



1,00

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000303999

Über
Wahlverheimlichungs-
Anlagen

A. Scherren

x
520

Über Müllverbrennungs- Anlagen

Von

B. Schapira

Ingenieur

Mit 11 Abbildungen im Text



Erweiterter Sonderabdruck aus der Zeitschrift „Sozial-Technik“
Jahrgang 1916.

Berlin, 1916

Polytechnische Buchhandlung

A. Seydel

Königgrätzerstraße 31

(31614)

Preis 1,60 Mk.

G 56.87

1/kh

III 34020



Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	3
Müllverbrennungsanlagen System Herbertz der Vesuvio Aktiengesellschaft	5
Müllverbrennungsanlage der Stadt Frankfurt a. M.	6
Müllverbrennungsanlage Puchheim	8
Schlackensteinfabrik System Herbertz in Kiel	14
Müllverbrennungsanlage der Stadt Leiden in Holland	14
Müllverbrennungsanlage System Humboldt der Stadt Barmen	16
Müllverbrennungsanstalt System Humboldt der Stadt Fürth i. B.	19
Müllverbrennungsanlagen System Uhde von Ehrhardt & Sehmer G. m. b. H.	21
Müllverbrennungsanlagen der Stettiner Chamotte-Fabrik vorm. Didier	28

Einleitung.

Seit Jahren bildet die einwandfreie und wirtschaftliche Beseitigung des städtischen Mülls eine der Hauptfragen der Stadtverwaltungen. Die Wichtigkeit derselben geht schon aus dem Umstand hervor, daß pro Tag und Kopf der Bevölkerung etwa 0,5 bis 0,6 kg Müll anfallen, mitunter auch mehr.

Die Müllabfuhr wurde lange Zeit hindurch privaten Unternehmern überlassen, die das Müll gegen Entschädigung vom Hause abholten und entweder als Auffüllmaterial verwendeten oder auf weit außerhalb der Stadt gelegenen Stapelplätzen abluden. Nach dem Anwachsen der Städte und infolge Einspruches der den Müllabladeplätzen benachbarten Grundbesitzer wurde die Beseitigung immer schwieriger und kostspieliger. Bald machten sich auch gesundheitliche Bedenken gegen die Aufstapelung größerer Unratmassen in der Nähe der Städte geltend, denn derartige Abladeplätze dürfen innerhalb 30 Jahren ohne gesundheitsschädliche Folgen nicht zur Bebauung herangezogen werden.

Die bisherige Müllabfuhr ohne Rücksicht auf eine Verwertung wurde daher fallen gelassen und an eine Lösung der Frage gleichzeitig mit einer Verwertung des Mülls geschritten. Hier kann man im wesentlichen drei Fälle unterscheiden:

a) Verwendung des Mülls als Düngemittel in der Landwirtschaft. Dies ist wohl die älteste Müllverwertung, häufig auch gemischt mit Fäkalien. Man ist aber zumeist von dieser Verwertung wieder abgekommen, da die Landwirte im Kunstdünger einen besseren Ersatz gefunden haben. Während nämlich der Düngwert des Mülls 3 bis $3\frac{1}{2}\%$ beträgt, stellt sich jener des Kunstdüngers auf 15 bis 20%. Im Müll sind außerdem den Ackerboden verunreinigende Abfälle vorhanden, als Glasscherben, Blechabfälle usw., so daß seiner Verwertung als Düngemittel noch eine Sortierung der größeren Sperrstücke und ein Zerkleinern vorausgehen müßte. Wegen des geringen Düngwertes ist an einen weiteren Transport mittels Bahn nicht zu denken. Es ist aber fraglich, ob die nähere Umgebung der Stadt genügend aufnahmefähig für die vorhandenen Müllmengen ist. Die Erfahrungen, die man mit dieser Art der Müllverwertung gemacht hat, waren daher nicht ermutigend, sie wird nur mehr vereinzelt angewendet.

b) Was die Müllverwertung mit Rücksicht auf die enthaltenen Altmaterialien anlangt, die etwa 5 bis 6% betragen, so sind zwei derartige Anlagen im Betrieb, die eine in Puchheim bei München und die zweite in Budapest. Die im Müll enthaltenen verwertbaren Sperrstücke werden von Hand aussortiert und der Rest auf Brachland gefahren, das dann als Ackerboden benützt wird. Hier ist erforderlich, daß genügend große Bodenflächen zur Verfügung stehen, um 95% des Mülls aufzunehmen. Außerdem vermag der erzielte Gewinn die Transportkosten nicht zu decken, so daß beispielsweise die Stadt München an die das Müll verarbeitende Gesellschaft jährlich 270 000 M. Zuschuß zahlen muß.

Die durch den Kriegszustand hervorgerufenen einschneidenden Veränderungen in den landwirtschaftlichen Produktionsverhältnissen gaben Veranlassung, auf eine bereits früher ins Auge gefaßte Müllverwertung zurückzugreifen, nämlich die Einsammlung der Küchenabfälle, als Kartoffelschalen, Gemüsereste, Fleischabfälle usw. in besonderen Behältern, die von Landwirten und Viehhaltern aus den Häusern abgeholt und zur Auffütterung des Viehstandes verwendet werden. Die Knochen werden in Knochenmühlen zur Leimbereitung und Fettextraktion verwertet. Damit

ist gleichzeitig eine wesentliche Verbesserung der Müllqualität verbunden, da die stark wasserhaltigen Küchenabfälle schwer verbrennlich sind.

c) Verwendung des Mülls als Heizmaterial. Das Müll kann entweder in Retorten vergast werden oder es wird in Öfen verbrannt. Die Vergasung gibt wenig zufriedenstellende Resultate, da sich gegenüber der Müllverbrennung um 12% mehr Rückstände ergeben und die Schlacke minderwertig ist. Weitaus die größte Bedeutung hat die Müllverbrennung erlangt, und diese ist im folgenden ausführlich behandelt.

Bei den ersten Müllverbrennungsanlagen wurde lediglich das Müll durch Feuer vernichtet und die verbleibende Schlacke als Auffüllmaterial und zu Betonierungszwecken verwendet. Späterhin trat dazu die Verwendung der bei der Müllverbrennung erzeugten Wärme zur Dampferzeugung. Durch Verwertung der 40 bis 50 Gewichtsprozente betragenden Schlacke und Verkauf der erzeugten Energie können zumeist die Betriebskosten derartiger Anlagen gedeckt werden.

Die ersten Müllverbrennungsanstalten entstanden in England. Die hier erzielten Erfolge in der Verbrennung des allerdings sehr kohlenreichen Mülls veranlassten auf dem Festlande zuerst die Städte Hamburg, Brüssel und Zürich zur Nachahmung. Diese Anlagen tragen noch die Hauptmerkmale der dem englischen Müll angepassten Ofen, und zwar: Eine große Zahl getrennter niedriger Verbrennungszellen, große totale Rostfläche, verhältnismäßig große freie Rostfläche, umständliche Schürarbeit, geringer Unterwinddruck und kalter Wind. Einen großen Aufschwung nahm der Bau von Müllverbrennungsanlagen in England, als man die bei der Verbrennung des steinkohlenreichen Mülls zur Verfügung stehende große Wärmemenge ausnützte. Auch die deutschen Konstrukteure suchten nunmehr die Aufgabe, das Müll unter möglichst vollkommener Ausnützung seines Wärmeinhaltes zu einer hart gesinterten Schlacke zu verarbeiten, möglichst einwandfrei zu lösen. Dabei mußten die Eigenschaften des kontinentalen Mülls, das sich vom englischen durch niedrigeren Heizwert und höheren Wassergehalt unterscheidet, berücksichtigt werden. Es entstanden die Ofensysteme von Dörr, Herbertz, Humboldt und Uhde. Bei diesen wurde mit verschiedenen Mitteln dem gemeinsamen Ziel zugesteuert, nämlich mit möglichst geringem Luftüberschuß zu arbeiten, entsprechend einem hohen Kohlendioxidgehalt der Abgase. Soweit es sich um gleichartiges und nicht zu wasserreiches Müll handelt, zeigten sich die Erfolge in einer vollkommeneren Verbrennung, in einer höheren Leistung und höheren Abgastemperaturen gegenüber den auf dem Festland errichteten englischen Anlagen.

Folgende Überlegungen mögen Aufschluß darüber geben, wie der im Müll enthaltene Heizwert möglichst vollkommen auszunützen ist.

Die Abgasverluste werden durch richtige Kesselanordnung und Verwendung entsprechend großer Vorwärmer auf dasselbe Maß herabgedrückt wie bei normalen Dampfkesselfeuerungen.

Die Anwendung von Steilrohrkesseln ermöglicht es, die Feuerung so dicht an den Kessel heranzubringen wie bei Kohlenfeuerungen. Dies sowie der Umstand, daß der größte Teil des Mauerwerks durch Vorwärmerheizflächen ersetzt ist, hat eine Herabsetzung der Strahlverluste zur Folge.

Die in den Rückständen enthaltenen unverbrannten Brennstoffe machen höchstens 4 % des gesamten Rückstandes aus, sofern bei mittlerer Müllsorte die Ofenleistung pro Quadratmeter Rostfläche und Stunde nicht über 1200 kg gesteigert wird.

Von den sonstigen Verlusten sind noch jene durch Erwärmen der Schlacke zu nennen, die sich auf 55 WE pro Kilogramm Müll stellen.

Die mittlere Zusammensetzung der Schlacke kann wie folgt angenommen werden: 13 % Kalk, 45 % Kieselsäure, 20 % Tonerde, 15 % Eisenoxydul, 7 % sonstige Bestandteile.

Nachstehend sind Müllverbrennungsanlagen System Herbertz, System Humboldt und System Uhde an Hand verschiedener Figuren behandelt.

Müllverbrennungsanlagen System Herbertz der Vesuvio Aktiengesellschaft.*)

Wenn eine Stadtverwaltung der Müllverbrennungsfrage nähertritt, so ist außer den sonst üblichen allgemeinen Gesichtspunkten auch noch folgendes zu berücksichtigen:

Die Anlage muß der bestehenden oder neu einzurichtenden Müllabfuhr gut angepaßt sein.

Die Beschickung der Öfen, die Entschlackung derselben und die Schlackenzerkleinerung muß vollständig unter Ausschaltung jeder Handarbeit, sowie unter Vermeidung von Staub, Rauch oder Geruch vor sich gehen.

Die Verbrennungsleistung der Ofen pro Quadratmeter Rostfläche muß zum Zwecke der Erzeugung einer hohen Temperatur eine sehr große sein. Im allgemeinen sind im Winter 1100°, im Sommer 800 bis 950° Verbrennungstemperatur vor dem Kesseleingang zu erreichen.

Die Verbrennung muß vollkommen sein.

Der Wärmeinhalt der Rauchgase muß möglichst weitgehend im Kessel ausgenützt werden.

Die Unterhaltungskosten der Anlage müssen gering sein.

Zur Feststellung, wie weit diesen Forderungen entsprochen wird, sind folgende Umstände zu prüfen:

1. Anzahl der für den Gesamtbetrieb einschließlich der Schlackenzerkleinerung erforderlichen Arbeiter.
2. Verbrennungsleistung pro Quadratmeter Rostfläche, und zwar
 - a) garantierte Leistung,
 - b) in bestehenden Anlagen wirklich erreichte Leistung.
3. Mittlerer Kohlensäuregehalt und mittlerer Kohlenoxydgehalt der Rauchgase.
4. Gehalt an unverbrannten Rückständen in der Schlacke.
5. Temperatur der Abgase.
6. Kosten der Instandhaltung, und zwar
 - a) der Ofen- und Kesselanlage,
 - b) der Schlackenzerkleinerungsanlage.
7. Platzbedarf der Anlage.
8. Gesamtkosten.

Bis jetzt sind Müllverbrennungsanlagen nur in solchen Städten vorhanden, in welchen vorwiegend Steinkohlenfeuerungen betrieben werden, während die Müllverbrennung in solchen Städten, die vorwiegend Braunkohlen verfeuern, auf besondere Schwierigkeiten stieß. Ist nämlich das deutsche Müll überhaupt schwieriger zu verbrennen als das englische, so gilt dies in besonderem Maße von dem Müll, in welchem vorwiegend Braunkohle- und Brikettasche vorkommt. Nachdem es aber heute gelungen ist, die Verbrennungsleistung auf 1300 bis 1400 kg pro Quadratmeter Rostfläche und Stunde zu steigern, spielen die Beimengungen von Braunkohlenasche bei weitem nicht mehr die Rolle, als wie dies früher der Fall war. Bei derartig großen Leistungen herrscht innerhalb des Feuers eine ziemlich große Gasgeschwindigkeit, die das früher befürchtete Umhüllen der Brennstoffe durch die Braunkohlenasche verhindert und zur Folge hat, daß die Verbrennungsluft die überhaupt brennbaren Teile erreicht, selbst wenn dieselben vollständig von Braunkohlenasche umlagert sind. Neuere Versuche mit dem Müll der Stadt Cöln als auch mit Müll der Städte Dresden und Chemnitz haben ergeben, daß auch Müllsorten mit hohem Braunkohlenaschengehalt gut brennbar sind.

Beim System Herbertz wird das Müll in kleinen Zellen mit etwa 1 qm Grundfläche zur Verbrennung gebracht, wobei diese Zellen in eine gemeinsame Verbrennungskammer münden, hinter welcher der zur Ausnützung der Feuergase die-

*) Vergl. Wollenhaupt, P., Müllverbrennungsanlagen System Herbertz. 118 S. gr. 8° mit vielen Abbildungen im Text. München 1912. Selbstverlag des Verfassers. Zum Preise von 4 Mk. zu beziehen vom Verlag dieser Schrift.

nende Dampfkessel angeordnet ist. Kennzeichnend für das System Hertz ist wechselweises Beschicken der zu einem Kessel gehörigen Zellen und scharfe Trennung der Betriebsvorgänge der einzelnen Zellen, indem jede Zelle mehrmals hintereinander beschickt wird, bis der Schlacken Kuchen eine bestimmte Höhe erreicht hat, worauf dann die Zelle vollständig entschlackt und derselbe Vorgang nochmals wiederholt wird. Werden nun die zu einer Einheit, also zu einem Ofen vereinigten Zellen in bestimmten Zeitabständen entschlackt, so befindet sich stets eine Zelle in dem Zustande der höchsten Temperaturentwicklung, während eine andere Zelle gerade frisch beschickt worden ist und die übrigen Zellen sich in Zwischenzuständen befinden. Die in den einzelnen Zellen entwickelten Gase treffen sich in der gemeinsamen Verbrennungskammer, wo eine Nachverbrennung stattfindet und ein Temperaturengleich erfolgt.

Müllverbrennungsanlage der Stadt Frankfurt a. M.

Dieselbe besteht aus sechs vierzelligen Hertzöfen. Jeder Ofen ist mit einem liegenden Wasserrohrkessel System Piedboeuf von 125 qm Heizfläche und 40 qm Überhitzerheizfläche ausgerüstet (Fig. 1). Jede Zelle besitzt eine Rostfläche von 0,7 qm, so daß insgesamt 16,8 qm Rostfläche vorhanden sind. Es ist bemerkenswert, daß die Rostfläche gegenüber früheren Anlagen wesentlich verringert wurde. Es ist dies aus der Erfahrung heraus geschehen, daß das Entschlacken der größeren Zellen einen erheblichen Aufwand an Körperkraft erfordert, wogegen die Entschlackungsarbeit bei kleineren Zellen wesentlich leichter ist.

Die Müllabfuhr geschieht in Abfuhrwagen mit abhebbarem Wagenkasten. Die Wagenkästen werden abgehoben und an mehreren Stellen am Mainufer auf Mainkähne gesetzt und per Schiff bis an die Anlage in Niederrad herangefahren. Dort werden sie auf kleine Untergestelle einer Schmalspurbahn gesetzt und in den Kranbereich der Anlage gefahren, die etwa 250 m vom Ufer entfernt ist. Die Wagenkästen werden dann mittels Kran über das Müllsilo geführt. Da der Kran mit Trommeln von verschiedenem Durchmesser ausgerüstet ist, wird beim Hochziehen der Wagenkasten schräg gestellt und durch einen verschiebbaren Anschlag an einer bestimmten Stelle über dem Silo geöffnet, so daß das Müll jedesmal an einer bestimmten Stelle ausgeladen wird. Der Siloraum ist gegen den Beschickungsboden durch Doppeltüren, zwischen denen eine Absaugung liegt, abgeschlossen. Das Müll wird aus dem Silo durch Handarbeit in die Fülltrichter der einzelnen Zelle hineinbefördert, und zwar durch Arbeiter mit Haken durch die beiden Türen hindurch. Hier ist zu bemerken, daß diese Arbeit eine beschwerliche ist, besonders wenn das Müll aus irgendwelchen Gründen in einer der Abteilungen des Silos längere Zeit gelagert hat, da es sich dann so fest zusammenlegt, daß es häufig durch das teilweise Vorziehen des Mülls mittels der Haken unterhöhlt wird und feststehende Wölbungen bildet. Es wird hierdurch ab und zu nötig sein, daß Arbeiter in das Silo hinein müssen, um das Müll in die Fülltrichter zu bringen.

Um die Beschickungsarbeit mechanisch ausführen zu können, hat sich die Stadtverwaltung von Frankfurt entschlossen, eine Vorsortierung des Mülls vorzunehmen, um die größeren Sperrstücke aus demselben zu entfernen. Der dann übrigbleibende Rest des Mülls soll sich durch Transportschnecken aus dem Silo heraus in die Ofen befördern lassen.

Im Gegensatz zu älteren Anlagen, bei welchen stets ein für sämtliche Zellen gemeinsames Gebläse zur Erzeugung der Preßluft vorhanden ist, wurde in Frankfurt jede Zelle mit einem besonderen Gebläse ausgestattet, das mit einem Elektromotor gekuppelt ist. Man hatte sich von dieser Anordnung besondere Vorteile versprochen, dieselben haben sich jedoch in der Praxis nicht herausgestellt, so daß in Zukunft von dieser Anordnung wieder abgesehen werden wird.

Erhebliche Schwierigkeiten bereitete die Anwendung der Saugluftförderung des Flugstaubes, und zwar dadurch, daß zunächst versucht wurde, die ganze Flugaschenmenge durch ein Gebläse hindurch zu saugen; dabei stellte sich heraus, daß das Gebläse in

längstens drei bis vier Wochen gänzlich verschlissen war. Danach wurde versucht, das Flugaschensilo luftleer zu machen. Es mußte dabei zwischen Silo und Exhaustor ein Filter ein-

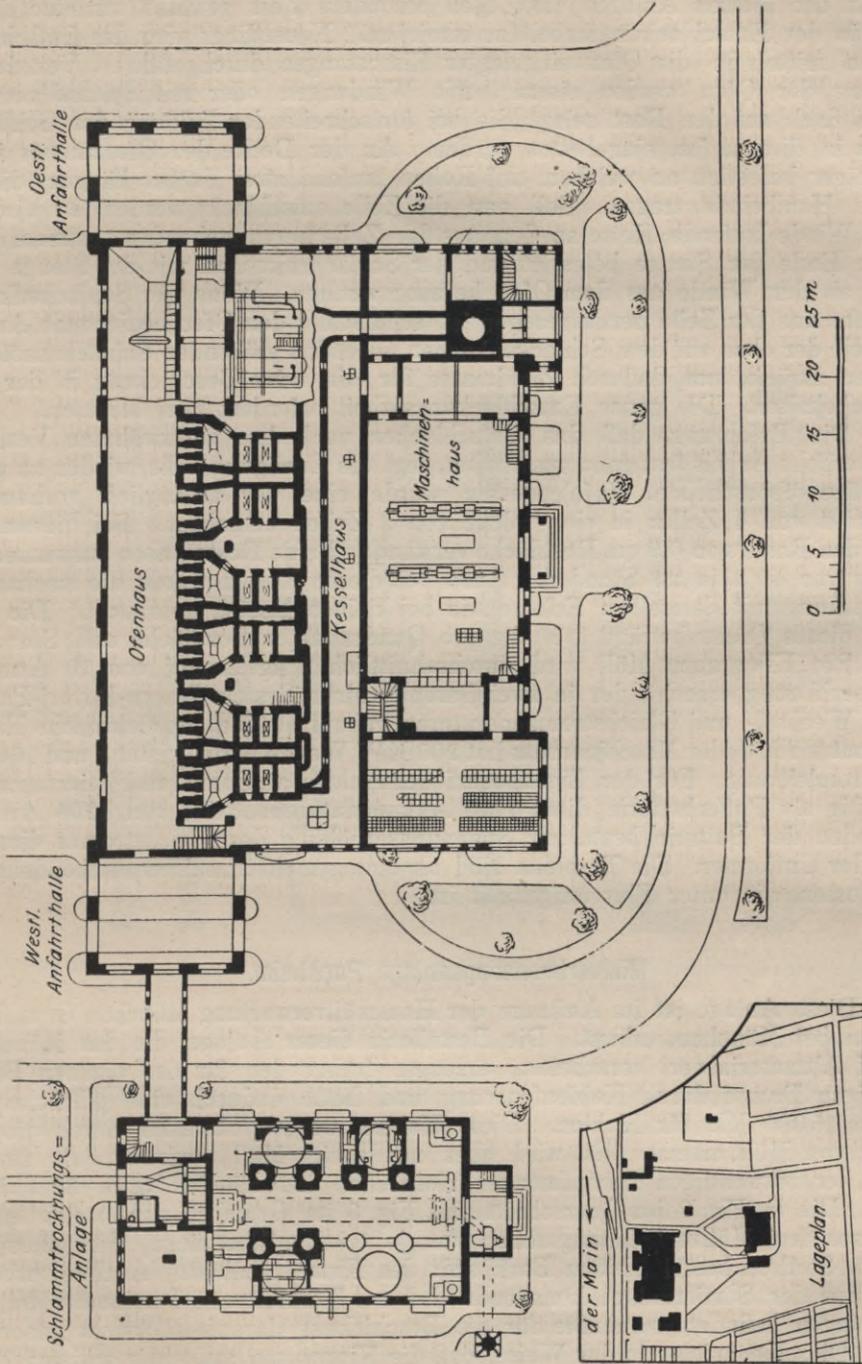


Fig. 1. Müllverbrennungsanstalt der Stadt Frankfurt a. M.

geschaltet werden; dieses Filter gab ebenfalls zu lästigen Betriebsstörungen Anlaß, so daß schließlich die Anlage gänzlich umgebaut wurde. Zuerst wurde an Stelle des Schleudergebläses eine Kolbenluftpumpe verwendet, dann an Stelle des Flugaschensilos mehrere hinter-

einander geschaltete Silos mit darin eingebauten Zyklonen und zuletzt ein Wasserfilter angewandt.

Wie schon erwähnt, hatte man mit Rücksicht auf die schwierige Entschlackungsarbeit in den älteren Anlagen die Zellen besonders klein gewählt, um eine Erleichterung in der Entschlackungsarbeit zu erreichen. Neuerdings wird das Entschlacken der Ofen mittels in die Ofen eingelegter Eisenstangen durchgeführt. Vor der Beschickung der Ofen werden eiserne, mit Windungen oder mit Spitzen versehene Stangen flach auf den Rost gelegt, die bei fortschreitender Bildung des Schlacken-kuchens in diesem fest eingebettet werden. An der Decke des Ofenraumes ist ein Längsträger befestigt, an welchem auf Rollen laufend zwei Träger hängen, die eine einfache Handwinde tragen. Soll nun die Zelle entschlackt werden, so wird eine auf der Winde laufende Kette an dem aus der Zelle hervorstehenden, hakenartig gebogenen Ende der Stange befestigt und der Schlacken-kuchen mit der Stange durch Drehen an der Winde aus dem Ofen herausgewunden. Wenn der Schlacken-kuchen zur Hälfte aus der Zelle herausgezogen ist, schiebt der den Ofen bedienende Arbeiter einen Teil der oben auf dem Schlacken-kuchen liegenden glühenden Schlackenstücke in den Ofen zurück, um dadurch Zündmasse für die neue Beschickung in der Zelle zurückzubehalten. Die ganze Entschlackungsarbeit erfordert zwei Minuten.

Die Erfahrung, daß das Entschlacken nach dem vorerwähnten Verfahren die körperliche Arbeit fast ganz ausschaltet, legt die Erwägung nahe, wieder zu größeren Zellen überzugehen. Infolgedessen wurde eine der anfänglich vorhandenen 6 Batterien von 4 Zellen in eine solche von 2 Zellen umgebaut. Bei diesem Umbau wurden Roste von 0,9 qm Rostfläche verwandt. Beide Roste haben zusammen eine Leistung von 50 t in 24 Stunden. Auch bei diesen Rosten wurde die mechanische Entschlackung mit demselben Erfolge wie bei kleinen Rosten gebraucht. Die Rostleistung dieses Ofens beträgt 1150 kg pro Quadratmeter Rostfläche und Stunde.

Pro Kilogramm Müll wird durchschnittlich 1 kg Dampf von 10 Atm. und 300 ° Überhitzung erzeugt, der in zwei Dampfturbinen System Brown-Boveri-Parsons, die mit Wechsel- und Gleichstromgeneratoren gekuppelt sind, in elektrische Energie umgeformt wird. Jeder Maschinensatz hat 200 KW Wechselstromleistung und 166 KW Gleichstromleistung. Für den Eigenbedarf der Anlage an Sonn- und Feiertagen und gleichzeitig als Pufferbatterie dient eine Akkumulatorenbatterie von 1296 Amp./St. Zum Laden der Batterie bzw. zur Spannungserhöhung des Gleichstromes dient ein rotierender Umformer. Die Turbinen sind an eine gemeinsame Einspritzkondensation angeschlossen, die unter Flur aufgestellt ist.

Müllverbrennungsanlage Puchheim.

Diese Anlage ist im Auftrage der Hausmüllverwertung München G. m. b. H., Puchheim bei München, erbaut. Die Bestellerin dieser Anlage, die das Münchener Müll auf Altmaterialwert verarbeitet, erzeugte früher den für den eigenen Betrieb notwendigen Dampf durch Kohlenfeuerung und hatte dadurch eine jährliche Ausgabe von 15000 Mk. für Kohlen. Diese Kohlen werden nunmehr durch die Verfeuerung von Müll ersetzt. Es wird aber nur soviel Müll verfeuert, als zur Erzeugung der notwendigen Dampfmenge erforderlich ist, nämlich etwa 30 t in 10 Stunden. Die in Fig. 2 im Querschnitt und Fig. 3 im Grundriß dargestellte Anlage besteht aus drei Müllverbrennungszellen von je 0,9 qm Rostfläche, die gemeinsam auf einen Steilrohrkessel System Burkhardt der Firma Piedboeuf, Aachen, arbeiten. Da das aus der Sortieranlage kommende und zur Verbrennung bestimmte Müll sich in Kippwagen befindet, so mußte für die Beschickung darauf Rücksicht genommen werden. Dieselbe erfolgt in der Weise, daß die Kippwagen auf einer schiefen Ebene über die Ofen gefahren werden und jedesmal der Inhalt eines Kippwagens mit $\frac{3}{4}$ bis 1 cbm in die Fülltrichter der Zellen hineingestürzt wird. Aus den Fülltrichtern erfolgt dann die Beschickung der Zellen durch Ziehen an einem Hebel, der eine im Ofengewölbe angebrachte Klappe betätigt, vom Heizerstande aus.

Die Beschickung erfolgt nicht direkt in die Ofen, sondern in oberhalb der Öfen angebrachte Fülltrichter, die etwa 1 cbm Fassungsraum haben. Die Fülltrichter sind nach dem Ofen hin durch eine nahezu senkrecht hängende gußeiserne Klappe abgeschlossen. Diese ist so angeordnet, daß sie von der strahlenden Hitze des Feuers nicht getroffen wird und die aus dem Ofeninnern aufgenommene Wärme an das gegen die Klappe liegende Müll abgibt. Dadurch wird die im Fülltrichter ruhende Müllmenge vorgewärmt und ein Teil des darin enthaltenen Wassers verdampft. Der dabei entstehende Dampf wird abgeleitet. Die Anordnung der Fülltrichter hat den Zweck, die Bedienung der Zellen auch hinsichtlich der Beschickung vollständig in die Hand des Heizers zu legen, indem dieser durch Ziehen an einem Hebel die Klappen des Fülltrichters öffnet und damit jedesmal etwa 1 cbm Müll in die Zelle herunterfallen läßt. Der die Beschickung versiehende Arbeiter hat dann nur dafür zu sorgen, daß stets sämtliche Fülltrichter der Öfen gefüllt gehalten werden. Die Anordnung der Fülltrichter hat weiter den Vorteil, daß die Beschickung unter Abschluß der Außenluft erfolgt, da bei geschlossenem Fülltrichter beschickt

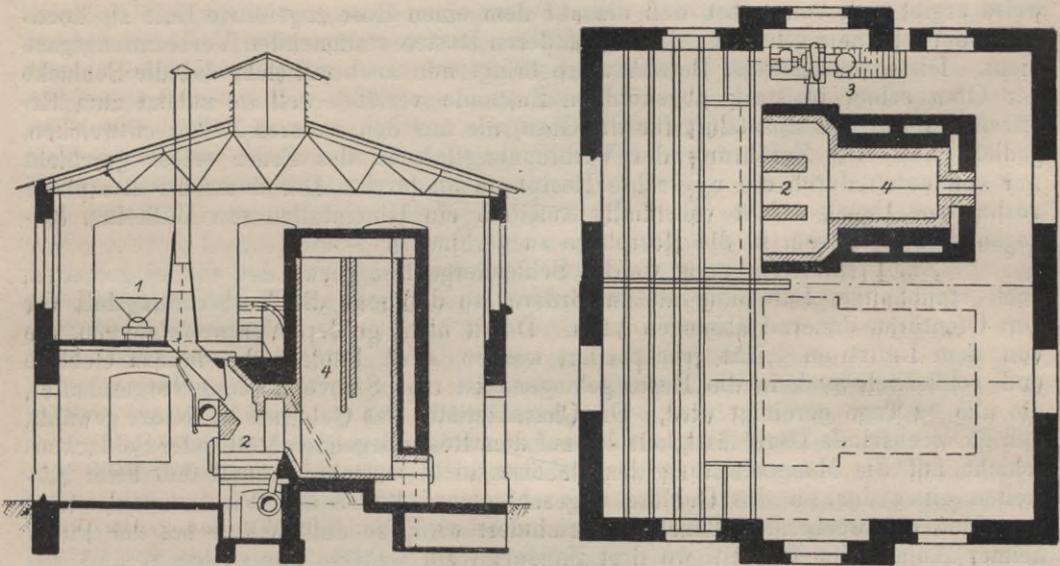


Fig. 2 und 3. Querschnitt und Grundriß der Puchheimer Müllverbrennungsanlage.

wird. Die Klappen können ohne Beschädigung des Mauerwerkes leicht ausgewechselt werden.

Die Müllverbrennungsroste bestehen aus einer gußeisernen hohlen Grundplatte, die etwa 600 Bohrungen auf den Quadratmeter enthält, durch welche die Preßluft dem Müllfeuer zugeführt wird. Auf dieser Grundplatte sind gußeiserne hohle Kästen als Seitenwände aufmontiert und den Abschluß nach hinten, d. h. die Feuerbrücke, bildet ebenfalls ein gußeiserner hohler Kasten. Die Kühlung der Rückwand und der Seitenwände erfolgt durch die zur Verbrennung dienende Luft selbst, und zwar dadurch, daß die Luft zunächst durch die Rückwand, dann durch die Seitenwände strömt, schließlich in die Rostplatte und aus dieser durch die Bohrungen in das Müllfeuer eintritt. Gleichzeitig wird die Verbrennungsluft bis 250° C. vorgewärmt. Die Geschwindigkeit, mit der die Verbrennungsluft an den Rostwänden vorbeistreich, ist so bemessen, daß die Temperatur im Gußeisen die zulässige Grenze nicht überschreitet. Die Roste sind in das Mauerwerk derart eingesetzt, daß sie nach Entfernung des vorderen Türrahmens und durch Lösen von 4 Schrauben an der Windleitung, einfach aus dem Ofen nach vorn herausgezogen werden können.

Sie sind nicht mit dem Ofenmauerwerk verankert, sondern bilden von dem Mauerwerk vollständig unabhängige Teile. Die durch Temperaturschwankungen hervorgerufenen Längenänderungen können deshalb auf das Mauerwerk nicht zerstörend wirken.

Rostleistungen von 1300 bis 1400 kg Müll pro Quadratmeter Rostfläche und Stunde sind bei dieser Rostkonstruktion durchaus üblich. Eine derartige hohe Rostleistung hat nun nicht nur den Vorteil, das Anlagekapital von Müllverbrennungsanlagen auf ein möglichst geringes Maß herabzusetzen, sondern auch den wärmetechnischen Erfolg, daß bei Verbrennung einer derart großen Müllmenge auf der Flächeneinheit der pyrometrische Effekt der Feuerung steigt und wesentlich höhere Temperaturen erzielt werden als bei geringerer Leistung. Eine Untersuchung der Rückstände ergab 4 % unverbrannte Teile, was etwa 2 %, auf die Müllmenge berechnet, entspricht.

Die Roste werden wechselweise beschickt und entschlackt, so daß sich stets das Feuer eines der Roste im heißesten Zustande befindet, ein anderes im mittleren Zustande und das dritte ist dem Entschlacken nahe. Aus dieser Betriebsweise ergibt sich von selbst, daß die auf dem einen Rost zugeführte Luft als hoch erhitzte Verbrennungsluft für die aus anderen Rosten stammenden Verbrennungsgase dient. Diese wechselweise Betriebsweise bringt nun auch mit sich, daß die Schlacke den Ofen schon in stark abgekühltem Zustande verläßt, weil sie zuletzt zum Erhitzen der Luft als Zusatzluft für die Gase, die aus den anderen Zellen entweichen, gedient hat. Die Zuführung der Verbrennungsluft in das Feuer selbst geschieht nur von unten durch die wagrechte Rostplatte hindurch. Der unter der Rostplatte vorhandene Druck reicht vollständig aus, um ein Hineinfallen von Müllteilen entgegen dem Luftstrom in die Rostplatte zu verhindern.

Zur Preßlufterzeugung werden Schleudergebläse verwendet, die es gestatten, auch staubhaltige Luft dauernd zu fördern, so daß man die Verbrennungsluft vor den Ofentüren dauernd absaugen kann. Damit nicht größere Verunreinigungen, die von dem Luftstrom leicht transportiert werden, z. B. Papierasche, in das Gebläse und schließlich auch in die Roste gelangen, ist eine Siebvorrichtung vorgeschaltet, die alle 14 Tage gereinigt wird. Die Charakteristik des Gebläses ist derart gewählt, daß die wechselnde Durchlässigkeit der auf dem Roste liegenden Müll- oder Schlackenschicht auf die Mengenleistung des Gebläses nicht zurückwirkt und daß beim Abstellen einer der an das Gebläse angeschlossenen Zellen die Windmengenleistung um einen entsprechenden Bruchteil vermindert wird, so daß, wie es bei der Puchheimer Anlage der Fall ist, wo drei Zellen an ein Gebläse angeschlossen sind, bei Abstellung einer Zelle die Windmenge ungefähr um ein Drittel zurückgeht. Dadurch ist erreicht, daß irgend eine Regulierung am Gebläse während des Betriebes unnötig ist. Die Abstellung der Verbrennungsluft zu den einzelnen Zellen erfolgt durch Drosselklappen, die unterhalb der Zellen angeordnet sind. Die Ausführung derselben ist derart kräftig gehalten, daß der Arbeiter die Regulierung der Klappen, wie es übrigens erfahrungsgemäß überall geschieht, mit dem Fuß ausführen kann. Durch die Absaugung der Luft vor den Türen wird nicht nur erreicht, daß die Türen kühl gehalten werden und dadurch die Verbrennungsluft vor Eintritt in das Gebläse auf 60 bis 70 ° vorgewärmt wird, sondern auch, daß mit verhältnismäßig geringem Unterdruck im Ofen gearbeitet werden kann, weil bei Absaugung der Luft vor den Türen etwaiger Austritt von Rauch an den Schürloken keine Belästigung zur Folge hat. Wärmetechnisch ist mit der Absaugung der Vorteil verbunden, daß entsprechend dem im Ofen herrschenden geringen Unterdruck auch nur geringe Mengen sog. falscher Luft angesaugt werden.

Bei den normalen Feuerungstüren ist man gewöhnt, die Türe von dem eigentlichen Feuerherd um 30 bis 40 cm oder noch weiter zu entfernen. Bei Müllverbrennungsöfen ist dies deshalb nicht angängig, weil bei der erforderlichen hohen Beschickung der Roste ein Teil des Mülls in den Raum zwischen dem eigentlichen Rost und der Tür fallen und sich so eine Stelle bilden würde, an der stets unver-

branntes Müll liegen bleibe. Um das zu verhindern, werden die Türen, die gegen die direkte Einwirkung der Flammen durch gewöhnliche gußeiserne Schutzplatten geschützt sind, derartig ausgebildet, daß die gesamte Verbrennungsluft gewissermaßen durch die Türe hindurch bzw. an derselben vorbeigesaugt wird. Diese Türkonstruktion hat sich als zweckmäßig und haltbar erwiesen, ist an sich einfach und liefert außerdem eine beträchtliche Windvorwärmung.

In der Puchheimer Anlage wurde in der ersten Zeit nach Inbetriebsetzung das gleiche Entschlackungsverfahren wie in Frankfurt und anderen Anlagen, System Herberz, verwendet. Die Entschlackung mittels Stange war aber nicht immer möglich, da infolge des besonders niedrigen Heizwertes des in der Puchheimer Anlage zur Verbrennung kommenden Mülls und einer ungünstigen Zusammensetzung desselben, die Schlacke nicht immer in großen Kuchen zusammenbackt; es mußte daher die Entschlackung häufig in der früher geübten Art, nämlich durch Herausziehen der Schlackenstücke mittels Haken, durchgeführt werden. Man suchte deshalb nach neuen Einrichtungen, um auch bei nicht zu großen Kuchen zusammenbackenden Schlacken die Entschlackung auf mechanischem Wege zu ermöglichen. Zu diesem Zwecke wurde ein Entschlackungswagen gebaut, dessen Bodenplatte sich durch mittels Kurbelantrieb betätigten Ketten bewegen läßt. Die Entschlackungsarbeit wird nun folgendermaßen ausgeführt: Der Entschlackungswagen wird mit dem Türrahmen durch Sperrhebel gekuppelt. Dann wird die Ofentür, die als Schiebetür ausgebildet ist, um wenige Zentimeter geöffnet und durch die dabei entstehende Öffnung die Bodenplatte des Wagens zwischen Rost und Schlackenkuchen eingeschoben. Wenn die Platte in der Endstellung innerhalb des Ofens steht, wird die Ofentür geöffnet und die Platte mit den darauf liegenden Schlackenkuchen oder Schlackenstücken aus dem Ofen herausgezogen. Gleichzeitig werden die oben auf dem Schlackenkuchen liegenden glühenden Schlackenteile in den Ofen zurückgestoßen, um als Zündmasse für die nächste Beschickung zu dienen. Wenn der Schlackenkuchen ganz aus dem Ofen herausgezogen ist, wird die Tür geschlossen und die neue Beschickung durch Ziehen an einem Hebel freigegeben. Der ganze Entschlackungsvorgang vom Öffnen bis zum Schließen der Tür dauert höchstens 2 Minuten. Für größere Anlagen, d. h. solche, welche mehr als 3 Zellen in Betrieb haben, wird man den Schlackewagen mit entsprechenden Änderungen mit Motoren ausrüsten, um sowohl das Fahren des Wagens als auch das Entschlacken selbst durch Motorkraft auszuführen. Für kleinere Anlagen ist aber der in Puchheim verwendete Entschlackungswagen ausreichend, da er mit Leichtigkeit von zwei Leuten bedient werden kann. Durch die Schnelligkeit der Entschlackung wird erreicht, daß der Ofenbetrieb durch das Entschlacken gar nicht beeinflußt wird. Während bei der Entschlackung durch Handarbeit die Temperatur im Ofen beträchtlich fällt, treten bei der neuen Art der Entschlackung wesentliche Temperaturschwankungen nicht auf, da bei der kurzen Dauer nur wenig kalte Luft in den Ofen eintreten kann. Die Temperaturschwankungen betragen bei normalem Betrieb nicht mehr als 100°. Die Leichtigkeit der Entschlackung ist für die Müllverbrennung von großer Bedeutung. Die Entschlackung war bisher die einzige Arbeit, die eine erhebliche körperliche Arbeit erforderte, die nun nach Einführung der mechanischen Entschlackung wegfällt. Die Arbeiter sind nur mehr zum Überwachen der Anlage notwendig.

Die sich bei der Müllverbrennung ergebende Flugaschenmenge beträgt zwischen 6 bis 10% des Müllgewichtes. Daraus ergibt sich ohne weiteres, daß man der Flugaschenfrage sowohl hinsichtlich des Dampfkesselbetriebes als auch hinsichtlich des Transportes der Flugasche besondere Aufmerksamkeit schenken muß. Die Entfernung der Flugasche aus dem Ofen geschieht in der Weise, daß eine Transportkarre in einen von der Flugaschenkammer durch einen Schieber getrennten, vollständig abgeschlossenen Raum gefahren wird. Dann wird der Schieber geöffnet und die darauf ruhende Flugasche fällt in die Karre. Hierauf öffnet man die Tür des Raumes, in welchem die Karre steht und fährt letztere heraus. Für Anlagen ohne große Flugaschenmengen genügt diese Art der Flugaschenentfernung.

Für Anlagen, in welchen größere Flugaschenmengen zu erwarten sind, werden besondere Vorkehrungen getroffen. Hier ist das unterhalb der Flugaschenkammer angeordnete Transportgefäß in senkrechter Richtung durch Schraubenspindeln verstellbar und kann an ein ringförmiges Verschlussstück der Flugaschenkammer angepreßt werden. Sodann wird der obere Schieber des Flugaschensackes geöffnet und die Flugasche fällt in das Transportgefäß hinein. Wenn das Gefäß voll ist, wird der Schieber geschlossen, das Gefäß gesenkt und über die Einwurfoffnung gefahren, die zum Flugaschenelevator führt. Hier wird das Gefäß durch Drehen an den Schraubenspindeln gesenkt und fest auf die Einwurfoffnung aufgesetzt. Dann öffnet man den unteren Verschluss des Transportgefäßes und die Flugasche läuft einem Elevator zu, der sie in einen Hochbehälter befördert. Aus dem Hochbehälter wird die Flugasche in beliebige Karren abgelassen. Diese Art der Flugaschenförderung ist betriebssicher, staubfrei und erfordert ein Mindestmaß an Bedienung. Es liegt daher kein Grund vor, auf die in Frankfurt angewandte pneumatische Flugstaubförderung zurückzugreifen.

Der verwendete Steilrohrkessel System Burkhardt eignet sich für Müllverbrennung besonders deshalb, weil bei dieser eine Verbrennungskammer vorhanden sein muß, in welcher sich die aus den verschiedenen Zellen kommenden Gase vereinigen, und diese Verbrennungskammer beim Burkhardtessel durch die gekreuzt stehenden Rohre gebildet wird. Daraus ergibt sich eine Erweiterung des Querschnittes für den Gasstrom, so daß sich in dieser Verbrennungskammer die größte Menge Flugasche ohne weiteres niederschlägt. Der Gasstrom steigt dann, nachdem er entstaubt ist, in die eigentlichen Kesselzüge hoch und teilt sich in zwei Ströme, die die Rohrbündel durchziehen. Diese Ströme treffen sich dann am Kreuzungspunkt der beiden Rohrbündel, berühren dort innig die Heizflächen infolge der Durchkreuzung derselben, treten dann wieder getrennt in zwei Ströme in den zweiten Kesselzug, wo eine beträchtliche Querschnittserweiterung eintritt, durch welche wieder Flugaschenteilchen ausgeschieden werden, und strömen zuletzt senkrecht durch die Vorwärmer-Rohrbündel, um oben horizontal nach hinten und durch einen Schacht am hinteren Ende des Kessels nach unten zum Fuchs abzuziehen. Da im Kessel nur annähernd vertikale Heizflächen vorhanden sind, so tritt ein Verstauben dieser Heizflächen nur in geringem Maße ein, zumal vor Eintritt des Gasstromes in die Kessel eine sehr gute Entstaubung stattfindet. Da im Kessel selbst eine weitere Entstaubung erfolgt, und zwar in dem niedergehenden sehr weiten Zug an den Fallröhren vorbei, so lagert sich auf den Vorwärmeröhren fast kein Staub mehr ab. Falls dies dennoch eintritt, werden diese Röhren in sehr bequemer Weise mit dem Besen gereinigt. Zur Reinigung während des Betriebes sind zwischen den Oberkesseln und Vorwärmeröhren Ausblasedüsen angeordnet, durch welche man mittels Blasrohr den Staub abblasen kann.

Der Überhitzer ist in einer zwischen den Kesselhälften befindlichen Tasche, die nach unten vollständig offen ist, aufgehängt. Es können sich deshalb Flugaschenansammlungen unterhalb der Rohrschlangen überhaupt nicht bilden. Der Überhitzer selbst ist vorn durch Düsen für das Blasrohr zugänglich und der abgeblasene Staub fällt direkt in die untere Entstaubungskammer, so daß auch hier schädliche Staubansammlungen nicht zu befürchten sind. Die Regelung der Überhitzung ist eine sehr handliche, weil die Regelklappen am Ende des Überhitzers liegen, wo die Gase schon sehr stark abgekühlt sind. Der Überhitzerzug ist derart angeordnet, daß die Gase alle das Bestreben haben, durch den Überhitzer zu gehen, weil sie auf diesem Wege am schnellsten zum Fuchs gelangen können. Durch Drosselung mit Hilfe der Regelklappen kann man aber den Zug durch die Überhitzertasche derart regeln, daß jede gewünschte Überhitzung erreicht wird.

Bezüglich des Kessels ist noch zu bemerken, daß derselbe einen großen Wasserinhalt hat, da er zwei Unterkessel und zwei Oberkessel besitzt. Sodann zeichnet sich der Kessel durch einen vorzüglichen Wasserumlauf aus, da sämtliche Verdampfungsrohre Steigerohre sind, wogegen die Fallrohre, die den Wasserstrom

wieder nach unten leiten, niemals durch Dampfbildung zu Steigerohren werden können, also keine Umlaufstörungen eintreten können. Dieses System hat auch den Vorzug, daß die Strahlverluste infolge eigenartiger Anordnung der Züge und des Vorwärmers auf das geringste Maß herabgedrückt sind. Die heißesten Gase strömen in der Mitte des Kessels und die kältesten Gase müssen durch die Vorwärmerzüge. Für den Vorwärmer selbst braucht man kein besonderes Mauerwerk und keinen besonderen Raum für die Aufstellung, es geht also auch durch das Überleiten der Gase vom Kessel zum Vorwärmer nichts verloren, sondern der Vorwärmer nimmt noch die strahlende Wärme des Kessels auf. Die äußere Reinigung des Kessels von Flugasche geschieht in einfacher Weise durch Abblasen der Rohre mittels Preßluft in etwa 20 Minuten pro Schicht. Falls eine Auswechslung von Heizrohren erforderlich wird, so ist diese sehr einfach vorzunehmen, da sich jedes Heizrohrbündel in einem Punkt schneidet. Dieser Punkt liegt in der Außenwand der Oberkessel, und können also durch je einen Verschuß eine ganze Anzahl Rohre herausgezogen werden.

Die Anlage wurde mit einer Anzahl Meßinstrumente ausgestattet, um die Menge der zugeführten Verbrennungsluft, deren Druck, die Temperatur des Gasstromes zwischen Ofen und Kessel, die Abgastemperatur, die Speisewassermenge, den Kohlen säuregehalt der Rauchgase und die Dampfspannung samt Wassermenge festzustellen.

Die Puchheimer Anlage wurde deshalb so reich mit Apparaten ausgestattet, um die schon an anderen Stellen gewonnenen Versuchsergebnisse im einzelnen nachzuprüfen. Für diesen Zweck war die Anlage von ganz besonderem Werte, weil in derselben ein Müll von sehr geringem Heizwerte zur Verbrennung gelangte. Dies hat seinen Grund darin, daß in der Anlage nur ein Grobmüll verbrannt wird, d. h. ein Müll, welchem auf Sieben von 35 mm Lochweite die feineren Bestandteile entzogen werden. Erfahrungsgemäß geht aber durch dieses Sieben ein großer Teil des im Müll enthaltenen Kohlenstoffes verloren, weil die noch Kohlenstoff enthaltenden Aschenteile meist kleiner als 35 mm sind, also ausgesiebt werden. Trotzdem aber ist es gelungen, dieses Grobmüll noch mit einer hohen Wärmeausbeute zu verbrennen. Nachstehend sind die vom Bayrischen Revisions-Verein ermittelten Versuchsergebnisse wiedergegeben.

Heizfläche des Kessels	141,9 qm
" " Überhitzers	36 "
" " Vorwärmers	72 "
Rostfläche $3 \times 0,9$ qm	2,7 "
Verhältnis der Rostfläche zur Heizfläche	1 : 52 $\frac{1}{2}$
Versuchsdauer	8 Stunden
Verheizte Müllmenge im Ganzen	28207 kg
" " in der Stunde	3530 "
" " pro Stunde und qm Rostfläche	1300 "
Schlacken	13200 "
" in % der Müllmenge	46,8
Verdampftes Speisewasser	25124 "
" " in der Stunde	3140 "
" " pro Stunde und qm Heizfläche	22,1 kg
Temperatur des Speisewassers	26°
Dampfüberdruck	11,2 kg/qcm
Dampf Temperatur	338°
Mittlerer Kohlen säuregehalt der Rauchgase	12,8%
Kohlenoxydgehalt	0,4%
Sauerstoffgehalt	7%
Heizgastemperatur vor dem Kessel	922°
" " im Rauchkanal	286°
Verdampfung: 1 kg Müll verdampft	0,891 kg Wasser
desgl. berechnet auf Dampf von 100° und	
Wasser von 0°	1,01 " " "

Schlackensteinfabrik System Hertz in Kiel.

Um die in der Müllverbrennungsanstalt in Kiel anfallende Schlackenmenge einer regelmäßigen Verwertung zuführen zu können, wurde eine Schlackensteinfabrik errichtet, die Hintermauerungssteine erzeugt. Die Schlackenzerkleinerung wurde nach langwierigen Versuchen in der Weise durchgeführt, daß man die glühende Schlacke ins Wasser warf und gleichzeitig unter Wasser bewegte, so daß die Schlackenstücke auseinanderfielen. Diese Einrichtung besteht aus einem Wasserbehälter, dessen Breite etwas größer gewählt ist als die Breite der Schlackenkuchen, die in dem Zustande, in welchen sie aus dem Müllofen kommen, hineingestürzt werden. Durch einen Klappenschluß ist dabei dafür gesorgt, daß kein Staub oder Rauch nach außen austreten kann. In dem Wasserbehälter ist ein Bagger angeordnet, dessen Form derart gewählt ist, daß der Schlackenkuchen von dem Bagger erfaßt werden muß, wobei er aufgehoben wird. Hierbei zerbricht er nach den durch die Einwirkung des Wassers gebildeten Rissen. Dieser Vorgang wiederholt sich so lange, bis die Schlackenstücke so weit zerkleinert sind, daß sie von den Baggerbechern nach oben befördert werden können. Der ganze Vorgang spielt sich innerhalb weniger Minuten ab. Der Kraftverbrauch des Baggers beträgt wenig mehr, als zum Leerlauf desselben und zur Hubarbeit erforderlich ist. Die größten bei dieser Körnung gewonnenen Stücke haben etwa Faustgröße und im übrigen findet sich jede Größe bis hinab zur Sandfeinheit vor. Der Bagger fördert diese soweit zerkleinerte Schlacke auf eine Schüttelrinne, auf welcher die Trennung des Eisens aus der Schlacke nach dem spezifischen Gewicht mechanisch vorgenommen wird. Die Schlacken müssen im Verlaufe der weiteren Verarbeitung gereinigt werden, da sie sonst nach einigem Lagern als fertige Schlackensteine starke Ausblühungen zeigen. Die nochmals zerkleinerte und gesiebte Schlacke gelangt in einen Hochbehälter, in welchem der Ausgleich zwischen der Betriebszeit der Müllverbrennungsanlage, die 24 Stunden dauert, und der Steinfabrik, die 10 Stunden dauert, vorgenommen wird. Aus dem Hochbehälter läuft die Schlacke einem Mahlwerk zu, welches sie auf Sandfeinheit mahlt. Von da gelangt sie in die Mischtrommel, wo ihr der als Bindemittel dienende Kalk zugesetzt wird. Aus der Mischtrommel läuft die Masse einem Kollergang und schließlich der Presse zu. Die verwendete Drehtischpresse hat eine stündliche Leistung von 2000 Steinen. Nach dem Pressen werden die Formlinge in Härtekesseln während 8 Stunden unter einem Dampfüberdruck von 8 Atm. gehärtet. Bemerkenswert ist das scharfe Korn der Schlacke, so daß die gewöhnlich in der Kalksandsteinherstellung verwendeten Maschinen nicht ohne weiteres hier verwendbar sind, da sie zu stark verschleifen. Das scharfe Korn hat aber andererseits den Vorteil, daß man bereits mit 4% des Schlackengewichtes an Kalk einwandfreie Hintermauerungssteine herstellen kann.

Während die Verwendbarkeit der Schlacken zur Herstellung der Hintermauerungssteine durch obige Ausführungen bewiesen wurde, hatte sich infolge des geringen Verkaufspreises von 11,50 Mk. pro 1000 Steine herausgestellt, daß die Anlage unter Verlust arbeitet, so daß sie stillgelegt werden mußte. Dieser niedrige Preis war auf eine örtliche Ursache, nämlich den Stillstand des Baumarktes in Kiel, zurückzuführen. Außerdem mußte der zur Steinfabrikation erforderliche Dampf in einer eigenen Kesselanlage mit Kohlenfeuerung erzeugt werden, da die Kieler Müllverbrennungsanlage ihren Dampf an die städtische Poudretfabrik abgibt. Bei Neuanlagen kann dagegen der zur Steinfabrikation erforderliche Dampf aus der Müllverbrennung genommen werden, wodurch die Anlage- und Betriebskosten sich wesentlich verringern. In diesem Falle lassen sich die Steine, je nach den örtlichen Verhältnissen, zu 11 bis 12 Mk. pro 1000 Stück herstellen.

Müllverbrennungsanlage der Stadt Leiden in Holland.

Die Stadt hat die Anschaffung eines neuen Fuhrparks beschlossen und wird die Müllwagen mit abhebbaren Kästen von je 2 cbm Inhalt ausrüsten. Die Müll-

wagen fahren unter den Bereich eines Laufkranes in die Anfuhrhalle. Dort werden die Wagenkästen abgehoben und auf eine Plattform gestellt, die in Höhe der Einfüllöffnungen der Fülltrichter der Ofen liegt. Die Untergestelle der Wagen werden dann mit vorhandenen leeren Wagenkästen wieder beladen. Die Beschickung erfolgt dadurch, daß die Wagenkästen auf die Fülltrichter gesetzt und die Bodenschieber

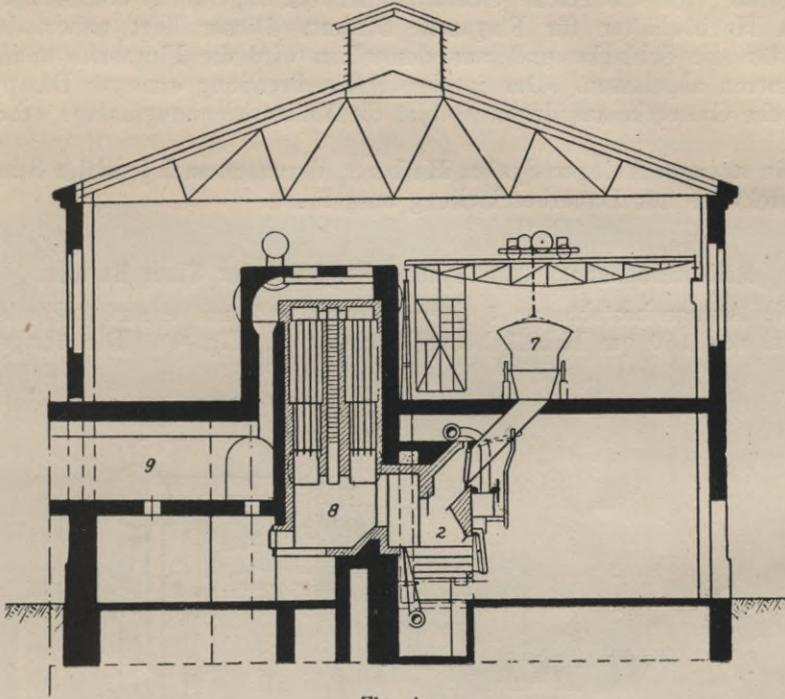


Fig. 4.

der Wagenkästen geöffnet werden, wodurch jedesmal etwa 1 cbm Müll in die Fülltrichter gelangt.

Der Müllofen (Fig. 4 und 5) ist entsprechend der in Leiden zur Verfügung stehenden Müllmenge mit zwei Zellen ausgerüstet für eine Leistung von 50 t in 24

Stunden. Als Kessel wird ein Steilrohrkessel System Burkhardt verwendet. Ofen und Kessel sind im übrigen genau so wie in der Anlage Puchheim ausgeführt. Als Gebläse werden mit Elektromotoren gekuppelte Schleudergebläse verwendet, die die Verbrennungsluft vor den Ofen absaugen. Das Gebläsegeräusch wird durch einen besonderen Dämpfer vernichtet. Die Entschlackung geschieht durch einen Entschlackungswagen mit beweglicher Bodenplatte. Die Schlackenzerkleinerung ist unmittelbar in

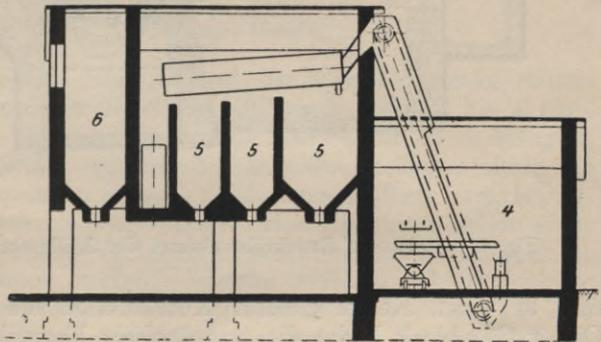


Fig. 5.

der Nähe des Ofens angeordnet, es kommt auch hier wieder unmittelbare Wasserkörnigkeit der Schlacke zur Anwendung. Die zerkleinerte Schlacke wird durch ein Becherwerk einer Siebtrommel zugeführt und fällt aus der Siebtrommel in drei Größen gesiebt in drei nebeneinander liegende Hochbehälter. Für die abgeseibten

Metallteile ist ebenfalls eine Abteilung im Hochbehälter vorgesehen. Aus diesen Behältern wird die Schlacke unmittelbar in die zum Schlackentransport bestimmten Wagen abgelassen.

Der Rauchkanal ist hochgelegt, damit die im Rauchkanal sich ansammelnde Flugasche in ein Transportgefäß unmittelbar abgelassen werden kann. Aus diesem Transportgefäß wird die Asche einem Becherwerk zugeführt, welches sie in einen besonderen Hochbehälter für Flugasche fördert. Dieser liegt neben den Hochbehältern für die Schlacke und aus demselben wird die Flugasche unmittelbar in Transportkarren abgelassen. Der in der Müllverbrennung erzeugte Dampf wird an das städtische Gaswerk, auf dessen Gebiet die Müllverbrennungsanlage erbaut wurde, abgegeben.

Die neueren Anlagen System Herbertz, darunter auch jene der Stadt Leiden, werden durchwegs mit Dauerbeschickung ausgeführt.

Müllverbrennungsanlage System Humboldt der Stadt Barmen.

Die Anlage besteht aus 7 Öfen, wovon je 2 mit einem stehenden Rauchröhrenkessel von 150 qm Heizfläche verbunden sind (Fig. 6). Die übrigen 3 Öfen

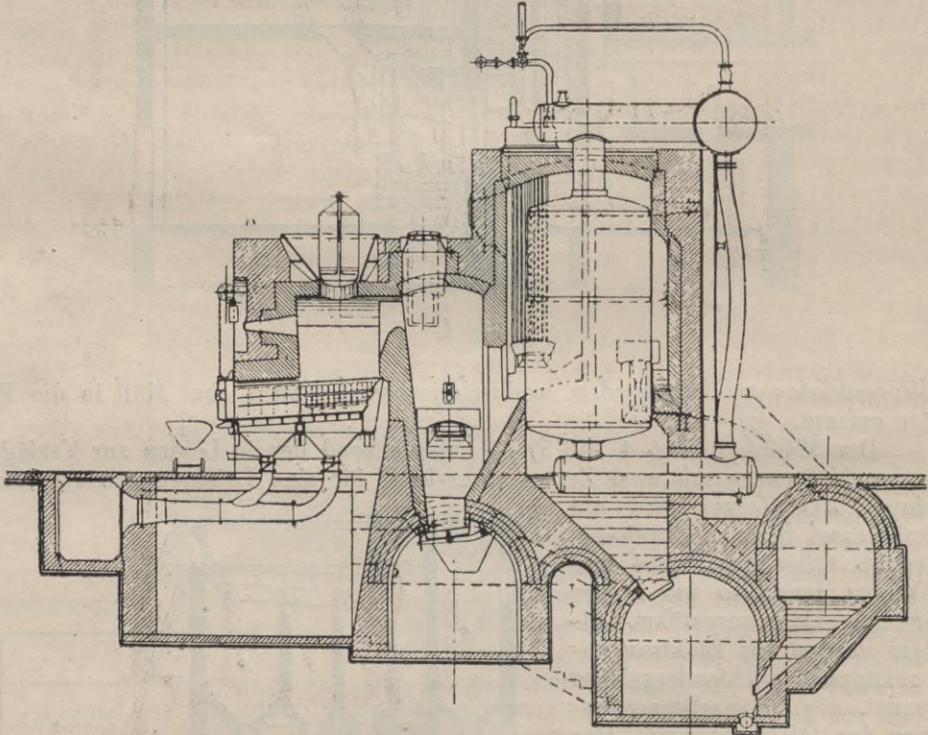


Fig. 6. Stehender Rauchröhrenkessel der Müllverbrennungsanstalt der Stadt Barmen.

sind an einen Kessel gleicher Konstruktion von 120 qm Heizfläche angeschlossen. Dieser Ofenblock bildet die ursprüngliche Versuchsanlage und daher ist die geringe Heizfläche des Kessels zu erklären. Auch die stehenden Rauchröhrenkessel haben sich für den Betrieb von Müllverbrennungsanlagen sehr gut bewährt, da ein Verstopfen derselben durch die leicht sinternde Flugasche nicht so leicht eintreten kann. Sie benötigen daher eine geringe Reinigung und Wartung. Ein weiterer Vorteil der stehenden Rauchröhrenkessel besteht ferner darin, daß sie sich als Großwasserraumkessel vorzüglich dem stark schwankenden Heizwert des Mülls anzupassen ver-

mögen, was für die gleichmäßige Dampfabgabe von Wichtigkeit ist. Jeder Kessel ist mit einem Überhitzer verbunden, dessen Rohre vertikal angeordnet sind. Diese hängende Anordnung des Überhitzers hat sich gleichfalls bewährt, da Versetzungen durch Flugaschenablagerung auch hier nicht eintreten können. Mit der Müllverbrennungsanstalt verbunden ist ein Turbogenerator älteren Systems von 450 KW Leistung, welcher den erzeugten Strom, abzüglich des Eigenbedarfs, direkt an das Netz des städtischen Elektrizitätswerkes abgibt.

Die Müllabfuhr geschieht bei Tage unter Benützung von Kippwagen, die in den den Öfen vorgelagerten Bunker abgekippt werden, dessen Sohle in gleicher Höhe mit den Öfen liegt. Von hier aus wird das Müll mittels Haken und Schaufeln in eine trichterförmige, mit einer beweglichen Glocke verschlossene Beschickungsvorrichtung von Hand eingefüllt, ohne daß irgendwelche Sortierung des Mülls vor-

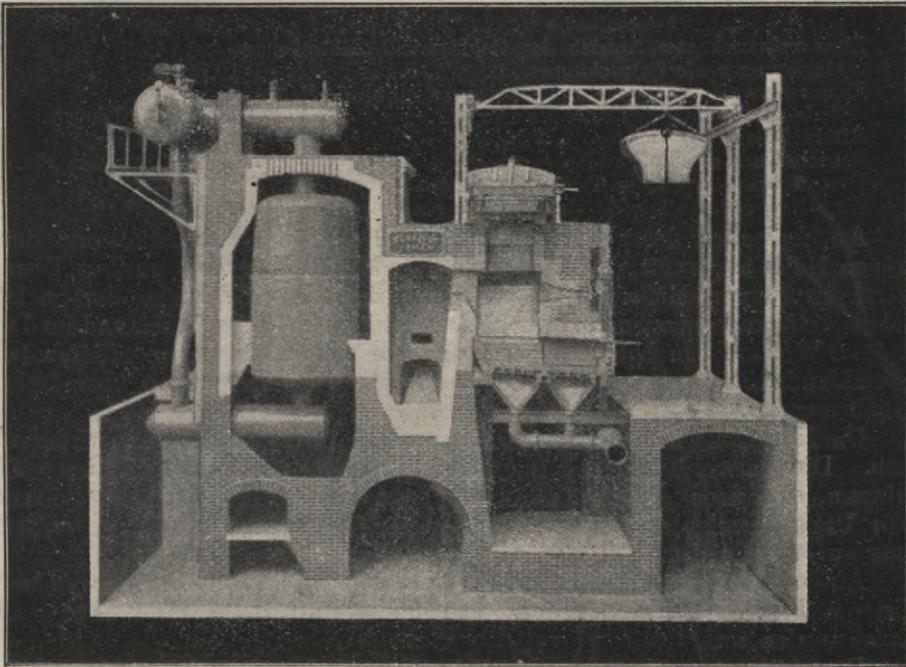


Fig. 7. Müllverbrennungsanlagen System Humboldt.

genommen wird. Auf ein Zeichen des Heizers wird die Verschlussglocke mittels elektrischem Antrieb gehoben, worauf die eingefüllte Müllmenge, etwa 3 bis 4 cbm, in den Ofen fällt. Der in Haupt- und Vorrost geteilte Muldenrost ist so gelagert, daß der Hauptrost senkrecht unterhalb der Beschickungsöffnung liegt, mithin die beschickte Müllmenge zunächst aufnimmt. Zur vollständigen Füllung des Hauptrostes sind etwa 3 bis 4 kurz aufeinander folgende Beschickungen erforderlich. Die benötigte, zwangsläufig eingeblasene Verbrennungsluft bestreicht zunächst die eingebaute Kühlkonstruktion des Rostes, wodurch letzterer wirksam gekühlt und die Luft selbst auf etwa 280° C. vorgewärmt wird. Hierdurch wird es möglich, die beschickte Müllmenge in 30 Minuten zu einem festen gesinterten Schlacken Kuchen vollständig zu verbrennen. Nachdem nun die Sinterung des Schlackenkuchens eingetreten ist, wird derselbe auf den Vorrost gezogen, um hier mittels eingeblasener Luft nachverbrannt und abgekühlt zu werden. Die dabei entstehende, hochgradig vorgewärmte sauerstoffhaltige Luft streicht über die auf dem Vorrost inzwischen nachgefüllte Müllmenge, wodurch die Verbrennung gefördert und die entweichenden Kohlenoxydgase wirksam nachverbrannt werden.

Der Barmer Betriebsleitung ist es gelungen, das anfänglich dem neuen Schlackenmaterial entgegengebrachte Mißtrauen zu überwinden und sich einen dauernden, lohnenden Absatz an zerkleinerter Schlacke und Mauersand zu sichern. Die mehrfach geplante maschinelle Weiterverarbeitung der zerkleinerten Schlacken im großen läßt sich in Barmen noch nicht durchführen, da der Bedarf an Schlacken und Flugasche zeitweise nicht gedeckt werden kann. Einen Schnitt durch die Anlage zeigt Fig. 7.

Der Betrieb der Müllverbrennungsanstalt wird in zwei Tagesschichten zu 8 Stunden geführt und geschieht sowohl für das Bedienungspersonal als auch für die Anwohner ohne Rauch- und Staubbelästigung. Eine umfassende Kontrolle des Betriebes ergab folgende Resultate:

Verbrannte Müllmenge im Jahre	22907 Tonnen
Gesamte jährliche Dampferzeugung	21155
" " Stromerzeugung	1627350 KWSt
" " Stromabgabe	1318083 "
Eigenverbrauch zum Antrieb der Gebläse und Schlackenzerkleinerung sowie Beleuchtung	309267 "
Eigenverbrauch an Dampf für die Speisepumpen, sowie Heizung, Bade- und Wascheinrichtungen usw.	1621 Tonnen
Mithin Dampfverbrauch pro KWSt	12 kg
Betriebsdruck an der Turbine gemessen	9 Atm.
Dampftemperatur an der Turbine gemessen	254° C
Abgastemperatur schwankt im Mittel um etwa	350° C.

An Schlacken fielen durchschnittlich 52 bis 58 Gewichtsprocente des angefahrenen Mülls an, wofür ein Erlös von etwa 30 000 M. erzielt wurde. Über den Heizwert des Barmer Mülls ist zu berichten, daß derselbe infolge der im letzten Jahrzehnt stetig zugenommenen Braunkohleneinfuhr sehr nachgelassen und im Jahresmittel 1100 WE ergeben hat. Hingegen sind die Schwankungen zu gewissen Jahreszeiten verhältnismäßig sehr groß, wodurch häufig Temperaturen von über 1600° C. festgestellt wurden.

Die Kesselanlage hat sich als zu klein und die Dampfturbine als unwirtschaftlich erwiesen. Die Barmer Stadtverwaltung hat sich daher in Erkenntnis dieser Mängel entschlossen, eine neue größere Turbine von 600 bis 700 KW-Leistung aufzustellen und die Dampfkesselanlage zu erweitern, wodurch eine um etwa 20 % verbesserte Leistung zu erwarten ist.

Auf die Erweiterung der Dampfkesselanlage soll näher eingegangen werden, da die gewählte Kesselkonstruktion auch fernerhin für Müllverbrennungsanlagen verwendet werden soll.

Der früher erwähnte ursprüngliche Versuchskessel, welcher mit 3 Müllverbrennungszellen versehen ist, zeigte durchschnittlich Abgastemperaturen von 600° C. und mehr. Zur weiteren Ausnützung dieser Abgase wird nun ein stehender Wasserrohrkessel System Kestner von 120 qm Heizfläche mit dem bereits bestehenden Rauchröhrenkessel derart verbunden, daß die ganze Kesselanlage als ein Dampferzeuger wirkt (Fig. 8). Die Rauchgasführung ist bei dieser Kombination der beiden Kessel so getroffen, daß zunächst die vordere äußere Fläche des Rauchröhrenkessels beheizt wird, sodann durchstreichen die Gase die senkrechten Rauchröhren von oben nach unten und ziehen in scharfem Winkel wieder nach oben, wodurch die mitgeführte Flugasche wirksam ausgeschleudert und in dem unterhalb des Rauchröhrenkessels angeordneten Aschenfang zurückgehalten wird. Nachdem noch die rückwärtige äußere Kesselwand bestrichen ist, durchziehen die Gase den Überhitzer und beheizen dann in wagrechter Zugrichtung die Wasserröhren des Kestnerkessels, woselbst die weitmögliche Ausnützung der Heizgase erfolgt. In der zwischen beiden Kesseln angeordneten Scheidewand sind oben regulierbare Öffnungen vorgesehen, durch welche das Abziehen einer bestimmten Heizgasmenge von hoher Temperatur zur Erzielung jeder gewünschten Dampfüberhitzung ermöglicht werden kann. Infolge der wagrecht angeordneten Führung der Feuerzüge im Kestnerkessel werden die Wasserröhren desselben in wagrechter Lage gleichmäßig erwärmt, wodurch ein ungleichmäßiges

Verziehen derselben verhindert und somit eine hohe Betriebssicherheit erreicht wird. Ein Verstopfen der Wasserröhren kann ebenfalls nicht eintreten, da ja bereits die größte Flugstaubmenge ausgeschieden und die Heizgase außerdem die die Sinterung hervorrufende kritische Temperatur beim Durchstreichen des Rauchröhrenkessels verloren haben.

Durch die Kombination beider Kessel werden die Rauchgase derart ausgenutzt, daß die Endtemperatur nach dem Verlassen des Steilrohrkessels nicht über 200° C. hinaus steigt.

Müllverbrennungsanstalt System Humboldt der Stadt Fürth i. B.

Die Abfuhr des Mülls wird in Fürth in der Weise durchgeführt, daß jede Haushaltung polizeilich zur Anschaffung eines etwa 35 l fassenden Mülleimers ver-

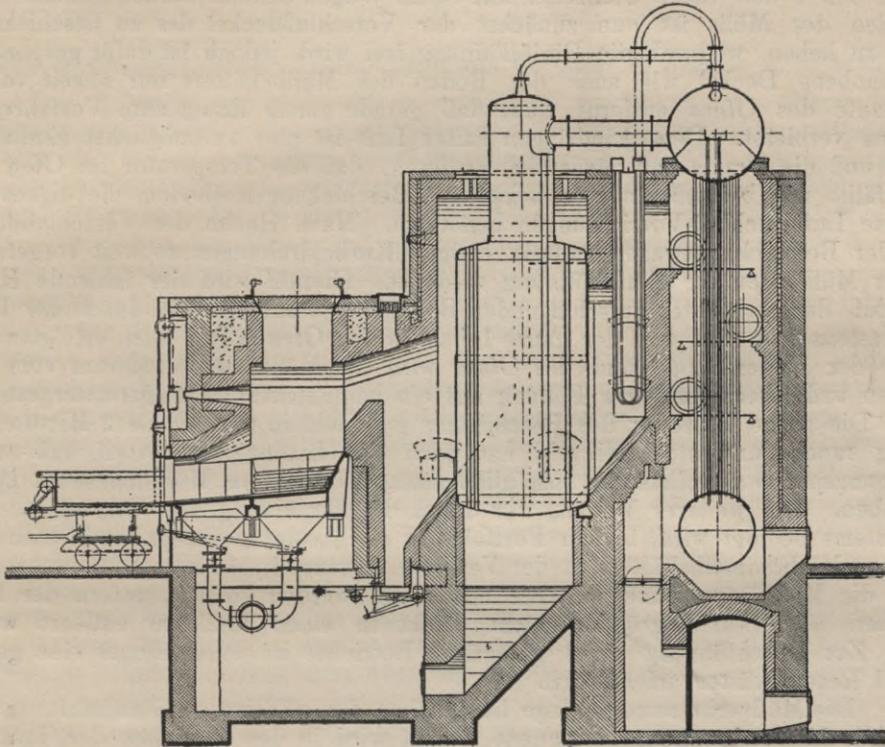


Fig. 8. Neue Bauart des Müllverbrennungssofen System Humboldt.

pflichtet wurde. Die aus verzinktem Eisenblech hergestellten und mit ebensolchem Deckel versehenen Mülleimer werden an gewissen Tagen auf den Bürgersteigen aufgestellt und in Abfuhrwagen entleert. Letztere besitzen 4 abhebbare Kasten-segmente, deren Hohlraum durch eine Scheidewand geteilt ist. Der insgesamt 1,7 cbm fassende Behälter ist auf jeder Wagenseite mit 2 Öffnungen zur Aufnahme des Mülls ausgerüstet, welche aber durch Schiebedeckel stets verschlossen gehalten werden. Es sind somit auf jeder Wagenseite 8 Öffnungen vorhanden, so daß eine gleichzeitige Entleerung einer größeren Anzahl von Gefäßen möglich ist, was die Dauer des Sammelns ganz wesentlich verkürzt. Der Wagen mit 6,8 cbm Inhalt ist in weniger als einer Stunde gefüllt. Zu diesem Zeitpunkt ist ein leerer Wagen angekommen, wodurch die Bedienungsmannschaft ohne Unterbrechung das Einsammeln fortsetzen kann. Da die Ladekante des Sammelwagens nur 1,45 m hoch angeordnet ist, kann die Entleerung der Eimer in den Sammelwagen bequem von

24 Stunden. Die Leistung eines für diesen Durchsatz berechneten Ofens kann bei angestrengtem Betriebe auf 43 t tägliche Leistung gesteigert werden.

Die Ofenanlage (Fig. 10) besteht im wesentlichen aus der Beschickung, dem feuerfesten Schacht und dem Herd. Die Beschickungsvorrichtung wurde bereits besprochen.

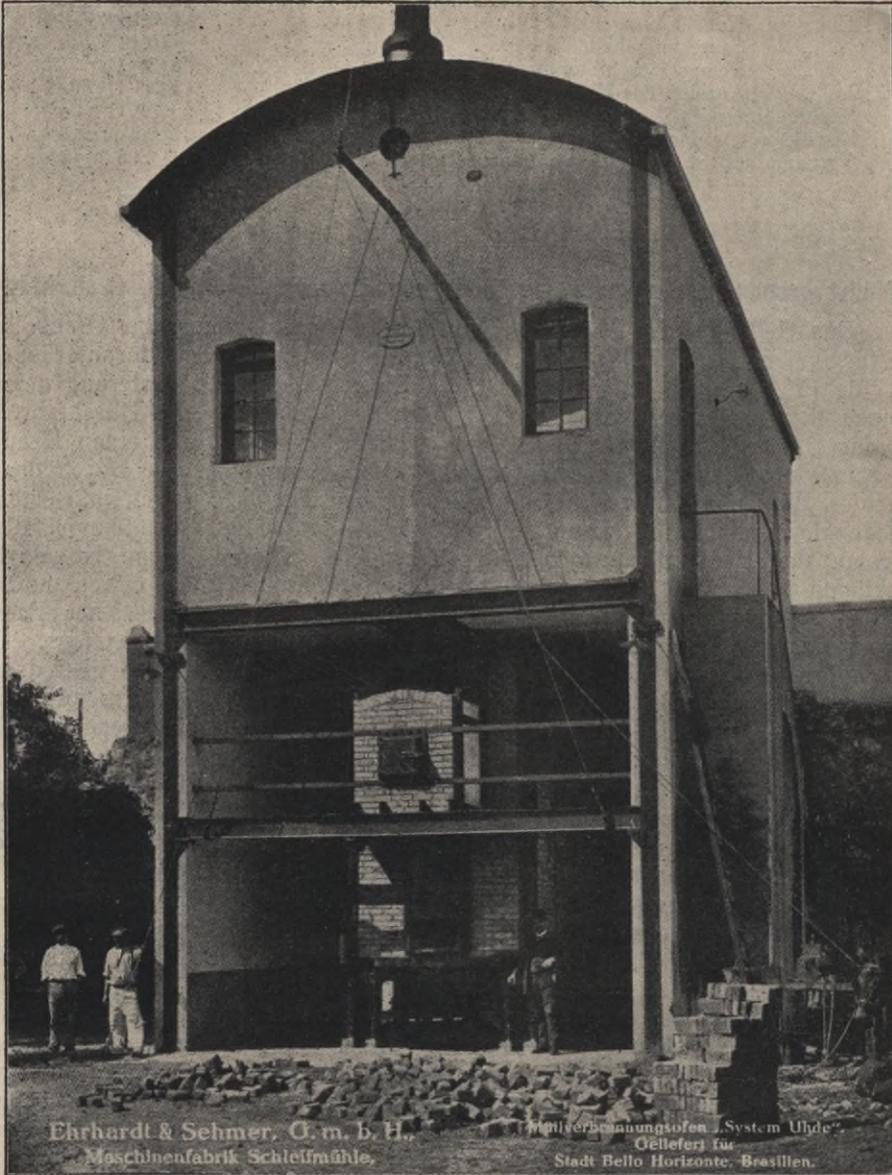


Fig. 9. Müllverbrennungsanlage System Uhde.

Der Ofen besteht aus einem Herd mit dem Rost und einem Fallschacht. Der Herd besitzt einen rechteckigen Querschnitt und erweitert sich konisch nach oben. Der auf dem Herd aufsitzende Schacht verjüngt sich starkkonisch nach oben unter Übergang vom rechteckigen zum achteckigen Querschnitt; die obere Schachtöffnung wird der Beschickungsvorrichtung angepaßt. Die Rückwand des Schachtes

hat eine rinnenartige Aussparung. Der Schacht ist in feuerfestem Material ausgeführt und in der Form dem Hochofen nachgebildet. Reparaturen des Schachtes sind nicht notwendig, Ansätze können leicht ohne Stillstand beseitigt werden und das feuerfeste Futter läßt sich teilweise oder auch ganz ohne Schwierigkeit erneuern.

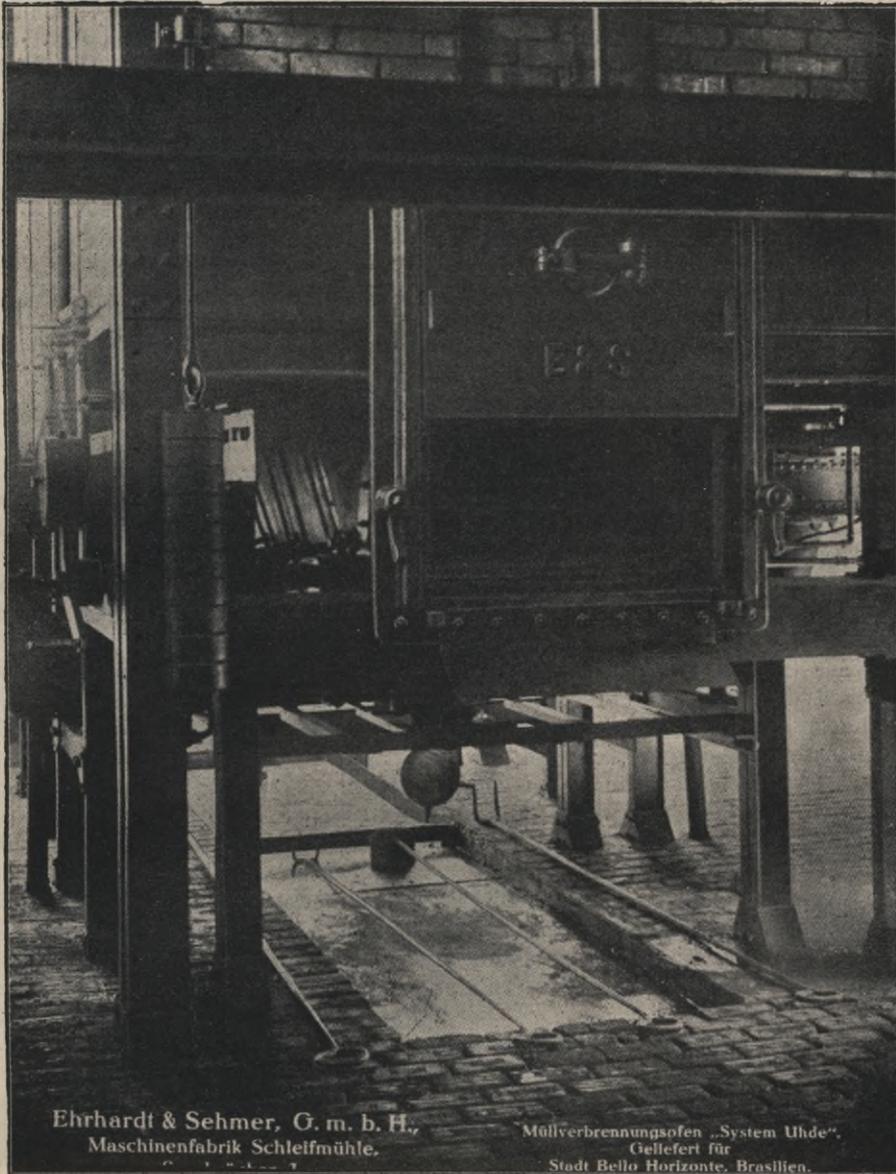


Fig. 10. Müllverbrennungsanlage System Uhde.

Der Herd ist aus wassergekühlten Platten zusammengestellt. Diese beim Hochofen bereits seit langen Jahren angewandte Kühlmethode ist einfach und zuverlässig. Das Kühlwasser nimmt $3,5\%$ der Gesamtwärme auf und kann zwecks Wiedergewinnung der aufgenommenen Wärme dem Kessel zugeführt werden.

Unterhalb der Beschickungseinrichtung steht der Ofen durch eine Feuer-

brücke mit der Flugstaubkammer in Verbindung. Gegenüber der Feuerbrücke ist in der Ofenwand eine Öffnung vorgesehen, durch welche Gebläseluft in scharfem Strahle eintritt, um die durch die Verbrennungsluft hochgewirbelten Feinmüllteilchen in die Flugstaubkammer zu blasen. Die Decke dieser Kammer wird durch den Winderhitzer gebildet. Die Flugstaubkammer besitzt unten eine Öffnung zur Abfuhr der Flugasche, welche durch eine geeignete Vorrichtung verschlossen ist. Pneumatische Flugstaubabsaugung ist zwar bequem, aber nicht notwendig. Beim Entleeren der Flugstaubkammer werden verdeckte Wagen untergeschoben, die den Verschuß selbsttätig öffnen und schließen, ohne daß der Arbeiter in die Nähe zu treten braucht.

Der Ofen und die Flugstaubkammer sind auf eisernen Säulen und Trägern freistehend angeordnet (Fig. 9 und 10). Beide sind mit einer Hülle aus Eisenfachwerk, welche mit einem halben Stein starken Füllmauern versehen ist, umgeben. In diese Hülle ist vollständig unabhängig von ihr das Schamottefutter der Ofenteile eingebaut, so daß sich dasselbe nach allen Richtungen hin unter dem Einfluß der Wärmeausdehnungen frei bewegen kann. Das Schamottefutter wird durch Ausfüllen des zwischen ihm und der Hülle hergestellten Hohlraumes mit isolierendem Material nach außen hin wirksam wärme- und gasdicht abgeschlossen.

Um eine hohe Winderhitzung zwecks Erzielung hoher Verbrennungstemperaturen zu bewirken, wird an der Decke der Flugstaubkammer ein Winderhitzer angeordnet, der aus einer Anzahl von Heizelementen besteht. Infolge der großen Abmessungen der Flugstaubkammer und ihrer ständigen Heizung durch die auf ihrem Boden verglimmenden Feinmüllteilchen ist die Temperatur in der Kammer annähernd konstant, so daß sich dauernd hohe Windtemperaturen erzielen lassen. Dieser Umstand ist von großer Bedeutung während der Trocknungsperiode bei Beginn der Charge, d. i. zu einer Zeit, da der Ofen selbst noch keine Hitze entwickelt. Durch die hohe Temperatur der Verbrennungsluft wird die Austrocknung des frisch aufgegebenen Mülls beschleunigt und damit die Dauer der Charge erheblich verkürzt.

Als Gebläse werden rotierende Kapselgebläse verwendet, welche imstande sind, gegen den während der einzelnen Ofenchargen stark wechselnden Herdwiderstand nahezu konstant die gleichen Windmengen in den Ofen zu drücken. Sie sind mit dem Antriebselektromotor direkt gekuppelt und auf gemeinsamer Grundplatte montiert. Den Gebläsen sind zum Schutz gegen eindringenden Staub staubdichte Luftfilter vorgeordnet, an welche die Saugstutzen der Gebläse anschließen. Bei Aufstellung mehrerer Öfen erhält jeder Ofen sein eigenes Gebläse, damit die einzelnen Öfen unabhängig voneinander zu arbeiten vermögen. Die Druckleitungen der Gebläse werden paarweise derart miteinander verbunden, daß bei etwaigem Ausfall eines Gebläses durch einfaches Umschalten zwei Öfen gleichzeitig durch ein einziges Gebläse bedient werden können. Jeder Ofen erfordert 0,5 bis 1 cbm Luft in der Sekunde, bei 0 bis 1000 mm Wassersäule; dem entspricht ein Kraftbedarf des Gebläses von 10 bis 15 PS.

Der unmittelbar nach dem Ansetzen des Gebläses entstehende Höchstdruck beträgt etwa 800 mm Wassersäule; er hält jedoch nur einen Moment an und fällt dann sofort auf normal 380 bis 400 mm dauernd ab, so daß das Gebläse im allgemeinen nur halb belastet arbeitet. Die Luft tritt unter der durchlocherten Rostplatte in den Ofen. Die Gebläse saugen die Luft aus dem Freien an und drücken sie durch den Winderhitzer, wo sie bis 250 bis 300° C. erhitzt wird, um dann in den Ofen zu treten.

Die Entschlackungsöffnung des Ofens erhält Doppelverschluß. Dadurch wird die eigentliche Feuertür vom Druck der Rauchgase entlastet und ein Heraus-treten von Rauch aus dem mit etwas Überdruck arbeitenden Ofen verhindert. Die Schlacke kann mittels Haken aus dem Ofen durch die Feuertüren entfernt werden, oder sie wird durch einen mit Zahnrädern angetriebenen Kolben aus dem Ofen herausgestoßen. Der Kolben wird in der hinteren gekühlten Herdplatte sicher und

reichlich lang geführt, liegt im allgemeinen außerhalb des Ofens und bedarf daher keiner Kühlung, da er nur halbstündlich einen Hub macht. Er schiebt die größeren Schlackenstücke so weit nach vorn, daß diese von selbst aus dem Ofen herausfallen. Der Hub wird dagegen so eingestellt, daß vorn eine genügende Menge kleinerer Schlackenstücke liegen bleibt, die der Arbeiter nach dem Zurückgehen des Kolbens auf dem Herd zur Entzündung der neuen Beschickung ausbreitet. Der Antrieb kann elektrisch oder hydraulisch erfolgen. Die Schlacke fällt entweder unmittelbar in einen Muldenkipper oder durch einen Trichter auf ein Transportband. Das Transportband ist in einem verdeckt gemauerten Kessel verlegt. In dem Kanale selbst ist eine Anzahl Brausen angeordnet, welche die glühende Schlacke abkühlen. Der im Kanal sich entwickelnde Dampf und Staub wird mittels Ventilators abgesaugt und, nachdem er einen Staubabscheider passiert hat, ins Freie geblasen. Das Band ist so bemessen, daß es für die in der Ofenanlage anfallende Schlackenmenge vollständig genügt. Der Kraftbedarf für das Transportband beträgt 2 bis 3 PS. Von dem Transportband gelangt die Schlacke zur Brecheranlage.

Die Schlackenbrechanlage schließt sich an das Kesselhaus an. Von dem Transportband — das Band besteht aus einzelnen starken Stahlblechen und besitzt genau die gleiche Konstruktion wie die in Walzwerken vielfach zum Transport von schweren glühenden Stahlblöcken üblichen Vorrichtungen — fällt die Schlacke auf einen Vorrst von etwa 300 mm Weite. Hier werden die großen Stücke von Hand zerkleinert und fallen dann durch den Rost auf eine schwingende schräge Ebene, durch die sie dem Schlackenbrecher zugeführt werden. Letzterer ist für eine stündliche Leistung von 4 bis 6 t bemessen. Es ist nicht vorteilhaft, das Zerkleinern der vom Transportband kommenden Schlacke durch einen Stampfer ausführen zu lassen. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß dabei unerwünscht viel Feinschlacke erhalten wird, während die Nachfrage nach Grobschlacke größer ist. Das aus dem Schlackenbrecher kommende Material fällt in einen Elevator, wird hochgehoben und fällt am oberen Ende desselben auf eine Magnettrommel, zum Ausscheiden der Eisenteile. Diese fallen senkrecht in einen Sammelbehälter, während die Schlacke auf eine Siebtrommel fällt, die in drei Abschnitte mit verschiedener Maschenweite geteilt ist. Unter den Trommelabschnitten befinden sich entsprechende Sammelbehälter für Grob-, Mittel- und Feinschlacke. Der Überschlag der Trommel geht über eine Schurre nach dem Walzwerk, wo eine nochmalige Zerkleinerung stattfindet. Das Walzwerk läßt sein Produkt in die gleiche Grube fallen wie der Steinbrecher, es wird also von dem Elevator wieder erfaßt und hochgehoben zur Sortiertrommel. Außer dem Zerkleinern der großen Stücke auf dem Vorrst arbeitet die gesamte Schlackenaufbereitung automatisch.

Zu je zwei Öfen gehört ein Kessel. Es empfiehlt sich, nicht mehr als 2 Öfen auf einen Kessel arbeiten zu lassen, da sonst die Ausnützung des Wärmegefälles nicht mehr gut möglich sein wird. Es ist vorgesehen, die Kanäle so zu führen, daß jeder Ofen auf jeden Kessel arbeiten kann. Diese Kessel haben eine Heizfläche von je etwa 165 qm mit Überhitzer für 300° C. bei 12 Atm. Für die Bemessung der Heizfläche ging man von folgenden Erwägungen aus: Bei einer 24 stündigen Leistung eines Ofenpaares von 80 t gelangen pro Stunde in 2 Öfen etwa 3300 kg Müll zur Verbrennung. Nimmt man eine einfache Verdampfung an, so entspräche diese größte Verbrennungsleistung einer Dampferzeugung von 3300 kg pro Kessel und Stunde. Die Kessel sind imstande, pro Quadratmeter Heizfläche maximal 20 kg Dampf zu erzeugen, so daß also etwa 165 qm Heizfläche ausreichen dürften. Zur Aufstellung gelangen entweder Wasserrohrkessel einer der Müllverbrennung besonders angepaßten Ausführung, oder kombinierte Steilrohr-Wasserrohrkessel. Mit Rücksicht auf die Feuerung wird ein Kesseltyp gewählt, der einen großen Wasser- und Dampfraum besitzt, vollständig gerade Rohre hat und infolgedessen von Staub und Flugasche sehr leicht zu reinigen ist. An mehreren Stellen der Feuerzüge sind Auslaufschurren vorgesehen, um die sich ablagernde Flugasche jederzeit, auch während des Betriebes, ablassen zu können. Der erzeugte

Dampf kann zur Erzeugung elektrischer Energie dienen oder an benachbarte Betriebswerke abgegeben werden. Die Abgasleitungen sind als feuerfest ausgemauerte Kanäle ausgeführt. Die verschiedenen Anschlüsse sind mit Absperrventilen resp. Schiebern versehen, so daß jede Leitung einzeln geschlossen und jeder Ofen einzeln außer Betrieb gesetzt werden kann.

Für die Wahl der Kraftmaschine sind die gleichen Grundsätze maßgebend, wie für jede moderne Anlage zur Umsetzung des Dampfes in mechanische oder elektrische Energie. Für sehr große Anlagen wird die Dampfturbine die im Betrieb billigste Kraftmaschine sein, für mittlere und kleinere Anlagen ist die Kolbendampfmaschine vorzuziehen. Eine besonders wirtschaftliche Ausnützung würde sich bei der Kombination einer Kraftanlage mit einer Heizanlage, z. B. für Badeanstalten, ergeben. Hierbei wird die Dampfspannung, von der Kesselspannung bis zur Heizedampfspannung, in der Dampfmaschine zur Arbeitsleistung herangezogen und der Dampf mit niedriger Spannung in die Heizanlage geschickt. Auf diese Weise wird die Wärme des Dampfes, welche der Spannungsdifferenz entspricht, fast vollständig in Arbeit umgesetzt und die übrige Wärme in der Heizanlage vollständig ausgenützt, während beim normalen Kraftbetrieb mit Kondensation ein großer Teil der Wärmemenge mit dem Kühlwasser des Kondensators nutzlos abgeführt wird.

Für die Versorgung der Öfen mit Kühlwasser ist für je 2 Öfen in der Dachkonstruktion des Kesselhauses ein Hochbehälter angeordnet. Der Kühlwasserbedarf eines jeden Ofens beträgt rund 3 cbm in der Stunde, bei einer durchschnittlichen Temperaturerhöhung von 30 ° C. Die Kühlwasserbehälter haben einen Inhalt von 0,27 cbm, sind mit Schwimmerventilen ausgerüstet und werden von Kreiselpumpen mit Wasser versorgt, die im Flugaschenraum aufgestellt sind und elektrisch angetrieben werden. Das Kühlwasser läuft in geschlossenen Rohrleitungen und kommt nirgends mit Staub und Schmutz in Berührung. Es kann daher unter beliebigem Druck durch den Ofen gepumpt und dann weiter verwendet werden. Bei ungünstigen Wasserverhältnissen wird man eine höhere Erwärmung des Wassers zulassen und daher mit einem wesentlich verringerten Quantum auskommen. Bei hohem Wasserpreis wird ein Rückkühlwerk vorzusehen sein. Das gebrauchte Kühlwasser wird dann in einem neben den Kreiselpumpen gelegenen 4 cbm fassenden Bassin gesammelt und wieder hochgedrückt. Die Rohrleitung ist so angeordnet, daß die Ofenkühlung im Falle eines Versagens der Pumpen auch direkt von der Stadtleitung aus erfolgen kann.

Wegen der gesundheitlich nicht einwandfreien Stoffe, mit welchen die Arbeiter bei der Vernichtung des Unrats in Berührung kommen, müssen dieselben angehalten werden, nach Schluß ihrer Arbeit ein Brausebad zu nehmen. Aus dem gleichen Grunde empfiehlt es sich auch, den Arbeitern sowohl die Arbeitskleidung als auch den Dienstanzug zu liefern, zu reinigen und instand zu halten.

Über den Ofenbetrieb wäre folgendes zu erwähnen:

Jede Ofencharge beginnt damit, daß durch Abheben der unteren Beschickungsglocke der Inhalt des Trichterraumes der Beschickungsvorrichtung auf den Rost des Ofens entleert wird, wo der Unrat denselben in einer Schichthöhe von mindestens 1000 mm überdeckt. Sobald sich die Beschickungsglocke wieder in die Schlußstellung herabgesenkt hat, wird von der oberen Bedienungsbühne, auf ein Klingelzeichen hin, ein neuer Wagen Segmente in den Trichter entleert. Die Dauer einer Ofencharge beträgt etwa 30 Minuten, hiervon entfallen 25 Minuten auf den eigentlichen Verbrennungsprozeß.

Die Schnelligkeit der Verbrennung hängt von der Zusammensetzung des Mülls ab. Die Beimengung großer Mengen vegetabilischer Bestandteile verlangsamt die Verbrennung infolge des hohen Wassergehaltes. Enthält das Müll größere Mengen nicht entgaster Kohlen, so wird durch den längere Zeit in Anspruch nehmenden Entgasungsprozeß die Verbrennungsdauer ebenfalls verlängert. Die größte Verbrennungsgeschwindigkeit weist dasjenige Müll auf, dessen brennbare Bestandteile in der Hauptsache aus bereits entgasten Stoffen besteht. Auf diesen Umstand ist die

bessere Brennbarkeit des Wintermülls gegenüber dem Sommermüll zurückzuführen. Während der Verbrennungsperiode bläst das Gebläse mit konstanter Windlieferung. Beim Entschlacken wird der Wind nicht ganz abgestellt, sondern ein gewisser kleiner Betrag wird auch weiterhin durch den Rost in den Ofen geblasen. Hierdurch wird verhindert, daß kalte Luft in den Ofen eindringt. Die Regulierung erfolgt hier durch Öffnen eines Nebenauslasses in der Kaltwindleitung. Die Verbrennung des Unrates besteht in einem Ausbrennen der im Unrat enthaltenen brennbaren Bestandteile und gleichzeitigem Verschlacken der mineralischen Substanzen und der Metallteile. Die zur Verbrennung erforderliche Luft wird durch Kapselgebläse durch einen Winderhitzer, nach dem unter dem Rost angeordneten Windkasten, gedrückt. Die Temperatur in den Windkästen beträgt etwa 250° C. Die erforderliche Luftmenge richtet sich nach der jeweiligen Beschaffenheit des Unrates und wird durch Regulierung der Gebläseumdrehungszahl geregelt. Der Luftverbrauch schwankt zwischen 0,5 bis 1 cbm in der Sekunde. Die mittlere Pressung des Windes beträgt je nach der Natur des Unrates 400 bis 350 mm Wassersäule.

Der Verlauf des Verbrennungsprozesses kann wie folgt beschrieben werden:

Während der ersten 5 bis 10 Minuten wird das auf dem Rost lagernde Müll im wesentlichen ausgetrocknet, was sich durch ein starkes Abfallen der Temperatur und des Kohlensäuregehaltes zu erkennen gibt. Bei der darauf beginnenden Entgasung steigt sowohl der Kohlensäuregehalt als auch die Temperatur. Teilweise schon gleichzeitig mit dieser Entgasung geht eine Vergasung der entgasten oder nicht entgasbaren Bestandteile vor sich, mit welcher gleichzeitig die Schlackenbildung einsetzt. Mit dem Ende der Vergasung, welches etwa nach 20 Minuten eintritt, erreicht der Kohlensäuregehalt seinen Höchstwert und etwas später kommt auch die Temperatur auf ein Maximum. In dem bis zum Schluß des Prozesses noch verbleibenden Zeitraum findet hauptsächlich noch ein Auskühlen der Schlacke durch die eingeblasene Verbrennungsluft statt.

Es treten folgende Temperaturen auf: Bei Unrat mit geringem Brennstoff- bzw. hohem Wassergehalt beträgt die Temperatur im Ofenschacht vor dem Gasabzug 1000 bis 1100° C. und die Temperatur vor den Kesseln etwa 900 bis 1000° C. Bei Hausunrat mit hohem Brennstoff- und geringem Wassergehalt, bzw. Beimischung von Kleinkoks oder anderem geringwertigem Brennstoff, steigt die Temperatur am Gasabzug auf über 1100° C. Im Ofenschacht sind die Temperaturschwankungen pro Charge recht erheblich. Insbesondere bei sehr wasserhaltigem Unrat fallen hier die Temperaturen bei Beginn der Charge, steigen dann bis auf einen vom Unrat abhängigen Grenzwert und beginnen erst kurz vor dem Entschlacken wieder abzufallen. Der Temperaturabfall während des Entschlackens ist gering. Hinter der Verbrennungskammer sind die Temperaturschwankungen pro Charge infolge der von der Verbrennungskammer ausgehenden ausgleichenden Wirkung mäßiger, sie halten sich hier in den Grenzen von 50 bis 100° C. Die durch den Boden des Ofens eingeführte erhitzte Verbrennungsluft wird in scharfen Strahlen in die Müllladung eingeführt. Sie reißt hier während der Trocknungsperiode die Feinmüllteilchen mit sich und treibt dieselben in dem Schacht empor. Die starke Verjüngung des Schachtes bringt eine Konzentration der emporgehobenen Feinmüllteilchen mit sich und führt eine Beschleunigung ihrer Bewegung herbei, wodurch ein Zurückfallen derselben an den Schachtwänden vermieden wird. Die rinnenartige Aussparung in der Rückwand des Schachtes gibt dem vertikal aufsteigenden Strom eine Richtung nach der Öffnung zu. Der aus der Düse strömende Luftstrahl überführt die scharf zusammengefaßten Feinmüllteilchen nach dem Brennraum für Feinmüll, der Flugstaubkammer. Die Feinmüllteilchen, speziell Koksstaub, glimmen in der Flugstaubkammer langsam zu Asche, sie bedecken den ganzen Boden der Kammer, so daß dieser eine große glühende Fläche darstellt. Hierdurch wird erreicht, daß die Temperatur in der Kammer ständig und unabhängig vom Betrieb des Ofens hoch bleibt. Man vermag daher den an der Decke der Flugstaubkammer befindlichen Winderhitzer dauernd kräftig zu heizen und dem Ofen vor allem während der

Trocknungsperiode, zu einer Zeit also, da der Ofen selbst noch wenig Abhitze liefert, den zu einem schnellen Trocknungsprozeß unbedingt erforderlichen hochoverhitzten Wind zu liefern. In der Flugaschenkammer werden 5 bis 10 % des Müllgewichtes als Flugasche ausgeschieden. Alle 8 Stunden wird diese Kammer durch den Flugaschenabzug in den Muldenkipper entleert.

Im Ofenschacht wird im allgemeinen ein Überdruck herrschen, welcher sich zeitweilig auch auf die Verbrennungskammer erstreckt. Hinter der Verbrennungskammer werden die Rauchgase unter Unterdruck stehen. Die Abgase gelangen mit 250 bis 300 ° C. nach dem Kamin.

Müllverbrennungsanlagen der Stettiner Chamotte-Fabrik vorm. Didier.

Der Müllverbrennungssofen Bauart Didier ist ein Schachtofen, der mit elektrisch angetriebener Entschlackung und maschineller Beschickung ausgerüstet ist (Fig. 11).

Aus der Querschnittszeichnung ist ersichtlich, daß der Ofen in seiner Verbrennungszone aus einem kreisrunden, wassergekühlten Eisenmantel mit seitlichen, radial liegenden Düsen besteht. Die Verbrennung in diesem Ofen ist eine ununterbrochene und die sich bildende Schlacke wächst bis zur höchsten Stelle des Kühlmantels. Sobald diese Stelle erreicht ist, wird der Ofen für die Entschlackung reif. Die vordere schmale Einfahrtstüre wird geöffnet, die elektrisch angetriebene Entschlackungsmaschine wird hineingetrieben und schneidet vom gebildeten kreisrunden Schlackenzyylinder selbsttätig ein Stück in der Höhe von 0,65 m ab. Hierauf wird maschinell der untere fahrbare Boden geöffnet und das abgeschnittene Schlackenstück rutscht auf ein Transportband oder einen Schlackenabfuhrwagen. Die Entschlackung wird in Zeitabständen von 1—1½ Stunden erforderlich und nimmt nur einige Minuten in Anspruch. Während der Entschlackung und der Beschickung bleibt der Ofen geschlossen, so daß kalte Luft nach dem Ofeninnern zu nicht ausgesaugt werden kann. Pro Ofenzelle und Stunde wird eine Leistungsfähigkeit von 1000—1100 kg Kehrriecht erreicht. Die glühende Schlacke wird in Wasser gekörnt und gelangt sodann in die Brechmaschine, um als Straßen- und Baumaterial zu dienen. Die Flugasche wird ebenfalls in Rollwagen aufgenommen und dient denselben Zwecken. An den Ofen ist ein Garbekessel angebaut, mit Überhitzer, der den eigenen Kraftbedarf deckt und außerdem Dampf zu Kraft- oder sonstigen Zwecken abzugeben vermag.

Die von derselben Firma errichtete Müllverbrennungsanlage in Davos (Schweiz) ist für Kehrriechtabfuhr nach dem Wechseltonnensystem eingerichtet, das bisher nur in Kiel verwendet wird. Die gefüllten Blechtonnen werden gegen leere ausgetauscht und in geschlossenem Zustande auf Abfuhrwagen aufgeladen und per Bahn der Verbrennungsanlage zugeführt, die neben dem Davoser Gaswerk liegt. Der Kehrriecht wird direkt von den Tonnen in den Füller entleert, wobei die Mündung der Tonne fest auf die Öffnung gepreßt ist, so daß die Entleerung ohne Staubentwicklung vor sich geht. Während der Entleerung ist der Füller durch einen zweiten Abschluß von der Zelle abgeschlossen. Dieser zweite Abschluß wird erst dann geöffnet, wenn die Füllung beendet ist und der Ofen beschickt werden soll. Die entleerten Blechtonnen werden zwecks Reinigung in eine Spülmaschine gebracht. In dieser werden sie innen und außen mit kochendem Wasser begossen und mittels mechanischer Bürstenarme gescheuert, so daß eine keimfreie Tonne die Spülmaschine verläßt. Die Deckel werden in einem separaten Trog in gleicher Weise gereinigt. Die Anlagekosten stellen sich insgesamt auf Fr. 130 000.



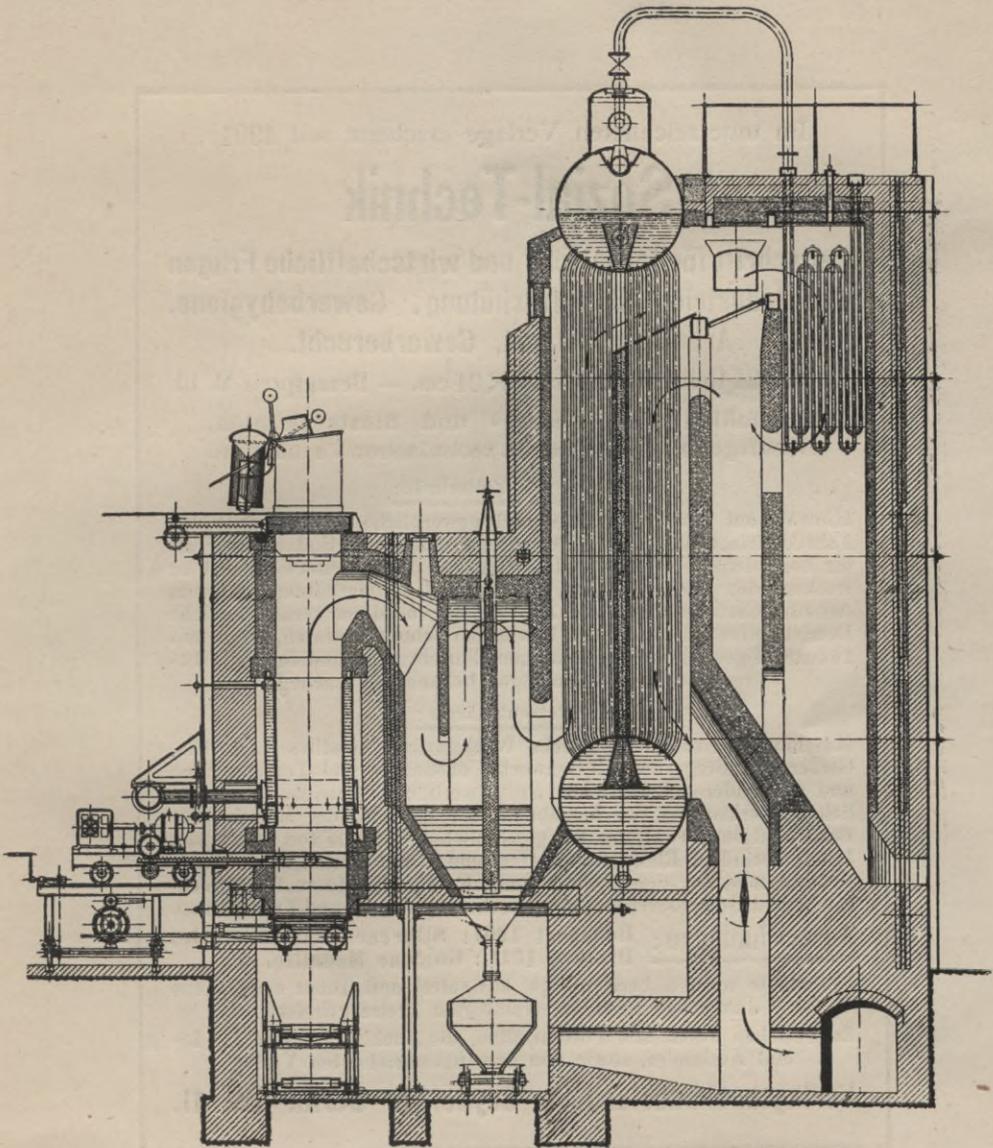


Fig. 11. Müllverbrennungssofen Bauart Didier.

Im unterzeichneten Verlage erscheint seit 1901:

Sozial-Technik

**Zeitschrift für technische und wirtschaftliche Fragen
der Industrie, Unfallverhütung, Gewerbehygiene,
Arbeiterwohlfahrt, Gewerberecht.**

Jährlich 24 Hefte im Format 32 × 24 cm. — Bezugspreis M. 15.

**Empfohlen von Reichs- und Staatsbehörden,
Berufsgenossenschaften u. technischen Verbänden.**

Zweck der Zeitschrift:

Hinweis auf neue technische und gewerbliche Einrichtungen für Fabrikbetriebe aller Art. Patentbeschreibungen. Sodann aber als ihr besonderes Gebiet: das Interesse für die Arbeiterwohlfahrt zu wecken, den Weg zu einer wirksamen Unfallverhütung und zum Arbeiterschutz zu zeigen und Arbeitgeber und deren verantwortliche Betriebsleiter mit neuen und bewährten Schutzapparaten, sowie mit zweckmäßigen gewerbehygienischen Einrichtungen und den gewerberechtlichen Bestimmungen bekannt zu machen.

Interessentenkreis:

Maschinenfabriken, mechanische Werkstätten, Metallwarenfabriken, Gießereien, Berg- und Hüttenwerke, chemische und Textilfabriken und alle anderen technischen und gewerblichen Betriebe, die staatlichen Werkstätten der Eisenbahn, der Heeres-, der Marine-, der Berg- und Bauverwaltung, der gewerblichen Betriebe von Stadt- und Landgemeinden, Elektrizitäts-, Gas- und Wasserwerke, Gewerbeaufsichtsbeamte, Revisionsingenieure und Fabrikinspektoren, ferner technische und Gewerbevereine, sowie technische Hoch- und Fachschulen.

Auszeichnungen: **Budapest 1907: Silberne Staatsmedaille.**
Dresden 1911: Goldene Medaille.

Probehefte werden bereitwilligst kostenfrei und früher erschienene Jahrgänge zu einem ermäßigten Preise geliefert.

Zu beziehen durch alle Postanstalten, die Buchhandlungen des In- und Auslandes, sowie von dem unterzeichneten Verlag

Verlagsbuchhandlung A. Seydel in Berlin SW. 11.

Sonderabdrucke aus den letzten Jahrgängen der „Sozial-Technik“

die noch in einigen Exemplaren vorrätig sind.

Bublitz , Beseitigung suspendierter Stoffe (Fasern) aus den Abwässern der Tuchfabriken durch die Babrowski'sche Filtertrommel. 4 S. m. Abb. 1912.	—,30
Düchting , Entstaubungs- und Entnebelungs-Anlagen. 6 S. m. 11 Fig. 1915.	—,40
Freystedt , Über Sicherheitsvorrichtungen bei Förderungen auf schiefer Ebene. 12 S. m. Abb. 1913.	—,50
Gerold , Moderne Entstaubungsanlagen und Schutzvorrichtungen in Holzbearbeitungswerkstätten. 5 S. m. Fig. 1913.	—,40
Graf, L. , Das moderne Rettungswesen unter besonderer Berücksichtigung der Internationalen Ausstellung für Rettungswesen 1908 zu Frankfurt a. M. 7 S. m. Abb. 1908.	—,40
Hartig, S. , Über Trichloräthylen und andere gefahrlose Fettlösungsmittel. 3 S. 1910.	—,25
Hartmann, K. , Wichtige Fragen der Unfallverhütung. 13 S. 1910.	—,50
Hütt, R. , Fortschritte in der Unfallverhütung an Papierschneidemaschinen. Vortrag. 7 S. m. Abb. 1909.	—,35
Kolb , Über Permutit, dessen Anwendung, und die mit ihm gemachten Erfahrungen. 8 S. m. 1 Tafel. 1915.	—,60
Leymann , Unfälle und Erkrankungen in der chemischen Industrie. 28 S. 1912. geh.	1,—
Maukisch , Internationale Hygiene-Ausstellung Dresden 1911. I. Übersicht der Gewerbehygiene, Arbeiterwohlfahrtspflege und Unfallverhütung. 6 S. 1911.	—,35
Piest , Hygienische Einrichtungen bei der Nitrierarbeit. 8 S. m. Abb. 1911.	—,50
Poerschke , Der Gesundheitsschutz in den Metallbeizereien (Metallbrennen.) 27 S. in kl. 8°. Mit 15 Abbildungen. 1912.	—,60
10 Ex. M. 5,—, 25 Ex. M. 12,—.	
Reichardt , Verschiedenes über Staubabsaugung in der Flachgarnspinnerei. 8 S. mit Abb. und 2 Tafeln. 1909.	1,50
— —, Die Granitsteinindustrie in Demitz-Thumitz, Schmölln u. Tröbigau oder an und auf dem Klosterberge. 20 S. m. Abb. 1910.	1,50
Richelot , Hygienische Grundzüge der Ventilation und Heizung auf Kriegs- und Handelsschiffen. 8 S. 1909.	—,50
Rohn , Knotenmacher als Arbeitsbehelfe. 4 S. mit Abb.	—,25
Schneider , Unfälle und Erkrankungen in der chemischen Industrie. (Eine Entgegnung auf die obengenannte Leymann'sche Schrift.) 8 S. 1912.	—,30
Schuberth , Schutzvorrichtungen an Pressen und Walzen (in 18 Blättern). Mit vielen Abb. (Erweiterter Sonder-Abdruck aus dem Jahrgang 1908.)	—,75
Schulz , Eine neue Abwässerreinigungsanlage in der Textilindustrie. 3 S. m. 1 Taf. 1913.	—,30
— —, Neuere Entstaubungs-, Lüftungs- und Heizungsanlagen in der Textilindustrie. 6 S. m. 2 Taf. 1913.	—,40
Syrup , Eine sozial-technische Frage in der Glasindustrie. 7 S. mit 1 Abb. 1911.	—,35
Wettich , Moderne Massentransportanlagen und deren Einrichtungen zum Schutze von Personen und Sachen. Vortrag, gehalten auf der 19. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Revisions-Ingenieure in Detmold 1912. 10 S. m. Abb. 1913.	—,40

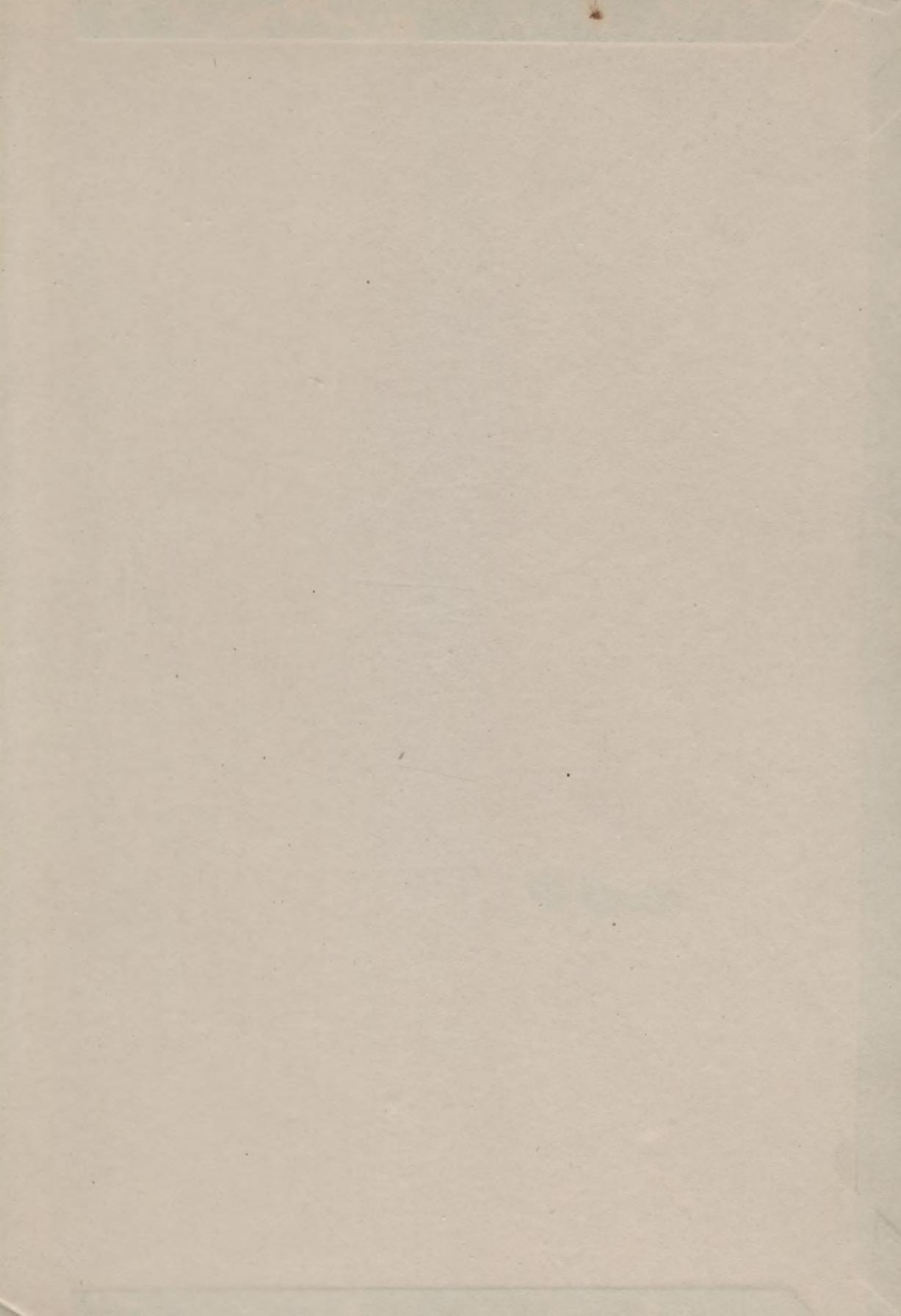
Gegen Einsendung des Betrages portofrei zu beziehen vom

**Verlag der „Sozial-Technik“, A. Seydel in Berlin SW. 11,
Königgrätzerstraße 31.**

Handwritten title at the top of the page, possibly "Handwritten title" or similar.

Buchdruckerei Roitzsch,
Albert Schulze, Roitzsch.

S. 61



POLITECHNIKA KRAKOWSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. Inw.

34020

Kdn. 524. 13. IX. 54

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000303999