5 ersichtlich.

Die Feuerung war als selbständiger Konstruktionsteil auf einem länglichen, gangartigen oder auch oval begrenzten eingetieften Vorplatz außerhalb des Ofenkörpers errichtet und wird in derartiger Anordnung als Vorfeuerung bezeichnet. Sie ist stets luvseitig nachweisbar, um den Ofenzug günstig zu beeinflussen, vielmehr aber noch, um die Rauchswhaden vom Heizerstand (Brennerstand) abzuhalten und Belästigungen des Brenners zu vermindern¹¹⁾.

Die Feuerung hatte wohl in allen Fällen die Form eines nahezu kubischen oder rechteckig-prismatischen Raumes mit annähernd ebener Grundfläche in Höhe des Vorplatzes. Sie bildete das Brennstoffbett und war durch ein Tonnengewölbe abgedeckt, das aus plastischem Magerlehm geformt war. Die Stirnseite blieb als Schürloch nach dem Vorplatz hin offen. Sie war genügend groß bemessen zur Zuführung des Brennstoffes. Die gegenüberliegende Stirnseite war in Richtung auf den

⁹⁾ V. Toepfer, 1953, S. 75 u. Abb. 2.

¹⁰⁾ V. Toepfer, 1953, S. 73 u. Taf. 2, 2, 3.

¹¹⁾ Vgl. die Orientierung aller Öfen nach dem Meridian und der vorherrschenden Windrichtung.

Ofen durch eine senkrechte Lehmwand oder auch unmittelbar durch den Ofenunterbau abgesperrt, allerdings durchbrochen von einer oder zwei kleineren Öffnungen von Kanälen, die den Heizgasen, die sich in der Feuerung entwickelten, den Zutritt zum Ofen gestatteten. Oft lagen die Kanalöffnungen unmittelbar über der Sohle des Brennstoffbettes, zuweilen aber auch etwa 20 cm darüber nach Art einer Treppstufe. Der Absatz zwischen Brennstoffbett bzw. Schürfläche und Kanalsohle war somit als sogenannte Feuerbrücke, die aus der Bauart rezenter Feuerungsanlagen genügend bekannt ist, ausgebildet, um die Flugasche zu stauen und die Kanäle unter der gelochten Herdplatte des Ofens davon frei zu halten. Für Reinigungszwecke waren diese niedrigen Räume nur schwer zugänglich. Bei den Öfen von Niederroßla und Oberthau beträgt ihre lichte Höhe nicht mehr als 20 cm. Das ist zu wenig, um genügend Reserveraum für die Anhäufung der Flugasche abgeben zu können, ganz zu schweigen davon, daß sie als Feuerung zur Aufnahme des Brennstoffes gedient haben könnten, wie mitunter irrtümlich angenommen wurde. Im Gegensatz zu den Hohlräumen unter der Herdplatte im Ofen, die wir bereits als innere Heizgaskanäle bezeichneten (Abb. 1, b₁), kennzeichnen wir die Kanäle außerhalb des Ofenkörpers, d. h. die Verbindung zwischen der Feuerung und dem Ofen, als äußere Heizgaskanäle. Ihre Baulänge ist bei den einzelnen Öfen sehr unterschiedlich. Die anschließenden inneren Heizgaskanäle bilden einen flachzylindrischen Raum im Ofenunterbau, der durch eine mittlere Scheidewand in zwei symmetrische Hälften geteilt ist, die keine Raumverbindung miteinander haben, flächenmäßig aber fast dem Ofendurchmesser entsprechen. Auch sie können keinesfalls, wie bisher des öfteren geschehen, als Feuerung bezeichnet werden. Sie sind nicht einmal Bestandteile derselben, sondern selbständige, wenn auch verbindende Konstruktionselemente zwischen Feuerung und Brennraum.

Für keramischen Brand eignen sich grundsätzlich nur langflammige Brennstoffe, und zwar von den festen Brennstoffen, die hier ausschließlich in Frage kommen, nur Holz und Torf, nicht aber Holzkohle, die gasarm und daher sehr kurzflammig ist und demzufolge einen hohen Flammpunkt hat und deshalb schwer entzündbar ist. Das Holzkohlenfeuer würde in unserem Ofen, wenn es in der Entflammung durch andere Brennstoffe nicht genügend angeregt wird, unter Umständen erlöschen; denn bei der Feuerungsbauart ohne Verbrennungsrost — der Rost wurde erst viel später entwickelt — besteht keine Möglichkeit zur Zuführung der Verbrennungsluft durch das Brennstoffbett hindurch, sondern es kann nur sogenannte Oberluft und zwar in hohem Überschuß zugeführt werden. Zwangsläufig vermindert sich durch das nutzlose Miterwärmen des überschüssigen Luftballastes die Heizgastemperatur. Zusätzlich bildet sich auf der Oberfläche der glühenden Holzkohle eine allmählich zunehmende Aschendecke, die den Sauerstoffzutritt weiter erschwert. Daher kommt es, daß wir in den Kulturschichten stets reichlich Holzkohle finden, weil im Holzfeuer auf ebenem Boden und noch mehr in Erdgruben das Brennholz nur ungenügend mit dem Luftsauerstoff in Berührung kommt und in unvollkommener Verbrennung, also im Schwelprozeß, anstatt in Asche in Holzkohle übergeführt wird und in diesem Zustand leicht verlöscht. Das Brennholz ist sperrig und benötigt eine wesentlich größere Verbrennungskammer bzw. Feuerung als alle anderen Brennstoffe. Die Feuerung wurde des Raumbedarfs wegen nicht unter dem Ofen als Innenfeuerung,

sondern zweckmäßig vor diesem eingebaut, was wiederum die Anlage der Verbindungskanäle zum Ofenkörper mit sich brachte¹²⁾.

Die Zerlegung des Heizgasstromes in zwei Teilströme ist durch den Zwischensteg bedingt (Abb. 1). Derselbe ist nämlich als Stützpfeiler für die gelochte Herdplatte ausgebildet, deren Randauflage an sich nicht genügen würde. In kaltem Zustand des Ofens würde die fehlerfrei hergestellte Platte einschließlich des darauf gestellten Brenngutes sich bei genügender Stärke ohne weiteres tragen, sobald sich ihre Substanz durch Feuereinwirkung gehärtet hat. Die Materialfestigkeit des gebrannten Lehms läßt aber bei hoher Hitzeeinwirkung, die im Betriebszustand mindestens zu heller Rotglut führt, sehr stark nach. Ohne Stegunterbau würde die Platte in der Garbrandtemperatur, die in jeder Brenncharge wiederkehrt, nach und nach durchsinken und schließlich zerbrechen. Beobachtungen bestätigen das zur Genüge. So können wir am Ofenunterbau von Oberthau feststellen, daß die Herdplatte trotz des Steges in der Achsenlinie desselben gerissen ist unter muldenförmiger Absenkung beider Hälften, Zerrung in der Bruchzone und leichtem Kantenschmolz der Bruchränder. Die Steglage zeichnet sich als Sattellinie auf der vordem ebenen Plattenoberfläche ab. Allerdings wurde der Bruch in diesem Falle begünstigt durch vier Gaskanälchen, die unbedachterweise in der Stegachse verlaufend angelegt wurden (Abb. 5, 2).

Die Herdplatte besaß nämlich individuell unterschiedlich etwa 20 bis 30 kreisrunde Vertikalbohrungen zwischen 2,5 und 5 cm Durchmesser. Im allgemeinen waren die Löcher ziemlich gleichmäßig über die Fläche verteilt, wobei es keine Rolle spielte, ob die Anordnung in konzentrischen Ringen oder in polygonaler Figur erfolgte. Interessant ist nur, daß bis heute kein Ofen gefunden wurde, bei dem nur ein einziger Ring von Löchern angelegt war, die sämtlich nahe der Plattenperipherie gelegen hätten. Überlegung und Erfahrung reden dieser Anordnung das Wort, da auf diese Weise der Einsatz besser den Stichflammen, die aus den Kanälchen in den Brennraum treten, entzogen ist, wodurch die Ausschußquote vermindert wird. Durch diese Kleinöffnungen wurde jedenfalls der Heizgasstrom, der durch den Steg bereits in zwei Teilströme gegliedert war, weiter zerlegt in einer der Lochzahl entsprechenden Unterteilung. Die Gase sollten sich dadurch gleichmäßig über den ganzen Querschnitt des Brennraumes verteilen, dessen Sohle die Herdplatte bildete. Zumindest konnten die eingesetzten Töpfe weniger einer ungleichmäßigen Flammeneinwirkung ausgesetzt werden, als wenn das Brenngut den völlig ungehemmten Heizgasen preisgegeben wäre.

Vergleichsweise möchte auf die gesteigerte gegenteilige Wirkung beim Brennen im offenen Feuer auf ebener Erde und auch in der Herdgrube hingewiesen werden.

¹²⁾ Auf keinen Fall lassen sich die Konstruktionen der prähistorischen Eisenschmelzöfen ohne weiteres auf keramische Brennanlagen übertragen, da in beiden Fällen die Betriebsvoraussetzungen grundverschieden sind. Der Schmelzprozeß des Eisens erfordert höhere Betriebstemperaturen als der ur- und frühgeschichtliche keramische Brennprozeß. Die Eisenhüttenleute waren darauf angewiesen, an Stelle von Holz Holzkohle zu verfeuern, die wiederum nur mit Unterwindzuführung in möglichst geschlossenem Ofenraum mit Erfolg verbrannt werden konnte und den zusätzlichen Gebrauch von Blasebälgen verlangte. Im metallurgischen Schmelzprozeß ist die Kurzflamigkeit der glühenden Holzkohle bei Berührung derselben mit dem eingemischtem grobkörnigen Erz ein Bedürfnis. Ausschlaggebend ist hier allein die höchsterreichbare Betriebstemperatur.

Hier treten an die eingesetzten Gefäße in unregelmäßigem schroffem Wechsel bald heiße Stichflammen heran, bald windbedingte Kaltluftschwaden. Das intermittierende Auf und Ab der Heizgastemperatur, das sich auf jedes Einsatzstück auswirkt und dem sogar die Teilflächen des einzelnen Gefäßes ausgesetzt sind, ruft Wärmedifferenzen und demzufolge Materialspannungen hervor, die zu Scherbenabsprengungen und Brennrissen führen und somit einen erhöhten Anfall von Ausschußware ergeben. Ebenso entsteht durch den ungleichmäßigen Brand „Schmolz“ neben sogenannter Schwachbrandware. Natürlich war der Mangel bei dem technologischen Entwicklungsgrad des keltischen Ofens wesentlich gemindert, aber nicht gänzlich behoben. Zweifelsohne konnten bei einigermaßen sachgemäßer Wartung solcher Öfen nicht mehr ganze Brennnchargen restlos verdorben werden, obwohl T. Reyman¹³⁾ anführt, daß in dem ausgegrabenen Ofen II der Fundstelle in Tropiszów, Kr. Miechów, der einer Töpfersiedlung aus der Zeit um 400 u. Z. angehört und unserem Typ voll entspricht, noch „die ganze Topfladung“ enthalten war. Von über 80 kleineren bis mittleren Gefäßen waren über 50% rissig oder verunstaltet. Derartige Brennresultate können aber keinesfalls die Regel gewesen sein. Sie änderten nichts an der Tatsache der durchschnittlich besseren Ergebnisse gegenüber denjenigen, die sich mit Brennanlagen primitiverer Art, also mit den Vorläufern unseres Ofentyps erzielen ließen. Der Brand fiel in jedem Falle gleichmäßiger aus als in diesen.

Der Brennraum im Oberbau des Ofens, fachtechnisch als Einsatzraum bezeichnet, ist der Innenraum der Brennkuppel. Der nahezu kreisrunde Grundriß derselben stimmt mit dem Grundriß des Unterbaues überein und kennzeichnet den Ofen sowohl als stehenden als auch als Rundofen. Infolge des großen Querschnittes des Brennraumes von etwa 1,00 m Sohlendurchmesser, kommen die mit großer Geschwindigkeit durch die engen Zuglöcher der Herdplatte eintretenden Heizgase im plötzlich erweiterten Raum zur verlangsamten Bewegung und haben damit Zeit, einen wesentlichen Teil ihres Wärmeinhaltes durch Berührung an das Brenngut abzugeben; sie erhitzen dieses nach und nach bis zur Garbrandtemperatur von etwa 750–800° C und darüber. Die Rauchgase ziehen durch eigenen Auftrieb infolge ihres verminderten spezifischen Gewichtes gegenüber der kalten und dichteren Außenluft nach verrichteter Arbeit durch die verkleinerte Abzugsöffnung, die eingangs schon beschrieben wurde, ins Freie ab.

Bedingt die Größe der Gefäßformlinge, die zu brennen und zu diesem Zweck durch die Einsatzöffnung in den Brennraum einzubringen sind, eine Durchgangsweite der Öffnung von rund 0,50 m, so würde diese für den Abzug der Rauchgase aus einem Raum von reichlich 0,3 m³ Inhalt zu groß und völlig ungeeignet sein. Mit einer derartig weiten Öffnung hätte man die unvorteilhafte thermische Ofencharakteristik und den denkbar ungünstigen Wirkungsgrad der gewöhnlichen Brenngrube nicht viel verbessert. Die Rauchgase hätten mangels Drosselung keinen Widerstand zu überwinden gehabt. Sie würden mit großer Geschwindigkeit ins Freie entwichen sein, ohne hinreichend Wärme auf das Brenngut übertragen zu haben.

¹³⁾ T. Reyman, Das Problem der auf der Drehscheibe angefertigten grauen Keramik auf Grund der Entdeckungen im oberen Flußgebiet der Weichsel, in: *Wiadomości Archeologiczne* 14, 1936, S. 145 ff., Zusammenfassung in deutscher Übersetzung S. 173–175.

Nach dem Einbringen der Gefäßformlinge mußte daher die Kuppelöffnung so weit verkleinert werden, daß bei Vorhandensein genügenden Zuges (Unterdruck im Ofenraum) die abfließende und die ständig nachströmende Rauchgasmenge gleichmäßig im geeigneten Verhältnis zueinander standen. Der Ofenzug mußte zur Erfüllung dieser Bedingung regulierbar sein und sich den schwankenden praktischen Bedürfnissen der Feuerführung genau anpassen. Es geschah durch die Veränderung der lichten Weite der Abzugsöffnung. Das sind Bedingungen, die modern klingen, aber auch für die Töpfer der Spätlatènezeit gültig waren und aus den imponderablen Eigenschaften des Werkstoffes heraus strikt beachtet werden mußten, wenn der Brand keine Enttäuschung bringen sollte. Erfahrungen über Generationen hinweg und eigene Beobachtungen werden die Brenner mit der Sachlage vertraut gemacht haben. Die wohldurchdachte Bauweise ihrer Öfen bestätigt die Berechtigung der Annahme.

Eine zu große Öffnung würde ferner einen zu hohen Luftüberschuß der Heizgase hervorgerufen und dementsprechend ein Absinken der Flammentemperatur bei unwirtschaftlichem Brennstoffverbrauch herbeigeführt haben. Bei zu kleiner Öffnung wiederum würde ungenügender Zug mit Sauerstoffmangel und ebenfalls eine Minderung der Temperatur eingetreten sein. Der praktische keramische Brennbetrieb brachte es aus anderen Gründen, die hier übergangen werden können, mit sich, daß in ur- und frühgeschichtlicher Zeit das letztgenannte Übel, wenn der Idealzustand nicht immer erreichbar war, vorgezogen wurde; denn es ist sehr schwer, bei den ununterbrochen schwankenden Voraussetzungen ständig eine ideale Feuerführung aufrechtzuerhalten. Gefundene Gefäße und Scherben, die die Art ihrer Behandlung im Brand widerspiegeln, ergeben genügend Beweise. Die regulierbare Abdeckung des Rauchabzuges war entwicklungstheoretisch gesehen der Vorläufer des später aufkommenden und heute unentbehrlichen Rauchgasschiebers, der analog zwischen Ofen und Esse eingebaut wird.

Das Brennresultat der spätlatènezeitlichen Gefäße, die aus dem keltischen Ofentyp stammen, verrät uns aber auch, daß sie zum Teil oxydierend, rot, braunrot oder lederfarben gebrannt sind, weit mehr aber reduzierend in grauen, braunen, braun- und tiefschwarzen Schattierungen, vorwiegend mit geflammten Oberflächen. Es geschah mehr durch Feuereinwirkung, weniger aber aus der chemisch-analytischen Werkstoffbeschaffenheit oder der nachträglichen Oberflächenbehandlung heraus. Im ersteren Falle erreichte man die lichte Farbe sehr leicht durch Brennen mit Luftüberschuß, vor allem gegen Ende der Brennperiode. Dies machte mit dem vorhandenen Ofentyp keinerlei Schwierigkeiten, schien aber aus Gründen, deren Erörterung den Rahmen des Aufsatzes überschreiten würde und die deshalb übergangen werden müssen, nicht sehr beliebt zu sein. Es dürfte sich dabei weniger um ästhetische als um praktische Gründe handeln. Die dunklen Farbtöne wurden durch Brand unter Luftmangel, also mit rußender Flamme erreicht. Bei vollständiger Schwarzfärbung wurde nach Eintritt der Garbrandtemperatur, nachdem der ganze Brand schon unter Beschränkung des Luftzutrittes durch mäßige Drosselung der Abzugsöffnung bis zu diesem Stadium fortgeschritten war, der Rauchabzug vollständig unterbunden unter vorheriger nochmaliger, auch mehrmaliger kräftiger Beschickung der Feuerung mit frischem Brennstoff. Die Stauung der Heizgase,

die auf diese Weise überreichlich entstanden, ohne vorerst entsprechend verbrennen zu können, war mit stärkster Rauchentwicklung aus schwelender Glut verbunden. Bei langsamstem Ausbrand, unter Umständen auch bei provisorisch versetzter Schüröffnung der Feuerung — wofür allerdings keine Beweise vorhanden sind — vollzog sich die Abkühlung des Einsatzes bis zur chemischen Reaktionsunfähigkeit. Die Dunkel- und Schwarzfärbung entstand aus den rußigen Gasen durch Einlagerung von Kohlenstoffpartikeln in die Scherbenporen, ohne daß dem Kohlenstoff Gelegenheit gegeben war zu verbrennen. Es fehlte dazu der Sauerstoff.

In diesem Zusammenhang mag auf die Feststellung E. Schirmers¹⁴⁾ hingewiesen werden, wonach die Holzschalung, die bei der Herstellung der Herdplatte des Ofens von Niederroßla als Hilfskonstruktion eingebaut war, bei der Befeuerung des Ofens verbrannte. Die Enden der Holzbrettchen, die in die Kuppelwand eingedrückt waren, blieben als Holzkohle erhalten, da trotz der Erhitzung über den Flammpunkt hinaus nicht genügend Sauerstoff an die von Ton eingehüllten Brettenden herankommen konnte. Es kam nur zu einer Verschwelung des Holzes wie im Holzkohlenmeiler, aber nicht zu einer Verbrennung. Ein analoger Vorgang liegt auch in beschränktem Sinne beim kohlenstoffgesättigten keramischen Scherben vor, da auch hier der Kohlenstoff trotz der Überschreitung seiner Entzündungstemperatur im Falle des reduzierenden Brennens wegen Sauerstoffmangel nicht verbrennen kann. Der Scherben bleibt daher schwarz gefärbt, sowohl an der Oberfläche wie auch im Kern.

Der volle Erfolg der Schwarzfärbung in primärem Brande kann aber nur bei Brenneinrichtungen eintreten, die sich vollständig gegen Frischluftzutritt abdichten lassen. Auf keinen Fall dürfen Risse und andere schadhafte Stellen im Mantel des Brennraumes vorliegen, durch die Frischluft eingesaugt werden kann. Bei der Bauweise unserer keltischen Öfen war diese Bedingung nur zu erfüllen durch

1. Einbau des gesamten Ofens in den abdichtenden Erdboden, mit Ausnahme des Schürloches,
2. Abdichtung der Kuppelöffnung mit darüber gelegten Platten aus feuerfestem Material und zusätzlichem Erd- oder Sandbelag.

Es ergibt sich also zwingend die Notwendigkeit der Abdeckung, wenn auch der direkte Nachweis aus irgendeinem Grabungsbefund infolge Zerstörung sämtlicher Kuppelfirste der Fundobjekte nicht erbracht werden kann.

Hiergegen ließe sich einwenden, daß durchgehend tiefschwarz gefärbte Gefäße schon vor der späten Latènezeit auftreten, zu Zeiten, in denen die Brenneinrichtungen bei weitem noch nicht den Entwicklungsstand des keltischen Ofens erreicht hatten und die Forderung der Abdichtung des Brennraumes gegen Außenluft nicht erfüllten. Es gibt grundsätzlich zwei Möglichkeiten, um trotzdem zum Ziel zu kommen. Bei dem einen Verfahren wird an Stelle der freien Flamme der Schwelprozeß zum Brennen angewendet, entweder in Form eines Brennstoffmeilers auf ebenem Erdboden, in den die Brennobjekte eingepackt werden und der alsdann mit Rasenboden oder Erdschollen oberflächenmäßig abgedichtet wird, oder in einer Erdgrube, in der das Brenngut ebenfalls allseitig dicht von Brennmaterial umgeben

¹⁴⁾ E. Schirmer, 1941, S. 24f.

und von der Außenluft auf gleiche Weise abgeriegelt ist. Infolge mangelhafter Sauerstoffzufuhr kommt der Brennstoff nur zur Vershwelung, d. h. zur unvollkommenen Verbrennung, zum Glühen ohne Flammenbildung. Das Verbrennungsprodukt ist in diesem Falle nicht Kohlendioxyd (CO_2), sondern Kohlenoxyd (CO). Allerdings ist im improvisierten Schwelprozeß die Garbrandtemperatur, die mit mindestens 800°C angesetzt werden muß, kaum zu erreichen, so daß es öfter bei $600\text{--}650^\circ\text{C}$ verbleibt, einer Temperatur, bei der das Kristallwasser noch nicht restlos den Scherben verlassen hat. Daraus erklärt sich zum Teil die unterschiedliche Widerstandsfähigkeit der prähistorischen Gefäße gegen atmosphärische Angriffe.

Beim anderen Verfahren wird dem primären Garbrand mit möglichst oxydierend wirkender Feuerführung und Aussicht auf gesündere Erzeugnisse, zeitlich getrennt, ein sekundärer Schwelprozeß mit noch geringeren Temperaturen angeschlossen. Beide Verfahren lassen sich mit ethnologischen Parallelen belegen.¹⁵⁾

Diese Tatsachen wirken nicht einschränkend auf die vorherigen technologischen Schlußfolgerungen, da der Scherbenbefund im allgemeinen kaum verkennbare Hinweise auf die Art der Materialbehandlung im Feuer ergibt. Weitere Möglichkeiten der Schwarzfärbung durch äußeren Auftrag von Schwarzengoben, ferner durch Rußbelag mit nachfolgendem Harz- oder Fettanstrich, durch Aufschwemmung von Graphitsuspensionen usw. können im Rahmen dieser Ausführungen außer Betracht bleiben. Selbstverständlich kann nicht erwartet werden, — und das muß einmal gesagt werden — daß wenige kleine Scherben genügen müssen, um einschlägige Fragen individueller Art zu klären. Aber die keramischen Begleitfunde ausgegrabener Töpferöfen sind oftmals umfangreich genug, um aus nahezu unversehrten Töpfen oder den Fragmenten beachtliche Ergebnisse in der Beurteilung erzielen zu können.

E. Schirmer erörtert die Frage der technischen Gestaltung des Verschlusses der Kuppelöffnung am Ofen von Niederroßla, ohne zu einer Klärung zu gelangen¹⁶⁾. Alle sonstigen Rekonstruktionsversuche an anderen Fundobjekten erbrachten in der Bearbeitung keine besseren Ergebnisse. Deshalb erscheint eine Stellungnahme von technologischer Seite her gerechtfertigt.

Die Abdeckung der Einsatzöffnung, die etwa 50 bis 60 cm Durchmesser gehabt hat, mit einer bienenkorbartigen Tonhaube in Form einer verkleinerten Nachbildung der eigentlichen Brennkuppel, wurde auch von Bicker erwogen und führte zur Übertragung dieser Idee auf das erstgefertigte Modell des Töpferofens von Ermlitz-Oberthau im Landesmuseum Halle¹⁷⁾. Ein derartiges Formstück aus ungebranntem oder gebranntem Lehm wäre bei genügender Wandstärke durch sein Gewicht handhabungsunsicher. Es würde im Material auch nicht die Temperaturwechselbeständigkeit aufweisen, die sich aus dem Kontakt der Außenfläche mit der Kaltluft und der Innenfläche mit den Heizgasen erforderlich macht. Seine mechanische

¹⁵⁾ Beispiele: O. Förtsch, Über vorgeschichtliche Töpfereigeräte aus der Umgebung von Halle, in: Zeitschrift für Naturwissenschaften 67, Halle 1894, S. 62. — F. Jagor, Schwarzbrennen von Tongefäßen in Indien, in: Zeitschrift für Ethnologie 10, 1878, Verh., S. 228ff. — J. Garstang, Prehistoric Mersin, Oxford 1953, S. 22f.

¹⁶⁾ E. Schirmer, 1941, S. 28.

¹⁷⁾ F. K. Bicker, Grabungsbericht über den Töpferofen von Ermlitz-Oberthau, Archiv des Landesmuseums für Vorgeschichte Halle, 1942. (In den Abbildungen V. Toepfers in der Mainzer Festschrift wurde die Abdeckhaube bereits weggelassen.)

Stabilität wäre an sich gemindert durch das trotzdem noch erforderliche Rauchabzugloch, ähnlich einem Topf ohne Boden.

Noch weniger kommt ein „Reisigzelt mit Tonabdichtung“, über der Öffnung errichtet, in Frage¹⁸⁾. Ein derartiges Gebilde würde weder die Trocknung noch das Brennen schadlos überstehen, es ließe sich in brauchbarer Beschaffenheit überhaupt nicht herstellen.

Es bleibt noch als einziger gangbarer Weg der Verschluß durch bewegliche Naturstein- oder gebrannte Tonplatten. Vielleicht hat man beide Materialien verwendet, wobei die Werksteinplatte wahrscheinlich vorgezogen wurde. Es darf bei der Erwägung der Abdeckungsfrage nicht übersehen werden, daß die Rauchgase unter Umständen mit einer Temperatur von über 800° C abziehen und bei voll entwickeltem schwachreduzierendem Feuer als „Fuchs“, d. h. als meterhohe dunkelrote qualmende Flamme zeitweilig aus der Rauchabzugsöffnung herausschlagen. Eine Überwachung des Brandes durch Einblick in die Kuppelöffnung, wie Schirmer¹⁹⁾ annimmt, ist nach den Feststellungen am Versuchsofen unmöglich. Wenn sich bei einer Ausgrabung bisher keine Abdeckplatten oder deren Fragmente gefunden haben, so erscheint das erklärlich. Die Werkstein- wie auch gebrannte Tonplatten besitzen unter den vorliegenden Gebrauchsumständen auch nur eine sehr beschränkte Lebensdauer. Im übrigen waren sie selbst als Bruchstücke ein vielseitig verwendbares Gut. Sie werden für andere Zwecke nutzbar gemacht worden sein.

Noch weniger trifft die Vermutung zu, daß die ganze nur mit sehr kleiner Rauchabzugsöffnung versehene Ofenkuppel zwecks Einbringung der zu brennenden Formlinge abhebbar gewesen sein könnte. Die ermittelten Größen derartiger Gebilde an den in Betracht gezogenen Öfen und ihre festgestellten Wandstärken ergeben errechnete Gewichte — beim Ofen von Oberthau etwa 250–270 kg — die jede Handhabungsmöglichkeit ausschließen, abgesehen davon, daß alle Öfen nachweisbar in den Erdboden eingelassen waren; mit Ausnahme eines einzigen unsicheren Falles (Ofen von Bieskau), auf den noch näher einzugehen ist.

An einem im Landesmuseum Halle in Gebrauch stehenden Erdofen, der technisch die Brennbedingungen des keltischen Ofens zu erfüllen vermag, besitzt die Einsatzöffnung eine Weite von 55×55 cm. Die Abdeckung der Öffnung während des Brandes erfolgt mit einer Schamotteplatte von 7 cm Stärke und zusätzlichem Sandbelag von 10–15 cm zur Verbesserung der Abdichtung und der Isolation. In der Mitte ist ein Rauchabzugsloch von 15 cm Durchmesser ausgespart. Durch einen aufzulegenden Stein kann das Loch teilweise oder ganz geschlossen werden. Die Platte zersprang schon beim zweiten Brande trotz temperaturwechselbeständigen Materials. Es entstanden schließlich drei Teilstücke, die durch Minderung der ursprünglichen Größe alle folgenden Brände anstandslos überstanden. Daraus darf geschlossen werden, daß die Abdeckung aus mehreren nicht zu großen Platten oder Steinen bestanden hat, die in bestgeeigneter Anordnung neben- und übereinander gelegt wurden.

Die feuerungstechnisch erforderliche Öffnungsgröße des Rauchabzuges während des Brennvorganges läßt sich theoretisch und empirisch ermitteln. In unserem Falle

¹⁸⁾ E. Schirmer, 1941, S. 28.

¹⁹⁾ E. Schirmer, 1941, S. 28.

ist in vereinfachter Form vom engsten freien Durchgangsquerschnitt auszugehen, den die Heizgase auf ihrem Weg zwischen Feuerung und Austritt aus dem Ofen zu passieren haben. Soweit bisher Feststellungen an den Fundobjekten möglich waren, ist das der summarische Querschnitt aller Gaskanäle der Herdplatte. Unter Umständen können es auch die Querschnitte der äußeren Heizgaskanäle sein. Die nachstehende Tabelle bietet Vergleichsmöglichkeiten für einige Zahlen, die bei unseren Betrachtungen von Belang sind und aus Grabungsergebnissen und Rekonstruktionen der Öfen von Oberthau, Bieskau und Niederroßla gewonnen wurden.

Die beim Brennvorgang nutzbare größte Kuppelöffnung der in der Tabelle erfaßten Öfen ist in Überschlagsrechnung auf $\frac{2}{3}$ der in Spalte 6 ermittelten Querschnittsweiten der Herdplattenlochung abzustimmen. Die errechneten Annäherungswerte sind in den Spalten 10 und 11 vermerkt. Die ermittelten Querschnitte der Rauchabzugsöffnung können erfahrungsgemäß innerhalb der Brenncharge nur bei oxydierender Feuerführung ausgenützt werden, um die Garbrandtemperatur zu erreichen. In anderen Brennabschnitten muß der Rauchabzug noch mehr gedrosselt werden. Wie Versuche unter Berücksichtigung der Brennresultate an gefundenen Gefäßen bestätigten, ist es im allgemeinen vorteilhafter, durchgängig mit verminderter Abzugsöffnung zu arbeiten gegenüber den lichten Weiten, die sich im Verhältnis zu den Tabellenwerten ergeben. Der maximal erreichbare Ofenzug überschreitet bei unserer Ofentype die Bedarfshöhe bei weitem, obwohl keine Esse vorhanden ist. Temperaturdifferenzen zwischen der Außenluft und der Brennatmosfera im Ofen in Verbindung mit dem aufsteigend geführten Heizgasstrom sowie der zwangsläufig lockere Einsatz des zu brennenden Geschirrs mit formbedingten Zwischenräumen sind günstige Voraussetzungen dafür. Sie werden allerdings durch hohen Brennstoffverbrauch erkauft.

Ofen	Brennraum Inhalt ¹⁾ m ³	Löcher in der Herdplatte				Entsprech. Durchgangs- öffnung aus Spalte		Äußere Heiz- gas- kanäle	Erforderliche Abmessungen des Rauchabzuges	
		Stck.	Durch- messer cm	Quer- schnitt cm ²	ge- nutzter Quer- schnitt cm ²	5 Durch- messer cm	6 Durch- messer cm		Quer- schnitt cm ²	Durch- messer cm
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Oberthau	0,295	22	4	276	226 ²⁾	19	17	~350	151	13,8
Bieskau	0,392	27	5	530	250 ³⁾	26	18	~1100	167	14,6
Niederroßla	0,283	30	i. M. 2,25	119	119	12,5	12,5	~252	80	10

¹⁾ Näherungswert nach der Faßformel.

²⁾ Ansatz von 18 Löchern, da 4 vom Steg abgedeckt waren.

³⁾ Ansatz von 3,2 cm mittlerer Lochdurchmesser (geschätzt), da fast alle Lochquerschnitte durch eingelegte Scherben reduziert waren.

Wie schon erwähnt, würde die vorliegende Ofenbauart gegenüber dem Brand im offenen Feuer bzw. in offener Erdgrube keinen hohen brenntechnischen Fortschritt in der Entwicklung der keramischen Brennanlagen bedeutet haben, wenn der Töpfer die Einsatzöffnung von etwa 50–60 cm lichter Weite ohne jede Abdeckung als Rauchabzug benützt hätte. Auf keinen Fall ist es angängig, aus der an sich richtigen Feststellung der von E. Schirmer befragten Töpfer, wonach „eine zwingende Notwendigkeit für eine Abdeckung nicht bestünde“, zu schließen, daß der Ofen von Niederroßla während des Betriebes nicht abgedeckt wurde ²⁰⁾.

Auch die weitere Begründung durch die Tatsache, daß Öfen dieser Art heute noch in Gebrauch seien, kann nicht unwidersprochen hingenommen werden. Mögen heute einige der noch in Betrieb befindlichen stehenden Rundöfen für Irdenware eine gewisse Ähnlichkeit des Bauprinzips mit ihren römischen und keltischen Vorläufern besitzen, so liegen doch ganz beträchtliche und entscheidende Unterschiede in der Konstruktion und Bauausführung vor. Sie sind ausschlaggebend für die Ablehnung der angezogenen Schlußfolgerung.

Die allenthalben vergleichbaren heutigen Öfen haben durchgängig Essen, da zweifelsohne in allen Kulturstaaen gewerbliche Brennöfen im allgemeinen ohne Esse nicht betrieben werden dürfen. Sieht man davon ab, so würde auf jeden Fall bei Öfen gewerblicher Art eine Esse aus sehr gewichtigen weiteren Gründen notwendig sein, von denen hier nur die Wirtschaftlichkeit – wiederum gemessen am Brennstoffverbrauch – angeführt sein mag. Technologisch gesehen kann selbstredend bei Rundöfen auf eine Esse verzichtet werden, wenn der Querschnitt des Rauchabzuges im ungefähren Ausmaß des sonst anzulegenden Schornsteinquerschnittes reduziert wird. Heute ist das ohne weiteres möglich, weil der Rauchabzug niemals mehr als Einsatzöffnung wie bei den keltischen Öfen in Anspruch genommen wird. Statt dessen wird heute bei sämtlichen Öfen eine separate Einsatzöffnung als seitliche Durchbrechung des Brennraumes angelegt. Diese Möglichkeit beruht einmal darauf, daß die derzeitigen Brennräume durchgängig wesentlich größer gehalten werden und zum anderen Mal, daß der Ofenbau stets in Mauerwerk ausgeführt wird, dessen Haltbarkeit auch durch einen „Türdurchbruch“ nicht wesentlich gemindert wird. Es braucht deshalb bei der Dimensionierung des Rauchabzuges moderner Öfen keine Rücksicht auf die Frage der Einbringung des Einsatzes genommen werden, wie es bei den keltischen Öfen erforderlich war.

Nun aber ist eine sektorförmige seitliche Öffnung in der Kuppelwand des Modelles vom Ofen von Oberthau im Landesmuseum Halle angebracht. Sie soll keineswegs eine separate Einsatzöffnung bedeuten, da diese ja in der Kuppelfirst vorhanden ist, sondern vielmehr nur einen Durchbruch der Kuppelwand zur Einsichtnahme des Beschauers unseres Modells in das Ofeninnere. Einen ähnlichen Ausschnitt zeigt die Rekonstruktionszeichnung des Ofens von Weddinghusen, Kr. Norder-Dithmarschen²¹⁾. Hier handelt es sich um eine Fehlrekonstruktion, die aus der Annahme einer kleinlöcherigen siebartigen Durchbrechung der Kuppelfirst für den Rauchabzug entstanden ist und sich u. a. auf ähnliche Fehlvermutungen

²⁰⁾ E. Schirmer, 1941, S. 28.

²¹⁾ K. W. Struve, Ein kaiserzeitlicher Töpferofen von Weddinghusen, Kr. Norder-Dithmarschen, in: Offa 6/7, 1941/42 (1944), S. 182, Abb. 8.

Chr. Peschecks beim Töpferofen von Nimptsch stützt²²⁾. Die Fehlschlüsse sind letzten Endes zurückzuführen auf die Beobachtungen von Fragmenten der gelochten Herdplatte, die bei beiden Öfen in hoher Hitze die ebene Fläche eingebüßt hatten und demzufolge als Bestandteile des Firstteiles der Kuppelwand angesehen wurden. Die allzuleicht vorkommende Deformierung der Herdplatte wurde schon eingangs durch das Beispiel Oberthau belegt. Der Verdeutlichung halber sei auf die bildlichen Darstellungen des Ofens von Nimptsch hingewiesen (Abb. 7, 2 u. 8, 1). Die Anlage eines seitlichen Durchbruchs des Brennraumes mußte unter allen Umständen unterbleiben, damit die Kuppel nicht ihre statische Festigkeit einbüßte und durch deren Minderung die Standsicherheit bereits im Brennprozeß verlor.

Des weiteren wird auch in heutiger Zeit das „übliche Tongeschirr“ nicht, wie von E. Schirmer angenommen, in Muffelöfen gebrannt²³⁾. Unter Muffelofen wird eine Bauart verstanden, bei der eine unmittelbare Berührung der Heizgase mit dem Brenngut unmöglich gemacht ist. Der allseitig heizgasdicht geschlossene Brennraum ist in geringem Wandabstand von einem festen Mantel umgeben, so daß Züge entstehen, in denen die Heizgase den Brennraum nur äußerlich umspülen, bevor sie zum Kamin gelangen. Der direkten Wärmeeinwirkung ist daher der geschlossene Brennraum nur von außen ausgesetzt, wobei die Wärmeübertragung auf den Einsatz lediglich durch Strahlung geschieht. Der Brennraum wird bei dieser Ofenbauart als Muffel und der Ofen dementsprechend als Muffelofen bezeichnet. E. Schirmer gibt zwar an, daß die Bezeichnung Muffel „für den Unterbau“ des Ofens von Niederroßla fehl am Platze sei²⁴⁾; jedoch gilt diese Feststellung für unsere Ofenbauart allgemein und ohne jede Einschränkung. Auch B. v. Richthofen spricht in Bezug auf den Brennraum des Ofens von Bieskau irrtümlich von einer Muffel²⁵⁾.

Der Muffelofen ergibt saubere, reinfarbige Ware, ist aber schwierig zu bauen und höchst benutzungsempfindlich. Er kommt heute nur für wertvolle hochempfindliche Erzeugnisse in Frage, besonders für Versuchsarbeiten und Glasurbrand. Es bedarf noch sorgfältiger Untersuchungen und möglichst neuer Funde, um das Vorhandensein von Vorläufern des Muffelofens in prähistorischer Zeit im allgemeinen und in der jüngeren Steinzeit im besonderen einwandfrei nachweisen zu können.

Einige Reste neolithischer Brennöfen lassen an einfachste Muffelkonstruktionen denken. So hat J. Richter²⁶⁾ versucht, aus derartigen Erwägungen heraus den Ofen von Ottitz, früher Kr. Ratibor, als Brennmuffel zu rekonstruieren und auch mit gewissem Erfolg die technische Brauchbarkeit nachgewiesen. Es handelt sich nicht um ein geschlossenes Ofenaggregat mit Feuerungsanlage usw., sondern um die eigentliche Muffel bienenkorbähnlicher Gestalt, die nach Annahme J. Richters

²²⁾ Chr. Pescheck, Ein Töpferofen der Völkerwanderungszeit aus Schlesien, in: Altschlesien 8, 1939, S. 90ff. — Der erste germanische Töpferofen Schlesiens, in: Schlesische Zeitung, Breslau, vom 27. 10. 1935.

²³⁾ E. Schirmer, 1941, S. 28.

²⁴⁾ E. Schirmer, 1941, Anm. 17, S. 32.

²⁵⁾ B. v. Richthofen, 1926, S. 191.

²⁶⁾ J. Richter, Der Töpferofen von Ottitz, Kr. Ratibor, und seine Nachbildung im Leipziger Grassi-Museum, in: Sachsens Vorzeit 1, I. Teil 1937, S. 52ff.

allseitig verschlossen, aber abhebbar war und den Einsatz enthielt. Sie stand inmitten einer sehr weit bemessenen Erdgrube und wurde von den Flammen eines ringförmig angelegten Holzfeuers bestrichen. Die gleiche Methode mit gleichem Brennresultat liegt in einfachster Form vor bei Verwendung eines umgestülpten genügend großen Vorratsgefäßes als Muffel, d. h. als Schutzhülle des Einsatzes innerhalb eines frei brennenden Feuers oder bei Einstellung der Topfmuffel — auch Brennkapsel in modernem Sinne — in einen Ofenbrennraum, der von Heizgasen durchströmt wird. So kann das Muffelprinzip zusätzlich auch auf unseren Ofen insofern übertragen werden, als man beim gemeinsamen Brennen von Groß- und Kleingefäßen die letzteren im Inneren der großen umgestülpten Töpfe unterbringt und unter Umständen die Zuglöcher in der Herdplatte, soweit sie unter den umhüllenden Gefäßen liegen, verstopft. Die Kleingefäße werden auf diese Weise der unmittelbaren Einwirkung der Heizgase entzogen. Inwieweit derartige Verfahren prähistorisch zur Anwendung gekommen sind, wird mit Sicherheit wohl niemals nachweisbar werden. Belegmöglichkeiten aus neuen Funden dürften kaum zu erwarten sein. Es fehlen auch Gefäße, die ihre Herkunft aus dem Muffelbrennverfahren durch Reinfarbigkeit des Scherbens und Farbenklarheit erkennen lassen. Farblich geflammte Oberflächen der Gefäße, Verrußungen und ungleichmäßiger Brand in Zonenform sind beim Muffelofen nicht vorstellbar.

Ausgrabungsergebnisse und Rekonstruktionen

Die bisherigen Ausführungen bezweckten einen Einblick in die Technologie des Idealtyps des keltischen Töpferofens der Spätlatènezeit. Zusätzlich wurde der Versuch unternommen, eine Reihe ungeklärter Fragen zu beantworten, die sich auf die Bauart dieser keramischen Brenneinrichtungen im allgemeinen und auch auf die Betriebsverhältnisse und die durch sie ermöglichten Brennresultate im besonderen beziehen. Es wurden, soweit erforderlich, bereits Einzelheiten und Eigentümlichkeiten der ausgegrabenen Betrachtungsobjekte erwähnt. Anschließend sollen in vergleichender Weise die Ausgrabungsergebnisse der Öfen von Oberthau, Bieskau und Niederroßla möglichst eingehend technologisch ausgewertet werden, um alsdann zur Rekonstruktion zu gelangen bzw. diese Rekonstruktionen zu ergänzen oder dahin zu berichtigen, wie sie in den Zeichnungen gezeigt werden (Abb. 3–6 und 8). Sie können Anspruch darauf erheben,

1. restlos allen Grabungsergebnissen Rechnung zu tragen;
2. auf Grund heutiger technologischer Erfahrungen Rekonstruktionsentwürfe technisch einwandfrei arbeitender Brennmittel darzustellen, die der auftretenden mechanischen und thermischen Beanspruchung in einem Ausmaß gewachsen sind, wie es sich aus den Befunden der Anlagen ergibt, aber auch aus der Beschaffenheit der in ihnen gebrannten Gefäße;
3. Darstellungen der vollständigen Betriebsaggregate zu sein, also einschließlich der Feuerungsanlage.

Sämtliche keltischen Brennöfen der Spätlatènezeit im mittel- und ehemals ostdeutschen Raum waren, wie gesagt mit nur einer bisher bekannt gewordenen

zweifelhaften Ausnahme, in den anstehenden Erdboden eingebaut. Sie fallen daher typologisch unter den Sammelbegriff Erdofen.

Es wurden aber noch zusätzliche Ansprüche gestellt und zwar an die Bodenart, in die die Eintiefung vorgenommen wurde. Wie die Abbildungen anhand der Grabungsbefunde zeigen, waren die Öfen im Beobachtungsbereich ohne Ausnahme in wassertragenden mehr oder weniger fetten Löß oder Lößlehm eingesenkt. Durch den Anteil an Tonsubstanz sind es standfeste plastische Gesteine, die das Brennverhalten der Tone besitzen. Sie werden bei genügender Erhitzung dauerhaft zur mechanisch und thermisch resistenten Masse verfestigt nach Maßgabe der örtlichen geologischen und mineralogischen Verhältnisse. Die Eindringtiefe des einzelnen Ofenbauwerkes in den Lehm war unterschiedlich. Die günstigsten Bedingungen bei unseren Prüfungsobjekten lagen im Falle Niederroßla vor (Abb. 2 u. 3). Der Ofen stand restlos im Löß, im Falle Bieskau nur der Unterbau einschließlich der Herdplatte und im Falle Oberthau der Unterbau ohne Herdplatte. Der darüber hinausragende Ofenoberbau, die Brennkuppel, stand bei den beiden letzteren im hangenden Humusboden. Die in den Löß verlagerten Bauteile brauchten nur aus dem Anstehenden spanabhebend herausgeschält bzw. ausgehöhlt zu werden unter Herausbildung des Zwischensteges der inneren Heizgaskanäle unter der Herdplatte. Beim Ofen von Oberthau war der Steg ausnahmsweise nachträglich aus zusätzlich gemagerter plastischer Lehmmasse eingeformt. Entweder waren beim Ausmodellieren aus der Lehmschicht Fehler gemacht worden oder örtliche Sandeinlagerungen im Löß versprachen nur ungenügende Standfestigkeit; denn der Steg hatte in Oberthau nur geringen Querschnitt (10×20 cm) und war nur zungenartig an einem Ende mit der Wand der inneren Gaskanäle verbunden.

In gleicher Weise wie bei den Unterbauten aller Öfen, wurde in Niederroßla auch der Brennraum von der Erdoberfläche her, und hier mit untergreifendem Profil, im Lößlehm ausgehöhlt. Es mag eine schwierige Arbeit gewesen sein. Sie setzte aus arbeitstechnischen Gründen eine Mindestweite der Öffnung an der Erdoberfläche von 50 cm voraus, wie sie auch durch E. Schirmer rekonstruktiv nachgewiesen werden konnte. Im Interesse solider Brennraumwände wurde darauf verzichtet, den bequemen Herstellungsweg zu wählen, indem eine Baugrube ausgehoben und in dieser die Brennkuppel aus Lehmmasse freihändig oder auf Geflechschalung errichtet wurde, mit anschließender Verfüllung des verbleibenden Restraumes. Nach Fertigstellung des Brennraumes wurden die Innenwände mit Lehmörtel ein bis zwei Zentimeter stark abgeglättet. Beim Brennen härtete sich nicht nur der Lehmverputz, sondern auch der dahinter anstehende Lößlehm in einer Eindringtiefe von 5 bis 10 cm. Die Herstellungsschwierigkeiten werden durch eine außergewöhnliche Haltbarkeit der Brennkuppel belohnt. Sie wirkte sich dahingehend aus, daß der Ofen von Niederroßla einen einmalig guten Erhaltungszustand bis in unsere Tage bewahrte, sogar im Kuppelfirst. Leider fiel sie, wenn auch unverschuldet, den Laienausgräbern zum Opfer, noch bevor die Grabung von sachverständiger Seite fortgesetzt werden konnte.

Die Brennkuppel des Ofens von Oberthau hingegen lag im hangenden Humusboden des Löß. Die Schwarzerde besitzt an sich ebenfalls eine gewisse, wenn auch

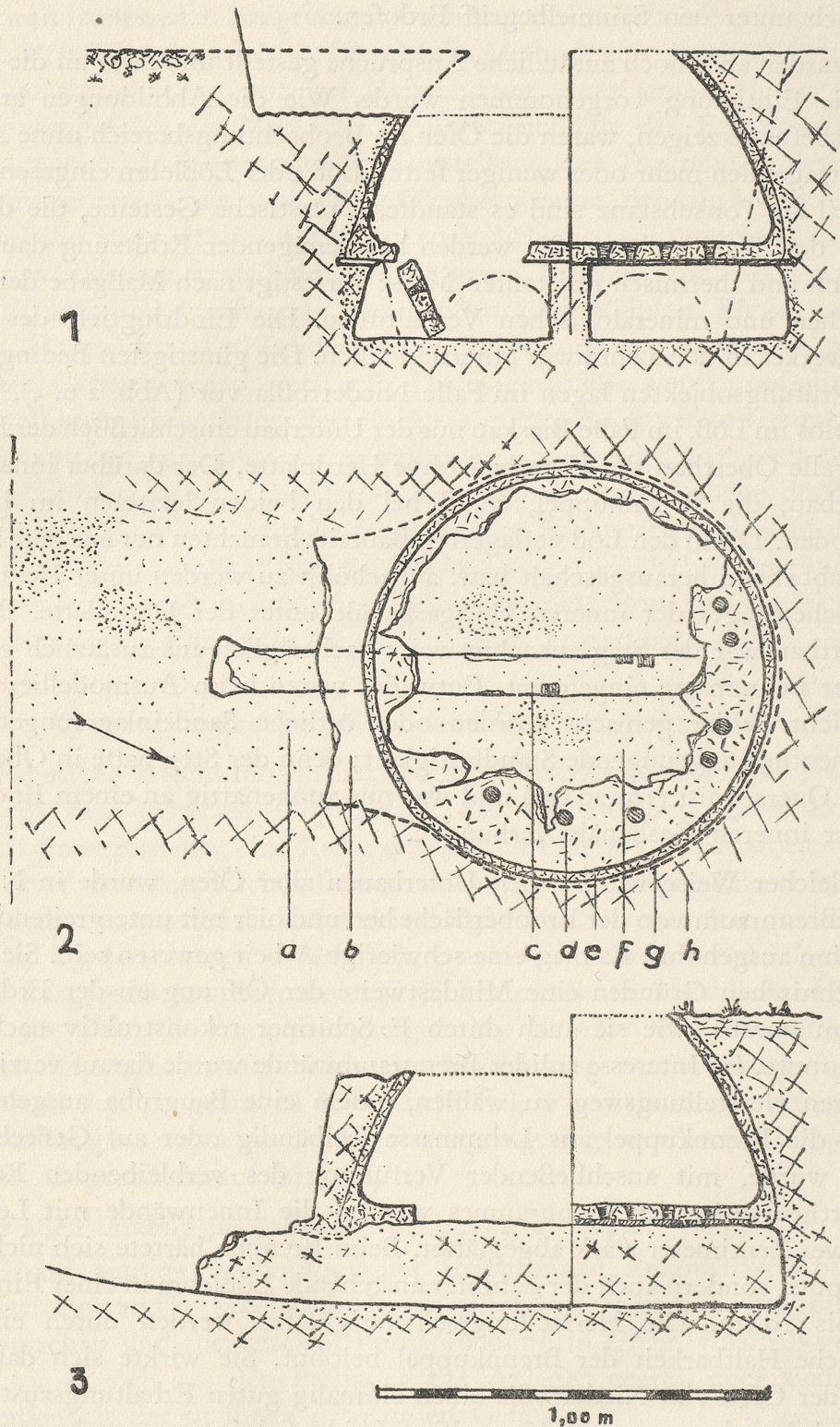


Abb. 2. Töpferofen von Niederroßla, Kr. Apolda (nach E. Schirmer, 1941, S. 27)

1: Querschnitt von WSW nach ONO. Linke Hälfte: Ausgrabungsbefund; rechte Hälfte: Rekonstruktion. 2: Grundriß: a: Vorplatz, b: Heizkanal, c: Steg, d: Rost, e: Kuppeldeckschicht, f: Feuerung, g: Außenwand der Feuerung, h: anstehender Löß. 3: Längsschnitt von SSO nach NNW (wie Fig. 1)

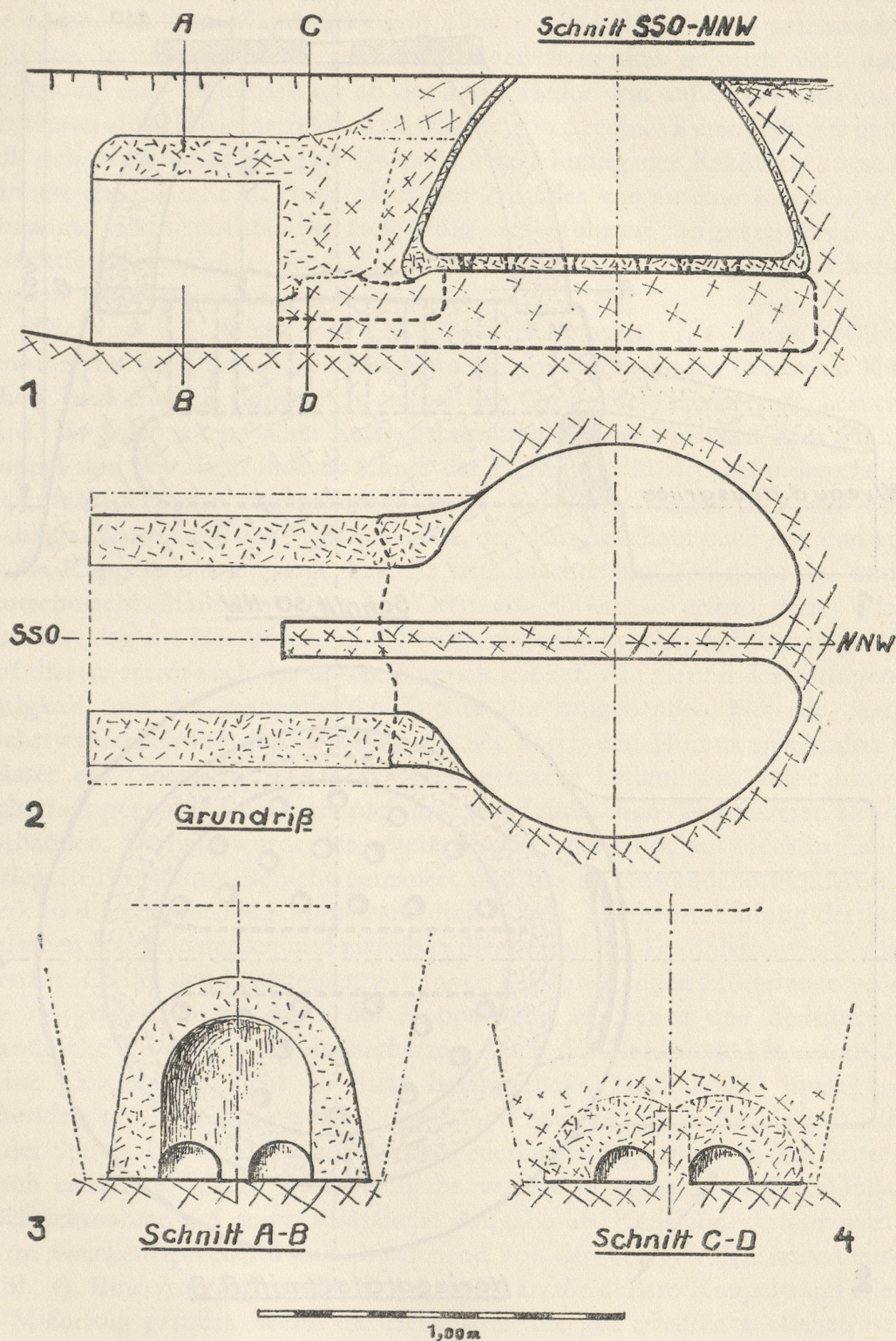


Abb. 3. Rekonstruktion des Töpferofens von Niederroßla, Kr. Apolda.

Die dick ausgezogenen Linien stellen den Grabungsbefund dar, die dünn ausgezogenen die rekonstruierte Ergänzung

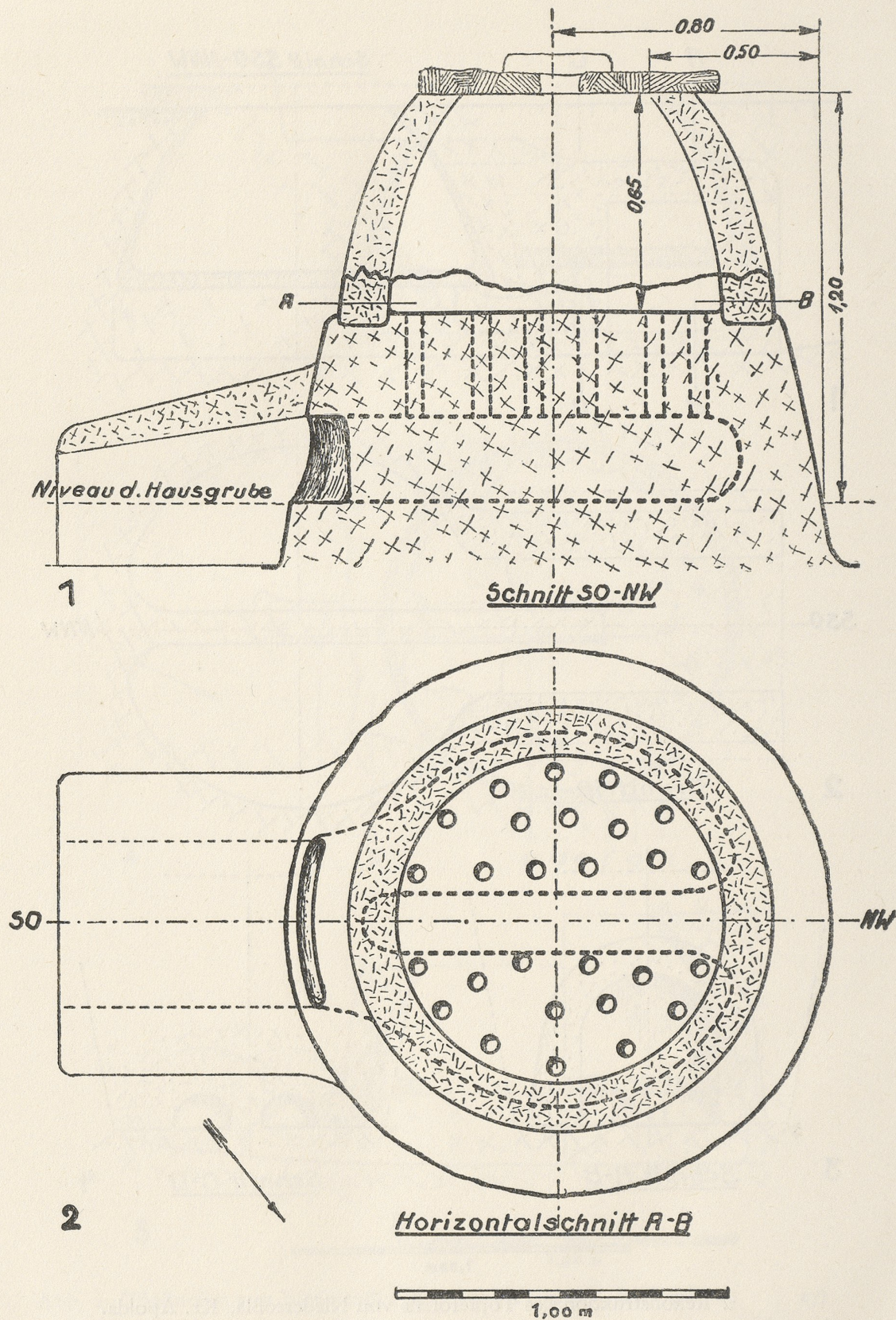


Abb. 4. Töpferofen von Bieskau, früher Kr. Leobschütz

Die dick ausgezogenen Linien stellen den Grabungsbefund dar, die dünn ausgezogenen die rekonstruierte Ergänzung

verminderte Plastizität und Binefähigkeit gegenüber dem Lehm. Deshalb mußte die Kuppel in ihrer Wandstärke von 8 bis 10 cm aus zusätzlich gemagerter Lehmsubstanz in vorgerichteter trichterförmiger Baugrube geformt und nach Austrocknung und Teilerhärtung an der Luft wieder von außen her verfüllt werden. Ob hierzu eine Hilfskonstruktion als Schalung in Art eines Rutengeflechts gedient hat, ließ sich nicht feststellen. Die Querschnittszeichnung der Rekonstruktion (Abb. 5) erinnert ebenso sehr an einen niedrigen Zylinder wie an eine Kuppel, so daß die Annahme eines vollständig freihändig ausgeführten ungestützten Aufbaues gerechtfertigt erscheint; denn Wandscherben der Kuppel mit Flechtwerkabdrücken wurden nicht gefunden.

Die von F. K. Bicker im Grabungsbericht vom 21. 11. 1942 irrtümlich angenommene Wandstärke von nur 2 cm der im Lockerboden liegenden Kuppel ist schon bautechnisch unmöglich, wenn die Größe des Baukörpers berücksichtigt wird. Es wurden nur noch Reste gebrannten Lehms zwischen dem Fußrand der Kuppel und der abgerundeten Kante der Herdplatte in situ gefunden, keilförmige Fugenfüllstücke der angegebenen Stärke. Zu einer Verkennung der wirklichen Sachlage führte auch der Feldsteinkranz, der dem Anschein nach nur von außen her an die Kuppelwand angelegt war. Er tritt an anderen Öfen nicht auf und war als bautechnische Maßnahme nur am Ofen von Oberthau erforderlich. Wie bereits vermerkt, lag die Herdplatte im Schwarzerdehorizont, aber auf dem liegenden Löß. Auf diesem setzte auch der untere Kuppelrand auf. Auf Grund der geringen Druckfestigkeit und der mangelhaften Dichte der umgebenden Füllerde, ferner weil höchstwahrscheinlich die von zu Tage her durch den Humus sickenden vadosen Wässer die Oberfläche des Löß weich gemacht hatten, war keine hinreichende Sicherheit gegen den Auflagedruck und den Seitenschub der schweren Lehmkuppel vorhanden. Deshalb wurde der untere Kuppelrand solide aus einer in Lehmörtel verlegten Feldsteinrollschicht gemauert und das so entstandene Fundamentmauerwerk in die aufgehende Kuppelwand einbezogen. Die Mörtelfüllung der Stoßfugen zwischen den Feldsteinen und zwischen diesen und der Herdplatte wurde nicht ganz zerstört. Die an den Feldsteinen von innen her anhaftenden Mörtelreste veranlaßten die Ausgräber, sie als Reste der Kuppelwand anzusehen und demzufolge deren Wanddicke auf etwa 2 cm einzuschätzen. Nach der Herdplatte hin waren die Feldsteine gleichmäßig dicht an diese herangerückt. Nach außen hingegen ragten besonders große Steine aus der Kuppelwand bzw. aus deren Fuß heraus. Ein Glied in der Steinreihe, und zwar auf der der Feuerungsanlage zugewandten Seite, war der schon erwähnte und in seiner Aufgabe verkannte sogenannte Verschußstein. In Rücksichtnahme auf seine zusätzliche Aufgabe als Kanalabdeckstein wurde seine Form zweckentsprechend und abweichend von den übrigen Bausteinen ausgewählt (Abb. 5). Eine Anlagerung des Steinkranzes an die äußere Kuppelwand allein hätte zu Mißerfolg geführt. Wenn die Herdplatte, die gut erhalten geblieben ist und in ihrer Nähe zum Feuerbett sehr hart gebrannt war, eine Stärke von 8,5 bis 10 cm besaß, wird man bestimmt auch die Stärke der Kuppelwand als besonders hochempfindliches Gebilde nicht geringer bemessen haben. Diese Überlegung wird gestützt durch die meisten Funde von Kuppelresten anderer Öfen gleichen Typs, die so zahlreich sind, daß auf die Anführung von Beispielen verzichtet werden kann.

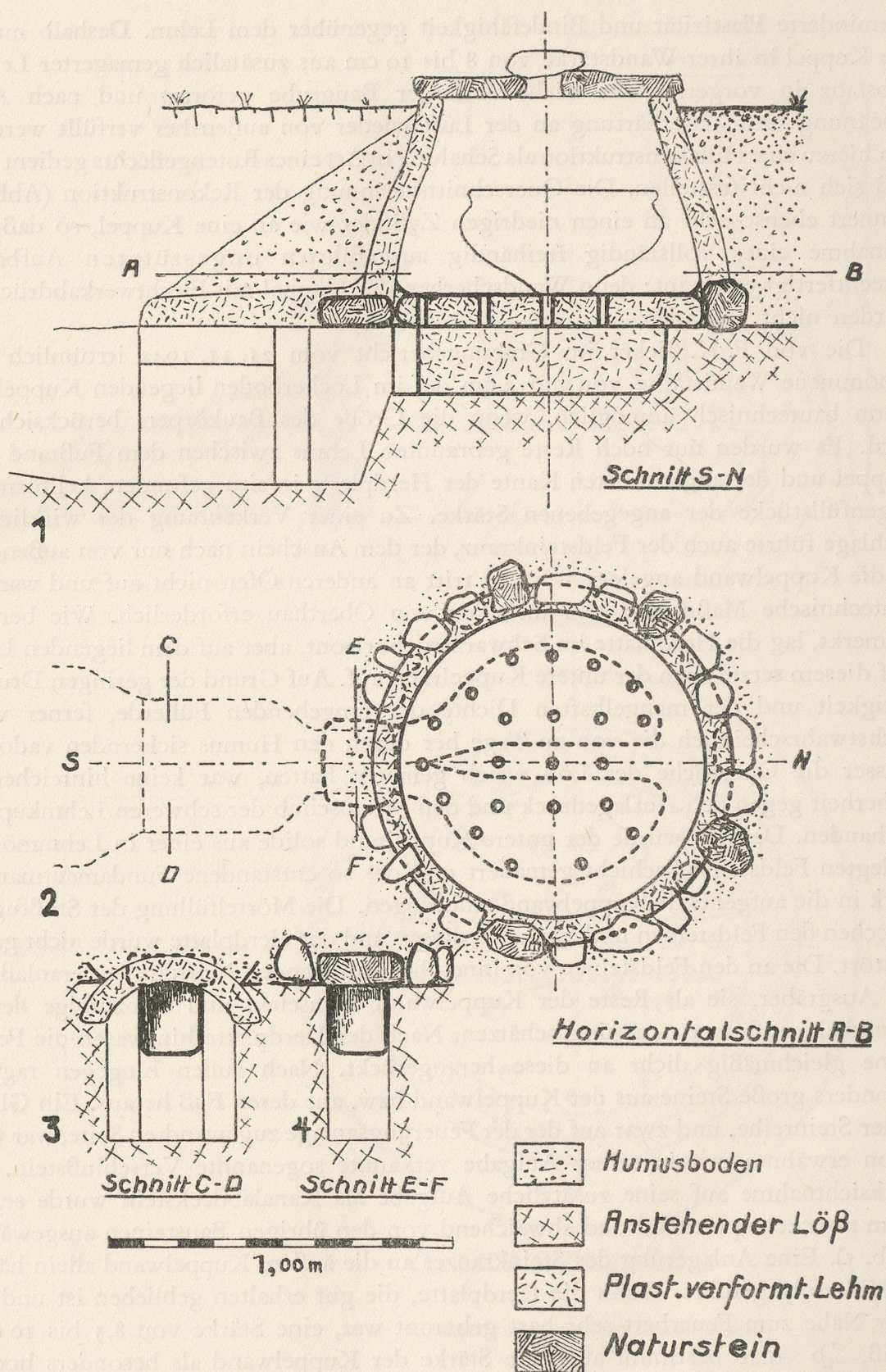


Abb. 5. Töpferofen von Ermlitz-Oberthau, Kr. Merseburg

Die dick ausgezogenen Linien stellen den Grabungsbefund dar, die dünn ausgezogenen die rekonstruierte Ergänzung

Von dem Töpferofen von Bieskau, Kr. Leobschütz, stehen für die technologische Überprüfung nur eine knappe Beschreibung²⁷⁾ und ein Zeitungsbericht fast gleichen Inhalts²⁸⁾ zur Verfügung. Es waren deshalb glückliche Umstände, daß die Ausgrabung vom heutigen Leiter des Laboratoriums des Landesmuseums Halle, Herrn O. Hanske, seiner Zeit ausgeführt wurde und seine Auskünfte über den Grabungsbefund geeignet sind, eine Rekonstruktion auf weitgehend gesicherter Grundlage zu gestatten. Herrn Hanske meinen Dank abzustatten, ist mir daher Bedürfnis. Die Rekonstruktionsergebnisse zeigen die Abb. 4 und 6, 1a.

Leider konnte gerade bei diesem Objekt nicht geklärt werden, ob der Ofen freistehend in einer offenen Erdgrube mit Überdachung des Brennerstandes errichtet oder unter gleichen Umständen der Ofenkörper vom Erdboden umhüllt war. Für die erstere Annahme sprechen verschiedene Beobachtungen. Es fällt der massige, aus dem Löß erhaben ausgeschnittene Unterbau auf. Der Fuß des Kuppelgewölbes (Abb. 4 u. 6, 1a) als geschlossener Ring von 10 bis 20 cm Höhe war wohl erhalten neben zahlreichen gebrannten Fragmenten der Kuppelwand, die in der Erdfüllung des ehemaligen Brennraumes über der Herdplatte lagen. Die Wandstärke der Kuppel betrug etwa 15 cm. Es zeichneten sich keinerlei Flechtwerkabdrücke ab. Die Innenfläche war handgeglättet, ein Beweis freihändigen Aufbaues, der bei der kräftigen Dimensionierung der Wand in Verbindung mit Gestalt und Größe der Kuppel keine Schwierigkeiten bereitet haben könnte. Außerdem gewährte die hohe Wandstärke genügende Standfestigkeit und Isolation gegen Wärmeverluste, die den Brennbetrieb gestört haben könnten, auch wenn kein Erdmantel den Kuppelbau umgeben haben sollte. Ist die freistehende Bauart Tatsache gewesen, so kann es sich nur um eine Versuchsbauart gehandelt haben, die bei späteren Ofenbauten den Befunden nach nicht beibehalten wurde.

Den lichten Weiten der Einsatzöffnungen der Brennräume liegen in den Rekonstruktionsbildern zugrunde

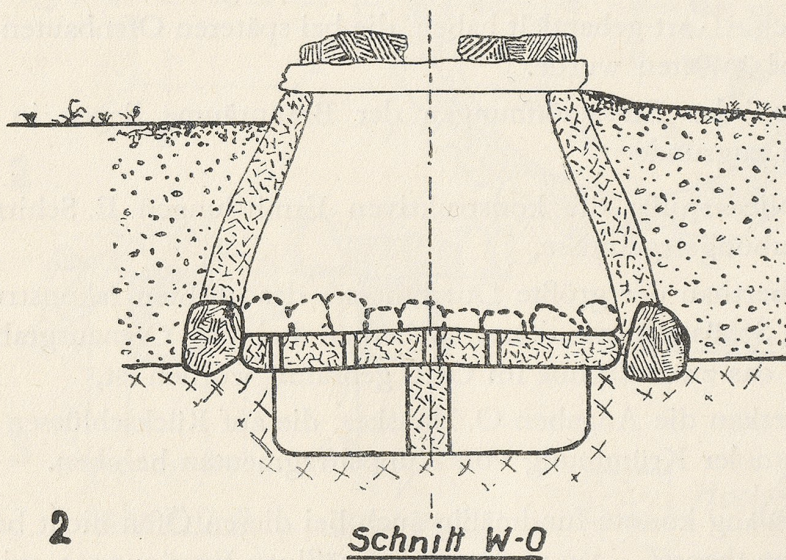
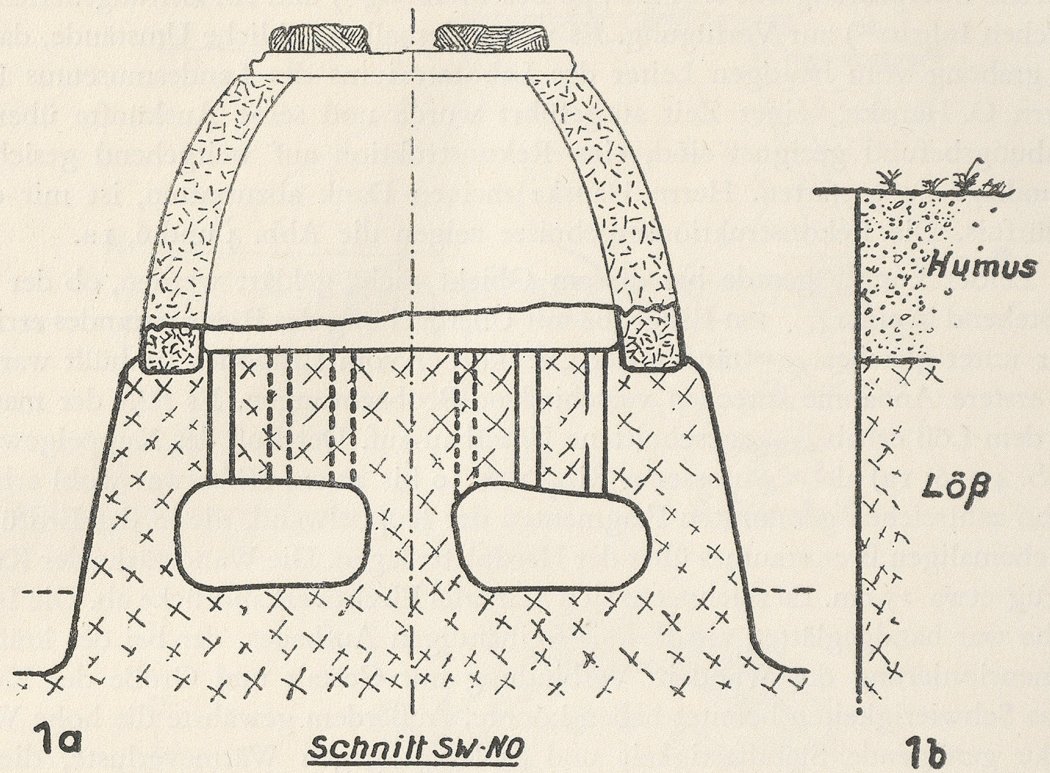
1. beim Ofen von Niederroßla die konstruktiven Ermittlungen E. Schirmers anhand der Ausgrabungsergebnisse,
2. beim Ofen von Oberthau der größte Durchmesser des größten rekonstruierbaren Gefäßes in Schüsselform, dessen Scherben bei der Ofenausgrabung zutage kamen und das zweifelsohne im Ofen gebrannt worden ist,
3. beim Ofen von Bieskau die Angaben O. Hanskes, die auf Rückschlüssen und Schätzungen anhand der Krümmung von Kuppelfragmenten beruhen.

Die Art der Abdeckung konnte fundmäßig auch bei diesen Öfen nicht belegt werden. Die eingehenden theoretischen und versuchsmäßigen Erwägungen, wie sie eingangs unter dem idealisierten Ofentyp dargelegt sind, dürften indessen die angewendete Rekonstruktion in den Abbildungen rechtfertigen, auch ohne daß der Phantasie Spielraum eingeräumt werden muß.

Der Ofenunterbau war bei allen drei Funden am besten erhalten, denn er lag im festen Lehm Boden, weit unterhalb der Tagesoberfläche, aber stets oberhalb des

²⁷⁾ B. v. Richthofen, 1926, S. 191 u. Taf. XXIV, 3.

²⁸⁾ Neue Ausgrabungen im Deutschen Osten, in: Illustrierter Tag, Nr. 13 v. 27. 3. 1927, Abb.



1,00 m

Abb. 6. Querprofile durch die Töpferöfen von Bieskau und Ermlitz-Oberthau
 1: Bieskau, früher Kr. Leobschütz; 2: Ermlitz-Oberthau, Kr. Merseburg

damaligen Grundwasserspiegels, bedingt durch die Wahl des Aufstellungsortes im Gelände. Die Sicherung gegen atmosphärische Angriffe wurde durch die Brennverfestigung des Ofenkörpers im Betrieb erhöht und zwar mehr als bei dem höher gelegenen Brennraum. Die Heizgase, die in der Feuerung entstehen, durchströmten zuerst den Unterbau des Ofens und gaben hier bereits einen Teil ihrer Wärme an die Ofenwände ab. Nach dem Durchzug durch die gelochte Herdplatte wurde noch ein Teil der Restwärme vor dem Verlassen des Ofens auf den Einsatz und auf die Wand des Brennraumes übertragen. Die große Einbautiefe des Ofenunterbaues sicherte gegen spätere mechanische Zerstörungen von der Erdoberfläche her, im Gegensatz zum Oberbau und ebenso zur Vorfeuerung, die an sich neben dem Ofenkörper liegend weniger geschützt lag. Sie war im höchsten Ausmaß der Betriebsabnutzung unterworfen, da in ihr die höchsten Temperaturen auftraten und direkter Kontakt mit dem glühenden Brennstoff bestand. Bei allen Ausgrabungen ergab sich die Konstruktion des Unterbaues zweifelsfrei aus dem Befund. Die Ergebnisse genügen der Rekonstruktion.

Dasselbe gilt für die Herdplatte mit gewissen Einschränkungen. Bei den einzelnen Öfen ergaben sich konstruktive Unterschiede. Die Lochplatte besaß beim Ofen von Niederroßla nur eine von E. Schirmer durch Zeichnung (Abb. 2, 1 u. 3) belegte Stärke von 5 cm bei 1,00 m Durchmesser²⁹⁾. Sie war aus organisch gemagerter Lehmsubstanz als plastische Arbeitsmasse aufbereitet und in dem vorgerichteten Ofenraum auf Holzschalung aufgeknetet worden, in ähnlicher Weise wie heute Betondecken gestampft werden. Die Holzschalung aus Brettchen unterschiedlicher Stärke und Breite, wie sie E. Schirmer³⁰⁾ beschreibt, wirkte vorübergehend als tragender Unterzug, solange die Masse noch nicht durch Trocknung und Brand genügend verfestigt war. Die Aufgabe eines bleibenden Stützelementes versah der Steg (Zunge). Es wirkt befremdend, daß die Herdplatte von Niederroßla nur die genannte geringe Stärke besaß, obwohl es sich keineswegs um einen Sonderfall handelt, wenn der Beobachtungsbereich erweitert wird.

Eine andere Version der Herstellung und Einbringung der Herdplatte scheidet technisch aus. So konnte wegen zu geringer Durchlaßweite der ausgehöhlten Kuppel kein Einbau des separat, d. h. außerhalb des Ofens geformten und getrockneten Stückes erfolgen, wie es E. Schirmer schon erkannte. Aber ebenso wenig kann die Platte im Wege des Gießverfahrens, also des Eingusses flüssigen Lehmbreies, auf die vorgerichtete Schalung, wie er meint, erzeugt worden sein³¹⁾. Das keramische Gießverfahren wurde erst in der Neuzeit entwickelt. Es ist physikalisch und technologisch an Voraussetzungen gebunden, die in der Latènezeit unter keinen Umständen vorlagen. Selbst heute noch, nach Erforschung aller Bedingungen, die den Erfolg sicherzustellen vermögen, würde es nicht gelingen, das Werkstück unter den gegebenen Verhältnissen im Gießverfahren in brauchbarer Beschaffenheit zu fertigen.

Wie die Schmolzerscheinungen an den Rißkanten der Herdplatte von Oberthau erkennen lassen und wie die Erfahrung mit dem Brennverhalten der flußmittelreichen

²⁹⁾ E. Schirmer, 1941, S. 24.

³⁰⁾ E. Schirmer, 1941, S. 24f.

³¹⁾ E. Schirmer, 1941, S. 26.

Lehme lehrt, sind solche Rohstoffe niemals genügend feuerfest für Ofenanlagen, um der Brennbeanspruchung auf längere Zeit widerstehen zu können. Wir dürfen schon den vielfachen Funden an deformierten Töpfen und solchen mit Schmolzerscheinungen (Brennausschuß) entnehmen, daß in unseren Öfen zeitweilig Brenntemperaturen herrschten, die die Garbrandtemperatur des Einsatzes überschritten, also zur Feuererweichung der Gefäßformlinge führten und sich in gleichem Ausmaß auf die Herdplatte auswirkten, auf der das Brenngut aufgestellt war. Erfahrungsgemäß liegt die Spitzentemperatur bei Holzfeuerung in ähnlichen Ofentypen bei etwa 1000°C . Es liegt weder durch die Ofenkonstruktion noch durch die Brennmethode eine zwangsläufige Begrenzung der Brenntemperatur auf etwa 600°C vor, wie es zuweilen auf Grund allgemeiner Primitivität prähistorischer Brennanlagen angenommen wird. Gewiß finden wir auch an den Töpfen, die in solchen Öfen gebrannt wurden, sehr oft Anzeichen von sogenanntem Schwachbrand. Man beachte in der augenscheinlichen Beurteilung der Gefäße stets, daß die Eigenschaften der dauerhaften Brennverfestigung erst oberhalb von 720°C erreicht werden und dann auch nur, wenn die Brenndauer genügend ausgedehnt wird. Die Scherben zeigen, daß es gerade daran am meisten fehlte. Unterschreitungen dieser Faktoren ergeben unter allen Umständen einen Scherben, der im Wasser oder in feuchtem Erdreich früher oder später erweicht und schließlich dem Zerfall unterliegt. Die Ursache liegt darin, daß zwar bei über 100°C die restlichen 5 % Anmachewasser, die bei normaler Lufttemperatur im lufttrockenen Formling noch enthalten sind, entweichen, aber frühestens oberhalb 350°C die allmählich ablaufende chemische Umformung der Substanz beginnt, d. h. das Entweichen und die Zersetzung des chemisch gebundenen Wassers. Der Vorgang endet bei etwa 720°C . Erst darüber hinaus kann von einem gebrannten Scherben im keramischen Sinne gesprochen werden. Die Schmelztemperatur der Lehme liegt im allgemeinen oberhalb 950 bis 1000°C , soweit bei der Vielzahl der Rohstoffe derartige Ziffern überhaupt überschlägig angegeben werden können. Die vorher beginnende Erweichung im Feuer setzt meist allmählich, mitunter aber auch spontan ein. Es ist deshalb nicht auffällig, wenn die Herdplatten der keltischen Öfen, gefördert durch ihre Lochung, Zerstörungerscheinungen durch Feuereinwirkung aufweisen, am stärksten dünne Platten, wie im Ofen von Niederroßla. Die Feuererweichungerscheinungen des keramischen Baustoffes sind auch die Ursache für die allmähliche Absenkung des gesamten Ofens.

Beim Ofen von Oberthau senkte sich, wie eingangs schon in anderem Zusammenhang erwähnt wurde, zunächst die flachzylindrische Wand der inneren Heizgaskanäle, auf der die Kuppelwand mit ihrem Steinsockel ruhte, wahrscheinlich schon bei der Austrocknung des Lehmestops noch vor dem ersten Brande; dann senkte sich auch in der ständig wiederkehrenden hohen Hitze die Herdplatte, bis deren Bruch eintrat (Nachweis am Ausstellungsobjekt im Landesmuseum Halle).

Ein besonders instruktives Beweisstück ist der Töpferofen von Nimptsch, früher Kr. Reichenbach, der eine gleichstarke Herdplatte besaß (Abb. 7)³²⁾. Die geschilderten Ursachen brachten sogar den ganzen Ofen zum Einsinken, wodurch

³²⁾ Chr. Pescheck, 1939, S. 90 ff.

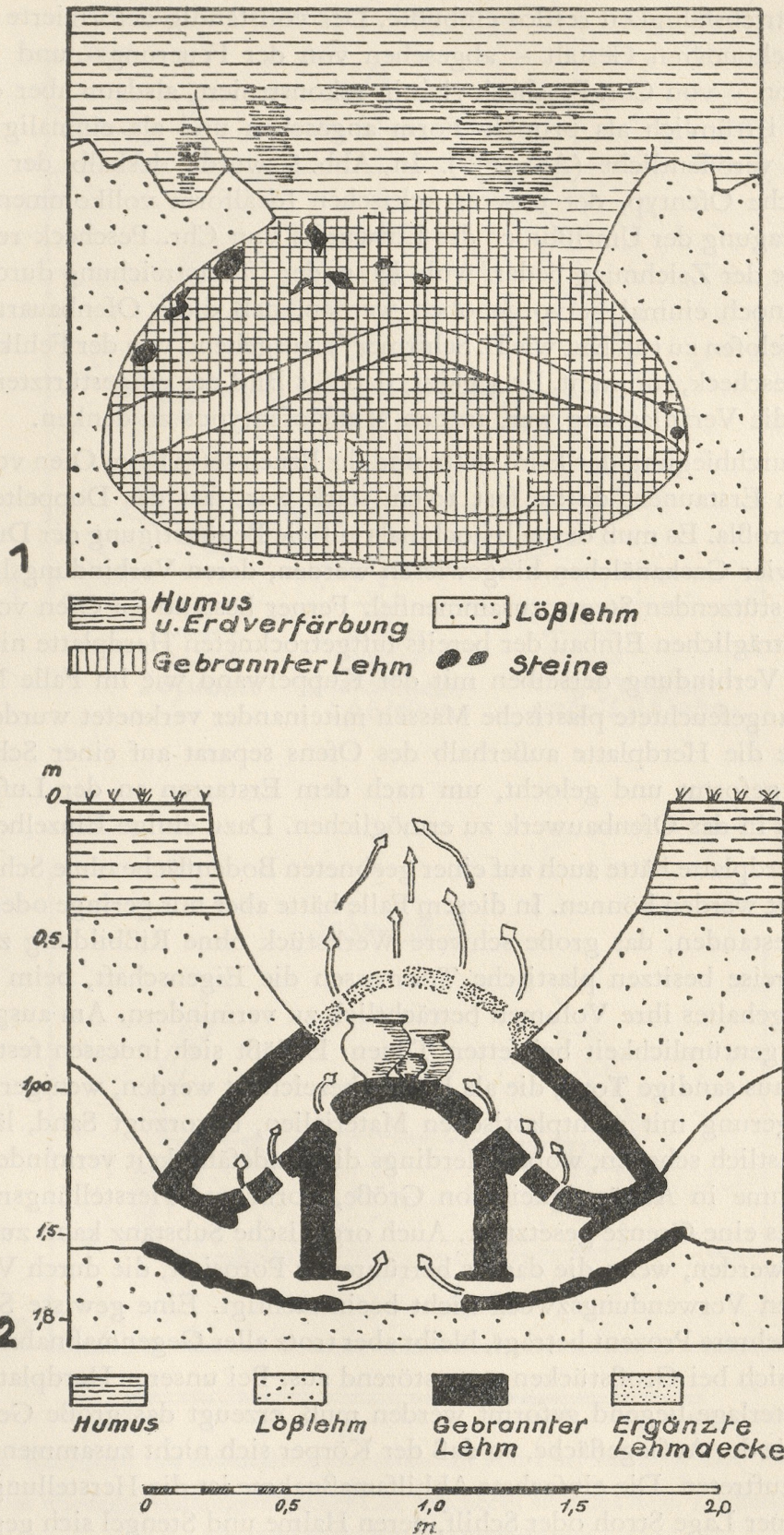


Abb. 7. Töpferofen von Nimptsch, früher Kr. Reichenbach
(nach Chr. Pescheck, 1939, S. 90ff. Abb. 1 und 2)

1: Profilschnitt durch den Ofen; 2: Versuch einer Wiederherstellung des Ofens

er seine Betriebsfähigkeit restlos einbüßte. Der vollständig deformierte Ofen wurde in seiner sekundären Gestalt — abgesehen von der Feuerungs- und Doppelstegkonstruktion — von Chr. Pescheck richtig rekonstruiert, alsdann aber das Zerrbild des Ofens irrtümlich als primäre Form angesehen und als einmalig gefundener Sondertyp veröffentlicht (Abb. 7)³³. In Abb. 8 wurde deshalb der tatsächliche ursprüngliche Ofentyp, der unserer keltischen Idealform vollkommen entspricht, unter Eintragung der Umrißlinien des Entwurfes von Chr. Pescheck rekonstruiert. Die Sprache der Zeichnung bedarf wohl kaum der Unterstreichung durch das Wort. Hier mag noch einmal hervorgehoben werden, daß diese Ofenbauart nichts mit einem Muffelofen zu tun hat, wie E. Schirmer³⁴), ausgehend von der Fehlkonstruktion von Chr. Pescheck, annimmt. Es scheint, daß das Bild des eingestürzten Ofens von Nimptsch die Veranlassung war, an den Muffelofentypus zu denken.

Die Durchbiegung der Herdplatte und ihr Bruch setzt beim Ofen von Oberthau zunächst in Erstaunen, da sie fast 10 cm stark war, fast das Doppelte des Ofens von Niederroßla. Es muß deshalb nochmals auf die Begünstigung der Durchbiegung durch die vier Gaskanälchen hingewiesen werden, deren Verbindungslinie mit der Achse des stützenden Steges zusammenfiel. Ferner bestand im Ofen von Oberthau durch nachträglichen Einbau der bereits luftgetrockneten Herdplatte nicht die gute homogene Verbindung derselben mit der Kuppelwand wie im Falle Niederroßla, wo gleich angefeuchtete plastische Massen miteinander verknüpft wurden. In Oberthau wurde die Herdplatte außerhalb des Ofens separat auf einer Schilfunterlage freihändig geformt und gelocht, um nach dem Erstarren an der Luft Transport und Einbau in das Ofenbauwerk zu ermöglichen. Dazu einige Einzelheiten:

Die Herdplatte hätte auch auf einer geebneten Bodenfläche ohne Schilfzwischenlage geformt werden können. In diesem Falle hätte aber nur geringe oder auch keine Aussicht bestanden, das große schwere Werkstück ohne Rißbildung zu trocknen. Bekannterweise besitzen plastische Tonmassen die Eigenschaft, beim Verdunsten des Wassergehaltes ihre Volumen beträchtlich zu vermindern. Am ausgeprägtesten ist diese Eigentümlichkeit bei fetten Tönen. Es läßt sich indessen feststellen, daß von Natur aus sandige Tone, die als Lehme bezeichnet werden, weniger schwinden. Durch Magerung mit nichtplastischen Materialien, bevorzugt Sand, läßt sich der Vorteil künstlich schaffen, wobei allerdings die Bindefähigkeit vermindert wird und der Maßnahme in Abhängigkeit von Größe, Form und Herstellungsmethode des Werkstückes eine Grenze gesetzt ist. Auch organische Substanz kann zur Magerung verwendet werden, wenn die daraus herrührende Porosität, die durch Verbrennung entsteht, den Verwendungszweck nicht beeinträchtigt. Eine gewisse Schwindung, die linear mehrere Prozent beträgt, bleibt aber trotz aller Gegenmaßnahmen bestehen und wirkt sich bei Großstücken stets störend aus. Bei unserer Herdplatte, die flach auf der Unterlage liegend geformt werden muß, erzeugt das große Gewicht hohe Reibung mit der Auflagefläche, so daß der Körper sich nicht zusammenziehen kann und Risse auftreten. Die einfachste Abhilfsmaßnahme ist die Herstellung des Formlings auf einer Lage Stroh oder Schilf, deren Halme und Stengel sich gegeneinander

³³) Chr. Pescheck, 1939, S. 90 ff., Abb. 1 u. 3.

³⁴) E. Schirmer, 1941, S. 31.

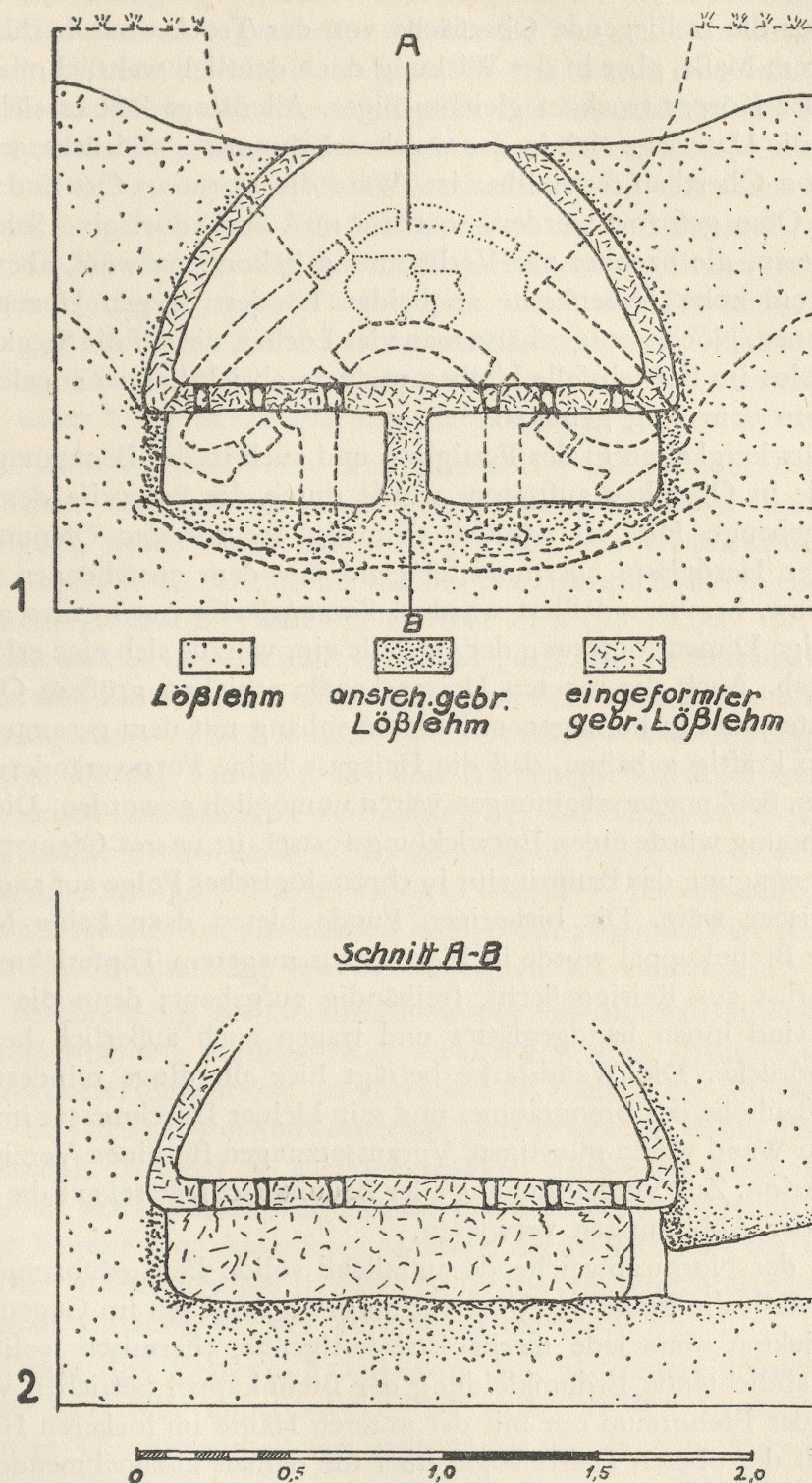


Abb. 8. Korrektur des Rekonstruktionsversuches von Chr. Pescheck nach Abb. 7, 2.

Die Umriss des Wiederherstellungsversuches Chr. Peschecks sind aus Abb. 7, 2 übernommen und als punktierte Linien eingetragen

verschieben lassen: der Gleitwiderstand wird wesentlich vermindert. Gleichzeitig wird nicht nur die freiliegende Oberfläche von der Trockenluft berührt, sondern in beschränktem Maße, aber in der Wirkung doch deutlich wahrnehmbar, auch die Unterseite. Der Körper trocknet gleichmäßiger. Allerdings läßt es sich nicht vermeiden, daß die Unterlage sich in der weichen Lehmmasse abdrückt, wie es an der Herdplatte von Oberthau feststellbar ist. Wäre die Platte an Ort und Stelle ihres Einbaues im Ofen geformt worden, so hätte man auch dort eine Schilfunterlage einbauen können, die nachher zur Verbrennung gekommen wäre, aber man hätte nicht die 10 cm hohe Außenkante an beiden Rändern wegen Unzugänglichkeit abrunden können. Noch weniger hätte man vier Löcher, die auf die Stegkrone trafen, also wirkungslos im Betriebsfalle bleiben mußten, absichtlich so angelegt, sondern hätte sie neben dem Steg gebohrt.

Allen Schwierigkeiten in der Fertigung und auch in der Benutzung der Herdplatte, wie sie in Oberthau auftraten, wurde durch die Bauweise des Ofens von Bieskau vorgebeugt. Hier ist nämlich einmalig der gesamte Ofenunterbau einschließlich der Herdplatte zusammenhängend aus dem anstehenden Lehm ausgeschnitten bzw. herausmodelliert worden. Zwangsläufig trat in diesem Falle eine überaus kräftige Dimensionierung der Bauteile ein, woraus sich eine erhöhte Standfestigkeit ergab. Auch die inneren Heizgaskanäle erhielten größere Querschnitte. Die Herdplatte stand in homogenem Zusammenhang mit dem gesamten Unterbau und wurde so kräftig gehalten, daß die Heizgase keine Formveränderung hervorrufen konnten. Senkungserscheinungen waren unmöglich geworden. Diese bauliche Vervollkommenung würde einen Entwicklungsfortschritt unsres Ofentyps bedeuten, wenn die Übertragung des Bauprinzips in chronologischer Folge auf andere Töpferöfen nachweisbar wäre. Die bisherigen Funde bieten dazu keine Möglichkeit. Lediglich die Brennkuppel wurde in Bieskau aus magerem Töpferlehm, wiederum ohne Hilfsgerüst aus Reisiggeflecht, freihändig aufgebaut; denn die gefundenen Bruchstücke sind innen handgeglättet und tragen auch äußerlich keinerlei hinweisende Abdrücke. Die Wandstärke beträgt hier allerdings mindestens 15 cm. Die geringe Bauhöhe des Brennraumes und sein kleiner Durchmesser im Verhältnis zu der starken Wand waren günstigste Voraussetzungen für einen Verzicht auf eine Hilfskonstruktion. Zur Verdeutlichung aller Bauunterschiede sei auf die Vergleichsmöglichkeit der Abbildungen verwiesen.

Die von der Norm abweichende auffallend solide Bauausführung des Ofens von Bieskau stellt die Frage zur Untersuchung, ob der Ofen im Gegenstaz zu den Vergleichsobjekten ohne jede mechanisch festigende, thermisch isolierende und pneumatisch abdichtende Erdumkleidung der Brennkuppel betrieben worden sein kann, zumal der Brennraum nur mit der unteren Hälfte im lockeren Humusboden stand und mit der oberen Hälfte sogar über die damals anzunehmende und heute vorhandene Erdoberfläche hinausragte. Dieses Argument hat indessen wenig Gewicht, da die Kuppel trotzdem durch künstliche Hügelbildung vollständig eingehüllt gewesen sein kann.

Die außergewöhnlich robuste Bauausführung würde den Betrieb des Ofens auch ohne Erdeinhüllung gestatten. Spannungsrisse der Kuppelwand würden aber trotz der großen Wandstärke, gemessen an den Öfen mit Erdhülle, ebenfalls auf-

treten, weil sie auf längere Sicht unabwendbar sind. Da der abdichtende Erdmantel fehlt, ist der Eintritt von sogenannter falscher Luft in den Brennraum daher nicht zu verhindern, die Steuerbarkeit der Feuerführung würde eingeschränkt sein, ein vollendeter Reduktionsbrand wäre unmöglich. Die Lebensdauer der Kuppel würde beim freistehenden Ofen beträchtlich abgekürzt. Nach der mehr andeutenden als ausführenden Fundbeschreibung B. v. Richthofens³⁵⁾ lag der Ofen — wenigstens mit dem Bedienungsstand vor dem Schürloch — zum Teil in einer anschließenden Wohngrube. O. Hanske zweifelt das an. Die rechteckige Einbaugrube habe wohl eine sitzbankartige Abstufung erkennen lassen, und einige Pfostenlöcher am Rande der Eintiefung ließen den Gedanken an einen hölzernen Überbau aufkommen, aber brauchbare Rekonstruktionsunterlagen für einen Hausbau oder einen teilweisen Ofeneinbau unter Dach waren aus dem Befund nicht zu gewinnen.

Der Ofen kann keinesfalls mit dem Rauchabzug unter einem brennbaren Dach gestanden haben oder gar in einem geschlossenen Gebäude: Brandgefahr und Rauchbelästigung wären nicht erträglich gewesen, die Ofenbedienung wäre zur Unmöglichkeit geworden. Mithin könnte nur der eigentliche Brennerstand vor dem Schürloch wettergeschützt gewesen sein. Aber auch das schließt die geschilderten Gefahren nicht aus. Es ist keinesfalls vorstellbar, daß man, in Erkennung der Gefahr und entgegen aller Einsicht, den Ofen so nahe an eine Wohnanlage ohne zwingende Gründe herangerückt haben könnte. Sollte nun im Widerlegungsversuch der Gedankenfolge an die Bauweise ur- und frühgeschichtlicher Backöfen gedacht werden, bei denen eine bauliche Verbindung des Backofens mit dem Wohn- oder Wirtschaftsgebäude nachweisbar ist, so muß darauf hingewiesen werden, daß ein Backofen kein zulässiges Vergleichsobjekt ist. Die Betriebsbedingungen sind wesentlich unterschiedliche, am meisten infolge differierender Betriebstemperaturen und die für eine Brenncharge jeweils benötigten Wärmemengen.

In der Beschreibung des Grabungsbefundes von Bieskau, die nur als textlich knappe Veröffentlichung vorliegt, zeichnen sich zusätzlich Irrtümer ab, wenn auch von untergeordneter Bedeutung. So korrigiert O. Hanske die Angabe B. v. Richthofens³⁶⁾, der Ofen sei von Südwesten her geheizt worden, dahin, daß es von Südosten her geschah. Er weist die Richtigkeit seines Einwandes durch das Kartenbild und als Kenner der örtlichen Verhältnisse nach, da der Fundort auf dem Grundbesitz seiner Familie lag. Aus dieser Sachlage heraus läßt sich die Frage, ob der Bieskauer Ofen ausnahmsweise in einer Erdgrube freistehend errichtet war, nicht klären, es muß vorläufig bei der Vermutung bleiben.

Die Bauart der Feuerungsanlagen der spätlatènezeitlichen Ofenanlagen konnte bisher nur völlig unbefriedigend aufgeklärt werden. In der Literatur wird dieser wichtige Ofenbestandteil fast vollständig übergangen. Man begnügte sich zumeist mit der Feststellung der Lage der Feuerung zum Ofenkörper. Ein Teil der Sachbearbeiter sah irrtümlich die inneren Heizgaskanäle unterhalb der Herdplatte als Feuerung an, ein anderer die äußeren Kanäle. Man dachte nicht daran, daß die geringe Bauhöhe der Kanäle überhaupt — oft sind es außerhalb des Ofens nur hand-

³⁵⁾ B. v. Richthofen, 1926.

³⁶⁾ B. v. Richthofen, 1926.

flächengroße Öffnungen und innerhalb des Ofenkörpers lichte Höhen von 20 cm — die Einbringung sperrigen Brennstoffes wie Holz, noch dazu in ausreichenden Mengen, gar nicht zuließen. Der Ofen von Niederroßla hatte nur zwei halbkreisförmige Manteldurchbrüche des Unterbaues von je 15 cm Breite und etwa 12 cm Höhe. Am Ofen von Oberthau war nur ein einziger Durchbruch von 18 cm Breite und 20 cm Höhe vorhanden, wie aus der Höhe der Innenkanäle und den Abmessungen des aufgefundenen Abdecksteines des äußeren Kanals geschlossen werden darf. Soweit der Steg unmittelbar vom Ofeninneren her vor dem Manteldurchbruch, also dem Schürhals endete, verliefen die Heizgaskanalachsen symmetrisch gekrümmt. Die Brennstoffeinbringung unter der Herdplatte wurde dadurch restlos unmöglich. Auch weniger sperrige Brennstoffe wie Reisig und Torf hätten sich in genügender Menge nicht einbringen lassen. Noch weniger kommt eine Feuerungsmethode in Frage, die Št. Janšák angenommen hat in der Abhandlung über die Töpferöfen der späteren Latènezeit in Bratislava³⁷⁾. Er dachte an ein offenes Holzfeuer auf dem Vorplatz der Öfen und an ein sekundäres Einschüren des glühenden Brennstoffes unter die Herdplatte, also an eine Nutzbarmachung nur des Anteiles der schwerflüchtigen Kohlenwasserstoffe des Brennmaterials — der kurzflammigen — nachdem die leichtflüchtigen, mit langer Flamme brennenden Gase als unentbehrliche Wärmeträger vorher ungenützt in die freie Luft entwichen waren. Man darf den Erbauern der keltischen Öfen schon so viel Erfahrung und Geschick zutrauen, daß sie derartige Erschwernisse und Nachteile an ihren Brenneinrichtungen konstruktiv zu vermeiden wußten.

Die allgemeine Bauart der Feuerungen ist eine zweckmäßigere gewesen. Die Feuerung wurde nicht unter, sondern vor dem Ofenkörper angelegt. Daraus ergab sich das Bauprinzip der sogenannten Vorfeuerung, auf deren Vorhandensein schon die Beschaffenheit des Bodens des Vorplatzes hinweist. Leider hat man bei fast allen Grabungen gerade diese Stelle überhaupt nicht oder nicht genügend sorgfältig untersucht. Es hätten zumindest genaue Bodenprofile angelegt, veröffentlicht und besprochen werden müssen. Zukünftige Grabungen mögen dieser Sachlage Rechnung tragen. Aus den vorstehenden Ausführungen heraus kann das Brennstoffbett nur eine überdeckte Brennstoffkammer als freie Endung der äußeren Heizgaskanäle gewesen sein, auf deren Sohle der Brennstoff zur Entflammung gebracht wurde. Sie lag auf der Luvseite des Ofens und hatte ein offenes Schürloch in Größe des Kammerquerschnittes, also eine offene Stirnseite, durch die das Brennmaterial eingeführt wurde. Die Beschaffenheit des letzteren läßt gewisse Schlüsse auf Höhe und Breite der Feuerung zu. Der zweckmäßigen Größengestaltung stellte sich in dem Typ Vorfeuerung kein Hindernis in den Weg, ebenso wenig der Verwendung aller verfügbaren und brauchbaren Brennstoffarten ohne deren übertriebene Zerkleinerung und Zuführung in Kleinstrationen. Doch sehen wir uns an, welche Fundergebnisse und Beobachtungen überhaupt vorliegen und wie sie sich für die Rekonstruktion unserer Feuerungsanlagen auswerten lassen.

In Niederroßla wurde südsüdöstlich vom Ofenunterbau und unmittelbar vor dem Durchbruch zu den inneren Heizkanälen ein Erdaushub von etwa 90 cm Länge

³⁷⁾ Št. Janšák, Eine Töpferei des hohen Latène in Bratislava, in: Slovenská Archeológia 3, 1955, S. 195—219, Auszug in französischer Übersetzung S. 220f.

und 80 cm Sohlenbreite festgestellt. In den Zeichnungen (Abb. 2, 1 u. 2 sowie 3, 2, 3 u. 4) ist diese Grube in strichpunktiierten Linien eingetragen. Die Sohle lag im Horizont der Heizgaskanalsolehle. In der Ausschachtung ragte der verlängerte Steg, auf dem die Herdplatte ruhte, 40 cm über den Ofenumfang hinaus. In der von E. Schirmer³⁸⁾ übernommenen Abb. 2, 1 sind — ebenfalls in Strichpunktmanier — die Querschnitte der beiden äußeren Kanäle eingetragen, aber nicht ihre Lichtweiten, sondern die Außenumrisse. Die doppelt gewölbte bzw. kappengewölbeartige Abdeckung mit plastisch verformter Lehmmasse ist gesichert durch die Fragmente, die dem Ofenmantel im Ausgrabungszustand noch anhafteten (Abb. 2, 2). Damit ist zunächst die Bauart der äußeren Heizgaskanäle bis an die eigentliche Feuerung heran klargestellt. Die Feuerung war demzufolge im Anschluß an das Kanalsystem ebenfalls in die Erdgrube eingebaut. Ein Querprofil der Rekonstruktion zeigt Schnitt C—D (Abb. 3, 4). Es ist einwandfrei zu ersehen, daß die engen, im Querschnitt fast halbkreisförmigen Rohre nicht der Aufnahme festen Brennstoffes gedient haben können, sondern nur Heizgasleitungen waren, die den Zweck hatten, die in der Feuerung entwickelten Heizgase zum Ofen zu leiten.

Die ausgewählten drei Öfen sind in der Verbindung der Feuerung mit den inneren Heizgaskanälen, also dem eigentlichen Ofenkörper, unterschiedlich konstruiert. Der Ofen von Niederroßla besaß zwei nachgewiesene äußere Gaskanäle von etwa 40 cm, der Ofen von Oberthau nur einen solchen von 25 cm Länge. Beim Ofen von Bieskau war die Feuerung höchstwahrscheinlich unter Verzicht auf jeden verbindenden Kanal unmittelbar dem Ofen vorgelagert, ermöglicht durch den soliden Ofenunterbau. Derartige Bauunterschiede übten keinen nennenswerten Einfluß auf die erreichbaren Höchsttemperaturen aus, ebensowenig auf die Feuerführung und den Ablauf des Brennprozesses. Entweder haben gelände- und bodenbedingte Umstände oder reine Eigenwilligkeit der Erbauer zu der konstruktiven Differenzierung geführt. Jedenfalls bedeuten diese Konstruktionsvarianten kaum technologische Entwicklungsstufen innerhalb des Betrachtungsbereiches der angeführten drei Öfen. In späterer Zeit tritt nun aber deutlich die Tendenz hervor, den Zwischensteg, wie am Ofen von Niederroßla, weit über den Unterbau hinaus zu verlängern und damit auch die äußere Heizgasleitung als einfachen oder parallelgeführten Doppelkanal. Typische Beispiele hierfür sind bei sonst übereinstimmender Bauart die nachfolgenden Brenneinrichtungen:

1. die keltischen Töpferöfen von Bratislava aus dem 1. Jahrhundert u. Z.³⁹⁾,
2. der römische Töpferofen von Hailfingen, O. A. Rottenburg, aus dem 2. Jahrhundert u. Z.⁴⁰⁾,
3. der kaiserzeitliche Töpferofen von Weddinghusen, Kr. Norder-Dithmarschen⁴¹⁾,

³⁸⁾ E. Schirmer, 1941, Abb. 2.

³⁹⁾ Št. Janšák, 1955, S. 195 ff.

⁴⁰⁾ A. Stroh, Römischer Töpferofen mit einheimischer Keramik von Hailfingen, O. A. Rottenburg, in *Germania* 18, 1934, S. 98—102.

⁴¹⁾ K. W. Struve, 1944, S. 179 ff.

4. die Töpferöfen aus der Töpferkolonie von Jgołomia (Zofipole) an der oberen Weichsel, aus dem 4. Jahrhundert u. Z.⁴²⁾,
5. die Töpferöfen III und IV von Tropiszów, Kr. Miechow an der oberen Weichsel, aus dem 3. bis 5. Jahrhundert⁴³⁾.

Besonders in Jgołomia und Tropiszów waren die äußeren Heizgaskanäle gut, ja bei Ofen IV in Tropiszów fast vollständig erhalten. Sie lehren, daß man auf Grund der Erfahrungen von Generationen es vorzuziehen schien, die Feuerungsanlage nicht mehr unvermittelt dem Ofenkörper anzugliedern, sondern Verbindungskanäle zu projektieren und zu bauen, die bisweilen, wie in Bratislava, Zofipole und Tropiszów, gestatteten, die Feuerung bis zu einem Ofendurchmesser und mehr vom Ofenkörper entfernt einzubauen. Die Begründung dafür kann nur in dem Umstand gefunden werden, daß dadurch die Betriebsfähigkeit der Anlagen verlängert wurde; denn die einseitig erhöhte Wärmeübertragung auf die hochempfindliche Brennkuppel, an die sich bis dahin der Feuerungsraum mehr oder weniger anlehnte und auf die er ausstrahlen konnte, war durch die neuerliche große räumliche Entfernung beider Bauteile voneinander unterbunden. Daraus würde sich die Berechtigung ableiten lassen, zwischen den Öfen sonst gleicher Bauart unmittelbar vor und nach der Zeitwende einen Entwicklungsfortschritt zu sehen.

⁴²⁾ Jgołomia, Zjazd Polskich Towarzystw Archeologicznych i Numizmatycznych w Nowej Hucie w czerwcu 1953, Abb. 9. — A. Źaki, Jgołomia. Uwagi o malopolskim ośrodku produkcji ceramiki siwej, in: Archeologia III, 1952, S. 342—352.

⁴³⁾ T. Reyman, 1936, Taf. XXX, 2; XXXII, 1; XXX (Töpferofen III); XXXIV (Töpferofen IV).

Die Töpferöfen III und IV von Tropiszów sind mit etwa 1,30 und 1,45 m innerem Kuppeldurchmesser und dementsprechend in allen anderen Abmessungen größer geworden als ihre spätlatènezeitlichen Vorgänger. Es geschah im Zuge des wirtschaftlichen Fortschrittes und der Entwicklung industrieller Töpfersiedlungen an der oberen Weichsel, wobei die Zahl der Ofenaggregate die Hundertgrenze in örtlicher Zusammenballung überschritt. Allerdings braucht damit noch nicht gesagt zu sein, daß alle festgestellten Ofenanlagen gleichzeitig in Betrieb waren, da das einzelne Objekt nur eine verhältnismäßig kurze Lebensdauer hatte.

Es entsteht auf Grund der klaren Zeichnungen und der Lichtbilder zunächst der Eindruck, daß bei Ofen III (Taf. XXXIII) die beiden Heizgaskanäle, die nur 45 cm lang sind, sich vor dem Stegkopf zu einer Feuerung von 50 cm Länge vereinigen und daß diese erhalten geblieben ist. Das ist nicht der Fall; mögen auch die Grundrißlinien als teilweise seitliche Begrenzung sich bei der Ausgrabung noch einigermaßen abgezeichnet haben, so blieb doch der Aufbau der Feuerkammer ungeklärt, bis auf eine gewisse Einengung der rekonstruktiven Variationsmöglichkeiten.

Ähnliche Verhältnisse ergeben sich aus der Skizze des Ofens IV (Taf. XXXIV). Hier liegt ein Längsprofil vor, im Gegensatz zum Bild von Ofen III. Die äußeren Heizgaskanäle waren nicht bis über die Zungenspitze hinaus erhalten, so daß auch hier die in der Grundrißzeichnung eingetragenen punktierten Konturen ebenfalls nichts über die Bauart der Feuerung aussagen können. Da die beiden Kanäle den gegebenen Abmessungen nach geräumig genug sind, um als Brennstoffbett gedient zu haben, drängt sich der Gedanke auf, es könne sich hier um eine Doppelfeuerung handeln. Gegen die Annahme sprechen aber doch gewichtige Gründe rein technologischer Art, auf deren Erörterung hier wohl verzichtet werden kann. Die Bauarten der Feuerungen der Töpferöfen aus dem Gebiet an der oberen Weichsel können uns daher unter Stützung auf die bisher über sie vorliegenden Veröffentlichungen der Fundergebnisse vorerst keine ergänzenden, sondern allenfalls nur bestätigende Erkenntnisse vermitteln.

Die eigentliche Feuerung, die das Feuerbett barg, kann in Niederroßla nur vor dem genau bestimmbar äußeren Stegende, aber innerhalb der restlichen Baugrube aufgebaut gewesen sein, die wie erwähnt 90 cm lang und 80 cm breit war und von deren Länge bereits 40 cm von der Kanalanlage in Anspruch genommen waren. Mithin kann die Feuerung für die Aufnahme des Brennstoffes nur eine Bettlänge von 50 cm gehabt haben. Gemessen am Brennrauminhalt des Ofens bedeutet das längen- und flächenmäßig Mindestabmessungen, die darauf schließen lassen, daß gut vorgerichtetes trockenes Brennholz genützt wurde, um die Garbrandtemperatur zu erreichen. Die Baulänge ließ sich in diesem Fall auch nicht willkürlich unter Verkürzung der Gaskanäle vergrößern, da über diesen die beim Aufbau des Ofens teilweise beseitigten Erdmassen wenigstens insoweit wieder aufgefüllt werden mußten, wie es die wärmetechnische Mantelisolierung durch die Einhüllung der Brennkuppel erforderte. Im übrigen wurde nach der Tendenz, den gesamten Ofen in Niederroßla nach Möglichkeit durch Aushöhlung des anstehenden Lehmes zu fertigen, auch über den Gaskanälen die Kuppelwand nicht verletzt. Die Verlängerung der außen liegenden Grundrißlinien der beiden Kanäle bildete zweifelsohne auch die seitliche Begrenzung des Brennstoffbettes, so daß sich dessen Grundfläche mit 40 cm Breite und 50 cm Länge ergibt. Für den Aufbau des Tonnengewölbes auf den seitlichen Stützwänden, in Übereinstimmung mit dem Kanalgrundriß, verblieb ein freier Raum auf jeder Seite von 20 cm Breite. Daraus läßt sich aus Gründen sachgemäßer Herstellung der Seitenwände der Feuerung deren Wand- und Gewölbestärke mit etwa 15 cm ableiten. Die Feuerung war nach dem Brennerstand hin offen. Es mag sein, daß hilfsweise vorübergehend Steine davor gesetzt wurden. Einen Beweis gibt es dafür nicht, ebenso wenig wie ein solches Bedürfnis unter normalen Betriebsbedingungen nicht vorgelegen haben kann, da die Zugregulierung durch den variablen Rauchabzug erfolgte. Die rückwärtige Stirnwand der Feuerung war durch eine senkrechte Lehmfläche abgeschlossen, die in der Ansichtsfläche die Mündungen der beiden Heizgaskanäle zeigte (Abb. 3, 3, Schnitt A–B). Auch das Feuerungsgewölbe war aus gemagertem Lehm geformt. Die Sohlenhöhe der Feuerung war fixiert durch den rotgebrannten Lößboden, der bei der Grabung festgestellt werden konnte. Er bildete mit der Sohle der inneren Heizgaskanäle eine nahezu horizontale Fläche. Die Rekonstruktionsergebnisse ließen sich zwanglos zur betriebsfähigen geschlossenen Ofenanlage vereinigen (Abb. 3, 1–4).

Der Töpferofen von Ermlitz-Oberthau stimmt in der Rekonstruktion (Abb. 5 u. 6, 2) weitgehend mit dem Ofen von Niederroßla überein, selbst in den Hauptabmessungen. Soweit im einzelnen Abweichungen vorliegen, sind sie auf die unterschiedlichen Eintiefungsmöglichkeiten der Anlagen in den kompakten Lößlehm zurückzuführen. Daraus ergaben sich beispielsweise die Fundamentierung der Brennkuppel durch Feldsteine auf dem liegenden Lehm und die Verwendung einer Steinplatte als Abdeckung des äußeren Heizgaskanals an Stelle eines Lehmgewölbes. Die Brennkuppel selbst weicht in ihrem Profil vom Vergleichsobjekt nur soweit ab, als es durch die individuell angelegte größere Beschickungsöffnung bedingt ist.

Der Ofen von Oberthau ist nur mit einem äußeren Heizgaskanal ausgestattet. Er ist 25 cm lang und 18 cm breit, bei 20 cm Höhe. Bautechnisch war es Not-

wendigkeit und Vorteil, die Abdeckung mit einer einzigen Steinplatte in dauerhafter Beschaffenheit vorzunehmen. Auf Haltbarkeit in großer Hitze mußte hier besonders Bedacht genommen werden. Der untere Rand der Lehmkuppel überspannte den Heizkanal, der seiner Kürze wegen gleichsam Schürhals war. Der Kuppelfuß konnte durch einen genügend starken flachen Naturstein als Bestandteil des Feldsteinkranzes am zuverlässigsten gestützt werden, so lange die Kanalseitenwände aus Lehm in der Vollhitze nicht nachgaben. Die Schürhalsöffnung, deren Querschnitt sich von selbst ergab, wurde nicht wie am Ofen von Niederroßla durch den hindurchführenden verlängerten Steg reduziert. Dieser wurde kürzer gehalten als die Länge des lichten Durchmessers des Ofenunterbaues. Noch vor Erreichung der inneren Peripherie lief er aus strömungstechnischem Grunde in eine senkrechte Schneide aus. Der äußere Kanal konnte sich vom Abdeckstein aus zum Brennstoffgebiet hin erweitern. Die Baulänge der Feuerung war durch bautechnische Umstände nicht begrenzt und konnte den Bedürfnissen angepaßt werden. Anhaltspunkte für die effektiven Abmessungen erbrachte die Grabung nur durch verwischte Bodenverfärbungen. Es wurde deshalb in der Rekonstruktion eine Angleichung unter Berücksichtigung der Dimensionen der Anlage von Niederroßla vorgenommen. Die Verfärbung rührte wie dort nicht allein vom glühenden Brennstoff her, sondern von einer späteren Auffüllung einer Eintiefung in die Sohle. Ihr Grundriß entsprach der anzunehmenden Breite der Feuerungsanlage. Die Sohle muß annähernd 25 cm tiefer als diejenige der Kanäle gelegen haben (Abb. 5), da sich sonst nur 20 cm Bauhöhe für die Feuerung ergeben hätten, was technisch gesehen eine Unmöglichkeit bedeuten würde; denn die obere Begrenzung des lichten Raumes über dem Feuerbett ist durch die Höhenlage der Herdplatte gegeben. Es entstand so die im allgemeinen Teil beschriebene Feuerbrücke, deren Aufgabe dort erläutert wurde. Gegenüber der Bauart Niederroßla liegt darin ein unverkennbarer, wenn auch kleiner Entwicklungsfortschritt technologischer und typologischer Art. Die Feuerbrücke ist auch keinesfalls als Produkt einer willkürlichen manuellen Handlung der Ofenbauer zu verstehen. Reste der Seitenwände der Feuerung waren bei der Grabung nicht erkennbar. Es läßt sich deshalb nicht mit Sicherheit klären, ob der Schnitt C–D (Abb. 5, 3) den ursprünglichen Bauzustand darstellt oder die Feuerung analog dem Schnitt A–B (Abb. 3, 3) des Ofens von Niederroßla gebaut war. Beide Möglichkeiten waren gegeben. Dieser Unsicherheitsfaktor besitzt indessen nur untergeordnete Bedeutung. Das Rekonstruktionsbild des Ofens kann dadurch nur unwesentlich getrübt werden. Die genügend lang gebaute Feuerung gestattete auch in Oberthau die lückenlose Umkleidung der Kuppel mit angehäufert und eingestampfter Erdmasse für die Versteifung und Isolation des Brennraumes.

An Hand des so entstandenen Rekonstruktionsbildes des Ofens von Oberthau wurden am vorhandenen Modell im Landesmuseum Halle Berichtigungen und Ergänzungen vorgenommen. Einen Eindruck von der räumlichen Gestalt und der Bauart des Ofens in betriebsfertiger Vollständigkeit vermitteln die Bilder des Modells (Taf. 45–47). Die einzelnen Bauteile sind zerlegbar, so daß dem Beschauer sowohl ein Einblick in den Brennraum durch einen Ausschnitt in der Wand der Kuppel möglich ist, als auch in den inneren Aufbau der Feuerungsanlage. Um dem Auge einen Anhalt für die maßstäblichen Verhältnisse zu gewähren, wurde im

Einsatzraum das Modell des größten terrinenartigen Gefäßes aufgestellt, dessen Scherben beim Ofen gefunden wurden (Randdurchmesser etwa 55 cm, H.: 30 cm)⁴⁴⁾.

Die geologischen Verhältnisse, die für den Ofen von Bieskau vorlagen, sind ebenso wie der Aufstellungsort neben allen anderen Gesichtspunkten, die zu beachten waren, mit Vorbedacht ausgewählt worden. Sie sind denen von Ermlitz-Oberthau sehr ähnlich⁴⁵⁾. Das wirkte sich auch auf die Bauart der Öfen im allgemeinen wie der Feuerungsanlagen im besonderen aus.

So hat der Ofen von Bieskau denselben kurzen Steg wie der Ofen von Oberthau. Der Steg endet in der Richtung auf die Feuerung schon vor der Durchbruchsstelle im Ofenunterbau. Die beiden inneren Heizgaskanäle vereinigen sich demzufolge örtlich schon im Ofeninneren und durchdringen den Mantel in einer einzigen Öffnung in ovalem bzw. angenähert rechteckigem Querschnitt. Ihr konnte der Schürraum unter Entfall oder Verkümmerung des äußeren Heizgaskanals unmittelbar vorgelagert werden (Abb. 4, 1 u. 2). Die Baulänge der Feuerung muß aber so gehalten gewesen sein, daß die Einhäufelung der Brennkuppel auch über dem Feuerungsgewölbe möglich war. Sie wurde mit 70 cm rekonstruiert, entsprechend der etwas gesteigerten Gesamtgröße des Ofens (Abb. 4, 1 u. 2).

Zieht man die Möglichkeit in Betracht, daß der Ofen von Bieskau frei im Raume gestanden haben könnte, so würde die angewandte Rekonstruktion der Feuerung auch einer solchen Voraussetzung gerecht werden. Konstruktiv ergeben sich somit keine Anhaltspunkte für nennenswerte Abweichungen vom Idealtyp der keltischen Töpferöfen. Der Horizont des Grubenfußbodens, der vorübergehend, möglicherweise auch dauernd, den Ofen umgab, ließ sich nicht genau bestimmen. Dem Grabungsbefund nach, wie er sich aus den Abb. 4 und 6, 1 ergibt, dürfte die Grubensohle etwas tiefer gelegen haben als die Unterkante der Kanalöffnung im Ofenmantel, schätzungsweise etwa 20 cm. Es darf demnach auch die Anlage einer Feuerbrücke vermutet werden. Ein Jahr nach der Ausgrabung und Entfernung des Ofens wurde nach Mitteilung von Herrn O. Hanske eine ergänzende Untersuchung der Bodenfläche des Ofenstandortes vorgenommen. Es wurde eine ausgefüllte, nicht scharf umrissene Grube vor der Durchbruchöffnung des Ofenmantels festgestellt, die sich durch Verfärbung und Materialbeschaffenheit des Füllgutes von der Umgebung abhob. Es war die Grube für die Feuerungsanlage, die der Flammeneinwirkung erhöht ausgesetzt und deren Auskleidung, wie bei allen Öfen, zuerst der Zerstörung anheimgefallen war. Zunächst ist damit bewiesen, daß die inneren und hier größeren Heizgaskanäle auch im Falle Bieskau nicht als Brennstoffherd gedient haben und die Sohle der Feuerung tiefer gelegen war als der den Ofen umgebende Fußboden. Das gilt für den Fall, daß ein solcher überhaupt vorhanden und der Ofen nicht wie in allen übrigen Vorkommen vollständig eingeeidet war, mit Ausnahme eines Erdschlitzes für den Heizerstand.

In diesem Zusammenhang muß noch einmal auf die Frage der Einhäufelung oder des freistehenden Aufbaues der Gesamtanlage zurückgegriffen werden. Wird nämlich auf Grund dieser Erwägungen in Verbindung mit dem Grabungsbefund das daraus

⁴⁴⁾ V. Toepfer, 1953, S. 75, B 2 u. S. 76, Abb. 2. Auf Taf. IV steht das Gefäß neben dem Ofen.

⁴⁵⁾ Vgl. Abb. 5, 1 u. 6, 1 a, b.

gewonnene Rekonstruktionsbild (Abb. 4 u. 6, 1a) zugrunde gelegt, so erscheint auch die Frage der Ofenbeschickung mit Gefäßen in neuem Licht.

Die Einsatzöffnung der Kuppel liegt 1,20 m über dem Raumfußboden. Die innere Kante der Einsatzöffnung befindet sich 0,50 m neben dem Lot durch den Fußrand des Unterbaues. Die Herdplatte, die den Einsatz zu tragen hat, liegt 0,65 m tiefer als die Kuppelöffnung (Abb. 4, 1). Aus diesen Maßverhältnissen ergeben sich, bezogen auf die Körpermaße des Menschen, recht erschwerend wirkende Bedingungen für das Aufstellen der zu brennenden Ware auf der Herdplatte. Es muß die hohe Bruchempfindlichkeit trockener, großer Gefäßformlinge berücksichtigt werden. Der Töpfer bedarf zum Einsetzen beider Hände. Es mag dem Leser überlassen bleiben, sich selbst ein Urteil zu bilden, ob diese Gegebenheit ohne weiteres hinnehmbar oder ob darin ein Grund zu finden ist, den Einbau des Ofens in den Erdboden bis zur Höhe der Einsatzöffnung anzunehmen, wie es bei allen übrigen Öfen des keltischen Typus der Spätlatènezeit der Fall war.

Von den Brenngruben zum Töpferofen

Die Ausführungen mögen nicht zum Abschluß gelangen, ohne eine Betrachtung angefügt zu haben über ein rezentcs Brennverfahren, von dem O. Förtsch spricht⁴⁶⁾. Es wird der Brennvorgang skizziert, der noch in der zweiten Hälfte des vergangenen Jahrhunderts in der Herstellung irdener Töpfe tiefschwarzer Färbung und glänzender Oberfläche bei den Töpfern in der Tucheler Heide üblich war und durch die Beschreibung der Brennanlage in verlorener Bauweise unser Interesse beanspruchen darf.

Auf der Sohle einer mäßig tiefen Erdgrube wurden die lufttrockenen Gefäßformlinge auf untergelegten Ziegelsteinen mit allseitigem Zwischenraum aufgestellt. Alle Zwischenräume wurden bis zu einer Höhe von 7 bis 13 cm über die Oberkanten der Topfware hinaus mit gebrannten Topfscherben locker ausgefüllt, mithin der ganze Grubenraum (Abb. 9). Die Heizgase durchzogen die Zwischenräume. „Glühte der Ofen vollständig“, d. h. war die Garbrandtemperatur erreicht, so wurde er „mit Rasenstücken belegt, die Zuglöcher mit fettem Kienholz gefüllt und dann dicht zugesetzt“. Dem eigentlichen, an sich oxydierend wirkenden Brennvorgang wurde das sekundäre Reduktionsverfahren angeschlossen. In dieser Brennphase ließ man die Temperatur allmählich bis zur Erkaltung des Einsatzes absinken. Der unverbrauchte Kohlenstoff (C) färbte die Gefäße schwarz.

Die Bauweise der Feuerung und die Art der Befeuerung werden leider nicht erwähnt. Da innerhalb der Ofengrube keine Möglichkeit der Unterbringung von Brennstoff — wiederum nur Holz oder Torf — bestand, die Heizgase aber den Ofen von unten nach oben durchströmten, kann die Heizungsanlage nur auf ähnliche Art, wie wir sie schon bei den spätlatènezeitlichen Öfen kennen lernten, außerhalb der Ofengrube angelegt gewesen sein. Es darf angenommen werden, daß sie provisorisch in Trockenmauerwerk innerhalb eines Erdschlitzes aufgesetzt war, der an die Ofengrube anschloß.

⁴⁶⁾ O. Förtsch, 1894, S. 62.

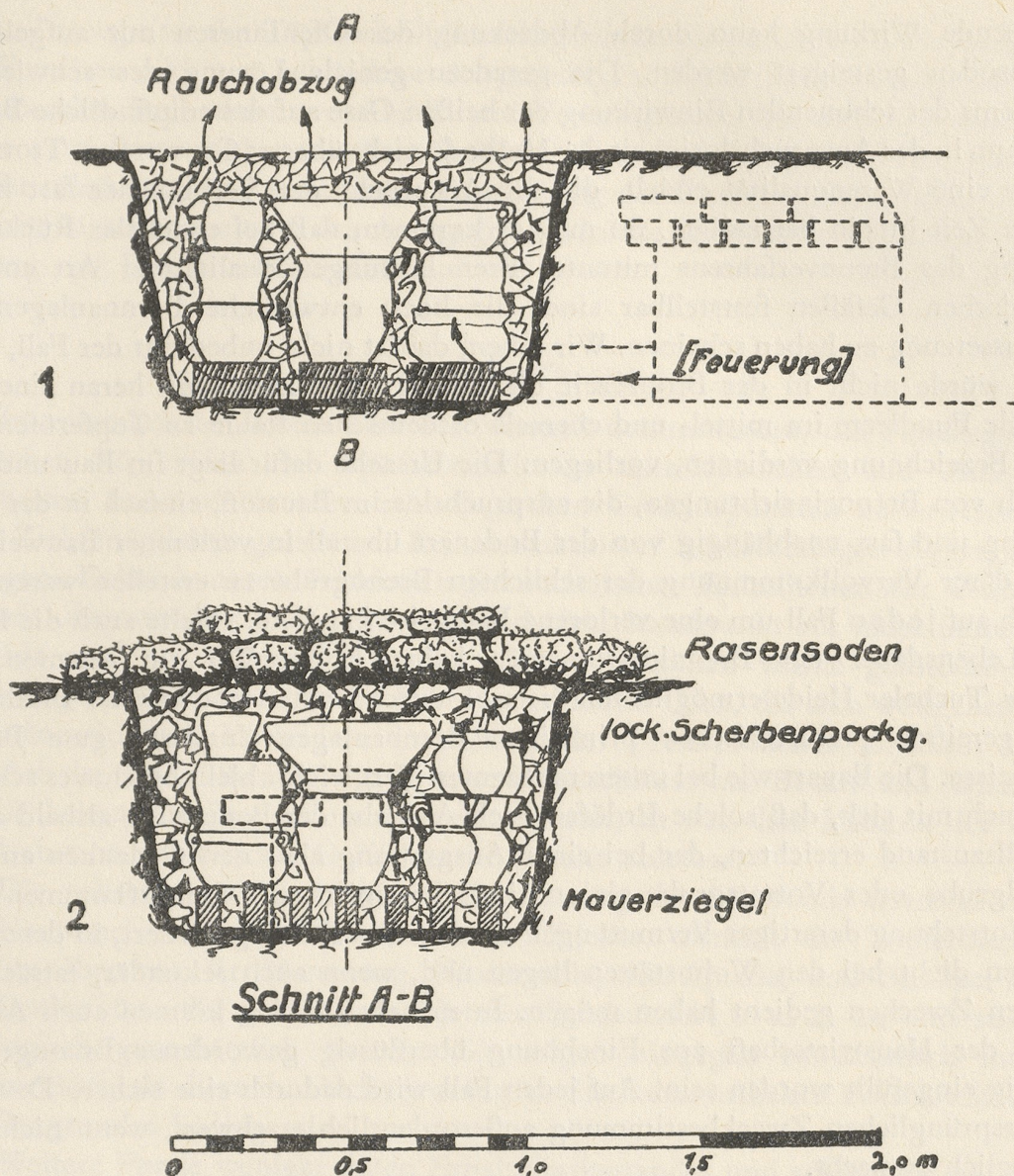


Abb. 9. Erdgruben-Brennverfahren in der Tucheler Heide im 19. Jahrhundert
(nach Beschreibung von O. Förtsch, 1894, S. 62)

1: Ofenzustand bis zur Erreichung der Garbrandtemperatur; 2: Ofenzustand während des Schwärzens nach erreichtem Garbrand

Aus der Beschreibung ergibt sich eine Brenneinrichtung äußerst primitiver Art, die an prähistorische und auch ethnologische Parallelen denken läßt. Die einen wie die anderen gehen entwicklungstheoretisch dem keltischen Ofentypus voraus, mit dem sie in den Grundzügen der Bauart durchaus übereinstimmen. An Stelle der keltischen Brennkuppel und ihres Unterbaues ist eine unausgekleidete mehr oder minder zylindrisch ausgeschachtete Brenngrube getreten. Die Funktion der gelochten Herdplatte versieht die Ausfüllung des Ofeninneren mit sperrig gelagerten Topfscherben. Auch hier wird eine gleichmäßige Zergliederung des Heizgasstromes über den ganzen Ofenquerschnitt hinweg erreicht, mithin eine gleichmäßige Wärmeverteilung, verbunden mit einer Drosselung der abziehenden Rauchgase. Diese

hemmende Wirkung kann durch Abdeckung des Ofeninneren mit aufgelegten Rasensoden gesteigert werden. Die geradezu geniale Lösung des schwierigen Problems der schonenden Einwirkung der heißen Gase auf das empfindliche Brenngut kann in der Anspruchslosigkeit der Methode nicht übertroffen werden. Trotzdem wurde eine Warenqualität erzielt, die die Ansprüche der Verbraucher fast bis in unsere Zeit hinein befriedigte. So mag es kommen, daß bei epochaler Rückübertragung des Brennverfahrens mitunter Brennleistungen qualitativer Art an prähistorischen Gefäßen feststellbar sind, die hoch entwickelte Brennanlagen zur Voraussetzung zu haben scheinen. Wir sehen, das ist nicht unbedingt der Fall, denn sonst würde nicht in der Bronzezeit bis an die frühe Latènezeit heran eine auffallende Fundleere im mittel- und ehemals ostdeutschen Raum an Töpferöfen, die diese Bezeichnung verdienen, vorliegen. Die Ursache dafür liegt im Bau und Gebrauch von Brenneinrichtungen, die anspruchslos im Baustoff, einfach in der Herstellung und fast unabhängig von der Bodenart überall in verlorener Bauweise in sekundärer Vervollkommnung der schlichten Brenngrube zu erstellen waren. Da es sich auf jeden Fall um eine verlorene Bauweise handelte, spielte auch die Frage der Lebensdauer des Brenninstrumentes keine Rolle. Wie im rezenten Fall in der Tucheler Heide ermöglichten die wohldurchdachten und aus der Erfahrung herangereiften prähistorischen primitiven Brennanlagen durchaus gute Brennergebnisse. Die Bauart wie bei unserem rezenten Vergleichsobjekt brachte es schließlich auch mit sich, daß solche Erdöfen nach Aufgabe der Benutzung alsbald einen Verfallszustand erreichten, der bei einer Ausgrabung eher den Gedanken an eine Abfallgrube oder Vorratsgrube als an einen keramischen Ofen aufkommen ließ. Die Entstehung derartiger Vermutungen wird in den Fällen gefördert, in denen die Gruben dicht bei den Wohnstätten liegen und, wenn auch sekundär, tatsächlich solchen Zwecken gedient haben mögen. In manchen Fällen können auch Abfallstoffe der Hauswirtschaft zur Einebnung überflüssig gewordener Brenngruben anteilig eingefüllt worden sein. Auf jeden Fall wird dadurch eine sichere Deutung der ursprünglichen Zweckbestimmung außerordentlich erschwert, wenn nicht gar unmöglich gemacht.

V. Toepfer weist aus der Qualitätssteigerung der keramischen Gefäße der Lausitzer Kultur auf die Notwendigkeit des Vorhandenseins besonderer Töpferöfen hin, auch wenn sie, wie der Autor sagt, in Mittel- und Ostdeutschland noch nicht gefunden werden konnten⁴⁷⁾. M. Jahn nimmt zu Recht aus gleichem Grunde bei der keltischen gedrehten Ware das Vorhandensein geschlossener Öfen an⁴⁸⁾, wie es inzwischen auch nachgewiesen wurde. Bei den Forderungen wird die Bauart der rezenten „Öfen“ aus der Tucheler Heide in übertragenem Sinne auf die Öfen der erwähnten fundleeren Zeit gerechnet. Wir konnten feststellen, daß solche Bauart, und mag sie noch so primitiv erscheinen, mag sie als Erdofen der einfachen Brenngrube scheinbar näher liegen als dem Töpferofen, geeignet ist, empfindliche Waren der prähistorischen Zeit zufriedenstellend zu brennen. Sie erfüllt auf jeden Fall in konstruktiver Beziehung die berechtigte Forderung des geschlossenen Ofens für

⁴⁷⁾ V. Toepfer, 1953, S. 77.

⁴⁸⁾ M. Jahn, Die Kelten in Schlesien, Leipzig 1931, S. 97.

solche Erzeugnisse der Töpferei. Gleichzeitig erklärt die verlorene Bauart aber auch die Fundleere. Mögen zukünftige Ausgrabungen durch Untersuchung auch des umgebenden Erdbodens von Abfall- und Vorratsgruben, die der Form nach vielleicht zum Brennen keramischer Gefäße gedient haben können, den Nachweis hierfür erbringen, und zwar durch Feststellung der Überreste einer beigeordneten Feuerstelle, sei es auch nur durch abgegrenzte lokale Bodenverfärbung oder Durchsetzung mit Brennstoffrückständen.

Zusammenfassung

In vorstehender Arbeit wird der Versuch unternommen, die Fundergebnisse keltischer Töpferöfen der Spätlatènezeit im mitteldeutschen und östlich benachbarten Raum unter rein technologischen Gesichtspunkten auszuwerten mit dem Ziel, möglichst gesicherte Rekonstruktionen betriebsfähiger Aggregate zu erlangen. Dabei konnten Fehldeutungen technischer Einzelheiten der Grabungsbefunde, die zuweilen vom rein prähistorischen Standpunkt aus nicht immer vermeidbar sind, richtiggestellt werden. Dieses Bemühen wurde gefördert durch Erfahrungen aus systematischen Brennversuchen in Öfen, die sich weitgehend den spätlatènezeitlichen Vorbildern im Ablauf des Brennprozesses anpassen lassen. Die Art der Feuerführung, die gewisse Rückschlüsse auf Bauart und Wirkungsmöglichkeiten der Brenneinrichtungen gestattet, ist aus dem Habitus der in der Fundsubstanz anfallenden Gefäßscherben meist ablesbar.

Die vollständige technologische Auswertung der Ofenfunde erstreckt sich in der Hauptsache auf die besterhaltenen Objekte, nämlich die Töpferöfen von Ermlitz-Oberthau, Kr. Merseburg, Niederroßla, Kr. Apolda, und Bieskau, früher Kr. Leobschütz. Sie gehören dem letzten Jahrhundert v. u. Z. an und stimmen typologisch grundsätzlich überein. Sie zeigen hingegen bautechnisch insofern Unterschiede, als diese durch die jeweilig wechselnden örtlichen Bodenverhältnisse des Baugrundes bedingt sind.

Weitere Funde weniger guten Erhaltungszustandes und solche, die bei gutem Fundzustand im Grenzbereich der gewählten Zeitspanne oder schon außerhalb des umrissenen Fundbereiches liegen, finden darüber hinaus nur insoweit Berücksichtigung, als sie geeignet erscheinen, Ergänzendes auszusagen.

In der Entwicklungsreihe der prähistorischen Töpferöfen läßt sich der keltische Ofen zwanglos in die heute gebräuchlichen Typenschemata einfügen. Trotz der technologisch relativ hohen Entwicklungsstufe sind die erzielbaren Brennresultate beschränkt auf die Herstellung rein irdener, also poröser Ware, keinesfalls auf gesintertes, dicht gebranntes Gut, das fachtechnisch als Steinzeug bezeichnet wird, auch wenn die Anwendung sehr fetten feinkörnigen Rohstoffes einen dicht gebrannten „klingend harten“ Scherben nicht porösen Gefüges zuweilen vortäuscht. So kannten die Römer noch kein Steinzeug, da auch die vervollkommenen Ofentypen, die sie entwickelten, die dazu notwendige Änderung des Bauprinzips nicht erbrachten. Unter Einschluß des keltischen Ofens durchlaufen die Feuergase bei allen keramischen Brennöfen unseres Betrachtungsbereiches bis an das Mittelalter heran den Brennraum in angenähert vertikaler Richtung von unten nach oben, also

im Sinne des natürlichen Auftriebes der heißen Gase. Die zugfördernde Esse ist entbehrlich. Die normalerweise erzielbaren Garbrandtemperaturen sind begrenzt durch schlechte Wärmeübertragung auf das Brenngut. Steinzeugtemperaturen — weit oberhalb von 1000°C — werden nicht erreicht. Die fast ausschließliche Verwendung dunkelbrennender Lehme und Tone, also stark flußmittelhaltiger Rohstoffe, bei denen Sintertemperatur und Schmelzpunkt nahe beieinander liegen (Deformierung des Formstückes im Feuer vor erreichtem Garbrand), schloß an sich schon die Erzeugung wasserundurchlässiger gesinterter Scherben aus. Mit der bewußten Auswahl geeigneter feuerfester Rohtone bzw. Steinzeugtone zwecks Erreichung der Wasserundurchlässigkeit war auch später die Änderung des Bauprinzipes der Töpferöfen für solche Zwecke eine zwingende Notwendigkeit geworden. Die Forderung der Temperaturerhöhung, verbunden mit besserer Wärmeübertragung, die beide voneinander abhängig sind, wurde erfüllt durch prinzipielle Umkehr des Heizgasstromes, der nunmehr von oben nach unten durch den Einsatz geführt wurde. Es entstanden im Mittelalter allmählich Öfen mit „überschlagender Flamme“.

Der dargestellte Entwicklungsablauf der Konstruktionsgrundsätze ist nicht an die äußere Ofengestalt gebunden, weder an den Typ des stehenden Ofens, noch des liegend gebauten. Der Grundriß des Ofenkörpers mag dabei kreisrund, langgestreckt oval oder rechteckig bzw. quadratisch sein. Alle diese Arten lassen an sich sowohl die eine als auch die andere Methode der Heizgasführung konstruktiv zu. Es empfiehlt sich daher, die Klassifizierung der keramischen Brennaggregate auf der Grundlage der geschichtlichen Entwicklung nicht vorherrschend nach dem Erscheinungsbild als stehenden oder liegenden Ofen vorzunehmen oder gar unter Bevorzugung der Grundrißformen, sondern diese Gruppen jeweils untergeordnet in die Klassen der Öfen mit steigendem oder abfallendem Gasstrom einzuordnen.

Im 1. Abschnitt ist aus dem Gesamtergebnis der technologischen Fundamentauswertung der Idealtypus des keltischen Töpferofens herausgearbeitet und in Abb. 1 zeichnerisch dargestellt. Fachtechnisch richtige Bezeichnungen der Glieder des Baukörpers, woran es in einschlägigen Aufsätzen mitunter fehlt, ergänzen die Abbildung.

Im 2. Abschnitt folgen Monographien der Öfen von Ermlitz-Oberthau, Niederroßla und Bieskau. Es sind interessante, wenn auch kleinere Abweichungen in der Bauart dieser Öfen voneinander feststellbar. Sie sind nur bedingt durch jeweils örtlich vorliegende differenzierte Baugrundbeschaffenheit. Entsprechende Eintragungen der anstehenden Sedimente in die Rekonstruktionszeichnungen der Brennöfen verdeutlichen die Beziehungen.

Die Feuerungsanlagen der beschriebenen Öfen bereiteten in der Rekonstruktion einige Schwierigkeiten, da sie als sogenannte Vorfeuerungen und thermisch am höchsten beanspruchte Ofenbauteile außerhalb des eigentlichen Ofenkörpers lagen. Das Brennstoffbett befand sich somit nicht unter dem Brennraum. Die Überwölbung dieses Schürtraumes mit plastisch eingeformtem Lehm unterlag wohl allgemein schon mehr oder weniger der Zerstörung durch die Feuereinwirkung noch während der Benützungszeit des Ofens. Der Befund in situ erschwerte daher durchgängig die Deutung der Feuerungsbauart. Trotzdem reichen die Überbleibsel hin, um in Ver-

bindung mit Grabungsobjekten typologisch und konstruktiv fast gleichartiger Öfen aus erweitertem Zeit- und Beobachtungsbereich die grundsätzlichen Bauarten klarzustellen, wie sie in den Zeichnungen Abb. 1–6 gezeigt werden. Das nachträglich umgebaute zerlegbare Modell des Ofens von Ermlitz-Oberthau im Landesmuseum Halle (Taf. 45–47) gibt in räumlicher Form Aufschluß über die Bauart.

Im 3. Abschnitt wird eine rezente Brennanlage beschrieben, wie sie noch im vergangenen Jahrhundert in der Tucheler Heide in Gebrauch war. Sie läßt an manche prähistorische und ethnologische Parallelen denken. Als Erdofen in verlorener Bauweise, mehr dem Erdloch als einem Brennofen nahestehend, ist sie geeignet, den entwicklungstheoretisch kurz erscheinenden Weg von der Brenngrube zum Töpferofen anzudeuten; denn ein Vergleich mit dem Idealtyp des keltischen Ofens läßt alle Bauprinzipien desselben, wenn auch in äußerster Primitivform erkennen. Im Brenneffekt dürften sich beide Typen ebenfalls sehr nahe stehen. Trotzdem darf nicht übersehen werden, daß der zeitliche Entwicklungsweg von der Brenngrube zum keltischen Töpferofen die Einheit des Jahrtausends in Anspruch nahm und allgemein gesehen in dieser langen Zeit eine Reihe von konstruktiven Zwischenstadien in allmählicher bautechnischer Vervollkommenung durchlief.

Der verlorenen Bauweise haftet von Natur aus die Eigentümlichkeit an, nach schnellem Verfall der Brenneinrichtung den ehemaligen Verwendungszweck derselben bei Grabungen kaum noch hervortreten, bestenfalls vermuten zu lassen. Hieraus läßt sich einerseits die Fundarmut unserer Gegend an Töpferöfen der Bronzezeit und der frühen Latènezeit erklären. Andererseits zeigen hervorragende Brennergebnisse an schwarzglänzenden Töpfen aus den rezenten Erdöfen der Tucheler Heide, daß die verlorene Bauweise es durchaus zuläßt, Waren zu erzeugen, deren Qualität auf die Anwendung von Brennöfen mit geschlossenem Brennraum schließen läßt, und diese Bestätigung dürfte rein technologisch hier unter allen Umständen vorliegen bei der Behelfsbauweise in einem Erdloch.