

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Die Metallurgie

Gewinnung und Verarbeitung der Metalle und ihrer Legierungen, in praktischer und theoretischer, besonders chemischer Beziehung

Die Metallurgie des Bleies und die Scheidung des Silbers vom Blei

Percy, John

Braunschweig, 1872

Die Bleihüttenprocesse

Die Bleihüttenprocesse.

Allgemeine Bemerkungen.

Aus dem, was über die Natur der Bleierze gesagt wurde, geht hervor, dass fast ausschliesslich der Bleiglanz das Material für die Bleigewinnung bildet, und dass die aus ihm entstandenen Oxydationsproducte: Weissbleierz, Vitriolbleierz, die Phosphate und Arseniate u. s. w. von untergeordneter Bedeutung sind. Die Bleihüttenprocesse haben mithin die Darstellung des Bleies aus dem Schwefelblei zum Zweck.

Bei der Gewinnung des Bleies ist in sehr vielen Fällen die Gegenwart anderer Metalle von wesentlichem Einfluss. Der Bleiglanz ist immer silberhaltig (S. 60), das Silber wird mit dem Blei ausgebracht, und seines hohen Werthes wegen von letzterem durch eine besondere Arbeit, das Abtreiben, geschieden. Und während früher silberarme Bleie dieser Scheidung nicht unterworfen wurden, weil die Kosten zu gross waren, besitzen wir jetzt in dem Krystallisiren und der Zinkentsilberung (Pattinson's und Parkes's Processen) sehr sinnreiche Mittel, die kleinsten Silbergehalte im Blei bis zu dem Grade zu concentriren, dass sie durch Abtreiben mit Vortheil zu gewinnen sind.

Abgesehen aber von diesen mit der Bleigewinnung aus Bleiglanz verbundenen Processen führt das Vorkommen des letzteren wiederum zu einer verschiedenen Behandlung des Erzes. Der Bleiglanz findet sich entweder in Sedimentärgesteinen, Kalkstein und Sandstein, auf besonderen Lagerstätten, auf Lagern, Nestern, auch, wie im Sandstein, fein eingesprengt in der ganzen Masse des Gesteins, oder aber er kommt auf Gängen in den älteren krystallinischen Gesteinen, den krystallinischen Schiefern und paläozoischen Bildungen vor. In den jüngeren Sedimentärgesteinen ist der Bleiglanz oft ganz allein anzutreffen, oft begleiten ihn Zinkerze (Galmei), Eisenerze (Brauneisenstein) oder Manganerze

(Braunstein), welche dann an gewissen Punkten herrschend werden oder ausschliesslich auftreten. Diese begleitenden Erze, denen sich seltener etwas Zinkblende beigesellt, sind sämmtlich oxydirte Verbindungen, sie lassen sich durch vorgängige Aufbereitung von dem viel schwereren Bleiglanz trennen, ihre Menge ist im Verhältniss nicht gross, und selbst derjenige Antheil von ihnen, welcher mit dem Bleiglanz zum Verschmelzen kommt, bedingt nur gewisse Modificationen der Arbeit, von denen später die Rede sein wird.

Auf den Gängen aber, welche Bleiglanz führen, herrscht nicht selten eine grosse Mannichfaltigkeit des Erzvorkommens. Silber- und Kupfererze, Schwefelkies, Arsenikkies und Zinkblende, sämmtlich Schwefelverbindungen, werden gleichzeitig mit dem Bleiglanz aus den Gruben gefördert. Durch einfache Handscheidung sucht man, wo dies thunlich ist, den wesentlich aus Bleiglanz bestehenden Theil des Haufwerks (bleische Erze) für sich zu erhalten. Aber in allen Fällen tritt hier neben dem Blei und Silber das Kupfer hervor, und macht andere Hüttenprocesse erforderlich, welchen dann besondere Kupferarbeiten zur Gewinnung auch dieses Metalls sich anschliessen.

Von allen Reactionen, durch welche der Bleiglanz zersetzt und das Blei abgeschieden wird, sind nur zwei einer Verwendung im Grossen fähig, nämlich 1. die theilweise Oxydation durch Rösten und die darauf folgende Einwirkung des oxydirten Theils auf den unveränderten, und 2. die Zerlegung durch Eisen, welche freilich auch keine vollständige ist.

Das Princip des ersten Verfahrens, des Röstprocesses an der Luft, welches S. 39 erörtert wurde, ist beim Blei nicht weniger wichtig als beim Kupfer, denn die Sulfurete von Blei und von Kupfer sind dadurch ausgezeichnet, dass sie in der Glühhitze von den betreffenden Oxyden zersetzt werden, wogegen bekanntlich die Sulfurete von Zink, von Mangan, von Antimon diese Eigenschaft nicht besitzen, sondern sich mit den entsprechenden Oxyden zu sogenannten Oxysulfureten verbinden.

Keine Methode kann einfacher sein, als ein solcher Röst- und Schmelzprocess, denn ausser metallischem Blei können sich nur Rückstände bilden, entweder wesentlich aus Oxyd und Sulfat bestehend, wenn die Röstperiode zu lange gedauert hatte, oder aus unzersetztem Bleiglanz, wenn das Gegentheil der Fall war. Weiterhin werden wir sehen, wie solche Rückstände zu Gute gemacht werden. Allein zum Gelingen ist reiner Bleiglanz erforderlich; die Gegenwart anderer Erze und die von Kieselsäure machen diese Art der Bleigewinnung unmöglich, weil die Masse schon beim Rösten schmilzt und weil sich bei der grossen Verwandtschaft der Kieselsäure zum Bleioxyd schnell bleireiche Schlacken bilden.

An vielen Orten wird Bleiglanz verhüttet, welcher mit bedeutenden Mengen anderer Schwefelmetalle, besonders mit Schwefelkies, Arsenikkies, auch Zinkblende gemengt ist. Auch in diesem Fall wird das Erz, und zwar in Haufen, geröstet, um einen Theil Schwefel und Arsen zu

entfernen. Auch hier ist die Röstung, da das Erz in Form von Stücken angewandt wird, nur eine theilweise, mehr äusserliche. Wenn alsdann die geröstete Masse mit Schlackenzuschlägen, welche im Stande sind, das oxydirte Eisen aufzunehmen, geschmolzen werden, so resultirt auch hier metallisches Blei aus der gegenseitigen Wirkung geschwefelter und oxydirtter Theile, gleichwie aus derjenigen der reducirenden Ofengase, allein dann entsteht allemal auch ein Bleistein, in welchem der Rest des Schwefelbleies und Schwefeleisens nebst dem Schwefelkupfer und andern Sulfureten sich ansammelt. Wir wollen dieses Verfahren im Allgemeinen als den Röst- und Reductionsprocess bezeichnen.

Die Zersetzung des Bleiglanzes durch metallisches Eisen oder die Niederschlagsarbeit ist in theoretischer Hinsicht schon früher erläutert worden (S. 34). Hier sei nur bemerkt, dass man unter Umständen auch in diesem Fall das Erz aus den oben angeführten Gründen vorher röstet. Grosse Bleiverluste, durch Verflüchtigung und Verschlackung, welche bei dieser Arbeit unvermeidlich sind, sowie der höchst ansehnliche Eisenverbrauch haben in neuester Zeit auf dem Oberharz dazu geführt, anstatt des Eisens sehr eisenreiche Schlacken, oder gerösteten Bleistein anzuwenden, wovon in dem betreffenden Abschnitt speciell die Rede sein wird.

Wir haben mithin drei principiell verschiedene Methoden für die Bleigewinnung:

- I. Den Röst- und Schmelzprocess.
- II. Den Röst- und Reductionsprocess.
- III. Den Eisen-Reductionsprocess (die Niederschlagsarbeit).

I. Der Röst- und Schmelzprocess.

Er wird theils in Flammöfen, theils in offenen Heerden ausgeführt. Der Flammöfen giebt es folgende:

1. Den Flintshire-Ofen.
2. Den spanischen Ofen.

Das Blei sammelt sich in diesen Oefen an und wird abgestochen. Die Rückstände sind gewöhnlich teigig, seltener geschmolzen.

3. Den Schmelzofen (flowing furnace).

Das Erz wird in einem besonderen Ofen geröstet. Das reducirte Blei wird aus dem Heerd abgestochen. Der Rückstand ist geschmolzen.

4. Den Bleiberger Ofen.

Das Blei fliesst in dem Maasse, als es sich reducirt, aus dem Ofen. Der Rückstand ist teigig.

Von Oefen mit Gebläse wendet man an

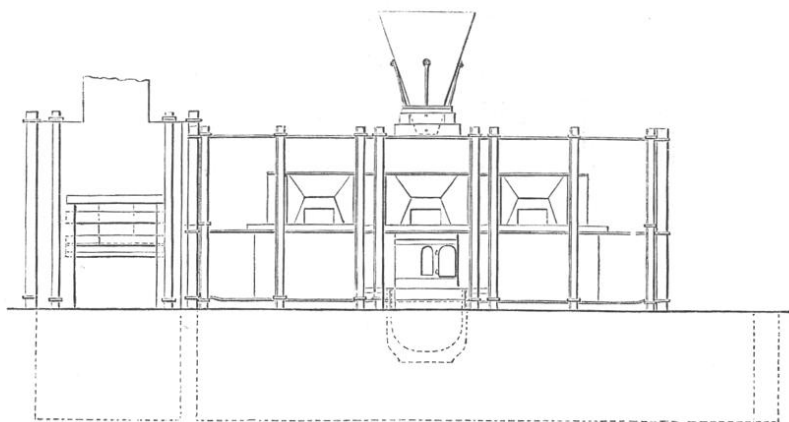
5. den Bleiheerd.

Das Rösten und die Reduction erfolgen neben einander. Die Rückstände sind halb geschmolzen.

Die Bleiarbeit im Flintshire-Ofen.

Beschreibung des Ofens. Ein Bogengewölbe, das Luftgewölbe genannt, dehnt sich der Länge nach unter dem Ofenbett aus, und steht an der Seite der Feuerbrücke in offener Verbindung mit der äusseren Luft. (S. Fig. 52 bis 63.)

Fig. 52.



Ansicht der Vorder- oder Schöpflochseite.

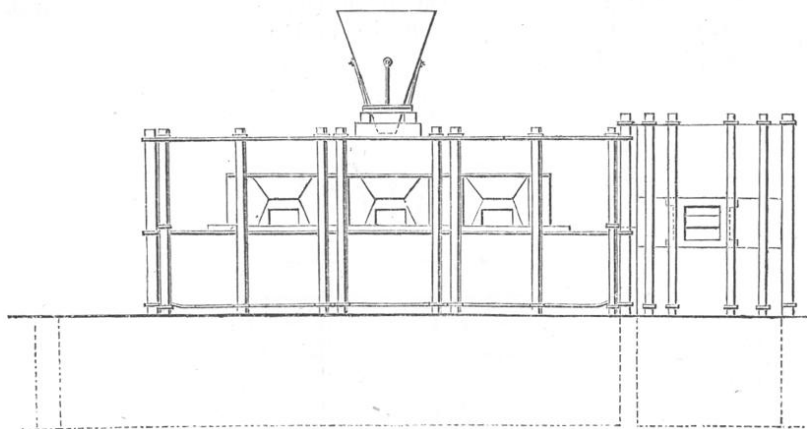
Auf dem Scheitel dieses Bogens ruht, nach rechts und links sich ausbreitend, eine flache Lage von Mauerwerk (crampcourse; Fig. 55, 57) und auf dieser liegen eiserne Klammern, welche die unteren Enden senkrechter schmiedeeiserner Träger halten (Fig. 52, 53, 54, 57, 61). Auf jenem Mauerwerk ist ein festes concaves Bett von gewöhnlichen Ziegeln mit Kalkmörtel aufgeführt, welches von hinten sowohl als von beiden Seiten nach dem Schöpfloch vorn abfällt. Die Kanten der Steine nach der Vertiefung hin lässt man scharf, und legt die Steine so, dass sie gleichsam Stufen bilden (Fig. 55, 57).

An der Vorder- und Rückseite befinden sich drei Oeffnungen in gleichen Abständen und von gleicher Grösse (Fig. 52, 53, 55, 57, 58), von starken gusseisernen Rahmen gebildet, deren Obertheil gegen das Innere des Ofens, die untere Seite aber so abgeschrägt ist, dass die Rahmen fest mit einer leichten Neigung nach innen stehen (Fig. 55, 62 a, a'). In der Front beider Reihen und in einem Niveau mit dem Boden der Oeffnungen liegt eine horizontale Platte von Gusseisen, 2'133 M. lang, 0'178 M. breit und 0'05 M. dick. Auf dem abgeschrägten Obertheil der Rahmen ruht ebenfalls eine starke derartige Platte, welche der Decke des Ofens an beiden Seiten zur Stütze dient (Fig. 57).

Vor jeder Reihe von Thürrahmen stehen verticale gusseiserne Plat-

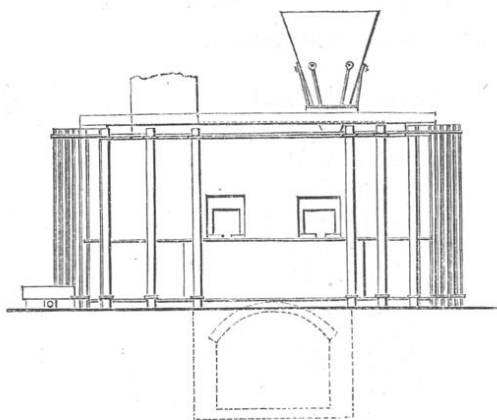
ten oder Pfosten von etwa 0'02 M. Dicke. Es sind ihrer vier für jede Reihe, und die an den Enden, rechts und links, sind verschieden von

Fig. 53.



Ansicht der Rückseite.

Fig. 54.



Ansicht der Seite der Esse.

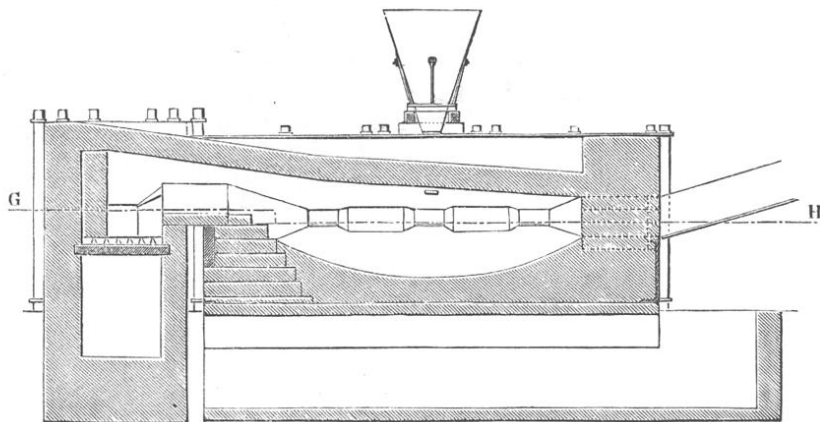
denen der Mittelthür auf beiden Seiten (Fig. 62, *b*, *c*, *d*). Auf den schrägen Kanten dieser Pfosten ruht die schon erwähnte geneigte Eisenplatte (Fig. 52, 53, 57). Auf diese Art ist jeder Rahmen isolirt. Vor dem Ofen liegt unter dem Mittelrahmen eine Eisenplatte, die Schöpflochplatte, welche durch eine hervortretende Längsschiene befestigt ist. In ihrer Mitte befindet sich eine fast verticale

mit einer Klappenthür, und darunter das Schöpfloch (Fig. 52, 57). Unmittelbar unter der Platte steht ein kreisrunder gusseiserner Topf, der Bleitopf (leadpot, leadpan, leadkettle).

Der Heerd wird von einem niedrigen flachen Gewölbe überspannt, welches von der Seitenmauer des Feuerraums bis zu der Essenmauer des Ofens reicht. Unmittelbar oberhalb einer Linie, welche von der Mitte des dem Feuerraum nächsten Rahmens nach der des gegenüber-

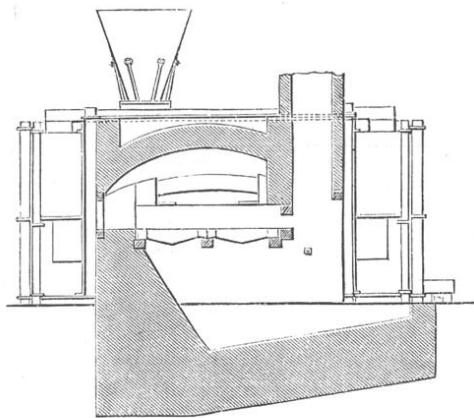
liegenden der Rückseite gezogen wird, bildet das Gewölbe einen sehr stumpfen Winkel, auf welchen man bei der Construction grosses Gewicht

Fig. 55.



Senkrechter Durchschnitt nach AB in Fig. 58.

Fig. 56.



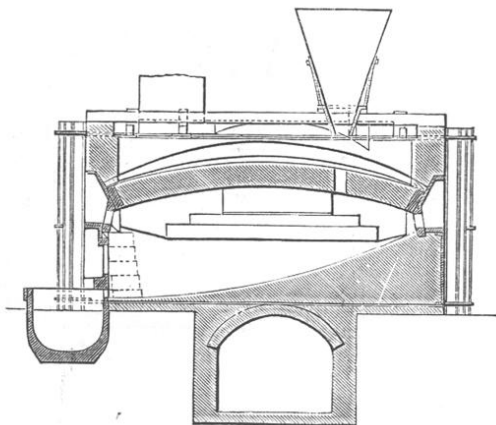
Senkrechter Durchschnitt nach EF in Fig. 58, durch den Feuerraum.

legt. Die Entfernung von der Mitte jener Linie bis zur unteren Fläche des Gewölbes soll 0.43 M. betragen. Der Abstand von der Mitte einer ähnlichen, welche man von dem Thürrahmen zunächst der Esse nach dem gegenüberliegenden zieht, bis zum Gewölbe soll 0.33 M. sein; und von der Mitte der Höhe der Feuerbrücke bis zu dem senkrecht darüber liegenden Punkt des Gewölbes rechnet man 0.482 M. (Fig. 55, 57).

In dem Deckengewölbe ist gegenüber den mittleren Thürrahmen, aber zunächst denen der Vorderseite, eine Oeffnung zum Eintragen der Charge angebracht (Fig. 55, 57). Das Feuerloch befindet sich auf der Rückseite (Fig. 53), und der Rost wird an der Vorderseite von Schlacken befreit (Fig. 52, 56). Vor dem Aschenfall liegt ein kurzer Zugcanal

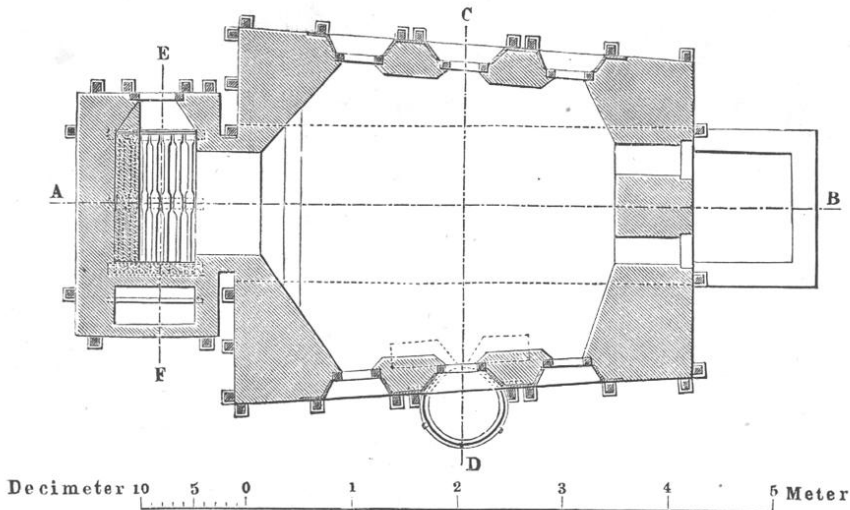
zur Ableitung von dort etwa ausströmenden Dämpfen, für die freie Circulation der Luft zwischen der Innenmauer des Feuerraums und der an-

Fig. 57.

Senkrechter Durchschnitt nach *CD* in Fig. 58.

stossenden Schlussmauer des Heerdes ist ein offener Raum gelassen. Der obere Theil dieser Heerdmauer unterhalb der Feuerbrücke wird von

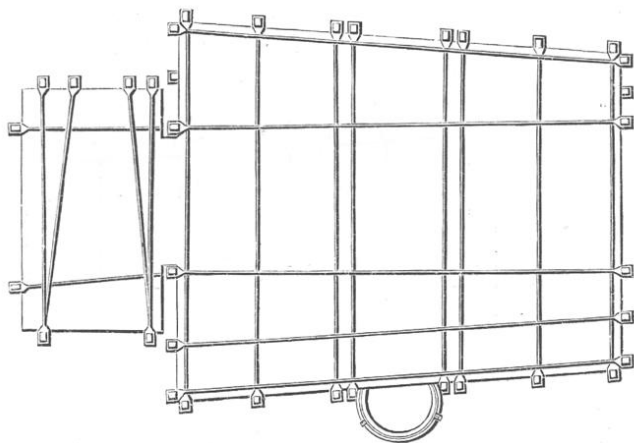
Fig. 58.

Horizontalschnitt nach *GH* in Fig. 55. Der Maassstab gilt für die Fig. 52 bis 61.

einer starken Eisenplatte (bridgeplate) gestützt (Fig. 55). Am anderen Ende des Ofens befinden sich zwei rechtwinklige Züge, von welchen der

an der Rückseite der grössere ist (Fig. 54, 55, 58). Man bezweckt hiermit, die Flamme mehr über den höchsten Theil des Heerdes, welcher

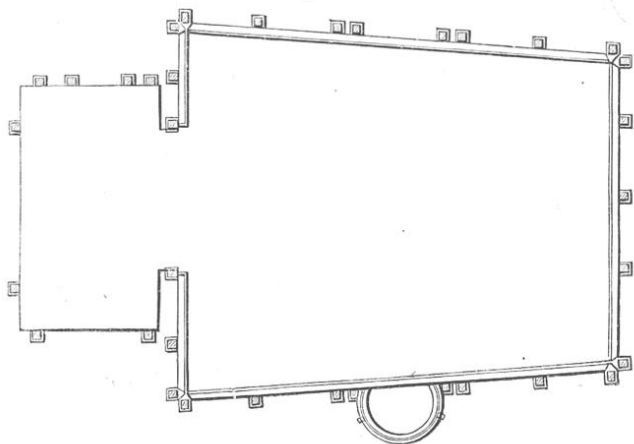
Fig. 59.



Ansicht der Decke des Ofens, die Verankerung derselben darstellend.

an diesen Zug anstösst, zu leiten. Beide Züge treten in einen gemeinsamen, welcher in eine hohe Esse mündet, auf welcher ein Dämpfer angebracht ist. Den beiden Zugcanälen entsprechen Oeffnungen in der Aussenwand, welche für gewöhnlich mit Ziegeln verschlossen sind.

Fig. 60.

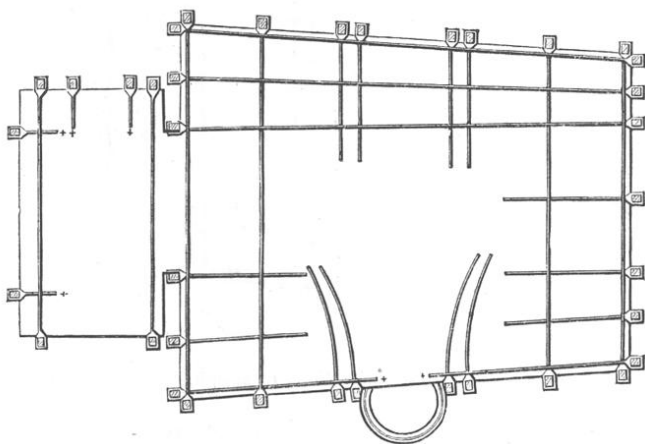


Horizontaldurchschnitt dicht unter den Arbeitsthüren.

Der Ofen wird von schmiedeeisernen Trägern und Schienen fest zusammengehalten. Zu beiden Seiten der Schöpfflochplatte befindet sich

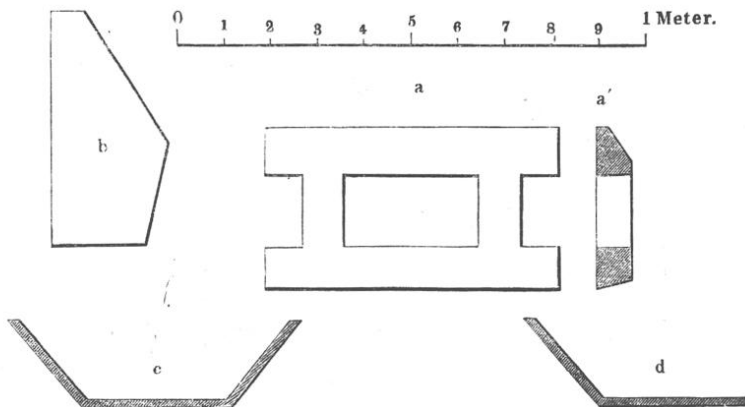
eine solche von Gusseisen (Fig. 52), und an der Rückseite eine zweite, von 1'22 und 0'685 M. Grösse, unter der mittleren Oeffnung, dazu bestimmt, die Mauerung vor den grauen teigigen Schlacken zu schützen, welche durch diese Oeffnung herausgezogen werden, und auf der Sohle darunter liegt gleichfalls eine derartige Platte.

Fig. 61.



Ansicht des Systems der Verankerung; die dem Schöpfloch benachbarten mit $\dagger\dagger$ bezeichneten Enden sind 0'23 M. abwärts gebogen, die übrigen ebenso bezeichneten dagegen 0'15 M. aufwärts.

Fig. 62.



a ein Thürrahmen. *a'* Durchschnitt desselben. *b* Pfosten links vor der ersten Thür der Vorderseite. *c* Pfosten zwischen der ersten und zweiten (oder der zweiten und dritten) Thür. *d* Pfosten rechts nach der dritten Thür der Vorderseite.

Viele Oefen sind von guss- oder schmiedeeisernen Platten vollständig umschlossen. Der Zwischenraum über der Decke zwischen den umgebenden senkrechten Mauern wird mit Asche oder Sand mehr oder weniger ausgefüllt.

Für alle Theile des Ofens — die Fundamente, die Aussenmauern, Decke des Luftgewölbes u. s. w., welche keiner sehr hohen Temperatur ausgesetzt sind — mag gewöhnliches Ziegelmateriel benutzt werden, jedoch in allen übrigen Theilen sind die Bleiflammöfen von Nordwales durchgängig aus feuerfesten Steinen construirt, welche von Buckley in Flintshire stammen, und diese Steine werden mit dem Thon, aus welchem sie verfertigt sind, zusammengefügt. Obwohl weniger feuerfest als manche andere, bewähren sie sich doch bei den Bleiöfen durch längere Dauer.

Der eigentliche Heerd der Oefen wird gewöhnlich aus den grauen Schlacken, welche sie produciren, hergestellt. In Stücke zerbrochen, wird die Schlacke in den rothglühenden Ofen geworfen, über die Mauerbettung ausgebreitet und dann eingeschmolzen, wozu etwa 5 Tonnen erforderlich sind. Auf einen guten Heerd kommt es für die Arbeit ganz besonders an, und jede Beschädigung desselben wird nach dem Ablassen einer Charge durch Schlacke wieder ausgebessert. Die Dicke eines solchen Schlackenheerdes variirt von 0.15 bis 0.3 M. und ist am grössten gegen das Zapfloch hin, am geringsten an den höheren Stellen. Obzwar Schlacken verschiedener Art tauglich sind, so zieht man doch die sogenannte „graue Schlacke“ vor.

Nach Verlauf von einem oder zwei Jahren ist ein Flintshire-Ofen in seinen einzelnen Theilen mehr oder weniger verändert, kann aber doch noch befriedigende Dienste leisten.

Die Bleiarbeit im Flintshire-Ofen zu Bagillt bei Holywell, Flintshire. (1859.)

Die nachfolgende allgemeine Schilderung des Bleihüttenprocesses in Nord-Wales beruht auf Mittheilungen von Mr. Keates und Mr. John Henry an Percy.

Die gewöhnliche Charge für einen Ofen von den oben angegebenen Dimensionen ist 1066.8 Kilo Erz mit einem berechneten Zuschlag wegen der Feuchtigkeit. Sie wird durch die Oeffnung im Gewölbe in den von der vorhergehenden Arbeit noch rothglühenden Ofen gebracht, sorgfältig über den Heerd ausgebreitet, und während zwei Stunden häufig durchgekrählt und gewendet. Hierbei wird die Temperatur durch den Dämpfer regulirt und die Thüren stehen offen, ganz oder theilweise, damit die nöthige Menge Luft in den Ofen trete. Beständiges Durchkrählen und die stärkste Hitze, welche ohne Erweichen und Zusammenballen möglich ist, sind die Hauptbedingungen in dieser Periode. Ist die Temperatur zu niedrig, so wird die Röstung verzögert; steigt sie zu hoch, so tritt zu früh Schmelzung ein. Nach Ablauf von zwei Stunden wird

der Rost von den Schlacken (clinker) gereinigt und mit Kohlen beworfen, das Feuer aber so weit verstärkt, dass die Charge halbfüssig wird, wobei man einzelne Theile, welche gegen das Zapfloch hinabgeflossen sind, zu dem Uebrigen nach den höheren Stellen des Heerdes hinaufzieht. Nun wird die Feuerthür geöffnet und die Hitze gemässigt, so dass die Charge die Consistenz eines steifen Teigs annimmt, während man die Masse gegen die Feuerbrücke und nach hinten zuschiebt. Hierauf schliesst man die Feuerthür, und schmilzt die Masse so rasch wie möglich ein, während man gelöschten Kalk darauf wirft, und über die ganze Fläche gleichmässig ausbreitet. Die Schlacke und der nicht reducirte Theil des Erzes, welche hierdurch hinlänglich steif werden, bricht man wieder auf und wirft sie auf den geneigten Theil des Heerdes, wo sie abkühlen, um nachher wieder geschmolzen zu werden. Ein zweiter Kalkzuschlag folgt hierauf; die Schlacke wird vom Blei zurückgeschoben, welches man ausschöpft, und dann die Schlacke in Form teigiger Klumpen aus dem Ofen zieht. Sie heisst graue Schlacke (grey slag).

Besondere Erzbeschaffenheit führt Abweichungen in der Temperatur und der Manipulation mit sich.

Eine Charge wird in fünf Stunden verarbeitet, unter ungünstigen Umständen, durch das Brennmaterial und den Zug im Ofen herbeigeführt, kann sie sechs Stunden erfordern.

Durch rasches Einschmelzen wird der Bleiverlust (durch Verflüchtigung) vermindert. Deshalb kommt viel auf die Kohle und auf die Verhältnisse eines Ofens an, der ein rasches Erhitzen und Abkühlen erlaubt. Je genügender der Röstprocess in der ersten Periode erfolgte, um so grösser ist die Productionskraft des Ofens, und um so näher kommt das Ausbringen dem Resultat der Erzprobe. Die Wirkung des Kalks ist lediglich die des Abkühlens und Erstarrens, eine Folge der sich entwickelnden Wasserdämpfe.

Für jede Charge (1066·8 K.) verbraucht man 6096 bis 8128 K. Kohlen, je nach ihrer Qualität.

Zu jedem Ofen gehören zwei Schmelzer und ein Hülfсарbeiter.

Eine Charge = 1066·8 K. guten Flintshirer Bleierzes giebt etwa 7366 K. Blei oder 69 Proc., nämlich 62·8 direct und den Rest aus den Schlacken und dem Bleirauch. Dieselben Erze sollen aber der Probe zufolge 75 bis 80 Proc. Blei enthalten, woraus dann folgen würde, dass 8 bis 14 Proc. Blei durch Verflüchtigung u. s. w. verloren gehen.

Mit der vorhergehenden Darstellung mag man die folgende eines praktischen und zugleich theoretisch wohl unterrichteten Bleihüttenmanns vergleichen.

Die Dauer der Röstperiode der Charge von 1066·8 K. beträgt andert-halb Stunden. Dann wird frisch gefeuert, der Dämpfer etwas geöffnet, und die Masse so etwa eine Stunde stärker erhitzt. Jetzt wird das Feuer verstärkt, die Thüren werden geschlossen, bis die Masse geschmolzen ist, wozu etwa eine halbe Stunde gehört. Dann öffnet man die Thüren,

wirft einige Schaufeln Kalk in den Ofen, um die nicht reducirten Antheile erstarren zu machen, welche man seitlich aufhäuft, abkühlen lässt, sodann gut durcharbeitet, um sie möglichst zu zertheilen, und sie eine Stunde lang röstet. Dann folgt ein abermaliges Feuern, Oeffnen des Dämpfers und Schliessen der Thüren, bis die Charge abermals in Fluss gekommen ist, die Arbeit einer Viertelstunde. Dann ein zweiter Kalkzusatz, Durcharbeiten und Rösten, jedoch nur eine halbe Stunde lang. Endlich nochmaliges Feuern, während die Thüren geschlossen sind, bis alles vollkommen geschmolzen ist, wozu eine halbe Stunde oder etwas mehr gehört. Man öffnet zuletzt die Thüren, verdickt die Schlacke mittelst Kalk und lässt das Blei ab. Die Schlacken werden mit Wasser abgeschreckt und fortgefahren.

Inzwischen bringt man eine neue Charge auf den Heerd, welche denselben Wechsel der Behandlung erleidet.

Die Oberfläche des Bleies in dem Topf ist mit einem aus Schwefelblei bestehenden Schaum bedeckt, welcher viel Blei mechanisch einschliesst. Der Arbeiter taucht eine Schaufel in das Blei, rührt es stark um, wirft einige Steinkohlenschlacken auf, und setzt das Durchrühren fort. Durch eine Schaufel heisser Cinder entzündet er die sich entwickelnden Gase, und bringt dann die Schlacke in den Ofen zurück.

Von 16 Chargen Erz = 17068·8 K. wurden bei einem Versuche 11424·5 K. Blei und 2031 K. Schlacke mit einem Bleigehalt von etwa 55 Proc., bei einem Verbrauch von 508 K. Kohlen pro Charge erhalten. Der Gesamtverlust an Blei mag 5 Proc. betragen, und es ist darin der vom Schmelzen der Schlacken enthalten, nicht aber der Bleigehalt des Rauchs, welcher höchstens 1 Proc. der Metallmenge ausmacht.

Nach anderweitigen Mittheilungen betrug der Bleigehalt der Schlacken der Probe zufolge 55·5 Proc. — Ein Bleiglanz mit 77·5 Proc. Blei lieferte pro Charge 122 K. Schlacken mit 53·75 Proc. Blei.

Die graue Schlacke wurde früher in kleinen Schachtöfen (Schlackenheerden) zu Gute gemacht; jetzt dient hierzu der Schmelz-Flammofen (flowing furnace), daher bei ihm von dieser Arbeit die Rede sein wird.

Percy beschreibt seine eigenen Wahrnehmungen an einem Flintshire-Ofen bei Holywell, in welchem sehr reiner Bleiglanz von 81 Proc. in Chargen von 1066·8 K. (oder vielmehr 1092·2 K. wegen der Feuchtigkeith) verhüttet werden, folgendermaassen:

Um 3^h 40': Aufbringen der Charge auf den Heerd. Alle Seitenthüren und die Feuerthür offen.

5^h 10': Beendigung der Röstperiode. Theilweiser Schluss der Thüren. Verstärkung des Feuers.

6^h 35': Neues Anfeuern. Ausfliessen von Blei beobachtet.

7^h 8': Schluss aller Thüren; Oeffnen des Dämpfers. Lebhaftes Aufschäumen mit einem eigenen Geräusch; reichliches Ausfliessen von Blei.

7^h 50': Oeffnen aller Thüren; Durcharbeiten; die Charge schmilzt vollständig.

7^h 54': Aufwerfen und Einrühren einer Schaufel gelöschten Kalks.

8^h: Die seitwärts festsitzenden Massen werden mit der Schaufel losgestossen und nahe der Feuerbrücke angehäuft.

8^h 18': Der Dämpfer wird heruntergelassen, die Feuerthür geschlossen; die beiden nächsten seitlichen Thüren bleiben offen.

8^h 47': Der Dämpfer wird geöffnet, das Feuer verstärkt; alle Thüren verschlossen.

8^h 54': Lebhaftes Aufschäumen und Kochen.

9^h 12': Zwei Schaufeln Kalk werden eingerührt. Die Schlacke wird von der Metallfläche zurückgeschoben.

9^h 17': Oeffnen des Zapflochs, Abfliessen des Bleies; die Schlacken werden herausgezogen und fallen auf eine Eisenplatte. Der Dämpfer steht offen, und der Ofen kühlt sich für die neue Charge ab.

9^h 25': Einbringen der letzteren.

9^h 29': Das abgelassene Blei wird im Topf mittelst durchlöcherter flacher Eisenschaufel geschäumt. Kohlenschlacke und glühende Kohlen werden aufgeworfen.

9^h 32': Das Schäumen ist beendet. Die Stichöffnung wird durch einen Pfropf von Kalkmörtel geschlossen.

Analytische Data für die Bleiarbeit im Flintshire-Ofen.

Percy hat das Erz und die Producte seiner Verarbeitung im Ofen, wie sie soeben geschildert wurde, näher untersucht.

Zusammensetzung des Erzes:

Schwefelblei	89.95
Schwefelzink	0.99
Bleioxyd	5.15
Kalk	0.65
Eisenoxyd	0.29
Thonerde	0.13
Kohlensäure	1.62
Unlösliches	0.85

99.63

entsprechend 82.71 Blei.

Das Unlösliche besteht grösstentheils aus Quarz.

Zusammensetzung der Charge:

I. Anderthalb Stunden nach Beginn der Arbeit. II. Zwei Stunden später. III. Nach dreiviertel Stunden. IV. Nach einer halben Stunde. V. Zusammensetzung der grauen Schlacke nach dem Abstechen.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Schwefel . . .	8.57	7.16	3.32	0.58	0.12
Schwefelsäure .	1.00	1.26	1.83	3.70	2.60
Blei	55.25	46.16	21.44	3.77	0.78
Bleioxyd . . .	29.67	35.01	48.23	57.82	56.12
Zinkoxyd . . .	1.25	3.00	5.02	5.72	7.52
Kalk	1.32	2.14	7.38	11.51	12.68
Thonerde . . .	0.37	0.58	1.38	1.97	3.01
Eisenoxyd . . .	0.51	0.96	1.57	2.28	2.86
Kieselsäure ¹⁾ .	—	—	8.32	11.04	12.52
Unlösliches . .	1.60	3.99	1.12	0.80	1.45
	99.54	100.26	99.61	99.19	99.66
Oder					
Schwefelblei . .	63.82	53.32	24.76	4.35	0.90
Bleioxyd . . .	27.25	31.49	43.12	47.50	48.87
Bleisulfat . . .	3.42	4.78	6.94	14.02	9.85
Oder					
Blei	84.92	78.65	66.22	47.86	52.88

Den Proben II., III., IV. war etwas metallisches Blei beigemengt, welches vor der Analyse sich nicht absondern liess. Die letztere lässt natürlich nicht erkennen ob Schwefel und Schwefelsäure ausschliesslich mit Blei verbunden seien, wie angenommen ist.

Es folgt aus diesen Versuchen, dass das Schwefelblei im Laufe der Arbeit fast ganz verschwindet, wogegen die Menge des Bleioxyds und des Bleisulfats stetig zunimmt.

Bemerkenswerth ist; dass in Nro. II., d. h. der Masse, welche nach der Röstperiode bei stärkerer Hitze geschmolzen ist, so viel Sulfuret neben Sulfat und Oxyd bestehen soll, was übrigens auch im minderen Grade von Nr. III. gilt. Percy vermuthet, dies sei möglich, weil das Schwefelblei mit dem reducirten Blei zusammenschmelze, und so der zersetzenden Einwirkung der oxydirten Verbindungen entzogen werde²⁾.

Die mechanische Wirkung des Kalks durch Abkühlung und Verdicken der Masse ist zweifellos. Es könnte aber die Frage sein, ob er auch eine chemische Wirkung ausübt. Aus Berthier's Versuchen ist bekannt, dass Schwefelblei durch Kalk im Kohlentiegel in starker Hitze nur sehr unvollkommen unter Bildung von Schwefelcalcium zersetzt wird, während bei Luftzutritt schwefelsaurer Kalk entsteht (S. 37). Man hat auch vermuthet, der Kalk zerlege Bleisulfat, dessen Menge in der Schlacke wesentlich geringer ist als in dem Product Nro. IV., aus welchem sie

¹⁾ Als gelatinirendes Silicat vorhanden. ²⁾ Nach Dick kann die Charge nach dem Schmelzen nicht lange genug zu einer vollständigen Reaction in der Stichöffnung erhalten werden, weil der Heerd sonst schmelzen würde. Deshalb ist es nöthig, die rückständigen Oxyde und Schwefelmetalle mittelst Kalk zu verdicken.

entstand. Da keine Rede von Sulfaten von Eisen, Zink oder Thonerde unter den vorliegenden Umständen sein kann, so muss die Schwefelsäure in Nro. IV. und V. mit Blei oder mit Kalk oder mit beiden verbunden sein. Wäre ausschliesslich Kalksulfat vorhanden, so liesse sich dessen Verminderung in V. gegen IV. nicht erklären, falls man nicht annimmt, dass die Kieselsäure wirksam war, insofern diese in der Hitze zerlegend auf schwefelsauren Kalk wirkt. Bei der Gegenwart einer so grossen Menge Bleioxyd jedoch, dessen Affinität zur Kieselsäure bekannt ist, lässt sich nicht voraussetzen, dass die Verminderung der Schwefelsäure von der Zersetzung schwefelsauren Kalks herrühre; es muss also Bleisulfat durch Schwefelblei zerlegt sein. Die Differenz des letzteren in IV. und V. ist 3.49, welche zu ihrer Zersetzung 4.4 Bleisulfat erfordert; ist es nun ein blosser Zufall, dass $14.02 - 9.85 = 4.17$ dieser Menge fast genau entspricht? Doch wohl nicht. Dann aber dürfte von einer chemischen Wirkung des Kalks nicht die Rede sein. Weitere Untersuchungen sind aber immerhin sehr wünschenswerth.

In den Producten III. bis V. tritt chemisch gebundene Kieselsäure auf, und zwar in steigender Menge, während auch der Gehalt an Thonerde wächst. Die Ursache kann nur die aufschliessende Wirkung des Bleioxyds auf das Thonerdesilicat der Ziegel sein; welcher Art aber das Silicat sein mag, lässt sich nicht ersehen, da die graue Schlacke ein Gemenge ist, wenigstens was den Kalk betrifft.

Dick hat beobachtet, dass nach dem ersten Zusatz von Kalk eine Art von Verglimmen eintritt, welches von einem Ende der Masse sich über die ganze Oberfläche bis zum anderen fortpflanzt. Spricht dies für eine chemische Wirkung des Kalks?

Nach dieser Einsicht in die chemischen Aenderungen der Charge lässt sich der ganze Process in vier Perioden theilen:

I. Rösten bei verhältnissmässig niedriger Temperatur.

II. Schmelzen der gerösteten Masse bei stärkerer Hitze, und dabei stattfindende beträchtliche Reduction von Blei.

III. Durcharbeiten mit Kalk; vervollständigte Zersetzung des noch übrigen Schwefelbleies unter Bildung einer grossen Menge oxydirter Producte.

IV. Abstechen des Bleies und Ausziehen der Schlacke.

In fast allen metallurgischen Werken, welche die Verhüttung des Bleiglanzes in Flammöfen beschreiben, ist von der Bildung von Bleisub-sulfuret die Rede. Es wurde jedoch schon früher (S. 28) gezeigt, dass die Existenz niederer Schwefelungsstufen des Bleies noch gar nicht erwiesen ist¹⁾.

An die mitgetheilten Analysen reihen sich folgende von Weston

¹⁾ Percy erklärt sich auch gegen die Annahme eines Oxy-sulfurets. Das Verhalten des Bleies macht ja aber die Existenz eines solchen überhaupt unannehmbar.

ausgeführte, welche die Producte von Bagillt bei Holywell vom Jahre 1859 betreffen.

I. Nach zweistündigem Verweilen im Ofen. II. Nach drei Stunden. III. Graue Schlacke.

	I.	II.	III.
Schwefel	7·22	7·33	—
Schwefelsäure	0·75	2·03	4·93
Blei	46·57	47·23	—
Bleioxyd	38·96	32·82	51·88
Zinkoxyd	2·65	5·19	12·00
Kalk	1·63	1·96	13·50
Thonerde	—	—	0·71
Eisenoxydul	0·90	1·33	3·89
Kieselsäure	1·10	1·85	12·32
	99·78	99·74	99·23

Oder

Schwefelblei	53·79	54·56	—
Bleioxyd	36·87	27·18	38·08
Bleisulfat	2·84	7·67	18·73

Die Bleiarbeit zu Alport, Derbyshire.

Die dortigen Oefen sind kleiner als die zu Holywell und haben zwei Stichöffnungen, je eine für das Blei und die Schlacken. Die Länge des Heerdes ist 3·05 M., die Breite an den Thüren zunächst der Feuerbrücke 2·44 M., an denen zunächst den Zügen 2·25 M. — Der Rost ist 1·3 M. lang und 0·61 M. breit, die Feuerbrücke 0·76 M. breit. Ihr Abstand vom Gewölbe 0·43 M. — Die sechs Seitenthüren sind jede 0·28 M. breit und 0·178 M. hoch. Der Bleitopf misst 0·56 M. im Lichten.

Man verarbeitet Bleierze, deren Gehalt nach der Probe 76 bis 77 Proc. ist, in Chargen von 812·8 Kilo in 4½ bis 5 Stunden, und gewinnt 71 bis 72 Proc. Blei. Die Schlacke wird abgelassen und beträgt 165·1 K. pro Charge; sie soll nur 6 bis 8 Proc. Blei enthalten. Das Blei wird nach der Schlacke abgestochen, welche mithin flüssig sein muss.

Auch hier wird Kalk zugeschlagen und bei Erzen, welche Schwerspath enthalten, Flussspath. Den Bleiverlust schätzt man zu 5 Proc.

Die Schlacke wird auf einem spanischen Schlackenheerd zu Gute gemacht, wie weiterhin gezeigt werden wird.

Das Verfahren ist im Wesentlichen wie zu Holywell, nur wird, wie aus dem Mitgetheilten folgt, die Schlacke im Ofen geschmolzen und flüssig abgelassen. Die Ursache liegt in den Gangarten der Derbyshirer Erze, welche häufig aus Schwerspath oder Flussspath bestehen. Bekanntlich schmilzt aber ein Gemenge dieser beiden Mineralien leicht zu einer

dünnflüssigen Masse. Die Stichschlacke (run-slag, im Gegensatz zur Zugschlacke, drawn-slag) ist dicht, erdig im Bruch, gelblich oder bräunlichgrau von Farbe. Sie hiess früher „macaroni-slag“ und diente zur Wegebesserung.

Es scheinen keine neueren Analysen solcher Schlacken zu existiren. Berthier¹⁾ untersuchte solche von der Leahütte bei Matlock, wo theils reiner Bleiglanz, theils ein Gemenge desselben mit Weissbleierz und Schwerspath verhüttet wird. Eine Probe der letzten Art enthielt 55 Proc. Bleiglanz, 23 Weissbleierz, 19 Schwerspath, 3 Thon. Beide Arten wurden zu gleichen Theilen gemischt in Chargen von 812·8 K. verarbeitet, und zwar unter Zuschlag eines aus $\frac{3}{4}$ Flussspath und $\frac{1}{4}$ Kalkspath bestehenden Flusses. Dabei bildeten sich Stichschlacke und strengflüssigere Zugschlacke, welche vom Heerd abgezogen wurde. Beide Arten waren hellgelblich grau, körnig, mit Bleikörnern gemengt, aber ihre Masse selbst war ein Gemenge einer hellgrauen porösen Substanz mit weissen erdigen Theilen und blättrigen, wie Bleiglanz glänzenden Partikeln.

Berthier berechnete je zwei Analysen beider Schlackenarten in folgender Art:

	Stichschlacke.		Zugschlacke.	
	1.	2.	1.	2.
Fluorcalcium	16·0	13·6	7·2	8·5
Schwefelsaurer Baryt .	25·0	30·0	22·0	24·4
Schwefelsaurer Kalk .	22·5	33·0	1·6	5·6
Schwefelsaures Blei . .	22·0	9·0	12·0	30·0
Bleiglanz	—	—	17·6	2·0
Eisenoxyd }	4·5	2·0	15·4	5·6
Zinkoxyd }		2·0	7·2	8·0
Kalk	8·0	8·8	14·0	14·7
Kohlensäure und Verlust	2·0	1·6	3·0	1·2
	100	100	100	100

Die Bleiarbeit im Flintshire-Ofen zu Tarnowitz in Oberschlesien.

In einem späteren Abschnitt, welcher die Geschichte der Tarnowitzer Hütte und den Umfang der dortigen Arbeit behandelt, werden wir sehen, dass der Flammofenbetrieb dort seit dem Jahre 1862 eingeführt wurde. Die Oefen, deren Heerd 3·76 M. lang und 3·45 M. breit ist, unterscheiden sich von den Flintshire-Oefen nur darin, dass die Stich-

¹⁾ Voyage métall. en Angleterre. 2. Ed. 1839, 2, 662.

öffnung unter der Thür zunächst den Zügen liegt. Das auf einem Quetschwerk zerkleinerte und gesiebte Erz wird ganz ähnlich wie in England behandelt, und die Charge, anfänglich 1000 Kilo, wurde später auf das Doppelte erhöht. Die Röstperiode dauert 3 bis 4 Stunden, die ganze Arbeit etwa 7 Stunden, und das Blei wird in verschiedenen Intervallen abgestochen. Die Rückstände, entsprechend der grauen Schlacke, werden herausgezogen und in Schachtöfen zu Gute gemacht. Ihre Zusammensetzung wird angegeben zu:

Bleioxyd	33·18	} = Blei 39·86
Bleisulfat	13·27	
Zinkoxyd	22·86	
Eisenoxyd	8·96	
Kalk	11·19	
Kieselsäure	3·56	
Schwefeleisen	1·82	
Kohle	4·82	
	99·66	

Mit einem Silbergehalt von 0·15 T. Thln.

Es wurde dieser letztere auch in dem Blei, und zwar in jedem Abstich bestimmt.

	Menge Kilo	Silber in T. Thln.
Erster Abstich	440	1·445
Zweiter „	368·5	1·210
Dritter „	261	1·095
Vierter „	133	0·995
Fünfter „	106·5	1·035
Total 1309		Mittel 1·230

In den Rückständen kommen auf 1000 Thle. Blei nur 0·376 Silber oder etwa der dritte Theil jenes Mittels.

Die folgende Tabelle zeigt die Betriebsresultate in den Jahren 1863, 1864, 1865.

	Erzgehalt		Im Ofen ausgebrachtes Blei	
	Blei in Proc.	Silber in T. Thln.	Kilo	Silbergehalt in T. Thln.
1863 . . .	69·81	0·7640	2549	1·37
1864 . . .	71·01	0·7341	3050	1·16
1865 . . .	72·97	0·7461	3192	1·13

Aus 5000 Kilo Erz wurden erhalten:

	Rückstände			Hüttenrauch		
	Kilo	enthaltend		Kilo	enthaltend	
		Blei in Proc.	Silber in T. Thln.		Blei in Proc.	Silber in T. Thln.
1863	1587·5	47·5	0·180	53	50	0·12
1864	1032	45·3	0·111	70		0·05
1865	796	38·8	0·135	137·5		0·09

	Verlust an		Von 100 Thln. in der Charge ent-	
	Blei in Proc.	Silber in T. Thln.	haltenen Metalls wurden ausgebracht	
			Blei	Silber
1863	3·22	0·077	73·03	91·8554
1864	2·96	0·003	82·43	96·3919
1865	1·65	0·0008	87·49	99·9156

Der Rest der Metalle bleibt in den Zwischenproducten.

Bretagner Ofen. Als Procédé bréton bezeichnet man ein Verfahren, welches früher zu Poullaouen in der Bretagne und bei Albertville in Savoyen¹⁾ ausgeübt wurde, und, Gruner zufolge²⁾, noch jetzt für gewisse Erze bei Marseille, Nantes und Holzappel (Nassau) üblich ist. Die Arbeit ist im Wesentlichen die im Flintshire-Ofen, und der Ofen weicht von diesem nur in einzelnen Verhältnissen ab. Der Heerd, welcher zu Poullaouen aus Thon bestand, wurde bald sehr hart und hielt sich lange Zeit. Die Charge von 1300 Kilo bestand aus Bleiglanz, welcher 12 bis 13 Proc. Schwefelkies, Zinkblende und 4 bis 5 Proc. Quarz enthielt. Man röstete so langsam, dass die Masse erst nach 5 Stunden rothglühend war, und steigerte dann die Hitze bis zum Weichwerden, worauf die Masse heftig durchgearbeitet wurde. Nach wiederholtem zweistündigen Rösten in stärkerer Hitze wurde das Blei abgestochen, während die Rückstände im Ofen einem gleichen Wechsel der Behandlung bei steigender Temperatur und in immer kürzeren Perioden unterworfen wurden. Nach Ablauf von 13 Stunden, während der Ofen hellroth glühend und der Inhalt flüssig war, warf man Holzstücke und Kohlenschlacke darauf und arbeitete alles durcheinander, wodurch eine grössere Menge Blei zum Vorschein kam. Diese Operation wiederholte man nochmals.

Rivot führt an, dass auf diese Weise von Erzen mit 66 Proc. Blei, 47 Metalle und 32·4 Rückstände = 12·5 Blei erhalten wurden, so dass also der Bleiverlust 10 Proc. der Gesamtmenge desselben betragen hätte.

¹⁾ Remplat in den Ann. Mines (3) 18, 161 und (4) 4, 331.
(6) 13, 335 (1868).

²⁾ Ebend.

Der belgische Flintshire-Ofen mit zweifachem Feuerraum. In Belgien hat man Versuche mit solchen Oefen gemacht, welche an beiden Enden einen Feuerraum haben. An jeder der Seiten waren drei Thüren, unter den mittleren die Abstichöffnungen. Gegen diese neigte sich der Heerd von allen Seiten mit 0·2 M. auf 1 M. — Er war 4·7 M. lang und 2·9 breit. Jeder Feuerraum war 2 M. lang und 0·5 breit.

Die Resultate vergleichender Versuche in diesen und den ursprünglichen englischen Oefen hat Cahen in einer Preisschrift mitgetheilt¹⁾, allein man ersieht daraus, dass der Flintshire-Ofen in manchen Stücken von dem englischen Original abwich; bei Anwendung von Bleiglanz mit 79 Proc. Blei waren die Extreme, auf Chargen von 1000 und 2000 Kilo berechnet:

	1000 Kilo.	2000 Kilo.
Dauer der Arbeit:	9 bis 12 Stunden.	12 bis 16 Stunden.
Ausgebrachtes Blei . . .	477 bis 830 K.	1036 bis 1304·4 K.
Rückstände	153 „ 354 „	310 „ 744 „
Blei in denselben	35 „ 74 Proc.	30 „ 62 Proc.
Gesammtausbringen . . .	68·75 „ 74 „	70 „ 74·8 „
Verlust auf 100 Thle. Metall	6·5 „ 13 „	5·2 „ 11·4 „

Der Bleiverlust im günstigsten Fall (5 Proc.), ist ungefähr gleich dem in England, der Kohlenverbrauch geringer; ein directer Vergleich mit denselben Erzen und Kohlen ist jedoch nicht gegeben, da der dazu benutzte Ofen, wie schon bemerkt, nicht die erforderliche Beschaffenheit hatte.

Die Bleiarbeit im spanischen Flammofen.

Die nachfolgenden Angaben sind hauptsächlich einer werthvollen Abhandlung von Petitgand entlehnt²⁾, so wie Mittheilungen von Joseph Lee Thomas, welcher längere Zeit den Betrieb zu Linares geleitet hat.

Der spanische Bleiofen³⁾ hat fast immer die Form eines rechtwinkligen Prismas, an den Ecken durch Strebepfeiler gestützt. Seine Masse besteht aus Gestrübbe, mit Erde oder Thon als Bindemittel. Innen ist er mit einer dicken Ziegelschicht gefuttern, während der Heerd aus einem durch Verwitterung von Talkschiefer entstandenen und *laja* oder *laguena* genannten feuerfesten Thon besteht, der aus

¹⁾ Revue universelle (1863). 13, 1. ²⁾ Exploitation et traitement des plombs dans le midi de l'Espagne. Revue universelle (1861). 111. Vgl. ferner: A. Paillette: Ann. Mines (3) 19, 239. Hausmann: Stud. d. Götting. V. bergn. Freunde 5, 221 (1849). ³⁾ Horno reverbero oder boliche.

Kieselsäure	39·88
Thonerde	15·22
Eisenoxyd	25·53
Kalk	3·61
Wasser u. bit. Substanz . .	15·47
	99·71

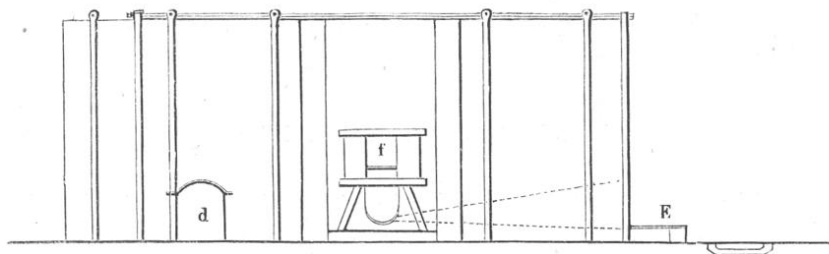
zusammengesetzt ist. Trotz dieses hohen Eisengehalts liefert er feuerfeste Steine.

Einer der wichtigsten Punkte des bleireichen Spaniens ist Linares in der Provinz Jaen, wo der Bleiglanz im Granit vorkommt, und die jährliche Förderung nach Thomas in der letzten Zeit folgende erhebliche Steigerung erfahren hat:

1861	18 Millionen Kilo.		
1862	25	„	und 90 000 K.
1863	27	„	39 000 „
1866	38	„	353 000 K.

Bis vor kurzem wurden sämtliche Erze in Oefen von folgender Construction behandelt, welche zuerst auf der Hütte von Arrayañez eingeführt waren. Als Brennmaterial diente Unterholz aus der Nähe (Ilex, Cistus), wovon man im frisch geschlagenen Zustande 90 Proc. des Erzes, dem Gewichte nach, verbrauchte.

Fig. 63.



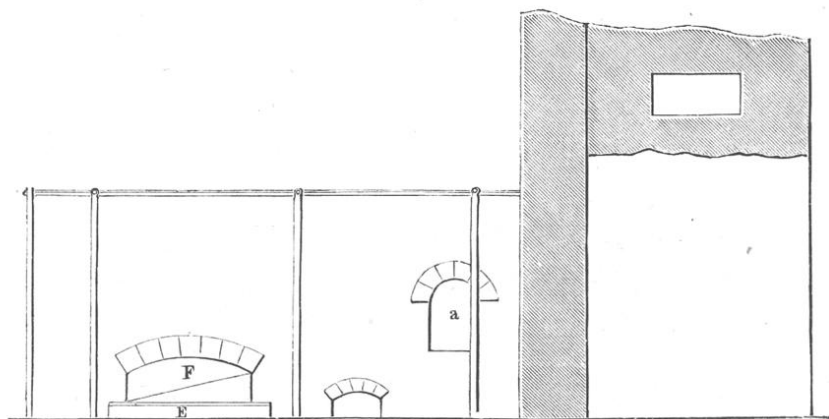
Vorderansicht.

Der Ofen besteht im Wesentlichen aus zwei gewölbten Räumen, einem Röstraum *A* und einem zweiten Raum *B*, welcher, wie man annimmt, den Zug im Ofen zu mässigen bestimmt ist. Beide sind durch eine Brücke getrennt, in welcher zwei Oeffnungen oder Durchlässe *b, b* sich befinden. Ausserdem gelangt man durch die Oeffnungen *a, a* in *B* wenn dies nöthig ist, um sie zu reinigen oder die Züge *b* wieder herzustellen. *C* ist der etwa 9 M. hohe Schornstein; jedoch hat man in letzter Zeit auch lange Condensationskanäle angebracht.

D ist der Feuerraum, 0·66 M. breit und 1·67 M. lang, ohne Rost;

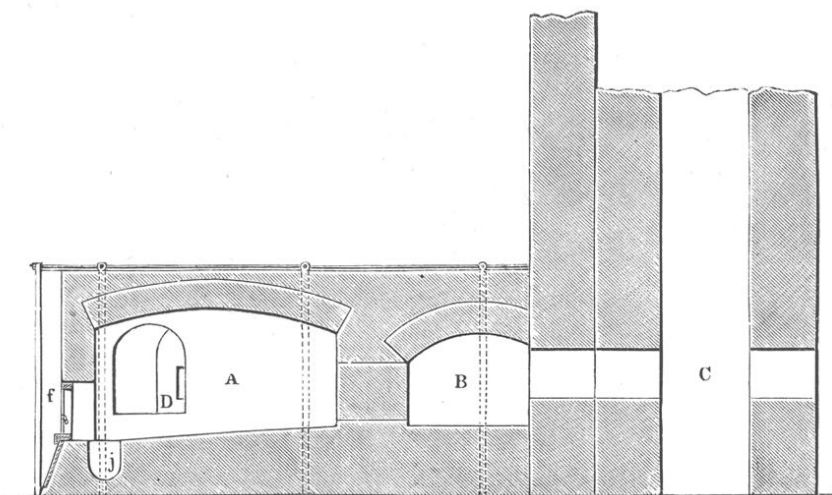
die Luft tritt durch die Oeffnungen *c*, besonders aber durch *d* ein, das Brennmaterial wird durch erstere, welche mit einem eisernen Rahmen

Fig. 64.



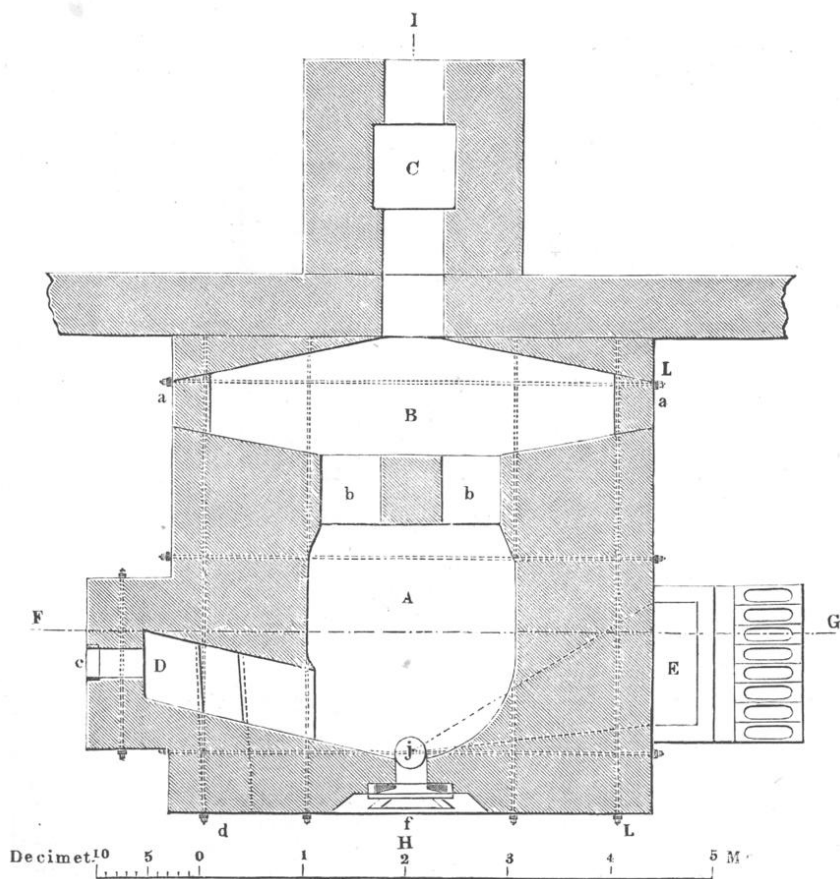
Ansicht der linken Seite.

Fig. 65.

Durchschnitt nach *III* in Fig. 66.

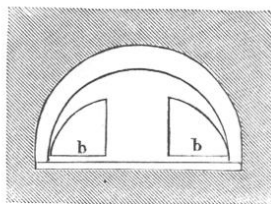
eingefasst ist, in den Ofen gebracht. An diesem Ofen ist nur eine einzige Arbeitsthür *f* vorhanden, deren Details Fig. 68 zeigt. Eine runde Eisen- oder Stahlstange ruht beweglich in Vertiefungen der seitlichen

Fig. 66.



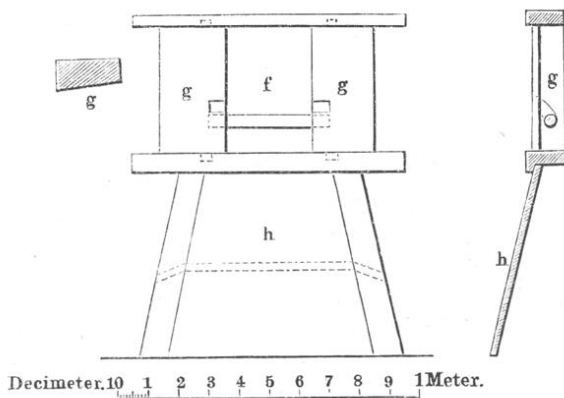
Horizontaldurchschnitt durch den Heerd.

Fig. 67.

Senkrechter Durchschnitt nach $F'G$ in Fig. 66.

Gussplatten *g*, *g*, und dreht sich beim Umkrählen der Charge. *h* ist eine Eisenplatte, über welche die Schlacke aus *f* herausgezogen wird.

Fig. 68.



Details der Arbeitsthür.

Der Röstraum *A* steigt von vorn nach hinten allmählich an; an dem tiefsten Punkt, d. h. unter der Arbeitsöffnung *f* hat der Heerd eine kreisrunde Vertiefung *j*, von 0·355 M. Durchmesser zur Ansammlung des Metalls, und diese steht mit einem Reservoir *E* in Verbindung, aus welchem das Blei in die als Gussformen dienenden Mulden abgestochen wird.

Der hier beschriebene Ofen ist ganz aus feuerfestem Sandstein aus der Nähe der Gruben gebaut, und mit eisernen Ankern versehen. Der Heerd besteht aus einem feuerfesten rothen Thon, welcher mit einer gewissen Menge Bleiglanz gemengt wird.

Die Charge ist 60 arrobas = etwa 665 Kilo; sie wird in sechs Stunden verarbeitet, wozu zwei Arbeiter erforderlich sind. Sie wird mittelst einer an beiden Seiten mit Handgriffen versehenen Schaufel eingebracht, deren sich die Arbeiter sehr geschickt bedienen. Das Rösten erfordert ungefähr eine Stunde und 20 Minuten; nach drei und einer halben Stunde beginnt das Niederschmelzen; die Rückstände werden nicht durch Kalk, sondern durch kleine Kohlenstücke (piccon) steif gemacht, welche in den Aschenraum fallen. Das Blei wird in *E* mit trocknen Zweigen umgerührt, wodurch ein lebhaftes Aufkochen entsteht, und Schlicker sich ansammeln, welche abgezogen werden, bevor man es in Mulden giesst.

Bei einem Bleigehalt der Erze von 77·5 Proc. nach der Probe, bringt man unter günstigen Umständen d. h. bei trockenem Sommerwetter 80·5 Proc. dieses Quantums, durch die erste Arbeit aus, also 2 Proc. weniger als in englischen Ofen bei Kohlen.

Die Menge der Rückstände beträgt 15 bis 17 Proc. der Erzcharge;

ihr Bleigehalt ist = 46 bis 50 Proc. — Sie werden in einem Schacht-ofen zu Gute gemacht.

Nach den Mittheilungen von Dick zerfällt die achtstündige Arbeit in einem boliche zu La Fortuna bei Linares in drei Procedures:

1. Caldeo, d. h. Rösten 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunden.
2. Blandeo $4\frac{1}{2}$ bis 5 Stunden.
3. Corrida, d. h. Abstechen.

Vor dem letzteren wird die Oberfläche des Bleies durch kohlenhaltige Asche gereinigt und die Rückstände dadurch zugleich angesteift.

In einem boliche werden drei Chargen, jede von 86 arrobas bei Reisholzfeuerung (ihrem gleichen Gewicht) in 24 Stunden verhüttet. Während des Abstechens füllt man die Arbeitsöffnung mit brennendem Holz.

In einem anderen benutzte man Steinkohle, und verarbeitete Chargen von 90 arrobas.

Auch von einem englischen Ofen mit Steinkohlenfeuerung berichtet Dick; hier wurden drei Chargen à 100 arrobas in 24 Stunden verarbeitet, und zwar bei 50 arrobas Kohle. Jede derselben soll 65 arrobas Blei liefern. Die Rückstände enthielten angeblich nur 25 Proc.

Man scheint auf den zweiten Ofenraum (B) und seine Verbindung mit dem Arbeitsraum grosses Gewicht zu legen. Wie aber bei Mangel an Schieber- und Dämpfervorrichtungen der Zug im Ofen dadurch regulirt werde, ist nicht wohl einzusehen. Auch werden die Oeffnungen des Feuer- und Arbeitsraums nur zeitweilig mit Brennmaterial gefüllt, wenn der Zug vermindert werden soll.

Der Heerd ist zu zwei Drittel seiner Oberfläche mehr oder weniger kreisrund, und endigt dann in der Richtung einer Diagonale, welche auf die Arbeitsöffnung stösst. Zufolge dieser Einrichtung ist die Temperatur, nach Petitgand, in dem oberen Theile des Ofens stets höher, und da die Gase nicht mit Gewalt abwärts gelenkt werden, so hat man wenig Bleidämpfe zu fürchten.

Petitgand fasst das Eigenthümliche und die Vorzüge des spanischen Flammofens in Folgendem zusammen: Ausser dem Mangel eines Rosts, der durch die Natur des Brennmaterials bedingt ist, tritt die Construction der Heerde und ihre Verbindung hervor. Die Verbrennungsgase werden gezwungen, in dem Ofen zu verweilen, und hier ihre Wirkung auszuüben, ehe sie durch die beiden Oeffnungen in den zweiten Raum entweichen, in welchem zugleich die mechanisch fortgerissenen Theile sich absetzen. Im Gegensatz zu allen sonstigen Flammöfen sind die rohen spanischen Oefen nur mit zwei Oeffnungen versehen, und dennoch verbreitet sich, Dank der inneren Theilung, die Hitze gleichmässig und die Wirkung des Brennmaterials ist vollständig.

Percy ist nicht geneigt, den Lobsprüchen zu Gunsten dieser Oefen unbedingt beizupflichten, und bemerkt, dass die Erfahrung, wenn sie auch ein sicherer Führer sei, doch der Erkenntniss der Mängel und den Verbesserungen in der Praxis hinderlich werden könne, wobei er die

anerkannte Geschicklichkeit der spanischen Hüttenleute nicht entfernt bezweifeln wolle.

Nach Petitgand kostet ein boliche 390 bis 520 Francs, und mit allem erforderlichem Zubehör nicht über 1500 Francs.

Für eine Charge von 60 arrobas = 666 Kilo, mit Einschluss von etwas reichen, metallisches Blei enthaltenden Rückständen und Bleischaum werden 7 bis 800 Kilo Brennmaterial verbraucht.

Petitgand behauptet, dass das in Spanien in Flintshire-Oefen producirte Blei minder rein sei als das in boliches, und letzteres wird deshalb etwas besser bezahlt. Wenn auch im Kostenpunkt der Flintshire-Ofen keinen entschiedenen Vorzug vor dem spanischen Ofen besitzt, so ist doch klar, dass die Kosten des von allerhand holzigen Gesträuchern entnommenen Brennstoffs sich mit der Entfernung immer steigern müssen, ja dass schliesslich, da sie nicht im Verhältniss nachwachsen, der Betrieb unmöglich werden kann.

Ueber den Vorgang im spanischen Flammofen ist nichts Besonderes zu sagen. Die Einmischung kohligter Substanz ist eine sehr oberflächliche; die dadurch bewirkte reducirende Wirkung auf das Oxyd und Sulfat also jedenfalls sehr beschränkt. Die Kohle und die Asche verdicken die Masse, wie es der Kalk in England thut.

Bleiarbeit im Schmelz-Flammofen (flowing furnace).

(Cornwaller Process.)

Dieses Verfahren findet seine Anwendung zu Par und Point am Truro in Cornwall, und war auch bei Falmouth üblich, so lange dort Bleierze verhüttet wurden. Das Wesentliche ist die Anwendung von zwei Oefen; einem (the calciner) für das Rösten des Erzes, und einem zweiten (the flowing or melting furnace) für das Schmelzen.

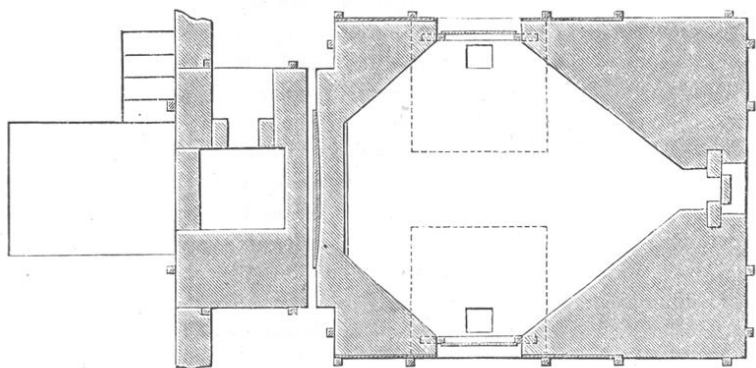
Das Erz ist unreiner Bleiglanz; die Bleireduction erfolgt theils durch die Einwirkung des Oxyds und Sulfats auf jenen, theils durch *culm* (Anthracit), also Kohle und Eisen.

Der Röstofen (calciner). — Man wendet Röstöfen von zweierlei Dimensionen an: solche für Chargen von 2 Tonnen = 2133·6 Kilo und von 1¼ Tonnen = 1333·5 Kilo. — Einer der letzten Art ist in Fig. 69 und 70 (a. f. S.) dargestellt.

In Fig. 70 ist er theilweise im Aufriss, theilweise im senkrechten Durchschnitt nach der Mittellinie wiedergegeben. Er hat drei Thüren, zwei seitliche gegenüberliegende und eine am Ende nahe dem Schornstein. In dem Heerde sind zunächst den Seitenöffnungen zwei quadratische Oeffnungen angebracht, durch welche das geröstete Erz in den unteren gewölbten Raum gezogen wird, den die punktirten Linien in Fig. 69 andeuten. Die Feuerbrücke ist für den freien Luftzutritt durchbrochen. Die Charge wird durch eine Oeffnung im Gewölbe eingeführt.

Das Innere besteht aus einer 0.23 M. dicken Lage feuerfester Steine und die Fassung der Arbeitsöffnungen bilden Gusseisenplatten oder Granitblöcke.

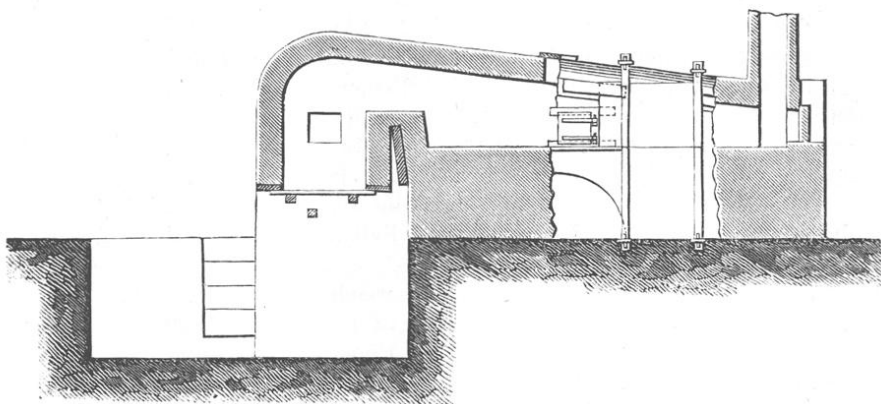
Fig. 69.



Horizontaldurchschnitt in der Ebene des Bodens der Feuerthür.

Der Schmelzofen. Dieser Ofen ist eine Modification des Flintshire-Ofens. An jeder Seite hat er nur zwei Arbeitsöffnungen. Der

Fig. 70.

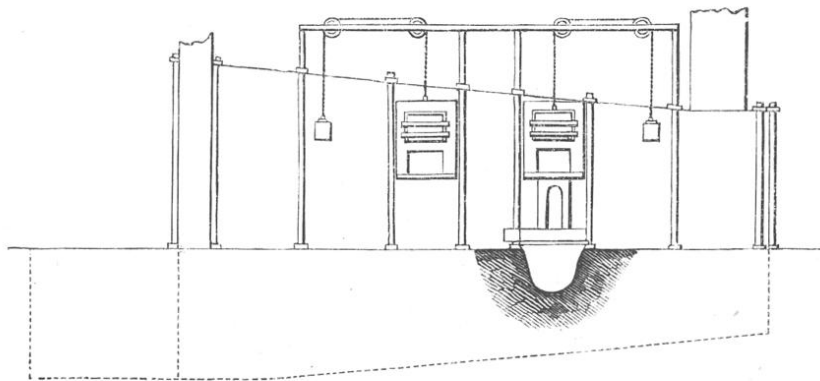


Längsdurchschnitt.

Heerd ruht auf Eisenschienen, welche in ihrer Lage der Form des Heerdes im Grossen und Ganzen entsprechen. Ein Vortiegel oder Sumpf *a* (Fig. 73) nimmt das aus dem Bleikessel überfliessende Metall auf, und eine grosse Grube *b* ausserhalb des Hüttenraumes dient für die Schlacken

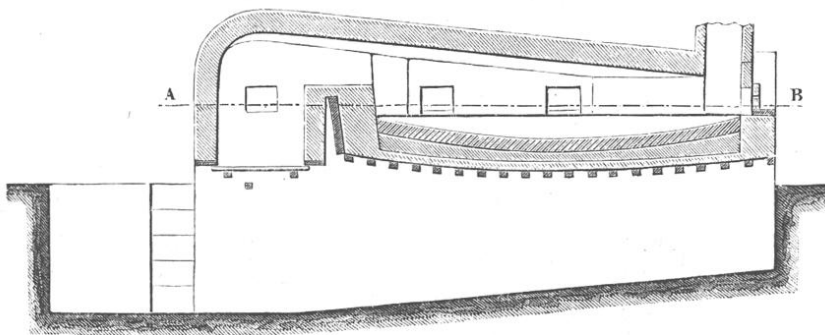
oder Rückstände, welche in einer Rinne aus dem Bleikessel abfließen. Das Innere des Ofens bildet eine 0·23 M. dicke Schicht feuerfester Steine,

Fig. 71.



Ansicht der Stichlochseite.

Fig. 72.

Senkrechter Durchschnitt nach *CD* in Fig. 73.

seine Aussenseite ist mit Granitplatten belegt. Der eigentliche Heerd wird aus Arbeitsschlacke hergestellt.

Man gattirt die reicheren und ärmeren Erze, so dass sie im Durchschnitt 65 bis 70 Proc. Blei enthalten.

Eine Charge für den Röstofen ist = 1333·5 Kilo. Sie wird von einem Schmelzer und einem Arbeiter besorgt, während ein grösserer Röstofen, wie er vorher beschrieben wurde, von zwei Schmelzern bedient wird. Das auf dem Ofen getrocknete Erz stürzt man durch eine Oeffnung auf den Heerd, und röstet es 15 bis 20 Stunden auf demselben, wobei es in Zwischenräumen von einer Stunde durchgekrählt wird. Ab und zu

wirft man Kalk auf, um das Zusammenballen zu verhindern. Man verbraucht auf 1000 Kilo Erz 285·7 K. Kohlen.

Fig. 73.

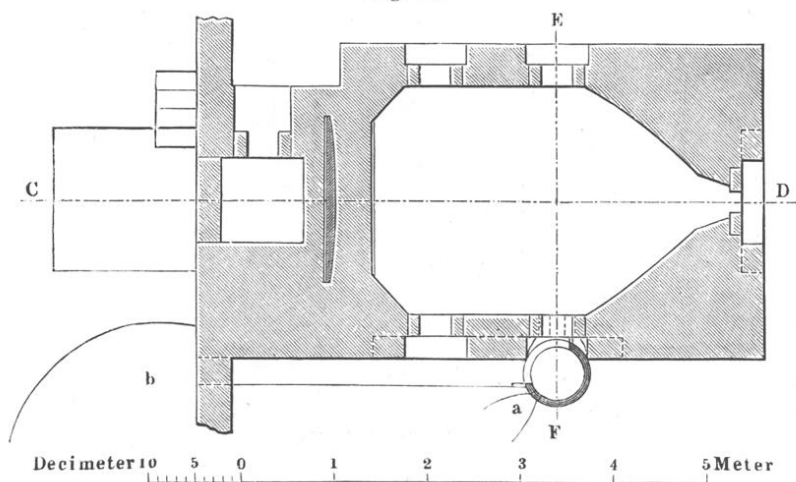
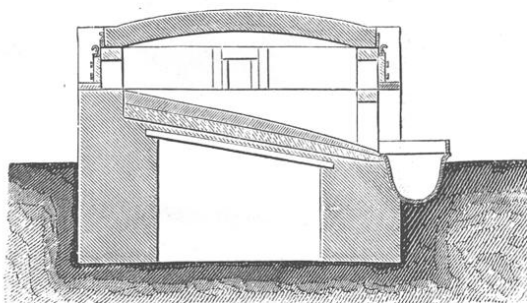
Horizontaldurchschnitt nach *AB* in Fig. 72.

Fig. 74.

Senkrechter Querschnitt nach *EF* in Fig. 73.

In den Schmelzofen bringt man Chargen von 2133·6 K. geröstetes Erz durch die Arbeitsthüren der Rückseite, breitet sie gleichmässig über dem geneigten Heerde aus, schliesst die Thüren fest, und verstärkt das Feuer. In 2 bis 3 Stunden ist die Masse geschmolzen, und aus reichen Erzen wird alsdann schon Blei abgestochen. Man rührt nun Kalk und „culm“ in die flüssige Masse ein, und breitet sie dann wieder über die Heerdsohle aus. Hierauf bringt man 50 bis 100 K. Eisenabfälle vor die Stichöffnung in den Ofen, schliesst die Thüren, schmilzt alles ein, und

sticht dann ab. Neben dem Blei fliesst der durch die Wirkung des Eisens entstandene Stein aus, welcher sich in dem Vortiegel sammelt. Wenn die Schlacken auszufließen anfangen, wird die Stichöffnung erweitert und der Rand des Bleikessels mit Asche bedeckt.

Die Schmelzperiode dauert in der Regel 8 Stunden. Sie wird von zwei Schmelzern in jeder Schicht und einem Arbeiter geleitet, und erfordert 380 bis 430 K. Kohlen für 1000 K. Erz.

Die Schlacken sollen nur 0.5 bis 1 Proc. Blei enthalten, und werden über die Halde gestürzt.

In dem Stein findet sich der grössere Theil des Kupfers der Erze; er wird geröstet und geschmolzen, und liefert neben Blei einen zweiten Stein mit 8 bis 15 Proc. Kupfer, der an die Kupferhütten verkauft wird.

Das Blei ist hart, weil es neben etwas Kupfer Antimon enthält, und muss durch Erhitzen an der Luft bei Rothgluth weich gemacht werden, bevor es pattinsonirt wird. In dem zu diesem Zweck bestimmten Ofen, dem beschriebenen ähnlich, und mit einem Schlackenheerd versehen, werden 4267 Kilo in etwa 4 Stunden raffinirt.

In Falmouth hatte man ursprünglich die Absicht, Erzschild von 79 Proc. im Flintshire-Ofen zu schmelzen, und die Rückstände mit armen Erzen gemeinschaftlich in Schachtöfen zu verhütten. Man fand es jedoch unmöglich, die reichen Cornwaller Erze mit gleicher Leichtigkeit wie die von Wales zu verschmelzen, und da das Gemenge von Schlacken und armen Erzen 50 bis 55 Proc. Blei enthielt, so hielt man dies für zu viel für den Schachtöfen, zu wenig vortheilhaft für den Schmelzflamofen. Der Plan wurde daher aufgegeben, und die Cornwaller Arbeit mit gutem Erfolg eingeführt.

Der Schmelzflamofen und der Flintshire-Ofen sind in Nordwales und anderwärts im Gebrauch, und ihre Construction sowohl wie ihr Betrieb sind im Wesentlichen dieselben wie in Cornwall. Der erstere wird für die Verhüttung der reichen grauen (Zug-) Schlacke aus dem Flintshire-Ofen benutzt, indem man die Reduction durch Zuschlag von Eisen und culm befördert, und arme Schlacken erzeugt. In diesen Ofen werden auch Bleirückstände aller Art, südamerikanische Silbererze, Gekrätz von Gold- und Silberarbeitern mit Zusatz reicher Bleischlacken und jener reducirenden Mittel und flussbefördernden Zuschlägen verschmolzen.

Die Bleigewinnung zu Bleiberg in Kärnthen.

Westlich von Villach, in dem Zuge der südlichen Kalkalpen, welcher die Thäler der Drau und der Gail scheidet und in der Villacher Alpe oder dem Dobratsch endigt, liegt in einem engen und steil ansteigenden Seitenthale der Berg- und Hüttenort Bleiberg, etwa 750 M. über

dem Meere. Ein Querrücken durchsetzt das Thal; ostwärts fliesst der Bleiberger Bach zur Drau hinab, westwärts und dann nach Süden umbiegend, eilt der Nötschbach dem Gailthal zu, während der tiefe Erlachgraben die erste Richtung beibehält.

Die Gruben liegen in dem nördlich aufragenden Erzberg (1800 M. über dem Meere) in dem Kalkstein, welcher die herrschende Gebirgsart ist. Es sind zahlreiche Bleiglanz führende Gänge, welche besonders da ihren Erzreichthum entwickeln, wo Klüfte des Kalksteins sie treffen. Von anderweitigen Erzen ist nur Zinkblende, sowie Kieselzinkerz, Willemit und Weissbleierz, sowie das molybdänsaure Blei oder Gelbbleierz zu nennen, dessen schöne Krystalle Bleiberg in der Mineralogie einen grossen Ruf verschafft haben.

Die Zahl der Gruben, der Pochwerke und Hütten ist sehr ansehnlich; sie sind theils Eigenthum des Aerars, theils einzelner Gewerke¹⁾. Die Industrie dieses Punktes reicht in frühe Jahrhunderte zurück, und scheint im Anfang des jetzigen ihre grösste Höhe gehabt zu haben (2 Mill. 125000 Kilogr. Blei jährlich)²⁾. Das geförderte Erz wird theils durch Handscheidung, theils durch Pochen und Waschen von Blende und Gangart getrennt, und gelangt als Kernschlich und Schlammeschlich, jener mit 72 bis 75, dieser mit 67 bis 73 Proc. Blei zur Verhüttung.

Auch in Bleiberg sind in neuerer Zeit Aenderungen im Verfahren, namentlich in der Wahl der Oefen eingetreten. Das Nachfolgende sammt den erläuternden Figuren ist den Mittheilungen P. Tunner's zu Leoben an Percy entnommen.

Der Flammofen. Diese Figuren beziehen sich speciell auf den Ofen Nro. 3 der Spitaler Hütte (Seb. Ebner); er war seit 1859 bis jetzt (1868) in ungestörter Thätigkeit.

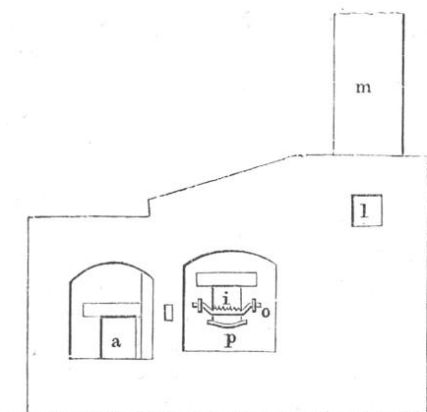
Der Heerd des Ofens neigt sich vom einen Ende gegen das andere und zugleich von den Seiten nach der Mitte. Das Brennmaterial ist Holz, ausgenommen einzelne Fälle.

Der Feuerraum *a* liegt parallel der Längenaxe des Heerdes *b*. Der Rost besteht aus Stein mit 4 bis 5 Queröffnungen *c c c*, jede 0'06 M. weit, für den Zutritt der Luft; er ist vorn 0'39 M. breit und verengt sich nach hinten auf 0'366 M. Seine wirksame Oberfläche ist = 0'083 bis 0'124 Q.-M. Die Steigung in der ganzen Länge des Feuerraums beträgt 0'79 M. — Das Brennmaterial kommt bloss auf den hinteren höheren Theil zu liegen. Die Flamme schlägt durch einen engen Schlitz

¹⁾ Heitere Jugenderinnerungen knüpfen sich noch jetzt, nach 30 Jahren, an einen Besuch Bleibergs und an den Namen Holenia, einen der dortigen Gewerke. Ich habe Kärnthen mehrfach vom Grossglockner bis zum Lavantthal durchwandert. Rg. ²⁾ Im Jahre 1840 veranschlagte man die gesammte Bleiproduktion Kärnthens (Bleiberg, Raibl, Kappel, Windisch-Bleiberg und Schwarzenbach) auf 2 Mill. 856000 Kilo.

de in den Ofen, welcher 1·1 M. lang und 0·17 M. hoch ist. Die obere Kante der Feuerbrücke *f* ist 0·144 M. breit und liegt 0·366 M. über dem Steinrost.

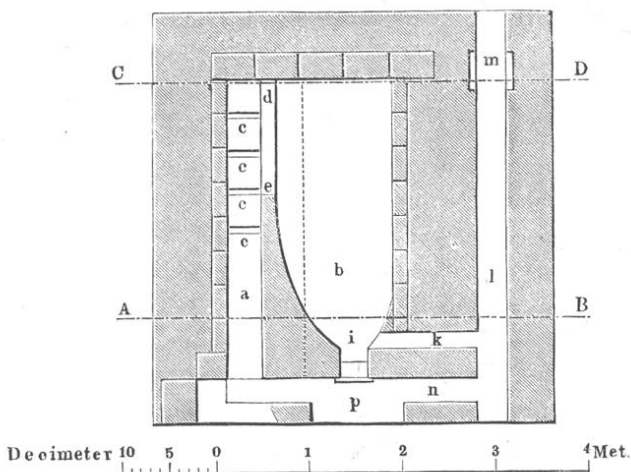
Fig. 75.



Vorderansicht.

0·25 M. auf einer Grundlinie von 0·84 M. sich über dieselbe erhebt:

Fig. 76.

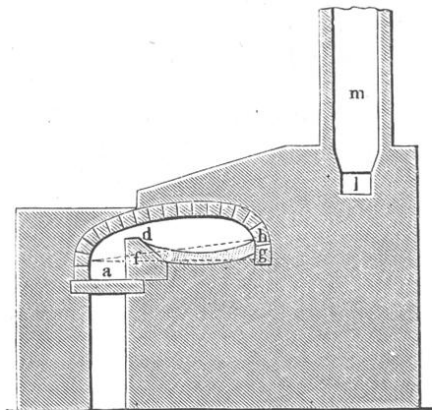


Horizontaldurchschnitt.

Die Länge des Heerdes, nach seinem Ansteigen gemessen, ist 3·27 M. und hat von dem hinteren Ende *CD* (Fig. 76) bis zu dem vorderen tiefsten Punkt *e* des Flammcanals gleiche Breite, nämlich mit Einschluss der Feuerbrücke 1·53 M. — Allein von hier ab verengt er sich allmählig bis zur Arbeitsthür *i*, welche 0·316 M. im Quadrat hat. Die Spannung des Gewölbes ist der Art, dass es bei einer Steigung von

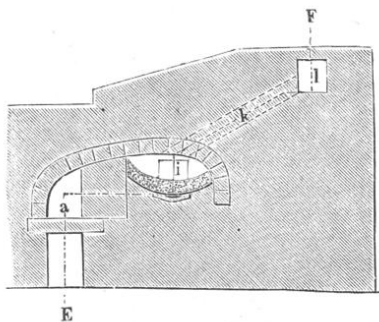
bei	0·05 M.	zu	0·128 M.
"	0·08 "	"	0·204 "
"	0·105 "	"	0·257 "
"	0·132 "	"	0·303 "
"	0·184 "	"	0·346 "

Fig. 77.

Senkrechter Durchschnitt nach *CD* in Fig. 76.

k in den Zugcanal *l* und die Esse *m*, deren jener 0·3 M. weit und 0·4 M. hoch ist, während diese 0·47 M. im Lichten weit, und von *l* ab 0·55 M. hoch ist. Ein Dämpfer regulirt den Zug.

Fig. 78.

Senkrechter Durchschnitt nach *AB* in Fig. 76

schlagen und durch die Hitze zu einer cohärenten Masse gefrittet ist.

Unter den Abänderungen, welche man an dem Bleiberger Ofen bemerkt, ist hervorzuheben, dass der Hauptzugcanal *l* rund um den Ofen

auf weitere 0·47 M. diese Höhe beibehält und jenseits in nahe gleicher Weise sich wieder senkt.

Die Neigung des Heerdes ist um etwas geringer als die des Feuer-raums; sie muss so sein, dass wohl das flüssige Blei, nicht aber die teigige Masse hinabfließen kann, und die rinnen-artige Gestalt zwingt das Metall, nach der Arbeits-thür sich zu bewegen.

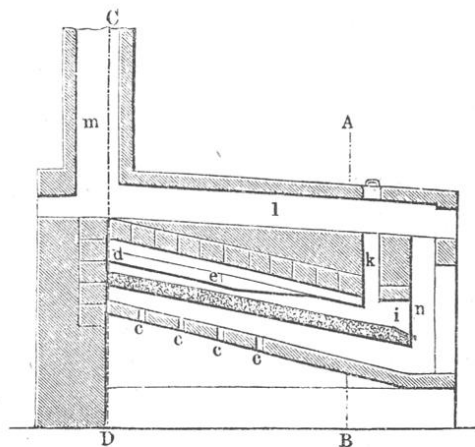
Die Gase entweichen durch die 0·24 M. im Quadrat grosse Oeffnung

Vor dem Ofen (der Arbeitsseite) liegt ein Zug *n*, der gleichfalls in *l* mündet, und den Arbeitern Schutz vor den Dämpfen gewährt.

Das Ofenmaterial sind theils Ziegel, theils ein rother Sandstein. Der 0·158 M. dicke Heerd besteht gewöhnlich aus einem Gemisch von Thon, armen Schlacken, und aufbereitetem Ge-krätz, welches festge-

geführt ist, um die Wärme zu benutzen und Abkühlung des Ofens zu verhüten. — Bei Braunkohlenfeuerung sind eiserne Roste nöthig; dann

Fig. 79.



Längsschnitt nach EF in Fig. 78.

befindet sich in der Hinterwand häufig eine kleine Oeffnung für den Luftzutritt. — Doppelöfen mit zwei übereinander liegenden Heerden waren lange Zeit in Anwendung, weil sie Brennstoff ersparten, allein man hat sie wieder aufgegeben, theils weil sie öftere Reparaturen erforderten, theils weil die Arbeit in ihnen nicht mit gleicher Präcision zu leiten war, wie in den einfachen. Rivot drückt hierüber sein Erstaunen aus, denn zur Zeit seines Besuches

in Bleiberg (1844) seien die Doppelöfen als eine wesentliche Verbesserung betrachtet worden. Allein eine längere Erfahrung muss doch wohl zu ihren Ungunsten entschieden haben, wie denn überhaupt ähnliche Ofenconstructions auch in anderen Fällen sich nicht bewährt haben.

Die Bleiarbeit. Wenn der Heerd glühend, wird die Charge von 168·4 Kilo (300 Pfd. öster.) durch die Arbeitsthür *i* eingeworfen und auf dem Heerd ausgebreitet, und unter Zutritt von Luft so geröstet, dass die Masse nicht erweicht oder am Gezähe haftet. Unter acht- bis neunmaligem Durchkrählen ist die erste Periode in 3 bis 3½ Stunden beendigt, in welcher die Bildung von Bleioxyd und Sulfat vor sich geht.

Man verstärkt jetzt das Feuer, um die Reaction der oxydirten Theile auf das Schwefelblei herbeizuführen. Diese zweite Periode heisst das Bleirühren, und dauert 3½ bis 4 Stunden. Die Masse wird fortdauernd durcheinander gearbeitet, und in Folge dessen beginnt das dauernde Abfließen von Blei in einen auf *p* stehenden gusseisernen Kessel. Dieses Blei, als das reinste, führte früher die Bezeichnung Jungferneblei, und wurde so, wie es aus dem Ofen floss, in den Handel gebracht, was indessen jetzt nicht mehr geschieht. Zuletzt hört das Abfließen des Metalls auf. Die Menge des Bleies beträgt 56 bis 73 Kilo.

Nun folgt die dritte Periode der Arbeit, das Bleipressen. Allein da das Quantum der Rückstände im Verhältniss zum Heerd klein ist, so wiederholt man der Brennmaterialersparniss halber die Arbeit mit einer

neuen Charge, nachdem Kohle, Asche und Schlackentheile herausgezogen sind, und fasst mithin die Rückstände von zweien zusammen. Dann wirft man Kohlenklein auf den Heerd, verstärkt das Feuer und sucht auf jede Art eine Atmosphäre reducirender Ofengase zu erhalten. Dies dauert 7 bis 8 Stunden, wobei 67·3 bis 101 Kilo Blei abfließen.

Um also 336·8 K. Erz zu verarbeiten sind 21 bis 23 Stunden nöthig, und die Bleiausbeute beträgt 207·7 bis 213·3 Kilo (61·7 bis 63·3 Proc. des Erzes).

Die Rückstände, das Gekrätz, machen 50·5 bis 56 Kilo aus. Sie enthalten 3 Proc. Blei. Durch Pochen und Waschen werden sie so weit aufbereitet, dass ihr Bleigehalt 50 bis 60 Proc. beträgt, und dann entweder mit den Chargen aufgegeben oder für sich einem wiederholten Pressen unterworfen.

Durch das langsame Abfließen vom Heerde ist das Blei mechanisch verunreinigt. Man bringt es daher während einer ersten Periode auf die vorderste Stelle des Heerdes und lässt es nochmals schmelzen.

Auf Seb. Ebners Hütte wurden im Jahre 1866 innerhalb fünf Wochen in dem zuvor beschriebenen Ofen 12966 Kilo Erz von 67·4 Proc. Bleigehalt verhüttet, und 8406·6 Kilo Blei ausgebracht, d. h. 64·8 Proc. und dazu 520·7 Cub.-M. Holz verbraucht.

Der Bleiverlust betrug also 3·8 Proc. der in den Ofen gebrachten Menge.

In neuester Zeit hat man die Chargen auf 196·5 Kilo erhöht.

Das in Bleiberg gewonnene Blei ist im Handel längst als „Villacher Blei“ bekannt und wegen seiner Güte sehr geschätzt. Es ist in der That eines der reinsten. Streng fand in einer Probe:

Antimon	0·026 Proc.
Zink	0·004 „
Eisen	0·004 „
Kupfer	Spur

Es ist zu bedauern, dass neue zuverlässige Analysen der Zwischenproducte fehlen.

Im Gegensatz zu dem übrigen Flammofenbetrieb zeichnet sich der Bleiberg durch die geringe Grösse der Chargen aus, wie folgende Uebersicht erweist:

	Kilo.	K.
Bleiberg . . .	168·4 = 1	oder 196·5 = 1
Spanien . . .	665	4
Alport . . .	812·8	5
Holywell . . .	1066·8	6
Tarnowitz . .	1000	6 „ 2000 = 10

Offenbar lässt sich der Process in kleineren Oefen mit kleineren Massen gleichförmiger leiten und besser übersehen, wiewohl Zeit und Brennmaterial dadurch verloren gehen, die Kosten mithin steigen.

Schon vor langer Zeit hat Karsten¹⁾ darauf aufmerksam gemacht, dass zur vollkommenen Leitung des Bleiberger Processes die genaue Kenntniss der Heizkraft der Oefen und der Schmelzbarkeit der Erze gehört, welche sich nur durch Erfahrung gewinnen lässt. Je reiner das Erz, um so leichter schmilzt es; die fremden Beimengungen (Kalk insbesondere) machen es strengflüssiger. Erze von geringerem Gehalt vertragen daher stärkere Hitze als reiche Erze. Ueberhaupt ist das Verfahren wegen der Zeit und Kosten nur für letztere geeignet.

Rivot²⁾ nimmt an, die Bleiberger Arbeit sei nur unter gewissen Bedingungen ausführbar, nämlich: die Erze müssen fast rein sein; die Gangart muss aus Kalk, Schwerspath oder Blende bestehen, der Silbergehalt darf nicht in Betracht kommen; Holz ist unerlässlich und die Kosten müssen niedrig sein. Bei grösserem Silbergehalt müssten die Krätzen einer besonderen Arbeit unterzogen werden. Allein diese Behauptungen sind wenig zutreffend, und Percy bemerkt mit Recht, dass Erze mit 67 Proc. Blei (vergl. S. 17) doch nicht zu den reinen und reichen gehören; ja man verhüttet in Bleiberg solche mit 58 Proc. Blei. Ferner würden die Beimengungen derselben auch in anderen, z. B. den englischen Flammöfen in gleicher Weise zur Geltung kommen. Und was den Silbergehalt betrifft, so ist Rivot's Ansicht noch seltsamer, da doch auch an anderen Orten in anderen Flammöfen höchst silberarmes Blei producirt wird, und silberhaltige Rückstände müssten in allen Fällen weiter verhüttet werden.

Es ist wahr, die Bleiberger Krätzen sind nicht immer so arm (3 Proc. Blei) wie oben angeführt wurde. Sie enthalten oft 8 bis 9 Proc., und werden aufbereitet und über niedrigen Schachtöfen zu Gute gemacht, wodurch man Krätzblei gewinnt.

Für die Kenntniss des Bleiberger Hüttenprocesses sind die älteren Mittheilungen Karsten's, Plattner's³⁾ und Anderer auch jetzt noch wichtig. Plattner fand seiner Zeit für die Verhüttung des Kernschlichs amerikanische Heerde im Gebrauch. Die Charge von Schlammischlich für die Flammöfen giebt er zu 207 Kilo an, die Bleiausbeute durch Rühren zu 140 bis 150 K., und die aus zwei Chargen durch Pressen zu 130 bis 140 K. — Aus 414 K. Erz resultirten 56 K. Schlacken oder Gekrätz, und die jährliche Leistung eines Ofens wird (aus 149000 Kilo Erz) auf 99000 K. Blei berechnet.

Auch die schon erwähnten, später wieder abgeworfenen Doppelöfen hat Plattner näher beschrieben⁴⁾. Auf dem oberen Heerde fand das Rösten, auf dem unteren das Rühren und Pressen statt. Die ungleiche Zeitdauer der Operationen auf beiden war wohl ein Haupthinderniss

¹⁾ System der Metallurgie 5, 103. ²⁾ Principes Généraux. 314. ³⁾ B. H. Ztg. 1854. Vergl. ferner Boulanger: Ann. Mines (3) 7, 167. Phillips: Ebendas. (4) 8, 239. ⁴⁾ S. auch: Allgem. Hüttenkunde 2, 55.

für den ungestörten Betrieb, denn das Ausbringen war grösser, die Kosten um 15 Proc. geringer.

Die Bleihüttenprocesse in Peru.

Die Kenntniss des südamerikanischen Bleihüttenwesens hat, wenn sie auch für unsere Verhältnisse kaum mehr als ein allgemeines historisches Interesse besitzt, doch ihren Werth, und zuverlässige sachkundige Nachrichten, wie sie Percy von Ratcliffe, einem Zögling der Royal School of Mines erhielt, sind in jedem Fall sehr willkommen.

In der Provinz Conchucos Altos findet man Flammöfen aus Luftziegeln (adobes) an die Gehänge des Gebirges angebaut. Die Plaza oder der Heerd besteht aus Thon und Asche, der Rost ist von Stein, der Aschenfall 2'1 M. tief, und eine Oeffnung am Fusse liefert die Luft. Auch das Gewölbe besteht aus jenen Ziegeln, deren Zwischenraum mit Asche und Schlamm ausgefüllt ist. Die Esse hat eine geneigte Lage; ihre Weite und Höhe ist von der Natur der Erze abhängig. Das Feuermaterial ist Holz.

Man verhüttet Erze mit 58 Proc. Bleigehalt, welche 13'3 T. Thle. Silber führen. Sie werden in Stücke von Eigrösse zerstampft in Chargen von 243 spanischen Pfunden eingebracht, und zwar an den Rändern des Heerdes, bevor das Gewölbe aufgesetzt wird, denn dieses wie der Heerd werden für jede Arbeit neu hergestellt. Drei Stunden nach dem Anfeuern beginnt das Erz zu schmelzen; nach 10 Stunden ist der Process zu Ende, in dessen Verlauf man öfter Salz in den Ofen wirft. Das Metall findet sich nach dem Abkühlen unter einer glätteähnlichen Schlacke, aber auch feinzertheilt in derselben. Dabei dringt viel Schlacke in den Heerd ein, dessen obere Schicht nach Ratcliffe 2'9 T. Thle. Silber enthielt.

In ähnlichen kleineren Oefen wurde das Abtreiben vorgenommen. Die Verluste an Blei und Silber waren sehr bedeutend (von letzterem 25 Proc.).

Der anerkannt grosse Metallreichthum jener Länder ist wegen der fehlenden Wege und ihrer politischen Zerrüttung für jetzt noch unaufgeschlossen.

Nach den Untersuchungen Ratcliffe's ist der Silbergehalt peruanischen Bleiglanzes:

Grube Chuquiral	5'1 T. Thle.
„ La Virgen	8'3 „
„ La Concepcion . . .	13'3 „
„ La Fortuna , . .	15'2 „
„ La Providencia . .	34'1 „

Das Blei der letzten soll 0'015 T. Thle. Gold enthalten.

Percy theilt Nachrichten mit, welche ihm aus den peruanischen

Cordilleren zugegangen sind, wonach alle Versuche, in Flammöfen Blei zu gewinnen, vergeblich waren. Es wird behauptet, in einer Meereshöhe von 3658 M. (12000 engl. Fuss) sei dies unmöglich. Auch Ratcliffe hält dies gleichfalls für nicht unbegründet, und führt aus eigener Erfahrung (er war Probirer in Peru) an, dass das Cupelliren in einer solchen Höhe sehr schwer und mit Aufwand vielen Brennmaterials erfolge, dass dazu dreimal so viel Zeit gehöre als an der Küste. Er glaubt, der Mangel an Oxydationskraft der Luft in jenen Höhen sei nicht bloss eine Folge ihrer geringeren Dichtigkeit ¹⁾.

Die Bleigewinnung in den Cordilleren beschränkt sich also auf die oben erwähnten kleinen Oefen, in welchen jedoch nur 3 bis 5 Proc. Blei ausgebracht werden, weil man eigentlich bloss das darin enthaltene Silber zu gewinnen sucht.

D. Forbes, welcher Kobalterze bei San Baldomero in Bolivia in 4267 M. Höhe verhüttete, sagt, es habe keine Schwierigkeit, sie in Haufen mit Holz zu rösten, aber es sei sehr schwer, in Flammöfen die nöthige Schmelzhitze zu erzeugen, wobei freilich der Brennstoff (Holz) sehr schlecht war. Bei Unduavi aber (3353 M.) sollen silberhaltige Bleierze in Flammöfen geschmolzen werden, und bei Corocoro und an anderen Punkten des bolivianischen Hochlandes in 3- bis 4000 M. Höhe verschmilzt man Kupfererze in Flammöfen mit je zwei Essen, bloss mit Lamadünger als Brennstoff auf Treppenrosten. Auch bemerkte Forbes nicht, wie Ratcliffe, eine Verzögerung des Cupellirens an solchen Orten.

Percy ist der Ansicht, man könne Flammöfen in diesen hohen Gegenden selbst bei schlechterem Brennmaterial verwenden, hält jedoch die Frage des Kostenpunkts für noch unerledigt. Dennoch glaubt er, kleine Schachtöfen seien dort für die Bleierze vorzuziehen, und namentlich sollte der Bleiheerd, in welchem Torf mit Kohle gebrannt werden kann, versucht werden, vorausgesetzt, dass erfahrene Leute solche Versuche ausführen.

Vergleichende Bemerkungen über die Bleigewinnung in Flammöfen.

Da die chemischen Processe, welche der Bildung des metallischen Bleies aus dem Bleiglanz zum Grunde liegen, für jede Art von Flammöfen dieselben sind, und da der Theorie nach die Zersetzung des Bleiglanzes eine vollständige sein kann, so muss man erstaunt sein zu

¹⁾ Percy erinnert daran, dass nach Versuchen von Tyndall auf dem Montblanc die Menge des verbrannten Stearins fast dieselbe war wie in Chamonix in gleicher Zeit, während die Lichtstärke sich sehr vermindert zeigte, was Tyndall durch die grössere Beweglichkeit der in die Flamme dringenden Sauerstoffmoleküle erklärt. (Tyndall, die Wärme, eine Art von Bewegung. Deutsch durch Helmholtz und Wiedemann. Braunschweig, F. Vieweg und Sohn.

sehen, dass dies in Wirklichkeit fast nie der Fall ist. Dies erhellt aus den Bleimengen, welche im Ofen ausgebracht werden. Von 100 Thln. Blei der Charge bringt man aus

80·5 Proc.	im spanischen Ofen.	Linares.
81 bis 86 Proc.	im Flintshire-Ofen.	Bagillt.
87·5 Proc.	„	„ Tarnowitz.
96 Proc.	im Bleiberger Ofen.	Bleiberg.

Wir haben aber auch gesehen, dass in England (Bagillt) die Oxydation auf dem Heerde eine sehr kräftige ist. Gegen das Ende der Arbeit befindet sich neben dem Blei eine Masse (IV.) von etwa folgender Zusammensetzung:



Man kann fragen, weshalb vollendet sich die Reaction nicht? Warum ist noch jetzt ein Quantum Schwefelblei vorhanden, welches die Hälfte des Sulfats oder ein Fünftel des Oxyds fortnehmen könnte?

Ist endlich alles Blei abgestochen, so ist allerdings kaum 1 Proc. Schwefelblei noch in den Rückständen, aber diese sind wesentlich:



oder



Warum wird eine so enorme Menge oxydirter Producte erzeugt und dann aus dem Ofen geschafft, um einer besonderen Reductionsarbeit unterworfen zu werden, um noch den Rest = 12 bis 20 Proc. Blei zu gewinnen? Giebt es aus der Erfahrung hergeleitete Gründe, welche nöthigen, im englischen Flammofen die Oxydations- oder Röstperiode so weit auszudehnen, dass ein grosser Theil ihrer Producte nachher keine Reaction auf das Schwefelblei ausübt? Warum macht man nicht von den Mitteln Gebrauch, die sich in diesem Fall darbieten, d. h. entweder Zusatz von rohem Erz oder von Kohle, unter passender Beschränkung des Luftzutritts?

Nur das Verfahren in Bleiberg kann unter diesem Gesichtspunkte als ein rationelles bezeichnet werden; hier bringt man aus minder reinen Erzen¹⁾ im Flammofen selbst fast alles Blei aus, indem man zuletzt Kohle zuschlägt, und wenig und arme Rückstände erhält.

Freilich ist der Zeitaufwand, es sind Kosten für das Brennmaterial und die Arbeitslöhne in Anschlag zu bringen; und hierin herrschen grosse Unterschiede. So producirt ein Ofen zu

¹⁾ Der Gehalt ist nach dem Früheren:

England	75 bis 80 Proc.
Spanien	77·5 „
Tarnowitz	73 „
Bleiberg	67·4 „

Linares	412·3	Kilo	in	6	Stunden
Alport	444·6	"	"	5	"
Bagillt	6704	"	"	5	"
Tarnowitz . . .	1309	"	"	7	"
Bleiberg	213 bis	260 K.	in	22	"

Oder die Bleimengen, welche in gleichen Zeiten in diesen Oefen producirt werden, verhalten sich:

Bleiberg	1
Linares	6
Alport	7·5
Tarnowitz	16
Bagillt	113·6

Die Arbeit im Bleiheerd.

Der Bleiheerd ist ein viereckiger Gebläseofen, dessen Theile aus Mauer- und Eisenwerk bestehen. Er befindet sich in einem geschlossenen Raum, der vorn bis zu einer gewissen Höhe offen ist, und steht mit Condensationsapparaten in Verbindung. Die Oxydation des Bleiglanzes und die Wirkung des geschwefelten und des oxydirten Theils folgen hier unmittelbar auf einander.

Die Bleiherde finden wir im Anfang des 18. Jahrhunderts in Derbyshire mit Holzkohle oder Holz betrieben. Jetzt beschränken sie sich auf den Norden Englands und Schottlands. In den Vereinigten Staaten sind sie sehr verbreitet, in jenem bleireichen Gebiete des oberen Mississippi, welches das nördliche Illinois, das südliche Wisconsin und das östliche Missouri und Jowa umfasst.

Die Bleiarbeit zu Wensleydale in Nord-Yorkshire.

Die zur Erläuterung dienenden Figuren und die Schilderung des Processes auf den Hütten der Keld Head Mining Company rühren von W. Weston her.

a der Heerdboden von Gusseisen.

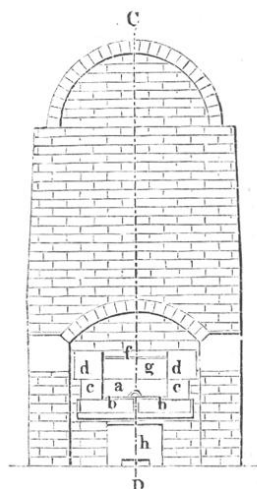
b der Arbeitsstein (work-stone), eine an die Vorderseite des Heerdes stossende schräge Eisenplatte, an den Seiten und unten mit einem Rand, in der Mitte aber mit einer Längsfurche versehen (Fig. 86). Diese sowie andere Theile des Heerdes werden, obwohl von Eisen, doch „Stein“ genannt. Heerdboden und Arbeitsstein sind hier aus einem Stück gegossen, an anderen Orten aber auch getrennt. Der eiserne Kessel *h* dient zur Aufnahme des Bleies.

cc zwei gleiche vierkantige eiserne Träger (bearers).

d, d vierkantige Eisenblöcke, Schlusssteine genannt, zwei auf jedem

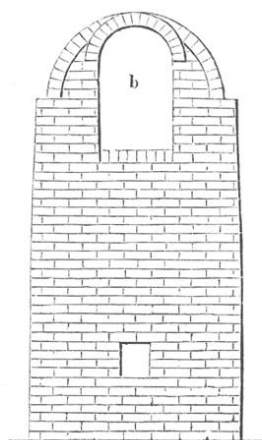
Träger. Die beiden vorderen sind in Fig. 87 dargestellt in ihrer Gestalt, um die Enden des Vorsteins aufzunehmen.

Fig. 80.



Vorderansicht.

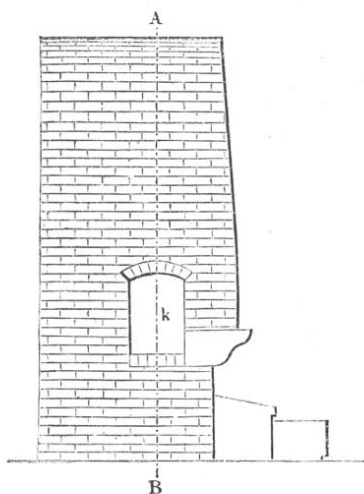
Fig. 81.



Rückseite.

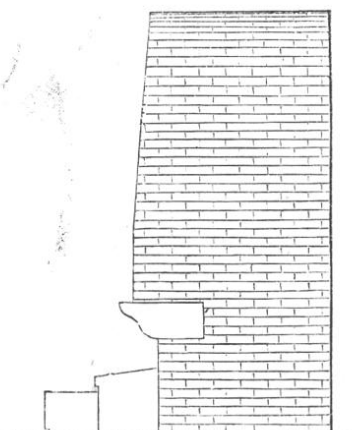
e der Hinterstein (back-stone oder pipe-stone).
f der obere Hinterstein. Beide, *e* und *f*, bilden die Hinterwand des Heerdes.

Fig. 82.



Linke Seite.

Fig. 83.

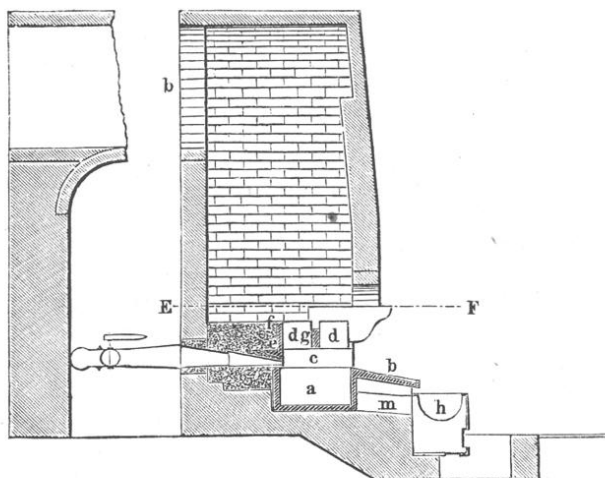


Rechte Seite.

In *e* ist die Form angebracht.

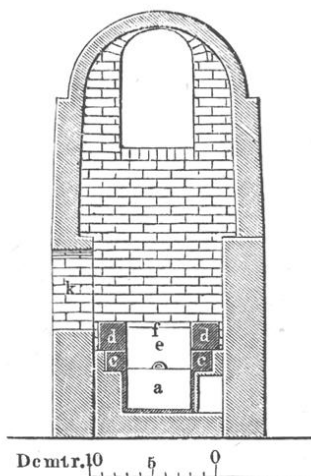
g der Vorderstein (fore-stone) von Eisen. Er liegt quer über dem

Fig. 84.



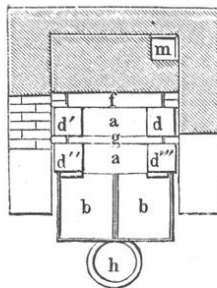
Senkrechter Durchschnitt nach *CD* Fig. 80 (*b* der Zug).

Fig. 85.



Senkrechter Durchschnitt nach *AB* in
Fig. 82.

Fig. 86.



Horizontalschnitt nach *EF* in Fig. 84.

Fig. 87.



dd Schlussstein; *g* Vorstein.

Heerde, und ruht an den Enden auf den Schlussteinen. Er lässt sich vor- und rückwärts bewegen, so dass die Schlussteine ihre Stellung ändern.

k eine Thür, durch welche der Arbeiter Torf einwirft und anhängende Schlacken losstösst.

m der Zug des Feuerraums unter dem Kessel. Neuerlich bringt man besser diesen Zug direct unter dem Heerdboden an, und lässt ihn sich nach einer Ecke biegen. Der Zwischenraum bis zum Werkstein wird mit Mauerung gefüllt.

Die Dimensionen sind:

Heerdboden: von vorn nach hinten 0·584 M.; Weite 0·533 M., Tiefe 0·3 M., sämmtlich im Lichten. Seiten und Stirn sind 0·04 M. dick, die Rückwand 0·06 M.

Werkstein: Breite 0·965 M.; Länge 0·61 M.

Die Ränder sind 0·025 M. hoch, und die Neigung beträgt 0·125 M.

Träger: 0·61 M. lang und 0·178 M. im Querschnitt.

Hinterstein: 0·76 M. breit und 0·355 M. hoch.

Oberer Hinterstein: 0·81 M. breit und 0·05 M. tief.

Schlussstein: Die beiden hinteren sind Würfel von 0·25 M.

Vorderstein: 0·76 M. breit; grösste Dicke 0·18 M.

Die Arbeit wird von zwei Mann in achtstündigen Schichten ausgeführt. Als Brennstoff dienen Kohle und Torf in prismatischen, 0·23 bis 0·3 M. langen und 0·06 M. dicken Stücken (peats).

Zu Wensleydale wird das Erz nicht zuvor geröstet; je nach seiner Beschaffenheit richtet sich die Windführung.

Stellen wir uns vor, der Bleiheerd sei in Ordnung, der Boden beinahe angefüllt mit Blei von der letzten Schicht. Man bringt etwas Kohle auf den letzteren und füllt den übrigen Raum mit Torf, den man an der Vorwand gut aufsetzt, während kleine Stücke lose dahinter geworfen werden. Dann wird brennender Torf eingebracht und das Gebläse angelassen. Ist sämmtlicher Torf in Brand, so setzt man etwas mehr Kohle hinzu und wirft bald darauf ein wenig von der zusammengeschmolzenen Masse (brouse) der letzten Schicht hinter den Vorderstein. Wenn etwa die Hälfte von jener eingetragen ist, fängt das Ausschmelzen des Bleies an, und dann rührt man den Inhalt des Heerdes mit einer Stange um, indem man diese von der Form fortbewegt, während der zweite Schmelzer einen Kratzer durch die Thür *k* einführt, und alle Schlacke abstösst, wobei durch ein Stück Torf der Wind getheilt wird. Beide Schmelzer treten dann an die Vorderseite, und schieben mit Schaufeln alles in den Heerd zurück, was auf den Arbeitsstein gefallen ist, und sorgen dafür, dass der Wind die Masse gut durchdringe. Während Blei ausfließt, wirft man Erz in kleinen Mengen dahin, wo die Hitze am stärksten ist. In Zwischenräumen von fünf Minuten wird das Durcharbeiten der Masse wiederholt, wobei immer ein frisches Torfstück vor die Form gelegt wird. Die auf den Arbeitsstein fallenden halbgeschmol-

zenen Massen wirft man bei Seite, um sie später in den Schlackenheerd zu bringen.

So schreitet die Arbeit unter wiederholtem Zusatz von Erz fort, bis der Bleikessel gefüllt ist, worauf das Metall geschäumt und in Mulden gegossen wird. Gegen das Ende der Schicht giebt man kein Erz mehr auf, doch wird der Inhalt des Heerdes noch zwei- oder dreimal verarbeitet, ehe man das Gebläse abstellt. Die Rückstände (brouse) werden herausgezogen, auf die Seite geworfen und von eingemengter Schlacke befreit, während das Blei aus dem Kessel in den Heerd zurückgeschöpft wird, damit er für die nächste Schicht gefüllt sei.

Die Schlacke ist ein Gemenge, in welchem Kohle und Bleitheilchen zerstreut sind. Eine Probe, von Ward in Percy's Laboratorium untersucht, wurde zerrieben und gesiebt, wobei 8 Proc. Blei, 0·6 Proc. Schwefel enthaltend, sich absondern liessen. Nach Abzug desselben enthielt die Schlacke 34·12 Proc. Kalk, zum Theil als Fluorcalcium vorhanden, 9·28 schwefelsauren Baryt, Magnesia, Thonerde, Zinkoxyd, Eisenoxyd, Kieselsäure und 26·74 Proc. Blei, hauptsächlich als Oxyd, theilweise als Sulfuret und Sulfat. Der Gesamtbetrag des Schwefels war 2·44 Proc.

In einer Woche wurden in einem Heerd zu Wensleydale in sechs Schichten $6 \times 1625\cdot5 = 9753\cdot6$ Kilo Erz verhüttet. Es wurden in den fünf ersten Schichten jedesmal 1219·2 K., in der letzten nur 1164·6 K.¹⁾ Blei, zusammen also 7260·6 K, producirt oder 74·44 Proc. des Erzes. Die graue Schlacke war = 616 Kilo, und die Menge der Rückstände, welche in die erste Schicht eingingen, sowie derer, welche aus der letzten übrig blieben, war 152·4 Kilo.

Vergleichsweise wurden dieselben Erze im Flammofen verhüttet. Die Resultate waren an Blei

im Flammofen	68·4 Proc.
im Bleiheerd	67·8 „

Die Kosten für die Verhüttung gleicher Erzmengen verhielten sich = 1·7:1, allein dieser Vergleich ist keineswegs maassgebend für beide Processe überhaupt, weil der Preis der Kohlen damals wegen mangelnder Eisenbahnverbindung ein anderthalbfach höherer als später war.

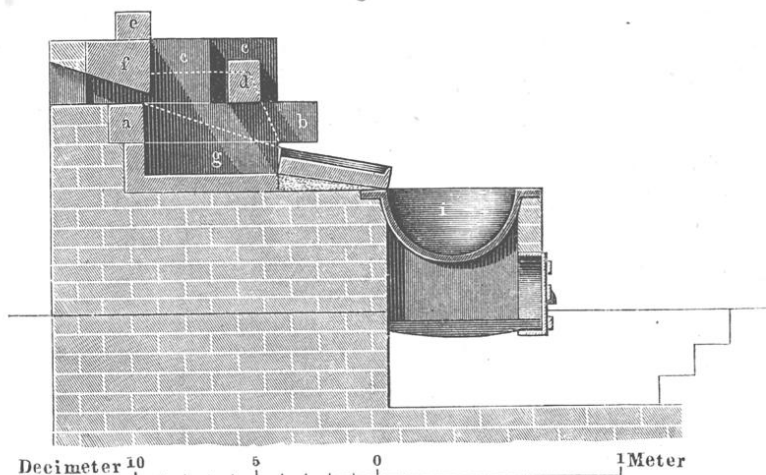
Abänderungen des Bleiheerdes. Eine Abhandlung von Patinsson: An account of the method of smelting lead-ore and refining lead, practised in the mining districts of Northumberland, Cumberland and Durham in the year 1831, welche im zweiten Band der Transactions of the Nat. Hist. Soc. of Northumberland, Durham and Newcastle-upon-Tyne enthalten ist, und von Percy sehr gerühmt wird, hat den Stoff für das Nachfolgende geliefert.

Der Heerd besteht aus zwölf Stücken von Gusseisen.

¹⁾ Weil ein Theil in den Heerd zurückgebracht wird.

g Heerdboden, im Innern 0·56 M. im Quadrat; der Boden und die Seiten 0·075 M. dick, 0·114 tief, ist vorn offen. Zwischen ihm und der

Fig. 88.



Senkrechter Durchschnitt von vorn nach hinten nach der Mittellinie.

Ziegel- oder Steinsohle, worauf er ruht, liegt meist eine Schicht Sand. Der Werkstein, welcher eine Neigung von 0·075 bis 0·1 M. hat, ist 0·91 M. lang, 0·45 breit und 0·063 M. dick, mit einem 0·025 M. hohen Rand vorn und an den Seiten, und einem 0·05 breiten und 0·025 tiefen Canal in der Mitte. Der Zwischenraum zwischen der unteren Fläche des Werksteins und der Heerdsohle ist mit feuerfestem Thon ausgefüllt.

b Träger, rechtwinklige Prismen von 0·15 M. Seite und 0·66 bis 0·71 M. Länge, eines an jeder Seite. Sie treten etwas über die Seiten des Heerdbodens hervor, um ihn in seiner Stellung zu erhalten.

a Hinterstein, ein Prisma von 0·71 M. Länge und 0·165 M. Höhe bei 0·125 M. Breite. Auf ihm ruht die Düse des Gebläses.

f der Pfeifenstein, prismatisch, 0·25 im Querschnitt, 0·71 lang, unten mit einer Oeffnung für die Düse.

c oberer Hinterstein, ebenso lang, 0·1 hoch und 0·125 breit, vervollständigt die Hinterwand des Heerdes.

d Vorderstein, 0·66 lang, 0·165 hoch und 0·127 breit.

cc Schlusssteine, genaue Würfel von 0·25 M. Seite. Ihrer zwei an jeder Seite, die beiden der Hinterwand zunächst ruhen auf den Trägern *b*, so dass sie in gleicher Höhe mit diesen liegen; während die vorderen gegen die Enden des Vordersteins liegen. Jene sind daher 0·71 M., diese 0·66 M. entfernt.

i Bleikessel.

Der Vorderstein ist bis zu einem gewissen Punkt beweglich; er

kann 0·25 M. vom Hinterstein gestellt werden, indem er mit den beiden hinteren Schlusssteinen in Berührung gebracht wird, und zugleich kann er durch Einschieben eines feuerfesten Steins an jedem Ende zwischen ihm und dem Träger erhöht werden; seine gewöhnliche Stellung ist 0·28 bis 0·30 M. über der oberen Kante des Werksteins. Die einzelnen Theile des Heerdes sind in ihrer Lage durch Mauerwerk befestigt, und oben ist er von einer ebenen Mauerung umschlossen. Er steht unter einer Esse.

Die Formöffnung tritt in den Heerd 0·165 M. über der oberen Kante des Werksteins; meist aber liegt sie, da Träger und Heerdboden sich hinterher etwas senken, nur 0·076 bis 0·1 M. über der Oberfläche des Bleies. Der Windstrom geht immer abwärts gegen die obere Kante des Werksteins (s. die punktirte Linie in der Figur).

Eine andere Einrichtung, welche erfahrene Schmelzer eingeführt haben, besteht darin, dass man den Heerdboden 0·25 bis 0·30 M. tief macht, so dass sich darüber viel mehr Blei ansammeln kann, und die Neigung, zu heiss zu gehen, beim Schmelzen vermindert wird. Ein wirksames Mittel für diesen Zweck würde übrigens sein, die Wände doppelt zu machen, und Luft oder Wasser zwischen ihnen circuliren zu lassen; ersteres ist auch bereits hier und da ausgeführt.

Die Dauer einer Schmelzschicht ist nach Pattinson 12 bis 15 Stunden. Das Erz wird zuvor geröstet¹⁾. Man bringt 4·5 bis 5·4 Kilo auf die Feuerung zwischen dem Vorderstein und dem Pfeifenstein (der Umfang der Feuerung ist in der Fig. 88 durch die obere punktirte Linie angedeutet), und setzt es etwa fünf Minuten auf der Oberfläche der Wirkung des Windes aus; dann taucht der Schmelzer ein Rührreisen in das Blei des Heerdes und bricht die ganze Masse des halbgeschmolzenen Materials an verschiedenen Stellen auf, wobei ein Theil nach vorn auf den Werkstein gezogen wird, wodurch das frisch aufgeworfene Erz Gelegenheit erhält, tiefer in den Heerd zu sinken. Das Rührreisen wird nun mit einer Schaufel vertauscht, mit welcher die Rückstände (brouse) geprüft werden, indem man Stücke, welche zu stark geschmolzen sind, zerschlägt, und solche, welche so weit zusammengesintert sind, dass sie ganz hart erscheinen und durch ihr Ansehen sich als graue Schlacken zu erkennen geben, aussondert und zur Seite wirft, um sie im Schlackenheerd zu verschmelzen. Auf die Rückstände streut man etwas gelöschten Kalk, wenn sie teigig sind, und in den Heerd wirft man, falls es nöthig ist, etwas Kohle. Zu gleicher Zeit reinigt der zweite Schmelzer (shoulder-fellow) die Formöffnung, und legt ein Torfstück hinein. Das Feuer wird verstärkt, und das Aufgeben des Erzes sammt den folgenden Manipulationen wiederholt; immer aber wird bei jedesmaligem Aufbrechen ein Torfstück vor die Form gelegt, um den Wind zu zertheilen, oder, falls man Torf nicht hat, auch ein Holzstück zu gleichem Zweck benutzt.

¹⁾ Dies ist ein Unterschied gegen das Verfahren zu Weasleydale.

Nach Pattinson müssen folgende Punkte beachtet werden: 1. Sorgfältige Regulirung des Gebläses; ist es zu schwach, so tritt keine Reduction ein, ist es zu stark, so schmilzt das Erz. Der Wind muss die Masse im Heerde möglichst durchdringen. 2. Es muss häufig und kräftig durchgearbeitet werden; ein Theil muss auf den Werkstein gebracht, und die theilweise geschmolzenen Stücke müssen zerkleinert, die graue Schlacke aber muss ausgesondert werden. Dieses Zerbrechen der „brouse“, wobei sie der oxydirenden Wirkung der Luft ausgesetzt ist, hat nach Pattinson eine sehr vortheilhafte Wirkung auf die Bleireduction, welche am lebhaftesten ist, sobald die Masse wieder in den Heerd zurückkehrt. 3. Man darf nicht mehr Kalk nehmen, als zum Ansteifen nöthig ist.

Bei leicht schmelzbaren Erzen und geschickter Führung der Arbeit bildet sich nur wenig „brouse“, die sich beim Umrühren trocken anfühlt, und der Heerdinhalt ist dem Wind überall zugänglich. Die Reduction schreitet bei mässiger Hitze rasch fort und das Quantum der Schlacke ist unbedeutend. Allein alle erdigen Beimengungen des Erzes verzögern die Arbeit und vermehren die Schlacke, und schon geringe Verschiedenheiten äussern ihren Einfluss, ja Erz von verschiedenen Stellen desselben Ganges ist ungleich in seinem Verhalten im Bleiheerd. Deswegen macht man den Vorderstein beweglich, um Erze zu verarbeiten, welche mehr oder weniger brouse bedingen.

Am Ende einer 12- bis 15stündigen Schicht wird der Heerd trotz aller Vorsicht zu heiss und muss daher etwas abkühlen. Nach 12 Stunden Arbeit rechnet man 5 Stunden Ruhe.

In einer Schicht verhüttet man 1829 bis 2032 Kilo Erz, in vier wöchentlichen Schichten also 7316 bis 8128 Kilo; an anderen Orten steigt dies Quantum auf 16 256 Kilo, jedoch sind 12 200 bis 14 200 Kilo eine sehr häufige mittlere Grösse.

Der Flugstaub wird von Zeit zu Zeit gesammelt, gewaschen, in starker Hitze geröstet, bis er zusammen sintert, und dann im Bleiheerd mit dem Erz verhüttet. Bei dem Verarbeiten von 3 Millionen 962 806 Kilo Erz gewann man aus solchem Flugstaub 16 002 K. Blei, und aus den grauen Schlacken im Schlackenheerd 2387·6 K. Schlackenblei. Ausserdem wurden aus dem Bleirauch 25 400 K. Blei gewonnen.

Der amerikanische Bleiheerd.

Der erste Bleiheerd dieser Art wurde zu Rossie im Staat New-York errichtet, wo indessen jetzt kein Hüttenbetrieb mehr existirt.

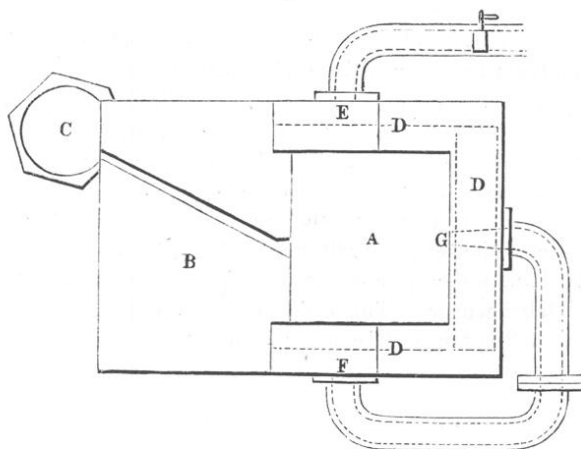
Das Nachfolgende ist auf eine Darstellung in dem Amer. J. of Sc. 1842 gegründet.

A der Heerd, von Gusseisen, 0·6 M. im Quadrat, 0·3 tief und 0·05 dick.

B der Werkstein, eine Eisenplatte, 0·81 breit, 0·56 lang, mit Rand und einer Neigung von 1:12. Er wird von einer diagonalen Rinne

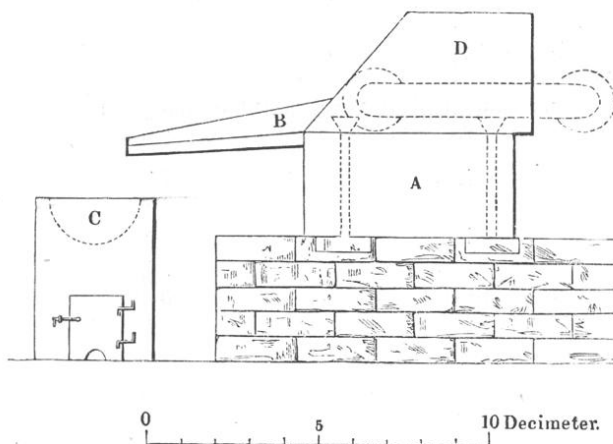
durchzogen, in welcher das Blei nach dem Kessel *C* fliesst, welcher über einem kleinen Feuer steht. Ein eiserner Windkasten *D*, 0·35 M. hoch,

Fig. 89.



Grundriss.

Fig. 90.



Seitenansicht.

umzieht die Rückwand und die Seiten des Heerdes, ist aussen 0·15 weit und hat 0·02 Wandstärke. Der Wind strömt durch *E* ein und durch *F* aus, so dass er, erwärmt, durch die Form 0·05 M. über dem Rand des Heerdes in diesen eintritt.

Zu Anfang der Arbeit ist der Heerd mit flüssigem Blei gefüllt. Das Erz (Bleiglanz in Kalkspath) wurde zu Rossie in kleinen Stücken, möglichst frei von Pulver, ungeröstet, auf das flüssige Blei gebracht, und kurze Holzscheite wurden vor die Form gelegt. Der Wind wirkte gleichförmig auf die Masse, während eine entsprechende Menge Blei überfloss. Nach 10 Minuten wurde der Erzzusatz erneuert, dann wurde die gesinterte Masse auf den Werkstein gezogen, der Wind abgesperrt, frisches Holz eingelegt und dann jene wieder in den Heerd gebracht, worauf, nach abermaligem Erzeintragen, das Gebläse wieder angelassen wurde.

Ein solcher Heerd arbeitet die Woche hindurch ohne Unterbrechung.

Zu Rossie erhielt man bei der Verarbeitung von 454 000 Kilo Erz (5 bis 10 Proc. Kalkspath enthaltend) in jedem Heerd in 24 Stunden 3267·75 Kilo Blei, wobei vier Schmelzer, für jede Schicht zwei, beschäftigt waren. Dabei wurde 1 Thl. Holz für jede 2·6 Thle. Blei verbraucht.

Der amerikanische Bleiheerd in Bleiberg. Im Jahre 1849 begann man Versuche, um zu erfahren, ob die Verhüttungskosten auf diesem Wege niedriger wären als im Flammofen.

Plattner hat über diese Versuche Mittheilungen gemacht. Aus 1403·25 Kilo gemengter Schliche von 70 bis 71 Proc. erhielt man in 12 Stunden 61 bis 62 Proc. Blei und etwas bleireiches Gekrätz. Von Kernschlichen mit 72 bis 73 Proc. liessen sich 1684 bis 1796 K. auf 63 bis 64 Proc. und Gekrätz verschmelzen. Von den reinsten mit 74 Proc. vermochte man 2525·8 K. zu verschmelzen und brachte 66 bis 67 Proc. aus.

Die Production von 1000 K. Blei erforderte 9·86 bis 12·7 K. Meter Holz.

Eine Probe von dem Gekrätz enthielt nach Plattner's Untersuchung:

Bleioxyd	37·71
Zinkoxyd	19·20
Eisenoxyd	19·50
Magnesia	8·85
Schwefelsäure	5·04
Kieselsäure	5·26
Kalk, Mangan	1·42
Thonerde	1·76
Molybdänsäure	0·46
	99·20

Die Erfahrung lehrte, dass feine Schlammsschliche durch den Wind stark fortgerissen werden, und den Durchgang desselben durch Bildung von Knollen sehr erschweren. Man hat daher später jedem Heerd einen besondern Rauchfang gegeben, und vermochte nun im Mittel über 66 Proc., aus den reichsten 73 Proc. Blei auszubringen, ausschliesslich 3 Proc. aus dem Gekrätz.

Die Unterhaltungskosten der Bleiheerde und die Arbeitslöhne waren geringer als die der Flammöfen; das Brennmaterial war $\frac{2}{3}$ so gross ¹⁾.

Das Gekrätz wurde anfangs, durch nasse Aufbereitung concentrirt, im Flammofen zu Gute gemacht. Später hat man es mit Quarz, Eisenfrischschlacken und Eisen über einem Halbhohofen verschmolzen.

Ueber die Resultate an amerikanischen Bleiheerden in Przibram hat Köller Nachricht gegeben ²⁾.

Von dem Bleischmelzen in Hindostan bei Ajmir in kleinen Schachtöfen hat Dixon eine Beschreibung veröffentlicht, von welcher Percy einen Auszug mittheilt.

II. Der Röst- und Reductionsprozess.

Die Grundlagen dieses Verfahrens, welches ausschliesslich in Schachtöfen betrieben wird, wurden S. 149 auseinander gesetzt. Wir gehen daher sogleich zu ihrer Darstellung an einzelnen besonders interessanten Punkten über.

Sala in Schweden.

Die nachfolgende Schilderung beruht auf Mittheilungen des Berghauptmanns Sewen an Percy.

Neben eigentlichen Silbererzen (gediegen Silber, Antimonsilber, Amalgam) kommt auf den dortigen Gängen vorzugsweise silberhaltiger Bleiglanz vor, krystallisirt, körnig, blättrig, feinschuppig, begleitet von Schwefelkies, Magnetkies, Blende, Geokronit, Boulangerit, seltener Arsenikkies und Antimonglanz.

Es sind unregelmässige Gänge im körnigen Kalk der krystallinischen Schiefer, und ihre Gangarten sind Kalkspath, Chlorit, Talk, Augit (Sallit), Epidot und Hornblende. Lager von quarzigem Feldspathgestein (Häleffinta) und Serpentin treten dazwischen auf, und Quarz und Schwerspath finden sich gleichfalls. Der Erzgehalt dringt in feinen Spalten in die Gesteinsmasse ein oder ist in ihr fein eingesprengt, bis zu mehreren Lachter Abstand von den Gängen, bald im Hangenden, bald im Liegenden, häufig auf beiden Seiten. Dabei nimmt der Erzreichthum des Kalks mit der Entfernung von den Gängen allmählig ab ³⁾.

Das hiernach mit Gangart und Gestein geförderte Erz unterliegt der Aufbereitung, nämlich der Handscheidung, welche Stuferz und Wascherz liefert, deren jenes an und für sich verschmolzen wird. Vom Stuferz unterscheidet man das reichere (helstuff) mit 34 Proc. Blei und 2.79 T. Thln. Silber und das ärmere (halfstuff) mit 14 Proc. Blei und 1.32 T. Thln.

¹⁾ Oestr. Jahrb. f. d. B. u. H. 1855. — Tunner's Jahrb. 1852. ²⁾ Oestr. Ztschr. f. B. u. H. 1856, 341.

³⁾ Die alten Baue zu Sala sind bis zu einer Tiefe von 311 M. niedergebracht vor Anwendung des Pulvers, und noch jetzt ist das Feuersetzen dort wie im Rammelsberge üblich. Aus jener Zeit stammen die grossen und regellosen Weitungen der Grube.

Silber. Der Silbergehalt des Wascherzes war im Jahre 1866 0·168 T. Thle. Silber, doch ist er nicht immer derselbe.

Es bedarf kaum der Bemerkung, dass die ärmeren Erze durch Pochen und Waschen concentrirt werden. Die Pochgänge werden in grofmjöl, finnmjöl und slamm unterschieden, deren jene auf dem Stossheerd verwaschen werden, so dass man dreierlei Schliche erhält, nämlich

grofmjöl slig	=	23·1	Proc. Blei	und	2·05	T. Thle. Silber
finnmjöl slig	=	28·6	"	"	2·2	" "
slamm slig	=	31·2	"	"	2·52	" "

Sie werden mit dem Stufferz zusammen verschmolzen.

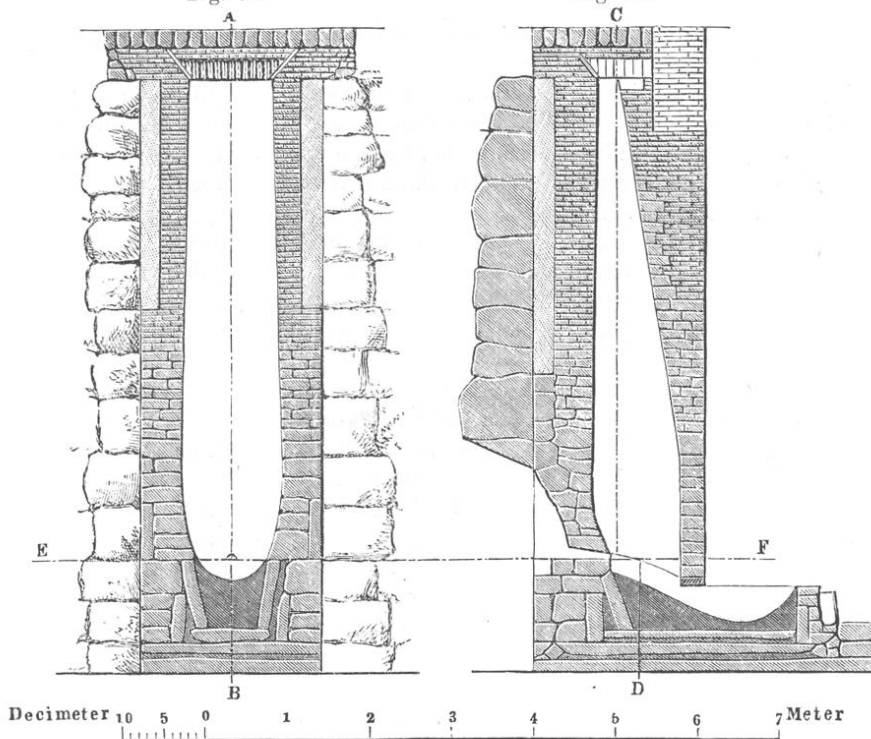
Die Processe zu Sala bestehen aus der Roharbeit (råsmältning) und der Bleiarbeit (förblyningssmältning).

1. Die Roharbeit.

Ihr unterliegen die als slamm bezeichneten Pochgänge und die Aftern vom Verwaschen der übrigen, welche man allgemein als Rohgut

Fig. 91.

Fig. 92.



Senkrechter Durchschnitt nach *CD* Fig. 92.

Senkrechter Durchschnitt nach *AB* Fig. 91.

(rågods) bezeichnet. Sie werden mit Schwefelkies, Quarz und Bleischlacken nebst unreinen Schlacken, die kurz vor dem Abstechen sich gebildet haben, und Ofenbrüchen aus den Roh- und Bleiöfen beschickt. Die Beschickung wird gemacht aus:

17·1 Rohgut (0·3 T. Thle. Silber)

17·1 Schwefelkies

8·6 Quarz

34·3 Ofenbrüche

22·9 Schlacken

100

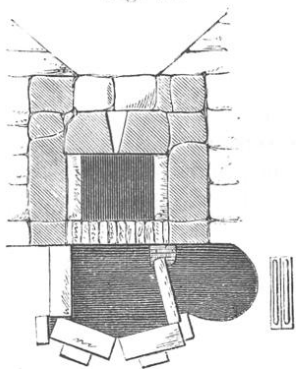
Das Product, der Rohstein (skärsten), enthält 1·14 T. Thle. Silber, welches theilweise aus den Zuschlägen stammt. Die Rohschlacke ist ein basisches eisenreiches Silicat.

Man verschmilzt die Beschickung bei Holzkohlen über einem Hohen (högugn) mit einer Form (öga) und Vorheerd (framsump) ähnlich dem, welchen nebenstehende Figuren zeigen.

2. Die Bleiarbeit.

Sie erfolgt in zwei Schachtöfen von nachstehender Art.

Fig. 93.



Horizontalschnitt nach EF in Fig. 91
u. Fig. 92.

Das Detail der Öfen ergibt sich hier nach im Ganzen. Die Sohle besteht aus schwerem Gestübbe und setzt sich im Vorheerd fort.

Die Beschickung besteht 1. aus Stuf-
erz und Waschschlich; 2. aus dem Roh-
stein, welcher zuvor geröstet worden ist.
Früher wurden auch die Erze geröstet,
was man aber der Kosten und des
Metallverlustes wegen aufgegeben hat;
3. schlackenbildenden Zuschlägen, wozu
namentlich kalkärmere und eisenreichere
Bleischlacken dienen, welche wesentlich
Singulosilicate sein müssen. Auch schlägt
man gerösteten Schwefelkies zu ¹⁾. Das
Verhältniss ist:

100 Thle. Stuf-erz = 14 bis 34 Proc. Blei; 1·3 bis 2·8 T. Thle. Silber,

125 „ Schlich = 23 bis 31 Proc. Blei; 2 bis 2·5 T. Thle. Silber,

96 „ gerösteter Rohstein = 1·25 T. Thln. Silber,

18 „ gerösteter Schwefelkies,

750 „ Bleischlacken,

989

¹⁾ Früher metallisches Eisen.

Während der Arbeit werden bleiische Producte (vom Abtreiben etc.), nämlich Abstrich, Heerd und Glätte aufgegeben, um den Silbergehalt des Bleis gleichsam zu regeln, weil erfahrungsmässig bei zu grossem Silbergehalt mehr Silber in dem Stein bleibt. Man betrachtet gewöhnlich 7·5 bis 8·5 T. Thle. Silber im Blei als das geeignete Verhältniss, während es im Stein 1·25 T. Thle. oder etwas mehr beträgt.

Die Producte des Verschmelzens sind: Werkblei mit 8·6 T. Thln. Silber.

Bleistein (skärsten) mit einem veränderlichen Bleigehalt.

Schlacken, Singulosilicate von Eisenoxydul, Kalk, Magnesia und Thonerde. Sie dienen bei der Roh- und Bleiarbeit.

Der Bleistein wird gleich dem Rohstein geröstet, und zwar in gemauerten Kilns (rostgropar), wobei das Röstgut von Zeit zu Zeit gewendet wird (daher wänd rostning).

Das Werkblei kommt zum Abtreiben auf einen Heerd aus Kalkstein und Thon. Ein Treiben ist = 2125 bis 2550 Kilo. Es bildet sich ein schwarzer Abstrich und sodann schwarze Glätte (svart glete). Die letzten Antheile der gelben Glätte werden wegen ihres Silbergehaltes (als Scheideglätte) beim Schmelzprocess zugesetzt. Ein Theil der Glätte (silfverglit) wird verkauft.

Das Feinbrennen des Blicksilbers erfolgt in zwei kleinen Flammöfen mit Heerden aus Thon und Kalk und einem Zusatz von Knochenasche. Man fügt etwas Blei hinzu, des leichtern Schmelzens und der Entfernung der fremden Metalle wegen. Das bergfeine Silber hat einen Gehalt von 989·58 T. Thln.

Das Glättfrischen erfolgt in einem Schachtofen unter Zusatz von etwas Schlacken, welche bleihaltig aber frei von Steintheilen sind. Das reducirte Blei fliesst aus dem Ofen fortwährend ab in einen Kessel, der heiss gehalten wird. Dann lässt man es in einen andern ab und hält die abgeschiedenen Unreinigkeiten zurück. In diesem zweiten Kessel hat es eine seinen Schmelzpunkt nicht sehr übersteigende Temperatur, und wird geschäumt, bevor es ausgegossen wird. Es ist weich und heisst im Handel Frischblei (friskbly). Das Gekrätz vom Glättfrischen kommt zur Bleiarbeit.

In ähnlicher Art reducirt man die schwarze Glätte zu Hartblei, welches Antimon und Zink enthält, und durch Umschmelzen raffinirt wird.

Der Bleiglanz von Sala ist reich an Silber; man findet 5 bis 7·5 T. Thle., bisweilen 10, aber mitunter auch nur 2·5 T. Thle.

Im Jahre 1866 producirte man ¹⁾

888·7	Kilo	bergfeines Silber,
43454·3	„	Blei,
13426·4	„	Glätte.

Sala beschäftigt etwa 300 Arbeiter.

¹⁾ Angenommen 1 Pfund schwed. = 0·9087 Pfl. preuss.

Freiberg.

Neben dem Harz ist das Erzgebirge ein classisches Gebiet für Bergbau und Hüttenwesen. Auf seiner südlichen böhmischen Seite blühten Joachimsthal, Schlackenwald, Zinnwald, Graupen längst als Gewinnungspunkte von Silber, Blei und Zinn, auf dem flachen nördlichen Abfall sind es die sächsischen Berg- und Hüttenorte Schneeberg, Annaberg, Marienberg, Altenberg, Ehrenfriedersdorf, vor allen aber Freiberg in der Nähe des tief eingeschnittenen Thals der Mulde. Der Freiburger Bergbau soll gegen Ende des zwölften Jahrhunderts in Aufnahme gekommen sein; seine Blüthezeit beginnt aber erst, seit Heinrich der Fromme Freiberg zu seiner Residenz erwählte. Der dreissigjährige und der siebenjährige Krieg haben wohl ihre verderblichen Folgen auch für Freiberg gehabt, allein die 1765 gegründete Bergakademie, unter der Leitung von Gellert und Charpentier, besonders aber seit dem Eintreten Werner's im Jahre 1775 als Lehrer, durch Lempe, Lampadius verlieh Freiberg einen neuen Glanz und zog Studirende aus allen Ländern dorthin, wozu das später errichtete Amalgamirwerk zur Halsbrücke, das Muster für alle übrigen, den schon bestehenden Anlagen noch eine neue hinzufügte. Die Namen Herder, Freiesleben, Breithaupt, Plattner, Reich, Weisbach und viele andere bezeichnen den steten Fortschritt in der Wissenschaft und Praxis der mineralogischen berg- und hüttenmännischen Disciplinen bis in die Gegenwart.

Wir gehen hier nicht näher in eine Schilderung der geognostischen und bergmännischen Verhältnisse Freibergs ein ¹⁾; die zahlreichen Gruben der Umgegend, welche auf Gängen im Gneis bauen, sind, wie Himmelsfürst und Himmelfahrt, zum Theil weltbekannt. Die Verhüttung der Erze erfolgt auf den Muldener Hütten und der Halsbrücke, nachdem der Amalgamationsprocess durch die neueren Extractionsmethoden verdrängt ist.

Gleichwie am Harz haben sich auch in Freiberg die Hüttenprocesse bis in die neuere Zeit zwar stetig verbessert, doch im Ganzen in demselben Zuschnitt erhalten, und das musterhafte Werk Winkler's ²⁾ liefert ein treues Bild derselben. Indessen auch hier begann man mit Reformen, indem man theils eigene Erfahrungen benutzte, theils die Methoden des Auslandes praktisch prüfte. Carl August Plattner, lange als Gewerkenprobirer in untergeordneter Stellung thätig, durch die Genauigkeit seiner Arbeiten hervorragend, hatte sich im Gebrauch des Löthrohrs eine bis dahin unbekannte Virtuosität erworben; schon im reifern Alter ward er ein Schüler Heinrich Rose's und ein tüchtiger

¹⁾ Breithaupt, die alte und freie Bergstadt Freiberg, 1825. Und die spezielle wissenschaftliche Literatur. ²⁾ K. A. Winkler, Beschreibung der Freiburger Schmelzhüttenprocesse. Freiberg 1837.

Analytiker, welcher, in eine wirksamere amtliche Stellung versetzt, rastlos thätig war in der Untersuchung der Freiburger Hüttenprocesse, welche unter seiner Mitwirkung sich umzugestalten angingen, und der als Lehrer der Bergakademie seine Kenntnisse in anspruchsloser Form den Zuhörern mittheilte. Seine Vorlesungen hat Th. Richter nach seinem Tode herausgegeben ¹⁾.

Die Einführung von Flammöfen, von Kilns und Schüttöfen, die Anlage von Schwefelsäurefabriken zur Verwerthung der schwefligen Säure, diejenige neuer Schachtofen und die Vereinfachung der Schmelzprocesse bezeichnen die neueste Periode des Freiburger Hüttenwesens.

Wir wollen hier zuvörderst die von Percy gegebene Darstellung wiederholen, wenn sie gleich heute nicht mehr vollkommen gültig ist. Dieselbe beruht auf dem oben angeführten Werke Plattner's mit Rücksicht auf Winkler's Schrift, und auf Mittheilungen Prof. Richter's, sowie auf einer Monographie von A. Carnot ²⁾.

Sodann werden wir einen kurzen Abriss des gegenwärtigen Zustandes nach Mittheilungen von Kast und Bräuning folgen lassen.

Die Freiburger Geognosten unterscheiden die dortigen Gänge nach ihrem Alter und ihrer Erzführung in vier Gruppen:

I. Die edle Quarzgruppe, die älteste, umfasst etwa 150 Gänge von 0.15 bis 2 M. Mächtigkeit. Die Gangart ist fast nur Quarz, welcher Bruchstücke von Gneis einschliesst, und die Erze finden sich unregelmässig in Drusen und Nestern. Es sind Silberglanz, Rothgültigerz, Fahlerz, Miargyrit, Polybasit, Sprödglasserz, Antimonglanz, Antimonblende. Bei Bräunsdorf sind sie nur in einem schwarzen kohligen Schiefer edel, werden aber arm, wenn sie den Glimmerschiefer durchsetzen.

II. Die kiesige Bleigruppe, etwa 300 Gänge von 0.05 bis 0.9 M. Mächtigkeit, besonders südöstlich von Freiberg entwickelt (Grube Himmelfahrt). Die Gangarten sind Quarz, Kalkspath, Braunspath, Schwerspath und Flussspath. Die Erze sind vor allem silberhaltiger Bleiglanz, Blende, Schwefelkies, Kupferkies, Arsenikkies und ein Theil der zuvor genannten Silbererze.

Untergeordnet reiht sich die Kupfergruppe hier an (Morgenstern, Junge hohe Birke). Im Quarz liegen Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglanz, Fahlerz, Rothkupfererz und Carbonate des Kupfers.

III. Die edle Bleigruppe mit 340 Gängen, namentlich bei Brand und Erbisdorf. Unter den Gangarten treten Braunspath, Manganspath und Quarz hervor. Bleiglanz, silberreicher als der der vorhergehenden Gruppe, Blende, Schwefelkies, oft in regelrechter Reihenfolge abgelagert, gediegen Silber und etwas Silbererze bilden den Erzreichthum dieser Abtheilung. Bekannte Gruben sind Himmelsfürst und Bescheert Glück.

¹⁾ Plattner's Vorlesungen über allgemeine Hüttenkunde. Freiberg 1860. Der Freundschaft, welche mich mit diesem hochverdienten Manne verknüpfte, verdanke ich die lebhafteste Anregung zu metallurgischen Studien. R.

²⁾ Ann. Mines. (6) 6, 1 (1864).

IV. Die barytische Bleigruppe mit 130 Gängen, worunter sehr mächtige, durch den Parallelismus oder die Bandstructur ihrer Mineralführung ausgezeichnet. Schwerspath ist die Gangart, und auf ihm liegen in lagerartiger Anordnung Bleiglanz, Blende, Schwefelkies, Flussspath und Quarz. Grosse Drusenräume führen dieselben Mineralien nebst Carbonaten und Silbererzen. Oft sind die Anzeichen von Störungen und Verwerfungen an den grösseren Gängen sichtbar.

Erzförderung der Freiburger Gruben im Jahre 1867.

Verhüttete Erze	31 Mill.	57500 Kilo
Gehalt derselben an Blei	4 Mill.	663625 K.
„ „ Silber		32474·65 K.
„ „ Kupfer		71150 K.
„ „ Zink		604130 K.
„ „ Arsen		158550 K.

Im Werth von 1 Mill. 858516·3 Thalern.

Classification der Erze. Die Bleierze zerfallen in zwei Classen, Glanze und bleiische Erze. Die Glanze, an Menge überwiegend, enthalten 30 Proc. und mehr Blei, die bleiischen Erze 15 bis 29 Proc. Blei. Der mittlere Gehalt sämmtlicher Erze ist 40 Proc. Blei und 1·5 T. Thle. Silber = 3·75 T. Thln. des erstern. Ausser Bleiglanz enthalten sie Schwefelkies, Arsenikkies, Zinkblende und erdige, d. h. nicht-metallische Verbindungen: Carbonate von Kalk, Magnesia, Eisen- und Manganoxydul, sowie Quarz und Schwerspath.

Diejenigen Erze der Freiburger Gruben, in welchen eigentliche Silbererze vorkommen, zerfallen in Dürrerze, Kupfererze und Zuschlag-erze. Unter Dürrerzen versteht man Massen, welche überwiegend aus Gangarten mit Schwefelkies und etwas Bleiglanz bestehen, und worin die oben angeführten geschwefelten Silberverbindungen zerstreut sind; sie führen 0·5 bis 1 T. Thl. Silber, und werden mit Bleischlacken in Flammöfen, reichere aber in Schachtöfen verschmolzen. Kupfererze, 1 bis 10, im Mittel 3 Proc. Kupfer haltend; die silberreicheren und kupferärmeren werden mit den Bleierzen verhüttet. Zuschlagerze heissen die Kiese, Schwefelkies, Arsenikkies, Blende, nur wenig Blei, Kupfer und Silber (weniger als 0·3 T. Thle.) enthaltend.

Gattirung. Sie wird aus 60 Proc. Glanzen, 20 Proc. bleiischen Erzen, und 20 Proc. eines Gemisches von Dürr- und Kupfererzen gemacht; ihr Bleigehalt ist 34 bis 38 Proc., ihr Silbergehalt 1·5 bis 1·8 T. Thle.

Die Freiburger Hüttenprocesse, insoweit sie Blei und Silber betreffen, umfassen drei verschiedene Arbeiten:

1. Das Verschmelzen gewisser Erze in Schachtöfen (Bleiarbeit).
2. Das Verschmelzen des dabei erhaltenen Steins in Schachtöfen (Bleisteinarbeit).

3. Das Verschmelzen bleihaltiger Schlacken mit gewissen Erzen in Flammöfen (Schlackenschmelzen).

1. Was die Bleiarbeit betrifft, so werden die Erze bis auf 5 Proc. Schwefel abgeröstet. Das geröstete Erz wird mit geröstetem Stein, der von der Verhüttung der Schlacken dieses Processes stammt, über Schachtöfen verschmolzen. Es resultiren Werkblei, Stein und Schlacke. Der Stein, Bleistein, 20 Proc. Blei, 10 Proc. Kupfer und 2 T. Thle. Silber enthaltend, bildet das Material für die folgende Arbeit, die Schlacke das der dritten.

2. Die Bleisteinarbeit. Der Stein wird geröstet, mit gewissen kupfer- und silberhaltigen Erzen, sowie mit Flussspath und bleihaltigen Schlacken in ähnlicher Weise behandelt. Die Producte sind Werkblei, Stein, Schlacke. Der Stein, welcher 25 Proc. Blei und 30 Proc. Kupfer enthält, wird wieder geröstet und geschmolzen; die Resultate sind dieselben; man erhält hierbei einen Stein mit 12 Proc. Blei und 54 Proc. Kupfer, welcher durch Wiederholung der Operationen in einen 70 Proc. Kupferhaltigen Kupferstein verwandelt wird, welcher wegen seines Silbergehaltes für die Extraction oder ähnliche Arbeiten dient.

3. Das Schlackenschmelzen, unter Zusatz gewisser Erze, führt zu Stein und Schlacken, von denen jener als Flammofen-Rohstein bezeichnet wird, und 7 Proc. Blei und 4 Proc. Kupfer enthält. Er geht in die erste Arbeit über, während die Schlacken, die nur 1·3 Proc. Blei halten, nicht weiter benutzt werden.

Das Rösten.

Das Erzrösten geschieht in Flammöfen mit flachem Heerd und zwar in Doppelöfen. Der obere hat die Form einer Muffel, so dass die schwefelige Säure ohne Beimischung der Ofengase behufs der Verwandlung in Schwefelsäure in Bleikammern geleitet werden kann. Die Sohle dieses Heerdes besteht aus Chamott, und er wurde durch die Flamme des unteren von unten her und an den Seiten erhitzt, allein diese Einrichtung bewährte sich nicht und wurde daher aufgegeben, die Doppelröstöfen aber blieben im Gebrauch, indem die Flamme auf beiden Heerden wirkte. Der untere ist 2·83 M. lang und 1·55 M. breit, der obere 3·68 M. lang und 1·7 M. breit.

Eine Charge = 500 Kilo wird auf dem oberen Heerd vier Stunden in dunkler Glühhitze erhalten, wobei sie durchaus pulverig bleibt, und dann auf dem unteren weitere vier Stunden einer stärkern Hitze ausgesetzt, wobei ein Sintern stattfindet. Die Beendigung des Röstens wird durch den Schwefelgehalt des Röstguts erkannt, welcher nicht mehr als 5 Proc. betragen darf. Die Probe besteht darin, dass man 1 Grm. mit 2 Grm. wasserfreier Soda und 2 Grm. Salpeter in einem eisernen Tiegel unter einer Muffel 5 bis 8 Minuten schmilzt, die Masse heiss auslaugt,

filtrirt, mit Chlorwasserstoffsäure und einer titrirten Auflösung von Chlorbaryum behandelt.

Später hat man für das Erzrösten sogenannte „Sinterröstöfen“ oder „Fortschauelfungsöfen“ benutzt, Doppelpösten, deren Heerde 11·04 M. lang und 1·84 M. breit sind, und deren Gewölbe 0·42 M. hoch ist. Der Feuerraum ist 1·27 M. lang und 0·47 M. breit. Jedem Heerd entsprechen acht Arbeitsthüren, und auf jedem Heerd sind 4 Chargen = 2000 Kilo stets gleichzeitig in Arbeit. Das Erz wird im Betrage von einer Charge in Zwischenräumen von 2 Stunden von seinem Platze nach hinten geschoben, wobei es einer allmählig gesteigerten Hitze ausgesetzt ist; die fertige Charge wird herausgezogen, eine neue eingeführt, und so findet fortdauernd ein Vorrücken der Chargen statt, wobei jede 16 Stunden im Ofen verweilt. Die Hitze muss derart sein, dass zunächst der Feuerbrücke ein Erweichen oder Teigigwerden eintritt, wie es für den Schmelzprocess zweckmässig ist. Ein solcher Rösten wird von vier Mann bedient und verzehrt 1400 Kilo Steinkohlen in 24 Stunden. Auch hier gilt als Grenze ein Schwefelgehalt von 5 Proc.

Das Steinrösten nimmt man entweder mit dem gepochten Material in denselben Flammöfen oder mit dem in faustgrosse Stücke zerschlagenen in Kilns bei 2 bis 3 Feuern vor. Im letzten Fall hat er sein metallglänzendes Aeussere in ein graublaues, knospiges, mattes verändert. Der geröstete Stein besteht aus Eisenoxydoxydul, Bleioxyd, Kupferoxyd und Zinkoxyd, und enthält höchstens 1 bis 2 Proc. Schwefel, wovon der grösste Theil in Form metallischer Sulfate vorhanden ist.

Nach Carnot werden bloss kiesige Erze in Stücken und Steine vom Schlackenschmelzen in Haufen oder in Kilns geröstet.

Mrazek ¹⁾ untersuchte eine Probe im Doppelpösten gerösteten Erzes vom Jahre 1865:

Schwefel	3·6
Schwefelsäure	Spur
Kieselsäure	17·4
Eisenoxyd	33·3
Bleioxyd	22·0
Zinkoxyd	16·0
Thonerde	1·8
Kalk	2·0
Magnesia	0·5
Kupferoxydul	0·3
Arsensäure	1·1
Silber	0·13
	98·13

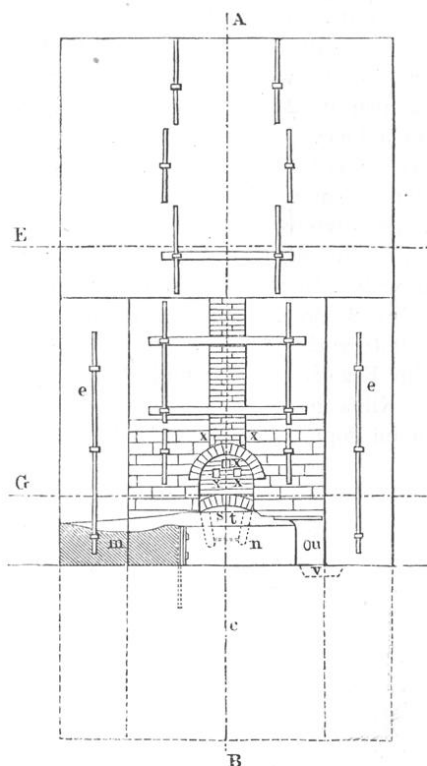
¹⁾ Jahrb. f. d. B. u. Hütt. (1867) 16, 397.

Das Schmelzen im Schachtofen.

Die Details eines Schachtofens geben die Figuren 94 bis 99.

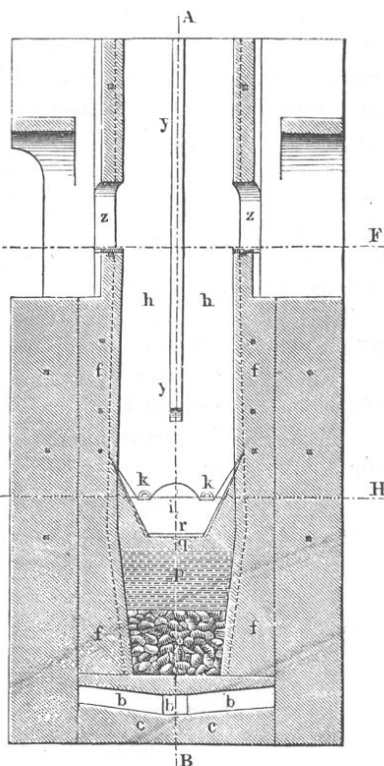
a Hauptabzucht. *b b* Kreuzabzuchte. *c* Grundmauer. *d* Brandmauer. *e* Seitenpfeiler. *f* Futtermauer. *g* Stirnwand oder Vorwand. *h* Schachtraum. *i* Schmelzraum. *k k* Formen, deren Axen etwas convergiren und die etwas geneigt liegen. *l* Formgewölbe. *m* Schlacken-trift. *n* Vorheerdplatte. *o* Schlackengrund. *p* Lehmsohle. *q* Gestübbe-sohle. *r* Ofensohle. *s* Damm. *t* Vorheerd. *u* Stich oder Stichcanal.

Fig. 94.



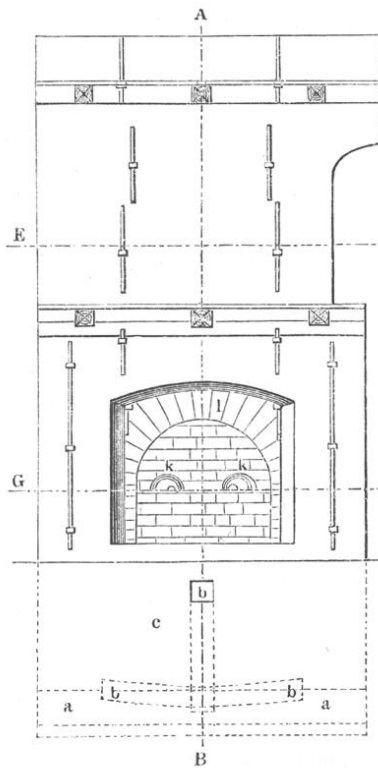
Vorderansicht.

Fig. 95.

Senkrechter Durchschnitt nach Linie G H
in Fig. 99.

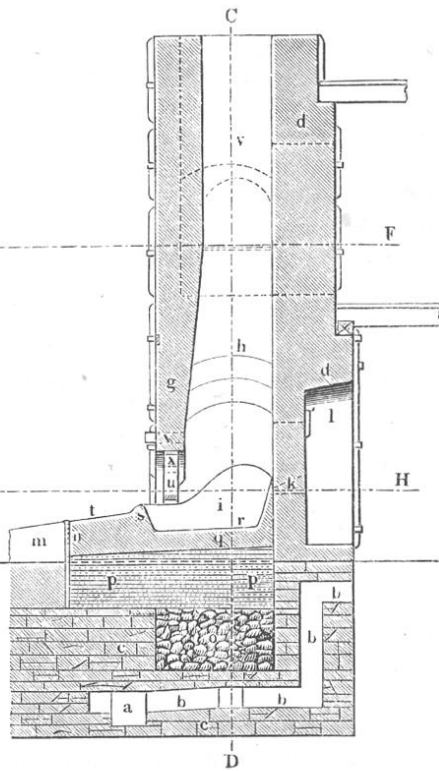
v Stichheerd. *w* Brust. *x* Zuglöcher zum Einführen einer Stange, um feststehende Massen loszustossen. Die beiden unteren im Niveau der Formen bleiben stets offen; die oberen sind durch eingesetzte Steine für gewöhnlich geschlossen.

Fig. 96.



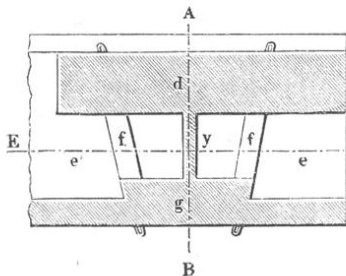
Hintere Ansicht.

Fig. 97.



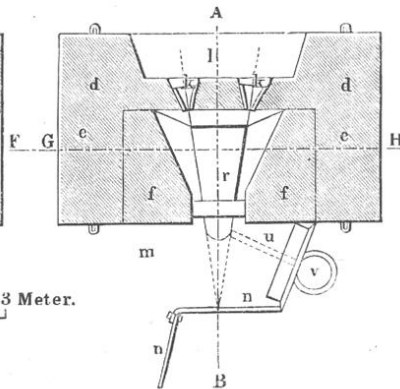
Senkrechter Durchschnitt nach AB in Fig. 99.

Fig. 98.



Decimeter 10 5 0 1 2 3 Meter.

Fig. 99.



Horizontalschnitt nach EFGH in Fig. 94 und 95.

Derselbe nach GH in den Fig. 94 und 95.

Den Wind liefern Cylindergebläse, welche durch Turbinen oder Dampfkraft in Bewegung gesetzt werden. Er strömt mit einer Pressung von 0'026 M. Quecksilber in den Ofen.

Das Material zum Ofenbau ist hauptsächlich Gneis.

In diesen Oefen werden geröstete Erze mit geröstetem Rohstein vom Schlacken- und Erzschnmelzen (s. weiterhin), mit Kalk oder Flussspath und mit eigenen Schlacken, sowie mit bleiischen Producten der Treibarbeit verschmolzen. Sind die Erze arm an Schwefelkies, so wird dieser dem Bleistein beim Rösten zugeschlagen. Es wird gebrannter Kalk benutzt, weil erfahrungsmässig mehr Blei ausgebracht und bleiärmerer Stein und Schlacke gebildet wird.

Die Materialien der Beschickung werden auf dem Hüttenboden in der Nähe der Gicht lagenweise über einander gestürzt, und zwar in folgender Ordnung: gerösteter Stein, geröstete Bleierze, silberreiche Dürrerze, Kalk- oder Flussspath, Schlacken. Der Stein macht durchschnittlich 30 bis 40 Proc. des Ganzen aus, und eine in 24 Stunden durchzusetzende sogenannte Bleiarbeitsschicht enthält:

3000 Kilo Erz,
1000 „ Bleistein,
125 „ Kalk- oder Flussspath,
3750 bis 4500 Kilo Schlacken.

Das Brennmaterial sind Kokes aus Plauenschen Steinkohlen. Sie geben über 20 Proc. Asche, und man verbraucht 1200 bis 1350 Kilo für jede Schicht. Man stürzt die Beschickung gegen die Brandmauer, die Kokes gegen die Vorwand, und schmilzt mit dunkler Gicht und einer Nase (von 0'09 bis 0'14 M. Länge).

Die bleiischen Zuschläge kommen insbesondere bei Gegenwart silberreicher Dürrerze in Betracht; sie werden erst kurz vor dem Abstechen gegen die beiden Winkel der Brandmauer hin aufgegeben, und zwar (für eine Schicht) 150 Kilo Glätte oder 200 K. Heerd.

Jeder Ofen erfordert einen Schmelzer, einen Gehülfen und einen Arbeiter, welche in 12stündigen Schichten arbeiten. Von 6 zu 6 Stunden wird abgestochen. Nach jedem Abstich lässt man etwas Stein im Heerd, um das Ansetzen von Schlacken zu verhindern. Diese letztere wird von Zeit zu Zeit abgezogen.

Die Dauer einer Campagne ist durchschnittlich 10 Wochen, worauf die Verhüttung des in ihr producirtten Steins folgt.

Der beschriebene Schmelzprocess liefert Werkblei und Bleistein, welcher zum Unterschiede von dem im Flammofen entstehenden als „Schachtofen-Bleistein“ bezeichnet wird. Sehr häufig entsteht aber noch als Zwischenproduct eine an Arsen und Eisen reiche Speise, von welcher später noch die Rede sein wird. Ausserdem Schlacken. Der Stein wird nach dem Erstarren vom Werkblei abgehoben, nachdem zuvörderst die ihn bedeckende Schlacke entfernt ist. Das Werkblei wird in Formen gegossen.

Schachtofen-Werkblei. Seine mittlere Zusammensetzung ist nach Th. Richter:

	Muldener Hütte.	Halsbrücke.
Blei	97·56	96·69
Silber	0·45	0·53
Kupfer	0·57	0·20
Eisen	0·07	0·06
Arsen)	1·52	{ 1·30
Antimon }		{ 0·71
	100·19	99·49

Sein Silbergehalt liegt in der Regel zwischen 5 und 6 T. Thln.

Es wird im Flammofen raffinirt und sodann pattinsonirt, wodurch Reichblei mit doppeltem Silbergehalt zum Abtreiben gewonnen wird.

Eine Probe des raffinirten Bleies enthielt nach Richter:

Blei	98·46
Silber	0·64
Kupfer	0·22
Eisen	0·05
Arsen	0·14
Antimon	0·30

99·81

Schachtofen-Bleistein. Jeder Abstich liefert etwa 100 Kilo. Er enthält im Durchschnitt 20 Proc. Blei, 10 Proc. Kupfer und 2 T. Thle. Silber. Von den Steinen aus früherer Zeit liegen Analysen von Plattner vor:

- I. Veränderter (umgeschmolzener) von Muldenerhütte.
- II. Desgleichen Flammofen-Bleistein von dort.
- III. Desgleichen Schachtofen-Bleistein von Halsbrücke.
- IV. Aus nickel- und kobalthaltigen Erzen, von Halsbrücke.

	I.	II.	III.	IV.
Schwefel	21·31	19·85	22·85	17·55
Blei	20·25	23·29	21·81	31·10
Eisen	27·05	36·02	37·20	37·47
Kupfer	27·61	15·28	12·94	4·81
Nickel (Co)	1·01	2·33	0·54	1·9
Zink	0·23	0·13	1·44	2·75
Silber	0·117	0·121	0·10	0·14
Arsen	0·65	1·25	0·73	1·28
Antimon	1·00	0·85	0·72	1·00
Kohle	—	—	—	1·20
	99·22	99·12	98·33	99·26

Der Process des „Veränderns“ bestand darin, dass man den gerösteten Rohstein mit dem Vierfachen an Schlacken und bleiischen Zu-

sätzen (Geschur) über einem Schachtofen verschmolz, und neben Werkblei einen veränderten Bleistein gewann, in welchem sich der Kupfergehalt ansehnlich concentrirt hatte, während ein Theil des Bleies und mit ihm des Silbers sich reducirte.

Die vorher angeführten Analysen beziehen sich auf Steine, welche weniger Schwefel enthalten, als die Metalle zur Bildung der gewöhnlichen Sulfurete Pb S , Fe S , $\text{Cu}^2 \text{S}$ etc. erfordern. Es muss also neben Fe S auch eine gewisse Menge $\text{Fe}^2 \text{S}$ vorhanden sein. Die Rechnung ergiebt für I.:

Schwefel	Schwefel
$\text{Pb S} = 3.13$	$\text{Cu}^2 \text{S} = 6.96$
$\text{Fe S} = 5.00$	$\text{Fe}^2 \text{S} = 5.00$
$(\text{Zn, Ni}) \text{S} = 0.62$	$\text{Ag}^2 \text{S} = 0.02$
8.75	11.98

so dass dieser Stein als



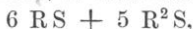
zu bezeichnen ist, falls er kein metallisches Blei oder Kupfer enthält.

IV. Für diesen schwefelarmen Stein erhält man das Resultat, dass nach Annahme von $\text{Cu}^2 \text{S}$, Zn S , Ni S und Pb S nicht einmal so viel Schwefel vorhanden ist, um sämmtliches Eisen in $\text{Fe}^2 \text{S}$ zu verwandeln. Dieser Stein enthielt also entweder metallisches Blei oder Speise (Eisen und Arsen, Antimon) beigemischt.

Eine Probe des in neuerer Zeit producirtcn Bleisteins enthält nach einer von Behrend in meinem Laboratorium ausgeführten Analyse:

Schwefel	23.04
Eisen	40.00
Blei	21.69
Kupfer	10.07
Nickel	1.04
Zink	1.65
Mangan	0.31
Antimon	1.26
Arsen	0.34
	99.40

Bei der Berechnung von Pb S , $\text{Cu}^2 \text{S}$ und der übrigen RS und $\text{R}^2 \text{S}^3$ bleiben $\text{Fe} : \text{S} = 3 : 2$ Atomen, so dass dieser Stein als



worin $\text{R} = \frac{1}{4} \text{ Pb}$ und $\frac{3}{4} \text{ Fe}$ (Zn, Ni), $\text{R}^2 = \frac{1}{4} \text{ Cu}^2$ und $\frac{3}{4} \text{ Fe}^2$, betrachtet werden kann.

Um zu untersuchen, ob der Stein neben Pb S metallisches Blei enthalte, wurde das feine Pulver mit Essigsäure unter dauerndem Durchleiten von Luft gekocht. Es entwickelte sich kein Schwefelwasserstoffgas, aber aus der braunrothen Flüssigkeit liessen sich 11.04 bis 11.56 Proc. Blei abscheiden.

Dieser Versuch beweist, dass der Bleistein entweder die Hälfte des Bleies als Metall, oder dass er Pb^2S enthält, welches sich in Pb S und Pb zersetzt.

Nimmt man ersteres an, so ist bei der Berechnung $\text{Fe:S} = 4:3 \text{ At.}$, also 2 Fe S gegen Fe^2S vorhanden, und es sind die Schwefelmengen für

Pb S	. . .	1.67	Cu^2S	. . .	2.54
RS	. . .	1.51	Fe^2S	. . .	5.77
Fe S	. . .	11.55			
		14.73			8.31

das Ganze also nahezu

$$2 \left\{ \begin{array}{l} \frac{7}{9} \text{ Fe S} \\ \frac{1}{9} \text{ Pb S} \\ \frac{1}{9} \text{ RS} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \frac{2}{3} \text{ Fe}^2\text{S} \\ \frac{1}{3} \text{ Cu}^2\text{S} \end{array} \right\}$$

Im zweiten Falle hätte man:

		Schwefel			
RS	. . .	1.51	Pb^2S	. . .	1.67
Fe S	. . .	11.55	Cu^2S	. . .	2.54
			Fe^2S	. . .	5.77
		13.06			
					9.98

also etwa

$$6 \left\{ \begin{array}{l} \frac{8}{9} \text{ Fe S} \\ \frac{1}{9} \text{ RS} \end{array} \right\} + 5 \left\{ \begin{array}{l} \frac{7}{12} \text{ Fe}^2\text{S} \\ \frac{1}{4} \text{ Cu}^2\text{S} \\ \frac{1}{6} \text{ Pb}^2\text{S} \end{array} \right\}$$

Bleischlacken. Etwa 73 Proc. der Beschickung kommen als Schlacken aus dem Ofen. Sie sind schwarz, matt oder wenig glänzend, dünnflüssig, und enthalten im Durchschnitt 5 bis 6 Proc. Blei und 0,2 T. Thle. Silber.

Analysen von älteren Schlacken:

I. und II. Muldenerhütte. Plattner. III. Dieselbe. Amburger (in meinem Laboratorium). Von neueren: IV. und V. Durchschnittsproben von Muldener- und Halsbrückner-Hütte. Th. Richter.

	I.	II.	III.	IV.	V.
Kieselsäure	35.16	43.26	43.26	27.05	28.14
Thonerde	1.06	3.20	5.62	6.85	5.78
Eisenoxydul	38.25	33.15	46.95	41.21	37.23
Bleioxyd	7.11	5.64	2.60	3.90	7.35
Zinkoxyd	8.06	7.83	1.91	8.62	7.60
Kupferoxyd	0.73	0.61	0.25	1.00	0.50
Kalk	5.96	5.41	—	8.84	7.68
Baryt	—	—	—	—	3.50
Magnesia	—	0.71	0.45	0.90	0.63
Schwefel	3.30	0.32	1.26	3.53	2.47
	99.63	100.13	101.70	101.90	100.88

Sie enthalten* also gewiss immer eine gewisse Menge Stein. Zieht man die dem Schwefel als RS entsprechenden Mengen Metall ab, so sind namentlich IV. und V. Singulosilicate.

Neuere Schachtöfen. Man hat neben den beschriebenen in späterer Zeit den Stolberger und den siebenförmigen Ofen versucht.

Der Stolberger Ofen. Der Heerd hat einen trapezoidalen Querschnitt. In der Höhe der Formen ist die Brandmauer 1·32 M., die Vorwand 0·64 M. breit. Der Ofen besitzt 4 Wasserformen an der Rückwand, die nicht parallel, sondern so gestellt sind, dass ihre Axen die Mitte der obern Linie des Vorheerdes treffen würden. Dieser letztere erstreckt sich 0·28 M. über die Vorwand hinweg. Der Heerd liegt 0·56 M. unter den Formen, und die Schachthöhe von letzteren bis zur Gicht beträgt 3·63 M. Vorwand und Brandmauer sind parallel, und 0·71 M. entfernt.

Ein solcher Ofen verschmilzt in 24 Stunden etwa 10 000 Kilo geröstetes Erz, 5000 K. gerösteten Stein, 500 K. Kalk und 17 500 K. reiche Bleischlacken mit einem Aufwand von 3300 K. Kokes. Die resultirenden Schlacken sollen 2 Proc. Blei enthalten.

Der siebenförmige Ofen ist ein Schachtöfen nach dem Princip des Sefström'schen Gebläseofens mit cylindrischem Schacht und von folgenden Dimensionen:

Durchmesser in der Ebene der Formen	1·56 M.
Desgl. an der Gicht	2·12 „
Höhe von den Formen bis zur Gicht	5·66 „
Tiefe des Gestells (Sumpfs)	0·61 „

Er besitzt sieben Wasserformen, je eine auf einer Fläche des achtseitigen Mantels, während die achte für den Vorheerd bestimmt ist. Jede Düse hat 0·06 M. Durchmesser, so dass in jeder Minute etwa 24·73 Cub.-Met. Luft von gewöhnlicher Spannung in den Ofen gelangen können. Zum Aufgeben der Beschickung dient ein Apparat ähnlich dem bei Eiseenhöfen. Die Schlacken werden nach Bedürfniss von Zeit zu Zeit durch zwei Stichöffnungen in einen eisernen Kasten abgelassen und enthalten 0·5 bis 1·5 Proc. Blei. Ein derartiger Ofen verschmilzt in 24 Stunden eine Beschickung aus

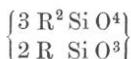
18 500 Kilo Erz,	
7 500 „ geröstetem Stein,	
2 000 „ Bleigekrätz,	
1 000 „ Kalk,	
16 000 „ Schlacken,	
45 000 Kilo	

und verbraucht 4500 K. Kokes.

Eine Schlacke von normalem Ofengange enthielt:

		Sauerstoff
Kieselsäure	32.50	17.33
Thonerde	2.13	0.99
Eisenoxydul	40.00	8.89
Manganoxydul	3.51	0.79
Kalk	4.95	1.41
Magnesia	0.97	0.39
Baryt	4.46	0.46
Zinkoxyd	8.50	1.68
Bleioxyd	0.99	0.07
Kupferoxyd	0.22	0.04
Schwefel	2.18	1.09
	100.41	

Nach Abrechnung von RS ist das Sauerstoffverhältniss 13.63 : 17.33 = 1 : 1.27, die Schlacke ist daher ein Gemenge von Singulo- und Bisilicaten,



Es ist bemerkenswerth, dass ein ähnlicher Ofen mit sieben Formen, jedoch von rectangulärem Querschnitt, bereits im vorigen Jahrhundert durch v. Reden auf dem Harz eingeführt war, und täglich 8000 K. Blei producirt haben soll. Der Stein, dessen Menge viel geringer als sonst war, enthielt 6 bis 8 Proc. Blei, die Schlacke 1.5 bis 2 Proc. — Die mangelhaften Gebläsevorrichtungen jener Zeit und das Wegschmelzen des Gesteins scheinen diesen Versuch abgebrochen zu haben¹⁾.

Die Bleisteinarbeit.

Wie oben angeführt, wird der durch die Bleiarbeit erhaltene Stein, nachdem er geröstet worden, mit Zusatz kupferhaltiger Erze von Neuem auf (kupferhaltiges) Werkblei und Stein verschmolzen, in welchem letzteren das Kupfer sich allmähig concentrirt. Diese Arbeit erfolgt in Schachtöfen der beschriebenen Art, jedoch mit horizontal liegenden Düsen. Man macht die Besckickung aus

100 Thln.	geröstetem Bleistein,
20 „	„ Kupfererz,
24 „	Glättfrischschlacken,
4 „	Flusspath,
50 bis 60 „	Schlacken der Bleisteinarbeit.

Man verschmilzt 5500 Kilo Stein = 11 000 K. Besckickung in 24 Stunden, und erhält 900 bis 1000 K. kupferhaltiges Werkblei mit 7.5 T. Thln.

¹⁾ Bergmänn. Journ. 1788. Freiberg.

Silber, und 1500 K. Kupferstein mit 30 Proc. Kupfer und 1·8 T. Thln. Silber, sowie eine gewisse Menge Speise.

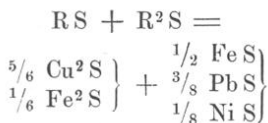
Eine frühere Analyse Ihle's des Kupfersteins von Halsbrücke hatte gegeben:

Schwefel	21·00
Kupfer	36·20
Blei	24·80
Eisen	15·20
Nickel (Zn)	2·64
Silber	0·16
	100

Besteht er aus Pb S, Fe S und Cu² S, so enthält er 8·4 Proc. metallisches Kupfer. Oder aber er ist:

Cu ² S	45·33
Pb S	28·64
Ni S	3·96
Fe S	13·26
Fe ² S	8·69
	99·88

entsprechend



Ein in den letzten Jahren auf Muldener Hütte gefallener Kupferstein ist in meinem Laboratorium von Schirbach analysirt worden:

Schwefel	22·01
Kupfer	31·91
Blei	24·36
Eisen	17·00
Nickel (Co)	1·09
Zink	0·90
Mangan	0·73
Antimon	2·13
Arsen	0·60
	100·73

Er entspricht annähernd der Formel



worin $R = \frac{5}{9} \text{ Fe}, \frac{1}{3} \text{ Pb}, \frac{1}{9} \text{ Zn}, \text{ Ni}, \text{ Mn}$, und $R^2 = \frac{5}{6} \text{ Cu}$ und $\frac{1}{6} \text{ Fe}$ ist.

Der Kupferstein wird concentrirt, d. h. er wird zerschlagen, geröstet und mit denselben Zuschlägen wie vorher geschmolzen. Auch hierbei

entsteht neben dem Stein (Spurstein) etwas Werkblei, sowie Schwarzkupfer und auch wohl Speise.

Nach Reich enthält der Spurstein:

Schwefel	18·01
Kupfer	53·88
Blei	12·32
Eisen	10·39
Nickel (Co, Zn)	1·18
Arsen (Sb)	1·53
	97·31

Hier müssen 15·85 Proc. Kupfer metallisch beigemischt sein, denn wenn bloss Sulfurete vorhanden wären, würde das Schwefeleisen Fe^3S sein.

Die weitere Behandlung dieser bleihaltigen Kupfersteine wird später abgehandelt werden.

Das Blei lässt man gegen Ende der Campagne, zusammen mit Stein, Kupferkies, Glättfrischschlacken, ein wenig Fluss- und Schwerspath nochmals durch den Ofen gehen.

Verhüttung der Speise. — Dieses Zwischenproduct bildet sich bei der Bleiarbeit und der Bleisteinarbeit, und lagert sich über dem Werkblei und unter dem Stein als krystallinische, grossblättrige, weisse und spröde Masse von starkem Metallglanz ab. Ihre Zusammensetzung scheint sehr veränderlich zu sein. Eine in früherer Zeit auf Muldener Hütte bei der Bleiarbeit gefallene, von röthlich-weisser Farbe und gestrickter Oberfläche enthält nach Dellmann (I.) und eine von dem Betrieb in neuerer Zeit stammende nach Rating (II.) (in meinem Laborium):

	I.	II.
Schwefel	2·45	3·93
Arsen	23·74	29·36
Antimon	—	0·36
Eisen	60·49	52·48
Nickel }	6·63	2·97
Kobalt }		1·10
Kupfer	5·95	4·98
Blei	—	3·91
Zink	—	0·21
	99·26	99·30

Solche Speise wurde geröstet und mit bleiischen Producten geschmolzen, um ihren Silbergehalt als Werkblei abzuscheiden. Dadurch erhielt man dann eine concentrirte nickelreichere Speise sowie etwas Stein.

Die von der Bleisteinarbeit herstammende soll bis 40 Proc. Kupfer,

ausserdem 10 Proc. Blei, 2·5 Nickel und Kobalt und 5 T. Thle. Silber enthalten. Sie wird mit 50 Proc. Heerd, 150 Proc. Schlacken von der Concentration des Kupfersteins im Flammofen (unter Anwendung von Schwerspath und Quarz) und mit 10 Proc. Schwerspath umgeschmolzen, wobei sie Werkblei, eine concentrirte 12 Proc. Nickel und Kobalt enthaltende Speise und Stein giebt. Hat sich eine hinreichende Menge solcher Speise gesammelt, so schmilzt man sie mit dem Vierfachen an Bleiglätte, dem Dreifachen an Glättfrischschlacken und 10 Proc. Schwerspath, welche Operation mit dem Product wiederholt wird. So gelangt man endlich zu einer Speise mit 18 Proc. Kupfer, 12·65 Nickel, 1·84 Kobalt und 0·3 T. Thle. Silber, und diese wird in einem kleinen Flammofen mit 50 bis 60 Proc. Schwerspath und 20 bis 25 Proc. Quarz umgeschmolzen, so dass ihr Nickel- und Kobaltgehalt jetzt 40 bis 44 Proc. ausmacht.

Das Schlackenschmelzen.

Unter den Freiburger Erzen ist ein grosser Theil relativ arm an Blei und Kupfer, jedoch silberhaltig und sehr reich an Quarz (Dürrerze). Sie lassen sich mit Vortheil nur verhütten, indem man sie mit basischen bleihaltigen Schlacken behandelt, deren Blei- und Silbergehalt gleichzeitig gewonnen wird. So ist die Schlackenarbeit eine für Erze und Schlacken gemeinsame.

Die Schlacken stammen von sämmtlichen früher beschriebenen Processen. Die Bleischlacken wurden S. 211 besprochen. Von Bleisteinschlacke lässt sich nur eine Analyse von Brooks (in meinem Laboratorium) anführen, die allerdings ein Product aus früherer Zeit betrifft:

Kieselsäure	28·05
Eisenoxydul	61·08
Thonerde	4·33
Kalk	3·02
Bleioxyd	2·67
Magnesia	0·85

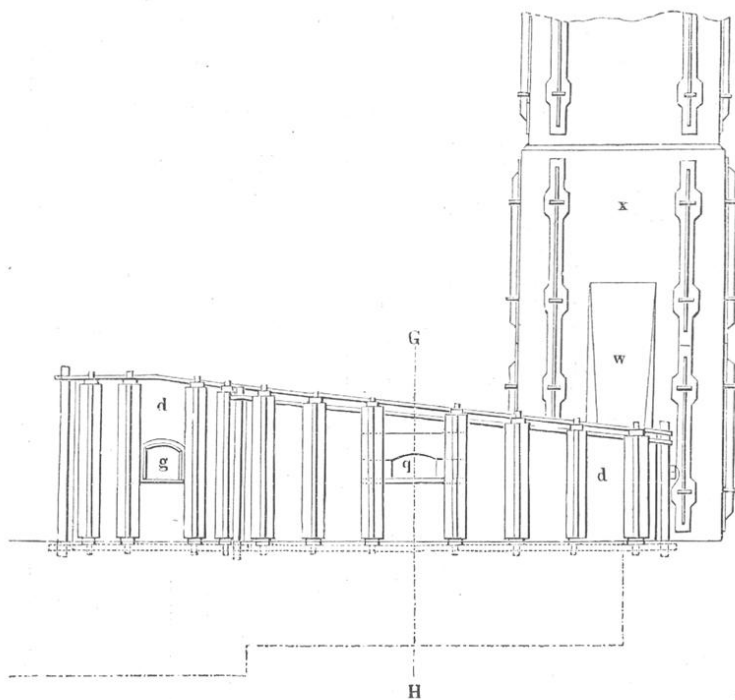
100

Auch diese Schlacke ist ein Singulosilicat.

Ein wesentlicher Theil der Beschickung sind Zuschlagerze, d. h. an Schwefel- und Arsenikkies und Zinkblende reiche Erze, welche den Schwefel liefern, der Blei, Kupfer und Silber in einem Stein ansammelt. Um aber nicht zuviel und zu armen Stein zu erhalten, röstet man zuvor einen Theil derselben und sucht so namentlich das Zink in die Schlacke überzuführen.

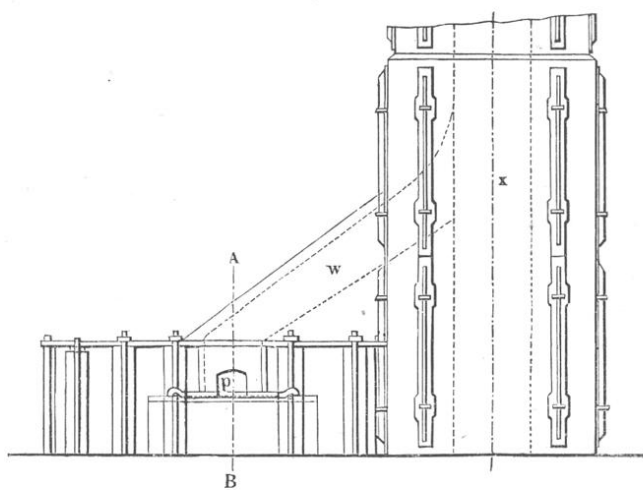
Die Arbeit erfolgt in Flammöfen, ähnlich den Röstöfen der Walliser Kupferhütten.

Fig. 100.



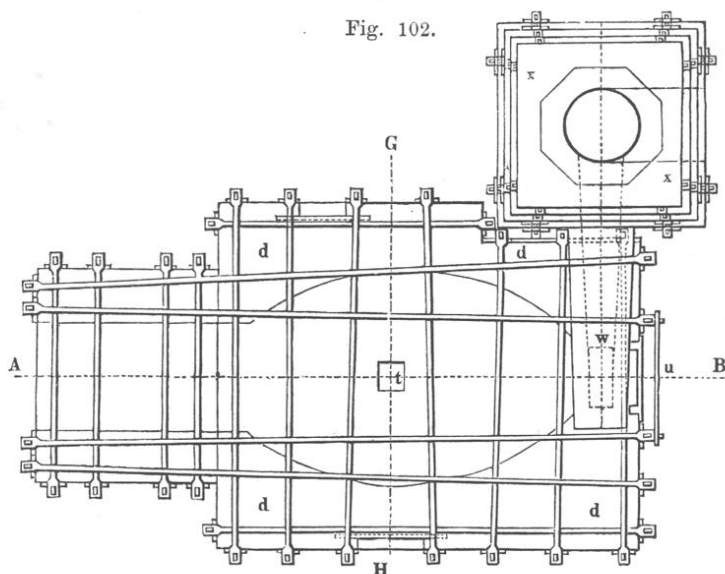
Seitenansicht. -

Fig. 101.



Ansicht nahe der Esse.

Fig. 102.



Obere Ansicht.

Fig. 103.

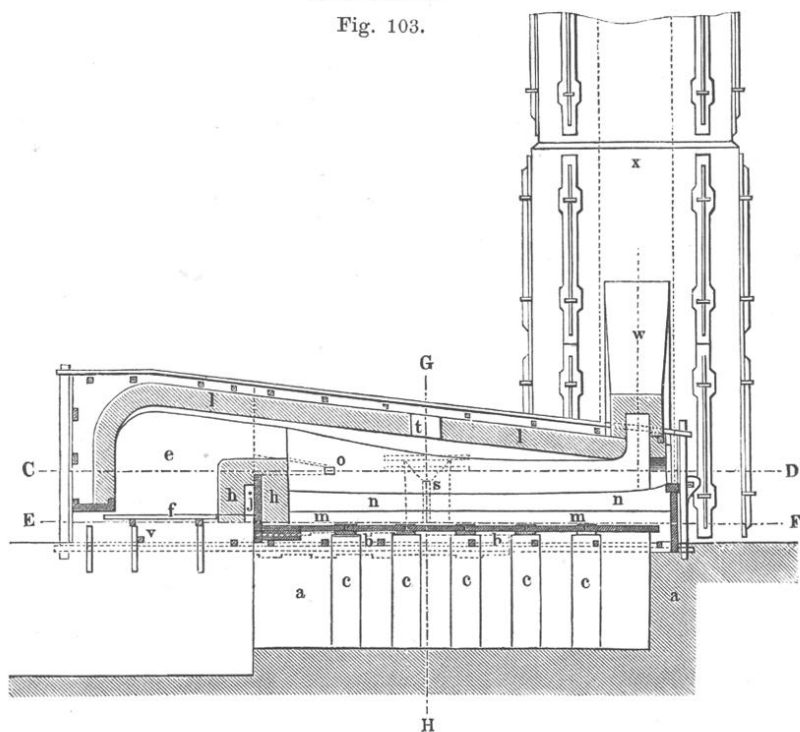
Senkrechter Durchschnitt nach *AB* in Fig. 104.

Fig. 104.

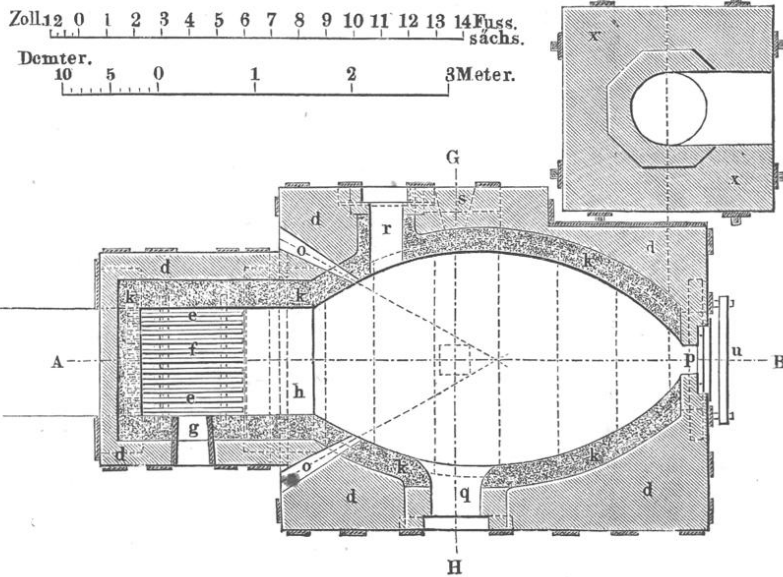
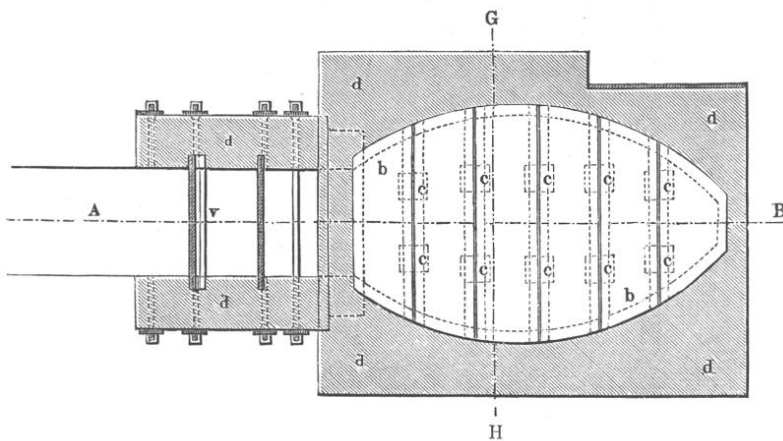
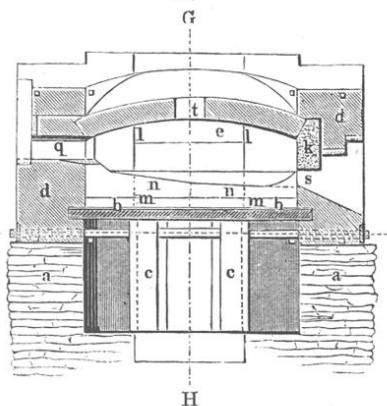
Horizontal-Durchschnitt nach *CD* in Fig. 103.

Fig. 105.

Derselbe nach *EF* in Fig. 103.

aa Grundmauer. — *b, b* Eisenplatten unter dem Heerd des Ofens. — *c, c* Pfeiler, auf denen *b* ruhen. — *d, d* Aussenmauer von hart gebrannten Steinen. — *e, e* Feuer-

Fig. 106.



Senkrechter Durchschnitt nach G.H.

raum. — *f* Rost. — *g* Feuerthür. — *h, h* Feuerbrücke von feuerfestem Stein. — *i* Oeffnungen zum Durchströmen von Luft durch die Feuerbrücke, um sie zu schützen. — *k* Feuerfeste Futterung aus calcinirtem Quarz und Thon. — *l, l* Gewölbe aus feuerfesten Steinen. — *m* Steinheerd. — *n, n* eine Schicht von Quarz und Chamotte, unmittelbar unter der eigentlichen Heerdsohle, welche durch Einschmelzen von Schachtofenschlacken und Quarz hergestellt wird. — *o* Oeffnungen für den Luftzutritt. — *p* Arbeitsthür. — *q, r* Seitenöffnungen mit Thüren. — *s* Stichöffnung. — *t* Oeffnung zum Eintragen der Beschickung. — *u, v* Eisen zum Auflegen des Gezähes. — *w* Zugcanal. — *x* Esse, aus hartgebrannten Steinen, durch ein Gemisch aus Quarz und Thon fest verbunden.

Zum Schutz und zur Festigkeit dient die äussere Armirung von Eisenplatten und Schienen.

Auf der Arbeitsseite befinden sich Sandformen in der Hüttensohle zur Aufnahme der Schlacken gleichwie 0.56 M. lange, 0.28 M. breite und eben so hohe Eisenformen zur Anfertigung von Schlackensteinen. Vor der Stichöffnung stehen rectanguläre eiserne Gussformen für den Stein, welche abgestumpften umgekehrten Pyramiden gleichen, in einer Reihe dicht neben einander, deren Ränder mit Ausschnitten versehen sind, so dass der flüssige Stein sie durch Ueberfließen der Reihe nach füllt. Durch Einhängen eiserner Haken wird es leicht, ihn nach dem Erstarren herauszuziehen.

Eine Charge ist = 1500 Kilo. Sie besteht aus 1000 K. Bleischlacken, 250 K. rohen und 250 K. gerösteten Dürr- und Zuschlagerzen. Zuerst bringt man die Schlacken durch eine Oeffnung im Gewölbe auf den Heerd, sodann das Erz (fehlt es an Quarz, so fügt man davon hinzu). Das Ganze wird so ausgebreitet, dass es hauptsächlich zunächst der Feuerbrücke liegt; alle Thüren sind fest verschlossen; der Rost wird gereinigt und das Feuer verstärkt. Nach $2\frac{1}{2}$ Stunden ist die Masse im Fluss und wird durchgearbeitet. Nachdem die Arbeitsthür wieder verschlossen, feuert man $\frac{1}{4}$ Stunde stark, worauf man die Schlacken so viel wie möglich abfliessen lässt, worauf eine zweite und dann eine dritte Charge

auf den Heerd gebracht wird. Erst jetzt sticht man den Stein ab (in 24 Stunden zwei- bis dreimal). Nach dem Erkalten schlägt man ihn in faustgrosse Stücke und röstet ihn in Haufen oder Oefen.

Der Flammofen consumirt in 24 Stunden etwa 5700 K. nicht backende Steinkohlen, und eine Campagne dauert im Durchschnitt ein Jahr, worauf der Heerd reparirt werden muss.

Die Menge des Steins ist in 24 Stunden = 2000 Kilo. Er enthält 8 bis 10 Proc. Blei, 4 bis 5 Proc. Kupfer und 1·5 bis 2 T. Thle. Silber. Er ist schwarz, körnig-blättrig, und um so strengflüssiger, je mehr Schwefelzink er enthält, mit dessen Menge auch die Schwierigkeit des Röstens zunimmt. Es wird behauptet, dass dieses Schwefelmetall sich im Stein häufig in durchscheinenden Partikeln ausgesondert finde, und dass Octaëder von Magneteisen darin vorkommen, was vielleicht ein Irrthum ist, da auch die Sulfurete regulär krystallisiren, und man nicht recht begreift, warum oxydirt Eisen bei den Schwefelmetallen geblieben sein soll.

Die Zusammensetzung des Steins wird folgendermaassen angegeben:

Schwefel	23·43
Eisen	53·81
Blei	7·35
Zink	7·65
Kupfer	3·87
Arsen (Sb)	0·84
Kieselsäure	2·11
	99·06

Zieht man die Kieselsäure als Fe^2SiO_4 ab, so bleiben 45·37 Eisen, und der Stein enthält

8·49 Pb S	= 1·14 S
11·47 Zn S	= 3·82 S
4·85 Cu ² S	= 0·98 S
23·75 Fe S	= 8·63 S
38·89 Fe ² S	= 8·64 S
	23·21

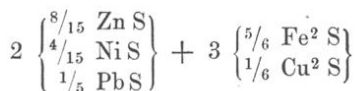
Er ist dann $3 \text{ RS} + 2 \text{ R}^2\text{S}$
oder

$$3 \left\{ \begin{array}{l} \frac{2}{3} \text{ Fe S} \\ \frac{1}{4} \text{ Zn S} \\ \frac{1}{12} \text{ Pb S} \end{array} \right\} + 2 \left\{ \begin{array}{l} \frac{9}{10} \text{ Fe}^2 \text{ S} \\ \frac{1}{10} \text{ Cu}^2 \text{ S} \end{array} \right\}$$

Ich habe eine Probe in meinem Laboratorium von Rating untersuchen lassen, welcher fand:

Schwefel	23·34	S
Eisen	41·13	= 11·75 = 52·88 Fe ² S
Blei	11·73	1·82
Zink	10·19	5·09
Kupfer	9·11	2·30
Nickel	4·41	2·43
Antimon	0·23	0·09
	100·14	23·48

Dem Schwefelgehalt zufolge würde dieser Stein gar kein FeS enthalten können, und

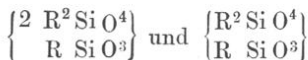


sein.

Die Schlacke ist krystallinisch, grünlich oder bräunlich-schwarz, schwach glänzend, hat ein V.-G. = 3·70 bis 3·86, und enthält nach Durchschnitts-Analysen von Richter:

	Muldener Hütte.	Halsbrückner Hütte.
Kieselsäure	34·30	36·04
Thonerde	4·05	5·38
Eisenoxydul	41·96	42·60
Zinkoxyd	7·75	4·66
Kalk	7·45	6·29
Magnesia	1·30	1·71
Bleioxyd	0·98	1·34
Kupferoxydul	0·15	0·24
Schwefel	0·80	1·47
	99·34	99·73

Diese Schlacken sind Gemenge von Singulo- und Bisilicaten, den Verhältnissen



ungefähr entsprechend.

Sie werden als Baumaterial verworthen.

Schon im Jahre 1854 versuchte man, den hohen Zinkgehalt des Steins, welcher denselben strengflüssig macht und seine Röstung erschwert, durch Zusatz gerösteter Kiese, d. h. Eisenoxyd, und Kohlenklein nebst etwas Flussspath zu verringern¹⁾. In der That zersetzte das Eisen viel Schwefelzink und das Zink wurde verflüchtigt. Die Analyse zweier unter gleichen Verhältnissen erhaltener Steine, der zweite mit den erwähnten Zuschlägen, ergab:

¹⁾ Plattner: B. H. Ztg. 1854. Nr. 11.

	a.	b.
Eisen	36·55	46·54
Zink	13·10	4·65
Blei	9·32	7·98
Kupfer	5·21	6·70

Die Untersuchung der Schlacken im letzten Falle lieferte nach Richter:

Kieselsäure	36·08
Thonerde	3·36
Eisenoxydul	41·80
Zinkoxyd	6·66
Kalk	7·96
Magnesia	1·01
Bleioxyd	0·73
Kupferoxydul	0·18
Schwefel	1·92
	99·50

Die Schlacke hatte also noch die frühere Zusammensetzung.

Allein der Process wurde dadurch verzögert, die Schlacke dickflüssig, ihre Trennung vom Stein schwierig, so dass man später den hohen Zinkgehalt durch ein möglichst starkes und vollständiges Rösten der Kiese zu beseitigen gesucht hat.

Beim Aufbrechen der Flammöfen nach längerer Campagne finden sich einzelne krystallisirte Producte, welche Plattner und Scheerer untersucht haben ¹⁾.

I. In regulären Formen krystallisirter Stein von gelber Farbe. II. Blättrige bleigraue Masse.

	I.	II.
Schwefel	33·33	17·40
Eisen	41·65	0·36
Kupfer	20·36	41·93
Blei	1·71	38·60
Nickel	1·18	—
Silber	0·09	1·10
Antimon	0·96	0·65
	99·28	100·04

I. ist im Wesentlichen $\text{FeS} + 5 \text{Cu}^2\text{S}$, ähnlich vielen Kupfersteinen.

II. ist $\text{PbS} + 2 \text{Cu}^2\text{S}$.

Ausserdem wurde Schwefelblei, Magneteisen und haarförmiges Silber beobachtet.

¹⁾ B. H. Ztg. 1855, 111 u. 303.

Ueber die Theorie der Freiburger Bleihüttenprocesse.

Percy macht darauf aufmerksam, dass es an vollständigen und vergleichenden analytischen Untersuchungen der einzelnen Processe fehle, und dass ältere Angaben nicht immer mit Sicherheit auf spätere bezogen werden dürfen, weil die Beschickungen sich ändern und auch in der Leitung der Arbeiten, besonders durch Einführung anderer Schmelzapparate, Gründe für eine Aenderung in der Natur der Producte liegen. Nichtsdestoweniger sind die Vorgänge der drei Hauptarbeiten hinreichend klar und verständlich.

Der Hauptpunkt, auf welchen alle einzelnen Operationen hinausgehen, ist der: das Schwefelblei der Erze zu reduciren, und in dem Blei zugleich den Silbergehalt der sonst noch vorhandenen Silberverbindungen zu sammeln. Nun haben wir gesehen, dass die zur Bleiarbeit bestimmten Erze zuvor geröstet werden, bis sie nur noch 5 Proc. Schwefel enthalten. Bei dem überwiegenden Gehalt an Schwefeleisen und der Leichtigkeit, mit welcher dasselbe durch Rösten sich oxydirt, ist es klar, dass beim Schmelzen des gerösteten Erzes mit Kalk und Schlacken, also mit sehr basischen Silicaten, sein Eisenoxyd, seine Erden und sein Quarz mit diesen zu einer schmelzbaren Schlacke zusammentreten werden, dass weniger Stein und mehr metallisches Blei sich bilden müssen, als wenn man, was allerdings möglich wäre, die Erze nicht rösten würde. Dass die Reduction des Bleies theils von der Wirkung des oxydirten und des geschwefelten Theils, theils von der reducirenden Wirkung des Ofens herührt, ist klar. Indem man aber nicht bloss Erz, sondern auch Steine mit ursprünglichen Bleigehalten von 10 und 20 Proc. im gerösteten Zustande verschmilzt, der als erdenfreies Erz betrachtet werden kann, kommt nun noch das beim Rösten oxydirte Eisen der Steine und Schlackenbestandtheile hinzu, und die partiell oxydirten Theile der Sulfurete von Blei und Kupfer gehen unter Abscheidung von Blei in den neuen Stein über.

Da die Schlacken, welche aus der Bleiarbeit hervorgehen, im Wesentlichen dieselbe Natur haben, wie die als Zuschlag benutzten, so ist wohl anzunehmen, dass ihr Effect mehr ein mechanischer ist. Denn offenbar treten die noch unverbundenen Oxyde, die Kieselsäure, das Eisenoxydul und die Erden, leichter mit dem schon vorhandenen Silicat zusammen, als wenn sie selbst erst durch die Hitze zu einem solchen werden müssten.

Vieles von dem Gesagten findet auch auf die Bleisteinarbeit Anwendung. Der geröstete Stein kommt mit Bleioxyd enthaltenden Schlacken in der reducirenden Atmosphäre des Schachtofens in Berührung; kupfer- und silberhaltige Erze werden beigelegt. Mithin muss viel Blei reducirt werden, jedoch nur wenig Kupfer, da es nicht an Schwefel für dasselbe fehlt. Denn das im Stein noch vorhandene Schwefeleisen sowie das der Erze liefert dem Kupfer den Schwefel und geht in oxydirt Form in die

Schlacken, welche deshalb überwiegend Eisensingulosilicat sind. Diese Reaction spielt zugleich eine Hauptrolle bei der weiteren Concentration des Steins, welche dem Spuren der Kupfersteine vollkommen analog ist.

Das Schlackenschmelzen bringt Erze, die viel Erden und Quarz, aber auch viel Schwefeleisen enthalten, mit bleioxydhaltigen Schlacken in Wechselwirkung. Obwohl jene zum Theil geröstet sind, ist doch noch genug Schwefel vorhanden, um Blei, Kupfer, Silber etc. in Form von Stein zu erhalten, während der Quarzgehalt der Grund sein muss, dass hierbei kein reines Singulosilicat entsteht. Der Nutzen des Flammofens für diesen Process dürfte nicht in seiner oxydirenden oder reducirenden Wirkung liegen, sondern darin, dass die Substanzen auf dem Heerd länger und vollkommener in Berührung bleiben, als es in einem Schacht-ofen möglich wäre.

Production und Verlust.

In der zweiten Hälfte des Jahres 1862 wurden 4 Mill. 897 050 Kilo ¹⁾ Schlacken mit folgenden Resultaten verschmolzen:

Kilo.	Bleigehalt.	Kupfer in Proc.	Silber in T. Thln.
4 897 050 Schlacken	240 530 K.	—	0·005
2 257 180 Dürrerze	—	—	0·505
144 980 Kupfererze	—	1·1	0·456
2 854 150 Zuschlagerze	—	0·007	0·156

Die Gesamtmenge war	Silber	Kupfer
aus den Schlacken. . .	1422·0 K.	19 740 K.
aus den Erzen . . .	1655·92 „	2 300 „
	3077·92 K.	22 040 K.

Es wurden producirt:

K.		Blei	Silber	Kupfer
2 320 000 Stein,	worin .	112 150 K.	3034·00 K.	46 400 K.
7 957 000 Schlacken,	„ .	120 850 „	40·34 „	—
		233 000 K.	3074·34 K.	46 400 K.

Der Verlust war mithin:

An Blei	7530 K. = 3·1 Proc.
„ Silber	3·58 „ = 0·116 „

Carnot schätzt den Silberverlust auf 1·11, den Bleiverlust auf 19·27 Proc., was offenbar sich nicht auf die Schlackenarbeit, sondern nur

¹⁾ 4897·95 met. Tonnen.

auf sämtliche Processe allein beziehen kann. Nach v. Beust waren diese Grössen für 1865 1 Proc. und 15 Proc.

Verhüttung des Kupfersteins.

Wie wir früher sahen, liefert die Bleisteinarbeit ein Product, in welchem der Kupfergehalt der Erze sich concentrirt, in welchem aber zugleich noch Blei und Silber enthalten ist. Dieser Kupferstein wird durch Rösten und Schmelzen noch weiter concentrirt.

Das Rösten des feingepochten Steins geschieht in Flammöfen mit Doppelheerd; das Schmelzen in den Flammöfen, wie sie für das Schlackenschmelzen dienen. Man bildet die Beschickung aus 900 bis 1250 K. Stein, von dem ein kleinerer Theil ungeröstet geblieben ist, und 5- bis 600 K. eines Gemenges aus Quarz und Schwerspath, in welchem jener die Hälfte bis zwei Drittel ausmacht, und setzt, wenn das Product zur Vitriolfabrikation dienen soll, Kohlenklein hinzu. In 24 Stunden werden 6 bis 7 solcher Chargen verschmolzen. Der concentrirte Stein, welcher das Product der Arbeit bildet, enthält 68 bis 75 Proc. Kupfer, 3 bis 8 Proc. Blei und 0·3 bis 5 Proc. Eisen. Eine Probe bestand nach Reich aus:

Schwefel	. . .	20·05
Kupfer	. . .	70·75
Blei	. . .	5·35
Eisen	. . .	1·55
Nickel	. . .	0·70
Arsen	. . .	1·35
		99·75

Oder aus:

Cu^2S	. . .	88·60
PbS	. . .	6·18
FeS	. . .	2·44
NiS	. . .	1·05
As^2S^3	. . .	2·21

Neuerlich hält er 72 bis 73 Proc. Kupfer und nicht mehr als 0·3 Proc. Eisen.

Die barytreichen schweren Schlacken sind schwarz, glasglänzend und so gut schmelzbar, dass der Stein sich leicht von ihnen trennt. Sie enthalten 1 bis 3 Proc. Kupfer.

Eine Probe der Kupferstein-Concentrationsschlacke, aus den letzten Jahren stammend, enthielt nach der Analyse Schirbachs in meinem Laboratorio:

Kieselsäure	23·51
Eisenoxydul	26·96
Bleioxyd	19·01
Baryt	16·70
Kalk	3·27
Kupferoxyd	4·86
Zinkoxyd	2·58
Manganoxydul	1·23
Nickeloxyd	0·17
Magnesia	0·18
Thonerde	1·96
Schwefel	0·14
	100·57

Sie ist ein Singulosilicat.

Plattner erklärte die Function des Schwerspaths aus seiner leichten Zersetzbarkeit durch Kieselsäure und Schwefeleisen; es bildet sich ein Eisenoxydul-Barytsilicat, während das gleichzeitig entstehende Schwefelbaryum das oxydirte Kupfer in Sulfuret verwandelt.

Der kupferreiche Stein wird in Quantitäten von 400 Kilo im Flammofen erst acht Stunden vorgeröstet, dann vier Stunden gargeröstet. Er enthält dann Eisen und Kupfer als Oxyde, das Silber als Metall¹⁾, das Blei als Sulfat. Man bringt ihn in hölzernen mit Blei ausgekleideten Fässern mit Schwefelsäure (Kammersäure) von 1·49 bis 1·52, die mit gleichviel Wasser oder saurer Mutterlauge der früheren Arbeit verdünnt worden, zusammen. Die Fässer haben 1·22 M. Tiefe und 0·79 M. Weite. Durch ein bis auf den Boden reichendes Bleirohr wird Wasserdampf in die Flüssigkeit geleitet. Man stellt zwei Reihen solcher Fässer auf, die eine höher als die andere. Nachdem 200 K. verdünnte Säure in jedes Fass gebracht und Dampf eingelassen worden, trägt man 100 K. feingepulverten Stein allmähig und unter fleissigem Rühren ein, durch Zusatz von Wasser oder Mutterlauge beugt man der Abscheidung von Kupfersulfat vor, hält aber das V. G. der Flüssigkeit auf 1·38 bis 1·47. Nach vier bis fünf Stunden ist die Auflösung erfolgt; man lässt eine Stunde stehen, und zieht die klare Lauge in Klärgefässe ab. Auf den Rückstand lässt man eine 0·15 M. hohe Wasserschicht fließen, erhitzt durch Dampfeinleiten, und trocknet die Masse zuletzt. Dieselbe, etwa $\frac{1}{10}$ des Steins, besteht aus Bleisulfat, Silber, Kupfer und Eisenoxyd.

Die saure Flüssigkeit kommt in hölzerne, mit Blei ausgeschlagene Kästen von 2·33 M. Länge, 1·2 M. Breite und 0·6 M. Tiefe; über aufgelegten Holzlatten hängen gebogene Bleistreifen etwas in jene hinein, an welchen sich die Kupfervitriolkrystalle ansetzen, wozu sieben bis acht

¹⁾ Es scheint nicht nachgewiesen, ob auch noch Silbersulfat vorhanden ist. Dies würde jedoch aus der nachherigen Auflösung durch das Blei vollständig reducirt werden.

Tage gehören. Man löst sie in Wasser mit Hülfe von Dampf auf, so dass die Flüssigkeit 1·26 bis 1·28 wiegt, lässt die trübenden Theilchen sich absetzen, und wieder krystallisiren. Die Vitriolkrystalle werden auf Sieben mit kaltem Wasser schnell abgewaschen und getrocknet. Aus den Mutterlaugen und Waschwassern erhält man durch Abdampfen in Bleipfannen noch einen Antheil, während die erste Mutterlauge als Zusatz zur Säure beim Auflösen des Steins dient.

Nach der Angabe von Carnot wurden in sechs Monaten des Jahres 1862 103 765 Kilo Kupferstein mit 70 Proc. Kupfer zugleich mit 430 K. Kupfergekrätz von 60 Proc. auf diese Art verarbeitet. Man gewann 246 275 K. Kupfervitriol und 22 810 K. Rückstände, worin etwa 30 Proc. Blei, 4 bis 18 Proc. Kupfer und 12·74 bis 22·537 T. Thle. Silber. Den Proben zufolge betrug der Silberverlust 4·34 Proc., der Kupferverlust 3·52 Proc.

Uebersicht des dermaligen Zustandes der Freiburger Hüttenprocesse.

In den letzten Jahren sind die im Vorhergehenden beschriebenen Arbeiten grösstentheils umgestaltet worden, und man hat gesucht, die Vielheit der Operationen durch einen für alle Erze gemeinsamen Schmelzprocess zu ersetzen. Dies war aber nur dadurch möglich, dass man die Erze einer vollkommenen Vorbereitung unterzog, wobei die Nebenbestandtheile (z. B. Arsen) zur Benutzung gelangen¹⁾.

Die jetzt unterschiedenen Klassen sind folgende:

1. Kiese. — Hauptsächlich Schwefelkies; wenig Arsen, Zink nicht über 15 Proc., Kupfer höchstens 1 Proc. — Werden als Stufferz und Schlich verhüttet.

2. Bleierze. — Wie früher. Nur in Schlichform.

3. Kiesige Erze. — 15 bis 30 Proc. Zink führend.

4. Blende. — Mehr als 30 Proc. Zink.

5. Arsen- und Schwefelkiese. — Enthalten im Mittel 26 bis 28 Schwefel, 15 Arsen.

6. Arsenerze. — Im Durchschnitt 35 Proc. Arsen.

7. Bleische Arsenerze. — Mit 18 bis 20 Proc. Blei und 12 Proc. Arsen.

Die meisten Erze sind silber- und selbst goldhaltig.

Die Röstprocesse.

Die Kiese (1.) werden als Stufferze in Kilns, als Schlich in Schüttöfen geröstet. In beiden Fällen sind lange Condensationswege zur Ver-

¹⁾ Die Darstellung ist insbesondere der Abhandlung von Kast und Bräuning: Mittheilungen über die Freiburger Hüttenprocesse in der Ztschr. f. B. H. S. 18, 183 (1870) entnommen.

dichtung der arsenigen Säure vorhanden, bevor die Gase in Bleikammern treten, um Schwefelsäure zu bilden.

Die jetzt gebräuchlichen und mit Rosten versehenen Kilns sind 3·14 M. hoch, im Schacht meist 2·19 M. breit und 1·56 M. tief; die für das Rösten des Bleisteins bestimmten sind 3·14 M. breit und 1·56 M. tief. Die Charge beträgt für die grösseren 900 bis 1000, für die kleineren 300 bis 600 Kilo, und da alle 12 Stunden einmal gezogen wird, so lassen sich in den Kilns in 24 Stunden 600 bis 2000 K. Erz rösten. Die Charge wird in Trichterwagen direct über die mit eisernen Deckeln versehenen Kilns gefahren.

Sowohl die Erze wie die Steine werden in den Kilns bis auf 8 Proc. Schwefel abgeröstet, und nur ein Theil wird nochmals in Wellnerschen Stadeln geröstet.

Die kiesigen Schliche röstet man auf Muldener Hütte in Schüttöfen; sie enthalten dann noch 12 bis 13 Proc. Schwefel. Dies und der Uebelstand, dass die Röstung nicht gleichförmig erfolgt, lässt die Schüttöfen vorläufig zwar noch beibehalten, doch aber auf einen Ersatz durch vollkommenere Apparate denken.

Auf Halsbrückner Hütte ist für kiesige Erze, die so bleihaltig sind, dass sie im Schüttofen sintern würden, die Stöckelröstung im Gebrauch. Die Schliche werden zu dem Ende mit 5 Proc. Thon angebatzt, den man mit saurer vitriolhaltiger Mutterlauge von der Kupferextraction annacht, die Bälle werden scharf getrocknet, in Kilns auf 7 bis 8 Proc. Schwefel, und ausnahmsweise nochmals in Stadeln geröstet.

Die schon erwähnten Verdichtungskanäle der Röstöfen sind aus getheerten Ziegeln hergestellt und von sehr bedeutender Länge. Die Condensationskammern werden mit eisernen Platten gedeckt, man hat aber auch Bleikammern versucht und gefunden, dass sie eine sehr gute Abkühlung bewirken.

Die Bleierze, bestehend aus Glanzen mit mehr als 30 Proc. Blei und bleiischen Erzen mit weniger, werden unter sich und mit den in Schüttöfen gerösteten kiesigen Erzen gattirt, und das Ganze, welches im Durchschnitt 20 Proc. Schwefel und 20 bis 30 Proc. Blei enthält, wird in Fortschaufelungsöfen bis zum Sintern geröstet. Es sind das jene schon früher benutzten und S. 205 erwähnten Flammöfen mit doppeltem Heerd, welche, je nachdem sie aus zwei oder drei alten Oefen hergestellt sind, eine gesammte Heerdlänge von 14·75 bis 23·85 M. bei 1·73 bis 1·88 M. Breite, mithin eine Heerdfläche von 26·6 bis 39·4 Quadratmeter haben. Bei den neuen Oefen dieser Art ist die gesammte Heerdlänge 14·75 M., die Breite 2·04 bis 2·19 M., die Heerdfläche 31·22 Quadratmeter. Der Unterheerd ist auf beiden Seiten mit Arbeitsthüren, der Oberheerd mit einer auf Schienen beweglichen Bühne versehen.

Auf Halsbrückner Hütte hat man neuerlich wieder einfache (einheerdige) Oefen angewandt: Heerdlänge 15·06 M., Breite 3·14 M., Oberfläche 47·28 Quadratmeter. Man führt zu ihren Gunsten an, dass sie

weniger Reparaturen bedürfen, nicht mehr Kohlen verzehren und ebenso gut arbeiten.

Auch diese Oefen sind mit Condensationsapparaten versehen, und der Zug wird durch eine hohe Saugesse bewirkt (die Gase dienen nicht zur Schwefelsäurefabrikation).

In den Doppelofen gelangt eine Charge = 4 bis 6 Erzposten, jede zu 750 Kilo. Man breitet sie auf dem Heerd zu einer Höhe von 0.15 M. aus und lässt sie 18 Stunden im Ofen. In 24 Stunden werden 6000 K. geröstet. In dem einfachen Ofen werden 5 Chargen à 1200 K. behandelt, von denen gleichfalls alle drei Stunden eine gezogen wird, so dass in 24 Stunden 9600 K. geröstet werden.

Der Röstprocess wird in drei Perioden vollendet, innerhalb deren das Röstgut von einer Stelle des Heerdes zur zweiten und sodann zur dritten geschaufelt wird. In der ersten, welche die frische Erzpost empfängt, herrscht keine Glühhitze; in der zweiten beginnt Sinterung und in der dritten wird dieselbe vervollständigt. So bleiben 3 bis 6 Proc. Schwefel im Röstgut.

Ein kleinerer Ofen wird von fünf Mann, ein grosser einheerdiger von acht Mann bedient, welche in zwölfstündigen Schichten wechseln.

Man hat die Absicht, das Röstgut in diesen Oefen zuletzt bis zum Schmelzen zu bringen.

Die blendigen Kiese. — Es ist eine alte Erfahrung, dass der Zinkgehalt die Schmelzarbeiten sehr erschwert; deshalb sucht man ihn jetzt zuvor möglichst fortzuschaffen. Kiesige Erzsclliche mit 15 bis 30 Proc. Zink werden zuerst auf Schwefel und Arsen verarbeitet, bevor man das Zink entfernt. Sie werden von der Hütte schlechter bezahlt als wenn sie zinkfrei wären; aber solche mit 30 Proc. und mehr Zink gelten als Zinkerze, und werden als Blende bezahlt.

Diese Erze unterliegen einem zweifachen Rösten: 1. In Schüttöfen, wobei die arsenige Säure condensirt, die schweflige in Schwefelsäure verwandelt wird. Sie enthalten dann noch 13 Proc. Schwefel. 2. In Fortschauelfungsöfen, und da sie nicht sintern, so lassen sie sich bis auf 1.5 Proc. entschwefeln.

Hierauf beschickt man sie mit Muffelrückständen von der Zinkfabrikation und mit Kokspulver, und erhitzt die Masse in Flammöfen bis zur Sinterung. Dadurch wird ein grosser Theil des Zinks reducirt und verflüchtigt, und man erhält in Condensationskanälen ein als Farbe brauchbares Zinkoxyd (Zinkgrau). Dennoch bleiben 10 Proc. Zink in der Masse. Ein Flammofen nimmt täglich 5 Chargen à 1500 K. Erz und Rückstände auf und consumirt 2000 K. Kohlen.

Arsenikfabrikate.

Rothglas (Realgar). Kiesige Erze werden gattirt, so dass sie die Kategorie Nro. 5 darstellen. Man bringt sie in Quantitäten von 30 K.

in 1·57 M. lange und 0·21 M. weite, mit Eisenblechvorlagen versehene Röhren, deren zwölf in einem Sublimirofen liegen, und erneuert die Beschickung alle zwölf Stunden. Die Rückstände enthalten nur 0·5 Proc. Arsen, aber 23 bis 24 Proc. Schwefel. Sie werden daher in Kilns oder Schüttöfen geröstet und gehen dann in die Schmelzarbeit.

Das in den Vorlagen befindliche Rohglas wird durch Umschmelzen in eisernen Kesseln geläutert. Durch Zusatz von Schwefel giebt man ihm die von den Abnehmern gewünschte Farbe. Es soll 75 Proc. Arsen und 25 Proc. Schwefel enthalten, eine Angabe, welche indessen wohl irrig ist, da das wirkliche Realgar auf 75 Arsen 32 Schwefel enthält, dies Rothglas also freies Arsen enthalten müsste.

Weisses Arsenikglas (arsenige Säure), wird zum kleinen Theil aus den Erzen Nro. 7, zum grössten Theil aus dem Flugstaub der Röstöfen gewonnen, dessen vorderste Antheile ausgeschlossen bleiben, weil sie an arsensauren Salzen reich sind.

Man bedient sich für die Röstung resp. Sublimation nicht mehr der Muffelöfen, sondern man hat Flammöfen mit Koksgasfeuerung eingerichtet, deren Heerd 4·39 M. lang und 3·14 M. breit ist. Zu beiden Seiten liegen je zwei Arbeitsthüren. Der Rost liegt 1·88 M. unter der Feuerbrücke und wird bis zum Niveau derselben mit Kokes gefüllt; durch besondere Luftkanäle werden die sich bildenden Gase verbrannt. Ein solcher Ofen fasst 900 K., und wird täglich viermal beschickt. Er ist natürlich mit besonderen Condensationsanlagen versehen, die eine Röhrentour von 250 M. einschliessen. Das Resultat der Arbeit ist theils Arsenikglas, theils Mehl.

Gelbes Arsenikglas. — Dies ist kein Operment, sondern lediglich weisses, mit 2 Proc. Schwefel geschmolzenes Arsenikglas.

Metallisches Arsenik. — Die Erze der Kategorie Nro. 6 werden in Gräupelform in Röhren in Galeerenöfen sublimirt. Das sublimirte Arsen soll frei von Schwefel sein. Die Rückstände kommen zur Schmelzarbeit.

Das Erzschnmelzen.

Nach Einführung der vorstehend angedeuteten Vorbereitungsarbeiten hat man für alle Erze einen gemeinsamen Schmelzprocess angenommen, zu welchem bleiische und kiesige Geschiebe zu nahe gleichen Theilen, sowie die Rückstände von den Entzinkungs- und Arsenikarbeiten kommen.

In dieser Weise wurden 1869 auf Muldener Hütte 16 Mill. 589 500 K. Erze mit einem Gehalt von 17·6 Proc. Blei und 0·6 Proc. Kupfer verschmolzen.

Die Arbeit wird in runden achtförmigen Schachtöfen ausgeführt. Ihr Schacht ist durchaus cylindrisch, hat einen lichten Durchmesser von

1·726 M. und von der Form zur Gicht eine Höhe von 3·84 M. Die Windpressung ist 0·026 bis 0·04 M. Quecksilbersäule.

Sind besondere Zuschläge nöthig, so bestehen sie in Kalk- oder Flusspath, um leichtflüssige basische Schlacken zu erhalten. Der Zusatz von Schlacken (der eigenen Arbeit) steigt mit dem Zinkgehalt der Beschickung (100 Proc. auf Muldener, nur 50 Proc. bei weniger zinkhaltigen Erzen auf Halsbrückner Hütte), und überhaupt sucht man möglichst viel Stein zu bilden, weshalb denn auch theils roher, theils schwach gerösteter Stein zugeschlagen wird.

Im Durchschnitt besteht die Beschickung aus:

	Muldener Hütte.	Halsbrückner Hütte.
Geröstetes Erz	100	100
Roher Stein	15	3·03
Stufkies a. d. Kilns . . .	15	—
Schlacken	80 bis 100	50
Entzinkungsrückstand		3·338
Flusspath		0·35
Kalkspath		1·583
Schwerspath		0·145

In 24 Stunden setzt man auf der ersten 25000 bis 30000 K. Erz = 55000 bis 70000 K. Beschickung, auf der letzten 35000 K. Erz = 50000 K. Beschickung durch.

Die Producte sind Werkblei, Stein und Schlacke.

Das Werkblei, von dem täglich 7000 bis 8000 K. fallen, enthält 0·25 bis 0·30 T. The. Silber.

Der Stein enthält 15 Proc. Blei und 8 bis 12 Proc. Kupfer, so wie 0·075 bis 0·1 T. The. Silber.

Ueber die durchschnittliche Zusammensetzung der Schlacken liegen nur unvollständige Angaben vor.

	Von Halsbrückner Hütte.	Von Muldener Hütte.
Kieselsäure	31·15	27·2
Eisenoxydul	41·31	50
Zinkoxyd	7·85	10
Bleioxyd	1·47	5·7
Kalk	6·45	
Baryt	3·58	
Magnesia	1·06	
Manganoxydul	2·10	
Kupferoxydul	0·16	
Thonerde	3·18	
Schwefel	1·86	
	100·17	

Sie sollen 2 bis 4 Proc. Blei und 0·2 bis 0·3 Proc. Kupfer enthalten.

In der vorliegenden Analyse ist nach Abzug von RS der Sauerstoff von RO und $\text{SiO}_2 = 1:1\cdot16$. Die Schlacke ist also Singulo- mit etwas Bisilicat, ungefähr



Da die Schlacken Theilchen von Stein und selbst von Werkblei einschliessen, so setzt man sie noch einmal durch. Durch Einfließenlassen in kegelförmige Formen (Schlackentrichter) wird zwar die Hauptmasse der metallischen Theile getrennt, da die Spitzen der Kegel zur Steinarbeit kommen, doch ist die Trennung nicht vollständig.

Die Bleisteinarbeit und das Schlackenschmelzen.

Die Materialien sind: die Schlacken der Erz- und Kupferarbeit und der geröstete Bleistein. Oefter auch roher Stein, und unter Umständen bleiische Zuschläge, Kalk- und Flussspath. — Der Process erfolgt in den achtförmigen Oefen.

Die Beschickung wird gebildet aus:

	Muldener Hütte.	Halsbrückner Hütte.
Erzschlacken	100	100
Kupferschlacken	4	15
Roher Kupferstein	2·3	1·8
Bleistein in Kilns geröstet	4·3	21
Ebensolcher, in Kilns und in Stadeln geröstet	8·4	
Stufkies	9	
Raffinirkrätzen, Heerd, Abstrich . .	7·2	5·8
Speise von der Entzinkung	1	
Zinkrückstände	1	
Kalkstein	2	
Flussspath	2	
Stöckeln		4
Silberhaltiges Kupfer		1·1

Doch wechseln die Beschickungsverhältnisse. Der Bleistein vom Erzschmelzen wird so oft bei dieser Arbeit durchgesetzt, bis er 23 Proc. Kupfer enthält.

Man verschmilzt täglich 50000 K. Beschickung, und gewinnt Werkblei, Stein (Kupferstein) und Schlacken.

Das Werkblei enthält 6 bis 10·6 T. Thle. Silber.

Der Kupferstein enthält 23 Proc. Kupfer, 8 Proc. Blei und 1 T.

Thl. Silber. Er wird in Kilns abgeröstet, in den achtförmigen Oefen gespurt bis er 40 Proc. Kupfer enthält, dann im Flammofen geröstet und geschmolzen und schliesslich entsilbert.

Von dem gespurten Kupferstein habe ich durch Lüders eine Probe untersuchen lassen, welche gab:

Schwefel	20.00
Kupfer	43.81
Blei	22.87
Eisen	8.44
Zink	1.76
Nickel	0.39
Antimon	0.96
Arsen	0.17
	98.40

$$\text{Also } \left\{ \begin{array}{l} 9 \text{ Cu}^2\text{S} \\ 5 \text{ RS} \\ 3 \text{ Pb S} \end{array} \right\} (\text{R} = \text{Fe, Zn, Ni})$$

Von den Schlacken sind nur folgende Angaben hinsichtlich ihrer Zusammensetzung bekannt:

	Muldener Hütte.	Halsbrückner Hütte.
Kieselsäure	29.7	34.1
Zinkoxyd	8.5	7.6
Bleioxyd	2.5	1.0
Silber	0.025 T. Thle.	0.013 T. Thle.

Goldscheidung.

Das Brandsilber wird granulirt und in eisernen Kesseln, welche 1.046 M. weit und 1.31 M. tief sind, mit Schwefelsäure von 66° B. 12 Stunden digerirt und eben so lange geklärt; die heisse Flüssigkeit wird abgezogen und der Rückstand nach dreimaliger Procedur in kleineren Kesseln nochmals mit Säure erhitzt. Das Gold schmilzt man mit Salpeter und dann mit saurem schwefelsaurem Natron, wobei sich eine platinhaltige Schlacke bildet.

Pontgibaud in der Auvergne.

Die Bleiproduction Frankreichs ist nicht bedeutend, und die dortigen Hüttenprocesse haben keinen besonderen und hervorstechenden Charakter. Rivot sagt, die einzelnen Werke befolgen verschiedene Methoden, welche von der Natur der Erze und von localen Bedingungen abhängen, und denen anderer Gegenden ähnlich sind.

Die wichtigsten Punkte sind: Vialas, Dep. Lozère; Pontgibaud, Dep.

Puy-de-Dôme; Poullaouen in der Bretagne; jetzt aufgelassen; Biache bei Arras, Dep. Pas-de-Calais, und Marseille.

Die Schmelzprocesse zu Pontgibaud haben in Rivot einen ausführlichen Untersucher gefunden, welcher die Producte analytisch verfolgt hat. Allerdings kamen die Gruben und Hütten später unter die Leitung englischer Ingenieure (Taylor), welche die früheren Methoden wesentlich änderten. Rivot und Zeppenfeld gaben hiervon einen besonderen Bericht ¹⁾).

Pontgibaud, 23 Kilom. von Clermont, gegen Limoges hin, am westlichen Rande jener grossen vulcanischen Anhäufung von Kegelbergen und Lavaströmen gelegen, welche das granitische Plateau durchbrochen und bedeckt haben, und als die „erloschenen Vulcane der Auvergne“ zu den schönsten geologischen Erscheinungen in Europa gehören, — ist ein kleines Städtchen an der Sioule, in deren Thal zwei grosse Lavaströme eingedrungen sind, der eine vom Puy de Côme, der andere vom Puy de Louchadière kommend. Im Granit und Gneis der Umgegend setzen Gänge von Bleiglanz auf, deren Abbau durch häufige Ausströmungen von Kohlensäure erschwert wird, welche in dem vulcanischen Gebiet der Auvergne, gleichwie in der Eifel eine grosse Rolle spielen. Einige dieser Gänge führen in den oberen Teufen viel Schwerspath, während nach unten der Quarz zunimmt. Der Bleiglanz ist meist körnig oder blättrig; sein Silbergehalt ist sehr ungleich vertheilt, aber das Werkblei soll im Durchschnitt 3 bis 5 T. Thle. Silber enthalten. Das Erz wird von etwas Zinkblende, Schwefelkies und Fahlerz begleitet, welches sehr silberreich ist, und wobei Flussspath als Gangart auftritt.

Die Bleierze werden nass aufbereitet; ihr relativ geringer Blei- bei nicht unbedeutendem Silbergehalt, der Mangel an Brennmaterial und locale Umstände haben zu dem Verfahren geführt, welches man in Pontgibaud so lange benutzte.

Dieses Verfahren besteht darin, das Erz zu rösten und bis zum Weichwerden zu erhitzen, und sodann die Massen im Schachtofen zu schmelzen. Das Erz soll 30 bis 33 Proc. Blei enthalten.

Der Röstofen besteht eigentlich aus zwei Oefen. Der eine gleicht einem gewöhnlichen Flammofen; er hat einen Rost, welcher 1·2 M. breit ist und 0·75 unter der Feuerbrücke liegt, welche von einem eisernen Kanal, der Abkühlung wegen, durchzogen ist. Der Heerd ist 2 M. lang und 1·6 breit; er besteht aus feuerfesten Steinen, worüber eine Lage Sand und Kalk von 0·1 M. Dicke liegt, und hat eine schwache Neigung nach den Arbeitsthüren hin. Dieser giebt es zwei dicht nebeneinander auf derselben Seite; eine dritte am Ende des Ofens dient zum Ausziehen der Massen. Der zweite Ofen, in einer Linie mit dem ersten, steht 3 M. höher und ist ein Röstofen mit flacher Sohle von 10·12 M. Länge und

¹⁾ Description des gites métallifères et du traitement métallurgique des minerais de plomb de Pontgibaud. Paris 1851.

1·8 Breite, bei einer Höhe des Gewölbes von 0·45 M. über jener. Er hat auf jeder Seite sieben Oeffnungen oder Thüren, und steht mit dem hinteren Ende des ersten Ofens in Verbindung durch einen senkrechten Zugkanal, während das andere zu Flugstaubkammern und zuletzt in eine hohe Esse mündet. Dieser zweite Ofen ist aus gewöhnlichen Ziegeln gebaut. Seine Hitze empfängt er durch die Verbrennungsproducte aus dem ersten, der natürlich weit heisser ist. Das im zweiten Ofen vorgeröstete Erz wird in den ersten transportirt.

Das Erz wird durch eine Schüttöffnung im Gewölbe nahe der Esse in den oberen Ofen gebracht und dort allmählig vorgeschoben, bis es in den unteren gestürzt werden kann. Die Temperatur des ersteren geht von 235° bis zur dunklen Glühhitze an dem Ende, wo er an den unteren stösst; in diesem herrscht helle Rothgluth. Gewöhnlich werden 7500 K. in 10 bis 11 Chargen innerhalb 24 Stunden verarbeitet; auf dem unteren Heerd erfolgt schnell ein Zusammenbacken und oberflächliches Schmelzen, wobei häufig durchgekräht werden muss, bis man die Masse als Ganzes, etwa 300°K. schwer, herausziehen kann. — Das Erz verliert bei diesen Arbeiten 11 bis 12 Proc.

Die herausgezogenen Massen sind äusserlich schwarz, im Innern aber grünlich braun, glasig, und enthalten viele weisse Partikel von Quarz oder Schwerspath. Rivot hat das geröstete Erz vor dem Sintern (I.), sowie zwei Proben des halbgeschmolzenen untersucht: II. glasig; III. blasig, beide ohne sichtbaren Bleiglanz.

	I.	II.	III.
Bleioxyd	29·7	$\left\{ \begin{array}{l} 1·5 \\ 34·1 \end{array} \right\}$ 35·6	$\left\{ \begin{array}{l} 3·4 \\ 37·2 \end{array} \right\}$ 40·6
Schwefelsaures Blei	9·5	6·7	7·1
Schwefelblei . .	3·2	1·4	5·7
Eisenoxydul . .	3·2 ¹⁾	16·3	11·0
Eisenoxyd . . .	15·0	0·7	3·1
Zinkoxyd	3·0	$\left\{ \begin{array}{l} 0·6 \\ 3·3 \end{array} \right\}$ 3·9	$\left\{ \begin{array}{l} 0·7 \\ 3·4 \end{array} \right\}$ 4·1
Kieselsäure, Quarz, } Feldspath	25·0	24·1	16·5
Schwerspath . .	8·0	7·4	7·2
Kalk	1·5 ²⁾	1·0	1·1
Magnesia	0·4 ³⁾	1·3	1·5
	98·5	98·4	97·9
Bleigehalt		37·0	39·0

Die zweiten Mengen Blei- und Zinkoxyd, sowie das Eisenoxydul bezeichnet Rivot als in Silicatform vorhanden.

Rivot scheint anzunehmen, dass in der zweiten Periode die Sulfate

1) Eisensulfat.

2) Zinksulfat.

3) Arsen und Antimon.

von Blei und Baryt durch Kieselsäure zerlegt werden, wodurch Silicate entstehen. Der Process von Pontgibaud wäre also durch die Bildung eines Blei- und Eisensilicats charakterisirt.

Der Schachtofen hat keine Eigenthümlichkeiten. Sein Schacht hat einen rectangulären Querschnitt, ist unten 0·9 M. breit und 0·6 tief; die Höhe von der Form zur Gicht ist 1·6 M. Die Sohle des Ofens, aus Chamotte bestehend, ist nach vorn geneigt und 0·45 M. unter der Form. Ein Vorheerd aus Chamotte ist von Eisenplatten umgeben. Der Ofen ist einförmig, die Düse 0·025 M. weit und die Windpressung 0·015 M. Quecksilber.

Die Schlacke fließt über den Vorheerd oder wird erstarrt abgezogen. Werkblei und Stein sticht man in einen seitlichen Sumpf ab.

Die Beschickung macht man aus:

1000 K.	geröstetem Erz
240 „	Kalk
100 „	Flusspath
100 „	Eisen
60 „	bleiischen Producten.
500 bis 600 K.	reichen alten Schlacken

und schmilzt mit Kokes (150 K. für die angegebenen Mengen).

Es wird behauptet, dass, wenn das Erz in den Röstöfen regelrecht behandelt sei, sich beim Schmelzen gar kein Stein bilde.

Das Werkblei soll ziemlich rein sein; es enthielt 1849 4·5 T. Thle. Silber.

Der sogenannte Stein enthält nach zwei Versuchen:

	I.	II.
Blei	79·5	67·0
Eisen	12·2	22·4
Zink	1·1	1·1
Antimon (As) .	4·2	4·5
Schwefel	2·3	4·0
	99·3	99·0

Es ist also überhaupt kein Stein, sondern wesentlich eine Legirung von Blei und Eisen, oder vielleicht ein Gemenge, welches freies Blei enthält.

Die Schlacken sind meist dunkelgrün oder gelblich, dicht, von harzähnlichem Glanz. Nach Ausweis zweier Analysen enthalten sie:

	I.	II.
Kieselsäure	38·0	40·0
Eisenoxydul	19·2	18·7
Bleioxyd	6·0	13·1
Kalk	24·1	15·0
Baryt	3·3	3·2
Zinkoxyd	1·6	1·5
Magnesia	2·9	3·2
Thonerde	1·4	1·7
Schwefelsäure	2·1	2·3
	98·6	98·7

I. von gutem, II. von unregelmässigem Ofengange.

In welcher Verbindung die Schwefelsäure vorhanden sei, ist fraglich. Gewiss nicht als Bleisulfat, wie Percy annimmt, eher als Schwerspath. Beide Schlacken sind Gemenge von Singulo- und Bisilicaten



Im Jahre 1849 betrug zu Pontgibaud die Bleiproduction 1 Mill. 258 708 Kilo Blei und 7652·346 K. Silber.

In der zweiten Röstperiode beim Sintern und Schmelzen scheint sich in der That Bleisilicat zu bilden. Im Schachtofen würde dasselbe durch die vereinigte Wirkung der reducirenden Gase und des Eisens zu Blei reducirt werden und das Eisen in der Schlacke gleichsam an seine Stelle treten. Es sei hier auf das verwiesen, was früher (S. 23) über das Verhalten des Eisens und des Kohlenoxyds auf Bleisilicat gesagt wurde. Wie schon bemerkt, dieser Process wäre durch die Zersetzung des gerösteten Bleiglanzes mittelst Kieselsäure hauptsächlich charakterisirt.

In ähnlicher Art verfährt man zu Vialas im Dep. Lozère.

La Pise, Dep. du Gard.

Dieses Werk verschmilzt Erze von Pallières, bei Anduze, und von Sardinien, dessen Bleireichthum früher erwähnt wurde. Nach Gruner¹⁾ wird auch hier das bei Pontgibaud beschriebene Verfahren eingehalten. Das Rösten geschieht mit Sorgfalt in Flammöfen mit flachem Heerd von 8 bis 12 M. Länge und 2 M. Breite, aber man geht nicht bis zum Schmelzen des Röstguts.

Der Schmelzofen ruht auf einem kreisförmigen, 1·9 M. im Durchmesser haltenden und 0·9 hohen Unterbau, der in der Mitte den Heerd

¹⁾ Mémoire sur l'état actuel de la métallurgie du plomb. Ann. Mines (6) 13, 325 (1868).

aus Chamotte enthält. Darüber erhebt sich ein Aufbau von feuerfesten Ziegeln, auf dem vier Gusseisenplatten in senkrechter Stellung die Aussen-seite des Ofens bilden. Sie sind 0·8 M. hoch und 1·15 bis 1·20 M. von einander entfernt. Zwischen ihnen stehen Mauerpfeiler, 0·25 M. breit und 0·22 dick. In drei derselben sind die Formen 0·25 M. über dem Unterbau angebracht, und am Fusse des vierten die Abflussöffnung für die Schlacken. Im Innern ist der Schacht aus feuerfesten Steinen aufgemauert. An den Eisenplatten des Ofenmantels sind horizontale Rinnen angegossen, in welchen Wasser behufs der Abkühlung circulirt (4- bis 5000 Liter in 24 Stunden). Der Obertheil des Ofens besteht aus flach liegenden feuerfesten Steinen, in einer Höhe von 1·8 M., und darüber setzt ihn ein 0·6 M. hoher Aufsatz von Schmiedeeisen fort, so dass die Gesamthöhe über dem Unterbau 3·25 M. beträgt. Die Gicht schliesst eine Eisenplatte, in deren Mitte ein Fülltrichter von gleicher Weite wie der Schacht und oben mit einer beweglichen Deckplatte versehen, sich befindet. Ein seitlich ansteigendes Zugrohr führt in Condensationskammern und zu einer hohen Esse. Meist werden nur zwei Formen (Düsenweite 0·05 M.) angewendet, und eine Windpressung von 0·03 M. Quecksilber. Man schmilzt ununterbrochen 2 bis 3 Monate, wobei man nur die Steine über den Formen zuweilen auswechselt.

Beim Aufgeben setzt man die Kokes in die Mitte und gegen die Vorderwand, die Beschickung ringförmig in den Raum über den Formen. Es entweichen keine brennbaren Ofengase und es entsteht wenig Bleirauch, so dass der Bleiverlust nur 4 Proc. betragen soll, wovon die Hälfte auf Rechnung von Verflüchtigung kommt.

Die Erze von Pallières sollen geröstet 40 Proc. Blei und 1·1 T. Thl. Silber enthalten. Sie werden mit 20 bis 25 Proc. Kalk, 3 bis 4 reichem Eisenstein und 2 bis 3 Roheisen beschickt. Die Schlacken sind Singulosilicate von Eisen, Kalk, Thonerde und 2 bis 3 Proc. Bleioxyd.

In 24 Stunden schmilzt man 8- bis 10 000 K. Erz mit einem Aufwand von 25 Proc. Kokes. Das Blei wird in dieser Zeit 2 bis 3 mal abgestochen.

Es ist gewiss ein grosser Vortheil dieser französischen Methode der Bleiglanzverhüttung, dass man keinen Bleistein erhält, allein dazu gehören Erze, welche frei von Kupfer sind. Da das im Flammofen geröstete Erz 20 Proc. Quarz enthalten soll, so begreift sich die Bildung von eisenreichen Schlacken beim Schmelzen, wiewohl das metallische Eisen gewiss besser durch Eisenoxyd ersetzt wird, da es hier ja nicht wie bei der Niederschlagsarbeit, zur Zerlegung von Schwefelblei dient.

Linksrheinische Bleihütten.

Commern. — Am Nordrande der Eifel, deren devonische Gesteine (Grauwacke, Kalkstein) bekanntlich vielfach von vulkanischen Eruptionen

durchbrochen sind, liegt in einer gegen die rheinische Tiefebene hervorspringenden Parthie bunten Sandsteins der Bleiberg von Commern, und dieser Bildung gehört auch der bleiführende weisse Sandstein an, dessen Mächtigkeit etwa 37·6 M. beträgt, und der von rothem Sandstein und Conglomeraten überlagert ist. Indessen sind nur die oberen Theile bauwürdig, und zwar in Folge von einem zu grösseren und kleineren Aggregaten verbundenen Conglomerat von Bleiglanz- und Quarzkörnern (Knottenez). Das hangende (Wacken-Deckel) enthält auch noch Bleiglanz, öfter in traubigen und stalaktitischen Formen, und nach oben hin zahlreiche kugelige Concretionen von Brauneisenerz (Eisentuten), welches Vanadin, Chrom und Titan enthalten soll.

Es sind theils unterirdische, theils Tagebaue, durch welche das Bleierz gewonnen wird. Die Scheidung erfolgt in Siebtrommeln und durch nasse Aufbereitung. Da der Bleiglanz von Weissbleierz begleitet ist, welches sich schwerer vom Quarz abschlämmen lässt, so hat dies in neuerer Zeit zu verbesserten Vorrichtungen Anlass gegeben.

Die verschiedenen Schliche werden gattirt, so dass sie 60 bis 65 Proc. Blei (entsprechend 69 bis 75 Proc. Bleiglanz) enthalten. Der grösste Theil wird selbst an Ort und Stelle verhüttet.

Im Jahre 1864 stellte man 22 Mill. 397 000 K. Erzschild dar, was fast 2 Proc. des geförderten Materials ausmachte. Das Blei enthält 0·07 bis 0·14 T. Thle. Silber.

Von den ärmeren Schlichen wird ein Theil in Burgfey ohne weitere Vorbereitung mit 3 Proc. Kalk eingebunden, zu Steinen geformt, getrocknet und als faustgrosse Stücke über einem Sumpfofen verschmolzen.

Mechernich (Bleiberg). — Die nachfolgenden Notizen über dieses dem dortigen Actienverein für Berg- und Hüttenwesen gehörige Werk hat Hochstetter an Percy mitgetheilt. Ich habe ihnen diejenigen hinzugefügt, welche ich der Güte des Herrn Generaldirectors Hupertz verdanke.

Die jährliche Grubenausbeute ist:

		Bleigehalt Proc.
Gewöhnliches Erz	19 000 000 Kilo	58
Glasurerz	1 750 000 „	62 bis 80
Weissbleierz	600 000 „	50 bis 52

Die Arbeiten bestehen in

- I. dem Rösten,
- II. dem Fritten und Schmelzen,
- III. dem Schmelzen im Schachtofen.

Die Röstarbeiten (I. und II.) erfolgen in ein und demselben Flammofen, dessen Heerd 10·04 M. lang und 3·76 M. breit ist und welcher nahe der Feuerbrücke eine Vertiefung hat, welche zu einem Stichkanal führt, weil die Massen hier vollkommen geschmolzen werden. An jeder

Seite des Ofens sind sechs Arbeitsöffnungen angebracht. Die Hütte besitzt 10 solcher Röstöfen. Auf dem Heerd befinden sich stets sechs Chargen Erz, jede zu 1500 Kilo. Jede neue Charge wird an die kälteste Stelle gebracht und verweilt hier acht Stunden, während die der Feuerbrücke nächste geschmolzen und abgestochen wird. Nach Ablauf jener Zeit werden die Chargen vorwärts geschoben, so dass jede den Platz der vorhergehenden einnimmt. Das Erz kommt mithin in eine stetig höhere Temperatur, und verbleibt im Ganzen 48 Stunden im Ofen. Das Endproduct, das verschlackte Erz, ist eine glasige braune Masse.

Neuerlich ist ein Röstofen von 22 M. Heerdlänge in zwei übereinander liegenden Sohlen in Betrieb gekommen, in welchem die Röstung vollständiger erfolgt, als in den älteren Oefen, welche den Uebelstand haben, dass die sehr feinen Schliche, die 32 bis 34 Proc. Kieselsäure und Thon enthalten, sehr bald sintern und erweichen, mithin nicht mehr durchgearbeitet werden können. Unter der Decke des schmelzenden Silicats schreitet die Oxydation des Bleiglanzes natürlich nicht weiter fort, es entstanden daher aus dem Erzschlich zwei scharf getrennte Schichten, eine obere von Silicaten, und eine untere von unverändertem Erz, und letztere blieb in ihrer Beschaffenheit stabil. In dem neuen Ofen dagegen bildet sich eine homogene Silicatmasse, in welcher geringe Bleiglanzreste fein zertheilt sind. Im Augenblick ist man mit der Herstellung eines Röstofens von 24·5 M. Heerdlänge beschäftigt, um zu erfahren, welchen Einfluss die Verlängerung auf die Röstung des Erzes ausübt.

Es ist klar, dass sich bei dem früheren Rösten eine Untersuchung der fortschreitenden Veränderung der Masse nicht anstellen ließ. Bei dem zuvor erwähnten neuen Ofen hat sich ergeben, dass der Schwefelgehalt, welcher ursprünglich 6·5 bis 7·5 Proc. beträgt (entsprechend 48·5 bis 56 Proc. Schwefelblei) in dem fertigen Röstproduct auf 1·5 bis 1 Proc. (entsprechend 11·2 und 7·5 Schwefelblei) vermindert ist. Weitere Versuche müssen entscheiden, ob es gelingt, bei vermehrter Uebung der Arbeiten, durch einzelne Veränderungen in der Ofenconstruction, Zuführung der angemessenen Luftmenge und Ausmittelung der richtigen Temperatur den Schwefelgehalt der abgerösteten Masse noch mehr zu vermindern.

Das Schmelzen geschieht in Schachtöfen (vier auf der Hütte), deren Schacht 1·255 M. breit und eben so tief und 5·02 M. hoch ist. Der Heerd ist geschlossen; man bläst mit vier Wasserformen, wovon zwei neben einander in der Rückwand, je eine in den Seitenwänden liegen, und die Pressung ist 0·23 bis 0·26 M. Wassersäule. Die Beschickung setzt sich zusammen aus 100 Thln. verschlacktem Erz, 50 Thln. Puddelschlacke (Eisensingulosilicat), 48 Thln. Kalkstein, und bei Gegenwart von unzersetztem Bleiglanz auch 4 bis 8 Proc. Roheisen. Diese Beschickung wird gichtenweise mit Kokes aufgegeben. Die Producte sind Muldenblei, Bleistein und Schlacken.

Der Roheisenzuschlag war bisher in Folge des unvollständigen Röstens nothwendig. Da das Röstgut etwa 24 Proc. Kieselsäure und 8 bis 9 Proc. Thonerde enthält, so wird man in Zukunft wohl bemüht sein, an Stelle der 30 Proc. Kieselsäure enthaltenden Puddelschlacke einen minder kieselreichen Zuschlag anzuwenden.

Das Blei enthält etwa 0·2 Thle. Silber.

Der Bleistein soll etwa 10 Proc., die Schlacke 0·75 bis 1 Proc. Blei enthalten. Jener wird wiederholt geröstet und geschmolzen, bis sein Bleigehalt auf 2 Proc. gesunken ist. Das bei diesen Schmelzungen fallende Blei dient zur Schrotfabrikation.

Die Entsilberung des Bleies, von welchem jeder Ofen in 24 Stunden 9- bis 10 000 Kilo liefert, geschieht durch Zink. Man schmilzt 25 000 bis 30 000 K. in einem eisernen Kessel ein, bringt 0·75 Proc. Zink auf die Oberfläche und erhitzt, bis es schmilzt, worauf man alles gut durchrührt. Nach acht Stunden langsamen Abkühlens hat sich eine feste Zinkkruste gebildet, welche mit einer durchlöcherten Schaufel abgenommen wird. Dann wiederholt man die Arbeit mit 0·25 Proc. Zink, und nach acht Stunden nochmals mit 0·08 Proc. — Für obige Bleimenge sind also 1·08 Proc. = 270·75 bis 325 K. Zink erforderlich.

Die silberhaltigen Zinkkrusten und der Zinkschaum werden in geneigt liegenden eisernen Röhren geschmolzen; es fließt Blei aus, welches wie vorher mit Zink behandelt wird. Die Rückstände (Reichschaum) schmilzt man in Schachtöfen mit 14 bis 15 Proc. Puddelschlacken und 8 bis 10 Proc. Kokes.

Das Verfahren dabei ist folgendes:

Nachdem das zu einer Campagne erforderliche Quantum Reichschaum sich angesammelt hat, wird der Schachtöfen mit 16 bis 18 Thln. Kokes auf 90 Thle. Puddelschlacke beschießt. Die Windpressung darf 0·13 M. Wassersäule nicht überschreiten. Erst wenn die Schlacke gut fließt, wird Reichschaum aufgegeben, mit 25 Thln. anfangend, und successiv bis auf 100 Thle. steigend. Während fast alles Zink sich verflüchtigt, gewinnt man Reichblei, welches gepolt und nach englischer Methode abgetrieben wird.

Das Armblei wurde in ähnlicher Art mit 4 bis 5 Proc. Puddelschlacken und 3·5 bis 4 Proc. Kokes umgeschmolzen, um seinen Zinkgehalt zu entfernen; worauf es gepolt wurde. Seit etwa zwei Jahren benutzt man aber auch zu Mechernich den Wasserdampf zum Entzinken des Armbleies. Man erspart an Arbeitslöhnen, producirt aber mehr Krätze. Der Umstand, dass bei diesem Verfahren ein Nickelgehalt des Bleies ganz beseitigt und auch das Antimon vollständiger verflüchtigt wird, hat in diesem Fall die Anwendung des Wasserdampfs zweckmässig erscheinen lassen.

Zu Mühlengasse verfährt man wie zu Mechernich; man setzt dem Erz im Flammofen 3 bis 5 Proc. Kalk zu, bringt es in Fluss und schmilzt es in Schachtöfen mit Bleischlacken und Roheisen, auch wohl mit kalki-

gem Brauneisenerz. Die Production betrug 1860 1 Mill. 882 750 K. Blei und 312 75 K. Silber.

Münsterbusch bei Stolberg, unweit Aachen, verhüttet Erze von Commern und von Stolberg, welche letztere Kalk enthalten. Im Mittel sollen sie 55 Proc. Blei und 0·25 T. Thle. Silber führen. Die Stolberger Erze werden in Flammöfen mit doppeltem Heerd geröstet und gefrittet, während die von Commern auf die oben angeführte Art behandelt werden. Man schmilzt ein Gemenge beider mit 80 Proc. Puddelschlacken und 4 bis 5 Kalkstein in kleinen Schachtöfen und verbraucht 25 Proc. Kokes. Ein Ofen producirt in 24 Stunden 7- bis 9000 K. Blei und, bei gutem Rösten, höchstens 1 Proc. Stein, welcher nach wiederholtem Rösten und Schmelzen 3 bis 4 Proc. Kupfer enthält. Diejenigen Schlacken, welche mehr als 0·5 Proc. Blei führen, kommen zur späteren Arbeit.

Das im Flammofen gefrittete Erz (I.) enthält nach Eich, und die Schlacke des Schachtofens (II.) nach Osann 1):

	I.		II.
Kieselsäure	18·18		33·51
Bleioxyd	71·80		2·04
Thonerde	3·87		6·64
Eisenoxyd	2·56	Oxydul	54·93
Kalk	1·12		3·41
Magnesia	0·37		0·28
Schwefel	0·49		1·53
		Zinkoxyd	0·11
	98·39		
			102·45

Die Schlacke ist fast Singulosilicat (Sauerstoff von R und Si = 1:1·13).

Ems in Nassau. — Die Erze, weniger Kieselsäure enthaltend, wie die von Commern, werden geröstet und gefrittet, und mit 25 Proc. Puddelschlacken, 75 bis 100 eigenen Schlacken, 8 bis 10 Kalk und ebenso mit Eisen geschmolzen. Die eisenhaltigen Zuschläge ersetzt man öfter theilweise durch Spatheisenstein.

Allgemeine Bemerkungen über die vorhergehenden Blei- arbeiten.

Die Bleigewinnung aus Bleiglanz, welcher wesentlich von Quarz (Kieselsäure) begleitet ist, bildet einen eigenthümlichen Gegensatz zu derjenigen, bei welcher reiche Erze, die höchstens Kalk enthalten, im Flammofen selbst durch Rösten und Schmelzen reducirt werden. Wir

1) B. H. Ztg. 1859, 68.

sehen, dass in diesem Fall ein Gehalt an Kieselsäure hinderlich ist, dass Sinterung und Schmelzung, mithin Verschlackung von Blei dabei eintritt. Das Verfahren zu Pontgibaud, sowie das auf den linksrheinischen Bleihütten ist von allen anderen verschieden dadurch, dass man das Röstgut im Flammofen schliesslich zum Sintern oder Schmelzen bringt. Hier hat man es mit quarzhaltigem Bleiglanz zu thun, und es ist offenbar, dass die Kieselsäure ein sehr wirksames Agens für die Entfernung des Schwefels ist. Denn selbst die wenigen directen Angaben, welche wir besitzen, thun dar, dass in dem gesinterten, gefrittetten oder verschlacktem Erz, welches aus dem Flammofen kommt, nur sehr wenig Schwefelblei zurückgeblieben ist. (Pontgibaud 1·4 Proc., Münsterbusch 3·66 Proc.). Dies kann doch nur dadurch geschehen, dass die in der ersten Röstperiode entstandenen Oxydationsproducte, das Bleioxyd und das Sulfat, von der Kieselsäure bei gesteigerter Temperatur afficirt werden, dass aus beiden unter Austreibung der Schwefelsäure Bleisilicat wird, wenn wir auch nicht wissen, ob es sich hier um eine bestimmte Verbindung oder um Gemenge handelt.

Berechnet man die Zusammensetzung des Silicats, welches nach Rivot in der Masse von Pontgibaud 80 Proc. ausmacht (Annal. II.) und die Analyse I. von Münsterbusch, so erhält man den Sauerstoff von



$$\text{in jener} = 1 : 1\cdot7$$

$$\text{in dieser} = 1 : 1\cdot25$$

was auf Gemenge von Singulo- und Bisilicaten,



führt.

Diese, wesentlich aus Bleisilicaten bestehende Masse wird nun im Schachtofen reducirend verschmolzen, und zwar mit Zuschlag von eisenreichen Schlacken, Eisen oder Eisenoxyd, auch wohl Kalk. Nach dem, was von dem Verhalten der Bleisilicate bekannt ist, muss angenommen werden, dass die Wirkung der basischen Oxyde, des Kalks und oxydirten Eisens, sich mit der der Ofengase zur Zerlegung des Bleisilicats und der Reduction des Bleies vereinigen.

Wäre die Beschickung vollkommen schwefelfrei, so würde sich gar kein Stein bilden können. Immer aber dient es dieser Methode sehr zur Empfehlung, dass die Menge des Steins im Verhältniss eine sehr geringe ist.

III. Der Eisen-Reductionsprocess oder die Niederschlagsarbeit.

Es ist kaum nöthig, an die zum Grunde liegende Zersetzung des Schwefelbleies durch Eisen zu erinnern. Nach dem früher Angeführten

verhalten sich oxydirte Bleiverbindungen analog. Ausser metallischem Blei und eisenreicher Schlacke sollte sich also lediglich Schwefeleisen finden, die Erfahrung lehrt jedoch, dass ein nicht unbedeutender Antheil Schwefelblei unzersetzt bleibt, und dass fast alles Schwefelkupfer, welches vorhanden ist, nebst etwaigen Schwefelzink, Schwefelnickel u. s. w. in dem Stein sich vorfinden, der überdies durch seinen Silbergehalt eine weitere Verhüttung nöthig macht.

Schon bei dem Flammofenprocess haben wir gesehen, dass man mitunter von einem Eisenzusatz Gebrauch macht (Cornwaller Methode im Flowing-Ofen), also das Princip der Niederschlagsarbeit mit in den Process hineinzieht.

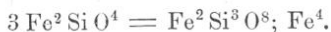
Die Zersetzung des Bleiglanzes durch Eisen erfordert, obwohl sie in der reducirenden Atmosphäre eines Schachtofens vor sich geht, einen Zusatz von Schlacken oder schlackenbildenden Substanzen. Jene sind meist die der eigenen Arbeit, und in der Regel Singulosilicate oder dieselben nahestehend, um freie Kieselsäure, die als Quarz vorhanden ist, aufnehmen zu können. Es zeigt sich dabei, dass diese Schlacken noch eisenreicher werden, weil offenbar ein Theil des zugesetzten Eisens in die neue Schlacke eingeht, auch wohl dadurch, dass es auf oxydirte Theile von Bleiglanz trifft, und, sie reducirend, selbst oxydirt und verschlackt wird.

Wir haben gesehen (S. 37), dass Schwefelblei durch Eisensingulosilicat zersetzt wird, wenn beide, innig gemengt, im Tiegel einer starken Hitze ausgesetzt werden. Als in Percy's Versuchen $2 \text{ Pb S} : 3 \text{ Fe}^2 \text{ Si O}^4$ in Contact gebracht worden, waren von 100 Thln. Schwefelblei $38\frac{2}{3}$ verflüchtigt; die Reaction hatte mithin bei dem Verhältniss $5 \text{ Pb S} : 12 \text{ Fe}^2 \text{ Si O}^4$ stattgefunden. Es war ein Stein, nahezu $\text{Pb S} + \text{Fe S}$, entstanden; das reducirte Blei verhielt sich zu dem im Stein enthaltenen $= 1 : 1.8$ oder fast $= 1 : 2$, und die Schlacke war $\text{Fe}^3 \text{ Si}^2 \text{ O}^7 = \text{Fe Si O}^3 + \text{Fe}^2 \text{ Si O}^4$. Das Eisen in Stein und Schlacke war $= 1 : 7.4$.

Diese Resultate stehen unter sich im Widerspruch, denn wenn sich das Singulosilicat durch Abgabe von Eisen (und Sauerstoff) in Singulo- und Bisilicat umwandelt, so tritt eben $\frac{1}{4}$ des Eisens aus, oder das Verhältniss ist $= 1 : 3$, und nicht $= 1 : 7.4$. Es sind hierüber neue Versuche wünschenswerth. So viel steht jedoch fest, dass das Eisensingulosilicat in starker Hitze Bleiglanz zersetzt, jedoch so unvollständig, dass sich ein Stein bilden kann, welcher zu $\frac{2}{3}$ aus Blei besteht.

Eisenoxyd und Eisenoxydul reduciren, wie früher (S. 37) angeführt, den Bleiglanz nicht.

Bekanntlich wird Eisensingulosilicat im Kohlentiegel bei Weissglühhitze so zersetzt¹⁾, dass $\frac{2}{3}$ seines Eisengehalts reducirt werden, mithin Trisilicat entsteht,



¹⁾ Metallurgie 2, 125.

Bleiglanz kann also auch durch Frisch- oder Puddelschlacke im Schachtofen reducirt werden, obwohl hier, wo keine innige Berührung erfolgt, die Bedingungen nicht so günstig sind.

Nach den Versuchen Percy's¹⁾ scheint ein basischeres Silicat des Eisens nicht zu existiren. Kommt also in Schlacken, wie wir weiterhin finden werden, mehr Eisen vor, so ist dies als Oxydoxydul beigemischt, und dies wird in der reducirenden Atmosphäre des Schachtofens sehr leicht zu Eisen, weshalb solche Schlacken beim Umschmelzen Roheisen liefern. Sie sind natürlich für die Zersetzung des Bleiglanzes ungleich vorthellhafter.

Eisenoxyd, Oxydoxydul oder ein beliebiges Eisenerz müssen im Schachtofen wie Eisen wirken, d. h. Bleiglanz reduciren.

Tarnowitz, Oberschlesien.

Wir haben schon früher einzelne Theile der dortigen Blei- und Silberarbeiten anführen müssen, so das Pattinsoniren (S. 89), die Entsilberung durch Zink (S. 109), die Anwendung des Wasserdampfs bei diesem Process (S. 111), das Abtreiben des Werkbleies bei Steinkohlenfeuerung (S. 140), das Feinbrennen des Silbers (S. 145) und vor allem die Einführung des englischen Flammofens (S. 164).

Ueber das Vorkommen des Bleiglanzes im ober-schlesischen Muschelkalk wurde schon früher (S. 55) gesprochen. Sie werden auf der dem Staat gehörigen Friedrichshütte bei Tarnowitz (1786 gegründet) und auf der von der Giesche'schen Berg- und Hüttengesellschaft angelegten Walter-Croneckhütte bei Rosdzin (seit 1864) zu Gute gemacht.

Nach einem neueren Ausweise²⁾ producirten im Jahre 1869

	die Friedrichshütte Kilo	die Walter-Croneckhütte Kilo
Silber	5140·5	1938
Kaufblei	4 Mill. 385 750	1 Mill. 466 400
Glätte	865 600	579 400

Die Gesamtproduction beider Werke = 5 Mill. 852150 Kilo Blei ist grösser als diejenige Freibergs und wird in Deutschland nur von den linksrheinischen Werken übertroffen.

Die Friedrichshütte ist in ihrem Betrieb vielfach ausführlich beschrieben worden, insbesondere hat Karsten ihr besondere Aufmerksamkeit gewidmet³⁾. Bis zum Jahre 1860 wurde dort die Niederschlagsarbeit betrieben, d. h. Erze und Schliche wurden, letztere in Kalk eingebunden, in sogenannten Hohöfen mit Roheisen, Eisenfrischschlacke und

¹⁾ A. a. O. 124. ²⁾ Roemer, Geologie von Oberschlesien. Breslau 1870.

³⁾ System der Metallurgie 5, 157.

eigenen Schlacken verschmolzen, der Stein geröstet und mit ähnlichen Zuschlägen einem Abgangeschmelzen unterworfen.

Die vermehrte Erzförderung liess bei einer Erweiterung der Anlagen es zweckmässig erscheinen, für die oberschlesischen Bleiglanze, welche ausser Zink und Eisen kein anderes Metall (Kupfer etc.) enthalten, den Flammofenbetrieb einzuführen.

Wir haben diesen Punkt schon früher abgehandelt und brauchen um so weniger darauf zurückzukommen, als Wedding in besonderen Abhandlungen die geschichtliche Entwicklung des Betriebes bis auf die neueste Zeit geschildert hat¹⁾. Die Hohöfen behielt man für die Abgänge bei, baute aber Doppelöfen mit zwei Formen.

Es werden jetzt also sämtliche Erze (Stuferz und Schliche) in Flammöfen behandelt²⁾. Eine Charge ist = 1500 Kilo. 100 Thle. Schmelzgut liefern 35 Rückstände, welche nach dem Aufarbeiten 47·2 Proc. Werkblei geben.

Man bringt an Blei aus den Erzen

der Friedrichsgrube	74	Proc.
der Galmeigruben	67·8	„
aus Heerdchlichen	33	„

100 Thle. Rückstände werden mit

40·7 Eisenfrischschlacken,
6·96 Eisen,
10·65 Kalkstein

beschießt, und im Schachtofen mit Steinkohlen und kaltem Wind verschmolzen.

Im Jahre 1864 enthielt das Schmelzgut 74 Proc. Blei; man brachte im Ganzen 71 Proc. aus, der Bleiverlust betrug 3·74 Proc. der ursprünglichen Menge. Die Flammöfen lieferten 82·43 Proc. des Bleies (und 96·39 Proc. des Silbers)³⁾.

In den Flammöfen wird Kalk unter die Masse gerührt, nachdem sie die erste Röstperiode durchgemacht hat.

Die mit den Flammöfen verbundenen Rauchkanäle, die später noch verlängert wurden, enthalten Flugstaub mit 50 Proc. Blei.

Wie schon gesagt, werden die ärmeren Erze in denselben Oefen wie die Rückstände verarbeitet, besonders Schliche mit 40 bis 43 Proc. Blei. Man schlägt unreine Schlacken, Bleistein, Schur und Ofenbruch zu, und beschießt sie mit Frischschlacken und Eisen. So gewann man 1864 64 Proc. des Schmelzguts an Blei.

Im Jahre 1868 wurden 7 Mill. 69 650 Kilo Erz auf Friedrichshütte verschmolzen.

¹⁾ Erster Theil, Ztschr. pr. B. H. S. 14, 139.
70 Proc. Blei haltend, gehen in die Schachtöfen.

²⁾ Nur ärmere Erze, unter

³⁾ Vgl. S. 144.

Der Oberharz.

Unter den Gegenden, welche ebenso sehr durch das Alter ihrer Berg- und Hüttenindustrie, wie durch Ausdehnung, kunstvolle Anlagen, stetiges Fortschreiten und wissenschaftlichen Betrieb ausgezeichnet sind, nimmt der Harz einen hohen Rang ein. Der Bergbau im Rammelsberg bei Goslar soll aus dem 10. Jahrhundert datiren; in der Gegend von Clausthal scheint er zu Ende des 13. Jahrhunderts in Aufnahme gekommen zu sein; historisch erwiesen ist, dass die Pest ihn 1348 unterbrach, dass er 150 Jahre liegen blieb, und erst unter Herzog Heinrich dem Jüngeren durch fränkische Bergleute wieder aufgenommen wurde.

Durch ausgezeichnete Berg- und Hüttenleute, deren der Harz sich zu jeder Zeit erfreute, ist eine wichtige Literatur geschaffen, deren ältere Vertreter: Calvör, Lazarus Erker, Trebra, Lasius (die erste Geognosie des Harzes: Beobachtungen über die Harzgebirge. 1789) Héron de Villefesse (Generalinspector zu westphälischer Zeit, ein um den Harz sehr verdienter Mann, dessen Werk: Sur la richesse minérale von vielem Interesse ist), Hausmann, Zincken (Director der anhaltinischen Berg- und Hüttenwerke, als Hüttenmann, Mineralog und Geognost ausgezeichnet), Zimmermann, Roemer und Andere zu nennen sind.

Die Harzer Hüttenprocesse haben in Kerl ihren Monographen gefunden. (Die Oberharzer Hüttenprocesse. Zweite Aufl. 1860. — Der Communion-Unterharz. 1853. — Die Unterharzer Hüttenprocesse 1854).

Der westlich vom Brocken liegende, im geographischen Sinn als Oberharz bezeichnete Theil des Gebirges zerfällt in berg- und hüttenmännischer Hinsicht in den Oberharz, d. h. das Plateau von Clausthal, mit dieser Stadt und Zellerfeld und den Bergstädten Altenau, Lautenthal, Wildemann, Grund und Andreasberg, und den Communion-Unterharz, d. h. den Rammelsberg bei Goslar und den Hütten, welche die Erze desselben verarbeiten, und am nördlichen Fusse des Gebirges, bei Ocker, Langelsheim u. s. w. liegen. Sie sind Communion, insofern Preussen (früher Hannover) $\frac{4}{7}$, Braunschweig $\frac{3}{7}$ des Ganzen in Anspruch nimmt.

Der eigentliche Oberharz, jetzt ein Theil des preussischen Staats und den Bezirk des Oberbergamts Clausthal bildend, ist das Gebiet der westlich vom Bruchberge im Devon und Kohlengebirge aufsetzenden Gänge, welche in gewisse Gruppen oder Gangzüge vertheilt sind. Wir nennen von denselben den

Burgstädter und Zellerfelder Hauptzug (Grube Dorothea, Caroline),
Rosenhöfer Gangzug (Grube Silbersegen),
Silberner Gangzug (Grube Bergwerkswohlfaht).

Lautenthal-Hahnenkleer, den Bockswieser-, Schulenberg-, Festenburg-, Gemkenthaler, den Hütschenthal-, Spiegelthal-, Hausherzberger Gangzug und einige andere.

Der tiefe Georgstollen, von 1777 bis 1799 gebaut und 1835 bis zum Spiegelthal und der Bockswiese fortgesetzt, löst die Gruben des Burgstädter und Rosenhöfer Zuges in 130 bis 140 Lachter (249·6 bis 268·77 M.) und hat im Ganzen eine Länge von 18·65 Kilometer. Seit 1851 ist ein tiefster Stollen, Ernst Auguststollen, im Bau.

Die grösseren Erzgänge streichen von Nordwest nach Südost (H. 7 bis 9) und fallen unter etwa 70° nach Süden und Südost.

Neben dem Bleiglanz sind Kupferkies, Schwefelkies und Zinkblende (diese namentlich im Lautenthaler Revier), seltener Bournonit und Fahlerz vorhanden. Die Gangarten sind Quarz, Kalkspath, Spatheisenstein, Schwerspath (dieser z. B. auf dem Silbernaler Gang).

Um ein ungefähres Bild von dem Gehalt der zu Schlich gezogenen Erze einiger Hauptgruben zu geben, folge hier eine Uebersicht der zehnjährigen Mittel:

G r u b e.	Blei Proc.	Silber T. Thle.
Anna Eleonore	59·4	1·32
Alter und Silbersegen	47·7	0·6
Bergmannstrost	58·4	0·73
Bergwerkswohlfahrt	50	1·7
Caroline	58·5	1·1
Dorothea	60·2	0·89
Güte des Herrn	61·4	0·55
Hülfe Gottes	52·4	1·75
Juliane Sophie	40 bis 50	0·45 bis 0·78
König Wilhelm	60·3	1·19
Kranich	63·1	1·24

Für die Aufbereitung der Erze besteht eine grosse Anzahl von Pochwerken.

Ausser dem Stuferz und Scheideerz werden alle Erze nebst dem Grubenklein aufbereitet, zu welchem Zweck Walz- und Pochwerke, Separations-, Schlamm- und Waschvorrichtungen vorhanden sind. Die Details der Oberharzzer Aufbereitung sind von Kerl in seiner Monographie zusammengestellt.

Für die Verhüttung unterscheidet man die durch Trockenpochen aus Stuferz und grösseren Graupen gewonnenen trockenen Schliche und die von den Pochwerken gelieferten nassen Schliche. Man bezeichnete bisher als einen Rost das Gewicht von 1800 Kilo trocknen Schlichs.

Das Probiren. — Es wird eine Nässeprobe gemacht (im Durchschnitt enthalten die Schliche 8 Proc. Feuchtigkeit). Was die Ausführung der Proben selbst betrifft, so ist davon schon früher (S. 69) die Rede gewesen, und bemerkt, dass das Schmelzen mit gereinigter Potasche unter einer Kochsalzschicht speciell als Harzer Bleiprobe bezeichnet werde. Der Silbergehalt wird, falls er nicht zu hoch ist, direct durch Cupellation des Bleies unter der Muffel bestimmt.

Der Gehalt der Erze an Kupferkies, Fahlerz und Bournonit bedingt die Entstehung kupferhaltiger Zwischenproducte (Kupferstein), welche der besonderen Kupferarbeit zufallen.

Der Kupferkies wird, so weit dies thunlich ist, für sich verhüttet, die Zinkblende aber wird in neuerer Zeit an Zinkhütten verkauft.

Die Verhüttung erfolgt auf drei Werken: 1. der Clausthaler (Frankenscharner), 2. der Lautenthaler, 3. der Altenauer Hütte, deren jährliche Production früher (d. h. bis vor zwanzig Jahren) etwa folgende war:

	1. Kilo.		2. Kilo.		3. Kilo.
Brandsilber ¹⁾	4 750 bis	5 000	2 000 bis	2 250	2 500 bis 2 750
Frischblei	1 600 000	" 1 700 000	900 000	" 950 000	1 000 000 " 1 150 000
Hartblei	60 000	" 70 000	15 000	" 20 000	30 000 " 35 000
Kaufglätte	400 000		150 000		95 000 " 100 000
Kies- und Krätzkupfer			12 500	" 14 000	35 000 " 45 000

Hierzu trat damals noch die Andreasberger Hütte, welche die weit mannichfaltigeren Erze des dortigen Reviers (unter denen eigentliche Silbererze, wie gediegen Silber, Antimonsilber, Rothgültigerz) verarbeitete, und deren jährliche Production auf

Brandsilber		1 500 bis	2 750 Kilo
Frischblei		25 000 "	45 000 "
Hartblei		15 000 "	20 000 "
Krätzkupfer		12 500 "	17 500 "

angegeben wird.

Die mittlere Jahresproduction der sämtlichen Oberharzer Hütten in dem Zeitraum 1840 bis 1848 war:

Brandsilber		11381·4 Kilo
Frischblei		3 Mill. 725738·5 "
Hartblei		76671 "
Kaufglätte		597350 "

In früheren Zeiten wurden die Erze geröstet und über Krummöfen verschmolzen. Dabei fielen silberhaltige Schlacken mit 10 bis 20 Proc. Blei und ausserdem entstanden erhebliche Metallverluste durch Verflüchtigung beim Rösten und Schmelzen.

Eine neue Periode begann für die Oberharzer Bleihütten durch die Einführung der Niederschlagsarbeit²⁾, d. h. die Zersetzung des ungerösteten Bleiglanzes durch metallisches Eisen. Das Wesentliche dieses Verfahrens ist folgendes:

Die Schliche wurden gattirt, um einen gleichbleibenden Metallgehalt zu haben. Man beschickte sie mit 12 bis 14 Proc. Eisen in Granalien

¹⁾ 4 Mark = 1 Kilo gesetzt.
des Jahrhunderts nach Koch.

²⁾ Seit 1774 nach Kerl. Seit Anfang die-

oder kleinen Stücken, mit Schlacken (in der Regel vom Steinschmelzen) und mit sogenannten bleiischen Vorschlägen: Glätte, Abstrich, Heerd, und verschmolz das Ganze in zu Hohöfen erhöhten Krummöfen bei Holzkohlen. Diese Hohöfen, 6·9 M. hoch, ein- oder zweiförmig, im Gestell mit Sandsteinplatten ausgesetzt und mit Flugstaubkammern versehen, nach Art der Sumpfföfen zugemacht, wurden beim Betriebe so besetzt, dass die Beschickung durch die Gicht gegen die hintere oder Formwand, die Kohlen gegen die vordere Wand (Brust) gestürzt wurden. Man schmolz mit dunkler Gicht und unter Bildung einer durch den Formspiess zu richtenden Nase, um die Wirkung des Windes gleichförmiger zu erhalten.

Die Producte dieses Schlichschmelzens (Schlichdurchstechens) waren Werkblei (im Mittel 1·332 T. Thle. Silber), welches zum Abtreiben kam, Stein und Schlacken (Schlichschlacken). Diese letzteren waren eisenreiche Bisilicate. Der Stein, im wesentlichen eine isomorphe Mischung der Sulfurete von Blei und Eisen, mit kleinen Mengen Silber, Kupfer, Zink, Antimon etc., unter Umständen in Würfeln krystallisirend, schwankte im Bleigehalt von 40 bis 70 Proc. und enthielt stets metallisches Blei eingeschlossen. Er wurde in grossen Haufen unter einer Bedachung geröstet, und zwar in 3 bis 6 Feuern, und dann mit Schlichschlacken, bleiischen Zuschlägen und Eisen über Krummöfen verschmolzen — das Steinschmelzen (Steindurchstechen). Die Producte waren wiederum Werkblei, Stein (vom ersten Durchstechen) und Schlacken (Steinschlacken). Letztere waren eisenreiche Gemenge von Singulo- und Bisilicaten, der Stein war ärmer an Eisen, reicher an Kupfer geworden. Es hatten sich beim Rösten die Metalle theils in Oxyde, theils in Sulfate verwandelt, und letztere waren, was Eisen und Kupfer betrifft, im Verlauf des Röstens theilweise wieder zersetzt worden. Beim Schmelzen trat sämmtliches oxydirte Eisen in die Schlacke, das oxydirte Kupfer aber wurde durch das noch vorhandene Schwefeleisen zerlegt und im Stein concentrirt, das Bleioxyd und Sulfat aber durch das Schwefelblei und durch Reduction zu Blei. Dieser, dem Concentriren oder Spuren der Kupfersteine analoge Wechsel von Rösten und Schmelzen wurde mit dem Stein mehrfach wiederholt, bis beim vierten Durchstechen ein 20 bis 35 Proc. Kupfer enthaltender Stein fiel, welcher als Kupferstein auf der Altenauer Hütte zu Gute gemacht wurde¹⁾.

Die Erfahrung hatte gelehrt, dass die Niederschlagsarbeit hinsichtlich des Silberausbringens sehr günstige Resultate giebt, dass aber der Bleiverlust 8 bis 9 Proc. und bei blendereichen Erzen bis 12 Proc. beträgt, wozu noch 10 Proc. Verlust beim Abtreiben des Werkbleies kommen. Dieser grosse Verlust entstand durch Verflüchtigung beim Rösten und Schmelzen und durch Verschlackung, wie denn die Schlacken häufig

¹⁾ Ausführliche Beschreibungen der Oberharzer Bleischmelzprocesse finden sich in den metallurgischen Lehr- und Handbüchern, insbesondere in Kerl's Monographie der Oberharzer Hüttenprocesse.

über 5 Proc. Blei enthielten. Und endlich kam der Verbrauch einer sehr grossen Menge Eisen in Betracht, welche sich auf 1 400 000 K. jährlich belief.

Dieser Nachtheile wegen hat man sich schon lange Zeit mit Versuchen beschäftigt, die Oberharzer Bleischmelzprocesse abzuändern. So versuchte man die Anwendung von Flammöfen, fand indessen, dass die Erzschlacke wegen ihres Kieselsäuregehalts schon in der Röstperiode eine Verschlackung erlitten, und es stellte sich heraus, dass diese so einfache Methode höchstens bei 2 Proc. Kieselsäure anwendbar ist. Versuchte man das französische Verfahren, bei welchem das Rösten bei möglichst niedriger Temperatur lange fortgesetzt wird, um viel Bleisulfat zu bilden, so trat auch hier bei mehr als 7 Proc. Kieselsäure ein Verschlacken des Bleies ein. Ueberdies trugen Schwefelantimon und Spatheisenstein wesentlich hierzu bei.

Man kehrte wieder zu Schachtöfen zurück, und versuchte Rastöfen, welche also nach Art der Eisenhohöfen zugestellt waren, erhielt aber einen sehr ungleichmässigen Ofengang und bedeutende Silberverluste. Auch in den gewöhnlichen Öfen schlug man statt metallischen Eisens Frischschlacken oder Eisenerze zu, ohne jedoch günstigere Resultate zu erlangen. Man kam nun auf den Gedanken, die eisenreichen Schlacken von dem Verschmelzen der kiesigen Erze des Rammelsbergs auf den Hütten des Communion-Unterharzes, z. B. zur Ocker, zu verwenden, welche sich dort seit langer Zeit angesammelt haben. Diese Schlacken enthalten nach einem Durchschnitt zweier Analysen von Streng:

Kieselsäure	17.06	
Thonerde	3.21	
Eisenoxydul	70.05	= Eisen 54.5
Kalk	3.32	
Magnesia	1.06	
Manganoxydul	0.30	
Kupferoxydul	1.84	
Zink- und Kobaltoxyd . .	1.26	
Schwefel	1.65	
	99.75	

Wenn sie wirklich homogene Silicate wären und nicht Eisenoxydoxydul beigemengt enthielten, was nach S. 246 sehr wahrscheinlich ist, so würden sie höchst basisch, nämlich Viertelsilicate, R^4SiO^6 sein.

Aus diesen Schlacken liessen sich bei Beschickung mit Kupferschlacken und Kalkstein im Eisenhohofen mit Kokes 52 bis 54 Proc. eines dünnflüssigen grauen Roheisens erblasen, welches (auf Altenauer Hütte 1865) nach Henkel (a.) und nach Streng (b. und c.) enthielt:

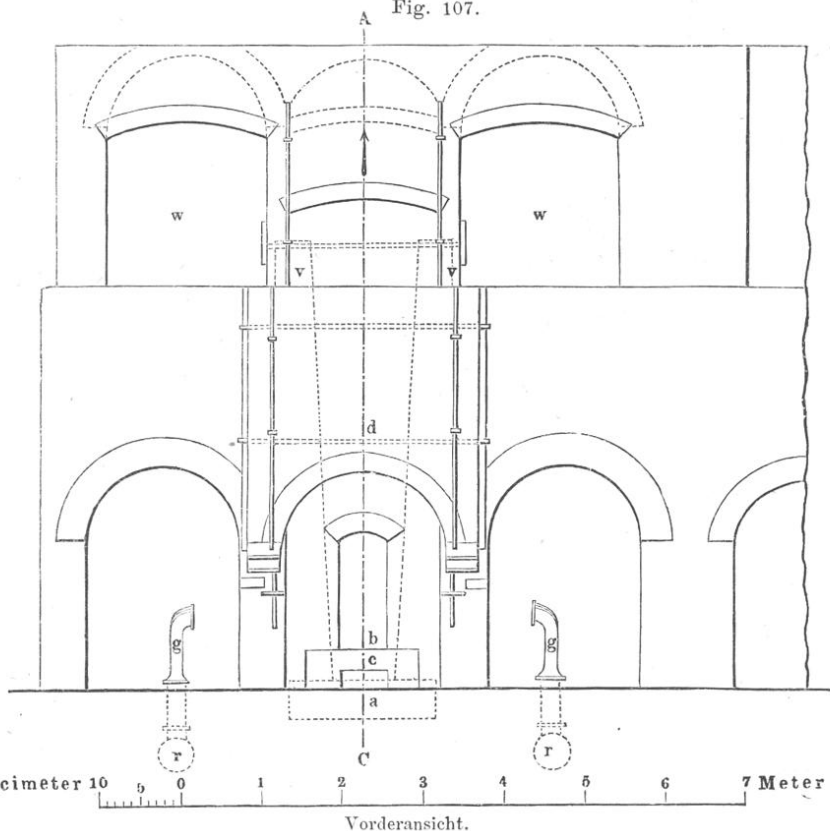
	a.	b.	c. ¹⁾
Graphit	0·11	1·40	2·46
Geb. Kohlenstoff	0·84		
Kupfer	2·42	2·36	2·20
Silicium	0·98	0·35	
Schwefel	1·47	1·25	0·14
Antimon	0·17	0·07	
Arsen	0·03	P 0·22	

Aus einer ähnlichen Kupferschlacke von Sophienhütte liess sich ein Roheisen erblasen, welches nach Hilgenberg 1·2 Kohlenstoff, 1·4 Kupfer, 0·08 Silicium, 0·18 Phosphor und 2·17 Schwefel enthielt.

Schon bevor diese Versuche gemacht wurden (1865 und 1866), war auf Altenauer Hütte ein Rachtette-Ofen für die Niederschlagsarbeit mit metallischem Eisen erbaut und später durch Einführen von Wasserkühlung modificirt worden.

Die Figuren 107 bis 113 geben denselben und den später auf Lautenthaler Hütte construirten wieder.

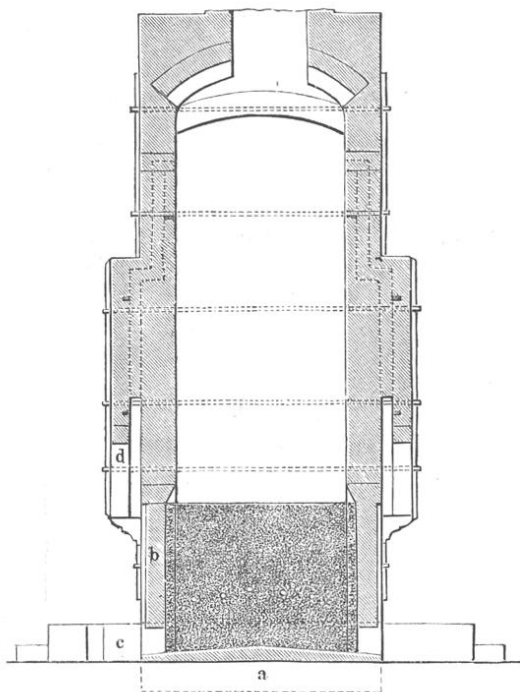
Fig. 107.



¹⁾ Von Rothehütte 1866.

Der Rachtette-Ofen¹⁾ ist im Lichten 3 M. lang, im Gestell 0·94 M. weit und 6·277 M. hoch. Die langen Seiten liegen geneigt und erweitert

Fig. 108.



Längsschnitt nach A C in Fig. 107.

über die hinweg die Schlacken continuirlich abfließen. An jeder kurzen Seite des Ofens befindet sich eine solche Vorwand nebst Heerd, so dass sich der Ofen nach zwei Seiten hin ergießt. Von jeder Vorwand ab steigt die Ofensohle bis zur Mitte, und sind die Formen dem entsprechend gelegt, so dass jede gleich hoch über der Sohle liegt.

In den Zeichnungen bedeutet:

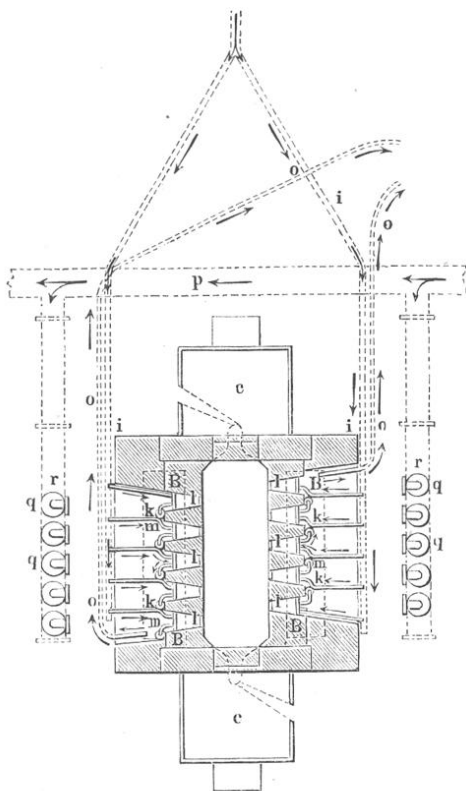
- v* a den Aufgebraum,
- w* b den Beschickungsboden,
- c* den Ofenschacht,
- d* die Kernschachtmauerung,
- e* das Raughemäuer,
- f* die Verankerungen,

¹⁾ Die Figuren und die nachfolgende Beschreibung sind entnommen der Abhandlung von Koch: Das Verschmelzen der Bleierze auf dem Oberharz. Ztschr. B. H. S. 17, 365 (1869). Und der Abhandlung: Neuerungen auf den Oberharzer Silberhütten. B. H. Ztg. 1867.

sich der Ofen bis zur Gicht gleichmässig zu 1·49 M.; die kurzen Seiten stehen senkrecht. Der Ofen besitzt auf jeder Längsseite fünf, im Ganzen also zehn Formen, welche divergirend gelegt sind. Die Formen haben 0·049, die Düsen 0·046 M. Durchmesser, und es wird mit 0·017 bis 0·02 M. Quecksilberpressung geblasen. Der Ofen ist, wie ein Hohofen, mit offener Brust zugestellt, d. h. unter der Vorwand, welche bis auf den Vorheerd niedergeht, ist eine Vertiefung von 0·3 M. ausgeschnitten, in welcher sich Werke und Stein ansammeln,

g die Flugstaubkammern,
h die Formgewölbe,
l i die Wasserformen, welche auf Wasserkästen ruhen,
i, k, m, n, o, k die Leitungen für die Kühlwasser,
p, q, r, l die Windleitungen,
m die Windstöcke,
b, n die Vorsetzsteine,
c, o die Vorheerde,

Fig. 109.



p die Heerdbleche,
q die Sumpfe,
a, r den Sohlstein,
s die Stiche,
t die Stechheerde,
u die Werkpfannen,
v die Gänge zu dem Aufgebauraum,
w die Wasserdruckfässer für die Kühlwasser.

Durch Einführung der Wasserkühlung nach den Erfahrungen der drei ersten Campagnen wurden die Formen und das Gestell geschützt, und es liessen sich halbjährige und jährige Campagnen machen, wiewohl der Brennmaterialverbrauch um 15 Proc. grösser als bei den alten Hohöfen war.

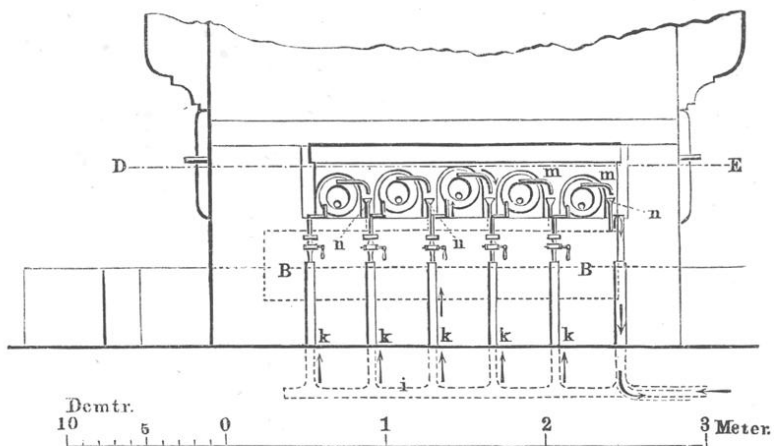
Nachdem man sich überzeugt hat, dass der Rachtete-Ofen zur Reduction des Eisens aus den oben erwähnten Unterharzer Kupferschlacken geeignet sei, setzte man diese an Stelle des metallischen Eisens in der Beschickung. Hierbei ging ihr Silber in das Werk-

Horizontalschnitt nach D E in Fig. 110.

a der Sohlstein. *b* die Vorsetzsteine. *c* der Vorheerd.
l die Wasserformen. *i, k, m, n, o* die Leitung für die Kühlwasser. *p, q, r* die Windleitung. *v* der Aufgebauraum. *w* der Beschickungsboden.

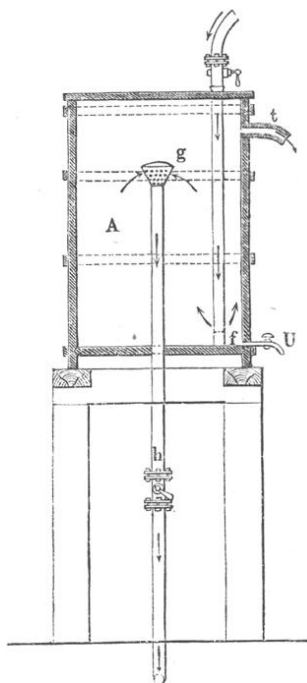
blei, ihr Kupfer in den Stein. Indem man aber auch bleiarne Schlacken und einen Stein mit höchstens 10 Proc. Blei zu produciren bemüht war,

Fig. 110.



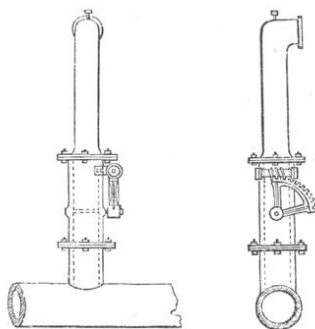
Formgewölbe.

Fig. 111.



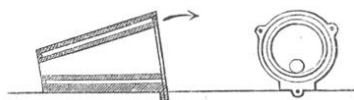
Wasserreservoir zur Versorgung der Formen.

Fig. 112.



Die Düsen.

Fig. 113.



Durchschnitte der Düsen.

um letzteren in Oefen zu rösten, und die schweflige Säure zur Fabrication von Schwefelsäure zu benutzen, was bei bleireicheren Steinen ihres Sinterns wegen unthunlich ist, blieb man bei den bisherigen Versuchen nicht stehen, welche Schlacken mit 1·5 bis 2 Proc. Blei, und Stein mit 15 bis 20 Proc. geliefert hatten, verliess die von dem früheren Betrieb herstammende Methode, die Beschickung gegen die Formwände, die Kokes in die Mitte zu bringen, und entschloss sich, wie beim Eisenhohofen, einen Gichtenwechsel zu befolgen. Dies hatte die günstigsten Folgen; die Schlacken zeigten im Mittel 0·5, der Stein 8 Proc. Blei; von 100 Thln. Blei in der Beschickung brachte man 92 Thle. aus (gegen 62 früher). Demgemäss wurde der Schmelzprocess in dieser Weise in Altenau und in Clausthal seit 1867 eingeführt.

Die Beschickung setzt sich jetzt aus Bleiglanz und Kupferschlacken zusammen, denen bleiische Vorschläge zugegeben werden.

Der Nutzen der Kupferschlacken beschränkt sich nicht darauf, dass sie das zur Zersetzung des Bleiglanzes nöthige Eisen liefern, sondern auch die Kieselsäure der Schliche verschlacken.

Neuerlich hat man die Kupferschlacken von Ocker theilweise durch gerösteten Bleistein ersetzt, und so gute Resultate erhalten, dass dies Verfahren seit Anfang 1869 auf allen Hütten eingeführt ist.

Die Beschickung für den Rachtte-Ofen wird jetzt folgendermaassen gemacht:

	Clausthal	Lautenthal	Altenau
Erz	100	100	100
Gerösteter Stein	51	56	50
Unterharzer Kupferschlacken	60	115	87·3
Eigene Schlacken	93	75	53·3
Krätzschlich	3		
Krätzkupferschlacken			26·6
Vorschläge			4

Ueberschreitet die Windpressung 0·2 M. Quecksilberpressung nicht, so ist der Bleiverlust durch Verflüchtigung und Flugstaubbildung auf das geringste Maass reducirt und es wird auch das Entstehen von Eisensauen auf der Sohle des Ofens vermieden.

Die Menge der zuzuschlagenden Kupferschlacken steigt mit dem Kieselsäuregehalt der Bleiglanzschliche, unter Umständen bis auf 180 Proc. derselben. Ueberhaupt aber bedingt die Grösse der inneren Fläche des Rachtte-Ofens und das an zwei Seiten erfolgende Abstechen einen grösseren Schlackenzuschlag als früher, gewöhnlich 160 bis 170 Proc., wovon 40 bis 70 Proc. aus unreinen Schlacken der eigenen Arbeit oder aus älteren bleihaltigen bestehen. Allerdings führt dies einen stärkeren Verbrauch von Kohlen mit sich.

Eine Beschickungsgicht ist = 1050 bis 1350 Kilo, eine Kokesgicht = 150 Kilo. Die Gichten gehen gleichförmig nieder, und wenn sich an

den kürzeren Seiten Massen festsetzen wollen, beseitigt das Aufgeben von bleiischen Vorschlägen diesen Uebelstand. Aber selbst bei zinkreicher Beschickung, wie auf Lautenthaler Hütte, war der Ofen nach einer jährigen Campagne in noch betriebsfähigem Zustande.

Die Construction des Ofens hat dunkle Gichten zur Folge, die Temperatur ist dort sehr niedrig, die Glühhitze fängt bei normalem Gange erst in 2 M. Tiefe an.

In 24 Stunden werden 7500 Kilo Erz = 20 000 Kilo Beschickung mit 2500 K. Kokes verschmolzen. Es resultiren 5000 K. Werkblei, 4000 K. Bleistein und Schlacken, über deren Zusammensetzung folgende Angaben vorliegen:

Werkblei		Stein	
Blei . . .	98·970	Schwefel . . .	29·55
Antimon . .	0·618	Eisen . . .	55·72
Kupfer . .	0·275	Blei . . .	7·98
Silber . .	0·127	Kupfer . .	4·39
Zink . .	0·008	Zink . .	1·12
Eisen . .	0·002	Silber . .	0·03
		Antimon . .	0·35
	100		
			99·14

Schlacken

Kieselsäure	43·60
Thonerde	15·50
Eisenoxydul	31·68
Kalk	6·50
Magnesia	1·56
Bleioxyd	0·70
	99·54

und 0·008 T. Thle. Silber, sowie Spuren von Antimon, Zink, Kupfer und Baryt.

Das bei vergleichenden Schmelzarbeiten mit demselben Erzschild im September 1866 gefallene Werkblei und der Stein sind von Ey untersucht worden. A. im Schlichofen, B. im Rachtette-Ofen.

Werkblei.

	A.	B.
	Proc.	Proc.
Antimon	0·697	0·442
Kupfer	0·224	0·285
Eisen	0·004	0·003

	Stein.	
	A.	B.
	Proc.	Proc.
Schwefel	26·57	26·67
Blei	21·65	10·88
Eisen	46·63	55·90
Kupfer	2·37	3·33
Zink	0·81	1·13
Antimon	0·17	0·27
	98·20	98·18

Auch von den Schlacken des neueren Processes (vom Jahre 1866) sind noch zwei Analysen anzuführen:

	1.	2.
	Kerl.	Hilgenberg.
Kieselsäure	45·1	41·06
Thonerde	8·4	7·28
Eisenoxydul	33·4	38·37
Kalk	7·8	7·58
Magnesia	0·9	0·93
Zinkoxyd	3·4	1·60
Bleioxyd	1·0	0·88
	100	97·70

Von der chemischen Constitution des Steins und der Schlacken wird weiterhin im Vergleich mit den früheren Producten die Rede sein.

Der Stein wird in Stücke von 24 bis 36 Cubikcentim. zerschlagen, und in 3·76 M. hohen quadratischen Schachtöfen, welche oben 1·57 M. lang und 1·25 M. breit sind, und deren Sohle 1·25 M. im Quadrat misst, geröstet. Man bringt den Stein an der Gicht zum Brennen, lässt das Feuer nicht mehr als 0·9 M. tief herunter gehen, und giebt immer frischen Stein auf, während das Röstgut durch zwei im Niveau der Ofensohle liegende Thüren herausgezogen wird. Auch in dem oberen Theil des Ofens befinden sich zwei Thüren zum Aufgeben und 0·6 M. unter der Gicht zwei solche zum Auflockern der Masse. Ist die Luftzuführung, die hauptsächlich durch die Ofenwände erfolgt, da die Thüren geschlossen sind, die richtige, so brennt der Ofen wochenlang ohne Unterbrechung fort. Ein jeder Röstofen ist durch ein Gewölbe geschlossen, durch welches eiserne Röhren die schweflige Säure in Bleikammern leiten.

Durch zweimaliges Rösten wird der Schwefel bis auf 12 Proc. entfernt, und diese werden vorläufig durch ein ferneres Rösten des Steins in Haufen auf die Hälfte vermindert.

Den gerösteten Bleistein, soweit derselbe nicht beim Erzschnmelzen als Zuschlag dient, verschmilzt man in 3 bis 3·75 M. hohen Krumm-

öfen mit einem Zuschlag von Schlacken vom Erzschnmelzen, zuweilen unter Zusatz von Eisen. Auch die Krummöfen versucht man nach dem Princip des Rchette-Ofens zu modificiren und mit Wasserformen zu versehen. In einem dreiförmigen Ofen werden 5000 bis 6500 K. gerösteten Bleisteins bei einer Windpressung von 0·03 bis 0·033 M. in 24 Stunden verschmolzen, und dadurch Werkblei, Kupferstein (etwa $\frac{1}{3}$ des Bleisteins) und Steinschlacke erhalten.

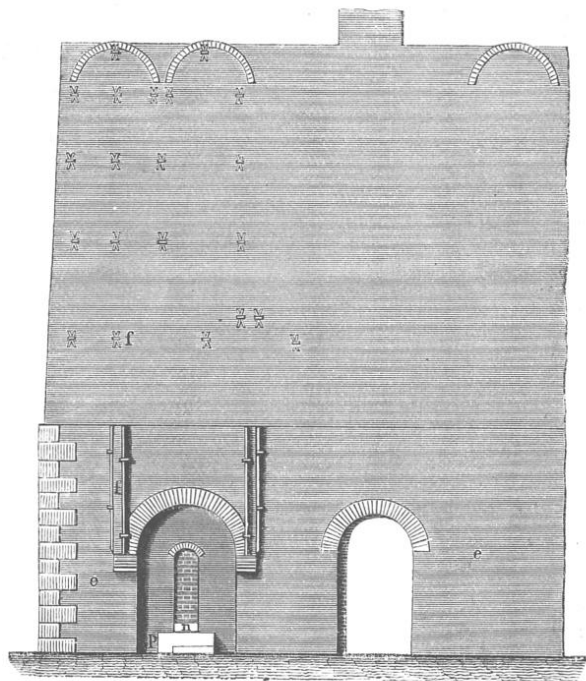
Der Kupferstein enthält 10 bis 12 Proc. Kupfer und 0·2 bis 0·3 T. Thle. Silber.

Die Steinschlacken bestehen nach einer Analyse aus:

Kieselsäure	29·25
Thonerde	13·95
Eisenoxydul	48·60
Kalk	5·85
Magnesia	0·71
Bleioxyd	0·57
Kupferoxyd	0·10
	99·03

mit 0·0066 T. Thln. Silber.

Fig. 114.



Der Kupferstein wird in Schachtöfen, gleich dem Bleistein, geröstet, in Krummöfen auf 24 bis 30 Proc. Kupfer concentrirt und zuletzt

Fig. 115.

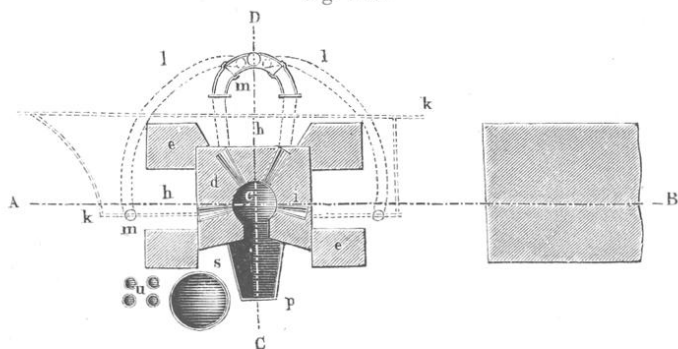
Grundriss nach *GH* der Fig. 116.

Fig. 116.

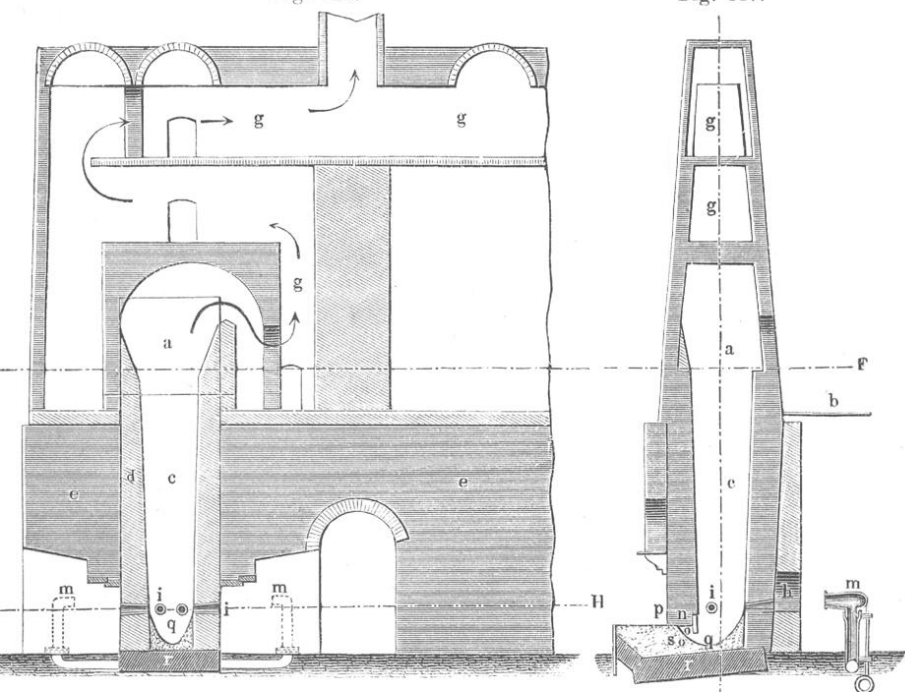


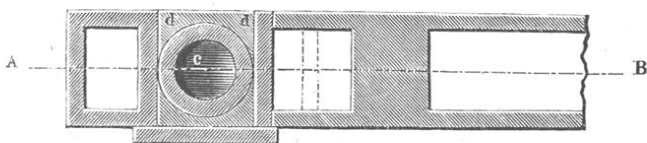
Fig. 117.

Runder Schmelzofen der Clausthaler Silberhütte. Schnitt nach *AB* der Fig. 115.Fig. 117 Schnitt nach *CD* der Fig. 115.

in Brillenöfen auf silberhaltiges Schwarzkupfer verschmolzen, während die bei diesen Arbeiten fallenden eisenreichen Schlacken, welche 0.5 bis 1 Proc. Kupfer enthalten, als Zuschlag beim Erzschnmelzen dienen.

Die Steinarbeit ist aber noch Gegenstand weiterer Versuche in Schacht- und Flammöfen.

Fig. 118.



Grundriss nach EF der Fig. 116 und 117.

Das jetzige Verfahren beim Erzschnmelzen bedingt nicht nothwendig den Gebrauch des Rachtette-Ofens. Man hat z. B. auf Clausthaler Hütte auch runde Oefen mit senkrechtem Schacht und drei Formen versucht, welche sich nach oben gleichförmig erweitern, und mithin gleich dem Rachtette-Ofen ein langsames Aufsteigen der Gase, mithin wenig Metallverluste ergeben (Fig. 114 bis 118). Das Resultat vergleichender Versuche war, dass das berechnete Gesamtausbringen zwar ziemlich gleich, das wirkliche Ausschnmelzen der Metalle aber im Rachtette-Ofen vollständiger erfolgte, insofern der Stein aus letzterem 8·5, der aus dem runden Ofen 11 Proc. Blei enthielt. Der Grund liegt jedoch nur darin, dass das Schnmelzen in dem letzteren zu rasch betrieben wurde. Es sollen daher die Versuche mit einem grösseren achtförmigen Ofen fortgesetzt werden, dessen räumlicher Inhalt dem des Rachtette-Ofens nahe kommt.

Auf Lautenthaler Hütte wurden 1 250 000 Kilo Erz zu einem Versuchsschnmelzen im Rachtette-Ofen verwendet. Die Beschickung bestand aus

100	Thln. Erz,
52·49	„ geröstetem Stein,
85	„ Kupferschlacken von Ocker,
62·51	„ Schlacken der eigenen Arbeit,
300.	

Man verbrauchte 48·09 Thle. Kokes, setzte aber in 24 Stunden nur 6500 Kilo Erz, statt früher (bei blossen Zusatz von Schlacken) 7500 Kilo durch, und brachte aus

100·8 Proc. Blei,	102·5 Proc. Silber
100·3 „ Kupfer	

(natürlich bezogen auf die docimastisch gefundenen Mengen)¹⁾.

Koch giebt eine Zusammenstellung des Ausbringens und der Kosten

¹⁾ Strauch: B. H. Ztg. 1867, 323.

bei dem alten und dem neuen Process, woraus wir folgende Data entnehmen:

Beim Verschmelzen von 100 Thln. Erz fielen

	beim alten Process	beim neuen Process
Werkblei	46·60	65·35
Bleistein	45·50	54·79
Hüttenrauch . . .	4·62	1·18
Ofenbruch	2·37	0·66
Schur und Bühnen .	0·44	0·29
Schlacken	176·59	184·65
	276·12	306·92

Von dem in der Beschickung enthaltenen Blei wurden ausgebracht:

90·03 Proc. 98·03 Proc.

Und auf 100 Thle. Erz wurden an Kupfer gewonnen:

0·514 1·38

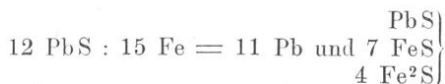
Der Gewinn beim Verhütten von 5000 Kilo Erz berechnete sich auf 52 Thlr. 25 Sgr. 10 Pf. (auf Lautenthaler Hütte bei ungünstigeren Verhältnissen auf etwa 45 Thlr.). Wenn also jetzt jährlich 11 500 000 Kilo Erz verschmolzen werden, so beträgt der Gewinn etwa 115 000 Thlr., und er würde sich bei der in Aussicht genommenen jährlichen Verhüttung von 20 Mill. Kilo Erz auf 200 000 Thlr. steigern. Hierzu kommt noch der Ertrag der Schwefelsäurefabrikation.

Nachdem der geröstete Stein beim Erzschnmelzen zugeschlagen wird, und einen Theil der alten Kupferschlacken ersetzt, sind die Schmelzkosten für 5000 Kilo Erz von 90 Thlr. auf $74\frac{2}{3}$ Thlr. gesunken. (1 Ctr. früher 27 Sgr., jetzt 22·5 Sgr.)

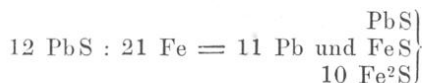
Theoretische Bemerkungen und analytische Daten für die Oberharzer Bleihüttenprocesse.

Die Zerlegung des Bleiglanzes durch Eisen. — Aus den früher (S. 35) mitgetheilten Versuchen von Nolte hatte sich ergeben, dass dasjenige Verhältniss, in welchem das Maximum von Blei aus Schwefelblei abgeschieden wird, das von 100 Thln. des letzteren gegen 27·5 bis 40 Eisen ist; d. h. 4 PbS gegen 5 bis 7 Fe. In diesem Fall werden 80 Thle. Blei erhalten, und da $100 \text{ PbS} = 86·6 \text{ Pb}$ sind, so erhält man nahe 92·4 Proc. oder $\frac{11}{12}$ der ganzen Bleimenge.

Zieht man den Process, wie er bei Anwendung von 27·5 Proc. Eisen vor sich geht, näher in Betracht, und setzt voraus, dass kein Theil Eisen unverbunden bleibt, so müssen zwei Schwefelungsstufen von Eisen entstehen. Der Vorgang wäre nämlich folgender:



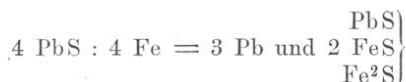
Bei dem Maximum von 40 Proc. Eisen aber hätte man



Die theoretische Ausbeute an Blei würde 91·7 Proc. der Gesamtmenge, oder 79·4 Thle. von 100 Thln. Schwefelblei sein.

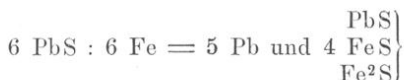
Unter solchen Umständen reducirt 1 Thl. Eisen 3·4 bis 2·4 Thle. Blei, oder zur Reduction von 1 Thl. Blei sind 0·3 bis 0·4 Thle. Eisen erforderlich.

Bei dem einfachen Verhältniss $\text{PbS} : \text{Fe}$, d. h. 100 Thle. Schwefelblei gegen 23·43 Thle. Eisen wurden nur 66 Thle. Blei reducirt, d. h. 76·2 Proc. der gesammten Menge, in runder Zahl $\frac{3}{4}$. Der Process muss also so verlaufen:



In diesem Fall reducirt 1 Thl. Eisen 2·8 Thle. Blei, oder 1 Thl. Blei erfordert 0·36 Thle. Eisen zur Reduction.

In der Praxis fallen auf 1 Thl. Eisen (welches allerdings Roheisen, d. h. kein reines Eisen ist) etwa 3,1 Thle. Blei, d. h. 6 At. Fe geben 5 At. Pb. Ist der Vorgang dabei:



so müssen 100 Thle. Schwefelblei 72·18 Thle. Blei oder 83·3 Proc. der Gesamtmenge, d. h. $\frac{5}{6}$ geben. Die Menge des Steins und des reducirt Bleies stehen dann in dem Verhältniss von 1 : 1·4 = 5 : 7 (in der Praxis 4 : 5 oder 3 : 4), und der Stein würde enthalten:

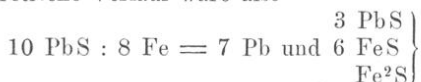
Schwefel	26·12
Eisen	45·72
Blei	28·16
	100

Im Grossen scheint man weniger Eisen anzuwenden, um nicht kupferhaltiges Blei zu gewinnen, insofern der Bleiglanz ja nicht rein ist, sondern FeS , Cu^2S , ZnS u. s. w. enthält.

Wenn man in den Schlichen einen mittleren Bleigehalt von 55 Proc. voraussetzt, welche 63·5 Proc. Bleiglanz entsprechen und 1 Rost = 36 Ctr. 14 Ctr. Werkblei und 15 Ctr. Stein giebt, so haben 100 Thle. Bleiglanz 61·43 Thle. Blei gegeben, d. h. nahezu 71 Proc. der gesammten Blei-

menge ($7/10$)¹). Wenn ferner, wie angegeben wird, 36 Ctr. Schlich mit 4·5 Ctr. Roheisen beschickt werden, und in diesem 96 Proc. Eisen vorzusetzen sind, so treten 22·8 Bleiglanz mit 4·32 Eisen in Wechselwirkung, entsprechend einem Atomverhältniss 5 PbS : 4 Fe oder 4 PbS : 3 Fe. Man hatte also auf 100 Thle. Bleiglanz nur 19 Thle. Eisen angewandt, und 61·4 Thle. Blei erhalten (1 Thl. Eisen = 3·23 Thle. Blei).

Der theoretische Verlauf wäre also



d. h. 100 Thle. Bleiglanz geben 60·6 Blei und 58·1 Stein, welcher aus

Schwefel	23·04
Blei	44·71
Eisen	32·25
	100

bestehen muss.

Dass die Menge des Steins etwas kleiner ist als die des Bleies, während sie in der Wirklichkeit etwas grösser ausfällt, muss den in den Erzen vorkommenden Sulfureten von Eisen, Kupfer, Zink u. s. w. zugeschrieben werden ²).

Die Zusammensetzung des Werkbleies.

Hampe hat vergleichende Analysen des alten Schlichwerkbleies und des jetzigen Werkbleies angestellt ³).

	Altes (Mittel) Proc.	Jetziges		
		a. Clausthal	b. Lautenthal	c. Altenau
Antimon	1·500	0·7203	0·5743	0·7685
Arsen	0·010	0·0064	0·0074	0·0009
Wismuth	0·001	0·0048	0·0082	0·0039
Kupfer	0·067	0·1862	0·2838	0·2399
Eisen	0·003	0·0064	0·0089	0·0035
Zink	0·003	0·0028	0·0024	0·0025
Nickel (Co)	0·002	0·0024	0·0071	0·0030
Silber	—	—	—	—
	1·586	0·9291	0·8921	1·0222

¹) Wenn Koch (S. 254) anführt, dass aus 100 Thln. Erz bisher 46·6 Werkblei ausgebracht wurden, so würde dies bei 55 Proc. Blei im Erz 73·2 Proc. des Bleiglanzes oder 84·73 Proc. der ganzen Bleimenge sein. ²) Bei jeder theoretischen Deutung der Niederschlagsarbeit darf nie vergessen werden, dass ein Theil des Bleiglanzes durch Verflüchtigung sich der Wirkung des Eisens entzieht.

³) Ztschrft. f. B. H. S. 18, 195.

Silbergehalt	Jetzt
Clausthal	
(1860 bis 66) 1·40 T. Thle.	1·412 T. Thle.
	(1867 bis 70 = 1·352 „ „ im Mittel)
Lautenthal	
(1864 bis 67) 1·4125 T. Thle.	1·431 „ „
Altenau	
(1855 bis 68) 1·733 „ „	1·400 „ „

Zusammensetzung des jetzigen Werkbleies nach dem Umschmelzen, wobei das Clausthaler 4 Proc., das Lautenthaler 5·2 Proc. Schlicker gab.

	Clausthal	Lautenthal
Antimon	0·7066	0·5554
Arsen	0·0053	0·0032
Wismuth	0·0050	0·0083
Kupfer	0·1096	0·0907
Eisen	0·0042	0·0048
Zink	0·0017	0·0015
Nickel	0·0017	0·0038
	0·8341	0·6677
Oder in anderen Proben		
Antimon	0·5823	0·3935
Kupfer	0·1040	0·1269

Und der Silbergehalt

1·42 T. Thle. 1·44 T. Thle.

Vergleicht man das ältere Werkblei mit dem jetzigen, so tritt zuerst der drei- bis vierfach grössere Kupfergehalt des letzteren hervor, eine Folge des Zuschlages der Unterharzer Kupferschlacken. Nach Einführung der Entsilberung durch Zink fällt das raffinirte Blei sehr kupferarm aus (0·001 bis 0·002 Proc.), weil das Kupfer sich ebenso leicht mit dem Zink legirt, wie das Silber, das Blei also durch jenes zugleich entkupfert wird.

Nickel, Kobalt und Wismuth stammen ebenfalls aus jenen Schlacken, die nach besonderen Untersuchungen 0,002 Proc. Wismuth, mitunter gewiss aber noch mehr enthalten.

Dagegen enthält das jetzige Werkblei weit weniger Antimon (die Hälfte oder ein Drittel), weil man den Abstrich nicht mehr mit verschmilzt, sondern zu Hartblei reducirt.

Vergleicht man ferner das jetzige Werkblei vor und nach dem Umschmelzen, so sieht man, dass die Gesamtmenge der fremden Metalle sich bei dem Clausthaler in dem Verhältniss von 10 : 9, bei dem Lautenthaler in dem von 4 : 3 vermindert hat. Setzt man die vorhandene Menge jedes einzelnen Metalles = 100, so sind nach dem Umschmelzen im

	Clausthaler	Lautenthaler
Antimon	98	97
Arsen	83	43
Wismuth	104	100
Kupfer	59	32
Eisen	66	54
Zink	61	62
Nickel	71	53

Durch das Umschmelzen wurden Antimon und Wismuth gar nicht abgeschieden. Dagegen wären vom Kupfer $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$, vom Eisen $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$, vom Zink $\frac{1}{3}$, vom Nickel $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ abgeschieden worden. Ob diese Ergebnisse allgemeine Gültigkeit haben, lässt sich erst nach Wiederholung der Versuche zu verschiedenen Zeiten sagen.

Hampe hat ferner die Durchschnittszusammensetzung des älteren Frisch- oder Muldenbleies (A.), sowie des späteren Armbleies vom Pattinsoniren (B.), und zwar vor Anwendung der Kupferschlacken beim Schlichtschmelzen mitgetheilt:

	A.	B.
Antimon	0·134	0·010
Wismuth	Spur	0·0006
Kupfer	0·060	0·015
Eisen	0·003	0·004
Zink	0·004	0·001
Nickel	0·005	0·001
	0·206	0·0316

Silber

A.	B.
0·028	0·022 T. Thle.
(aus zwölfjährigen Mitteln).	

Das Pattinsoniren hatte also den Gehalt fast auf $\frac{1}{7}$ herabgebracht. Nach Einführung der Unterharzer Kupferschlacken (Altenau: Juli 1866; Clausthal: Mai 1867; Lautenthal: December 1866) enthielt das pattinsonirte Blei 0·0386 Proc. Kupfer.

Ueber den Gehalt des raffinirten Bleies folgt das Nähere weiterhin in dem Abschnitte über die Zusammensetzung der käuflichen Bleisorten.

Die Zusammensetzung des Bleisteins.

Von den früher gefallenen Steinen, zur Zeit als man metallisches Eisen anwandte, d. h. vom Stein vom Schlichtschmelzen, sind folgende Untersuchungen bekannt:

I. Clausthaler Hütte.

1. Krystallisirt in Würfeln; V. G. = 6·11. 2. Derb.

	1.						2.
	a.	b.	c.	d.	e.	f.	
	Brüel	Vorbringer	Ohme	Rg	Joy	Hahn	Bodemann
Schwefel . . .	15·34	15·75	17·5	20·45	16·12	25·65	23·82
Blei	73·34	73·19	63·0	48·81	52·27	39·79	41·50
Eisen	9·90	7·93	19·0	27·54	28·32	34·32	34·05
Kupfer	0·39	0·25	0·2	1·73	1·42	0·34	0·36
Zink	0·20	1·56	—	1·02	1·56	—	—
Silber	0·12	—	—	—	—	—	0·12
Antimon	0·40	0·79	—	0·45	0·31	—	0·66
	99·69	99·47	99·7	100	100	100·8	100·51

II. Lautenthaler Hütte.

1. Krystallisirt. 2. Derb.

	1.			2.	
	a.	b.	c.	d ¹⁾ .	e.
	Bodemann		Brüel	Bodem.	C. Bromeis
Schwefel	17·27	18·92	16·40	19·33	18·71
Blei	65·78	59·33	60·81 ²⁾	53·31	63·79
Eisen	13·15	19·79	20·55	21·77	13·72
Kupfer	1·15	1·10	0·49	0·23	1·53
Zink	0·67	0·17	0·55	2·25	2·25
Antimon	0·18	0·13	0·36	0·38	—
	98·20	99·41	99·15	97·26	100

Man ersieht hieraus den zwischen 40 und 70 Proc. schwankenden Bleigehalt dieser Steine.

Ihre chemische Constitution ist nicht leicht zu deuten. Selbst der krystallisirte Stein von Clausthaler Hütte enthält metallisches Blei, was sich beim Zerreiben und auf angeschliffenen Flächen zu erkennen giebt. Allein es ist nicht gut möglich, die Menge desselben genau zu bestimmen. Als ich das Pulver von I. d. schlammte, blieben $8\frac{1}{4}$ Proc. Rückstand, der zu dreiviertel aus Blei bestand. Kochende Chlorwasserstoffsäure, welche sonst Blei kaum angreift, löst die ganze Masse des Steins, sogar den abgeschlammten Theil, vollständig auf.

Das Eisen muss als Sulfuret und als Halbsulfuret vorhanden sein, denn wenn ersteres allein vorhanden wäre, müssten öfters sehr grosse Mengen Blei metallisch vorhanden sein, weit mehr, als sich mit Wahrscheinlichkeit annehmen lässt (in I. a. 13, c. 20·3, d. 24·5, f. 13·5 Proc. in I. 2. 15·8; in II. c. 34, d. 17·3 Proc.).

Frühere Annahmen Hausmann's, die Bleisteine enthielten Magnet-

¹⁾ Von dem Stück, wovon b. ²⁾ Einschl. 0·11 Silber.

kies, sind durchaus irrig, weil diese Schwefelungsstufe in der Hitze zu Sulfuret, FeS , wird.

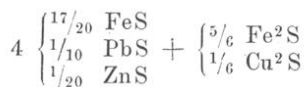
Von dem im Rachtte-Ofen fallenden Stein aus neuester Zeit wurde oben (S. 258) eine Analyse mitgetheilt. Er enthält nur 8 Proc. Blei, ist also weit bleiärmer als alle früheren Steine; ist nichts davon unverbunden vorhanden, so kann man die Zusammensetzung in folgender Art berechnen:

	Schwefel	
Blei . . .	7·88 =	1·23 = PbS 9·21
($\frac{2}{3}$) Eisen . .	37·15 =	21·23 = FeS 58·38
Zink . . .	1·12 =	0·56 = ZnS 1·68
Kupfer . .	4·39 =	1·11 = Cu^2S 5·50
($\frac{1}{3}$) Eisen . .	18·57 =	5·30 = Fe^2S 23·87
Antimon .	0·35 =	0·14 = Sb^2S^3 0·49
	29·57	99·13

Er wäre ziemlich nahe



Oder



Zusammensetzung der Schlacken.

Die Schlacken des früheren Schlichschmelzens sind schwarz, glänzend und glasisch oder steinig. Ihr V. G. ist = 3,538 (R.).

Analysen: I. Von Clausthaler Hütte. 1. Von gutem Gange, a. untere schwärzliche, b. obere grünliche Schlacke eines Stücks. Bodemann. 2. Schwarz. Rammelsberg. 3. Ulrich.

	1.		2.	3 ¹⁾ .
	a.	b.		
Kieselsäure	48·80	53·9	45·00	49·26
Thonerde	4·62	4·4	4·62	3·32
Eisenoxydul (Mn) . .	36·00	32·0	35·83	34·82
Kalk	3·26	5·6	6·31	5·45
Magnesia	1·24	1·3	0·75	0·60
Bleioxyd	5·30	4·2	7·80	4·12
	99·22	101·4	100·31	97·57

II. Von Lautenthaler Hütte. 4. Ulrich. 5. Streng.

III. Von Altenauer Hütte. 6. Ulrich. 7. Streng.

¹⁾ Nach Abzug von 1·71 FeS , 1·5 ZnS und 0·22 Sb^2S^3 .

	4 ¹⁾ .	5 ²⁾ .	6 ³⁾ .	7.
Kieselsäure	43·24	44·10	55·58	41·90
Thonerde	2·69	11·01	3·94	4·09
Eisenoxydul	35·57	32·83	29·58	34·82
Kalk	7·20	5·55	5·54	11·64
Magnesia	0·66	0·17	1·12	1·36
Bleioxyd	7·70	7·00	4·95	2·40
Zinkoxyd	1·33	—	—	2·40
	98·39	100·66	100·71	98·61

Es sind im Allgemeinen Bisilicate.

Die Schlacke von dem Rachtte-Ofen-Betrieb, deren Analyse S. 258 angeführt wurde, zeichnet sich durch ihren grossen Thonerdegehalt aus. In ihr ist der Sauerstoff von

$$\text{RO} : \text{AlO}^3 : \text{SiO}^2 = 9·52 : 7·25 : 23·25.$$

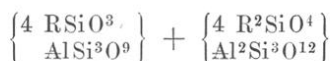
Sie ist also im Ganzen ein Gemisch von Singulo- und Bisilicaten,



und



oder specieller



Die S. 260 erwähnte Steinschlacke des neueren Betriebs ist sehr thonerdereich und zugleich sehr basisch, denn der Sauerstoff des Oxyds und der Säure ist = 5 : 4. Sie mag also aus Halb- und Drittelsilicat bestehen



und



wobei $\text{Al} : \text{R} = 1 : 6$ ist.

Unter den Ofenbrüchen finden sich zum Theil krystallisirte Producte, vor allem krystallisirter Bleiglanz von bekanntem Ansehen. Nach Metzger enthielt eine Probe 3·2 Proc. Schwefeleisen und 2·5 Schwefelantimon. Ferner Zinkblende in blätterigen, starkglänzenden Massen, Zinkoxyd in gelbgrünen Krystallen, sowie feine violettrothe Nadeln, welche vielleicht mit dem auf Nassauer Hütten beobachteten Antimonkupfernickel identisch sind.

Der Flugstaub oder Hüttenrauch, welcher sich in den Condensationsräumen niederschlägt, enthält nach einer älteren Untersuchung von Rivot 34·8 Proc. Blei im geschwefelten und etwa 18 Proc. im oxydirten Zustande, ausserdem Kieselsäure, Eisenoxyd, Zink, Antimon, Kohle u. s. w.

¹⁾ Nach Abzug von 1·58 FeS und 3·6 ZnS. ²⁾ Desgl. 5·86 FeS. ³⁾ Desgl. 3·16 FeS.

Die Bleihüttenprocesse auf der Victor-Friedrichs-Hütte.

Im östlichen Theil des Harzes wiederholen sich in gewisser Art die Erscheinungen am Oberharz. Dem Clausthal-Zellerfelder Plateau entspricht dasjenige von Harzgerode zwischen den Thälern der Selke und der Wipper, und das herrschende Gestein sind Thonschiefer und Grauwacke, welche an der Grenze des Silur und Devon stehen, Kalkzüge einschliessen und von zahlreichen Diabasmassen durchsetzt sind, welche, dem Schichtensystem eingelagert, als flache Kuppen zu Tage treten.

In diesem Gebiet setzt eine Reihe unter sich paralleler zwischen h. 4, 7 und 9 streichender Erzgänge auf, und zwar, von Norden nach Süden fortschreitend:

I. Nördlich von Harzgerode.

1. Der Schalkenburger Zug nahe bei Mägdesprung.
2. Der Gang Nr. I des Herzog-Alexius-Erbstollens; führt Bleiglanz, Quarz, etwas Spatheisenstein und Schwerspath ¹⁾. Er ist in den Jahren 1839 bis 1845 betrieben worden.

3. Der Drusenzug. Der Bergbau auf diesem Gangzuge ist schon sehr alt (Grube Hoffnung Gottes), kam im Jahre 1736 zum Erliegen und ist noch nicht wieder aufgenommen.

4. Der reiche Davidgang, ebenfalls nicht mehr im Betrieb. Aus dem alten Stollen fliesst die eisenhaltige Badequelle von Alexisbad ab.

II. Südlich von Harzgerode, nördlich von Neudorf:

5. Der Feld- und Quellenzug. Auf ihm wurde die Grube Albertine von 1822 bis 1850 betrieben, und lieferte silberreichen Bleiglanz und auf einem Nebentrumm auch Nickelglanz ²⁾. Die allzugrossen Kosten der Wasserhaltung durch Dampfkraft zwangen indessen zur Einstellung des Abbaues, der nach Vollendung eines tiefen Stollens wird wieder aufgenommen werden können.

6. Der Fürst-Victor-Friedrichszug, dessen östliche Fortsetzung der Biwender Zug bildet, schon früher lebhaft verfolgt, wird auch jetzt noch theilweise abgebaut, und liefert Bleiglanz mit 2·2 bis 2·35 T. Thln. Silber, jedoch nur als Pocherz.

III. Südlich von Neudorf:

7. Der Hauptgangzug mit den Gruben Pfaffenberg und Meiseberg, der ein nördliches Einfallen hat, während alle vorhergenannten ein südliches haben. Auf ihm findet vorzugsweise der Betrieb des ganzen Reviers statt. Nach Westen scheint er sich in dem Birnbaumer Zug fortzusetzen. Aber überall sind die verschiedenen Erzmittel in ih-

¹⁾ Auf diesem Gange kam der Heteromorphit vor, der früher von Zincken und mir beschrieben wurde. S. Pogg. Ann. 77, 236. ²⁾ S. meine Untersuchungen in Pogg. Ann. 64, 189 und 68, 511.

rem Streichen mehr oder weniger ins Hangende oder Liegende verworfen, und auf den genannten Gruben ist der Erzgang überdies von einem Spatheisensteingang begleitet. Die einzelnen Erzmittel sind meist durch ein Netz von Trümmern gebildet, die sich in der Tiefe entweder auskeilen, oder erzleer fortsetzen.

Bleiglanz, Fahlerz, Bournonit, Kupferkies, Schwefelkies, Zinkblende, Spatheisenstein, Quarz, Kalkspath sind die Mineralien, denen Flussspath, Wolfram und Scheelit als Seltenheiten sich anreihen. Die Beobachtung führt zu dem Schluss, dass die Bildung dieser Mineralien in verschiedenen Perioden stattgefunden habe; Quarz ist in allen vertreten, Zinkblende nicht mehr in den jüngeren, Bleiglanz reicht etwas weiter, und Fahlerz und Kupferkies scheinen relativ neuere Bildungen zu sein. Allein die ursprüngliche Gangführung dürfte eine andere gewesen sein, denn man findet zahlreiche cubische Hohlräume und Eindrücke in Kalkspath oder Quarz, die unbezweifelt von Flussspath herühren.

Die jährliche Förderung der Gruben Pfaffenberg und Meiseberg betrug in der letzten Zeit (abgesehen von Spatheisenstein) 750 000 bis 800 000 Kilo Erz, entsprechend 290 000 bis 300 000 Kilo Blei und 500 bis 525 Kilo Silber¹⁾.

Die Erze, als Wände und Grubenklein gefördert, werden in den Scheidestuben einer Handscheidung unterzogen, wodurch sogenannte Knörper gewonnen werden, und zwar

1. Stauferze (reiner Bleiglanz).
2. Ordinäre Rohschmelzer (mehr als die Hälfte Bleiglanz, in Spatheisenstein).
3. Blendige Rohschmelzer.
4. Gemischter Kies (worin Kupferkies, Fahlerz, Bournonit).
5. Abschlag oder Scheidemehl.

Die vier ersten Sorten gelangen als Knörper, d. h. Stücke von 0·025 bis 0·033 M. Seite zum Verschmelzen. Ausserdem fallen Pocherze verschiedener Art, welche auf den Pochwerken in Setzgruppen und Schliche verwandelt werden.

Die jährliche Production wird, wie gesagt, zu etwa 800 000 Kilo Erz angegeben, und der Metallgehalt zu 26·5 bis 36 Proc. Blei und zu 0·512 bis 0·68 T. Thln. Silber, während der Durchschnittsgehalt der zum Verschmelzen kommenden Erze und Schliche 34 bis 35 Proc. Blei, 0·07 Kupfer und 0·6 T. Thle. Silber beträgt.

Für diese Arbeiten dient die Victor-Friedrichs-Hütte (Silberhütte) im Selkethal oberhalb Alexisbad. Man unterscheidet Erzschmelzen und Schlichschmelzen. Zu jenem kommen die Knörper (Rohschmelzer) und

¹⁾ Die vorstehenden geognostisch-bergmännischen Notizen verdanke ich der Güte des Bergmeisters Kegel in Neudorf.

Setzgrauen von 8 Cubikcentimetern, zu diesem die kleineren und die Schliche.

Die Bleiarbeit ist einfache Niederschlagsarbeit. Man beschickt 100 Thle. Erz oder Schlich mit 80 bis 90 Thln. Schlacken der früheren Arbeiten, mit 20 Thln. geröstetem Ofenbruch und Abraumschlacke und 5 Thln. Bruch Eisen. Diese Beschickung wird mit Holzkohlen und Cokes in dem Gemischverhältniss beider von 1 : 2, bei kaltem Winde von 0.02 bis 0.026 M. Quecksilberpressung verschmolzen. Der Ofen ist ein Sumpfofen, von der Form zur Gicht 5.1 M. hoch, im Niveau der Form 1.05 M., an der Gicht 0.81 M. tief und etwa 0.6 M. weit. Die Vorderwand besteht jetzt bis zur Höhe von 3.1 M. aus gusseisernen Platten, weiter hinauf aus Thonsteinen. 5000 Kilo Erz werden in 24 bis 26 Stunden, dieselbe Menge Schlich in 30 bis 32 Stunden durchgesetzt.

Aus den angegebenen Mengen resultiren 1100 bis 1200 Kilo Werkblei und 1500 bis 1700 Kilo Bleistein neben 7 bis 800 Kilo Schlacken.

Der Bleistein hält 30 bis 33 Proc. Blei und 0.66 T. Thle. Silber. Er wird zerschlagen zu 25 bis 30 000 Kilo auf einer Unterlage von Well- und Scheitholz in Haufen geröstet, welche 5 bis 6.3 M. lang, 1.57 M. breit und 0.78 M. hoch sind. Sie werden bis zu Zweidrittel ihrer Höhe mit kiesigen Schlichen und Hüttenrauch überdeckt, und sind mit den nöthigen Dampfabzügen versehen. Der geröstete Stein wird mit 18 bis 20 Proc. Erz und 3 bis 4 Proc. verschmolzen. Es folgt dann ein zweites und ein drittes Steindurchstechen, bei welchem letzterem bleiische Zuschläge gegeben werden. Bei dem vierten lässt man den Erzzusatz weg, und giebt nur 2 Proc. Eisen hinzu.

Nach dem vierten Durchstechen enthält der Bleistein 20 bis 25 Proc. Kupfer. Um letzteres zu gewinnen, röstet man ihn und laugt ihn aus. Die Vitriollauge, welche eisenhaltig ist, liefert durch Krystallisiren einen gemischten Vitriol (Halbceyper V., Salzburger oder Admonter V. im Handel) mit 10 bis 12 Proc. Kupfer.

Nach gefälliger Mittheilung seitens des Herrn Bergraths Rienecker zu Victor-Friedrichshütte setzt man jetzt der Knörperbeschickung 20 Proc. gerösteten Bleistein, und bei dem Steinschmelzen dem gerösteten Stein 20 Proc. strengflüssige Bleierze zu. Bei der Schlichbeschickung werden 10 bis 20 Proc. feinste Setzgrauen, 90 bis 100 Proc. Schlacken vom combinirten Schmelzen und 15 bis 20 Proc. geröstete Abraumschlacken neben 2.5 bis 5 Proc. Eisen zugeschlagen. — Der Bleistein wird so oft geröstet und bei dem combinirten Schmelzen mit aufgegeben, bis er 10 bis 15 Proc. Kupfer enthält, worauf er concentrirt und entsilbert, resp. durch Auslaugen auf Vitriol verarbeitet wird.

Das Werkblei, welches 1.74 bis 1.79 T. Thle. Silber enthält, wird in Quantitäten von 5000 Kilo in einem Treibheerd von 2.5 M. Durchmesser, dessen Heerd aus Mergel und ausgelaugter Asche besteht, bei Holzfeuerung abgetrieben. Es liefert

8·85 Kilo Blicksilber.

4400	„	Glätte.
450	„	Abstrich.
725	„	Heerd.

Das Blicksilber wird in einem kleinen Zugofen auf einem aus Mergel und Knochenasche bestehenden Test unter einer Muffel feingebrannt. Man setzt 17·5 bis 20 Kilo auf, und erhält 94·1 Proc. Brandsilber von einem Feingehalt = 993·04 T. Thle.

Die letzten silberreicheren Portionen der Glätte (50 bis 75 Kilo) werden beim nächsten Treiben wieder aufgegeben, oder beim Steinschmelzen zugeschlagen.

Der Abstrich wird im Schachtofen bei Holzkohlen reducirt, das Hartblei wird raffinirt und in den Handel gebracht. Es enthält 9 bis 10 Proc. Antimon und ein wenig Kupfer und Arsen.

Die vorstehenden Angaben sind grossentheils einer dem Verein deutscher Ingenieure von dem Sächsisch-Anhaltischen Bezirksverein gewidmeten Festschrift entlehnt¹⁾.

Das Verfahren auf Victor-Friedrichshütte unterscheidet sich von dem früheren Oberharzer besonders dadurch, dass ein Theil der Erze in Stückform (als Knörper) verhüttet wird. Geringerer Angriff der Ofenschächte, deshalb längere Campagnen, und weniger Flugstaub sind Vorzüge dieser Methode, welche man erst später eingeführt hat²⁾.

Selten bildet sich bei der Bleiarbeit eine Speise. Eine solche, von krystallinisch blättrigem Gefüge, enthielt nach einer Analyse in meinem Laboratorio:

Schwefel	2·04
Arsen	29·13
Nickel	48·85
Kobalt	0·89
Eisen.	15·74
Kupfer	3·35
	100

und ist demnach



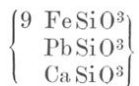
gleich einigen anderen Speisen.

Ein Ofenbruch, strahlig, gelbbraun, von der Sohle des Ofens herührend, enthält nach Rienecker's Untersuchung in meinem Laboratorio:

Kieselsäure	42·00
Eisenoxydul. . . .	40·53
Bleioxyd	13·78
Kalk.	3·54
	99·85

¹⁾ Mittheilungen über den Stand der Industrie im Sächsisch-Anhaltischen Vereinsbezirke. Berlin 1867. ²⁾ Vgl. Rienecker im Bergwerksfreund 11, 572.

Es ist ein Bisilicat, entsprechend der Mischung



Die Jahresproduction der Victor-Friedrichshütte beläuft sich auf 400 bis 450 Kilo Silber, 250 000 bis 300 000 Kilo Glätte, und 15 000 bis 20 000 Kilo raffinirtes Hartblei bei einem Verschmelzen von 7 bis 800 000 Kilo Bleierzen.

Die Blei-, Kupfer- und Silberhüttenprocesse im Siegenschen.

Seit Jahrhunderten blüht im Siegenerlande das Eisenhüttenwesen. Spath- und Brauneisenstein sind die Erze, aus denen man weisses Roheisen erbläst, welches wiederum das Material für jenen Rohstahl abgiebt, der den Solinger Stahlwaaren einen grossen Ruf und eine allgemeine Verbreitung verschafft hat. Erst später trat die Förderung und Verhüttung von Blei- und Kupfererzen hinzu, so dass man in den vier Geschworenenrevieren des Bergamtsbezirks Siegen: Müsen, Eisern, Gosenbach und Grundseel-Burbach, im Jahre 1851 dreissig im Betrieb stehende Gruben zählte, welche (einschliesslich dessen, was die Eisensteinsgruben lieferten) 1'928 200 Kilo Bleierze, 329 450 Kilo Fahlerze und 278 800 K. Kupfererze gefördert hatten. Im Jahre 1860 waren 16 Hüttenwerke im Gange, darunter die Müsener Metallhütte, jetzt gewerkschaftlich; die Loher Metallhütte, seit 1857 dem Köln-Müsener Actien-Bergwerks-Verein gehörig, und die Rothenbacher Hütte, jetzt ebenfalls in gewerkschaftlichem Besitz.

Die Erze brechen auf Gängen des rheinischen Schiefergebirges, und der Bleiglanz herrscht unter ihnen vor. Daneben gewinnt man Fahlerz, Kupferkies, Kupferglanz, Bournonit, Schwefelkies, Zinkblende, Kobalt-nickelkies, Nickelglanz u. s. w.

Der Bleiglanz ist grob- und feinkörnig, bis dicht, und enthält 0.33 bis 1.65 T. Thle. Silber.

Das Fahlerz ist krystallisirt und derb. Es gehört zu den Arsen-Antimonfahlerzen.

1. Krystallisirtes vom Stahlberg bei Müsen. V. G. = 4.58. Sandmann.

2. In Combinationen von Tetraëder, Granatoëder, Würfel und dem Pyramidentetraëder $a : a : \frac{1}{2} a$ krystallisirtes von der Schwabengrube bei Müsen. V. G. = 4.793. Rammelsberg.

3. Derbes von der Landskrone. Aldendorf (In meinem Laboratorium).

	1.	2.	3.
Schwefel	25·61	25·46	24·59
Antimon	19·78	19·15	25·86
Arsen	5·00	4·93	1·56
Kupfer	38·55	39·88	38·78
Silber	0·69	0·60	0·78
Zink	6·52	3·50	3·40
Eisen	2·30	3·43	3·30
Nickel }	—	1·64	1·45
Kobalt }	—	—	0·33
Wismuth	—	—	0·33
	98·45	98·59	100·05

Der Silbergehalt soll bis 1 Proc. = 10 T. Thle. steigen.

Der Kupferkies, krystallisirt und derb vorkommend, und im reinen Zustande 34·6 Proc. Kupfer enthaltend, soll ebenfalls silberhaltig sein (0·26 bis 0·5 T. Thle.).

Der Kupferglanz ist derb. Er enthält nach einer älteren Analyse von Ullmann (1) und nach einer neueren, von Zwick (2) in meinem Laboratorium angestellten:

	1.	2.
Schwefel	19·20	22·54
Kupfer	80·30	75·22
Eisen	0·76	1·53
	100·26	99·29

Die Zinkblende ist gewöhnlich braunschwarz, derb, und blätterig. Eine derbe braune Abänderung von der Grube Mückenwiese bei Burbach enthält (nach Abzug der Gebirgsart) nach Schnabel:

Schwefel	33·38
Zink	56·84
Eisen	9·78
	100

Sie ist also . . . $\left\{ \begin{array}{l} 5 \text{ ZnS} \\ \text{FeS} \end{array} \right\}$

Die Hüttenprocesse sind durch die Gegenwart der drei nutzbaren Metalle bedingt. Die Blei- und Fahlerze werden in Haufen und Stadeln, auf der Lohhütte seit 1859 im Flammofen geröstet, und dann mit Eisen oder Frischschlacken verschmolzen, wodurch man Werkblei und Bleistein erhält, welcher letztere mit silberhaltigen Kupfererzen in mehreren Feuern geröstet und dann verschmolzen wird, um (neben Werkblei) einen kupferreicheren Stein zu erhalten, welchen man unter Zusatz ähnlicher

Erze ähnlich behandelt, bis er schliesslich auf Schwarzkupfer verarbeitet wird.

Das Rösten der Bleierze erfolgte bisher in Haufen von 50 000 bis 75 000 Kilo, und zwar in zwei Feuern. Graupen und Schliche wurden in Kalkblei eingebunden. — Fahlerze röstete man in Stadeln. — Von den Kupfererzen wurden die silberhaltigen, d. h. die mehr als 0·166 T. Thle. enthaltenden sämmtlich, die silberarmen nur insoweit in Stadeln geröstet, als sie beim Concentriren des Kupfersteins zur Verwendung kamen.

Das Verschmelzen der gerösteten Erze erfolgte in Halbhohöfen mit trapezoidalem Schacht, welcher sich 1·9 bis 2·5 M. über dem Formstein erhebt, und bei verticaler Stellung der Brandmauer sich nach oben verjüngt. Ueber der Gicht setzt er sich als Esse noch 7·8 M. fort. Man bläst mit 2 bis 3 gusseisernen Formen und stellt den Ofen bei offener Brust mit Spur und Tiegel aus Gestübe zu. Für manche Schmelzarbeiten bediente man sich bisher auch Krummöfen, von der Form bis zur Aufgubeöffnung 1·25 bis 1·4 M. hoch, von rechtwinkligem und gleichbleibendem Schachtdurchmesser, mit 1 bis 2 Formen und unter einem besonderen Schlot stehend. Sie sind wie die Halbhohöfen zugestellt, sollen diesen nachstehen, aber bei blendereichen Beschickungen ein reineres Werkblei und weniger Ofenbrüche geben.

Durch Gattiren sucht man möglichst gleichförmige Beschickungen zu erlangen, denen man arme Erze, Schlacken, Wascheisen und alte Frischschlacken zuschlägt. Die Beschickung setzt man gegen die Brandmauer, die Kokes gegen die Vorwand, bläst mit kaltem Winde von 0·005 bis 0·007 M. Quecksilberpressung, und schmilzt bei dunkler Gicht und einer 0·1 bis 0·15 M. langen Nase. Ein Halbhohofen setzt in 24 Stunden 3750 bis 4000 Kilo Erz = 7500 bis 9000 Kilo Beschickung durch, und verbraucht 1 Thl. Kokes auf 9 bis 10 Thle. der letzteren.

Auf Lohhhütte, wo die Erzschliche in neuerer Zeit in einem Flammofen 18 bis 24 Stunden geröstet werden, wobei sie 8 bis 9 Proc. am Gewicht verlieren, geschieht das Verschmelzen in dreiförmigen Halbhohöfen, indem man Blei-, Fahl- und Kupfererze gattirt.

Die Producte der Bleiarbeit sind Werkblei und Bleistein.

Das Werkblei enthält etwa 5 Proc. fremde Metalle (3 bis 4 Antimon und Arsen, 1·5 Kupfer) und 2 bis 4, selbst 4·66 T. Thle. Silber. Es wird abgetrieben.

Der Bleistein (erster Bleistein) führt 25 bis 38 Proc. Blei, 6 bis 8 Kupfer und 1·33 bis 2 T. Thle. Silber, so dass in ihm auf dieselbe Menge Blei die 1½fache Menge Silber von der im Werkblei kommt. Er ist blaugrau und krystallinisch körnig. Ich habe eine Probe von Schmidt analysiren lassen, welcher erhielt:

Schwefel	21·25
Blei	41·31
Eisen	21·16
Kupfer	12·82
Zink }	3·15
Nickel }	
Antimon	Spur
	99·69

Diese Zahlen lassen sich berechnen als:

	S	
PbS . . 47·70 =	6·39	} 16·02
ZnS . . 4·72 =	1·57	
FeS . . 22·16 =	8·06	
Fe ² S . . 9·08 =	2·02	} 5·25
Cu ² S . . 16·05 =	3·23	
	21·27	

Oder

$$3 \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{2} \text{ FeS} \\ \frac{2}{5} \text{ PbS} \\ \frac{1}{10} \text{ ZnS} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \frac{3}{5} \text{ Cu}^2\text{S} \\ \frac{2}{5} \text{ Fe}^2\text{S} \end{array} \right\}$$

Bei fahlerzreichen Beschickungen bildet sich eine gewisse Menge Bleispeise, welche wieder mit aufgegeben wird.

Die Schlacken der Bleiarbeit sind theils unreine, d. h. Blei- und Steintheile enthaltende, welche wieder zum Verschmelzen kommen, theils reine, welche als Zuschlag dienen. Sie sind frisch, erstarren schnell, sind schwarz und öfter krystallinisch.

Eine von Haslacher mitgetheilte Analyse ergab nach Abzug von 3 Proc. Steintheilen:

Kieselsäure	31·01
Eisenoxydul	49·65
Kalk, Magnesia	7·09
Thonerde	4·34
Bleioxyd	4·14
Zinkoxyd	3·77
	100

Die Schlacke ist demnach ein Singulosilicat.

Die Bleisteinarbeit umfasst die weitere Behandlung des Steins, welcher, in Scheiben abgehoben und zerschlagen, in Haufen in zwei Feuern geröstet wird, und dem man dabei $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ von dem ersten Abstrich der Treibarbeit beifügt. Er wird dann mit gerösteten silberhaltigen Kupfererzen, bleiischen Zuschlägen und Bleiarbeitsschlacken über Krummöfen verschmolzen, und giebt Werkblei, Stein und Schlacken.

Das Werkblei hält 2·66 bis 3·33 T. Thle. Silber.

Der Stein (zweiter Bleistein) soll 20 bis 25 Proc. Blei, 10 bis 15 Kupfer und 1·66 bis 2 T. Thle. Silber führen. In Blasenräumen findet man zuweilen Kupfer ausgeschieden.

Die Steinschlacke, bleiärmer als die Bleischlacke, ist zugleich minder basisch.

Der zweite Bleistein wird ebenfalls in zwei Feuern geröstet und mit gerösteten Kupfererzen in gleicher Art verschmolzen. Das hierbei fallende Werkblei ist reich an Kupfer und Silber (2·66 bis 3 T. Thle.), der dritte Bleistein aber, welcher angeblich 10 bis 20 Proc. und mehr Blei, 25 bis 40 Kupfer und 1·33 bis 1·66 T. Thle. Silber enthält, unterliegt bei mehr als 12 Proc. Blei denselben Operationen noch einmal, und heisst dann Kupferstein.

Auf Lohhhütte besteht die Bleisteinarbeit nur in einem ein- bis zweimaligen Rösten und Schmelzen des Steins.

Die Kupferarbeit hat die fernere Zugutemachung des Kupfersteins zum Zweck. Um ihn zu entsilbern, wird er mit bleioxydhaltigen Stoffen (Glätte, bleiischen Producten vom Abtreiben) umgeschmolzen. Das sich reducirende Blei zersetzt das Schwefelsilber des Steins und das Silber tritt in den Rest des Bleies. Man wählt die Zuschläge so, dass auf 1 Thl. Silber 240 Thle. Blei in der Beschickung vorhanden sind, schlägt einige Procente silberarmer Kupfererze zu, und beschickt das Ganze mit Bleischlacken, bei Anwendung von Heerd auch mit Thonschiefer.

Enthielt der Stein 2 T. Thle. Silber, so gewinnt man bei dieser ersten Entsilberung im Krummofen ein Werkblei mit nahe gleichem Gehalt, und einen um die Hälfte entsilberten Kupferstein. Wird die Operation mit diesem wiederholt, so hält das Blei 1·33 bis 1·5 T. Thle., der zweimal entsilberte Stein 0·66 bis 0·8 T. Thle. Silber (neben 8 Proc. Blei und 40 bis 42 Kupfer). Wird der ursprüngliche Kupferstein silberärmer, so dass der Gehalt nach zweimaliger Arbeit 0·33 bis 0·4 T. Thle. ausmacht, so kommt er zur Concentrationsarbeit, bei 0·66 und mehr unterliegt er einer dritten Entsilberung.

Reiche Fahlerze verhüttet man für sich; sie werden schwach geröstet, und durch bleiische Zuschläge entsilbert.

Ueber die Zusammensetzung des Kupfersteins (vor dem Entsilbern) geben nachfolgende Analysen von zwei verschiedenen Proben, welche ich habe anstellen lassen, näheren Aufschluss:

	1.	2.
Schwefel	19·96	19·49
Kupfer	49·72	54·07
Blei	20·68	15·76
Eisen	6·06	8·01
Zink, Nickel	2·63	1·70
	99·05	99·03

Beide Steine bestehen hiernach im Wesentlichen aus Cu^2S , Pb S , Fe S und $(\text{Zn, Ni}) \text{S}$, und enthalten entweder etwas Fe^2S oder ein wenig metallisches Kupfer.

Reine Kupfererze, d. h. Kupferkies und Kupferglanz, werden gleichfalls für sich verhüttet, d. h. geröstet und mit Schlackenzusätzen verschmolzen, wodurch bleifreie Kupfersteine resultiren. Eine Probe eines solchen, von Pützer in meinem Laboratorio untersucht, enthielt:

Schwefel	23·31
Kupfer	50·75
Eisen	24·55
Nickel, Zink	0·86
	99·47

und kann als



angesehen werden.

Ist der Kupferstein, welcher aus der Bleiarbeit hervorgeht, genügend entsilbert, so unterliegt er dem Concentriren oder Spuren, d. h. er wird mit Vorsicht zweimal geröstet und mit geröstesten Kupfererzen und mit Bleischlacken über einem Krummofen verschmolzen. Ausser etwas von einem kupferreichen und 1 bis 1·3 T. Thle. Silber enthaltenden Werkblei gewinnt man hierdurch einen Concentrations-Kupferstein mit 45 bis 50 Proc. Kupfer, 4 bis 6 Blei und 0·3 bis 0·6 T. Thle. Silber. Mitunter bildet sich in Folge zu starken Röstens eine gewisse Menge von Bleikupfer, Rauhblei genannt, und 40 bis 45 Proc. Blei, 35 bis 40 Kupfer führend, und zugleich silberhaltig, welches im Krummofen gesaigert wird, wobei es Werkblei und ein Saigerschwarzkupfer liefert, welches letztere wieder in die Kupferarbeit gelangt.

Der Concentrationsstein wird in Haufen wiederholt ab- und todtgeröstet und dann über einem als Brillenofen zugestellten Krummofen auf Schwarzkupfer verschmolzen. Als Zuschlag dient eine geringe Menge Concentrations- und Schwarzkupferschlacke.

In ähnlicher Art wird auch der Kupferstein der reinen Kupferarbeit concentrirt.

Das Schwarzkupfer beider Arbeiten ist sehr verschieden. Das aus der Bleiarbeit hervorgegangene bildet graurothe Massen, welche an der Oberfläche öfter in grossen regulären Octaëdern krystallisirt sind. Der Bruch ist körnig, von sehr unreiner Farbe. Es soll oft nur 70 Proc. Kupfer enthalten. Eine auf meine Veranlassung von Winkler untersuchte Probe gab:

Kupfer	89.82
Blei	8.90
Nickel	0.98
Eisen	0.03
Antimon	0.54
Schwefel	0.70
	100.97

Das aus der reinen Kupferarbeit stammende Schwarzkupfer ist natürlich weit reiner, namentlich bleifrei.

Der neben dem Schwarzkupfer fallende Stein (Dünnstein), von bleigrauer Farbe, körnigem Bruch, wird nach mehrfachem Rösten als Zuschlag beim Garmachen des Kupfers benutzt. Ein bleifreier und also wohl von der Kupferarbeit herrührender¹⁾ enthielt zwei Analysen:

Schwefel	20.75	21.1
Kupfer	72.91	70.3
Eisen	5.44	5.8
Nickel }	0.84	1.8
Zink }		
	99.94	99.0

und besteht fast nur aus Cu^2S und FeS .

Auf Lohhhütte geschieht das Rösten des Concentrationssteins zum Zweck der Schwarzkupferarbeit im Flammofen.

Das Schwarzkupfer wird im Gaarheerde bei Kokes in Gaarkupfer verwandelt, welches noch 0.33 bis 0.66 T. Thle. Silber enthalten soll, während die Gaarschlacke oder das Gekrätz, welches bei der Blei- und Concentrationsarbeit Verwendung findet, ausser Kieselsäure und Kupferoxydul insbesondere Eisenoxydul, Bleioxyd, Nickeloxyd, Zinkoxyd u. s. w. enthält.

Das Abtreiben des Werkbleies, die dabei erfolgende Gewinnung von erstem und zweitem Abstrich (S. 137) und von Glätte, von denen die reinere in den Handel kommt, die unreine gleich dem Abstrich zu Hartblei verfrachtet wird, und das Feinbrennen des Blicksilbers auf dem Test bis zu einer Feine von 997 bis 998 T. Thln., zu Brandsilber, worin Gold und Platin sich nachweisen lassen — dies sind die an die Bleiarbeit sich anschliessenden Hüttenprocesse.

Bei der vorliegenden Darstellung wurde ein Aufsatz von Haslacher benutzt²⁾.

¹⁾ Als Spurstein bezeichnet.

²⁾ Ztschr. pr. B. H. S. 10, 172.

Przibram in Böhmen.

Die unteren silurischen Bildungen in der Gegend von Przibram, welche aus Thonschiefer und Grauwacke bestehen, werden von Gängen durchsetzt, unter deren Erzen silberhaltiger Bleiglanz obenansteht. Er wird von Weissbleierz und Pyromorphit, die aus ihm entstanden sind, begleitet. Ausserdem aber findet sich Zinkblende, deren strahlige Abänderung nach Löwe durch einen Gehalt von 1·73 Proc. Kadmium sich auszeichnet; ferner Fahlerz (silberarm), Kupferglanz, Kupferkies, Bourdonit, gediegen Silber, Rothgültigerz, Sprödglasserz, Schwefelkies, Brauneisenerz, Antimonglanz, Antimonblüthe, Boulangerit und andere Schwefelantimonbleiverbindungen, und an bestimmten Stellen (Johannesgang) auch Uranpecherz und Kupfernickel¹⁾. Die Gangarten bestehen aus Kalkspath, Braunspath, Schwerspath, Spatheisenstein und Quarz. Die beiden letzten finden sich auf allen Gängen, Kalk- und Braunspath auf den mächtigsten, während Schwerspath und Bitterspath seltener sind. Auch Fragmente des Gesteins und von Diorit sowie thonige Massen kommen auf den Erzgängen vor.

Man hat gefunden, dass der Silbergehalt der Erze mit der Tiefe zunimmt, insofern er nämlich von der Beimengung von Fahlerz und Sprödglasserz herrührt. In dem sogenannten oberen Horizont ist der Silbergehalt des Bleiglanzes 1·25 bis 1·87 T. Thle., während man auf gewissen Gängen in grösserer Tiefe 6·25 bis 7·8 T. Thle. trifft. Ueberhaupt wächst die Menge des Bleiglanzes mit der Tiefe und es sind die inneren dünnen Schichten, wie man behauptet, silberärmer als das übrige.

Da, wo die Zinkblende für sich auftritt, enthält sie Spuren von Silber; ist sie aber, wie gewöhnlich, mit Bleiglanz verwachsen, so steigt ihr Silbergehalt auf 2·5 bis 3·1 T. Thle., während er im Durchschnitt 0·5 bis 0·6 T. Thle. beträgt. Nach vielfachen Versuchen von Grimm variiert er in der reinen Blende von Spuren bis 4·3 T. Thle., und Derselbe behauptet, dass die von Bleiglanz begleitete silberhaltige keine Einmengen desselben entdecken lässt.

Eschka hat die Zusammensetzung der Przibramer Erze, wie sie im Jahre 1857 zur Verhüttung kamen, untersucht²⁾.

I. Reiches Erz. II. Armes Erz. III. Durchschnittsgehalt.

¹⁾ Grimm, die Erzniederlage bei Przibram in Böhmen: B. u. H. Jahrbuch (1856) 5, 93. ²⁾ B. H. Jahrbuch (1864) 13, 26.

	I.	II.	III.
Schwefelblei	86·76	39·92	47·07
Schwefelsilber . . .	0·57	0·25	0·31
Schwefelzink	3·24	17·60	14·71
Schwefelantimon . .	2·28	1·04	1·68
Schwefeleisen (FeS^2) .	0·52	2·19	2·10
Kohlensaures Eisen .	2·77	12·03	10·62
Kohlensaurer Kalk .	0·75	1·75	1·75
Kieselsäure } . . .	2·95	19·10	17·05
Thonerde } . . .		4·90	3·70
	99·84	98·78	98·99
Also Blei	75·13	34·57	40·76
„ Silber	4·97	2·23	2·68 T. Th.

Auffallend ist es, dass von Kupfer nur Spuren vorhanden sein sollen.

Die Przibramer Hüttenprocesse erhalten durch den ansehnlichen Gehalt der Erze an Blende und Kieselsäure ihren eigenthümlichen Charakter, denn beide Körper sind dem Ausbringen des Bleies nicht eben günstig.

Die Erze zerfallen in drei Klassen: 1) silberhaltiger Bleiglanz; 2) Bleiglanz mit Blende und den übrigen Mineralien; 3) Blende mit Silbererzen, frei von Bleiglanz (trockne Erze). Nachdem man versucht hatte, die ersten für sich zu verschmelzen, kehrte man zu dem Verfahren zurück, die Gattirung aller gleichzeitig zu verhütten. Da aber die letzte Klasse einen Zuschlag von Schwefelkies verlangt, damit sich genügend Stein bilde, welcher das Silber aufnimmt, und es an jenem fehlt, so musste man entweder die Blende bei Seite lassen und ihren Silbergehalt opfern oder sich den Uebelständen aussetzen, welche zinkreiche Beschickungen darbieten.

Die gewöhnliche Arbeit besteht aus zwei Theilen: dem Rösten und dem Schmelzen im Schachtofen mit Zusatz von Eisen und Frischschlacken. Früher röstete man die Erze in Haufen in drei Feuern, später hat man Flammöfen benutzt, deren Heerd 4·7 M. lang und 3·45 M. breit ist. 1000 Kilo röstet man 6 Stunden, und giebt in der letzten Stunde so viel Hitze, dass die nahe der Feuerbrücke liegenden Theile zusammenballen.

Das Schmelzen geschieht in Halbhohöfen mit trapezoidalem Schachtdurchschnitt, an der Formwand 0·68 M., an der Brustwand 0·63 M. breit und 0·94 M. tief; von der Form zur Gicht 3·3 M. hoch, und von jener bis zur Sohle 0·3 M. tief. Die Oefen sind einförmig; und man schmilzt mit Holzkohlen und mit einer Nase. Die Beschickung besteht aus 100 Thln. Erz, 6 bis 8 Thln. Eisen, 10 bis 12 Thln. bleiischen Producten und 36 bis 48 Thln. Eisenfrischschlacken. Eine Campagne dauert 18 bis 24 Tage und wird durch die Veränderung des Gestells und das Ansetzen zinkischer Ofenbrüche beschränkt.

In zwanzig durchschnittlich achtzehntägigen Campagnen verhüttete

man 37 600 Kilo Erz, 113 500 K. Krätzen und 6250 K. bleiische Producte, und brachte 11 300 K. Blei mit einem Aufwand von 117·5 Cub.-M. Holzkohle aus.

Die Producte sind Werkblei, Tiegelschlacke und Triftschlacke. Das erstere hat 6·25 T. Thle. Silber. Die Tiegelschlacke, d. h. die in dem Stichheerd das Werkblei bedeckende Schlacke ist ein Gemenge von Schlacke und Stein; sie wird (die reichere) geröstet und wie das Erz verschmolzen oder (die ärmere) mit Gekrätz für sich verarbeitet.

Diese geringe Steinbildung ist dem Prozess von Przibram eigenthümlich, und fällt bei so blendereichen Erzen auf. Sie lässt schliessen, dass in dem gerösteten Erz nicht viel Schwefel enthalten sein kann. Mrazek¹⁾ hat eine Probe des abgerösteten und zusammengeballten Erzes aus einem Flammofen untersucht, dessen Gewölbe flacher war als früher, und in welchem das Erz nach sechsständigem Rösten noch zwei Stunden in einer so hohen Temperatur verweilt hatte, dass es nahe der Feuerbrücke teigig wurde. Es war dunkelgrau und zeigte im Bruch viele Pünktchen von Bleiglanz, Blende und Quarz.

Schwefel	3·85
Bleioxyd	25·61
Zinkoxyd	22·62
Eisenoxyd	10·31
Eisenoxydul (Mn)	5·13
Thonerde	7·15
Kalk	0·78
Magnesia	0·23
Kieselsäure	21·43
Antimonsäure	1·50
Silber	0·13

98·74

Von Schwefelsäure nur Spuren. Die beim Rösten entstandenen Sulfate von Blei und Zink scheinen also durch die Kieselsäure zersetzt zu sein. Da die Masse mit Chlorwasserstoffsäure sämmtlichen Schwefel als Schwefelwasserstoff entwickelt und gallertartige Kieselsäure absetzt, so ist ein Silicat gebildet, und Mrazek glaubt, jener rühre von noch unveränderten Bleiglanz- und Blendetheilen her, deren quantitative Bestimmung freilich nicht möglich war, die aber von dem Genannten auf 4·2 Proc. Bleiglanz und 10 Proc. Blende geschätzt werden. Das Eisen ist vielleicht als Magneteisen vorhanden.

Berechnet man 10 Proc. unzersetzte Blende, so müssen 3·88 Bleiglanz, dem Schwefel zufolge, vorhanden sein, weil

3·36 Blei und 0·52 Schwefel

6·67 Zink „ 3·33 „

3·85 Schwefel

¹⁾ B. H. Jahrbuch (1866) 16, 392.

Dann enthält das Röstgut, da jene = 3·62 PbO und 8·31 ZnO sind,

22 Proc. Bleioxyd und
14 „ Zinkoxyd

Man muss in der That fragen, zu welchem Zweck die 6 bis 8 Proc. Eisen der Beschickung dienen, wenn sie nur 4 Proc. Bleiglanz enthält, der doch durch das Uebermaass des Bleioxyds in ihr und den bleiischen Producten zerlegt werden muss?

Auch von dem Bleistein liegen Untersuchungen vor: I. Vom Jahre 1852. Klasek¹). II. Von 1863. Balling²).

	I.	II.
Schwefel	21·81	21·86
Blei	10·37	9·38
Eisen	62·78	63·10
Zink		1·53
Kupfer		0·77
Nickel (Co)		0·39
Antimon	2·67	1·11
Arsen	—	0·29
Silber	0·06	0·10
	100·25	98·53

Der Schwefelgehalt entspricht genau der Voraussetzung, dass nur Fe²S vorhanden sei; denn es erfordern

	I.	II.
Sb, As.	1·06	1·63 Schwefel
Zn, Cu, Ni	1·28	0·19 „
Pb	1·61	1·45 „
Fe	17·94	18·03 „
	21·89	21·30 Schwefel

I. ist nahezu RS + 6 Fe²S

II. „ „ RS + 11 Fe²S.

Die Schlacken. — Von den im Jahre 1863 gefallenen Schlacken hat Mrazek eine genaue Durchschnittsanalyse gemacht. Die Masse war feinkrystallinisch, enthielt einzelne Bleikörnchen, aber keine Steintheile; ihr V.-G. war 3·75.

¹) B. H. Jahrbuch (1864) 13, 360.

²) Ebendas. (1867) 16, 409.

Phosphorsäure	2·52
Kieselsäure	28·10
Thonerde	5·00
Eisenoxydul	47·60
Zinkoxyd	7·25
Bleioxyd	2·38
Kupferoxyd	0·31
Nickeloxyd (Co)	0·17
Kalk	3·35
Magnesia	0·76
Schwefel	2·71
	100·15

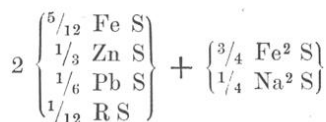
Auf nassem Wege liess sich die Trennung der Schwefelmetalle und der Silicate nicht ermöglichen. Die Schlacke wurde deshalb mit $\frac{5}{3}$ Thln. bleifreien Glases und 1 Thl. Borax umgeschmolzen, wodurch sich eine gewisse Menge Stein von folgender Zusammensetzung abschied:

Schwefel	26·94
Eisen	37·80
Blei	12·80
Zink	11·00
Kupfer	2·60
Nickel (Co)	1·50
Silber	0·11
Antimon	1·10
Natrium	3·20
	97·05

Dieser Stein ist weit ärmer an Eisen und reicher an Zink als die oben angeführten Proben. Bei der Berechnung findet man, dass er $\text{Fe}^3\text{S}^2 = \text{FeS} + \text{Fe}^2\text{S}$ enthalten muss, denn es erfordern:

		Schwefel	
Blei	3·00	17·12	
Zink	5·50		
Kupfer (Ni, Ag)	1·42		
$\frac{1}{3}$ des Eisens	7·20	9·43	
$\frac{2}{3}$ „ „	7·20		
Natrium	2·23		
Antimon	0·44		
			26·99

Er wäre mithin annähernd



Mrazek nimmt an, Na^2S sei aus einem Aeq. FeS entstanden, dessen Eisen oxydirt wäre. Das Natrium entspricht 3·9 Eisen, allein dies ist lediglich eine Hypothese, da der ursprüngliche Stein jedenfalls überwiegend Fe^2S enthält. Es wäre allzu willkürlich, wollte man auf Grund dieser Versuche die Sulfurete in der Schlacke berechnen, deren Phosphorgehalt aus den Eisenfrischschlacken her stammt. Mrazek hat dies allerdings versucht und nimmt 10 Proc. Stein in der Schlacke an, wonach dann weiter folgt, dass vom Blei der rohen Schlacke 41 Proc., vom Zink 81 Proc. als Silicate vorhanden sind. Im Ganzen scheint die Schlacke aus Singulosilicaten zu bestehen.

Percy bemerkt mit Recht, die mikroskopische Prüfung der Schlacke wäre sehr zweckmässig gewesen.

Da die V.-G. der Schlacke, der aus ihr ausgeschmolzenen Sulfurete und des eigentlichen Steins sich wie 3·75 : 5·23 : 5·66 verhalten, so müsste sich der Stein aus der vollkommen flüssigen Schlacke absondern können, vorausgesetzt, dass er dazu die nöthige Zeit habe. Allein der Zinkgehalt macht den Stein gleichwie die Schlacke jedenfalls strengflüssig und dieser Umstand mag hier von wesentlichem Einfluss sein. Jedenfalls aber verdienen die Versuche weiter verfolgt zu werden.

Mit Rücksicht auf die Erfahrungen anderer Hütten, welche blende-reichen Bleiglanz verhütten (z. B. Lautenthaler Hütte auf dem Harz), hat man in Przibram sich bemüht, den durch den Schwefelgehalt der Schlacken bewirkten Blei- und Silberverlust zu vermindern.

Grimm fand schon 1842, dass durch Verminderung des Bleischlackenzuschlags beim Schmelzen die Ausbeute grösser wurde und Stein sich absonderte. Schliesslich liess man jenen ganz fort, ohne dass der Erfolg schlechter gewesen wäre. Zwei Jahre später veränderte man den Ofen; der Heerd wurde in den Ofen verlegt und entsprechend weiter und tiefer, auch der Form näher, um die Heerdsohle stärker zu erhitzen, und dadurch dem Ansetzen fester Massen vorzubeugen. Die Beschickung setzte man aus 100 Thln. Erz, 10 Thln. Eisen, 70 Thln. Frischschlacken und 4 bis 5 Thln. Kalk zusammen. Das Erz enthielt 40 bis 62 Proc. Blei und 2·2 bis 2·5 T. Thle. Silber. Nachdem ein Theil der Erze verschmolzen war, röstete man den Stein, und setzte bei der weiteren Arbeit 15 Proc. desselben zu, verminderte aber die Schlacken auf 60 Proc. — Waren auch die Resultate noch nicht ganz befriedigend, so waren sie doch weit besser als die früheren. Die Leitung des Processes war etwas schwierig, indessen brachte man 30 Proc. der Beschickung an Stein aus, und die Schlacken enthielten nur 1 bis 3 Proc. Blei.

Grimm ist nach seinen Erfahrungen überzeugt, dass die Niederschlagsarbeit bloss für die reicheren Erze dort zulässig sei, wenn der Bleigehalt 65 Proc. übersteigt, und dass die Verhüttung der ärmeren nur nach vorgängiger Abscheidung der Blende genügend erfolgen könne.

Im Jahre 1846 suchte Grimm die blendereichen Erze so zu rösten, dass sich möglichst viel Zinksulfat bildete, und dies mit Wasser auszulau-

gen. Dies gelang durch Anwendung geringerer Hitze und das Auslaugen am besten durch Zusatz von etwas Schwefelsäure.

Versuche dieser Art im grossen Maassstabe hat man in Przibram 1863 angestellt, allein das Auslaugen ging zu langsam von Statten und die Kosten stiegen zu hoch, so dass man diesen Weg wieder aufgab¹⁾.

Im Jahre 1862 machten die ärmeren Erze, welche 40 Proc. Blei und 2·5 T. Thle. Silber enthielten, $\frac{6}{7}$ bis $\frac{7}{8}$ des gesammten Schmelzmaterials aus, während die reicheren 74 Proc. Blei und 5·3 T. Thle. Silber führten. Jene wurden durch die gewöhnliche Bleiarbeit, diese ungeröstet durch die Niederschlagsarbeit zu Gute gemacht.

Ueber die letzten Veränderungen in den Jahren 1867 bis 1869 liegt nur ein kurzer Bericht vor²⁾. Man hat die Hohöfen umgebaut und runde fünfförmige Oefen mit Wasserformen und verschlossener Gicht eingeführt. Der Zusatz von Eisen wird nur beim Erzschnmelzen gegeben, und Frischschlacke in sehr verminderter Menge nur bei blende-reichen Erzen. Als Brennmaterial dient ein Gemenge von Holzkohle und Kokes. Nach diesen Mittheilungen betrug

	1866	1869
der Bleiverlust . . .	37·16 Proc.	24·78 Proc.
„ Silberverlust . .	10·95 „	2·64 „

Trennung von Bleiglanz und Zinkblende nach Spence.

In den Mona- und Parys-Gruben auf der Insel Anglesea findet sich ein höchst inniges Gemenge beider Mineralien, Bluestone genannt, welches in keiner Weise sich scheiden lässt und dessen Verhüttung bisher nicht möglich war. Peter Spence in Manchester hat im Jahre 1867 ein Patent³⁾ auf die Behandlung solcher Erzmischungen genommen, deren Princip folgendes ist: Das Erz wird gepocht und fein gesiebt, das Pulver mit kalter concentrirter Chlorwasserstoffsäure von 1·21 zu einem Teig angerührt, den man eine Woche lang liegen lässt. Die Zinkblende soll dadurch nicht angegriffen werden, während sich der Bleiglanz in Chlorblei verwandelt, welches man durch heisses Wasser auflöst. Die Menge der Säure hängt vom Gehalt an Bleiglanz ab; bei 10 Proc. Blei nimmt man 25 Proc. Säure.

Das Verschmelzen von Bleischlacken.

In allen Bleihüttenprocessen, bei welchen die Reduction des Bleis nicht von einer Steinbildung begleitet ist, bilden sich bleihaltige Schlacken, welche also das Blei in oxydirter Form enthalten, und eine besondere Zugutemachung erfordern, die im Wesentlichen ein reducirendes Schmel-

¹⁾ B. H. Ztg. 1864, 104.
from its ores. 1867. April.

²⁾ B. H. Ztg. 1870, 414.

³⁾ Separating Zinc

zen unter Mitwirkung von Körpern sein muss, die das Bleioxyd der Schlacken gleichsam frei machen und an seine Stelle treten, d. h. basischer Natur sind.

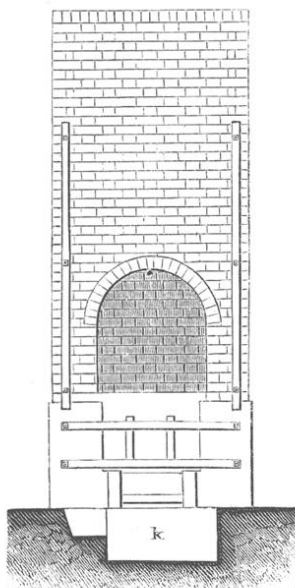
Wir haben gesehen, dass das Schlackenschmelzen in Freiberg jetzt unter Zusatz von geröstetem (und rohem) Stein, und unter Umständen von bleihaltigen Producten, Kalk oder Flussspath, über Schachtöfen erfolgt, und neben Werkblei einen 8 Proc. bleihaltigen Stein liefert. Hier wird also unter dem reducirenden Einfluss der Ofengase und durch Mithülfe des Schwefelbleies im zugeschlagenen Stein das Bleioxyd der Schlacken und des Steins reducirt; dennoch bleibt ein Theil übrig, der in den neuen Stein eingeht, und welcher einerseits in dem zugeschlagenen Stein im Uebermaass vorhanden, theils aus Bleisulfat bei dem Process regenerirt sein mag.

Der Schlackenheerd.

Die bei dem englischen Flammofenbetrieb fallenden Rückstände sind reich an Bleioxyd. Zu ihrer Verhüttung bedient man sich des Schlackenheerdes, welcher einem kleinen Schachtöfen (Krummofen) analog ist.

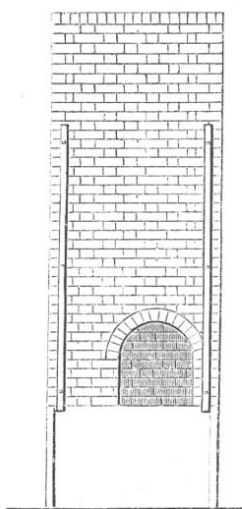
Der englische Schlackenheerd stimmt auf den verschiedenen Hütten in seinen wesentlichen Theilen überein. Die nachfolgenden Figuren und Details beziehen sich auf einen neuerlich auf den Werken der Keld Head Mining Company zu Leyburn bei Wensleydale, Yorkshire,

Fig. 119.



Vorderansicht.

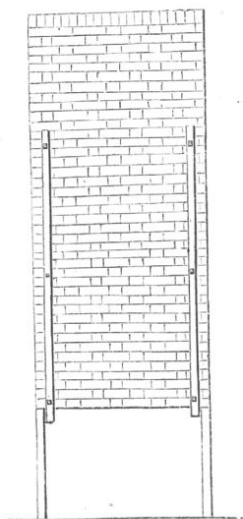
Fig. 120.



Linke Seite.

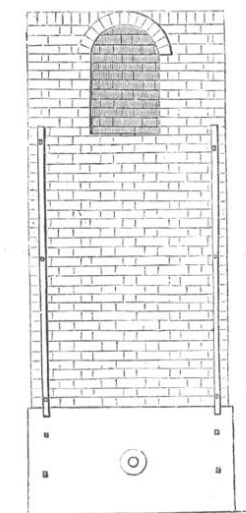
construirten Heerd, und wurden von Weston für Percy's Originalwerk geliefert.

Fig. 121.



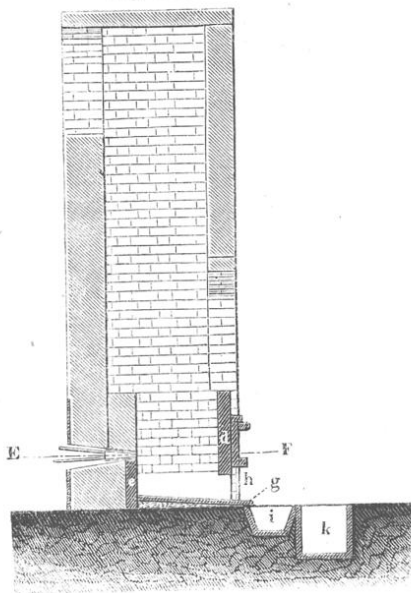
Rechte Seite.

Fig. 122.



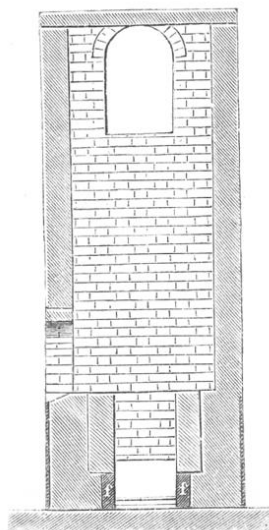
Hintere Ansicht.

Fig. 123.



Senkrechter Durchschnitt nach *AB*
in Fig. 125.

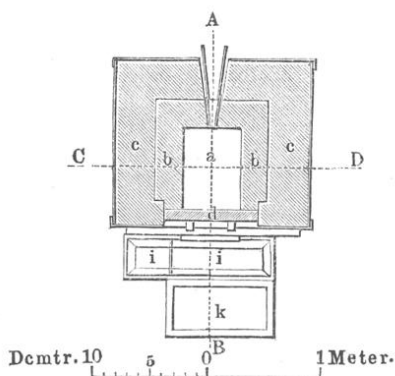
Fig. 124.



Senkrechter Durchschnitt nach *CD*
in Fig. 125.

a Ofenschacht. *b* Verlauf der Feuerbrücke. *cc* Ofenmantel von gewöhnlichen Ziegeln. *d* Eisenplatte an der Arbeitsseite (fore-stone). *e*

Fig. 125.



Horizontaler Durchschnitt nach *EF* in Fig. 123.

Der Schacht ist in Wirklichkeit niedriger als die Figuren andeuten, und oben nicht flach, sondern gewölbt. Das äussere Mauerwerk des unteren Theils des Ofens ist durch Eisenplatten und Verankerung armirt. Fig. 122 zeigt oben die gewölbte Oeffnung, welche zu den Flugstaubkammern und der Esse führt. Auch in der Vorderwand und an der linken Seite befinden sich gewölbte Oeffnungen.

Die Sohlplatte wird mit einer Lage hart gebrannter und feingesiebter Steinkohlenasche bis 0.025 M. unter dem Formniveau bedeckt, und der Zwischenraum *h* ist mit Thon verschlossen. Der Aschenboden wirkt gleich einem Filtrum, indem die Schlacke über ihn fort durch Oeffnungen, die man in jenen Thonverschluss stösst, abfließt, das Blei aber hindurch dringt und in den Bleisumpf fließt. Die grössere Abtheilung desselben ist mit porösen Cindern gefüllt, so dass die mitfolgende Schlacke über den Rand fort in die Schlackengrube fließt, welche vorher mit Wasser gefüllt wird, während das Blei aus der kleineren Abtheilung ausgekelt wird.

Die Producte des Schlackenheerdes sind Schlackenblei und glasse schwarze Schlacke, welche auf die Halde kommt. Als Brennmaterial gebraucht man Kokes und Torf. Die Arbeit wird von zwei Mann verrichtet in achtstündigen Schichten, wovon 6 Stunden fortdauernd geblasen wird, während 2 Stunden zur Vorbereitung und zur Entleerung des Heerdes nöthig sind. Diese Vorbereitung besteht darin, dass man die an den Seiten festgeschmolzenen Massen ausräumt, welche zum Umschmelzen bei Seite gelegt werden, und einzelne schadhafte Theile des Ofens mit Thon ausbessert. Will man den Ofen in Brand setzen, so legt man Torfstücke ein und bringt etwas brennende Kohle vor die Form,

worauf man zu blasen anfängt. Dann füllt man etwa 50 Kilo Kokes ein, und bringt ein wenig jener halb geschmolzenen Rückstände ein, welche mit dem Namen Brouse bezeichnet werden (S. 190). Dies alles nimmt $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden in Anspruch. Steigt die Hitze, so setzt man graue Schlacke, gemengt mit etwas Brouse und schwarzer Schlacke ein, und wenn der Schmelzer glaubt, dass die Schlacken in Fluss gerathen sind, so stösst er mittelst eines zugespitzten Eisens in der Mitte der Thonverkleidung ein Loch. Die Schlacke fliesst durch dasselbe aus, und der Heerd ist nun im Gange, so dass man die Materialien nach Bedürfniss nachträgt, und den Wind möglichst gleichmässig zu vertheilen sucht.

Ist die Schmelzung ungleich oder die Hitze zu gross, so vermindert man die Kokesmenge. Am Schluss räumt man, nach Abstellung des Windes, die Thonverkleidung fort, zieht das Aschenbett mittelst eines Poker heraus, indem man die anhängende Schlacke (slag-hearth-brouse) für eine neue Arbeit aufbewahrt. Mittelst Wasser löscht man das Feuer im Heerd und kühlt denselben etwas ab.

In manchen Fällen ist ein Zusatz von Puddelschlacken zweckmässig. Enthält das Schmelzgut mehr als 35 Proc. Blei, so versetzt man es mit schwarzer Schlacke oder anderen bleiarmer Substanzen.

Vor den früher im nördlichen England gebräuchlichen Schlackenheerden hat der beschriebene den Vorzug, dass mehr Blei ausgebracht wird und die schwarze Schlacke reiner ist. Vergleichende Versuche mit einer und derselben grauen Schlacke in beiden Heerden während vier Schichten ergaben, dass im alten Heerde in 6 Stunden 2286 Kilo Schlacke mit Aufwand von 457 K. Kokes verschmolzen wurden und 406·4 K. Blei gaben, während in dem neuen Heerde in derselben Zeit 4064 K. mit derselben Menge Brennstoff durchgesetzt werden konnten, und 914·4 K. Blei gaben.

Nach Pattinson's¹⁾ Mittheilungen vom Jahre 1832 dauerte die Schicht damals 14 bis 16 Stunden, und ergab 508 bis 1066·8 K. Blei je nach der Natur der Schlacken. Im Grossen rechnete man 1 Thl. Schlackenblei auf 13 Thle. Metall aus dem Flammofen.

Kleiner spanischer Schlackenheerd. — Nach Petitgand ist das Mauerwerk durch Strebepfeiler gestützt, während das Feinere aus grossen Steinen von Launa, einer Art feuerfesten Thons aus zersetztem Talkschiefer, besteht. Die Heerdsohle besteht zu $\frac{2}{3}$ aus diesem und zu $\frac{1}{3}$ aus Koke; ein Kanal führt zu einem kleinen kreisrunden Vortiegel. Der Schacht ist im Querschnitt rectangulär, und die gewöhnlichen Maasse sind:

Höhe von der Sohle bis zur Gicht 0·85 bis 1·3 M.,

Weite von vorn nach hinten 0·84 bis 0·9,

Breite 0·7 bis 0·74 M.

Man bläht mit einer Form und doppelten Lederbälgen, welche durch

¹⁾ Transact. Nat. Hist. Soc. of Northumberland etc. 2, 165.

Menschen- oder Thierkraft bewegt werden, und in einer Minute 4 bis 5 Cub.-M. Luft liefern.

Die Beschickung besteht zu $\frac{1}{3}$ aus reichen Schlacken und $\frac{2}{3}$ alten Schlacken, Krätzen und sonstigen Abfällen der früheren Arbeiten. Man verarbeitet 20 bis 24 Quintals (5486 bis 6858 Kilo) reicher Schlacken in 24 Stunden bei Kokesfeuerung, und soll arme Schlacken mit 1 bis 1.5 Proc. Blei erhalten. Die Ausbeute wird auf 15 bis 18 Proc. des Schmelzguts angegeben.

Der spanische Schlackenheerd. — Diese Art von Schachtöfen rührt nach Petitgand¹⁾ von Roux de Freycinet her, dem Director der Hütten von San Isidoro in der Bucht von Escombrerar im südlichen Spanien, und war für die Verschmelzung alter römischer Bleischlacken bestimmt²⁾. Der Ofenschacht ist kreisrund und aus 0.23 M. dickem Mauerwerk hergestellt.

Der spanische Schlackenheerd ist neuerlich in England und Wales vielfach versucht worden. Er soll sich für leichtflüssige arme Schlacken, wie die von Derbyshire, nicht aber für die von den Flintshire-Oefen stammenden reichen Rückstände eignen, und einen grossen Bleiverlust durch Verflüchtigung mit sich führen. Percy beschreibt einen solchen Heerd, welchen er auf der Hütte von Alport bei Bakewell in Derbyshire in Gebrauch fand, und über den ihm von Bennetts, Hornblower und Francis Barker nähere Mittheilungen gemacht wurden.

Wie man sich erinnert, ist das Blei in den schlackigen Rückständen der Flintshire-Oefen grösstentheils als Silicat enthalten. Die Reduction geschieht durch Kohle und Kohlenoxyd unter gelegentlichem Zusatz von eisenoxydulreichen Substanzen, wie Puddelschlacken. Ist schwefelsaures Blei in ihnen vorhanden, so kann sich Bleistein bilden.

Der Ofen besteht aus einem cylindrischen nach oben verjüngten Schacht aus feuerfesten Steinen; er hat eine offene Brust, welche zeitweilig mit Steinen versetzt wird. Eine Stichöffnung führt zu einem Vortiegel oder Sumpf (Kettle). Man bläst mit drei Wasserformen, die horizontal liegen. Die Ofensohle, aus feuerfestem Thon und Kokesgestübbe fest geschlagen, trägt eine Lage zerkleinerten Kokes, welche wöchentlich einmal erneuert wird. Der ganze Ofen ist durch eiserne Längs- und Querschienen befestigt. Er wird von vier Mann bedient, welche zwölfstündige Schichten machen, in denen sie etwa 7000 K. Schlacken verschmelzen. Das Blei filtrirt durch eine Cinderschicht in den Vortiegel, während die Schlacke seitwärts durch ein eisernes Gerinne in Wasser fliesst. Durch angelegtes brennendes Holz verhindert man das Erstarren des Bleis.

¹⁾ Exploitation et traitement du plomb dans le Midi de l'Espagne, Revue universelle 1861, 94.

²⁾ Grosse Aufmerksamkeit hat in letzter Zeit die Verschmelzung der alten griechischen Bleischlacke von Laurium erregt, welche zu einem Streit zwischen den Käufern und der griechischen Regierung Anlass gegeben hat.

Um 85 300 K. Schlacken mit 8 Proc. Blei zu schmelzen, braucht man 10 000 bis 12 200 K. Kokes, und schlägt mitunter Puddelschlacken und Flussspath zu. Sammelt sich etwas Stein auf dem Blei an, so wird er abgehoben. Das letztere (rough-lead) wird vor dem Verkauf umgeschmolzen.

Die in dem spanischen Schlackenheerd entstehende Schlacke ist gewöhnlich schwarz und glasisg. Eine vom Verhütten grauer Schlacken zu Bagillt bei Holywell stammende ist von Weston in Percy's Laboratorium untersucht worden:

Kieselsäure	33·94
Thonerde	13·00
Kalk	20·70
Eisenoxydul	12·34
Bleioxyd	10·64
Zinkoxyd	8·78
	99·40

Sie war mithin Singulosilicat. Aber ein Gehalt von 9·9 Proc. Blei spricht für die Unzweckmässigkeit des Verfahrens, und in der That wurde dasselbe aufgegeben, da die graue Schlacke zu reich an Blei für den spanischen Heerd war.

Carthagena-Ofen. — Die nachfolgenden Angaben sind dem früher citirten Werk von Petitgand und handschriftlichen Mittheilungen desselben an Percy entnommen.

Diese Oefen heissen in Spanien hornos de gran tiro, hornos economicos oder pavos. Sie sollen zuerst von Juan Martin Delgado im Jahre 1847 zu Santa Lucia bei Carthagena eingeführt sein, und ganz besonders für die Verhüttung der armen Weissbleierze der Sierra de Carthagena, welche 6 bis 15 Proc. Blei und 0·5 bis 0·6 T. Thle. Silber enthalten. Es sind nach Petitgand erdige Gemenge von Carbonaten mit Eisenoxyd, Thon, Kieselsäure, Oxyden von Antimon und Zink, begleitet von blendehaltigem Bleiglanz, Schwefelkies und Arsenikkies¹⁾.

Beschreibung des Ofens. — Die Fig. 126 bis 128 (S. 295 u. 296) rühren ursprünglich von Petitgand her.

A Esse. *B* Mauerung, auf welcher die Esse aufgeführt ist. *C* Zugcanal zwischen Ofen und Esse. *D* Beschickungsthür (cargador). *E* Heerd. *F, F* Schaulöcher direct über den Formen. *G* Formen aus feuerfestem Thon. *H* Schlackentrift. *R* Bleisumpf, durch einen Stichkamm mit dem Heerd verbunden.

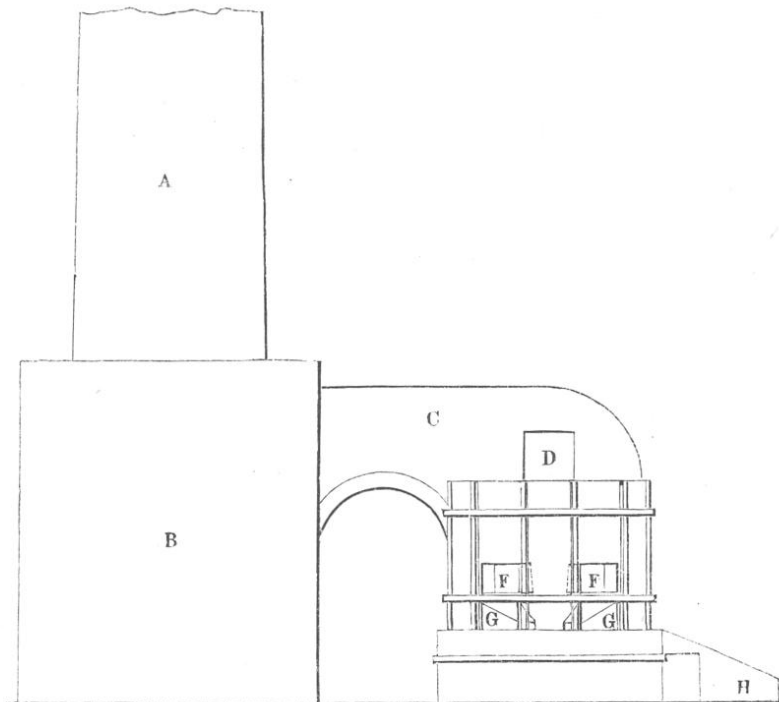
Der Heerd oder die Sohle des Ofens besteht aus feuerfestem Material, welches mit Kokes- oder Holzkohlenpulver lagenweise festgestampft

¹⁾ Nach Strabo waren zu seiner Zeit 40 000 Menschen bei Carthagena mit der Bleigewinnung beschäftigt und es wurden täglich 20 000 Drachmen Silber gewonnen (im Werthe von etwa 5500 Thlrn.).

wird. Die Esse ist 13 bis 14 M. hoch, und meist dient eine gemeinschaftlich für zwei Oefen, in welchem Falle sie durch eine Scheidewand bis zu Zweidrittel der Höhe getheilt ist. Wenn Flugstaubkammern vorhanden sind, so führt der Zugcanal zunächst in diese. Man findet diese Oefen bei Carthagena aus Talkschiefer, bei Adra aus gewöhnlichen, innen aus feuerfesten Ziegeln gebaut; aussen sind sie durch Eisenschienen (Fig. 126) verstärkt.

Das Eigenthümliche dieser Oefen besteht darin, dass sie, obwohl

Fig. 126.



Ansicht des Ofens mit der Esse.

Schachtöfen, doch kein Gebläse haben, und der Luftzug allein durch die Formen und die Esse hervorgebracht wird.

Die Beschickung. — Eine Charge besteht gewöhnlich aus 300 bis 420 Kilo Erz (8 bis 10, selbst 12 Proc. Blei) und 70 bis 80 K. Schlacken, welche $\frac{1}{6}$ reiche Schlacken enthalten, und Kokes nebst etwas Holz¹⁾.

¹⁾ Beim Beginn der Campagne füllt man den Ofen mit Holz (von *Chamaecrops humilis*, *Stipa tenacissima* etc.), während die Formen halb geöffnet sind. Erst nach 5 bis 6 Stunden wirft man Blei ein, welches die Heerdsohle befestigt.

Oft setzt man mehr alte aus den Römerzeiten herstammende Schlacken zu. Die Schmelzer sollen nach Petitgand in der Beurtheilung des Processes bei abweichender Natur der Beschickung sehr viel Gewandtheit

Fig. 127.

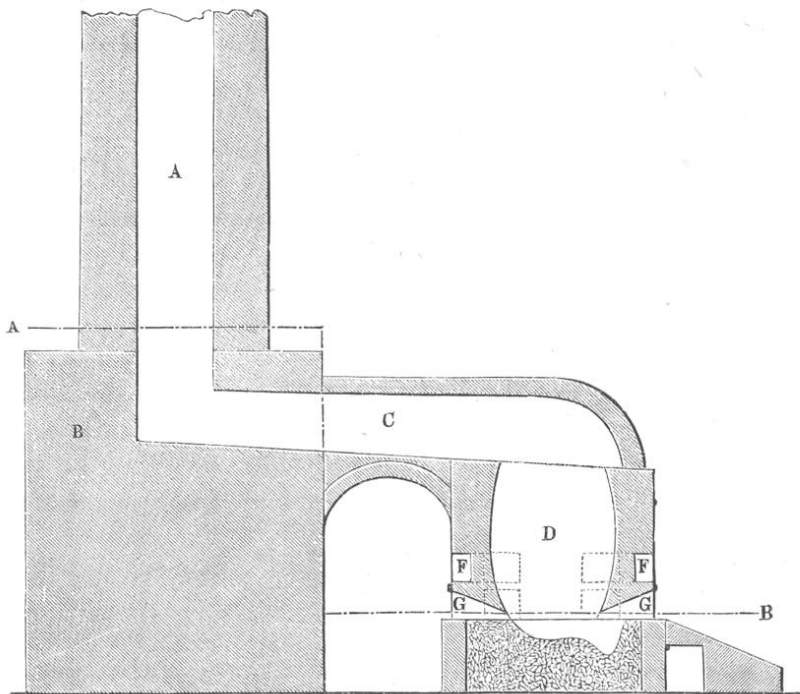
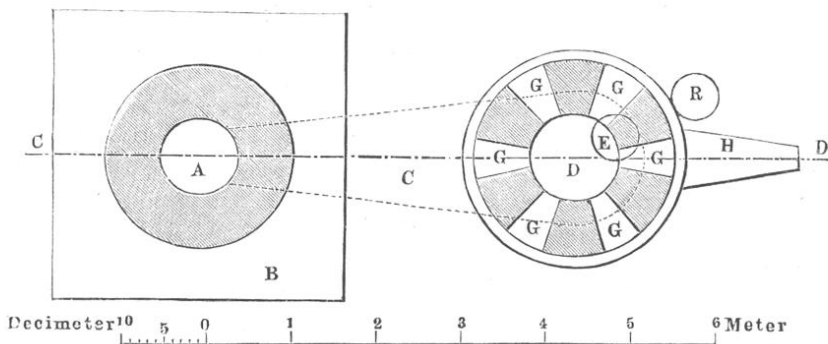
Senkrechter Durchschnitt nach *CD* in Fig. 128.

Fig. 128.

Horizontalschnitt nach *AB* in Fig. 127.

zeigen. Es wird darauf geachtet, dass die Formen sich nicht versetzen; sie müssen immer hell sein, was das Zeichen eines regelrechten Schmelzganges ist. Zeigt sich die Schlacke zu dünnflüssig, so giebt man mehr bleiglanzhaltiges Erz auf, öffnet überhaupt die Beschickungsthür nur beim Eintragen. Ferner trägt man Sorge, das Erz an die Stellen zu setzen, wo die Hitze am stärksten ist, und dieses Temperaturmaximum in der Mitte zu erhalten, wodurch die Ofenwände am besten geschützt werden. Unter günstigen Umständen dauert eine Schmelzcampagne 2 bis 3 Monat, selbst länger, so lange der Heerd sich brauchbar erhält. Durch die Schaulöcher stösst man häufig die über den Formen festschmelzenden Stoffe los, was bei der geringen Dicke der Schachtwände keine Schwierigkeit hat.

Nach je 6 Stunden sticht man ab, rührt das Blei im Sumpf mit Holz um, schäumt es und giesst es in Formen zu Barren von 45 bis 52 Kilo, die in dortiger Gegend allgemein üblich sind.

Das Blei von Carthagena, sowohl aus Weissbleierz wie auch aus Bleiglanz, ist hart, und muss deshalb weich gemacht werden. Es enthält 0·7 bis 0·75 T. Thle. Silber¹⁾. Wenn die Beschickung im Durchschnitt 12 Proc. Blei enthält, und 9 Proc. ausgebracht werden, so würde der Bleiverlust 25 Proc. betragen, und mag in Wirklichkeit noch grösser sein.

Wiewohl die Kosten der Carthagena-Ofen durch den Wegfall der Gebläse (Mangel an Wasser im südlichen Spanien ist ein grosses Hinderniss für solche und ähnliche industrielle Anlagen) sich sehr vermindern, so ist die Bezeichnung „ökonomische Ofen“ doch unpassend. Petitgand ist überzeugt, dass sie zur Entwicklung des Hüttenwesens um Carthagena wesentlich beigetragen haben, und für die dortigen Erze erfüllen sie Ansprüche, welche in den älteren Ofen nicht gleichzeitig befriedigt werden. Aber sowohl die Verhüttung von oxydirten Bleierzen als von alten Bleischlacken bedingt, dass diese Ofen keine oxydirende Wirkung ausüben dürfen, während Petitgand in denselben einen Luftüberschuss voraussetzt. Jeder Hüttenmann wird überzeugt sein, dass ein solcher Ofen mit einem Gebläse mehr Erz bei weniger Brennmaterial verschmelzen werde.

Der hohe Preis der Brennmaterialien und die Abgaben vermindern den Ertrag oft so, dass nur der Silberwerth bleibt.

Zu Lanteira in der Sierra Nevada sah Petitgand den Carthagena-Ofen für die Darstellung von Kupferstein aus kiesigen Erzen nicht mit Vortheil benutzt, in Catalonien bei quarzhaltigem Bleiglanz ebenso. Auch in der Provinz Guadalajara in Estremadura und in Frankreich hat man ihn zum Verschmelzen von Bleiglanz aus Algier und Sardinien versucht. Auf einigen Hütten war er im Jahre 1859 noch zur Verhüttung von grauen Schlacken im Gebrauch, es ist aber sehr fraglich, ob dies 1869, mit Ausnahme von Villaricos und Adra, noch der Fall war.

¹⁾ Nach anderen Angaben jedoch 1·0 bis 2·0 T. Thle.

Verhüttung von Vitriolbleierz.

Zu Bagillt bei Holywell sah Percy 1859 ein grosses Quantum australischen Bleierz in Verarbeitung, welches das Metall als Sulfat enthielt, und an Blei 38 Proc., an Silber 9·6 T. Thle. und etwas Gold führte.

Die erdige braunrothe Masse, in welcher Glimmerschiefertheile, besteht nach einer in Percy's Laboratorium von Smith und Ward ausgeführten Analyse aus:

Schwefelsäure	20·66	
Bleioxyd	42·34	= Blei 93·3
Eisenoxyd	16·91	
Eisenoxydul	2·02	
Manganbioxyd	0·10	
Thonerde	1·09	
Kalk	0·21	
Kieselsäure	10·56	
Thonerde (MgO)	2·65	
Kupfer	0·27	
Zink	0·24	
Nickel (Co)	0·02	
Antimon	0·11	
Silber	0·10	
Wasser	3·48	
	100·76	

Mit 42·34 Bleioxyd müssen 15·19 Schwefelsäure zu 57·53 Proc. Vitriolbleierz verbunden sein; der Rest = 5·47 ist daher wohl als Eisenoxydsulfat vorhanden.

Das Erz wurde im Schmelzofen (flowing-furnace) mit Eisenoxyd und Kohlenklein verschmolzen, und zwar bestand eine Charge aus:

1275 Kilo Erz,	
76·5 „ Kohlenklein,	
51 „ Abbränden von Schwefelkies (von Sodafabriken),	
38 „ Roheisen (vor die Stichöffnung gelegt).	

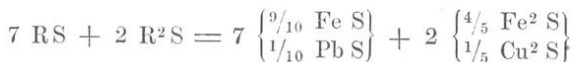
Drei derartige Chargen setzte man in 24 Stunden durch, wobei in je 8 Stunden einmal abgestochen wurde. Das Blei war hart; es wurde für sich abgetrieben und enthielt 3·98 T. Thle. güldisches Silber.

Die Schlacke sah wie Puddelschlacke aus und enthielt 2 Proc. Blei.

Nach der Analyse von Smith enthielt der Stein:

Schwefel	27·80
Eisen	51·61
Blei	13·50
Kupfer	5·00
Silber	0·08
	97·99

Da neben PbS und Cu^2S noch Fe^6S^5 bleibt, so war dieser Stein



An Stein fielen pro Charge 38 Kilo; er wurde zerkleinert, mit etwas Kalk vermisch, um Sintern zu verhüten, geröstet, und mit etwas Kohlenklein geschmolzen. Er lieferte Werkblei (1·22 T. Thle. Silber), Stein und Schlacke. Jener wurde nach abermaligem Rösten und Schmelzen als Kupferstein verkauft.

Bei diesem Process suchte man also das Bleisulfat durch kohlige Substanzen zu reduciren und etwa entstandenes Schwefelblei durch Eisen zu zersetzen. Ueberdies verlangte der Kieselsäuregehalt des Erzes das Hinzutreten von oxydirtem Eisen, wenn eine Singulosilicatbildung erfolgen sollte.

Bleisulfat, welches bei technischen Processen als Nebenproduct erhalten wird, kommt öfter im Grossen zur Reduction. Rivot und Phillips haben sich dazu eines Flammofens bedient, und jener behauptet, es müsse immer zunächst in Silicat verwandelt werden, was durch Fritten mit 20 Proc. Kieselsäure und 1·5 Proc. Kohlenpulver und nachheriges Schmelzen geschehen soll. Die Kohle wird zur leichteren Zersetzung der Schwefelsäure zugefügt. Allein die Schlacken enthielten 18 bis 20 Proc. Blei und viel Blei scheint sich verflüchtigt zu haben. Ein Zusatz von Eisen besserte nichts, denn das Metall sank zu Boden, und kam so mit der Masse sehr unvollkommen in Berührung, während andererseits das Blei Eisentheilchen enthielt.

Dann versuchte man, das Silicat mit 20 bis 22 Proc. Schwefelkies (vom Gewicht des Bleisulfats) durchzuarbeiten. Es entwichen Schwefel und schweflige Säure und die Masse floss zuletzt ruhig. So erhielt man Blei und reiche Schlacken, bei mehr Schwefelkies ausserdem noch Stein (bei armer Schlacke). Hierbei muss sich die Einwirkung von Schwefel-eisen auf Bleisilicat geltend machen, woraus Eisensilicat, Blei und schweflige Säuren hervorgehen.

Auch bei Anwendung von Schachtföfen glaubt Rivot, dass das Bleisulfat zuerst in Silicat verwandelt werden müsse.

Schnedermann¹⁾ empfiehlt, das Bleisulphat mit 67 Proc. kohlen-saurem Kalk, 37 Proc. Flussspath und 12 bis 16 Proc. Kohle zu schmel-

¹⁾ Vergl. S. 31.

zen. Völkel¹⁾ räth die unmittelbare Reduction mit Kohle im Flammofen an, die Schlacken würden mit Eisenfrischschlacken im Krummofen zu Gute gemacht, und man gewinne so 60 Proc. Blei (Gehalt 68·3 im Bleisulfat). Siehe das Verhalten des Bleisulfats gegen Kohle und andere reducirende Körper S. 31.

Verhüttung von Weissbleierz und Pyromorphit (Carbonat und Phosphat).

Erze dieser Art kommen z. B. in Derbyshire vor und heissen dort Linnets. Smith untersuchte Proben, welche 24·6 Proc. Blei als Carbonat enthielten, und andere mit 35·1 Proc. Blei und 2·62 Phosphorsäure, was auf einen Gehalt von 16·7 Pyromorphit und 29 Weissbleierz deutet.

Solche Erze werden zu Alport im spanischen Schlackenheerd mit alten Bleischlacken, schwarzen Schlacken und Erzschlichen (Grabenschlich) verschmolzen, indem man die Schlacken und Kokes zuerst einträgt und die Linnets darüber ausbreitet. Früher wurde gezeigt, dass das Bleiphosphat durch Kohle vollständig zu reinem Blei reducirt wird (S. 47).

Die Reduction oder das Frischen der Glätte.

Die Reduction der Glätte zu Blei erfolgt durch Kohle oder kohlige Substanzen in Schacht- oder Flammöfen.

Das Glättfrischen im Flammofen. — Diese in England und auch in anderen Gegenden übliche Methode verlangt einen Ofen gewöhnlicher Art, dessen Heerd gegen die Stichöffnung hin geneigt ist. In letzterer ist eine gusseiserne Rinne eingesetzt, durch welche das Blei in einen eisernen Kessel fliesst, aus dem es in die gewöhnlichen Muldenformen gefüllt wird. Die Stichöffnung hält man den Tag über geschlossen, öffnet sie dann aber, weil sich nun soviel Blei im Heerd gesammelt hat, dass das Auge durch Schlacken nicht verstopft werden kann.

Bleiglätte und Kohle werden nicht innig gemengt, denn das beste Resultat ergibt sich im Grossen bei Anwendung von Stücken beider. Wählt man Kohle, so bringt man zuerst eine Schicht Kohlengestübe auf den Heerd, welche, vorausgesetzt, der Ofen sei heiss, sofort Destillationsproducte ausgiebt, und dann wird die Glätte sammt der Kohenschlacke darüber gebreitet, was man, in dem Maasse, als das Blei sich reducirt, wiederholt. Gegen das Ende der neun- bis zwölfstündigen Schicht unterlässt man dies und zieht die schlackigen Rückstände aus dem Ofen. Die Procedur kann dann von Neuem beginnen.

Die Menge der Rückstände, welche in Deutschland als Glättfrischschlacke bezeichnet werden, und welche Kohle, auch wohl ein wenig Blei enthalten, sollte so gering wie möglich sein, daher aschenarme Kohlen

¹⁾ Ann. Chem. Pharm. 82, 64.

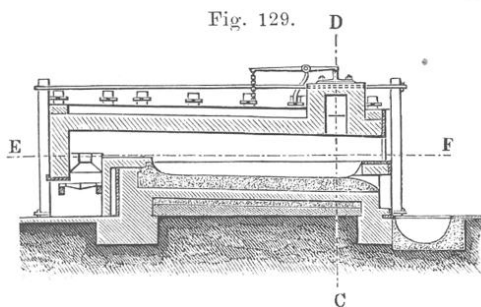
vorzuziehen sind. Sie werden mitunter im Schlackenheerd zu Gute gemacht.

Das Verfahren in England ist speciell folgendes: Der Ofen, nach dem Muster des Flintshirer, ist möglichst gross. Die Oeffnung in der Ofenbrust über dem Stich wird theilweise mit Thon verschlossen, so dass ein Damm entsteht, über welchen das Blei ausfliesst. Der Ofen wird rothglühend gemacht und der Heerd mit kleinen Kohlen bester Qualität 0'05 bis 0'07 M. hoch beschüttet, worauf man den Ofen beschickt und bloss den Stichheerd frei lässt, der sich bald füllt und 1000 bis 2000 K. fasst. Nach Verlauf von einer oder zwei Stunden fliesst das Blei über den Damm. Ist kein Feuer unter dem Kessel, in welchem es sich sammelt, so muss der Ausfluss höher gelegt werden, so dass sich mehr Blei anhäuft. Man beschickt den Ofen ab und zu aufs Neue, und wenn der Vorheerd sich gefüllt hat, wird der Damm entfernt, worauf sich der Kessel in wenigen Minuten mit dem glühend-flüssigen Metall füllt, welches jedes Erstarren und Ansetzen hindert. Es wird dann ausgekellt, während die Arbeit ihren Fortgang nimmt, so dass es 3 bis 4 Stunden lang fortdauernd zu thun giebt. Hört der freiwillige Abfluss des Bleies auf, so ist keine Glätte mehr vorhanden, nur ein bleioxydreicher, Metalltheilchen und Kohlen einschliessender Rückstand, der sich rasch vermindert. Er wird bei verstärktem Feuer durchgearbeitet, und hat einen abermaligen Abfluss von minder reinem Blei zur Folge. Diese Operation wird noch öfter wiederholt, falls man die Rückstände nicht in einem Schachtofen für sich verarbeiten will. Glätte, welche Kupfer, Antimon, Arsen oder andere Metalle enthält, liefert mehr Rückstände oder Schlacken als reine Glätte.

Der Schaum vom Pattinsoniren wird ebenso wie Glätte behandelt; ebenso der vom Weichmachen oder Raffiniren des Bleies. Doch müssen die silberreicheren Abfälle für sich zu Gute gemacht werden, damit für die

spätere Entsilberung nicht unnütze Kosten entstehen.

Der Bleiberger Ofen eignet sich sehr gut für das Glättefrischen mit Holzkohlen. Auf der Friedrichshütte bei Tarnowitz wurde ein solcher für die Reduction des Schaums vom Pattinsoniren und des Abstrichs benutzt.



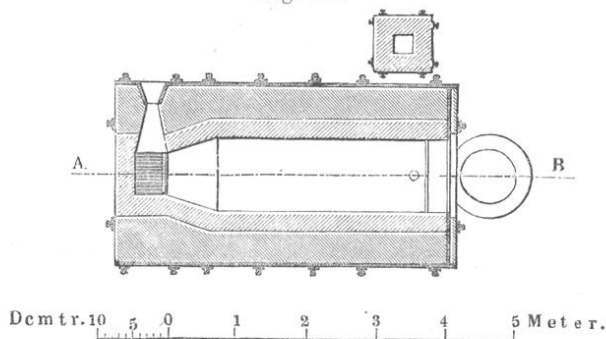
Durchschnitt nach AB in Fig. 130.

Die Figuren 129 bis 132 geben ein Bild des Ofens¹⁾.

¹⁾ Entlehnt aus der Abhandlung von Teichmann in der Ztschr. f. B. H. S. (1867) 15.

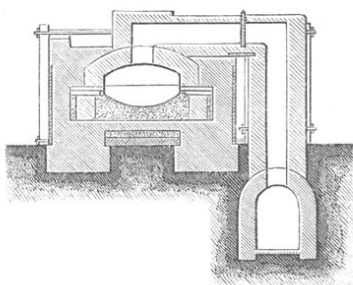
Das Innere, so weit es mit Blei oder Bleioxyd in Berührung kommt, besteht aus schwerem Gestübe, welches sorgfältig festgestampft ist, und

Fig. 130.



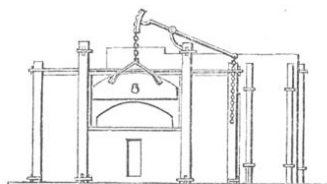
Horizontalschnitt nach EF in Fig. 129.

Fig. 131.



Durchschnitt nach CD in Fig. 129.

Fig. 132.



Vorderansicht.

das Mauerwerk vor dem Angriff und dem Durchdringen schützt, und als schlechter Wärmeleiter zur Brennmaterialersparniss beiträgt. Vorn ist eine aufziehbare Arbeitsthür vorhanden. Die Heerdsohle neigt sich von den Seiten nach der Mitte und zugleich von der Feuerbrücke nach vorn, wo sich eine Stichöffnung befindet, die während der Arbeit mit Thon verschlossen ist, und alle 12 Stunden geöffnet wird. Das Blei fließt unterhalb in einen mit schwerem Gestübe ausgeschlagenen Sumpf, dessen Oberfläche im Niveau der Hüttensohle liegt. Eiserne Kessel hat man verworfen, weil sich das Metall in ihnen so schnell abkühlt, dass es nicht geschäumt werden kann. Man beschickt den Ofen mit einer 0.08 M. hohen Lage von Abstrich und kohligen Substanzen, feuert mit Steinkohle, und regulirt die Hitze durch einen Dämpfer in der Esse. In dem Maasse, als die Reduction vorschreitet, wird die Beschickung erneuert, d. h. 1000 bis 1250 Kilo werden in Zwischenräumen von 3 oder 4 Stunden eingetragen. Durch Umrühren sucht man die auf der Oberfläche schwimmende Schlacke mit der kohligen Masse in vielfache Berührung zu bringen. In

dieser Art producirt man in 12 Stunden 2750 bis 3000 Kilo Blei. Vor dem Abstechen, und nachdem die Schlacken stark erhitzt worden, öffnet man die Arbeitstür, damit der Ofen sich abkühle, und wenn jene hinlänglich erstarrt sind, zieht man sie ab und schafft sie bei Seite, um sie im Schachtofen umzuschmelzen. Dann bringt man etwa 1250 K. Abstrich auf den oberen Theil des Heerdes zunächst der Feuerbrücke, und sticht so viel Blei ab, dass der Heerd immer von Metall bedeckt ist und Schlacken sich auf ihm nicht festsetzen können. Auf das Blei wirft man Kohlenklein, rührt es durch und schäumt es mittelst einer durchlöchernten Schaufel, indem man den Schaum wieder in den Ofen giebt.

In den Jahren 1864 und 1865 waren die Resultate auf der Friedrichshütte:

	Verhüttet an Abstrich	Gehalt	
		Blei	Silber
1864	1 180 550 K.	97·5 Proc.	1·542 T. Thle.
1865	1 535 800 „	97·4 „	1·692 „ „

Ausgebracht:				
Blei	Silbergehalt	Schlacken	Gehalt	
			Blei	Silber
1864	971 925 K.	1·767 T. Thle.	211 600 K.	72·20 Proc. 0·476 T. Thle.
1865	1 287 162·5 „	1·883 „ „	265 900 „	68·63 „ 0·652 „ „

Oder 100 Thle. Abstrich ergaben:

1864	Blei 82·33	Schlacken 17·92 =	Blei 13·12
1865	„ 83·81	„ 17·31 =	„ 11·88

Das eigentliche Glättefrischen ist auf der Friedrichshütte jetzt ganz in Wegfall gekommen, mit Ausnahme einiger reichen Glätte und der antimonhaltigen schwarzen Glätte, welche auf Hartblei verarbeitet wird.

Das Glättefrischen im Schachtofen. — Dieses Verfahren ist das bei uns allgemein übliche.

In Freiberg¹⁾ bedient man sich dazu solcher Oefen, wie sie früher bei der Bleiarbeit im Gebrauch waren. Sie sind jedoch von der Spur zur Gicht nur 2·51 M. hoch, und jene hat 0·08 M. Fall auf ihre ganze Länge. Die Glätte wird mit Kokes aufgegeben, bloss die mergelhaltigen Vorschläge (Scheideglätte) werden mit 10 Proc. alter Bleischlacken oder veränderter Glättfrischschlacken beschickt. Man setzt in 24 Stunden 45 000 K. Glätte (von nichtraffinirtem Blei) durch und sticht etwa 20mal ab. Das Resultat sind 90 Proc. Frischblei, welches raffinirt und pattinsonirt wird. Von Glätte aus pattinsonirtem Blei lassen sich aber nur 25 000 K. durchsetzen, von Scheide- und Vorschlagglätte nur 15 000 K.

Die Schlacken (Glättfrischschlacken) sind sehr saiger und führen 25 bis 30 Proc. Blei. Sie werden am Schluss der Campagne mit Zuschlag

¹⁾ S. Plattner's Vorlesungen 2, 129.

von 3 Proc. Kies in demselben Ofen verändert (5000 Kilo in 24 Stunden) und geben unreines Blei (Schlackenblei), Stein und Schlacke. Das Blei wird in einem Flammofen raffinirt und sodann pattinsonirt; der Stein kommt zur Bleiarbeit, die etwa 5 Proc. Blei haltende Veränderungsschlacke aber zur Bleisteinarbeit. Durchschnittsproben dieser Schlacken enthalten nach Richter:

	I. Muldenener Hütte.	II. Halsbrückner Hütte.
Kieselsäure	36·66	52·00
Thonerde	6·12	7·40
Eisenoxydul	30·42	25·11
Kalk	5·76	8·63
Magnesia	1·43	0·81
Bleioxyd	8·38	3·10
Kupferoxydul	1·07	0·18
Schwefel	3·21	0·51
Kohle	7·32	2·10
	100·37	99·84

Auf Clausthaler Hütte¹⁾ wendet man nicht mehr Krummöfen, sondern Hohöfen an, deren Kernschacht im unteren Theile aus Kokesteinen besteht, welche die Dauer der Campagne verlängern und die Schlackenbildung vermindern. Diese Steine werden aus feinem Kokespulver und Thon²⁾, mit Wasser angemacht, und lufttrocken benutzt.

Auf 100 Thle. zerstückte Glätte schlägt man 11·5 Thle. eigene Schlacken zu und wendet 14·5 Thle. Holzkohlen an. Die Schlacken werden an die verticale Hinterwand, die Kohlen davor, die Glätte an die Seiten gesetzt, so dass sie nicht geradezu vor die Form gelangt. Gicht und Nase müssen dunkel gehen. Das im Sumpf gesammelte Blei wird geschäumt und in eiserne Pfannen gegossen; es enthält 0·166 T. Thle. Silber, ausserdem etwas Kupfer, Zink, Eisen, Antimon und Arsen.

Die braune oder schwarze glasige Glättfrischschlacke, welche sich theilweise aus der Asche und dem Ofenmaterial gebildet hat, 10 bis 36 Proc. Blei haltend, dient bei dem Steinschmelzen und Glättfrischen. Die vom flüssigen Blei abgezogene Haut (Bleidreck), welche 80 Proc. Blei enthält, wird gleichfalls reducirt.

In Campagnen von 56 bis 63 Stunden macht man 8 bis 9 Schichten und verschmilzt in jeder 9200 bis 9350 K. Glätte. Man bringt 88 Proc. Blei aus, und erhält nebenbei 12·6 Schlacken und 2·4 Bleidreck.

¹⁾ S. Kerl, Oberharzter Hüttenprozesse. ²⁾ Der Thon besteht nach Bruns aus 77·9 Kieselsäure, 13·2 Thonerde, 5·3 Eisenoxyd, 3·1 kohlen-saurem Kalk und 1·3 kohlen-saurer Magnesia, ist also im ge-glüh-ten Zustande untersucht oder wasserfrei berechnet.

Auf den Hütten des Communion-Unterharzes ist die Glätte ziemlich reich an Kupfer; sie enthält 86 bis 90 Proc. Blei und wird in 1'88 M. hohen Spuröfen mit verdecktem Auge, mit $\frac{1}{4}$ Frischschlacke beschickt, bei dunkler Gicht und heller Form reducirt. In 16 bis 20 Stunden werden aus 7000 bis 7500 K. bei Holzkohlen etwa 4400 bis 4500 K. Frischblei ausgebracht.

In Przibram wird die Glätte über einem 1'57 M. hohen Krummofen gefrischt, welcher als Tiegelofen mit offenem Auge zugestellt ist. In 24 Stunden können 10 000 K. Glätte durchgesetzt werden; das Blei fließt ununterbrochen durch den Stich in den Heerd, und die Campagne dauert 10 bis 12 Tage. Schlacken und Gekrätz werden mit Eisenfrischschlacken umgeschmolzen, und die neuen Schlacken in die Arbeit zurückgegeben.

Zur theilweisen Reduction des Abstrichs oder der schwarzen Glätte dagegen bedient man sich in Przibram des Treibofens, dessen Heerdsohle dann aus schwerem Gestübe besteht. 3750 K. werden bei starkem Feuer ohne Gebläse eingeschmolzen, wozu 20 bis 22 Stunden erforderlich sind. Dann lässt man Alles durch die Glättgasse in einen Gestübeheerd fließen, der das Werkblei aufnimmt, während die Schlacke über den Rand fließt. Diese Arbeit heisst das Verblasen der schwarzen Glätte. Das Werkblei, 0'66 bis 1'0 T. Thle. Silber haltend, wird abgetrieben, die Verblaseschlacke mit 56 bis 60 Proc. Blei auf Hartblei verarbeitet, indem man sie mit 24 Proc. Eisenfrischschlacken und 36 bis 40 Proc. Schlacken und Gekrätz derselben Arbeit über einem Krummofen verschmilzt, das Hartblei aber absticht.

In der ersten Hälfte des Jahres 1856 erhielt man aus 71 250 Kilo schwarzer Glätte

18019 K. Werkblei = 25'3 Proc. und

48734'5 K. Schlacken = 68'4 Proc.

Das Hartblei enthält 18 bis 24 Proc. Antimon. Die gleichzeitig fallenden Schlacken mit 12 bis 24 Proc. Blei werden durch wiederholte Arbeit so weit entbleiet wie möglich. Auf 100 Thle. Blei sollen $5\frac{2}{3}$ Thle. als Verlust kommen.

Die Hartbleigewinnung auf den Oberharzer Hütten beschränkt sich auf den grünschwarzen dichten Abstrich der mittleren Periode seiner Bildung. Auch hier saigert man ihn zuvörderst auf einer Gestübesohle im Treibheerd oder einem anderen Flammofen. Auf die Heerdsohle werden Wasen gebreitet und der Abstrich wird mehr nach der Feuerbrücke und den Formen hin aufgehäuft. Die flüssige Masse gelangt in einen Stichheerd, und hier sammelt sich über dem Werkblei ein antimonreicher schaumiger Abstrich, welcher, zerschlagen, mit armen Steinschlacken und eigenen Schlacken im Glättfrischofen zum Abstrichfrischen gelangt. Man verhüttet in 12 Stunden 3750 K. bei Kokes.

Der Antimongehalt des Harzer Hartbleies ist von Kast = 14 bis 18 Proc., von Streng = 18·14 bis 25·4 Proc. gefunden worden¹⁾.

Das Raffiniren des Bleies.

Das durch Pattinsoniren oder durch Zink entsilberte Blei wird, bevor es in den Handel kommt, von einem Gehalt an fremden Metallen möglichst befreit, und es war bei jenen Processen bereits von dem Polen, Schäumen, dem Entzinken mit Hülfe von Wasserdampf etc. die Rede.

Da fast alle Metalle das Blei härter und für manche Anwendungen untauglich machen, so ist das Raffiniren zugleich ein Weichmachen (softening) des Bleies.

Der Process beruht auf derselben theoretischen Grundlage wie das Raffiniren und Garmachen des Kupfers, darauf, dass die fremden Stoffe in der Glühhitze bei Luftzutritt sich oxydiren, natürlich nicht ohne dass auch Blei sich oxydirt, so dass es eigentlich darauf ankommt, dass jene sich früher oder schneller oxydiren als die Hauptmasse des Bleies selbst. In Bezug auf das hier eine Hauptrolle spielende Antimon kommt der Umstand hinzu, dass es sich bei Gegenwart von Blei um so leichter oxydirt, weil sich antimonsaures Blei bildet. Ähnliches gilt vom Arsen. Der Process lässt sich am besten bei mässiger Rothglühhitze in einem Flammofen ausführen; die Oxydschicht wird wiederholt abgezogen, bis eine Probe zeigt, dass das Metall weich ist.

Man benutzt Flammöfen, deren Heerd eine Gusseisenplatte bildet, welche im Uebrigen den in Fig. 20 u. s. w. dargestellten gleichen. Zu Pontgibaud war nach Phillips der Heerd 5·46 M. lang und 2 M. breit, an den Ecken abgerundet; die Eisenplatte ruht auf einer 0·6 M. dicken Lage von Chamotte und diese auf solidem Mauerwerk. Am tiefsten Punkte liegt die 0·02 M. weite Stichöffnung, von welcher ein eisernes Rohr nach aussen führt, dessen obere Mündung ein Eisenstab verschliesst, welcher durch ein im Gewölbe befindliches Loch senkrecht hindurchgeht. Auch das eiserne Rohr ist mit Knochenasche vollgestampft, aber ein Eisenstab steckt in der Mitte, durch dessen Wegnahme ein Canal für den Bleiabfluss entsteht. An derselben Seite des Ofens sind zwei Arbeitsthüren angebracht. Die Charge bestand aus 20 000 Kilo Blei, welche in 60 Stunden für das Pattinsoniren fertig gemacht wurden, oder in drei Tagen einschliesslich des Beschickens und Abstechens, und die Ausbeute war 94·7 Proc.

In Freiberg raffinirt man in Flammöfen, wie sie für die Schmelzarbeiten dort gebraucht werden, und wendet zwei Formen, eine auf jeder Seite der Feuerbrücke, an. Der auf der Oberfläche sich sammelnde kupferreiche Schaum wird abgezogen, das Schmelzen bei mässigem Winde fortgesetzt, und der sich bildende Abstrich entfernt, bis das Blei genü-

¹⁾ B. H. Ztg. 1861. Nr. 37.

gend rein ist, wofür die Dehnbarkeit, das Verhalten beim Schmelzen vor dem Löthrohr und das V. G. Anhaltspunkte liefern. Jenes geschieht besonders, um auf Arsen und Antimon zu prüfen ¹⁾).

Nach Percy wird auf einer englischen Hütte das raffinirte Blei vor dem Pattinsoniren noch gepolt.

In England sind mehrfach Vorschläge aufgetaucht, beim Raffiniren des Bleies Oxydationsmittel, wie Salpeter, Soda, Kalk hinzuzufügen, und noch 1860 nahm W. Baker ein Patent auf die Verwendung von alkalischem Bleichsalzen, Eisenvitriol und einer Mischung von saurem schwefelsaurem Kali und Kochsalz ²⁾).

Es ist wohl nicht nöthig, bei diesen Vorschlägen länger zu verweilen.

Die beim Raffiniren entstehenden Krätzen (dross) lassen sich mit Kohle in Flamm- oder Schachtöfen reduciren und das aus ihnen gewonnene Blei kann wiederum durch Einschmelzen bei Luftzutritt raffinirt werden, indessen wird dasselbe stets unreiner ausfallen als das frühere. Bei grösserem Antimongehalt bringt man aber das Hartblei in den Handel. Richardson schlägt bei der Reduction einen Zusatz von 2·5 Proc. Sodaasche vor, und führt zwei Analysen von Krätzblei an, I. ohne, und II. mit diesem Zusatz erhalten:

	I.	II.
Blei	82·88	58·70
Antimon . .	16·09	40·66
Kupfer . . .	0·68	0·32
Eisen	0·35	0·32
	100	100

woraus folgen würde, dass der Sodazusatz die Reduction des Antimons wesentlich befördert habe.

Auch theilt Richardson die Zusammensetzung der Producte mit, welche mit Sodazusatz aus ursprünglichem Krätzblei erhalten waren.

A. Englisches Blei.

- I. Ursprüngliches Blei.
- II. Blei aus den Krätzen von I.
- III. Solches aus denen von II.

B. Spanisches Blei.

- IV. Ursprüngliches.
- V. Aus den Krätzen von IV.
- VI. Aus denen von V.

¹⁾ Plattner's Vorlesungen. 2, 137. ²⁾ Watt, Dict. of Chemistry, 3, 530.

	A.			B.		
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Blei . .	99·27	86·53	52·84	95·81	64·98	56·6
Antimon .	0·57	11·29	47·16	3·66	29·84	43·4
Kupfer .	0·12	—	—	0·32	5·90	—
Eisen . .	0·04	0·34	—	0·21	0·20	—
	100	98·16	100	100	100·92	100

Die Legirungen III. und VI., den Mischungen Pb^2Sb^3 und Pb^3Sb^4 nahestehend, liessen keine weitere Scheidung zu; in der Glühhitze oxydirtten sich beide Metalle gleichzeitig.

Es ist bekannt, dass unreines Blei durch partielles Schmelzen oder Saigern in einen flüssigen reineren Theil und in feste Rückstände (Schlicker) zerfällt, welche strengflüssigere Legirungen darstellen. Es scheint besonders das Kupfer zu sein, welches, wie schon S. 52 bemerkt wurde, grossentheils in diesen Schlickern zurückbleibt.

Percy führt an, dass aus etwa 10 000 Kilo Blei, welche durch wiederholte Reduction von Krätzen gefallen waren, nach dem Schmelzen und Schäumen eine krystallinische Masse an der Oberfläche sich bildete. Diese grossblättrige Legirung bestand nach einer Analyse von Ward in Percy's Laboratorium aus:

Blei	57·83
Zinn	9·40
Kupfer	2·44
Eisen	0·18
Nickel	0·89
Antimon	27·55
Arsen	0·62
Schwefel	0·52
	99·43

Diese Legirung entspricht, wenn $R = \text{Pb}, \text{Sn}, \text{Cu}, \text{Fe}, \text{Ni}$, der Formel

$$R^5 \left\{ \begin{array}{l} \text{Sb} \\ \text{As} \\ \text{S} \end{array} \right\}^3$$

Ihre Absonderung in dem flüssigen Metall erinnert an das im flüssigen Quecksilber fein zertheilte feste Silberamalgam. Aus unreinem Zinn scheiden sich krystallinische oder krystallisirte Legirungen von Zinn und Eisen ab, Dörner und Härtlinge genannt, welche als Fe^4Sn , Fe^3Sn^4 , FeSn^2 , FeSn^6 erkannt worden sind¹⁾. Percy erwähnt einer Legirung aus Zinn, Eisen und Arsen (hardhead), welche in dem Zinn

¹⁾ S. mein Lehrb. d. chem. Metallurgie 2. Aufl. S. 450.

aus gewissen Erzen enthalten ist, und beim Erhitzen des Zinns bis zu seinem Schmelzpunkt in fester Form zurückbleibt oder, insoweit sie vom flüssigen Zinn mit fortgeführt wird, durch die Operation des „boiling“ und „tossing“ abgesondert werden muss.

Diese Procedur, welche dem Polen entspricht, wie es bei dem durch Zink entsilberten Blei beschrieben wurde, hat nach Percy die Ansammlung fester Theile auf der Oberfläche zum Zweck, welche schon zuvor als solche in dem geschmolzenen Metall vorhanden waren. Deshalb verlangt das Polen eine Temperatur, bei welcher diese Theile sich in dem Metall nicht wieder auflösen können.

Eine combinirte Saigerung und Raffinirung des Bleies findet zu Schemnitz in Ungarn statt¹⁾; zum Einschmelzen dient ein Ofen gleich dem Bleiberger. Vor ihm ist ein eiserner Kessel mit eigener Feuerung, in welchen das Blei vom Heerd durch eine eiserne Rinne fließt. Vermittelst einer besonderen Vorrichtung lassen sich Holzstücke senkrecht in das flüssige Blei des Kessels eingetaucht halten. Das Einschmelzen auf dem Heerd erfolgt sehr langsam und vorsichtig; die Bleifläche im Kessel wird mit Holz abgeschäumt, und dann werden die erwähnten Hölzer tief hineingedrückt. Auf diese Art wird das Blei einige Stunden gepolt. Vergleichende Versuche aus der ersten Zeit dieses Verfahrens hatten folgende Resultate gegeben:

	I.	II.
	Im geschmolzenen Blei. Proc.	Im gepolten Blei. Proc.
Kupfer	0·456	0·116
Eisen	0·126	0·010
Antimon	0·212	0·089

Nach längerem Betrieb enthielt das gepolte Blei:

	Proc.
Kupfer	0·09
Eisen	0·009

also gar kein Antimon, wie es scheint.

Die Verdichtung des Flugstaubs und Bleirauchs.

Nicht allein für die Arbeit selbst, sondern auch für die Gesundheit der Arbeiter ist es erforderlich, dass alle Bleiöfen mit Verdichtungsapparaten versehen seien. Die Aufgabe, alle aus dem glühenden Innern der Oefen mechanisch und dampfförmig entweichenden condensirbaren Stoffe vollständig zurückzuhalten, ist sehr schwierig, und nirgends vollständig

¹⁾ Kachelmann im B. u. H. Jahrbuch 1862, 2, 198.

gelöst. Nur in ruhiger Luft von niederer Temperatur kann der Absatz und die Verdichtung erfolgen, aber der Zug der Oefen und die Hitze der entweichenden Gase heben diese Bedingungen vollständig auf. Mehrfache und geräumige Kammern und lange horizontale Canäle sind die bekannten Hilfsmittel, welche in Gestalt von „Flugstaubkammern“ an vielen Orten eingeführt sind.

Weite Kammern haben sich weniger bewährt, als man nach ihrer Grösse erwarten durfte.

Man hat versucht, die Dämpfe durch eingespritztes Wasser oder durch Dampfstrahlen zu verdichten; man hat mit Hilfe von Saugpumpen oder in anderer Art die Dämpfe durch Wasser hindurchgeleitet. Dennoch hat sich unter allen Methoden die älteste, einfachste und billigste, die Anlage horizontaler Rauchcanäle, am besten bewährt, aber sie müssen jedenfalls in einen senkrechten Zugcanal, eine Esse, münden. Ihre verhältnissmässige Wirksamkeit beruht vornämlich auf der Zeit, welche den staubigen und dampfförmigen Theilen zu ihrem Absatz gegeben ist.

Percy beschreibt das Condensationssystem langer horizontaler Züge, welches nach Mittheilung von Sopwith auf Beaumonts Hütten im nördlichen England eingeführt ist. Es sind

- zwei Leitungen auf Allen-Hütte,
- eine auf Altenheads-Hütte,
- eine auf Rookhope-Hütte,

zusammen 13·5 Kilometer lang. Im Allgemeinen sind sie 2·44 M. hoch und 1·8 M. breit. Aus diesen Zügen wurden in einem Jahre 800 000 K. Blei gewonnen. Diese grosse und kostbare Anlage schützt eine ansehnliche Strecke Culturland vor den verderblichen Wirkungen der Bleidämpfe.

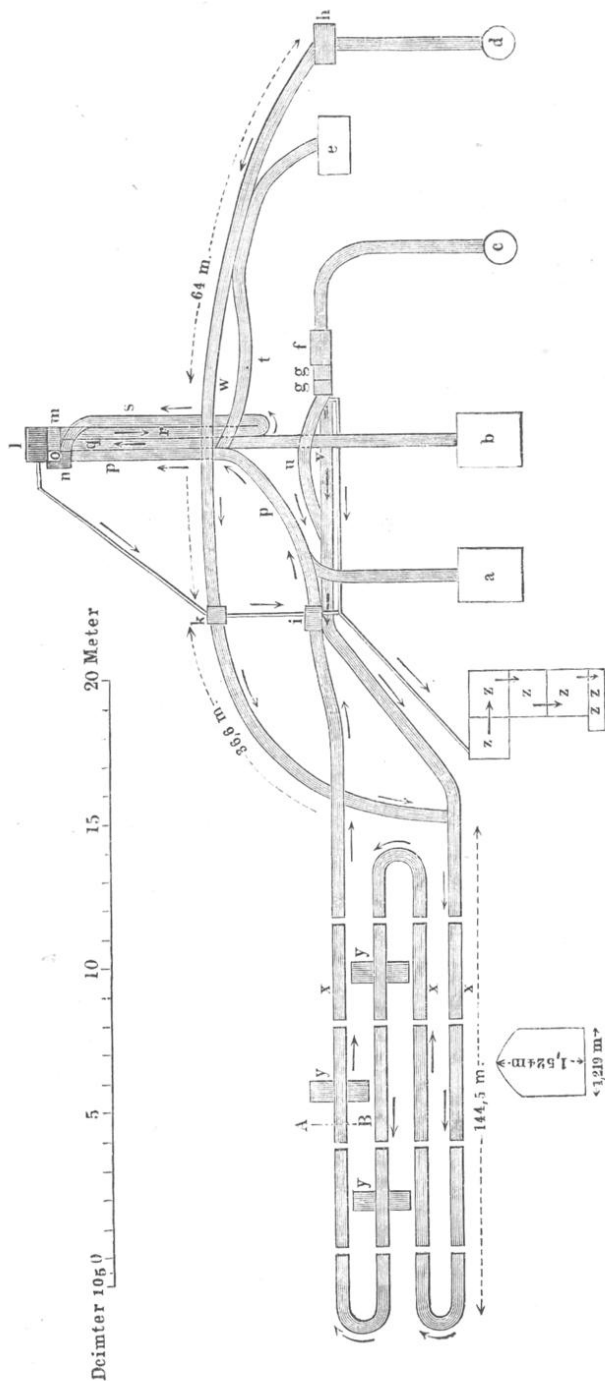
Auf der Alfort-Hütte in Derbyshire, welche am Fusse eines steilen Hügels liegt, befinden sich Condensationsvorrichtungen, der Localität entsprechend, von denen Fig. 133 einen Grundriss liefert.

Die Höhendifferenz zwischen den Oefen und der Basis der Esse ist 21·3 M., und diese ist 10·36 M. hoch.

(Die angegebenen Maasse beziehen sich bloss auf die Länge der Züge, nicht auf ihre übrigen Dimensionen noch auf die der Oefen und Condensatoren.)

- a* Flammofen für das Erzschnelzen.
- b* Desgleichen für Erze und für Hüttenrauch.
- c* Schachtofen (spanischer Schlackenheerd).
- d* Schachtofen.
- e* Röstofen, zur Zeit (December 1868) nicht im Gebrauch.
- f* Condensator, eine Kammer, 4·27 M. lang, 1·8 M. breit und 3·66 M. hoch, in welche Wasser eingespritzt wird.
- g* Condensator, 3·66 M. lang und 1·8 M. breit, durch eine Wand getheilt, in welcher sich Oeffnungen befinden. Er ist mit einer

Fig. 133.



- siebartig durchlöchernten Bleiplatte bedeckt, durch welche Wasser auf eine lockere Lage Steine fällt, und dadurch zertheilt wird.
- h* Condensator, in den Dimensionen dem ersten gleich, aber nur 3·36 M. hoch, in welchen Dampf geleitet wird.
- i* Condensator am oberen Ende eines langen Canals (*x*), in zwei Abtheilungen getheilt. Die eine derselben hat einen Querschnitt von 1·67 Quadratmeter; sie ist mit einer 0·5 M. hohen Schicht Haidekraut bedeckt, auf welche durch eine hölzerne Siebplatte Wasser fällt.
- k* Condensator von 0·58 Quadratmeter Querschnitt, welcher in halber Höhe eine lose Steinlage enthält, auf welche von oben her gleichfalls Wasser fällt.
- l* Condensator, 3·66 M. lang und 1·8 breit, mit einer ähnlichen Steinlage versehen.
- m* Kammer.
- n* Condensator, etwa 2·43 M. lang, 1·8 M. breit und 3 M. hoch, in den ein Wasserstrahl fällt.
- o* Mündung eines senkrechten Canals, gleichfalls mit einem Wasserstrahl versehen.
- p* Zug, welcher den Rauch aus dem langen Canal (*x*), sowie aus dem Flammofen (*a*) aufnimmt.
- q* Canal aus dem Ofen (*b*) in die Kammer (*m*).
- r* Canal vom Boden des Condensators (*l*), welcher den Hügel hinabsteigt und mit dem Condensator (*n*) durch den Canal (*s*) in Verbindung steht.
- s* Canal, welcher den Lauf von *b* und *l* nach *n* vervollständigt.
- t* Canal vom Röstofen (*c*) nach *p*.
- u* Canal vom oberen Theil von *g* nach dem langen Canal (*x*).
- v* Desgleichen vom unteren Theil von *g*, und sich mit *u* auf dem Wege zu *x* vereinigend.
- w* Desgleichen von *h* nach *k*.
- x* Langer Canal, fast horizontal gelegt.
- y* Gewölbte Kammern im Verlauf von *x*, jede 6 M. lang, 2·13 M. breit und 2·4 M. hoch.
- z* Bassins zur Ansammlung des Wassers aus den Condensatoren, in denen der Flugstaub sich absetzt.

Der Rauch aus dem Flammofen *a* geht direct in *n* durch *p*, in welchem er sich mit dem aus dem langen Zuge *x* mischt, wie die Richtung der Pfeile andeutet. Wenn Erze in *b* verschmolzen werden, so geht der Rauch direct in *n*, wird aber Hüttenrauch verschmolzen, so leitet man ihn durch *q* nach *l*, von dessen unterem Theil er nach *r* streicht, um von *g* durch *s* nach *n* zurückzukehren. Der Rauch des Schachtofens *c* tritt in den Condensator *f* und von da in *g*, während der aus dem Ofen *d* nach *h*, und von dort durch *k* in *x* geführt wird. Die Dämpfe aus dem Schachtofen *c* treten in *g*, theils über, theils unter die lockeren

Steine; aus dem oberen Theile dieses Condensators gehen sie durch *u* und aus dem unteren durch *v*, welche sich vereinigen, und den Hügelhang hinabsteigend in *x* münden. Der Rauch des Röstofens *e* tritt in *n* durch *t* und *p*, und der zurückströmende *x* in die erste Abtheilung von *i*, passirt die Decke von Haide der zweiten und geht durch *p* in *n*. Derjenige, welcher aus *q* nach *m* gelangt, steigt aufwärts und gelangt nach *l*. Alle Dämpfe passiren *n*, bevor sie in die Esse *o* treten. Das Wasser aus *l* wird, den Pfeilrichtungen gemäss, nach *k* und *i* geführt, in welchem letzteren es einem neuen Wasserstrahl begegnet.

Im Jahre 1843 nahm J. Dickenson Stagg ein Patent auf eine Vorrichtung, welche darauf beruht, die Dämpfe durch Wasser zu führen. Sie werden zu dem Ende gezwungen, einen vielfach gewundenen Weg durch eine geschlossene rechteckige Kammer zurückzulegen, welche durch verticale gleich weit entfernte Scheidewände, die abwechselnd oben und unten Raum lassen, vielfach getheilt ist. Der untere Theil ist mit Wasser gefüllt, und das Durchsaugen erfolgt mittelst einer kräftigen Pumpe. Percy sah diese Art der Condensation zu Nent Head, Alston Moor in Cumberland. Man hatte drei abwechselnd thätige Pumpen aufgestellt, welche durch ein Wasserrad bewegt wurden. Auch auf den Dee Bauk Lead Works bei Holywell war eine solche Einrichtung im Gebrauch, und eine Maschine von 80 Pferdekraft setzte drei Pumpen in Bewegung, aber bloss einzelne Flammöfen und der Treibofen standen damit in Verbindung. Viel Schwierigkeiten machte anfangs die schweflige Säure, welche (oder vielmehr die aus ihr entstehende Schwefelsäure) zerstörend auf die Apparate wirkte. Die Erfahrungen, welche auf diesen Hütten im Verlauf einiger Jahre über Stagg's Condensator gesammelt sind, lassen es mindestens zweifelhaft erscheinen, ob man ihm den Vorzug vor anderen geben solle. So viel steht fest, dass das Wasser, welches aus dem Condensator abfließt, mit mehr Rauch beladen ist beim Beginn des Verschmelzens des gerösteten Erzes im Flintshire-Ofen, als zu jeder anderen Zeit, so dass also in dieser Periode die Bildung der Dämpfe hauptsächlich zu erfolgen scheint.

Die Einrichtung zu Wensleydale in Yorkshire (Keld Head Mining Companys Leadsmelting Works) beschreibt Percy nach Mittheilungen von Weston. Es sind zwei gleiche und ähnliche Kammern, oder Condensatoren, jede in 18 Abtheilungen getheilt.

Der Boden ist mit Wasser bedeckt und oben fällt beständig Wasser herab. Die Böden der beiden oberen Abtheilungen bestehen aus Latten, welche in Abständen von einander gelegt und mit Reisbündeln bedeckt sind. Der Rauch wird gezwungen, alle Abtheilungen zu passiren, wobei er dem Wasserregen ausgesetzt ist.

a a Wasserreservoir.

b b Cisterne, mit Blei bedeckt, aus welcher eine Anzahl Zinkröhren 0·9 M. lang herabsteigt, die am Boden verschlossen und mit zahlreichen Löchern in der unteren Hälfte versehen sind, durch welche das

Wasser in feinen Strahlen spritzt. Auch der Boden der Cisterne ist durchlöchert.

Fig. 134.

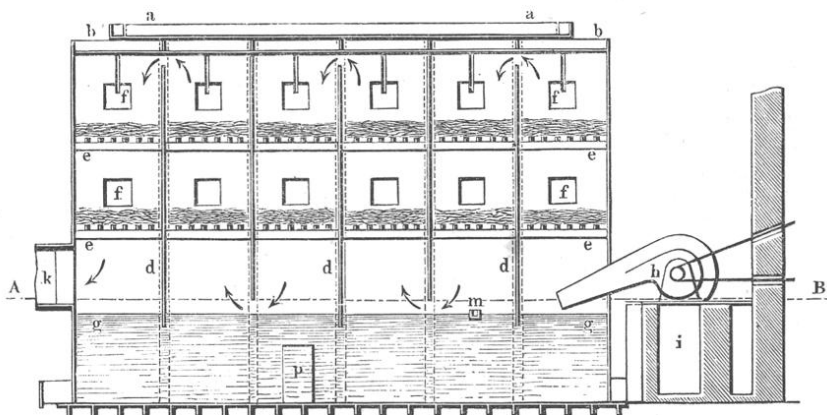
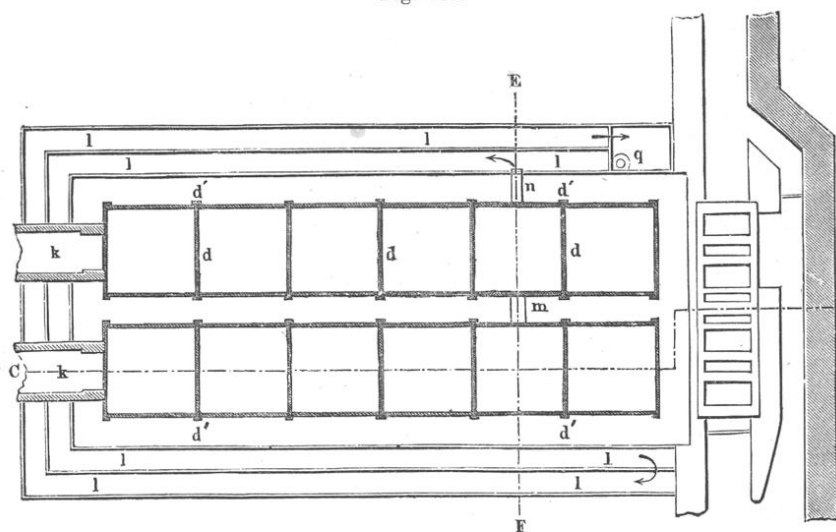
Vertikalschnitt nach *CD* in Fig. 135.

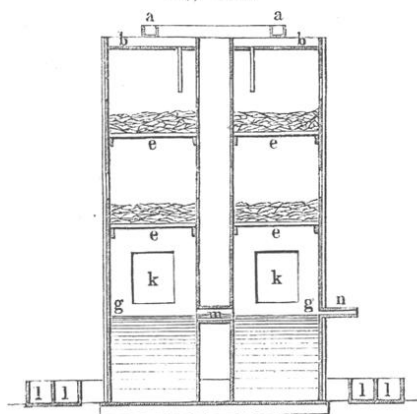
Fig. 135.

Horizontalschnitt nach *AB* in Fig. 134.

c Rohr von 0.075 M. Durchmesser, welches dem Reservoir *a* das Wasser zuführt.

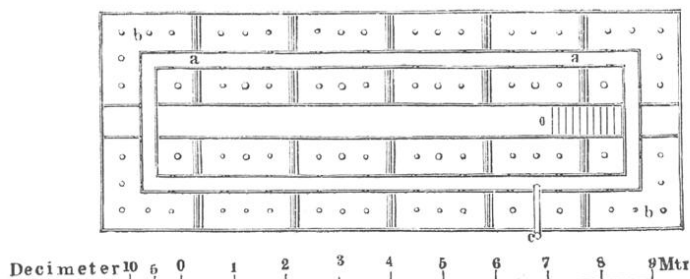
d Senkrechte 0·036 M. dicke Zwischenwände, welche jeden der beiden Condensatoren in sechs Fächer theilen; jede abwechselnde lässt oben einen Zwischenraum und reicht tiefer hinab als die andere.

Fig. 136.

Verticalschnitt nach *EF* in Fig. 135.

d' Stützen von 0·15 und 0·075 M. Durchmesser, durch Bolzen befestigt, welche von einer Seite zur anderen reichen.

Fig. 137.



Ansicht der Oberseite.

e Boden von Latten von 0·075 M. Querschnitt, wodurch jeder Condensator in drei Etagen getheilt ist, mithin 18 gleiche Fächer umschliesst. Sie sind mit einer 0·3 M. dicken Lage Reisig oder Dornen (thorns) bedeckt.

f Thüren, je eine für jedes Fach, ausgenommen in der untersten Etage.

g Wasserspiegel im Condensator.

h Ventilator zum Eintreiben der Dämpfe in den Condensator.

i Canal für die Dämpfe vom Ofen her.

k Canal für den Austritt der nicht verdichteten Gase, 1'06 M. hoch und 0'9 M. weit.

l Reservoir für das abfließende Wasser.

m Verbindungsrohr zwischen beiden Condensatoren.

n Rinne für den Wasserabfluss.

o Treppe nach der Decke des Condensators.

p Oeffnung zum Herausschaffen des abgelagerten Ofenrauchs.

q Cisterne, theils mit frischem Wasser, theils mit dem durch *n* zugeführten gespeist. Der Ueberfluss geht in ein Bassin, worin der noch mitgeführte Rauch sich niederschlagen kann.

Condensation zu Wanlockhead in Dumfriesshire (des Herzogs von Buccleuch Bleihütte). Der Condensator ist hier eine gemauerte oblonge Kammer, etwa 9 M. hoch, 8'5 M. lang und 2 M. breit, durch eine 7'3 M. hohe Mauer quer in zwei Kammern *A* und *B* getheilt, von denen jene unten mit den Zügen des Ofens, diese unten mit einer senkrechten Esse in Verbindung steht. *A* enthält vier horizontale Zwischenböden, die von einer Seite zur anderen reichen und abwechselnd an die Endmauern stossen, so dass der aufsteigende Rauch hin und her ziehen muss. Diese Scheideböden sind mit grossen Kieseln belegt, und der Raum zwischen der Scheidemauer und der Decke ist mit Kokes gefüllt, die durch hölzernes Gitterwerk gehalten werden. Auf *A* befindet sich ein Reservoir mit durchlöcherter Boden, aus welchem Wasser fliesst. Ebenso steht auf *B* ein eiserner Behälter mit 12 etwa 0'025 M. weiten Löchern, die in gleichen Abständen von einer Seite zur anderen hindurchgehen. Darüber liegt eine ebenso beschaffene Eisenplatte, welche sich vor- und rückwärts bewegen lässt, was mit Hülfe eines Wasserrades geschieht, so dass bei einer Stellung ihre Oeffnungen sich entsprechen, bei der anderen nicht. Durch diese Vorrichtung fällt das Wasser intermittirend in *B*. Vom Boden des Condensators fliesst es in Bassins, worin es sich klärt. Die Vorrichtung wird als zweckentsprechend geschildert, denn während früher die Vegetation in der Umgegend vernichtet war, reicht sie jetzt in üppiger Fülle bis nahe an den Fuss der Esse.

System von Fallize. — A. Fallize¹⁾, ein belgischer Ingenieur, hat einen Plan für die Verdichtung des Hüttenrauchs entworfen, welchen er für einfacher als die früheren englischen Systeme, und für vollkommener als die auf dem Continent üblichen hält. Das Princip seiner Methode besteht darin, den Rauch der Oefen mit Wasserdampf zu mischen und dann das Ganze einem künstlichen Regen auszusetzen, um Dampf und Rauch niederzuschlagen. Sein Condensator hat im Allgemeinen folgende Einrichtung: Es ist eine lange rectanguläre Kammer, durch eine Zwischenwand getheilt, welche von einer Wand bis nahe zur anderen reicht. So entstehen zwei Kammern, welche am einen Ende in directer Verbindung stehen. Die theilende Wand ist so angebracht, dass die

¹⁾ Revue univ. (1862) 2, 367.

eine Abtheilung halb so breit ist als die andere. In der Mitte der grösseren, in einer gewissen Entfernung von einander sind zwei isolirte gemauerte Querwände vorhanden, mit Zwischenräumen, welche in jeder Abtheilung mit den Steinen derselben abwechseln. Der Raum zwischen diesen beiden Mauern ist mit durchlöcherten Sandsteinstücken gefüllt, wie man sie in Sodafabriken zur Verdichtung der Salzsäure benutzt, und das Ganze ist mit einer durchlöcherten Metallplatte bedeckt, durch welche Wasser aus einem Behälter fliesst, dessen Boden jene bildet. Dieser gemauerte Raum mag das Filtrum heissen. Der Rauch wird in die engere Kammer durch zwei Dampfstrahlen getrieben, deren einer über dem anderen, und tritt dann in die weitere, so dass er gezwungen ist, durch das Filtrum in der Mitte zu strömen, von dort nach der anderen Seite, welche an die angrenzt, auf welcher er eintrat, und wo er gleichfalls durch einen Dampfstrahl herausgetrieben wird. Der Boden des Condensators liegt geneigt und ist immer bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser bedeckt; nach aussen steht dasselbe durch gewölbte Oeffnungen in Verbindung mit einer Senkgrube, die an der tiefsten Stelle vor dem Condensator sich hinstreckt, während beide Böden sich ineinander fortsetzen. Dadurch soll der niedergeschlagene Rauch sich in der Grube ansammeln, und was noch suspendirt ist, soll durch einen Strom fließenden Wassers in ein Labyrinth treten, um sich vollständig niederzuschlagen. An der entgegengesetzten Wand des Condensators sind Oeffnungen am Boden angebracht, mit Thüren verschlossen, wodurch jener von angehäuften Material gereinigt werden kann.

Der Condensator soll den Oefen so nahe stehen, dass sich nichts vorher niederschlagen kann. Fallize empfiehlt zum Bau Ziegel aus Thon und Kokespulver. Als Vorzüge der Einrichtung hebt der Erfinder Billigkeit hervor. Ihre Eigenthümlichkeit liegt offenbar in dem Vermischen von Rauch und Dampf, was jedoch nichts Neues ist, denn Watson hat schon im vorigen Jahrhundert Dampf empfohlen, und Richardson und Young haben 1848, A. Courage hat 1859 dasselbe Princip sich patentiren lassen. Percy zweifelt indessen, ob der Dampf in der erwähnten Art seinen Zweck erfüllen werde.

Condensation zu Eggleston Mill bei Alston in Cumberland (London Lead Companys Works). Die nachfolgenden Figuren, welche diese Einrichtungen erläutern, sind nach Zeichnungen von Thornton angefertigt.

Die punktirten Linien in Fig. 140 stellen Theile dar, welche ursprünglich nicht vorhanden waren. Der Rauch tritt aus dem Ofen in den unteren Theil eines gewölbten Canals *a* und nach oben durch eine Lage grosser Kiesel (cobbles) *b*, welche auf grösseren Steinen *c* ruhen. Dann tritt er durch Oeffnungen *d* in einen anstossenden Canal *e*, und aus diesem hinterwärts in beträchtlicher Entfernung in *f*, aus welchem er dann in die Esse *g* gelangt, welche unten 6·6 M., oben 2·9 M. äusseres Maass und 36·6 M. Höhe hat. Im oberen Theil von *a* ist eine An-

zahl Tröge *i* angebracht, welche mit Wasser gefüllt sind, und intermittierend überfließen, indem sie bei beständigem Wasserzuffluss sich selbst reguliren.

Fig. 138.

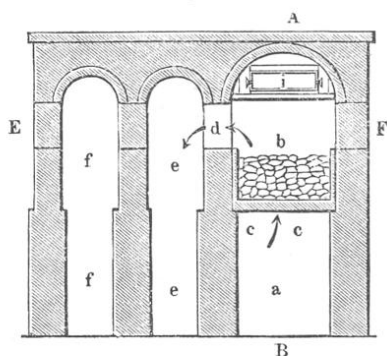
Verticalschnitt nach *CD* in Fig. 140.

Fig. 139.

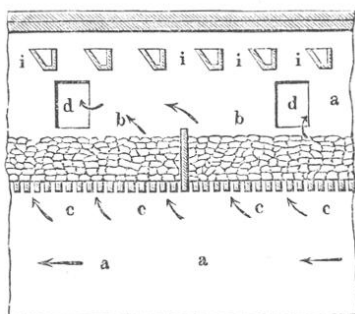
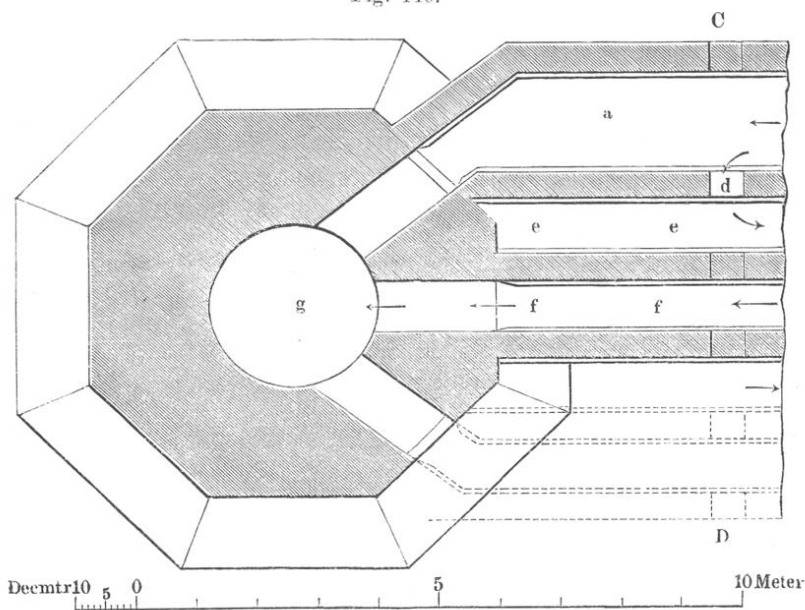
Desgleichen nach *AB* in Fig. 138,
in der Richtung nach links.

Fig. 140.

Horizontalschnitt nach *EF* in Fig. 138.

Obwohl keine näheren Mittheilungen über die Anwendung gegeben werden konnten, wird doch bemerkt, es sei diese Art der Condensation eine der wirksamsten.

Einem erfahrenen englischen Bleihüttenmann verdankt Percy zahlreiche Resultate von Versuchen in dieser Richtung im Grossen, welche nebst den Folgerungen hier angeführt werden mögen.

Es wurde eine Kammer, ähnlich der im Vorhergehenden zu Wensleydale angeführten, construirt, welche bloss in Einzelheiten von dieser abwich. Sie enthielt Wasser, doch keinen Dampf. Nachdem der Rauch genöthigt worden, dicht über die Oberfläche des Wassers zu strömen, wurde er durch mit kleinen Kokesstücken ziemlich dicht gefüllte Abtheilungen auf und ab geführt, vier an der Zahl, jede etwa 0.6 M. lang, ebenso breit, 1.8 M. tief. Er wurde aus zwei Raffiniröfen durch einen Ventilator von 1.2 M. gezogen, der in stärkster Bewegung war, wodurch der Rauch genöthigt war, die Abtheilungen und dann die Esse zu durchströmen, ausser wenn er durch den Dämpfer gehindert wurde, der, von Zeit zu Zeit geschlossen, ihn durch eine Oeffnung im Zugcanal ins Freie entliess, wo er beurtheilt werden konnte. Die in voller Arbeit befindlichen Ofen wurden mit dem Ventilator in Verbindung gebracht und der Zug genügend gefunden. Nachdem die Dämpfe durch die Filter gegangen waren, erschienen sie weiss, und nicht ganz so rauchig als ohne dies. Alles ging nach Wunsch, und nach einigen Stunden erschienen die Gase immer reiner. Endlich bewies ihr Ansehen, dass die Verdichtung oder Filtration praktisch vollkommen war, allein der Zug war nicht so gut wie im Anfang. Nach einer weiteren Stunde war er praktisch gleich Null. Die Gase wurden nun in die gewöhnlichen Züge geleitet und der Deckel der Vorrichtung abgenommen. Die Kokes (oder Cinder) waren nicht mehr zu sehen; es schien, als ob ein leichter Schneefall stattgefunden hätte. Es war mithin Bleirauch, und indem die Gase durch diesen hindurchgegangen waren, gaben sie allmählig die festen Theile ab, und bildeten ein immer vollkommneres, aber zugleich ein immer weniger durchdringbares Filtrum. Dies hatte der Untersucher früheren Erfahrungen gemäss vorausgesehen. Es war eine Vorrichtung hergestellt worden, wobei ein Wasserregen auf die Cinder fiel, oder vielmehr ein Wasserstrom einige Secunden sich über sie ergoss, um den Rauch hindurchzuspülen. Bei dem jetzigen Versuch wurde ein Wassersturz darüber gelassen, der Apparat wieder verschlossen, der Ventilator in Gang gesetzt, und der Rauch, nachdem er durch die nassen Filtra gegangen war, untersucht. Er enthielt Bleirauch in Menge. Man sperrte den Wasserzufluss ab. Nach einiger Zeit wurde die Filtration vollkommen, der Zug gleichzeitig aber schwächer. Als man alle halbe Stunden die Filtra mit Wasser abspülte, war das Resultat dasselbe. Waren die Zwischenräume zwischen den Cindern offen, so ging der Rauch hindurch; waren sie fast verstopft, so wurde er zurückgehalten, aber der Ofen hörte auf zu arbeiten. Ein fortgesetzter Wasserstrahl hielt einige Zwischenräume offen, jedoch war die Verdichtung dann sehr unvollständig. In allen Fällen bemerkte der Berichterstatter, dass trockne Cinder rascher ein vollkommenes Filtrum bildeten als nasse, ohne Zweifel, weil sie porö-

ser sind, und der Rauch sich vorzugsweise an trockne Flächen anlegt. Er fand kein Mittel, das Filtrum für einen guten Zug hinlänglich offen zu halten, und doch im Stande, gut zu verdichten. Verhindert man aber den Zug im Ofen, so stört man die Arbeit und gefährdet die Gesundheit der Arbeiter.

Diese Versuche beweisen, dass der Bleirauch in der Luft, gleich einem Niederschlage in Wasser, sich filtriren lässt. Der Urheber dieser Versuche ist überzeugt, dass, abgesehen von den Schwierigkeiten, die aus der Hitze und der schwefligen Säure entspringen, es möglich sein würde, ein Flechtwerk zu construiren, durch welches der Rauch schnell getrieben oder gesogen werden könnte, und seinen Gehalt dabei absetzte. Es scheint, dass Bewegung oder Reibung bis zu einem gewissen Grade die Abscheidung unterstützt. Wo sich Bleirauch an den Wänden eines Canals reibt, finden sich auch die reichlichsten Absätze.

Dies führt zu der Annahme, dass weite Kammern am passendsten für die Condensation seien. Und doch haben sie — oft versucht und noch öfter in Vorschlag gebracht — den Erwartungen nicht entsprochen. Eigene Erfahrung bewies, dass eine geräumige Kammer nicht mehr leistete als ein Canal von dem sechsten Theil der Weite, aber der gleichmässige Absatz des Bleirauchs zeigte, dass der Luftstrom nicht in gerader Richtung vom Eingang zum Ausgang sich bewegte, sondern den Wandungen entlang ging.

Was nun die Wirksamkeit von Dampf und Wasser betrifft, so ist es Thatsache, dass viele Zugcanäle, da wo sie aus dem Ofen treten, über feuchten Boden führen und dass sich in ihnen 0.05 bis 0.07 M. stagnirendes Wasser befindet. In diesen Theilen der Canäle wird, nach des Beobachters Erfahrung, kaum etwas Bleirauch abgelagert, und viele werden in Jahren nicht gereinigt. Wären sie aber trocken, so würden sie längst damit gefüllt sein. Ohne dies erklären zu wollen, kann man doch fest behaupten, dass der Rauch sich weit eher an trocknen Stellen absetzt.

Es ist ein mit Vorliebe gehegter Gedanke, die Dämpfe mit Wasserdampf zu mengen und so die verdichtbaren Theile mit letzterem zu condensiren. Allein Niemand, welcher es nicht versucht hat, weiss, wie schwer es ist, Feuchtigkeit aus einem grossen Volum heisser Luft niederzuschlagen. Sehr leicht gelingt es, durch künstlichen Regen, feuchte Kokes oder Steine den Dampf zu Dunst zu verdichten, aber die Schwierigkeit liegt darin, diesen Nebel sich in flüssigem Wasser auflösen zu lassen. Man hat sich der Bleikammern der Schwefelsäurefabriken erinnert, allein man darf nur an die Temperaturunterschiede dort und in den Bleiöfen denken, um von dieser Idee sofort zurückzukommen.

So hat die Praxis bisher nichts Besseres als lange Rauchcanäle, bei deren Anlage freilich die Kosten des Bodens und des Baues und die Terrainverhältnisse mitsprechen. Die Mängel, welche sich im Laufe der Zeit bei ihnen herausstellen, beruhen auf dem Zutreten der Bodenfeuchtigkeit, wobei die schweflige Säure durch ihre höhere Oxydation eine

wesentliche Rolle spielt. Auch ihre Reinigung verursacht Kosten, da ein einfaches Ausspülen nicht zweckmässig ist. Dennoch würden Alle, welche diese Art der Condensation für die zeitweilig beste halten, eine noch zweckmässigere jederzeit mit Freuden begrüßen.

Eigenschaften des Bleirauchs. — Er bildet ein feines Pulver von weisser oder grauer Farbe, und jene insbesondere ist bezeichnend für die dampfförmigen Exhalationen der Bleihütten. In der Nähe der Oefen vermag die hohe Temperatur aus der Wirkung des Bleirauchs auf die Substanz des Gemäuers förmlich geschmolzene Producte zu bilden.

So habe ich Gelegenheit gehabt, schon vor vielen Jahren eine amorphe braungelbe Masse zu untersuchen¹⁾, welche sich in dem Luft-erhitzungsapparat eines Gasflammosens auf Muldener Hütte bei Freiberg gebildet hatte, und welche Plattner mir mittheilte. Dieselbe enthielt:

Kieselsäure	31·82
Bleioxyd	34·93
Zinkoxyd	27·15
Eisenoxydul	3·80
Kalk	0·71
Magnesia	0·39
Antimon (As)	0·60
	99·40

Sie scheint demnach ein Bisilicat von Blei und Zink zu sein.

Percy hat durch Weston drei Proben Bleirauch von Bagillt untersuchen lassen, wo eine gemeinsame hohe Esse für die Flammöfen, einen Flintshire-, einen Schmelzofen und einen spanischen Schlacken-herd existirt, in welche die langen Rauchcanäle der Oefen einmünden. Die Proben stammen aus diesen Zügen, und vom Boden der Esse:

	I.	II.	III.
Bleioxyd	46·54	62·26	46·88
Schwefelblei	4·87	1·05	—
Zinkoxyd	1·60	1·60	4·14
Eisenoxyd } Thonerde }	4·16	3·00	10·00
Kalk	6·07	3·77	6·73
Schwefelsäure	26·51	25·78	14·15
Unlösliches	10·12	1·97	14·40
Kohle	—	—	3·37
	99·87	99·43	99·67

Das Unlösliche besteht aus Theilen der Mauerung und der Asche. I. stammte aus den Flammöfen; Farbe hell röthlichgrau. Das ana-

¹⁾ S. mein Lehrb. d. chem. Metall. S. 251.

lysirte Material wurde von verschiedenen Stellen des nämlichen Zuges entnommen, in welchen die kurzen Züge der Flammöfen einmünden, in einer Entfernung von 9 M. von den Oefen und dann in gleichen Abständen bis zu 45 M. Entfernung. Die Oefen und die Esse liegen etwa 80 M. von einander ab.

II. vom Boden der Esse; hellgrau mit schwach röthlichem Stich. Das Material ist natürlich das Product sämmtlicher Oefen.

III. von dem Schlackenheerd; dunkelgrau ins Bräunliche.

Berechnet man aus der Schwefelsäure die Sulfate, so hat man:

	I.	II.	III.
Schwefelsaures Blei . . .	63·23	84·59	53·59
„ Zink . . .	3·21	3·21	—
Schwefelsaurer Kalk . . .	14·74	3·13	—
bleiben:			
Kalk	2·48	6·73	
Bleioxyd . . .	—	7·44	
Zinkoxyd . . .	—	4·14	

Derartige Berechnungen sind indessen ganz willkürlich, wenn auch nicht zu zweifeln ist, dass die betreffenden Sulfate in dem Bleirauch existiren. Die Uebereinstimmung in I. ist sicher ein Zufall.

Rivot hat den Bleirauch von Pontgibaud näher untersucht¹⁾, aber seine Beschreibung der dortigen Condensationsvorrichtungen ist nicht ganz klar.

I. von der Decke der ersten Condensationskammer. Weiss, flockig, ziemlich leicht; enthielt nach der trocknen Probe 52 Proc. Blei und 1·29 T. Thle. Silber (das Blei also 2·48 T. Thle.).

II. aus demselben Raum. Enthält 56 Proc. Blei und 0·21 T. Thle. Silber (das Blei also 0·38 T. Thle.).

III. aus der Ventilator-kammer. Schwarz. Enthält 62 Proc. Blei und 0·55 T. Thle. Silber (das Blei also 0·9 T. Thle.).

	I.	II.	III.
Bleioxyd	62·17	66·5	73·07
Zinkoxyd	3·85	12·0	3·1
Eisenoxyd	—	3·0	13·0
Arsenige Säure	1·50	1·1	—
Arsen	—	—	1·5
Schwefelsäure	11·45	17·0	3·43
Schwefel	0·60	—	8·9
Kohlensäure	5·77	—	—
Rückstand	13·20	—	—
	98·54	99·6	103·0

¹⁾ Description des gîtes métallifères 142 (1851).

Die analytischen Data sind hier in der einfachsten Form berechnet. Wenn Rivot in I. die Kohlensäure als 35 Proc. Bleicarbonat berechnet, so ist dies ganz unstatthaft, weil, wie auch Percy bemerkt, diese Verbindung unter den gegebenen Umständen gar nicht existiren könnte. In III. giebt Rivot 55 Proc. Blei als solches neben 8·9 Schwefel an; letztere würden 57·5 Blei zur Bildung von Schwefelblei erfordern, es kämen also etwa 5 Proc. Sauerstoff in Abzug ($103 - 5 = 98$). Dieser Bleirauch hätte also zu $\frac{2}{3}$ aus Schwefelblei bestanden; oder sind andere Schwefelmetalle vorhanden?

Auch die Bleimengen der Analysen und der Proben stimmen so wenig, dass sie kein Vertrauen erwecken.

	Analyse	Probe	Differenz
I.	57·7	52	5·7
II.	61·7	56	5·7
III.	67·8	62	5·8

Ist die Probe so mangelhaft, dass sie fast 6 Proc. zu wenig giebt?

Berthier hat eine besondere Art Bleirauch aus einem Schachtofen von Pontgibaud untersucht, welcher aus den Oeffnungen stammte, durch welche die Beschickung eingetragen wurde, und als schwarzes Pulver in so grosser Menge sich sammelte, dass er nach zwei oder drei Tagen entfernt werden musste. Er enthielt metallische und Kokestheile.

Nach dem Waschen bestand er aus:

Metallischem Blei	30
Schwefelblei	31
Bleioxyd	6
Zink	23
Eisen und Schwefeleisen . .	5
Kohle etc.	5
	100

Berthier hielt ihn für ein wirkliches Sublimationsproduct. Sind aber 23 Proc. metallisches Zink in einem solchen denkbar?

Bleirauch aus Treiböfen ist ebenfalls von Berthier untersucht worden.

I. Pontgibaud. Vom Gewölbe eines Treibheerdes nahe dem Glättloch. Ein schmutzig gelbes Pulver.

II. Ebendaher. Aus dem Innern des Ofens. Weisses Pulver.

III. Villefort, Dept. Lozère.

	I.	II.	III.
Bleioxyd	88·2	54·7	84·3
Schwefelsäure	—	5·3	4·7
Antimonige Säure	4·4	—	—
Arsenige Säure	0·3	3·0	—
Thon	3·4	20·0	4·6
Kohlensaurer Kalk	3·7	17·0	—
Kohlensäure	—	—	5·0
	100	100	98·6

Diese Analysen geben durchaus kein Bild von der wahren Natur des Bleirauchs aus Treiböfen. Kann er 20 Proc. Kieselsäure und Thon, oder etwa gar Bleicarbonat enthalten?

Noch führen wir zwei Analysen Berthier's hier an:

I. Bleirauch von Alston-Moor, Cumberland.

II. Von Conflans, Savoyen.

Die Substanz I. war zusammengesintert, voller Höhlungen, schwer, hellgrau ins Gelbliche und Röthliche; II. stammte aus einem Flammofen, in welchem fast reiner Bleiglanz verschmolzen wurde; eine dichte gelbliche Masse.

	I.	II.
Schwefelblei	1·4	—
Schwefelsaures Blei	65·6	39·0
Bleioxyd	10·2	42·6
Zinkoxyd	13·8	—
Eisenoxyd	3·4	—
Kieselsäure }	5·6	17·4
Thonerde }		
	100	99·0

Silber und Gold fanden sich in allen Bleirauchproben, welche Percy durch Smith in dieser Hinsicht prüfen liess.

Bleirauch im eigentlichen Sinne, d. h. Sublimationsproducte von Blei, ist stets mit Flugstaub gemengt, und deshalb klären die Analysen uns über die Natur von jenem gar nicht auf. Blei sowohl wie Bleiglanz verflüchtigen sich in der Temperatur unserer Schmelzöfen; nicht so sicher kann man behaupten, dass das Oxyd und das Sulfat als solche flüchtig seien. Aber die Existenz dieses Salzes im Bleirauch findet ihre Erklärung in der Einwirkung der schwefligen oder Schwefelsäure auf die sublimirten und mechanisch fortgeführten Stoffe, so wie in der oxydirenden Wirkung des heissen Luftstroms auf das Schwefelblei des Rauches. Ob zugleich schwefligsaures Blei sich bilde, wie Percy anzunehmen geneigt ist, scheint indessen noch zweifelhaft.

Ueber die Quantität des Bleirauchs findet man keine genauere Auskunft.

Auf den Keld-Head-Werken brachte man in einem Jahre (Juni 1856 bis Juni 1857) 1374 Tonnen = 1 Mill. 374 000 Kilo Blei aus, und aus dem Bleirauch in dieser Zeit 96 180 Kilo, so dass beide sich wie 100 : 7·03 verhalten.

Auf Bleihütten im nördlichen England, auf welchen Bleiherde in Thätigkeit waren, war jenes Verhältniss = 100:0·64 oder 0·83.

Nach Stagg waren die mit Hülfe seines Condensators gewonnenen Bleimengen, gegen 100 Thle. durch Schmelzung erhaltenes,

im Bleiherd	= 5
„ Flammofen	= 4
„ Schlackenherd	= 20
„ Treibofen	= 7

Fallize giebt folgende Resultate von zwei Versuchen im Grossen, die mit Sorgfalt angestellt wurden (im Jahre 1859), ohne jedoch die Localität zu nennen. Bei beiden war ein Schachtofen im Betrieb, bei dem einen verschmolz man rohes, bei dem anderen geröstetes Erz.

	Rohes Erz	Geröstetes Erz
Bleigehalt des Erzes	50·86 Proc.	65·43 Proc.
Verhüttet wurden	32 000 K.	36 115 K.
Blei im Erz	16 276 „	23 630 „
Ausgebracht	13 430 „	21 269 „
Verlust	2 846 „	2 361 „
Blei in den armen Schlacken .	808 „	542 „
Blei im Rauch	2 038 „	1 819 „
Verflüchtigt von 100 Thln. Blei der Erze	12·52 Proc.	7·69 Proc.

Das während des Röstens verflüchtigte Blei, welches 2·78 Proc. des im rohen Erz enthaltenen betrug, ist in der Zahl 7·69 mit enthalten. Fallize schätzt den Bleiverlust durch Rauchbildung zu 10 Proc. des im Erz durch die Probe gefundenen, eine Annahme, welcher die Erfahrung in England widerstreitet, und während auf Hütten, wo reiche Erze in Flammöfen verschmolzen werden, die verflüchtigte Menge kleiner sein mag, fragt Fallize, in wieviel Fällen dieselbe wohl grösser sein möge. Erfahrene englische Hüttenleute, bemerkt Percy, antworten hierauf: in keinem Fall, höchstens auf einigen kleineren Werken, wo man alte Schlacken und andere Rückstände verarbeitet, und auch hier rührt der Verlust nur theilweise von Verflüchtigung her.

Da die Untersuchungen Bleisulfat als den überwiegenden Bestandtheil des Bleirauchs ergeben, so ist seine Verhüttung analog der der grauen Schlacken oder Rückstände aus den Flammöfen, welche gleichfalls viel Bleisulfat enthalten. Bei seiner staubigen Natur wird er entweder

bis zum Sintern oder Weichwerden erhitzt oder in Kalk eingebunden, und diese Behandlung ist insbesondere erforderlich, wenn er im Schachtofen zu Gute gemacht werden soll. Meist wird er wohl in Gemeinschaft mit anderen Abgängen verschmolzen.

Auf dem Oberharz war, früher wenigstens, die Raucharbeit für die Verhüttung des Rauchs, der Proben- und Kehrigschliche bestimmt, und wurden diese Substanzen mit Schlichschlacken, Eisen, Heerd u. s. w. beschickt. Die Beschickung war wegen des Zinkgehalts des Rauchs strengflüssig.

Im nördlichen England behandelt man den Bleirauch im Schlackenheerd; in Flintshire hat man ihn in letzter Zeit mit der grauen Schlacke beim Verschmelzen von Silbererzen gemischt.

Bemerkungen über die verschiedenen Bleischmelzprocesse und den Einfluss fremder Stoffe in den Erzen.

Angesichts der verschiedenen Methoden, den Bleiglanz zu verhütten, mag die Frage gestattet sein, welche Gründe für diese Verschiedenheiten vorhanden sind. Um aber diese Frage genügend zu beantworten, bedarf es einer genauen praktischen Kenntniss aller jener Methoden und ihrer wissenschaftlichen Basis, einer vollständigen Bekanntschaft mit den Oertlichkeiten, einer genauen Kenntniss der Erze in dem Zustande, wie sie Gegenstand der Verhüttung sind, zuverlässiger Angaben über die Grösse und den Gehalt der Beschickungen, das Ausbringen, die Verluste, die Kosten, die Art der Hüttenarbeiten u. s. w. Man wird zugeben, dass diese Bedingungen eigentlich nicht zu erfüllen sind. Und doch fehlt es nicht an Solchen, welche mit kritischen Vergleichen und Schlüssen sehr schnell bei der Hand sind.

Ein einfacher Fall mag zur Erläuterung dienen. Es sei die Frage, ob der Flammofen oder der Bleiheerd für die Verschmelzung eines Bleiglanzes vorzuziehen sei, der nach den bisherigen Erfahrungen sich in beiden gut verarbeiten lässt. Wenn hierüber eine Entscheidung versucht werden soll, so drängen sich sofort eine Menge von anderen Fragen auf, welche zuvor erledigt werden müssen. Die erste Frage dürfte sein: In welchem Fall wird das angelegte Capital am besten verwerthet? Aber wie soll man sie erledigen, wenn selbst die erfahrensten Fachleute darin nicht gleicher Ansicht sind. Gruner sagt: „Es ist klar, dass der Bleiheerd überall dem Röst-Reductionsprocess nachstehen müsse¹⁾“, und

¹⁾ Ann. Mines (6) 13. (1868). Das Princip ist für beide dasselbe; der einzige Unterschied ist der, dass im Bleiheerde die Reduction unmittelbar der Oxydation folgt, beide in praktischer Hinsicht gleichen Schritt halten, während im Flammofen ein gewisser Zeitraum dazwischen liegt. Gruner behauptet aber, dass im Bleiheerd der Schwefel allein oxydirt werde, das Blei metallisch zurücklasse, und bezieht sich auf das Verhalten vor dem Löthrohr auf Kohlen. Indessen ist die Annahme metallischen Bleies hier nicht zulässig, während Bleioxyd seine Wirkung auf Schwefelblei sofort ausüben muss.

er stützt sich dabei auf in Bleiberg angestellte vergleichende Versuche in dem Bleiberger Ofen und dem modificirten amerikanischen Bleiheerd, wobei der Verlust durch Verflüchtigung in letzterem viel grösser war. Indessen ist grösserer Bleiverlust nicht nothwendig die Ursache pecuniärer Nachtheile. In keinem Fall ist Gruner's Urtheil über den Bleiheerd so fest begründet, wie er glaubt, und an Orten, wo Kohle theuer, Torf aber billig ist, kann dieser wirksame, wenn auch etwas primitive Schmelzapparat wohl den Vergleich mit einem Flammofen bestehen.

Man hat die Schmelzkosten des nämlichen Erzes im Flammofen und im Bleiheerd verglichen, und der Vergleich ist zu Gunsten des letzteren ausgefallen; allein in diesem Fall war die Kohle am Orte des letzteren theuer, Torf dagegen wohlfeil. Andererseits wird von praktischen Hüttenleuten behauptet, dass ein solches Erz in einem Flammofen an einem anderen Orte, wo Kohlen billig sind, mit wesentlich geringeren Kosten als sie für den Bleiheerd sich berechnen, geschmolzen werden könnte. Aber es handelt sich hier nicht sowohl darum, die Frage über den Vorzug der einen oder anderen dieser Methoden zu entscheiden, sondern bloss, zu zeigen, wie schwer es ist, in so einfachen Fällen zu einem bestimmten Schluss zu gelangen, trotz beide lange Gegenstand der Erörterung und an demselben Orte gleichzeitig in Gebrauch gewesen sind. Um wie viel schwieriger muss es sein, die Vorzüge der einzelnen Processe gegen einander abzuwägen, wenn es sich um Erze sehr verschiedener Natur handelt.

Nichts bestimmt mehr die Wahl des Hüttenprocesses, als die Natur und Menge der Begleiter des Bleiglanzes, und sodann die Art des Brennmaterials. Wo Kohlen billig zu haben sind, kann man sagen, lässt sich jedes hinsichtlich seines Bleigehalts schmelzwürdige Erz im Flammofen mit Vortheil verhütten, und in England, wo jene Bedingung erfüllt ist, werden in der That die unreinsten gleichwie die reinsten Erze in dieser Art zu Gute gemacht. Gleiches lässt sich behaupten von Orten, wo es Holz im Ueberfluss giebt, und da in Schweden Flammöfen in der Eisenhütten-Industrie vortheilhaft mit Torf betrieben werden, so hat man allen Grund zu glauben, dass ähnliche auch für die Bleiarbeit eingeführt werden könnten. Auf dem Continent werden andererseits Schachtöfen sehr allgemein und mit Vortheil bei Kokes oder Holzkohle, insbesondere für arme und unreine Erze angewendet, aber man hat seit der Ausbeutung der Steinkohlendistricte den Flammofen auch hier vielfach eingeführt, freilich neben dem Schachtöfen, den man für gewisse Fälle beibehalten hat.

Ueber den Einfluss fremder Bestandtheile liegen viele Erfahrungen vor, aber es ist auch viel auf Autoritäten hin angenommen worden. Bei reichen Erzen kommt ein solcher Gehalt, worin er auch bestehen mag, wenig in Betracht. Hier mögen dem, was an verschiedenen Stellen dieses Buches über den Gegenstand bereits bemerkt ist, nur noch einige Bemerkungen hinzugefügt werden.

Schwefelkies vermehrt die Menge des Bleisulfats beim Rösten und scheint die Oxydation des Bleiglanzes zu begünstigen. In der ersten Röstperiode oxydirt sich der Schwefel nur theilweise, so dass in der Schmelzperiode Einfach-Schwefeleisen in der Masse enthalten ist, wodurch die Berührung mit den oxydirten Theilen vermindert, die Reduction des Bleies also verzögert werden muss. Vor allem aber wird sich ein aus Schwefeleisen und Schwefelblei bestehender Stein bilden, dessen Schwefelblei der Reaction der oxydirten Bleiglanztheile entzogen ist. Mit Rücksicht auf die Bildung von Eisenoxyd als Endproduct des Röstens von Schwefelkies und die Erfahrungen über partielle Zerlegung von Bleiglanz durch dieses Oxyd dürfte man im Flammofen kaum auf seine Wirkung rechnen können, und um so weniger, als die Umwandlung des Schwefeleisens in der Röstperiode sicher nicht so weit fortschreitet, und die vorhandene Kieselsäure das oxydirte Eisen zur Bildung einer leicht flüssigen Schlacke aufnehmen wird. Ein wesentlicher Gehalt an Schwefelkies ist beim Flammofenprocess in jedem Fall störend durch Steinbildung.

Kupferkies kann in der Schmelzperiode in ähnlicher Weise wirken; es kann hier, abgesehen von dem Schwefeleisen des Kiesel, Kupferoxyd auf Schwefelblei, und Bleioxyd auf Schwefelkupfer wirken; es kann ein kupferhaltiger Stein sich bilden und kupferhaltiges Blei erhalten werden.

Kupferoxyd und Schwefelblei liefern Kupfer, einen Kupfer und Blei haltenden Stein und ein Gemisch von Kupferoxydul und Bleioxyd¹⁾. Jedenfalls werden Bleierze, welche Kupferkies enthalten, Anlass zur Bildung von Stein geben, der eine besondere Arbeit nöthig macht.

Zinkblende. — Ihr Einfluss auf die Reduction des Bleiglanzes lässt sich auf ihre Strengflüssigkeit und darauf zurückführen, dass sie weit schwerer zu oxydiren ist als die meisten übrigen Schwefelmetalle. Bei mehrfachen Gelegenheiten wurde in diesem Werke der Schwierigkeiten gedacht, welche blendereiche Erze dem Verschmelzen in Schachtöfen entgegensezten. In Flammöfen dürfte nur ein kleiner Theil des Schwefelzinks in der Röstperiode verändert werden, und offenbar wirkt es beim Schmelzen gleich dem Kalk als Verdickungsmittel, wiewohl eine Wirkung auf Bleioxyd nicht ausgeschlossen sein mag²⁾. Jedenfalls bleibt aber der grösste Theil in den Rückständen oder Schlacken, welche dadurch an Schmelzbarkeit sehr verlieren. Findet Steinbildung statt, so ist der Stein reich an Zink, strengflüssig, und sehr geneigt, Blei sowohl wie Schlacke einzuschliessen.

Antimon. — Die Neigung des Schwefelantimons, leicht zu schmelzen und sich in antimonige Säure zu verwandeln, und die Thatsache, dass Schwefelantimon und Schwefelblei beim Rösten antimonisaures Blei geben, hat zur Folge, dass antimonhaltiger Bleiglanz sich leicht röstet. Da Schwefelantimon durch partielles Rösten und darauf folgendes Schmel-

¹⁾ Metallurgie I, 257. ²⁾ Ebendas. I, 500.

zen metallisches Antimon liefert, so begreift man, dass das Antimon bei Bleischmelzprocessen, insoweit es nicht verflüchtigt wird, in das reducirte Blei geht, und es härter macht. Aber auch die Schlacken sind antimonhaltig, und geben bei ihrer Verhüttung Hartblei. Bei der Niederschlagsarbeit wird das Schwefelantimon durch Eisen zersetzt, und das reducirte Antimon theils verflüchtigt, theils in das Blei übergeführt.

Arsen. — Sein Einfluss ist dem des Antimons sehr ähnlich; die grössere Flüchtigkeit des Elements selbst und des Schwefelarsens entziehen das Arsen jedoch mehr den Reactionen der übrigen Körper beim Röst- und Schmelzprocess. Die Analysen haben immer nur sehr kleine Mengen im Blei sowohl wie im Bleistein ergeben, und wenn arsenreichere Beschickungen verschmolzen werden, so tritt eine Bildung von Bleispeise ein, in welcher sich Arsen und Antimon mit Blei, Eisen, Kupfer, Nickel, Kobalt u. s. w. concentriren.

Silber. — Schwefelsilber und dessen Verbindungen mit anderen Schwefelmetallen werden durch Blei zersetzt; das Silber legirt sich mit dem Blei. Dass bei der Zerlegung von silberhaltigem Bleiglanz durch Eisen das Verhältniss des Silbers zum Blei im Stein ein grösseres sei als im reducirten Theil, wurde schon früher (S. 36) angeführt.

Kieselsäure. — Was über den Einfluss der Kieselsäure auf die Verhüttung des Bleiglanzes im Flammofen gesagt wurde, bedarf keiner Wiederholung. Die grosse Leichtigkeit, mit welcher sie sich mit Bleioxyd zu einem sehr schmelzbaren Silicate verbindet, ist der Grund, weshalb beim Rösten selbst sehr kleine Mengen (bis 0.5 Proc.) schon nachtheilig wirken, insofern jenes Silicat den Luftzutritt zur Masse hindert, die es gleich einem Firniss überzieht. Wie wenig es möglich ist, Bleiglanzschliche mit Quarzgehalten von 5 bis 6 Proc. in Flammöfen zu verhütten, haben die Versuche am Oberharz (S. 252) und zu Poullaouen gelehrt. Allein wir haben andererseits gesehen, dass der im Sandstein eingesprengte Bleiglanz von Commern im Flammofen zu Gute gemacht wird. Man könnte daher wohl vermuthen, dass nicht sowohl die reine Quarzsubstanz die Ursache der Verschlackung schon in der Röstperiode war, als vielmehr der gleichzeitige Gehalt an Kalkspath und Spatheisenstein, wodurch eine Schlackenbildung begünstigt wurde. Sehr zu wünschen wären directe Versuche über diesen Gegenstand, an welchen es bis jetzt fehlt.

Kohlensaurer Kalk. — Seine Gegenwart an sich kann im Flammofen als indifferent angesehen werden. Der Kalk giebt der Masse mehr Consistenz, und wird ja bekanntlich in vielen Fällen zu diesem Zweck in der Schmelzperiode zugeschlagen. Eine andere Rolle aber spielt der Kalk bei Gegenwart von Kieselsäure. Ueberall, wo wirkliche Schlacken sich bilden, also im Schachtofen, tritt er in die Schlacken ein. Die S. 23 mitgetheilten Versuche beweisen nicht, dass Bleisilicat durch Kalk zerlegt werde, so dass Bleioxyd dadurch ersetzt und, freigemacht, durch Kohle reducirt würde.

Kohlensaures Eisen (Spatheisenstein). — Seine Wirkung in der Hitze ist die des Eisenoxydxyduls. Enthält die Beschickung, wie fast immer, gleichzeitig Kieselsäure, so sind die Bedingungen zur Bildung eines leicht flüssigen Eisenoxydulsilicats gegeben, und es ist, wie oben bemerkt, das Misslingen der Bleiglanzverhüttung im Flammofen sicherlich auf Rechnung auch dieses Gemengtheils der Erzschliche zu setzen. Welcher Art aber die Einwirkung jenes Silicats auf Bleiglanz sei, ist früher schon (S. 37) erörtert worden.

Flussspath übt seine bekannte Wirkung aus (schmilzt mit Bleisulfat leicht zusammen). — Schwerspath liefert, wenn, wie so häufig, Flussspath zugleich vorhanden ist, leichtflüssige Gemische; durch Kieselsäure entsteht Barytsilicat, und unter reducirenden Einflüssen (Kohle) Schwefelbaryum. Mit Bleiglanz schmilzt er ebenfalls zusammen (vgl. S. 37). Thon oder thonerdereiche Silicate werden durch Bleioxyd zu flüssigen Schlacken; wo Bleiglanz bei Gegenwart solcher Körper sich oxydirt, werden mithin bleihaltige Schlacken entstehen.

So abweichend auch der Einfluss der einzelnen fremden Stoffe beim Verschmelzen des Bleiglanzes sein mag, so steht fest, dass sie zur Schlackenbildung Anlass geben, und die Menge der Schlacken ihrer Menge entspricht. Der unvermeidliche Bleigehalt der Schlacken hat also auch zur Folge, dass mit der Zunahme der Schlackenmenge das Ausbringen des Bleies abnimmt. Abgesehen von dem grösseren Verbrauch an Brennmaterial bedingt die höhere Temperatur überdies eine stärkere Verflüchtigung von Blei.

Percy bemerkt, dass die erfahrensten Hüttenleute Anstand nehmen würden, über die Wahl der Oefen und deren Constructionsdetails allgemeingültige Regeln aufzustellen; er tadelt mit Recht diejenigen Schriftsteller, welche im Tone voller Sicherheit derartige Behauptungen wagen, und führt zum Belege an, dass nach Rivot antimonreichere Erze nie in Flammöfen verschmolzen werden können, während auf englischen Hütten solche Erze ohne Schwierigkeit im „flowing furnace“ verhüttet werden.

Das Problem der Wahl eines bestimmten Verfahrens lässt sich, in Anbetracht der vielfachen, dabei mitsprechenden Umstände, für jetzt an und für sich nicht lösen. Allgemeine Regeln aufstellen, ist ein nutzloses Beginnen. Eine Methode, welche sehr vortrefflich für eine bestimmte Localität sich bewährt, kann sich an einer anderen höchst mangelhaft erweisen. Und dazu tritt die Macht der Gewohnheit und das durch lange Uebung gewonnene Geschick der Arbeiter für ein bestimmtes Verfahren, selbst der oft unbewusste Glaube der Leiter eines Werks an die Vorzüglichkeit der unter ihren Augen jahrelang ausgeübten Prozesse, welche sie durch und durch kennen, und deren praktische Erfolge sie vor Augen haben, so dass sie gegen theoretische Einwürfe in der Regel die Erfahrungen ihrer eigenen Praxis ins Feld führen.

Percy hält, abgesehen von der Frage nach dem Brennstoffver-

brauch, und dem etwaigen störenden Einfluss der oxydirend wirkenden Ofengase den Flammofen für Bleihüttenprocesses für zweckmässiger als den Schachtofen, und er rechnet unter seine Vorzüge: die vollkommene Berührung aller Bestandtheile des Erzes unter einander, wodurch die Reactionen vollständig werden, die beliebig zu verlängernde Zeit für dieselben, die Leitung der Temperatur, das mechanische Durcharbeiten der Beschickung. Alle diese Bedingungen lassen sich im Schachtofen nicht oder doch nur in gewissem Grade erfüllen.

In einem Aufsatz¹⁾ über den gegenwärtigen Zustand des Bleihüttenwesens sagt Gruner: „Ich wünsche hier vor allem die Vorzüge und Mängel der einzelnen Methoden klar zu machen, zu zeigen, wie in jedem gegebenen Fall die rationellste Methode a priori sich feststellen lässt, ohne dabei, so weit es möglich ist, eine Seite der hier zu studirenden Fragen ausser Acht zu lassen.“ Percy gesteht, dass ihm die gleiche Zuversicht nicht möglich sei, und hebt noch einige allgemeine Schlussfolgerungen Gruner's hervor, welche die Anschauungen des französischen Metallurgen deutlich zu machen geeignet sind.

1. Der Bleiherd sollte überall durch den Flammofen ersetzt werden.

2. Reiche, reine, quarzfreie Erze sind stets im Flammofen zu verhütten. Der Process muss langsam vor sich gehen und in zwei Perioden, die Röst- und die Schmelzperiode, zerfallen. Die Dicke der Erzschiicht darf in jener 0'07 bis 0'09 M. nicht übersteigen. Das Rösten verlangt eine mässige Hitze, und ist so zu leiten, dass 1 Mol. Sulfat oder 2 Mol. Oxyd auf 1 Mol. Schwefelblei vorhanden sind. Nach dem ersten Niederschmelzen, bei welchem Blei ausfliesst, und zwei- oder dreimal wiederholtem Rösten und Schmelzen müssen die reichen Rückstände (die grauen Schlacken) aus dem Ofen gezogen und nicht in demselben Ofen, sondern besser im Schachtofen zu Gute gemacht werden.

3. Sind die Erze unrein oder quarzhaltig, so ist die Röstreductionsmethode der Verarbeitung fast immer anwendbar, indem man Kalk oder Eisenoxyd enthaltende Substanzen zuschlägt. Durch gutes Rösten ist die Bildung von Bleistein zu vermeiden, wenigstens bei silberhaltigen und kupferfreien Erzen. Der Reductionsofen muss im Niveau der Formen eng sein, der Schacht kreisförmig und nach oben sich erweiternd; es sind zwei oder mehr Wasserformen zu benutzen. Man schmelze bei geschlossener Gicht, und führe die Gase seitlich ab. — Beigemengte Blende muss zuvor möglichst ausgehalten werden, und man suche durch sorgfältiges Rösten das Zink zu oxydiren und in die Schlacke zu bringen, nicht aber befördere man die Reduction des Zinks, und gebe eisenhaltige Zuschläge, jedoch in gewissen Grenzen, um nicht durch Eisen eine Zinkreduction zu veranlassen.

4. Die Niederschlagsarbeit sollte nur dann Platz greifen, wenn es

¹⁾ Ann. Mines. (6) 13, 325 (1868).

an Brennstoff zum Rösten fehlt oder wenn die Erze kupferhaltig sind. Und selbst im letzteren Fall ist es gut, sie vorher zu rösten, um die Menge des Steins zu vermindern.

Percy fügt diesen Ansichten Gruner's nur den Hinweis auf die einzelnen Schwefelprocesse hinzu, und bekennt, sich mit manchen im Widerspruch zu befinden, ein Urtheil, welches ohne Zweifel von deutschen Metallurgen vollkommen getheilt werden wird.

Gehalt des Bleies an fremden Stoffen.

Der Gehalt des Bleies an fremden Stoffen, d. h. Metallen in dem allgemein gebrauchten Sinn des Worts, ist in neuerer Zeit von viel grösserer Bedeutung geworden als früher, wo man höchstens eine genaue Silberprobe verlangte. Durch Verbesserung der Aufbereitungsmethoden erhält man vielfach reinere Erze; durch verbesserte Hüttenprocesse er giebt sich ein reineres Blei; das Pattinsoniren und die Entsilberung durch Zink haben auf den Einfluss von Antimon, Kupfer und Zink im Blei aufmerksam gemacht, und so liefern jetzt auch Hütten, welche in der Beschaffenheit der Erze hinsichts ihrer Reinheit durchaus nicht begünstigt sind, ebenso reines und für die mannichfachsten Anwendungen geeignetes Blei in den Handel als solche, die von jeher aus reinem Bleiglanz ohne viele Mühe ein vortreffliches Product zu erhalten vermochten.

Man hat in Deutschland mehr als anderswo das Bedürfniss sorgfältiger Analysen von Erzen und Hüttenproducten überhaupt, also auch von Blei in seinen verschiedenen Stadien der Production gefühlt und zu erfüllen gesucht, und auch auf Bleihütten fängt man an, Laboratorien nicht bloss für die docimastischen Proben auf Blei und Silber, sondern auch für sorgfältige analytische Untersuchungen einzurichten.

Bei der Analyse einer Bleisorte handelt es sich nicht sowohl um die möglichst genaue Bestimmung des Bleigehalts, als vielmehr um die aller übrigen Stoffe. In den reinsten und also besten Sorten ist die Gesamtmenge derselben sehr gering, etwa gleich 0.02 Proc. = $\frac{1}{5000}$, d. h. auf 5000 Thle. Blei kommt 1 Thl. aller jener Körper.

Kupfer, Eisen, Zink, Nickel, Antimon (Arsen) und Wismuth sind diese Körper, welche freilich nicht immer gleichzeitig vorhanden sind, bei genauer Prüfung jedoch in vielen Bleisorten sich finden möchten.

Es würde dem Zweck des vorliegenden Werkes nicht entsprechen, wenn wir hier die Analyse des Bleies speciell besprechen und die zur Bestimmung der einzelnen Körper üblichen Methoden einer kritischen Betrachtung unterziehen wollten. Allein um den Werth der Zahlenresultate solcher Analysen zu ermessen, den Grad ihrer Zuverlässigkeit zu ermitteln, müssen einige Bemerkungen über die Analyse hier Platz finden.

Die Resultate der Analysen chemischer Verbindungen finden ihren Prüfstein und ihre Controle in der stöchiometrischen Berechnung: die Bestandtheile müssen in atomistischen Verhältnissen vorhanden sein. Die absolute und relative Menge der in einem Metall enthaltenen Verunreinigungen wird durch keine Rechnung controlirt; wir müssen sie so zu sagen auf Treu und Glauben hinnehmen; bloss die Geschicklichkeit und die Gewissenhaftigkeit des Untersuchers leisten Bürgschaft dafür, dass sie richtig sind, oder besser gesagt, dass sie der Wahrheit sich möglichst nähern.

Die Fehlerquellen der Analysen sind lediglich die mangelnde Schärfe in der Trennung der einzelnen Stoffe, die in der Wirklichkeit nicht vorhandene Unlöslichkeit der Verbindungen, in Form derer wir die einzelnen bestimmen, und die durch die Manipulationen unvermeidlichen Verluste. Diese Fehler übersteigen auch in den günstigsten Fällen bei weitem jene, welche von den Wägungen herrühren.

Die zur Analyse erforderliche Menge Blei muss um so grösser sein, je reiner dasselbe, d. h. je kleiner die Summe der Beimengungen ist. Beträgt sie 0.02 Proc., so würde man bei Anwendung von 100 Grm. Blei nur 0.02 Grm. von allen erhalten, d. h. etwa 0.025 Grm. der Oxyde und Schwefelmetalle, aus denen die Metalle zu berechnen sind.

Nehmen wir der Erfahrung folgend, an, eine Bleisorte enthalte:

Nickel, Zink, Kupfer, Eisen, Wismuth, Antimon in dem Verhältniss von

1 : 1 : 2 : 4 : 8 : 8

Theilen, so muss die Analyse von 100 Grm. geben:

Zinkoxyd . . .	0.0010 Grm. =	Zink . . .	0.00083 Grm.
Nickeloxyd . . .	0.0010 " =	Nickel . . .	0.00083 "
Kupferoxyd. . .	0.0021 " =	Kupfer . . .	0.00167 "
Eisenoxyd . . .	0.0048 " =	Eisen . . .	0.00333 "
Wismuthoxyd. .	0.0072 " =	Wismuth .	0.00667 "
Schwefelantimon.	0.0093 " =	Antimon .	0.00667 "
0.0254 Grm.		0.02 Grm.	

Nun ist klar, dass Zink, Nickel und Antimon, welche an und für sich schon schwer zu bestimmen sind, in so kleinen Quantitäten von einem bis neun Milligrammen auch nicht annähernd sicher zu ermitteln sind. Deshalb hat man weit grössere Quantitäten Blei, und zwar wenigstens 500 Grm. der Analyse zu unterwerfen, und erhält in diesem Fall die fünffache Menge der Producte, verringert also den Einfluss der Fehler, alle Umstände gleichgesetzt, auf $\frac{1}{5}$ seines früheren Betrages. Ja es scheint in solchen Fällen empfehlenswerth, 1 Kilogramm Blei der Prüfung zu unterwerfen, wenn auch dadurch die Quantitäten von Salpetersäure und Schwefelsäure, welche zum Auflösen und Fällen des Bleies erforderlich sind, so wie die Zeitdauer vermehrt und vergrössert werden.

Bei der allgemein üblichen procentischen Gehaltsangabe der Neben-

bestandtheile sind wir gezwungen, die Resultate bis auf vier, fünf oder mehr Decimalstellen zu geben, aber es fragt sich, welches die Grenze sei, bis zu welcher die Zahlen verbürgt werden können. Was darüber hinausgeht, ist nutzloses Beiwerk, welches den Unkundigen täuschen kann, weil es der Untersuchung scheinbar eine grössere Schärfe verleiht, als sie der Natur der Sache nach haben kann.

In dem oben gebrauchten Beispiel sind fünf Decimalstellen ausgerechnet. Vier sind nothwendig; ist es aber auch die fünfte, oder mag sie fortbleiben?

Gesetzt, die Analyse sei mit 500 Grm. Blei gemacht. Man hat 0·005 Zinkoxyd erhalten, worin, wenn dasselbe = 80·25 Proc. Zink ist, 0·0040125 Zink oder 0·0008025 Proc. des Bleies.

Wiederholt man die Analyse zweimal, und erhält das erstemal $\frac{1}{10}$ Milligramm. weniger, das zweitemal ebenso viel mehr an Zinkoxyd, so hat man

$$0\cdot0049 \text{ Zinkoxyd} = 0\cdot00078645 \text{ Proc. Zink}$$

$$0\cdot0051 \quad \text{,,} \quad = 0\cdot00081855 \quad \text{,,} \quad \text{,,}$$

und man sieht deutlich, dass es für das Resultat gleichgültig ist, ob der Zinkgehalt des Bleies angegeben wird

zu 0·00080 Proc.

oder zu 0·00078 „

„ „ 0·00082 „

d. h. die fünfte Decimale hat gar keine Bedeutung, die Angabe von 0·0008 Proc. Zink ist vollkommen ausreichend.

Jene drei procentischen Grössen würden besagen, dass 100 000 Thle. Blei entweder 0·80 oder 0·78 oder 0·82 Thle. Zink enthalten, Mengen, die sich wie 1000 : 975 : 1025 verhalten. Oder 1 Thl. Zink käme auf

125 000 Thle. Blei

oder 128 205 „ „

„ 121 951 „ „

Die Unsicherheit in der Zinkbestimmung ist hier = $\frac{1}{40}$ seiner Menge angenommen. Und dies ist unter den gegebenen Verhältnissen gewiss noch zu wenig.

Der Zweck dieser Auseinandersetzungen, welche für den analytischen Chemiker sehr überflüssig sind, ist vorzüglich, den Werth der Zahlen auf ihr richtiges Maass zurückzuführen, damit nicht irrige Vorstellungen über die Grenzen der Zuverlässigkeit bei Denen sich bilden, welche nicht selbst die Methoden der Analyse kennen und anwenden gelernt haben. Man erinnere sich daran, dass, wenn man 10 000 Kilo einer Bleisorte, wie die als Beispiel gewählte, kauft, die heutige Kunst der chemischen Analyse nicht vermag, anzugeben, ob man darin 78 oder 80 oder 82 Grm. Zink gekauft habe.

An verschiedenen Stellen ist im Früheren das Resultat einzelner Bleianalysen mitgetheilt; so z. B. der Gehalt des Oberharzer Bleies nach

der Behandlung mit Zink und nach dem Entzinken (S. 102), des mit Stassfurther Salzen geschmolzenen (S. 104), des Andreasberger Schlackenbleies (S. 114), des von Bleiberg (S. 183) und von Call (S. 103). Im Nachfolgenden sind fast ausschliesslich nur Handelsbleie in Betracht gezogen und dabei vorzüglich die Analysen von Hampe benutzt (vgl. Seite 265).

Was das raffinirte Harzblei betrifft, so schwankte seine Zusammensetzung während der Versuche zur Einführung des Zinks als Entsilberungsmittel; sie wurde erst constant seit Anwendung des Wasserdampfes zum Entzinken des Armbles und Entfernung des Antimons durch Polen mit Wasserdampf bei Luftzutritt. Die Menge des Kupfers ist jetzt $\frac{1}{12}$ von der des Frischbleies, $\frac{1}{10}$ von der des pattinsonirten; für Antimon gelten die Bruchtheile $\frac{1}{24}$ und $\frac{1}{2}$. Der Wismuthgehalt, 0·0045 Proc. im raffinirten Clausthaler und 0·0075 im Lautenthaler Blei, beweist, dass es vom Zink nicht fortgenommen wird. Für die Verwendung zu Bleiweiss und Glas bringt es keinen Nachtheil.

	Antimon	Kupfer
D e u t s c h l a n d.		
Oberharz.		
Clausthal 1861 (Frischblei)	0'099	0'057
Clausthal 1863 (Frischblei bei Kokes)	0'168	0'072
Clausthal (Frischblei mit Holzkohle)	0'046	0'067
Altenau (Frischblei, pattinsonirt).	0'022	0'026
Lautenthal (pattinsonirt).	—	0'0009
Altenau (raffinirt, 1870 bis August)	0'0033	0'0020
Lautenthal (desgl.)	0'0057	0'0014
Schlesien.		
Tarnowitz (vor Einführung der Zinkentsilberung).	0'0022	0'0013
Paulshütte bei Kattowitz (ebenso)	0'0013	0'0019
Rheinprovinz.		
Mechernich	0'0031	0'0023
Dasselbst 1869	0'0019	0'0024
Commern (Roggendorf)	0'0081	0'0034
Dasselbst 1869	0'0092	0'0027
Call	0'003	0'007
Dasselbst 1869	0'0045	0'0051
Stolberg-Eschweiler. Doppelt raff.	0'0050	0'0383
Dasselbst 1867	0'0021	0'0501
Dasselbst 1870	0'0025	0'0019
Burgfeyer-Hütte (entzinktes Armblei)	0'002	0'006
Braubach. 1869	0'0019	0'0055
Kärnthen.		
Bleiberg. 1868 (Villacher Blei)	0'0052	0'0021
Böhmen.		
Przibram	Spur	0'083
Joachimsthal	0'096	0'078
B e l g i e n.		
Bleiberg. Beste Sorte (vor Einführung des Zinks)	0'0037	0'0014
E n g l a n d.		
Blackett and Comp. 1868 (Newcastle)	0'0046	0'0034
Joster Blackett and Wilson. 1868	0'0074	0'0526
Enthoven and Sons. 1868	0'0021	0'0094
London Lead Comp. (Alston Moor). Beste Sorte 1868	0'0058	0'0236
Pontifex und Wood. Beste Sorte	0'0032	0'0758
S p a n i e n.		
Real Comp. Asturiana (Superior Refinado)	0'0013	0'0006

Eisen	Zink	Nickel	Wismuth	Silber in T. Thln.	
0'007	Spur	—	—	—	Streng.
0'001	Spur	—	—	—	Hahn.
0'001	Spur	—	—	—	H.
0'015	0'006	—	—	—	H.
0'003	0'004	—	—	—	St.
0'0012	0'0008	0'0007	0'0036	—	Hampe.
0'0023	0'0008	0'0007	0'0055	—	H
	0'008	—	—	0'015	H.
0'0013	0'0014	—	—	0'025	H.
0'0017	0'0026	—	—	0'005	H.
0'0009	—	0'0007	—	—	Fresen.
0'0013	0'0009	—	—	0'023	H.
0'0012	—	0'0008 Kadm.	—	—	Fr.
0'005	0'003	—	—	0'006	H.
0'002	—	0'001 Nickel	—	—	Fr.
0'0024	0'0018	—	—	0'025	H.
0'0008	—	—	0'002	0'044	H.
0'0006	—	0'0009	0'0036	0'01	Fr.
0'004	0'003	—	—	0'009	H.
0'0264	0'0012	—	0'0038	—	Fr.
0'0025	0'0032	—	nicht best.	—	H.
Spur	—	—	—	0'14	Lill.
Spur	—	Spur	0'24	0'47	Lill.
0'0016	—	—	—	0'008	H.
0'0012	0'0070	—	—	0'035	H.
0'0015	0'0018	—	—	0.04	H.
0'0016	0'0010	—	—	0'0075	H.
0'0021	0'0018	—	—	0'01	H.
0'0022	0'0032	—	—	0'02	H.
0'0012	0'0001	—	0'0104	0'004	H.

Bleierzförderung und deren Producte in Grossbritannien und Irland.

In den letzten fünf Jahren betrug dieselbe nach den statistischen Ausweisen des Museum of practical Geology:

		Bleierz.		Blei.		Silber.
		Kilo.		Kilo.		Kilo.
1864	. .	100 Mill.	773128·5	71 Mill.	562011	18178·05
1865	. .	96 "	494203·5	71 "	743367	20553·29
1866	. .	97 "	133207	71 "	892719	18053·29
1867	. .	99 "	673257·5	73 "	12859	22836·95
1868	. .	101 "	597765	75 "	760936	23855·85

(Hier ist 1 Ton = 1066·8 Kilo und 1 Ounce Silber = 0·028355 K. gesetzt.)

Percy giebt für die Bleiproduction einiger Länder folgende Werthe:

Spanien . . .	1866	71 Mill.	265440	Kilo
Insel Sardinien	1867	24 "	808434	"
Frankreich . .	1864	17 "	807025	"
Belgien . . .	1867	11 "	43513	"
Oesterreich . .	1867	8 "	147152	"
Schweden . .	1868		302971	"

Das Giessen und Walzen des Bleies.

Bleiplatten zum Dachdecken wurden früher in der Regel gegossen, und Percy beschreibt das Verfahren folgendermaassen: Eine hölzerne Tafel von 1·5 M. Breite und 6 M. Länge, an drei Seiten mit einem Rand versehen und gegen die vierte schwach geneigt, war am oberen Ende mit einem eisernen Trog in Verbindung, ebenso breit wie jene und so angebracht, dass das in ihm enthaltene geschmolzene Blei durch Heben und Neigen über die Tafel floss. Das abfliessende wurde durch eine Rinne in ein eisernes Reservoir geleitet. Die Tafel wurde mit feinem Sand bestreut, welcher mit etwas Wasser bis zum Zusammenballen befeuchtet war, und diese feste und gleichförmige Schicht wurde vor jedem Guss durch ein hölzernes Streichholz (strickle) und durch eine kupferne Kelle geebnet und geglättet. Mit jenem wurde auch das überflüssige Metall nach dem Giessen abgestrichen. Man vermochte auch Bleiplatten von verschiedener Dicke auf einer solchen Giesstafel anzufertigen.

In China wird das zum Verpacken des Thees bestimmte Blei, trotz seiner Dünne, ebenfalls gegossen.

Das Walzen des Bleies soll in England im Jahre 1670 zuerst eingeführt worden sein. Das Metall wird in offene Mulden von Gusseisen

gegossen, welche ihm die Form breiter rectangulärer Stücke ertheilen, und ein solches lässt man, während es noch heiss ist, durch dasselbe Walzenpaar hin- und zurückgehen, während in anderen Fabriken das Auswalzen der Gussstücke nach ihrem Erkalten geschieht. Beim Verlassen der Walzen wird es von einer Reihe hölzerner Walzen unterstützt, welche mit den eisernen in gleicher Höhe und hinsichtlich ihrer Axen jenen parallel liegen. Ist ein gewisser Durchmesser erreicht, so zerschneidet man das Ganze in Stücke von einer dem Zweck angemessenen Grösse und Form, und walzt jedes weiter aus. Bei Herstellung dünner Platten legt man zwei oder mehrere gleichzeitig unter die Walzen.

Beim Bleiguss treten etwaige Unreinigkeiten an die Oberfläche, welche dann abgeschäumt werden muss. Die Temperatur beim Ausgiesen muss so gewählt werden, dass es sich noch schäumen lässt, sich aber noch nicht an die eisernen Werkzeuge ansetzt. In der Regel macht man zu Anfang des Einschmelzens den Kessel glühend, und bedarf dann keines weiteren Brennmaterials, um die Charge flüssig und die Temperatur passend für den Guss zu erhalten. Hughes hat vor einiger Zeit eine Vorrichtung für den Bleiguss angegeben, welche wesentliche Vorzüge haben soll. Eine rechtwinklig gebogene Röhre von Eisenblech leitet das flüssige Blei auf die Mitte des gusseisernen Betts, über welches es sich gleichförmig ausbreitet, so dass man keines eisernen Werkzeugs bedarf und bessere Güsse erhält (wiewohl dies nicht von Allen zugegeben wird). Sobald der Schmelzkessel leer ist, wird das Blei mit einem Holz gut abgeschäumt, welches von zwei Arbeitern über die Oberfläche gezogen wird, bis diese vollkommen rein ist.

Beschreibung von Fig. 141 (a. f. S.):

A Grundriss des Schmelzkessels und des Gussbetts.

B Bewegliche Haube über dem Schmelzkessel.

C Durchschnitt und theilweise Seitenansicht jener beiden.

a Schmelzkessel von Gusseisen, in der Mitte 0'04, am Rande 0'02 M. stark. Die Mauerung des Ofens ist mit Eisenplatten umgeben, welche durch Bänder und Schienen gehalten werden.

b Ausflussrohr, 0'075 M. im Durchmesser.

c Stopfen von Schmiedeeisen, in die Mündung von *b* genau passend und durch *d* und *e* regulirt.

g Kasten aus 0'012 M. starkem Eisenblech, dazu bestimmt, das aus *h* überfliessende Blei aufzunehmen.

h Ein ebensolcher, welcher das flüssige Blei aus dem Schmelzkessel nach der Mitte von *k* führt.

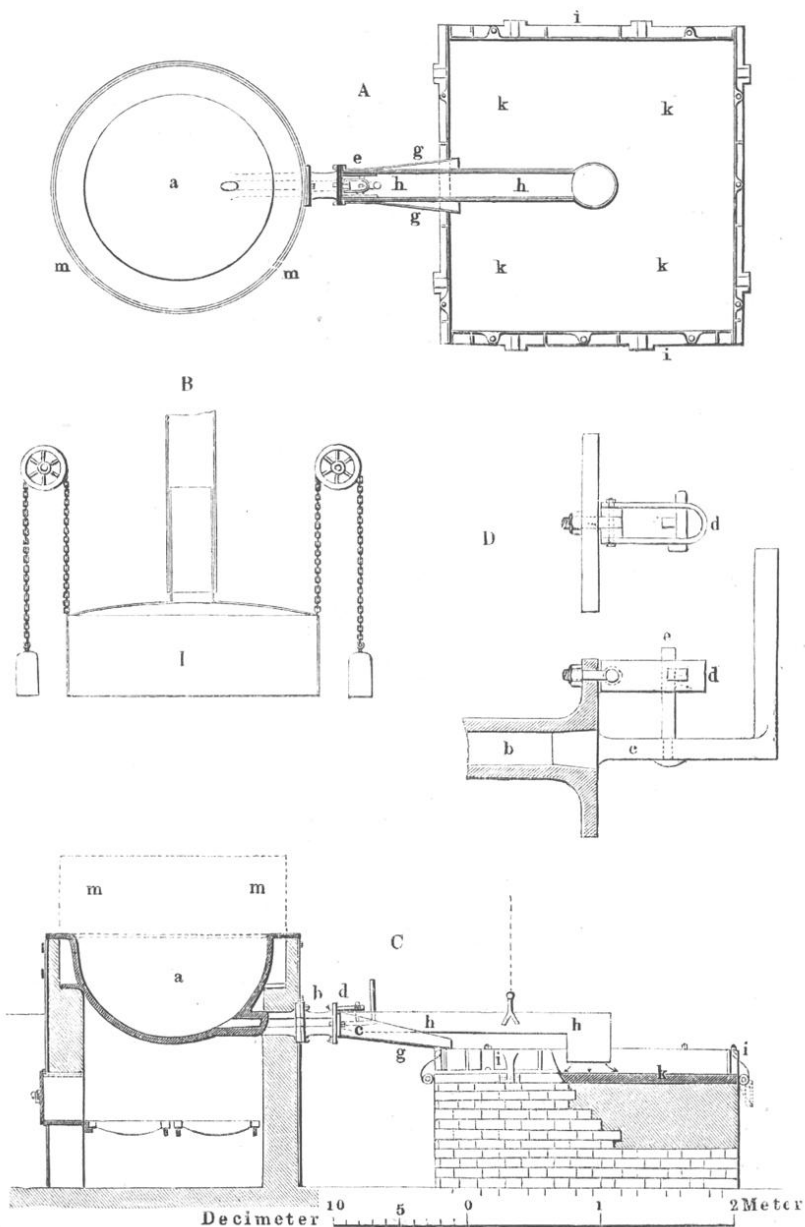
i Eisenrahmen, 0'18 M. tief, welcher die Seiten des Gussbetts bildet. Er besteht aus vier Stücken, welche beweglich und an den Ecken durch Schraubenbolzen befestigt sind.

k Gussbett von Eisen, ein wenig concav, 2'16 M. lang, 2'13 M. breit und 0'075 M. dick.

l Haube von Eisenblech, 0'0016 M. stark, und durch Gegengewichte balancirt. Ein in der Mitte aufsteigendes Rohr führt die Dämpfe ab.

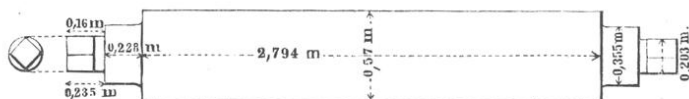
m Eisenblech, 0'003 M. dick, zur Seite des Kessels, um Bleiverlust beim Eintragen zu vermeiden.

Fig. 141.



Die Walzen, welche Hughes benutzt, sind in Lehmguss hergestellt und von den beigefügten Verhältnissen.

Fig. 142.



Es ist Thatsache, dass das Blei für gewisse Zwecke eine besondere Beschaffenheit wünschenswerth macht, oder auch, dass es gewisse Eigenschaften nicht besitzen darf.

Für Röhren ist das entsilberte weiche Blei am geeignetsten, weil es dem Druck des Wassers am meisten Widerstand leistet. Schmilzt man weiches Muldenblei mit altem zusammen, dem etwas Loth anhängt, so sind die Röhren härter und lichter, und bei den Arbeitern beliebt, weil sie sich nicht so leicht platt drücken. Bei weiten Röhren setzt man der Härte wegen etwas Schlackenblei hinzu.

Für Bleikammern in Schwefelsäurefabriken ist das weichste, d. h. das reinste Blei auch das beste.

Für die Darstellung der Mennige, welche hauptsächlich zu Flintglas gebraucht wird, wird in England eine Bleisorte besonders vorgezogen, welche aus den Erzen der Snailbeach-Grube in Shropshire stammt. Da die Abwesenheit des Kupfers im Allgemeinen als ein Hauptpunkt für derartiges Blei betrachtet wird, liess Percy verschiedene Proben untersuchen, welche den Kupfergehalt zu

0'055 — 0'0065 — 0'00525 — 0'0021 Proc.

ergaben. Nickel und Kobalt waren nicht zu entdecken.

Für Bleiweiss hat in England das mit „W.B. selected and refined pig-lead“, d. h. das von Walter Blackett und später von seinem Nachfolger Wentworth Beaumont in den Handel gebrachte Blei als das beste gegolten. Es stammt aus Erzen verschiedener Gruben im nördlichen England, und wird um 5 bis 7'5 Proc. theurer bezahlt als anderes. Die Fabrikanten liessen sich selbst nicht bewegen, andere Sorten der besten Art zu versuchen, obwohl sie billiger angeboten wurden. Indessen ist dieses Vorurtheil im Laufe der Zeit geschwunden.

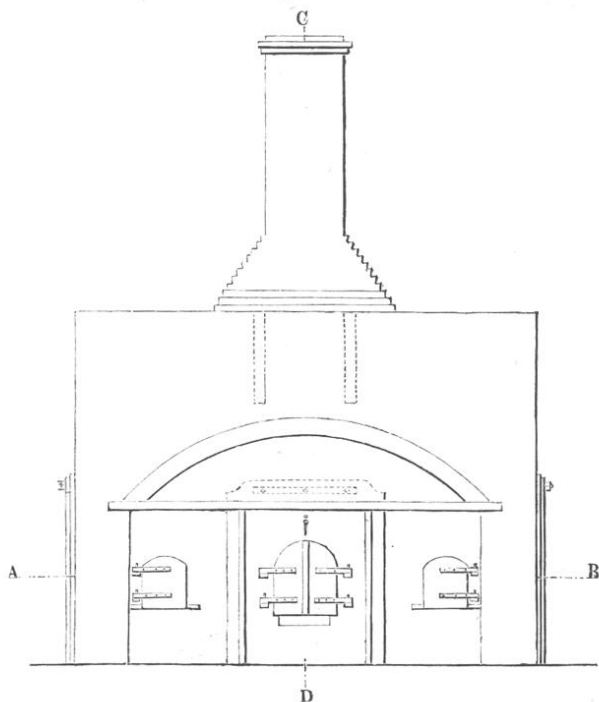
Die Fabrikation der Mennige.

Die Mennigfabrikation besteht aus zwei Theilen: Der Verwandlung von Blei in Oxyd, und der des Bleioxyds in Mennige. Beides geschieht durch den atmosphärischen Sauerstoff unter Beihülfe einer angemessenen Temperatur, und zwar muss dieselbe in dem ersten Fall niedriger als der Schmelzpunkt des Oxyds, im zweiten höher als in jenem sein. Das Oxydiren oder Calciniren des Metalls heisst in England drossing, und das Oxyd, das Massicot, wird auch wohl dross genannt, während die

höhere Oxydation desselben als colouring, das Product als colour bezeichnet wird. In manchen Fabriken benutzt man einen und denselben Ofen abwechselnd für beide Prozesse, während anderwärts zwei im Ganzen sehr ähnliche Oefen dafür existiren. Die Construction dieser Oefen ist seit langer Zeit unverändert geblieben.

Die Figuren 143 bis 146 stellen den Mennigofen (red-lead colouring oven) nach Zeichnungen dar, welche Atkins zu Smethwick bei Birmingham an Percy mittheilte.

Fig. 143.

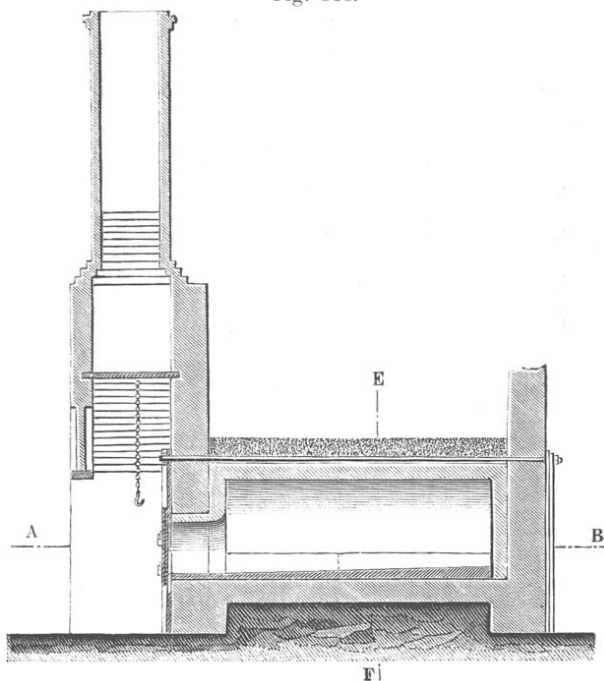


Vorderansicht.

Der Calcinirofen (drossing oven) gleicht dem Mennigofen so sehr, dass die Beschreibung des letzteren auch jenen leicht verständlich macht. Er besitzt ein niedriges Gewölbe; seine Sohle hat von den Seiten nach der Mitte zu eine schwache Neigung; sie besteht aus Mauerwerk, welches auf einer Eisenplatte ruht, welche wiederum in den Seitenmauern und in besonderen Pfeilern ihre Stützen findet. Jene Sohlplatte ist an den Seiten und hinten mit einem erhöhten Rande versehen. An der Vorderwand sind drei Oeffnungen mit eisernen Thüren angebracht; rechts und links je eine zum Eintragen des Brennmaterials und in der Mitte eine grössere für das Einsetzen des Bleies und das Umrühren. Der obere

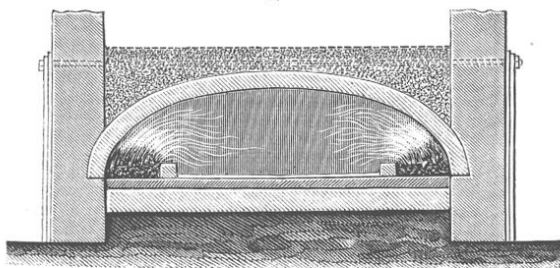
Rand dieser Mittelthür liegt höher als der der Seitenthüren, was zur Folge hat, dass der Luftzutritt durch letztere und das Entweichen der

Fig. 144.



Senkrechter Durchschnitt nach *CD* in Fig. 146.

Fig. 145.

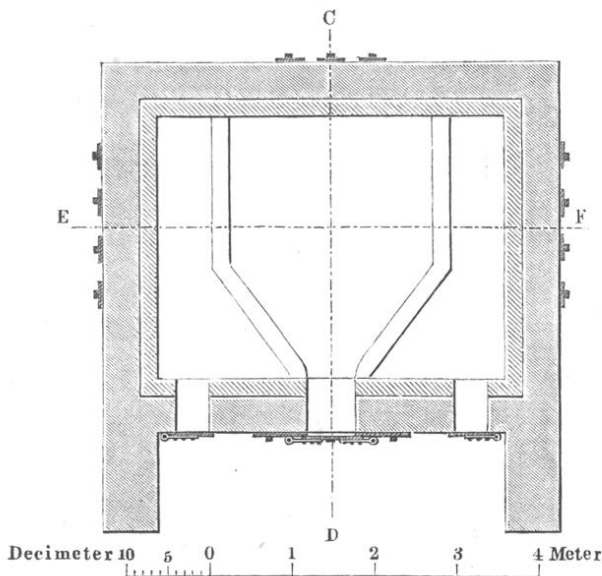


Senkrechter Querschnitt nach *EF* in Fig. 146.

Verbrennungsproducte durch jene erfolgt. In gleichem Abstände von jeder Seite des Ofens zieht sich eine niedrige Mauer oder Feuerbrücke längs des Heerdes von vorn nach hinten, und der durch sie und die Ofenwände eingeschlossene Raum bildet zwei Feuerräume ohne Rost. Die

Heerdlänge ist im Lichten 3·35 M., die Breite zwischen den Feuerbrücken 2·54 M. Unmittelbar unter der Mittelthür befindet sich ein Zwischenraum, dessen Seiten von zwei verticalen gusseisernen Platten gebildet

Fig. 146.

Aufriss nach *AB* in Fig. 143 und 144.

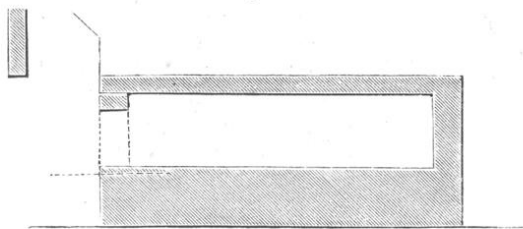
werden, während die Rückseite durch den unteren Theil einer grossen Platte geschlossen ist, welche die Vorderseite des Ofens stützt und die Mittelthür enthält, und der Boden, die Hüttensohle, gleichfalls mit einer Eisenplatte belegt ist. Vorn und oben ist dieser Raum offen. Er nimmt das Bleioxyd auf, wenn es aus dem Ofen gezogen wird. Ueber dem Vordertheil des Ofens erhebt sich ein Gewölbe, welches in eine kurze Esse mündet, um den Gasen und Dämpfen einen Abzug zu gestatten. Vor der Mittelthür ist eine Kette ausgespannt, an welcher ein Haken dem zum Umrühren erforderlichen Gezähe als Stützpunkt dient. Der Ofen selbst ist mit Eisenplatten und Schienen armirt. Man brennt immer nur Kohlen in Stücken von ansehnlicher Grösse, und bloss in Oefen, welche mit Rost und Aschenfall versehen sind, bedient man sich kleiner Kohlen.

Aus der Beschreibung folgt, dass der Mennigofen darin einem Backofen gleicht, dass er nur an der Vorderseite Oeffnungen hat. Seine Decke wird mit einem schlechten Wärmeleiter, z. B. einer Sandschicht, beworfen.

Der Mennigofen oder Brennofen (colouring-oven) hat eine flache Heerdsohle, welche von hinten nach vorn um 0·1 M. geneigt ist. Auch fehlt die eiserne Bodenplatte. Einige minder wesentliche Unterschiede

ergeben sich beim Vergleich der Figuren. In einigen Fabriken findet man eine Modification, welche in Fig. 147 und 148 dargestellt ist.

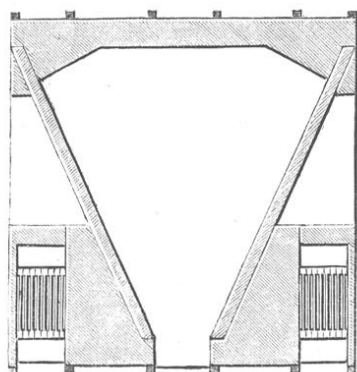
Fig. 147.



Längendurchschnitt.

und Comp. zu Sheffield wird der Ofen Morgens um sechs Uhr mit 1117·5 Kilo Blei beschickt, einschliesslich 50 Kilo etwa, welche bei der vorhergehenden Operation nicht oxydirt aus dem Ofen gezogen waren.

Fig. 148.



Decimeter 10 5 0 1 2 3 Meter

Grundriss.

blei von etwa 1 Kilo in das flüssige Metall geworfen, wodurch die Oxydation wesentlich beschleunigt wird. Besteht die Charge aus ordinärem und 51 Kilo Schlackenblei, so dauert die Oxydation zwei Stunden länger als wenn man bestes raffinirtes Blei und nur 14 Kilo Schlackenblei verwendet, wie dies für die zur Glasfabrikation bestimmte Mennige geschieht. Im Ganzen gehören 10 Stunden dazu; dann wird der Damm niedergegrissen, damit das nicht oxydirte Blei ab und in eine Mulde fließen könne.

In diesem Fall sind Roste vorhanden. Percy beschreibt die Mennigfabrikation nach Mittheilungen von W. Baker, Heron und Keates und nach eigenen Wahrnehmungen an verschiedenen Orten.

In der Fabrik von Rawson, Barker

Das geschmolzene Blei wird durch einen aus kleinen Blei- und Bleioxydtheilchen, welche beim Mahlen und Schlämmen des Oxyds zurückbleiben, bestehenden Querdamm auf dem Heerde zurückgehalten. Hinter diesem Damm häuft sich das flüssige Blei an. Zwei Stunden nach dem Schmelzen wird das Oxyd, welches sich unter fortwährendem Rühren gebildet hat, auf einen Haufen gegen die Rückwand des Ofens geschoben, und der Arbeiter spritzt nun das noch flüssige Blei durch eine rasche stossweise Bewegung der Schaufel über diesen Haufen, und schiebt das neu entstandene Oxyd von Zeit zu Zeit ihm zu. Ab und zu werden Stücke Schlacken-

Das Oxyd bleibt bis drei Uhr am nächsten Morgen im Ofen; dann wird es herausgezogen, und vor dem Ofen mit Wasser befeuchtet.

Zu seiner Umwandlung in Mennige kommt es in einen mit Blei ausgeschlagenen Trog, aus welchem es successive unter horizontal laufende Mühlsteine gelangt, zwischen denen es unter Wasser fein gemahlen wird. Von hier fliesst der grüngelbe Brei in ein konisches Gefäss (puddler), in welchem sich eine stehende Welle mit Armen bewegt. Durch beständig zufließendes Wasser wird das feine abgeschlämmt und fliesst in Klärgefässe. Diese feinen Theile sind gelb, während die gröberen, welche zurückbleiben, grün erscheinen, und aus einem Gemenge von Metall und Oxyd bestehen.

Das getrocknete Oxyd wird in dem Ofen 48 Stunden unter stetem Umrühren einer gleichbleibenden Temperatur ausgesetzt, welche regulirt wird, und wenn das Product die gehörige Färbung zeigt, wird es herausgezogen, und nach dem Erkalten gesiebt. Sogenanntes Orange-lead stellt man in ähnlicher Art aus Bleiweiss dar. Eine orangefarbige Mennige soll man nach Baker auch erhalten, wenn das durch Calciniren von Blei entstandene Massicot so lange der Luft ausgesetzt bleibt, bis sich etwas Carbonat gebildet hat, und dann im Mennigofen erhitzt wird.

Auf den Ballycorus-Werken (Mining Company of Ireland) wird nach Heron eine Charge von 1270 Kilo Blei eingeschmolzen und in den ersten fünf bis sechs Stunden fortwährend gerührt, wobei der grösste Theil oxydirt wird. Hierauf häuft man die Masse rechts und links auf dem Heerde an, so dass dazwischen ein Canal bleibt, der dem metallisch gebliebenen Theil zum Abfluss dient. Die Temperatur, bis zu diesem Zeitpunkt schwache Rothgluth, wird jetzt gesteigert, und die Masse alle zwei Stunden umgewendet. Man hat hierbei den Zweck, die einzelnen Metalltheilchen theils zu oxydiren, theils zum Ausfliessen zu bringen. Der aus einem Gemenge von Metall und Oxyd bestehende Antheil wird aus dem Ofen gezogen, nach dem Erkalten gemahlen und geschlämmt, wozu der von Heron mitgetheilte und Fig. 149 abgebildete Apparat dient.

A, A' zwei Paar Mühlsteine.

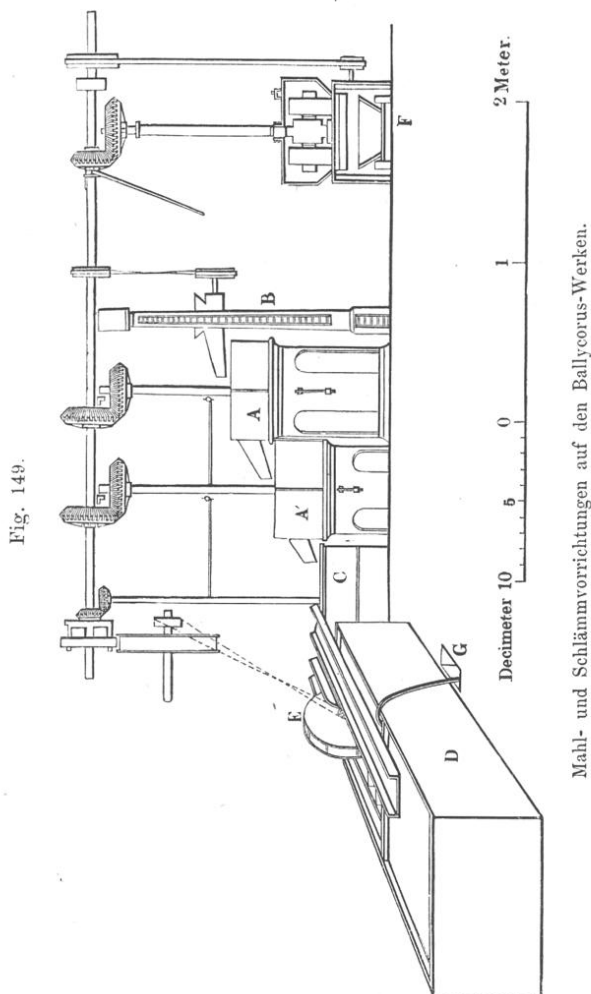
B Kette ohne Ende mit Eimern, welche die Masse den Steinen zuführen, in deren Mitte ein schwacher Wasserstrahl einfliesst. Der Brei gelangt sodann nach *A'*, von dort nach *C* und endlich in das Klärassin *D*.

C enthält eine verticale, sich um ihre Axe drehende Welle, von deren Seitenarmen Ketten herabhängen, wodurch die Flüssigkeit in steter Bewegung erhalten wird.

D Klärgefäss, aus welchem ein Theil des Wassers durch *E* nach *C* zurückgetrieben wird.

Die gröberen, hauptsächlich metallischen Theile setzen sich auf dem Boden von *C* ab, und werden wieder in den Ofen gebracht, 8 bis 10 Stunden calcinirt und dann wieder gemahlen und geschlämmt.

Nachdem das Wasser aus *C* durch einen Heber abgelaufen, wird der schlammige Bodensatz in den Mennigofen geschafft, welcher sich durch einen ebenen Heerd von dem Calcinirofen unterscheidet.



Die 1778 bis 2032 Kilo, welche man einträgt, werden bald trocken, und durch eine darüber hin und her gezogene steinerne Rolle werden die zusammengeballten Theile zerdrückt. (Ganz im Gegensatz hierzu lässt man in anderen Mennigfabriken, z. B. im nördlichen England, solche Stücke unverändert, weil sie die Masse lockerer machen und die Mennigbildung dann rascher eintritt.) Nun besteht die einzige Sorge der Arbeiter bloss in der möglichst gleichmässigen Erhitzung und in fleissigem

Wenden der Masse. Nach Verlauf von 48 Stunden wird das Product aus dem Ofen in einen eisernen Wagen geschafft, und nach dem Erkalten in dem Apparat *F* (Fig. 149) zwischen eisernen Rollen gemahlen und durch ein Drahtsieb geworfen.

Die Gewichtszunahme des Bleies, einschliesslich des Verlusts, beträgt 7 bis 8 Proc. — Der Theorie nach sollte sie 10·3 Proc. betragen, d. h. 100 Thle. Blei sollten 110·3 Thle. Mennige geben.

In dem Fabrikat von Ballycorus sollen 18·89 Bioxyd und 80·54 Oxyd enthalten sein, oder vielmehr: durch Behandlung mit Salpetersäure ist es in beide Oxyde in dem angegebenen Verhältniss zerlegbar.

Nun haben wir gesehen, dass die normale Mennige (Pb^3O^4) in 34·9 Bioxyd und 65·1 Oxyd zerfallen muss (S. 17), woraus folgt, dass jenes Fabrikat nur 54·1 Proc. Mennige, daneben aber 45·9 Proc. unverbundenes Bleioxyd enthält, mithin ein ziemlich schlechtes Product ist.

Wie schon im Früheren bemerkt wurde, hält man dafür, dass Mennige für die Flintglasbereitung nur aus ganz kupferfreiem Blei dargestellt werden dürfe, und gab in England lange Zeit gewissen Bleisorten aus Shropshire (Snailbeach und Bog-Mine) den Vorzug. Durch Klagen seitens der Glasfabrikanten über das erstere wurde Percy veranlasst, dieses Blei durch Tookey untersuchen zu lassen, wobei Spuren von Kupfer, Eisen, Silber und Gold, aber kein Kobalt, Zinn, Antimon oder Arsen gefunden wurden. Da indessen der Bleiglanz der Snailbeach-Gruben nach Percy's Beobachtung von Kobaltblüthe begleitet wird, so dürfte jene Untersuchung nicht maassgebend für sämmtliches Blei aus den dortigen Erzen sein.

In einigen Fabriken wird beim Calciniren des Bleies eine mechanische Vorrichtung zum beständigen Umrühren der Masse, welche sich in der Mitte des Heerdes befindet, benutzt.

Wenn man an Stelle weichen Bleies sogenanntes Schlackenblei verwendet, welches schon beim Schlagen mit dem Hammer durch den scharfen Ton sich zu erkennen giebt, und welches, neben anderen Metallen, insbesondere Antimon enthält, dem es seine grössere Härte verdankt, so bemerkt man, dass die Oxydation schneller als bei reinem Blei vorschreitet. Percy führt einen interessanten Versuch an, wonach reines Blei, eingeschmolzen und sich langsam oxydirend, durch einen höchst geringen Zusatz von Antimon sich sofort mit grösster Schnelligkeit in eine teigige Oxydmasse verwandelt. Wenn die Wirkung des Antimons nach einigen Minuten aufhört, kann sie durch einen neuen Zusatz sogleich wieder hervorgerufen werden.

W. Baker fand bei der Prüfung von Schlackenblei aus Derbyshire, dass es sowohl Antimon als auch Schwefel enthielt. Er schmolz reines weiches Blei in einem Tiegel mit 2 Proc. Bleiglanz zusammen, und goss es glühend aus, wobei es vor dem Erstarren erst teigig wurde.

Dieses schwefelhaltige Blei liess sich ebenso gut wie Schlackenblei zur Mennigbereitung verwenden.

Weiches Blei, welches 0·003 bis 0·006 Proc. Kupfer enthält, oxydirt sich im Calcinirofen nach Baker schneller als kupferfreies, und kürzt die Arbeit wohl um zwei Stunden ab, besonders wenn man die Oxydkruste durchbricht, und das Metall mit der Schaufel über sie hinweg wirft; Er behauptet auch, man müsse einen Theil des unreinen Oxyds (dross) im Ofen lassen, weil dies bei der nächsten Charge die Oxydation befördernd wirke.

Allein nicht bloss die Erfahrungen Anderer, sondern seine eigenen sogleich anzuführenden Resultate sprechen gegen Baker's Annahme hinsichtlich des Einflusses des Kupfers. Denn Baker fand, dass der Kupfergehalt in dem Theil, welcher beim Calciniren metallisch geblieben war, sich gegen den ursprünglichen vergrößert hatte.

Percy fand in Atkins's Mennigofen einen Ofenbruch am Gewölbe, eine poröse, zerreibliche, fast weisse Masse, nur hier und da grünlich oder bläulich, welche in der Hitze mit gelber Farbe schmilzt und krystallinisch erstarrt. Krystallinische Structur besitzt sie nicht. Nach der von Smith in Percy's Laboratorium ausgeführten Analyse enthält sie:

Bleioxyd	87·73
Schwefelsäure	11·68
Kupferoxyd	0·005
Wasser und Spur Kohlensäure	0·40
	99·81

Sie scheint danach ein drittel schwefelsaures Blei zu sein, welches aus

Bleioxyd	89·32
Schwefelsäure	10 68
	100

bestehen würde, welches vielleicht dadurch entstand, dass aus Bleidämpfen sich zuerst Bleioxyd bildete, welches dann durch die beim Verbrennen der Steinkohlen entwickelte schweflige Säure und den atmosphärischen Sauerstoff in ein basisches Sulfat verwandelt wurde.

Die Mennigfabrikation, welche in England und Holland hauptsächlich betrieben wird, hat bisher in keinem technischen Werke eine zuverlässige Darstellung gefunden, und der Grund scheint der zu sein, dass die Fabrikanten das Detail ihres Verfahrens nicht mittheilen, ja, wie wissenschaftliche Reisende mehrfach erfahren haben, den Zutritt zu ihren Werken überhaupt nicht gestatten. Es ist deshalb die von Percy gegebene Darstellung von wesentlichem Interesse, wiewohl es scheint, dass auch sie über gewisse Hauptpunkte hinweggeht, über welche der Leser gern Aufklärung haben möchte. Dahin gehört vor allem die Leitung

der Operation bei der Verwandlung des Oxyds in Mennige, welche von einer bestimmten Temperatur abhängig ist. Oder hängt hierbei alles von der Uebung und dem Blick der Arbeiter ab?

Aus dem Früheren (S. 17) wird erinnerlich sein, dass es noch eine Streitfrage ist, ob die Mennige eine constante Zusammensetzung habe oder nicht, ob sie Pb^3O^4 oder Pb^4O^5 sei. Diese Frage ist durch Analysen nicht leicht zu entscheiden, weil die Mennige wohl immer unverbundenes Bleioxyd und selbst kohlensaures Blei enthält.

Daher beweisen auch die Versuche Jacquelin's nichts, welcher aus verschiedenen Mennigsorten 97·33 bis 98·83 Proc. Bleioxyd erhielt. Denn jene beiden Formeln erfordern 97·66 und 98·24 Proc., so dass also, vorausgesetzt die untersuchten Proben hätten kein freies Oxyd enthalten, ihre Zusammensetzung zwischen



mit 97·3 Proc. Bleioxyd, und



mit 98·8 Proc. fallen würde.
