

leicht bei Sturmwetter (wie dies u. a. im Mainzer Leichenverbrennungshause beobachtet wurde) das Zurückbefördern der von der hohen Kuppel abprallenden Abzugsgase in den Schornsteinschlott eintreten. Deshalb ist bei geringer Schornsteinhöhe für die Kuppel, falls eine solche überhaupt angebracht wird, eine flache Form zu empfehlen, wodurch den Schornsteingafen ein freier Abzug gewährt wird.

Die Ermittlungen über die erforderliche Höhe und die Querschnittgröße, die dem Schornsteinschlott bei dem gegenwärtigen, vervollkommenen Stand der Ofenkonstruktionen verliehen werden muß, können im kurzen den Berechnungen von *Heepke*<sup>107)</sup> entnommen werden.

Nimmt man die zulässig geringste im Schornsteinschlott herrschende Zugstärke mit 10 mm Wasserfäule und die höchste mit 30 mm an, so kann bei einer Aufsentemperatur von 0 Grad C. und der Temperatur der Schornsteingafe von 250 Grad C. die Zugstärke  $z$  (in Millimeter Wasserfäule) mit  $0,6 H$  angenommen werden, wenn  $H$  die Höhe des Schornsteines über dem Rofte bezeichnet. Hieraus ergibt sich diese letztere, und zwar in ihrem Mindestmaß, wie folgt:

$$H = \frac{z}{0,6} = \frac{10}{0,6} = 17 \text{ m.}$$

Da die stündlich zur Verbrennung gelangende Brennstoffmenge  $B$  durchschnittlich mit 100 kg angenommen werden kann und das Gewicht  $g$  der bei Verbrennung von 1 kg Koks entwickelten Gase mit 21,46 kg angegeben wird, so ergibt sich der Querschnitt  $q$  des Schornsteinschlottes, wenn seine Höhe mit 17 m eingeführt wird, aus

$$q = \frac{gB}{924 \sqrt{H}} = 0,55 \text{ qm.}$$

Der Durchmesser des Schornsteinschlottes kann somit mit ca. 0,70 bis 0,80 m bemessen werden.

## 2) Leichenverbrennungsöfen.

### a) Ueberficht.

Der Leichenverbrennungsvorgang wird in unserer Zeit in einigen Ländern nach vollkommeneren, in den anderen nach technisch minderwertigen Verfahren ausgeübt. Man kann folgende fünf Arten von Verbrennungsverfahren unterscheiden, die bezüglich ihres Wertes zueinander in einer ansteigenden Reihe stehen.

Das vom wirtschaftlichen und ethischen Standpunkte am niedrigsten stehende und urprünglichste System ist die Verbrennung im Feuer auf Scheiterhaufen, wie sie noch heute bei manchen Hindus, wie schon in Art. 23 (S. 20) erwähnt, geübt wird und im Altertum gebräuchlich war. Vom Standpunkte der Aesthetik und Hygiene aus betrachtet hält dieses Verfahren keine Kritik aus.

Die zweite unvollkommene, aber in der Praxis noch immer angewendete Verbrennungsart ist diejenige in offenen Öfen. Der Leichnam bleibt bei diesem Verfahren mit dem Brennstoff in unmittelbarer Berührung.

So dient in Japan, wo diese Art der Verbrennung die üblichste ist, als offener Ofen eine muldenförmige Vertiefung, die im Zementboden eines aus leichtem Baumaterial hergestellten Verbrennungsgebäudes angebracht ist; ihre Länge beträgt 3,5 Fufs, ihre Breite und Tiefe über 1 Fufs. Quer über diese Grube, die mit Steinen ausgefüllt ist, werden als Rofte nach der Art der Rofttäbe Holzklötze gelegt. Der Leichnam wird in einem runden Fasse aus Tannenholz, in dem er sich in sitzender Stellung mit aufgezogenen Knien befindet, auf diesen Rofte gelegt und

<sup>107)</sup> Siehe: *HEEPKE, W.* Die modernen Vernichtungsanlagen organischer Abfallstoffe. I: Die Leichenverbrennungsanstalten (die Krematorien). Halle a. S. 1905.

176.  
Schornstein-  
abmessungen.

177.  
Verbrennungs-  
verfahren.

178.  
Scheiter-  
haufen.

179.  
Offene  
Öfen.

mit 10 schräg aufgerichteten Holzschichten umgeben. Unter dem Fasse in der Grube wird mittels Holz und Sägepänen Feuer angemacht. Bald darauf zerfällt das Fafs, und der sichtbar werdende Leichnam wird mit einer Strohmatten bedeckt. Dies geschieht zum Zusammenhalten des Feuers um den Leichnam und wegen der damit verbundenen Einschränkung des Wärmeverlustes, sowie wegen der Ersparnis an Brennstoff. Das weitere Ueberleiten der Wärme auf die unteren Extremitäten des Leichnams (wodurch eine raschere Verbrennung erzielt wird) geschieht am Kopfe durch Befeuchten der glühenden Holzschichte mit Wasser. Es sei zugegeben, dass die Wärme dabei in erwünschter Weise auf den unteren Teil des Leichnams geleitet wird; aber es geht durch den gebildeten und entweichenden Wasserdampf sehr viel Wärme verloren, und die Verbrennungsdauer wird dadurch bedeutend verlängert. Die zur Verbrennung des Brennstoffes nötige Zufuhr der Betriebsluft wird künstlich durch Anblasen des Feuers mittels eines Fächers befoht.

Der ganze Vorgang, der 7 bis 8 Stunden in Anspruch nimmt, kennzeichnet sich anfänglich nur als blofses Austrocknen und als Verkohlungs des Leichnams; dies dauert über eine Stunde. Hierauf folgt eine trockene Destillation, wobei der Leichnam selbst als Brennstoff auftritt. Die Destillation der Leiche ist immer mit einer unvollkommenen Verbrennung der Holz- und Leichengase verbunden, welche auf dem Wege zum Schornstein, dessen Höhe das Gebäude zweifach überragt, einen äufserst übeln Geruch und viel Rauch verbreiten. Dies ist ein Beweis, dass sich die obersten, über der Leiche lagernden glühenden Holzschichten als unermögend erweisen, die aufsteigenden Gase vollständig zu verbrennen. Ebenso ist auch das für diesen Zweck empfohlene Anzünden der ganzen Brennmasse von oben nach unten, damit die Leichengase bei ihrem Aufsteigen in den bereits in Glut gesetzten Schichten verbrennen, als verfehlt zu betrachten. Der provisorische hölzerne Rost und der Brennstoff muss nach 2 $\frac{1}{2}$  Stunden erneuert werden, und die in die Vertiefung gefallene Leiche muss nach dem Ablauf der ersten Brennstufe mittels hölzerner Stäbe gehoben, mit einer frischen Strohmatten bedeckt und von neuem angezündet werden. Während des ganzen Destillationsvorganges werden Leichnam und Brennstoff in glühendem Zustande erhalten, bis die Leiche in Asche zerfällt. Ueber dem Leichnam liegt das Skelett der Strohmatten, welches zuerst abgenommen wird; hierauf wird die Knochenasche — leicht zerreibbare Knochenstücke — von der mit ihr gemischten Holzasche mit Hilfe von einigen Stäbchen getrennt.

Um das Anfammeln von Knochenasche zu erleichtern, kann nur ein wenig Asche und Schlacken bildender Brennstoff, also Holz, zur Verwendung kommen. Die wohlfeileren Brennstoffe, wie die schwer auslösliche Kohle, Koks, unter Umständen Torf, können bei dieser Verbrennungsart nicht angewendet werden. Für einen gewöhnlichen Leichnam stellt sich der Holzbedarf auf 45 kg; bei einer wasserfüchtigen Leiche erhöht sich der Verbrauch an Holz bis auf 75 kg. Die Verbrennung in offenen Oefen kann als der Uebergang vom oxydativen Verwesungsvorgang zur vollkommenen Verbrennung (Flammöfen u. f. w.) betrachtet werden.

Der Unterschied und zugleich der grofse Vorteil der Verbrennung in offenen Oefen im Vergleiche zum Verwesungsvorgang besteht darin, dass die Verbrennungsgase bei ersterer, obwohl unvollständig verbrannt, so doch weit unschädlicher sind als diejenigen beim Verwesungsvorgang, namentlich die bei ungünstiger Bodenbeschaffenheit sich entwickelnden Gase; und was noch wichtiger ist: es werden bei dieser unvollkommenen Verbrennungsart immerhin die infektiösen Bazillen in den Flammen vollständig vernichtet.

Somit sollte die Verbrennung in offenen Oefen, wenn sie schon in manchen Ländern, die auf dem Gebiete der Technik noch nicht weit genug vorgeschritten sind, in Verwendung steht, doch nur auf den Friedhöfen aufserhalb der Städte vollenommen werden.

Aehnlich der Verbrennung in offenen Oefen, jedoch mit dem Unterschiede, dass sich der Leichnam nicht in unmittelbarer Berührung mit dem Brennstoff befindet, ist diejenige in Muffelöfen. Diese bestehen aus den sonst für die Erzeugung

von Leuchtgas in Gebrauch stehenden Muffeln, in denen auch nur eine trockene Destillation des in der Muffel beigefetzten Leichnams erreicht werden kann. Ebenso wie bei der Erzeugung des Leuchtgases in der Muffel Koks als Endprodukt zurückbleibt, so wird bei der Leichenverbrennung in den Muffelöfen eine stickstoffhaltige, mit der Knochenasche vermischte Kohle erzeugt. Der Unterschied zwischen der Verkokung der Steinkohle und der Verkohlung der Leiche besteht nur darin, daß bei letzterem Vorgang der Zutritt der atmosphärischen Luft als Betriebsluft mittels Anfaugen derselben durch die Oeffnungen in der Muffel erzwungen wird. Hierdurch kann die Verbrennung der Leiche, wenn sie auch unvollständig bleibt, immerhin erreicht werden.

Die Leichen- und Brennstoffgase werden behufs Erzielung ihrer vollständigen Verbrennung wieder durch die glühenden Kohenschichten in den Feuerkanal zurückgeleitet. Dies ist der leitende Grundgedanke aller bis jetzt vorgeschlagenen Konstruktionen von Muffelöfen. Sie haben jedoch wegen der mangelhaften Ergebnisse in ihrem Betriebe keine Verbreitung gefunden.

Eine bedeutende Vervollkommnung auf dem Gebiete der Feuerbestattungstechnik bildet die Erfindung der Flammöfen, welche eine ausgebreitete Anwendung gefunden haben. Der Hauptunterschied zwischen den Flammöfen und den unvollkommenen Muffelöfen liegt im Endergebnis des Verbrennungsvorganges. Beim Muffelofen kann nur eine trockene Destillation der Leichen erreicht werden, welche mit einem unvollständigen Verbrennen der Abluftgase verbunden ist; dagegen verbrennt in einem Flammofen der Leichnam vollständig und zerfällt in weißliche, leicht zerbröckelnde Knochenasche. Die Abluftgase werden durch besondere Einrichtungen von allen organischen Stoffen, die möglicherweise unverbrannt entweichen könnten, befreit.

181.  
Flammöfen.

Die Flammöfen bestehen im allgemeinen aus einer Feuerung mit oder ohne Roß und einem Einäschungsraume. Zur Erzeugung der Heizgase werden Gasgeneratoren verwendet, in denen der Brennstoff infolge der unvollständigen Verbrennung in Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoff u. f. w. verwandelt wird. Die letzteren Gase mischen sich auf dem Wege zum Einäschungsraume mit entsprechenden Mengen zugeführter atmosphärischer Luft, verbrennen darin mit klarer Flamme und äschern den Leichnam ein. Die abziehenden Verbrennungsgase, welche bei vollständiger Verbrennung aus Kohlenäure, Wasserstoff und Stickstoff bestehen, entweichen durch den Schornstein.

Obwohl die *Siemens'schen* Heißluftöfen schon vor 30 Jahren in der Feuerbestattungstechnik angewendet worden sind, haben doch diese und andere auf dem gleichen Grundgedanken des Regenerativverfahrens beruhenden Ofenkonstruktionen in der Praxis wenig Verbreitung gefunden. In Italien werden derzeit ausschließlich Flammöfen in Betrieb gesetzt, ungeachtet der großen Vorteile, welche die Heißluftöfen ihnen gegenüber bieten. Der Grund hiervon ist vielleicht in den beschränkten Forderungen, die man in Italien vom ethischen Standpunkt aus an die Feuerbestattung stellt, zu suchen. In Deutschland und auch in anderen Ländern, wie in der Schweiz, in Schweden u. f. w., hat man die Berechtigung dieses ethischen Standpunktes vollauf anerkannt und dem technischen Standpunkte in seiner Wichtigkeit gleichgesetzt.

182.  
Heißluftöfen.

Die Bewegung in dieser Richtung ist durch den ersten europäischen Kongress für Feuerbestattung, der im Jahre 1876 in Dresden tagte, eingeleitet worden. Die

bezüglich der Vervollkommnungen auf dem Gebiete der Feuerbestattungstechnik seitens des Kongresses aufgestellten Bedingungen lauteten wie folgt:

- a) die Verbrennung soll rasch vor sich gehen;
- b) sie soll sicher und vollständig sein, und ein Halbverbrennen oder Verkohlen darf nicht stattfinden;
- c) der Prozess soll in dezenter Weise und nur in ausschließlich für menschliche Leichen bestimmten Öfen vollzogen werden;
- d) bei demselben sollen keine die Nachbarschaft belästigenden Verbrennungsprodukte, übelriechende Dämpfe, Gase u. f. w. auftreten;
- e) die Asche soll unvermischt, rein und weißlich, und ihre Einfammlung leicht und rasch ausführbar sein;
- f) der Apparat, sowie die Verbrennung selbst sollen möglichst billig sein, und
- g) ohne Unterbrechung und besonderen Kostenaufwand sollen mehrere Verbrennungen hintereinander vorgenommen werden können.

Aus diesen Gründen sind in den erwähnten Ländern die Heißluftöfen, die den zu Dresden aufgestellten Forderungen einzig und allein entsprechen und in denen die Leichenverbrennung in idealster und reinsten Weise vollzogen werden kann, zu fast ausschließlicher Verwendung gelangt.

Der erste nach dem Heißluftsystem konstruierte *Siemens'sche* Verbrennungsöfen wurde bei der Eröffnung der Gothaer Leichenverbrennungsanstalt in Betrieb gesetzt. Der Hauptunterschied zwischen den Öfen dieser Art und den Flammöfen besteht darin, daß bei den letzteren, wie geschildert, die Leichenverbrennung in der Flamme des entzündeten Gasgemisches geschieht, während bei ersteren der Leichnam in der erhitzten atmosphärischen Luft selbst mit kurzen Flammen brennt und so nach und nach zu Asche wird. Somit gelangen in den Heißluftöfen die Flammen überhaupt nicht in den Verbrennungsraum, wodurch der tief verletzende Eindruck, den das Flammenbett auf den Beschauer auszuüben pflegt, erspart bleibt.

Von großer Wichtigkeit ist außerdem bei den Heißluftöfen das gemeinsame und gleichzeitige Fortschreiten der trockenen Destillation und Kalzination, wodurch die ganze Leichenmasse schichtenweise von außen nach innen verkohlt und verbrennt. Dadurch verschwinden auch die bei den Flammöfen oft auftretenden Explosionen der Wandungen mancher Organe des Leichnams. Die letzteren werden nämlich aufgezehrt, ehe die Hitze die Gase im Inneren des Leichnams zu so hoher Expansion bringt, daß die Wandungen der Organe unter ihrem Drucke zerplatzen.

Der einzige Vorteil, den die Flammöfen vor den Heißluftöfen bieten, ist die bei den ersteren bedeutend kürzere Anheizdauer (nur bis höchstens 2 Stunden).

### β) Muffelöfen.

Für die bereits in Art. 180 (S. 216) ihrem Grundgedanken nach vorgeführten Muffelöfen seien hier die bekanntesten Vorschläge für ihre Konstruktion aufgenommen.

Die Bauart *Cadet* stellt einen Muffelofen (*Four à réverbère*) dar, dessen Hauptbestandteile Verbrennungsraum, Aschenraum, Schornsteinschlott und eine Reverberier-tube sind.

Die Aschenfalltür ist mit zwei Oeffnungen für den Zutritt der atmosphärischen Luft in den Verbrennungsraum versehen. Die Produkte der Destillation werden behufs vollständiger Ver-