

wahrscheinlich ist, daß der Trog in unsymmetrischer Richtung aus dem Stamme herausgearbeitet wurde, so folgt, daß der Trog bei der erhaltenen Schmalwand, der Stirne, schmaler war als bei der abgebrochenen, hinteren Schmalwand. Der andere, schon bei der Auffindung abgebrochene Längsteil, bestehend aus dem Rest des Bodens und der dazu gehörigen Wandung, ist bei der Weltausstellung in Wien 1873 verloren gegangen⁵⁰⁾. Der Boden erreicht links in Fig. 1 eine Stärke von 2·5 cm. Die verlorene Längswand hatte, wie ihre Abdrücke auf zwei aufbewahrten Kalksinterstücken zeigen, dieselbe Dicke wie die erhaltene von 1·5 cm. Die erhaltene Schmalwand ist bedeutend dicker, bis 4·5 cm, zumal da sie beim Schwenken des Troges den Rückschlag des Schlichs und des Wassers auszuhalten hatte. Der Trog wurde zwar in der Grube gefunden; daß er aber zum Waschen des Schlichs über Tag wenigstens ursprünglich diente, beweisen der Boden, welcher augenscheinlich durch das Schwenken des Schlichs ganz eben geschliffen und zur erhaltenen Schmalwand hin bis auf 0·5 cm abgeschliffen ist, und die Reste zweier horizontalen Handhaben der Längsseite, die nicht angefügt, sondern zusammen mit dem Troge ausgeschnitzt sind. Eben solche Handhaben befanden sich nach PIRCHLS jun. Aussage auch an der verlorenen Längsseite. Das Hinundherschwenken geschah in der Längsrichtung des Troges und zwar ruckweise, indem der mit Schlich und Wasser bis zu einer gewissen Höhe gefüllte Trog zuerst mit mäßiger Geschwindigkeit mit der (erhaltenen) Stirnwand voran nach der einen Seite und dann mit einem Rucke rasch zurück nach der andern Seite geschwungen wurde; dadurch sammelten sich die Kupferteilchen infolge ihrer Schwere auf dem Boden und besonders bei der Stirnwand an, während die leichteren Gesteinsteilchen in den oberen Partien und bei der wahrscheinlich sanft ansteigenden hinteren Schmalwand — wenigstens ist der Boden hier absichtlich nach aufwärts gebogen gearbeitet, wie die Holzfasern in Fig. 1 zeigen — liegen blieben und durch das Wasser über dieselbe hinausgespült wurden. Der Trog wurde, worauf auch die zwei Paare der Handhaben führen, wegen seiner in gefülltem Zustande großen Schwere von zwei Leuten geschwenkt. Ähnliche Tröge bei der Goldsandwäsche in Siebenbürgen erwähnt MUCH⁵¹⁾. Eben solche Sichertröge wurden auch beim modernen Bergbau gebraucht⁵²⁾; aus ihnen entwickelte sich der Stoßherd⁵³⁾. Die Holzstruktur (die Fläsern) des ansteigenden, breiteren Bödenteeiles unseres Troges verraten einen Erdstamm, d. h. den beim Erdboden aus der Wurzel aufgehenden Stammteil, der härter und fester als der Stamm weiter oben ist und sich daher für den Sichertrog, der Festigkeit mit möglichster Leichtigkeit vereinigen mußte, besonders eignete. Herstellungsspuren von Werkzeugen sind an dem Trog nicht erkennbar, da er sorgfältig gearbeitet ist und auch an der Außenseite etwas abgewetzt und im allgemeinen ziemlich verwittert erscheint. [MCA Nr. 1678—1680]; MUCH, MZK, 1879, S. XXVII, Fig. 2; Kupferzeit, S. 264; ZDÖAV, XXXIII, S. 11, Fig. 23.

C. Funde vom Schmelzprozesse.

Die Erze wurden zuerst auf eigenen Plätzen teils durch Holzfeuer, teils durch den in ihnen enthaltenen Schwefel geröstet, „um sie weiter zu zerfallen und den Schwefel wenigstens teilweise schon vor dem Schmelzen zu entfernen“⁵⁴⁾. Von solchen Röstplätzen sind keine Funde in die Sammlung gekommen.

Dann wurden die Erze dem Schmelzofen übergeben. Den Ofen (Fig. 37), welcher von MUCH⁵⁵⁾ und PIRCHL sen.⁵⁶⁾ auf dem Plateau oberhalb des Flecksbergbauerngutes aufgegraben und, mit Reisig wohl bedeckt, wieder zugeschüttet worden war, ließ ich unter der Führung PIRCHLS jun. 1910 wieder aufdecken.

⁵⁰⁾ Aussage PIRCHLS jun.

⁵¹⁾ MZK, 1879, S. XXVII.

⁵²⁾ C. F. RICHTER, Berg- und Hüttenlexikon, Leipzig 1806, unter „Sichertrog“ und „Gold ausziehen“.

⁵³⁾ CHRISTIAN ERNST STIFFT, Versuch einer Anleitung zu der Aufbereitung der Erze, Marburg und Cassel 1818, S. 207 fg. — F. ALTHANS, Die Entwicklung der mechanischen

Aufbereitung in den letzten hundert Jahren (Zeitschr. f. das Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preußischen Staate, XXVI, S. 21).

⁵⁴⁾ MUCH, MZK, 1879, S. XXVI; Kupferzeit, S. 264; ZDÖAV, XXXIII, S. 11, 12.

⁵⁵⁾ MUCH, Kupferzeit, S. 265; ZDÖAV, XXXIII, S. 12.

⁵⁶⁾ PIRCHL sen., Manuskri.

Da mir das Erdreich an seiner linken Seite verhältnismäßig zu weit mit Brandspuren durchsetzt schien, beschloß ich, bei Zeit und Gelegenheit hier weiter nachzusuchen, und fand 1912 ungefähr 2·4 m entfernt einen zweiten Ofen (Fig. 36)⁵⁷⁾.

Die Alten hatten, um einen Standplatz für die Öfen zu gewinnen, den unteren Rand einer sanft geneigten Bergwiese gerade da angeschnitten und geebnet, wo diese mit dem unten anschließenden, stärker abfallenden Bergabhange die Böschungskante bildet. Unterhalb derselben zieht sich eine 5—7 m breite Schlackenhalde den Bergabhang auf eine Strecke von 64 m hinab, welche mit Verwitterungsprodukten des Spateisensteines und besonders mit rotbraunen Schlackenstücken bedeckt ist, die vom Schmelzplatze über den Bergabhang hinabgeworfen worden waren. Der oberste Teil der Schlackenhalde (8 m) ist jetzt mit Wald bewachsen. Die Öfen sind von dem auf der Bergwiese stehenden Viehstadel 41 m östlich entfernt.

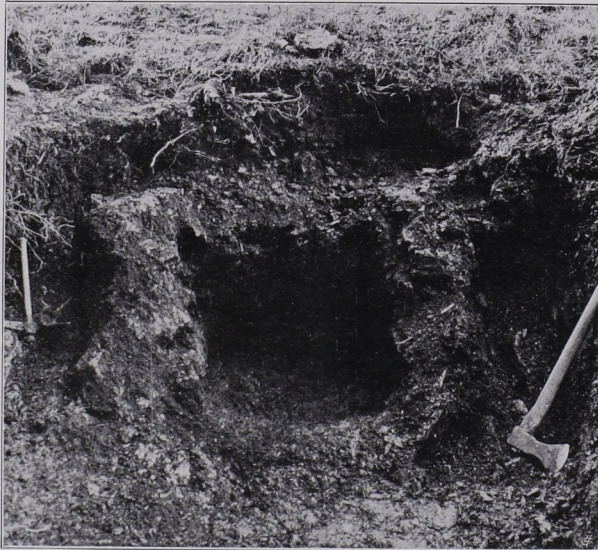


Fig. 36 Reste eines Schmelzofens beim Flecksbergbauer.
1/22 n. Gr.
(phot. O. KLOSE.)

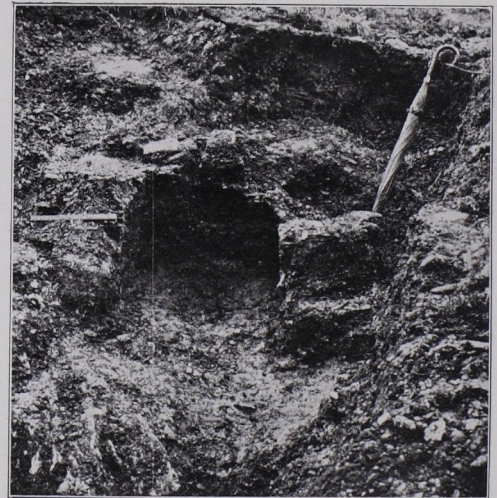


Fig. 37 Reste eines Schmelzofens, 2·4 m östlich vom Ofen Fig. 36. 1/28 n. Gr.
(phot. O. SCHWAIGER, Ing. in Mühlbach.)

Den Boden des rechten Ofens bildet gewachsener, dioritischer Schiefer, während der Boden des linken Ofens auf gewachsenem, dioritischem Lehm angelegt ist und ebenso wie die Wände beider Öfen aus Bruchsteinen dieses Schiefers besteht. Das Baumaterial ist jetzt ziegelrot gebrannt; die lehmige Berglehne, an welche die Rückwand des rechten Ofens angebaut ist, ist durch die Einwirkung der Ofenhitze ebenso gefärbt und zeigt erst nach einigen Zentimetern wieder allmählich die natürliche, gelbe Farbe. Die Bruchsteine bilden nur zum Innern der Öfen hin glatte Wände und sind untereinander mit Lehm verbunden. Das ganze Innere ist mit einer bis 1 cm starken Schlackenkruste überzogen; von drei Bruchsteinen mit Schlackenkruste ist einer abgebildet (Fig. 40, 1). [MCA Nr. 1681—1683]; MB, 1880, S. 11, für Nr. 1681.

Die Grundrisse und Längsschnitte (Fig. 38) lassen die Dimensionen der Öfen ersehen. Der Boden des linken mißt im Lichten 55 cm², der Boden des rechten ist etwas breiter, 58 cm, maß aber unter der Voraussetzung, daß die Brustwand ebenso stark (28 cm) wie die des linken Ofens war, von vorne nach hinten nur 49 cm. Die Stärke der Seitenwände beider Öfen betrug durchschnittlich 38 cm, während für die Rückwand des rechten Ofens, welche an die durch Abtragung des Erdreiches entstandene Böschung angebaut ist, eine Stärke von 26 cm genügte — da die schwache Rückwand wohl nicht über die Höhe der Böschung hinausragte, ergibt

⁵⁷⁾ Da beide Öfen sehr verwittert und brüchig waren, konnten sie nicht ins Museum überführt werden; daher wurden sie mit Reisig bedeckt und wieder zugeschüttet.

sich eine lichte Höhe des Ofens von höchstens 95 cm — und auch die ursprünglich freistehende Rückwand des linken Ofens nur 30 cm stark war. Weil der Zwischenraum zwischen ihr und der hier zu weit abgetragenen Böschung mit Steinen und Bruchstücken von Schlackenklößen ausgefüllt ist, könnte man meinen, dieser Ofen sei später als der rechte gebaut worden, nachdem sich durch den Betrieb des letzteren Schlacken ergeben hatten; dies wäre ja möglich, muß aber nicht der Fall sein, weil auch die rechte, bergseitige Ecke des rechten Ofens, welche zu schwach gebaut war, durch eine gleiche Ausfüllungsmasse — Schlackenstücke derselben, darunter (Fig. 40, 4), [MCA Nr. 1684—1688] — verstärkt gefunden wurde. Die Brustwand des linken Ofens ist 28 cm stark, die des rechten Ofens hat überhaupt keine Spuren hinterlassen. Die Seitenwände des linken Ofens sind durchschnittlich 32 cm, die des rechten 38 cm hoch erhalten.

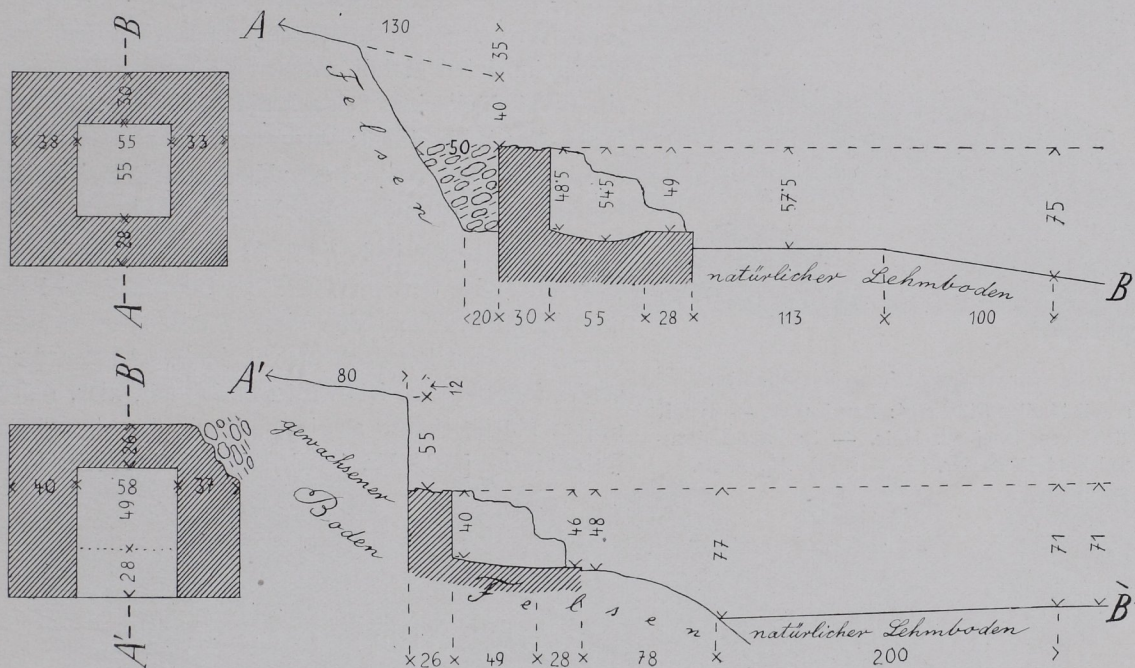


Fig. 38 Grundrisse und Längsschnitte der Schmelzöfen: A—B von Fig. 36, A'—B' von Fig. 37. Maße in Zentimetern.

Die Böden beider Öfen senken sich von den Seiten zur Mitte um 5—6 cm und der des rechten Ofens außerdem von hinten nach vorne, Schnitt A'—B' in Fig. 38, um 6 cm, so daß der Boden einer seichten, etwas nach vorne geneigten Rinne gleicht; dagegen ist der Boden des linken Ofens konkav — die Senkung zur Mitte hin beträgt im Schnitt A—B 5.5 cm — weil bei diesem Boden die Brustwand oder vielmehr die Grundsteine derselben die Mitte der Bodenfläche um 5.5 cm überragen. Ebenso unterscheidet sich auch das Terrain vor den beiden Öfen. Vor dem rechten Ofen befindet sich gewachsener, dioritischer Schiefer, der auf eine Länge von 78 cm um 37.5 cm fällt, Schnitt A'—B', woran sich horizontal der festgetretene, natürliche Lehm Boden 2.6 cm weit wie eine Tenne anschließt, um dann in die Berglehne überzugehen; vor dem linken Ofen breitet sich gleich bei der Brustwand und nur um 8.5 cm tiefer als diese die natürliche Lehmtenne 1.13 m lang aus und fällt dann 2 m lang mit einem Neigungswinkel von nur 9 Grad, Schnitt A—B. Auf jeder Tenne wurde an zwei Stellen ein Loch gegraben und der reine, gewachsene Lehm festgestellt, während das darüber befindliche Erdreich, welches sich beim Graben leicht ablöste, zahlreiche Holz Kohlenreste und rotgebrannte Ofen- und Lehmstücke, außerdem auch vor jedem Ofen einen kleinen Ton-scherben, Fig. 47, 8 vor dem rechten, Nr. 9 vor dem linken, barg; hinter dem rechten Ofen lag unterhalb der Rasendecke der kleine Serpentschlegel Fig. 33, 10.

Auf den Schlackenhalde n liegen R o h- und K o n z e n t r a t i o n s s c h l a c k e, jene vom ersten Schmelz gange, der Rohschmelze, diese vom zweiten Schmelz gange, der Konzentrationsschmelze, stammend.

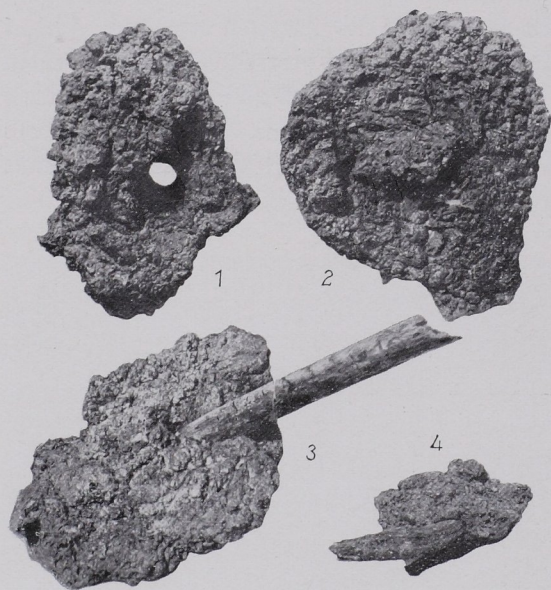


Fig. 39 Strengflüssige Rohschlackenklöße.

1—3: Vollständige Stücke, 4: Bruchstück. — 4: mit dem Schackenstichel aus Holz. — 3: Stichel dazu gezeichnet [MCA Nr. 1689—1692]. $\frac{1}{11}$ n. Gr.

Die strengflüssige Rohschlacke bildet großblasige, rotbraune Klöße (Fig. 39, 1—3). Sie sind 46, 49 und 50 cm lang, durchschnittlich etwa 7, 7·5 und 8 cm hoch und 12·7, 25·1 und 19·3 kg schwer. Eigentümlich ist ihnen ein trichterförmiges Loch, das schräg von ihrer Oberfläche zur Sohlenfläche hin verläuft. Es rührt von zugespitzten Stangen, den Schlackensticheln, her — Reste solcher Stangen (Fig. 41) — mit denen die Klöße an- oder meistens durchgestochen wurden, um vom ausgeschmolzenen Metall entfernt zu werden⁵⁸). Nr. 4 ist ein Bruchstück eines Schlackenklößes wie noch 7 andere. [MCA Nr. 1689—1699]; dazu noch die soeben erwähnten Stücke [MCA Nr. 1684—1688]; M U C H, M Z K, 1879, S. XXVII; Kupferzeit, S. 265; Z D Ö A V, XXXIII, S. 12.

Die seltenere Leichtflüssige Rohschlacke (Fig. 40, 2) ist besonders auf der Oberfläche viel dichter und schwärzlich; daß aber dieses Stück, wenn es auch nur 0·7—2 cm hoch ist, doch nicht Feinschlacke von der Konzentrationsschmelze ist, wird uns dadurch klar, daß seine untere Fläche ebenso aussieht wie die der strengflüssigen Rohschlacke [MCA Nr. 1694], seine obere Fläche aber wie

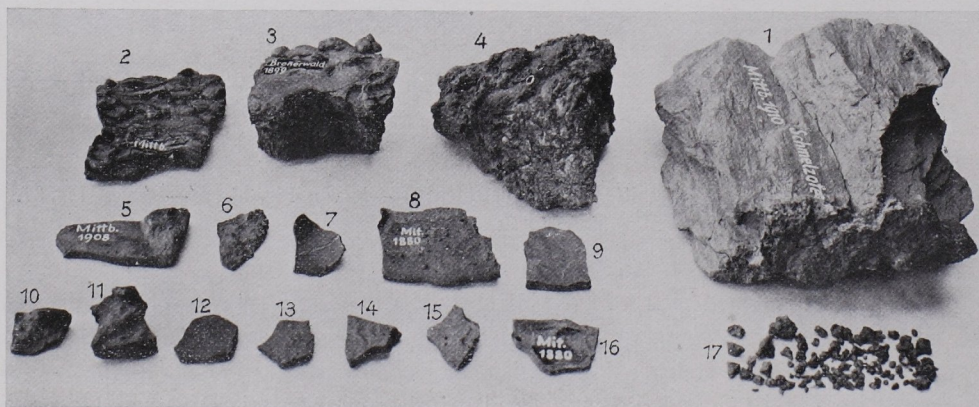


Fig. 40 1: Baustein mit Schlackenkruste vom Schmelzofen Fig. 37. — 2—17: Bruchstücke von Schlacken. — 2, 3: Leichtflüssige Rohschlacke. — 4: Strengflüssige Rohschlacke. — 5—16: Konzentrationsschlacke. — 17: Schlackensand [MCA Nr. 1681, 1700, 1739, 1684, 1701—1713]. $\frac{1}{3,8}$ n. Gr.

⁵⁸) Da einerseits die Klöße zu schwer sind, als daß sie mit einer verhältnismäßig dünnen Stangenspitze hätten emporgehoben werden können, und andererseits unten auf ihrer Sohlenfläche längs der hineingesteckten Stange keine hohle Kante, die beim Emporheben eines Klößes durch das seitliche Herabsinken der beiden Hälften desselben leicht hätte entstehen können, vorhanden ist, da ferner auch keine andere Deformation der Klöße wahrnehmbar ist und die

Löcher in ihrem Verlaufe nicht geknickt, sondern geradlinig erhalten sind und alle ungefähr den gleichen Neigungswinkel von ungefähr 14 Grad zur Sohlenfläche der Klöße haben, so sind die Klöße vom Metall nicht abgehoben, sondern, nachdem sie bis zu einem gewissen Grade erstarrt waren, in horizontaler Richtung weggeschoben worden und haben dabei ihre Gestalt nicht wesentlich verändert. Die Löcher haben überall einen ungefähr kreisrunden (astrunden) Querschnitt.

die der leichtflüssigen, 5 cm hohen Rohschlacke (Fig. 40, 3) vom Pingenzug im Brennerwald auf dem südwestlichen Bergabhang bei Mühlbach. Von hier noch ein Stück solcher Schlacke. [MCA Nr. 1700, 1739, 1740]; MB, 1899, S. 40.

Die Konzentrationschlacke ist noch dichter, rotbraun, fast metallisch klingend und im allgemeinen 0·2—0·7 cm dick, am Rande meist um einige Millimeter dicker. Sie ist teils zu Brocken (Fig. 40, 5—16), teils zu Körnern — einige derselben Nr. 17 — zerkleinert (Schlackensand), wozu wahrscheinlich auch der erwähnte Serpentschlegel diente⁵⁹⁾; Nr. 5 (7 cm lang, im allgemeinen 0·5 cm, rechts am Rande 1·2 cm dick), Nr. 6, 10 und 11 zeigen die mehr blasige, obere Fläche, Nr. 7 bis 9 und Nr. 12 die glattere, untere Fläche, Nr. 13 bis 16 eine geäderte oder zusammengeschrumpfte Struktur. [MCA Nr. 1701—1713]; MUCH, Kupferzeit, S. 266; ZDÖAV, XXXIII, S. 12.

Unter den genannten Resten von Schlackesticheln (Fig. 41, 1—4) (Eiche) und wahrscheinlich auch Nr. 5 (Fichte) sieht man besonders bei Nr. 4 an der scharfen Abgrenzung der Spitze von der übrigen Stange, wieweit die Stange in den



Fig. 41 Schlackenstichel aus Holz [MCA Nr. 1714—1718].
1/4 n. Gr.

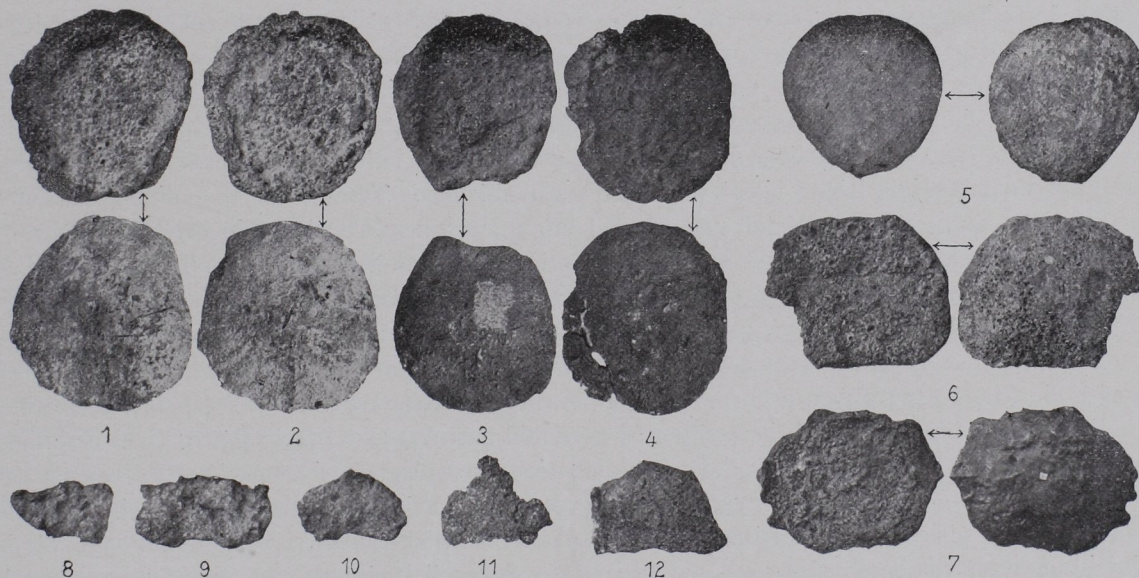


Fig. 42 Gußkuchen und Bruchstücke von solchen. — 3, 5, 7, 9, 10: aus Kupfer. — 4, 6, 12: aus Bronze. — 1, 2, 8, 11: nicht analysiert. 1—7: von oben und von unten. — 1—4: von Bischofshofen; 1, 2 [LAUBICHLER, Bischofshofen], 3, 4 [MCA Nr. 1414, 1413]. — 5, 6: von Unter-Raggig [MCA Nr. 1412, 1411]. — 7: von St. Georgen [MCA Nr. 1408]. — 8—11: vom Mitterberge [MCA Nr. 1719—1722]. — 12: vom Georgenberg [Dr. MITTERMAYER, Hallein]. — 1/10 n. Gr.

⁵⁹⁾ Auf einem anderen Schmelzplatze lag zwar nach PIRCHLS jun. Aussage in der Nähe der zerkleinerten Konzentrationschlacke die ebene Unterlagsplatte Fig. 33, 2, so daß man annehmen könnte, diese Platte habe zur Zerkleinerung

der Schlacke gedient; trotzdem möchte ich eher glauben, daß diese Schlacke nicht wie der Schlich zerrieben, sondern mit Schlegeln auf Unterlagsplatten mit Grübchen wie Fig. 33, 5, 6, 8, 9, zerkleinert wurde.

Schlackenloß hineingestoßen wurde. Die Spitzen von Nr. 1—5 sind noch 15, 21, 22, 16, 24 *cm* lang und an der Wurzel 3—4·5 *cm* im Durchmesser stark. Nr. 3 stak noch in der Schlacke Fig. 39, 4. [MCA Nr. 1714—1718].

Als Produkte des Schmelzverfahrens jener Zeit sind vier *G u ß k u c h e n* (Fig. 42, 1—4), die in Bischofshofen aus dem Erdboden 1·2 *m* tief ausgegraben wurden, die zwei Gußkuchen Nr. 5 und 6 und zwei ähnliche von Unter-Ragging bei Elixhausen (8 *km* nördlich von Salzburg), ein Gußkuchen, Nr. 7, aus der Nähe von St. Georgen bei Bruck im Pinzgau und ein Teil eines solchen, Nr. 12, von Georgenberg bei Kuchl heranzuziehen. Sie sind blasig, unserem Schwarzkupfer vergleichbar, 2·9—3·6 (Nr. 1—4), 5·64, 10·57, 5·473, 4·045, 3·35, 2·457 *kg* schwer, 20—28 *cm* lang, 3—4·5 *cm* (Nr. 6 6·8 *cm*) dick und auf der unteren Seite mäßig (Nr. 6 stark) konvex; wenigstens die Kupferkuchen Nr. 3, 5 und 7 können, da sie nach KYRLES Analyse nickelhaltig sind, Mitterberger Produkte sein (Nr. 4, 6 und 12 sind Bronzen und kommen für Mitterberg nicht unmittelbar in Betracht, die anderen sind nicht analysiert). [Nr. 1, 2: J. LAUBICHLER, Baumeister, Bischofshofen], [MCA Nr. 1414, 1413, 1412, 1411, 1739, 1740, 1408], [Nr. 12: Dr. K. MITTERMAYER, Hallein]; MB, 1903, S. 41, für [MCA Nr. 1414]; KYRLE-KLOSE im Fundverzeichnis unter den genannten Fundorten.

Dagegen sind die *G u ß k u c h e n* (Fig. 42, 8—11) (14·5, 19, 16·8, 16·2 *cm* lang, etwa 2·3 *cm* dick und 0·837, 1·56, 0·94, 1·01 *kg* schwer), welche auf Mitterberger Schlackenhalde gefunden wurden, fast blasenfrei und massiv, unserem Feinkupfer entsprechend. Nr. 9 und 10 bestehen nach KYRLES Analyse aus Kupfer, Nr. 8 und 11, nach dem Aussehen und dem Fundplatze zu schließen, wohl ebenfalls. [MCA Nr. 1719—1722]; KYRLE, MWAG, XLII, S. 202, Tab. II, Nr. 2 (= MCA Nr. 1720), 3 (= MCA Nr. 1721).

Denken wir uns die ausgegrabenen Öfen durch die Brustwand vervollständigt und am Fuße der Brustwand eine genügend große Öffnung als Zugloch für den Lufteintritt freigelassen, so wurden die Öfen wahrscheinlich wie die modernen Krummöfen, die nach Aussage PIRCHLS jun. auf dem Mitterberge bis zum Jahre 1860 in Verwendung standen, in der Weise beschickt, daß zuerst auf ihrem Boden ein starkes Holzkohlenfeuer angemacht und dann auf dasselbe, da die Öfen oben offen waren, von oben abwechselnde Schichten von Holzkohle und Erz in mehrmaliger Aufeinanderfolge herabgeschüttet wurden und zwar nicht auf einmal, sondern in entsprechenden Zeitabschnitten, sobald die jeweilig hineingeschüttete Schicht durch das darunter befindliche Feuer in Glut gesetzt war. Beim rechten Ofen lassen der Boden, der eine nach vorn geneigte Rinne bildet, und das stark abfallende Terrain vor ihm den Gedanken aufkommen, daß das ausgeschmolzene Metall und die auf ihm schwimmende Schlacke in der Rinne herab- und durch das Zugloch herausfloß und dann durch eine Tonrinne in einen tiefer stehenden Tontiegel, den sogenannten Vortiegel, geleitet wurde. Dagegen scheint beim linken Ofen der konkave Boden selbst einen 5·5 *cm* tiefen Tiegel, den sogenannten Sumpf, gebildet zu haben, in welchem das Metall und darüber die Schlacke sich sammeln konnte. Scheinen demnach die beiden Öfen verschieden konstruiert gewesen zu sein, so ist doch weder die Rinne des rechten, noch der Sumpf des linken Ofens so deutlich ausgeprägt, daß wir mit Bestimmtheit behaupten könnten, beim rechten Ofen sei die nachträgliche Beschädigung eines ursprünglich vorhandenen Sumpfes, beim linken Ofen die Senkung eines ursprünglich rinnenartigen Bodens zu seiner Mitte hin ausgeschlossen; dies muß hervorgehoben werden, da sich im Folgenden ergeben wird, daß beide Öfen wahrscheinlich gleich gebaut waren. Der Betrieb des linken Ofens mit dem Sumpfe und ohne Vortiegel erscheint insofern annehmbarer, als er uns auf den ersten Augenblick einfacher als jener mit der Tonrinne und dem Vortiegel vorkommt und als man auch bei den im Wesen gleichen Eisenschmelzöfen der La Tènezeit in der Schweiz den Vortiegel nicht kannte; bei diesen funktionierte das Zugloch zugleich als Stichloch, indem es so groß war, daß man durch dasselbe die sich sammelnde Schlacke, so oft es nötig war, und schließlich den Eisenkuchen aus dem Sumpfe herausnehmen konnte⁶⁰). Allein in diesen und ähnlich gebauten Eisenschmelzöfen anderer Länder wurde nicht fließendes Gußeisen, sondern nur eine Eisenluppe, eine teigartige, mit vielen Schlacken durchsetzte Masse, erzielt⁶¹), welche dann erst ausgeschmiedet werden

⁶⁰) JAKOB HEIERLI, Urgeschichte der Schweiz, Zürich 1901, S. 322 und Fig. 315.

⁶¹) O. OLSHAUSEN, Eisengewinnung in vorgeschichtlicher Zeit (Vortrag und Diskussion, ZfE, 1909, S. 60—105).

mußte⁶²⁾. Daher konnte bei diesen Öfen ein Vortiegel überhaupt nicht zur Anwendung kommen. Dagegen liegt der Schmelzpunkt des Kupfers um viele Grade tiefer als der des Eisens. Nehmen wir nun an, die Rohschmelze habe im linken Ofen ohne Vortiegel stattgefunden, so konnten die Rohschlacken Fig. 39, 1—3, wegen ihrer bedeutenden Größe nicht aus dem Zug- und zugleich Stichloch herausgenommen werden, sondern es mußte nach jedem Schmelz gange die Brustwand herausgeschlagen werden; dann konnte die Rohschlacke entfernt werden und endlich mußte das noch flüssige Metall mittels einer Schöpfkelle aus dem Sumpfe herausgefaßt und in einem Tiegel gesammelt werden, denn sonst hätte das erstarrte Metall aus dem Sumpfe herausgestemmt werden müssen, wodurch der Boden des Ofens beschädigt worden wäre; auch ist zu bemerken, daß den beiden Böden keine Metallrückstände anhaften und daß die Schlackenkruste da selbst derjenigen der Ofenwände gleicht; von einem Gestübe oder überhaupt einer Futtermauer auf dem Boden zur Sammlung des geschmolzenen Gutes ist keine Spur vorhanden. Dieses Verfahren war also um vieles umständlicher als jenes mit dem Vortiegel; auch sah ich auf dem ganzen Fundplatze im Vergleiche zur großen Schlackenmenge nur wenig Ofenmaterial, mochte dieses bei den Brustwänden auch einige Male verwendet worden sein. Dagegen wäre es befremdend, wenn man in der Bronzezeit, in welcher der Guß dieses Metalles schon hoch entwickelt war, nicht auf die Tonrinne und den Vortiegel oder überhaupt auf irgend eine das Herausfließen des Metalles und der Schlacke ermöglichende Vorrichtung verfallen wäre. Darauf werden wir auch durch den Fluß der Rohschlacke geführt; denn daß sie nicht nur im Ofen selbst wie in einem Kessel sich sammelte und brodelte, sondern schließlich in der Tat nach einer Richtung hin floß, wird durch die nach einer Richtung hin gewendete Struktur der Oberfläche der leichtflüssigen Rohschlacke Fig. 40, 2, außer Zweifel gestellt. Demnach dürfen wir die Rohschmelze in erster Linie nur mit dem rechten Ofen in Zusammenhang bringen. Somit bliebe für den zweiten Schmelzgang, der auch beim modernen Krummofenbetriebe erforderlich war, der linke Ofen mit dem Sumpfe übrig; doch da wäre nicht recht einzusehen, warum nicht auch dieser Ofen mit einem Vortiegel versehen wurde, da ja bei jedem späteren Schmelz gange das Metall leichtflüssiger wurde; der zweite Schmelzgang aber wird durch die Konzentrationsschlacke und durch die Zerkleinerung derselben verbürgt, wie es ja noch heute üblich ist, die Schlacke des Konzentrationsschmelz ganges zu zerkleinern, um sie bei dem ersten Schmelz gange einer anderen Erzmenge als Flußmittel zuzusetzen und auch das in ihr noch enthaltene Kupfer zu gewinnen. Schließlich könnte man annehmen, die unserem Schwarzkupfer ähnlichen Gußkuchen Fig. 42, 1—3, 5 und 7, verdankten ihre schwach konvexe Sohlenfläche dem schwach konkaven Boden des linken Ofens, d. h. der dritte Schmelzgang sei in diesem Ofen erfolgt. Faßte man jedoch die Kuchen in einem gewissen dünnflüssigen Zustande aus dem Ofen heraus, so hätten sie die Gestalt des Sumpfes nicht beibehalten; waren sie aber schon mehr erstarrt, dann hätten sie sich nicht so leicht vom Sumpfe losgelöst und müßten auf der Sohlenfläche rauh erscheinen, während sie in Wirklichkeit verhältnismäßig glatt sind. Ob übrigens die Schwarzkupferschmelze, welche beim Krummofenbetriebe nach PIRCHL jun. der dritte Schmelzgang war und in eigens konstruierten Öfen vorgenommen wurde, in einem der ausgegrabenen Öfen erfolgte, ist fraglich, weil sich hier die Verunreinigung des Schmelzgutes nicht leicht hätte verhindern lassen; diese Schmelze ging daher wahrscheinlich in einem Tiegel vor sich, der möglicherweise in den Ofen hineingestellt wurde, damit das Feuer besser zusammengehalten werde. Wir werden demnach den Sumpf des linken Ofens nur für eine zufällige oder sekundäre Bildung halten, wie ja auch die Rückwand dieses Ofens, was ich leider im Schnitte A—B nicht zum Ausdruck gebracht habe, sich in sanft gebogener Linie bis 14 cm weit (oben) in das Innere des Ofens hineinneigt. Muß man eine Tiegelschmelzung, wie gesagt, schon für die Schwarzkupferkuchen in Erwägung ziehen, so ist für die Feinkupferkuchen Fig. 42, 8—11, die keine ausgesprochene Form haben und Abfällen, die bei einer Schmelzung verloren gegangen sind, gleichen, eine Tiegelschmelzung um so mehr zuzugeben⁶³⁾.

⁶²⁾ Dadurch findet die Schmiedetechnik des Eisens in der La Tènezeit ihre natürliche Erklärung.

⁶³⁾ PIRCHL sen. (bei MUCH, Kupferzeit, S. 266) und jun. haben sich für die Konzentrationsschmelze in Tiegeln, letzterer auch gegen den Sumpf und für den Vortiegel bei der Roh-

schmelze ausgesprochen. Von einem Vortiegel sind allerdings bis jetzt Funde noch nicht zutage gefördert oder wenigstens nicht beachtet worden. Sicherer Aufschluß dürfte erst die Auffindung eines vollkommener erhaltenen Schmelzplatzes geben.