

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



3248

L. inw.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297604





Die

# Müllverbrennungs- Versuche

in

Berlin.

---

Bericht

von

Bohm,  
Stadtrath.

und

Grohn,  
Königl. Regierungs-Baumeister.

---

Gedruckt auf Anordnung des Magistrats zu Berlin.

*F. Nr. 21570*



Berlin 1897.

Druck von H. S. Hermann.

932

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

II 3248

Akc. Nr. 3425/49

## Vorbemerkung.

---

Auf Beschluß der hiesigen Gemeindebehörden sind Versuche mit der Verbrennung von Hausmüll nach englischem Muster in größerem Maßstabe angestellt worden.

Zur Vorbereitung der Versuche wurden die beiden Unterzeichneten zunächst mit dem Studium der englischen Verhältnisse beauftragt; über die von ihnen in England gemachten Beobachtungen ist ein im April 1894 gedruckter Reisebericht erstattet worden.

Die bei den hier angestellten Versuchen gesammelten Erfahrungen sind in dem folgenden Bericht niedergelegt.

Während der Versuche, welche einen Zeitraum von etwa anderthalb Jahren in Anspruch nahmen, sind den städtischen Behörden im Mai 1895 und im Januar 1896 Zwischenberichte erstattet worden, welche hier der Vollständigkeit halber mit abgedruckt sind.\*)

Für die Versuchszwecke waren ursprünglich 100 000 Mark bewilligt, denen im Januar 1896 noch weitere 30 000 Mark hinzugefügt wurden; die zur Verfügung gestellte Summe ist bis auf einige tausend Mark verbraucht worden.

Von besonderem Werth war es, daß wir mit Herrn Ober-Ingenieur F. Andreas Meyer und Herrn Bauinspektor Richter von der Baudeputation in Hamburg, wo zur Zeit, als unsere Versuche stattfanden, mit der Einführung der Müllverbrennung begonnen wurde, beständig Fühlung halten konnten.

Auch mit der pariser Stadtverwaltung, wo Verbrennungsversuche in kleinerem Maßstabe angestellt wurden, haben wir wiederholt unsere Erfahrungen ausgetauscht.

Berlin, im Juni 1897.

**Bohm,**  
Stadtrath.

**Grohn,**  
Königl. Regierungs-Baumeister.

---

\*) Anlagen 10 und 11 S. 120 u. 125.



# Inhalt.

	Seite
I. Beschreibung der Anlage . . . . .	1
II. Betrieb . . . . .	7
III. Ergebnisse.	
1. Zusammenstellung der Leistungen . . . . .	12
2. Unbehandeltes Müll . . . . .	14
3. Gesiebtes Müll . . . . .	19
4. Rückstände . . . . .	20
5. Wärmeentwicklung . . . . .	24
6. Luftverbrauch . . . . .	27
7. Belästigungen . . . . .	27
8. Analysen von Müll und Rückständen . . . . .	31
IV. Vergleichsversuche.	
1. Müll in fremden Defen . . . . .	39
2. Ausbildung der Feuerleute . . . . .	45
V. Beschaffenheit des berliner Mülls, Einfluß der Rückstände aus den Hausfeuerungen auf seine Brennbarkeit. . . . .	50
VI. Kosten.	
1. Anzahl der für Berlin erforderlichen Zellen . . . . .	56
2. Berechnung der Kosten bei allgemeiner Einführung der Müllverbrennung in Berlin . . . . .	59
VII. Schlußbetrachtung . . . . .	67

## Anlagen.

1. Verzeichniß der Leistungen nach der Zeitfolge . . . . .	71
2. Gesamtdurchschnittsergebnisse . . . . .	89 u. 91
3. Verwendung der Schlacke aus den Müllöfen zur Herstellung von Beton	93
4. Bemerkungen der Horsfall Co. über die Versuche in den Defen ihres Systems.	
a) Urschrift . . . . .	95
b) Uebersetzung . . . . .	99

	Seite
5. Registraturen von Hamburg, betr. die Versuche mit berliner Müll in den hamburger Oefen . . . . .	108
6. Mechanische Analyse.	
a) Wintermüll . . . . .	108
b) Sommermüll . . . . .	110
7. Die jetzige Art der Beseitigung des Hausmülls in Berlin . . . . .	112
8. Ersatz der bestehenden Abladeplätze durch Verbrennungsanstalten . . . . .	114
9. Methoden der chemischen Analysen . . . . .	116
10. Zwischenbericht vom 9. Mai 1895 . . . . .	120
11. Zwischenbericht vom Januar 1896 . . . . .	125

## B e i z u g e n .

Blatt 1. Allgemeine Anlage der Verbrennungsanstalt.

Blatt 2. Warneröfen.

Blatt 3. Horsfalöfen.

Blatt 4. Verkehr auf dem städtischen Abladeplatz 3.

## I. Beschreibung der Anlage.

Die Versuche mit der Verbrennung des Hausmülls wurden in Berlin in zwei Ofensystemen englischer Bauart angestellt, welche von erfahrenen englischen Firmen bezogen und aufgestellt waren. Die Firma Goddard, Maffey & Warner in Nottingham lieferte drei Zellen und die Horsfall-Refuse Furnace Co.<sup>1)</sup> in Leeds zunächst zwei Zellen, denen später auf Anrathen der Fabrik noch eine dritte Zelle angefügt wurde. Sowohl Herr Warner als auch der Vertreter der Horsfall Co., Herr Watson, sind zum Studium der hiesigen Verhältnisse vor der Ertheilung der Aufträge und später während der Versuche wiederholt in Berlin gewesen.

Die Firma Goddard, Maffey & Warner stellte das Eisenwerk auf ihrem Werk in Nottingham her, während sie die Steine und die sonstigen Baustoffe in Berlin beschaffte. Zur Aufstellung der Ofen sandte sie Personal herüber, welches hier die erforderlichen Hilfskräfte annahm.

Die Horsfall Co. ließ durch Vermittelung ihres hiesigen Vertreters, des Civil-Ingenieurs M. Hempel, auch das Eisenwerk in Berlin anfertigen.

Der Lageplan der Verbrennungsanstalt ist auf Blatt 1 der am Schluß beigefügten Zeichnungen dargestellt, der Warnerofen auf Blatt 2 und der Horsfallofen auf Blatt 3.

Die Anlage ist hergestellt auf dem Grundstück des außer Betrieb gesetzten städtischen Wasserwerkes, Stralauer Allee 38, von welchem der benötigte Raum zur Verfügung gestellt wurde. Das Grundstück eignete sich für die Versuchszwecke vor andern

<sup>1)</sup> Text: The Horsfall Furnace Syndicate, Limited.

in Betracht gezogenen besonders wegen des vorhandenen Schornsteins, in dessen unmittelbarer Nähe nur wenig bewohnte Gebäude lagen, die von etwaigen Belästigungen berührt werden konnten. Die Lage des Grundstückes an der Hauptzufahrtsstraße zum städtischen Müll-Ein- bzw. Abladeplatz, war auch günstig für die Beschaffung des erforderlichen Mülls. Ein fernerer Vortheil war, daß eine Brückenwaage vorhanden war, und daß die Werkstätten und die Geräthschaften der Wasserwerke zur Hülfe herangezogen werden konnten.

Der achtkantige Schornstein besitzt eine Höhe von 39 m und einen lichten Durchmesser von 2,44 m. Bei der Wichtigkeit, welche der Schornstein für eine Müllverbrennungsanlage hat, wurden Herr Warner und Herr Watson bei ihrem Hiersein vor der Entscheidung für dieses Grundstück darüber befragt, ob der Schornstein für ihre Defen geeignet wäre. Der Schornstein hat während der Versuche stets genügenden Zug erzeugt. Herr Watson bezeichnete später im Betriebe den Zug sogar zeitweilig als zu stark.<sup>1)</sup>

Da es sich für Berlin zunächst um Versuche handelte, also keine bleibende Anstalt geschaffen werden sollte, wurden zur Ersparung von Kosten die Einrichtungen, welche die Verbrennungsversuche nicht beeinflussen, möglichst einfach gestaltet.

Die Defen erhielten deshalb auch keine geneigte Auffahrt, wie man sie in England allgemein findet; das Müll wurde vielmehr mittelst eines Kranes von Hand auf den Warnerofen 3,7 m hoch gehoben und mittelst Schaufeln auf die etwa 1,55 m hohe Beschickungsbühne des Horsfallofens geworfen.

Aus Sparfamkeitsrücksichten wurde auch kein besonderes Gebäude für die Defen errichtet, sie wurden gegen die Witterung durch Wellblechdächer geschützt, die Seitenwände mit Ausnahme derjenigen des Standes für die Feuerleute waren frei. Es war indessen auch Vorsorge getroffen worden, daß, wenn sich das Bedürfniß herausgestellt haben würde, die sämtlichen Seiten-

---

<sup>1)</sup> Herr Watson schloß bei Versuchen, die er anstellte, den Hauptschieber meist so weit, daß der Zug nur 3 mm Wasserfäule betrug. Gewöhnlich wurden bis zu 10 mm und mehr beobachtet.

wände der Schuppen hätten mit Wellblech bekleidet werden können.

Beide Ofensysteme sind vollständig getrennt von einander gehalten, jedes hat einen besonderen Abzugskanal für die Verbrennungsgase und beide Kanäle münden auf verschiedenen Seiten in den Fuchs zum Schornstein.

Die Anlagen sind so entworfen, daß sie durch Anbau weiterer Zellen hätten vergrößert werden können.

Es war ferner Rücksicht genommen worden auf die eventuelle Herstellung von Nebenfüchsen zum Einbau von Dampfkesseln<sup>1)</sup> für den Fall, daß die Verbrennungsgase sich zur Heizung derselben geeignet gezeigt hätten.

Der Warnerofen, Blatt 2, besteht aus drei Zellen, die einen gemauerten Block von 7,5 m Länge, 5,5 m Breite und 3,7 m Höhe bilden.

Die Umfassungsmauern sind an ihren dünnsten Theilen  $1\frac{1}{2}$  Stein stark, an den meisten Stellen zur Vermeidung von Wärmeverlusten indessen bedeutend stärker ausgeführt. Alle von den Feuergasen berührten Flächen sind mit einem  $\frac{1}{2}$  Stein starken feuerfesten Futter bekleidet.

Die Sohle des Feuerraumes der einzelnen Zellen hat eine Neigung von etwa 1:5, sie besteht aus einem 1,48 m langen Vorherd und aus einem 1,8 m langen Rost. Die Breite beider ist 1,54 m, der Vorherd hat demnach eine Fläche von 2,25 qm und der Rost von 2,75 qm. Der Rost besteht aus 13 Stäben, welche quer gegen die Längsaxe der Zelle liegen und an ihren Enden drehbar gelagert sind. Die geraden Nummern der Stäbe können zusammen bewegt (geschüttelt) werden und ebenso die ungeraden Nummern. Der Zwischenraum zwischen den Stäben, welche zahnstangenartig hergestellt und so angebracht sind, daß die Zähne des einen in die Lücken des andern hineinragen, beträgt im Durchschnitt 12 mm. Das Verhältniß  $\frac{\text{Freie Rostfläche}}{\text{Gesamte Rostfläche}} = 0,27$ , die Zelle hat demnach etwa 0,74 qm freie Rostfläche.

<sup>1)</sup> Vom Einbau von Dampfkesseln wurde Abstand genommen. Vergl. Seite 25.

Der Feuerraum ist nach oben durch ein Tonnengewölbe abgeschlossen, welches etwa 1 m über dem Kofst liegt und diesem parallel ansteigt.

Das Gewölbe ist am oberen Ende der Zelle seitlich über dem Vorherd durchbrochen von dem Beschickungstrichter, welcher etwa 3 hl Fassungsraum hat. Er wird von der Oberfläche des Ofens aus gefüllt und ist mit einer Bodenklappe versehen, welche mittelst eines Hebels geöffnet wird, wenn der Trichterinhalt auf den Vorherd entleert werden soll.

Am tiefsten Theile des geneigten Kofstes ist der Feuerraum durch die Schlackenthür abgeschlossen, die aus zwei seitlich verschiebbaren Flügeln besteht. Die Schlackenthüren können somit je nach Bedarf mehr oder weniger weit geöffnet werden.

Durch diese beiden Einrichtungen (Bodenklappe des Trichters und Schiebethüren) wird der Eintritt kalter Luft und damit der Wärmeverlust bei Bedienung der Ofen nach Möglichkeit verringert.

Die Luft tritt bei der ursprünglichen Anlage durch den offenen Aschenfall unter den Kofst. Die Abgase streichen über den Vorherd und das auf ihm liegende Müll und gelangen durch einen seitlich am Ende des Vorherdes liegenden senkrechten Abzug in den Hauptfuchs. Letzterer ist sehr geräumig (2,3 m breit und 1,55 m hoch bis zum Scheitel des ihn bedeckenden Tonnengewölbes), damit sich in ihm Flugstaub und andere durch den Luftzug etwa mitgerissene Theile ablagern können. Der Abzug einer jeden Zelle war anfangs durch eine gußeiserne drehbare Klappe abzuschließen; diese Klappen wurden, nachdem sie sich verzogen hatten und durchgebrannt waren, durch schmiedeeiserne Schieber ersetzt. Der Hauptfuchs kann hinter den Zellen durch einen Drehschieber gegen den Schornstein abgeschlossen werden. Im Fuchs zum Schornstein befindet sich eine den unteren Theil seines Querschnitts abschließende Wand und eine Staubgrube zum Auffangen von Flugasche, die während des Betriebes aus der Grube entfernt werden kann. Aus dem Hauptfuchs wird der Flugstaub durch eine Reinigungsthür herausgefarrt.

Der Fuchs für die Abgase steigt am Schornstein senkrecht an und mündet in den hochgelegenen Fuchs für die Dampfkessel des Wasserwerkes.

Der Betrieb mit offenem Aschenfall ist nach Warner für sein Ofensystem normal, der Aschenfall wurde indessen später luftdicht abgeschlossen zum Zwecke des Betriebes mit Ventilatorunterwind. Jede Zelle erhielt ein in den Aschenfall mündendes Luftrohr von 150 mm lichter Weite mit Drosselklappe.

Die Zelle I enthält noch einen zweiten Abzug für die Verbrennungsgase, welcher in einer Seitenwange über dem Kofst angebracht ist. Durch Oeffnen und Schließen der entsprechenden Abschlußvorrichtungen ist man in der Lage die Verbrennungsgase entweder in gewöhnlicher Weise über den Vorherd zu leiten oder ähnlich wie bei Horsfall über dem Kofst bezw. Feuer abzuführen.

Der Horsfallofen, Blatt 3, bestand zunächst aus zwei Zellen, welche einen Block von 5,20 m Länge, 1,30 m Breite und 4,60 m Höhe bildeten. Später wurde eine dritte Zelle angefügt. Der Ofen wird durch starke Wände umfaßt und an der Vorderwand durch ein Gußeisengeschränk zusammengehalten.

Feuerfeste Futter finden sich ebenso wie im Warnerofen.

Die Zelle hat eine Breite von 1,56 m. Ihre Sohle hat eine Neigung von 1:5; der gemauerte Vorherd hat bei einer Länge von 1,32 m eine Fläche von 2,06 qm. Der Kofst ist etwas weniger stark geneigt und hat bei einer Länge von 1,78 m eine Fläche von 2,78 qm.

Die 21 Kofststäbe sind in ähnlicher Weise angeordnet wie im Warnerofen und sind auch beweglich.

Die Spaltenweite beträgt rund 12—15 mm, das Verhältniß

$$\frac{\text{Freie Kofstfläche}}{\text{Gesamt-Kofstfläche}} = 0,28, \text{ die Zelle hat demnach etwa } 0,78 \text{ qm freie Kofstfläche.}$$

Der obere Abschluß des Feuerraumes wird durch ein Gewölbe gebildet, dessen Scheitel 0,82 m über dem Kofst liegt und parallel zu diesem ansteigt.

Die Füllung der Zellen mit Müll geschieht von der Beschickungsbühne aus mittelst der Schaufel durch eine senkrechte Schiebethür am Ende des Vorherdes. Diese Beschickung mittelst

der Schaufel erfordert viel Arbeit. Zweckmäßiger Weise wird man auch beim Horsfallofen Fülltrichter auf der Oberfläche des Ofens anbringen, wie sie beim Warnerofen beschrieben sind. Wenn man die Zellen Rücken gegen Rücken anlegt, was sich stets empfehlen wird, wo die Vertikalität es zuläßt, ergibt sich eine Beschickung von der Oberfläche der Defen durch Trichter von selbst. Am unteren Ende des Koftes ist jede Zelle durch zwei Schlackenthüren abgeschlossen, von denen jede zwei drehbare Flügel besitzt.

Da die Horsfall Co. für ihr System Dampffstrahlunterwind erfordert, ist der Mischenfall geschlossen. Unter dem Vorherd jeder Zelle liegen zwei Dampfdüsen, mittelst welcher Luft angesaugt und in gußeiserne Kästen, welche die Zellenwangen bilden, gedrückt wird. Die Luft soll vorgewärmt werden, ehe sie durch Löcher in den Kästen unter den Kofst tritt; andererseits wird die Wange der Zelle durch die den Seitenkästen der Zelle durchstreichende Gebläseluft abgekühlt und vor dem Abbrennen geschützt. Der später angewendete trodene Unterwind von einem Ventilator wurde nicht durch diese Seitenkästen, sondern durch ein 150 mm im Q. weites Rohr unmittelbar in den Mischenfall gedrückt. Der Dampf für die Dampffstrahlgebläse, sowie für den Betrieb des Ventilators wurde durch einen besonders geheizten Lokomobilkeffel geliefert.

Die Verbrennungsgase werden beim Horsfallsystem über dem stärksten Feuer abgezogen. Das feuerfesteste Gewölbe ist deshalb über dem Kofst durch runde Löcher durchbrochen.

Ueber der Zelle befindet sich die sogenannte Verbrennungskammer, in welcher die Abgase sich durcheinandermischen und vollständig verbrennen sollen. Ueber der Verbrennungskammer liegt der horizontale Schieber zum Abschluß der Zelle vom Schornsteinzug. Der Fuchs liegt über den Verbrennungskammern, er ist 1,25 m hoch und 0,5 m breit und mündet in den Fuchs von den Dampffesseln des Wasserwerkes.

Die dritte Zelle ist im Wesentlichen ebenso gebaut wie die beiden ersten. In ihr liegt der Scheitel des Gewölbes über dem Feuerraum waagerecht in 1,0 bezw. 1,35 m Höhe über dem Kofst.

Die Verbrennungskammer ist so vergrößert, daß sie in den Fuchs übergeht. Außerdem hat die Zelle stärkere und verstellbare Düsen am Dampfstrahlgebläse. Sie wurde nicht an den Ventilator angeschlossen.

Der Fußboden des Standes der Feuerleute (vor den Schlackenthüren) ist bei beiden Ofensystemen mit einer Klinker-Kollschicht in Cement belegt.

---

## II. Betrieb.<sup>1)</sup>

Bei den Versuchen, welche, wie oben erwähnt, nach englischem Muster angestellt werden sollten, kam in erster Linie die Verbrennung des Hausmülles, so wie es aus der Stadt angefahren wird, in Betracht. Es wurden indessen zeitweilig die Einmachbüchsen und gewöhnlich die sperrigen, nicht brennbaren Gegenstände wie Eimer, Krufen, Steine u. s. w. vor dem Einbringen in die Defen ausgeschieden.

Zur Feststellung der Leistung der Defen wurde das Gewicht des Mülles durch Wägung der vollen und der leeren in die Verbrennungsanstalt angefahrenen Wagen durch die Aufseher festgestellt, desgleichen wurden die Kohlenzufüge, sowie die aus den Defen kommenden Rückstände sämtlich gewogen.

Der Betrieb wurde in der Weise gehandhabt, daß die Defen, so weit nicht Unterbrechungen durch Ruhetage, Ausbesserungen und Veränderungen der Zellen u. s. w. bedingt waren, zur Vermeidung von Abkühlungen dauernd Tag und Nacht im Feuer gehalten wurden.

Die Bedienungsmannschaften mußten deshalb mit Ablösung arbeiten. In der Zeit geringerer Leistung der Defen waren beschäftigt:

---

<sup>1)</sup> Ueber den äußeren Betrieb einer Müllverbrennungsanstalt in England vgl. unseren Reisebericht S. 8 bis 11.

- 2 Aufseher,
- 4 Feuerleute,
- 2 Lokomobilheizer,
- 9 Arbeiter,

welche in zwei zwölfstündigen Schichten arbeiteten.

In der Zeit der größeren Leistung stellte es sich indessen als vortheilhafter heraus, die Feuerleute in drei Schichten arbeiten zu lassen, wie es in England wohl allgemein üblich und auch in Hamburg eingeführt ist. Es mußten dann zwei Feuerleute mehr eingestellt werden, zeitweilig auch ein oder zwei Arbeiter. An jedem Ofen waren gleichzeitig ein Feuermann und zwei Arbeiter beschäftigt. Ersterer hatte gewöhnlich seinen Stand vor den Schlackenthüren, er hatte das Feuer von drei Zellen zu überwachen und das Aus Schlacken zu besorgen, er mußte auch die Füllung der Zellen vornehmen. Bei der Beschickung des Horsfallofens, der bei unserer Anlage durch Einschaufeln des Mülls gefüllt wurde und deshalb, wie bereits bei der Beschreibung der Defen erwähnt wurde, mehr Arbeit erforderte, mußte der Feuermann bei starkem Betriebe durch einen Arbeiter unterstützt werden, hauptsächlich um die Beschickung zur Vermeidung des zu langen Offenstehens der Zelle zu beschleunigen.

Die Arbeiter hatten das Müll bis an die Füllöffnungen der Defen zu bringen und die Rückstände fortzuschaffen. Bei unserer Versuchsanlage mußte das Müll durch Menschenarbeit auf die Oberfläche des Warnerofens bezw. die Beschickungsbühne des Horsfallofens gehoben werden; bei einer endgültigen Anlage, welche man mit einer geneigten Auffahrt bezw. mit maschinell bewegten Kranen versehen würde, ist eine geringere Anzahl von Arbeitskräften erforderlich.

Die Lokomobilheizer bedienten die Lokomobile, welche den Dampf für die Dampffstrahlgebläse des Horsfallofens lieferte und die später angebrachte Ventilatoranlage betrieb.

Die Defen blieben anfangs ohne Unterbrechung im Betrieb, d. h. auch sonntags, da Wärmeverluste so viel wie möglich vermieden werden sollten. Es stellte sich aber heraus, daß der Einfluß der Unterbrechung nicht von zu großer Bedeutung war. In den Zeiten, in welchen das Müll eine geringere Brennbarkeit besaß,

erloschen die Defen zwar meist schon bei einer zwölfstündigen Unterbrechung, (Sonntag Abend bis Montag Morgen)<sup>1)</sup>, sie konnten jedoch ohne allzu großen Mehraufwand von Zusätzen nach der Unterbrechung wieder angeheizt werden.

In den Zeiten der besseren Brennbarkeit des Mülls wurden die Zellen vor der Unterbrechung nahezu vollständig angefüllt und bei geöffnetem Mischenfall und nur zum geringen Theil geöffnetem Schieber im Fuchs sich selbst überlassen. Das Müll glimmte dann meist langsam weiter und konnte bei Wiederaufnahme des Betriebes nach 24 bis 36 Stunden häufig ohne, meist durch geringe, Zusätze wieder in Brand gebracht werden.

Die Versuche zeigten bereits bei ihrem Beginn (Februar 1895), daß das berliner Wintermüll nicht ohne Zusatz verbrannt werden konnte. Die vorher bis zur Roth- und sogar Weißgluth durch Kohle angeheizten Zellen beider Ofensysteme erloschen meist in 4 bis 8 Stunden, nachdem sie mit Müll beschildt worden waren. Es war deshalb nöthig, die Verbrennung durch Zuführung von Brennstoffen zu unterstützen. Als Zusatz wurde zunächst Koks gewählt, da dieser ohne Rauch zu entwickeln verbrennt, und also die Beobachtungen des Schornsteinauswurfes nicht beeinflusste. Da Rauchbelästigungen durch den Schornstein nicht bemerkbar waren, wurden die Versuche später mit Zusatz von Steinkohlen fortgesetzt.

Anderere Brennstoffe können hier kaum in Betracht kommen. Auf unsere Umfragen sind uns zwar eine ganze Reihe von

---

<sup>1)</sup> Anfangs wurde der Uebergang des Personals von der Nachtschicht zur Tagesschicht in der Weise bewirkt, daß beim Wechsel, der sonntags vorgenommen wurde, die Nachtschicht von Sonnabend um 6 Uhr bis Sonntag Mittag um 12 Uhr arbeitete und dann von der Tagesschicht der vorigen Woche abgelöst wurde, die dann von Sonntag Mittag 12 Uhr bis Montag Morgen 6 Uhr arbeitete und in der folgenden Woche den Nachtdienst übernahm. Später wurde der Betrieb von Sonntag Abend 6 Uhr bis Montag Morgen um 6 Uhr unterbrochen; jede Schicht hatte dann 24 Stunden Ruhe und die Umwechselung der Tagesschicht gegen die Nachtschicht konnte leicht bewirkt werden.

Wenn es der Betrieb zuließ, in der Zeit der besseren Brennbarkeit des Mülls, wurden von Sonnabend bis Montag Pausen von 24 bis 36 Stunden gemacht.

flüssigen und festen Brennstoffen angeboten worden, wie Kreosotöl, Braunkohlentheeröl, Petroleumrückstände, Masut, Torf, Braunkohlenholz, Staub- und Gruskohlen, welche durch die Braunkohlenwerke nicht weiter verkauft werden können, u. s. w.; sie waren aber nicht zu verwenden, da manche feuergefährlich und die meisten zu theuer sind. Die Kohlenabfälle wurden ja meist zu niedrigem Preise oder sogar frei Grube angeboten, aber in ihnen ist die Brennkraft durch andere Beimengungen so verringert, daß sie die Fracht- und Anfuhrkosten für weitere Entfernungen nicht werth sind. Brennstoffe, die für andere Zwecke hier nicht marktfähig sind, sind auch als Zusatz bei der Müllverbrennung zu theuer. Die feinere Kohle, für die wegen der hohen Frachtkosten nur die Anfuhr zu Schiff in Frage kommen könnte, müßte auch für den Winter aufgestapelt werden, wodurch Lagerplätze erforderlich werden würden und außerdem wegen der Selbstentzündung Feuergefährlichkeit zu befürchten wäre. Die sogenannten billigen Brennstoffe würden auch wegen ihres großen Gehaltes an Rückständen die Abfuhr aus der Verbrennungsanstalt vermehren.

Von den erwähnten Stoffen wurden zu Versuchen deshalb nur vorübergehend sogenannte Koksasche aus den Gasanstalten und Kohlenholz verwendet. Die Koksasche zeigte, daß ein minderwerthiges pulveriges Zusatzmittel sich sehr schwer entzündet und das Feuer nicht verbessert; das Kohlenholz hatte nur eine sehr geringe Wirkung.<sup>1)</sup>

Als Zusatz wurde deshalb in Zukunft ausschließlich beste nicht zu kurzflammige Steinkohle gewählt.

Der Brennstoff wurde zunächst dem Müll beigemischt, ehe es in den Ofen gebracht wurde; es zeigte sich aber, daß ein derartig beigemischter Zusatz keinen wesentlichen Vortheil bot, da die Zusätze so stark von Asche und sonstigen nicht brennbaren Stoffen umgeben waren, daß ein Theil derselben sich überhaupt nicht entzündete, sondern mit den Schlacken unverbrannt aus dem Ofen herausgezogen wurde. Später wurden die Zusätze stets durch

<sup>1)</sup> Vergl. S. 72 u. ff. Zusammenstellung I Nr. 43, 45, 46, II Nr. 40 und III Nr. 40.

die Schlackenthür eingeführt, auf einem Haufen zur Entzündung gebracht und, wenn sie durchgebrannt waren, auf dem Roß über dem Müll ausgebreitet. Die Roßzusätze wurden dabei meist in hellbrennendem Zustande der Feuerung des Dampfkessels entnommen, die Kohlen konnten dagegen, wenn das Feuer im Ofen dem Verlöschen nicht schon gar zu nahe war, in schwarzem Zustande eingebracht werden.

Der Verbrennungsvorgang beginnt bei beiden Ofensystemen in der Weise, daß das Müll zunächst auf dem Vorherd vorge-trocknet wird. Bei Warner streichen die Abgase über das Müll auf dem Vorherd hin, bei Horsfall findet Trocknung nur durch die strahlende Wärme vom Roß aus statt, da bei diesem System die Abgase über dem Roß aus der Zelle abgezogen werden. Die Gasführung beim Horsfallöfen soll den Zweck haben, sämtliche Gase dadurch vollständig zu verbrennen, daß sie vor dem Verlassen der Zelle noch einmal über die heißeste Stelle des Ofens geleitet werden.

Beim Warneröfen ist — theoretisch — eher zu befürchten, daß die durch die trockne Destillation des Mülls entstehenden emphysematischen Gase unverbrannt in die Außenluft gelangen und die Nachbarschaft belästigen. Bei den Versuchen hat sich indessen kein Unterschied bezüglich der Belästigungen durch beide Ofenarten gezeigt.

Das vorgetrocknete Müll wurde je nach Bedarf mittelst drei- bis vierzinkiger eiserner Harken zur eigentlichen Verbrennung auf den Roß übergezogen. Nach wiederholtem Ueberziehen wurde der auf dem Roß sich bildende Schlackenkuchen so dick, daß die Luft ihn nicht mehr durchdringen konnte. Die Schlacke, die dann in ihrem unteren Theile nicht mehr glühend war, wurde in der Zelle — nachdem zutreffenden Falles der Unterwind abgesperrt worden war — mittelst schwerer Spieße gebrochen und aus dem Ofen entfernt. Die einzelnen Schlackenstücke wurden vor dem Ausziehen umgewendet, damit die auf ihnen vorhandenen brennenden Theile auf dem Roß zurückblieben. Nach Beendigung des Schlackens wurde das Gebläse wieder angestellt und Müll zunächst in dünnerer und dann in dickerer Schicht vom Vorherd auf den Roß gezogen. Zur Entfernung der feineren Theile, welche die

Verbrennung beeinträchtigen, mußten die Kofststäbe wiederholt bewegt werden.

Das Müll zeigte hinsichtlich seiner Brennbarkeit eine sehr große Verschiedenheit, entsprechend schwankte auch die Zeitdauer von einer Schlackung zur anderen. Für den Horsfallofen betrug sie im Allgemeinen 2 bis 3 Stunden, für den Warnerofen etwas mehr.

Der Vorherd wurde nach Bedarf beschickt, die Vortrocknung zeigte sich nicht von großem Einfluß, wenigstens konnte kein Unterschied festgestellt werden in der Verbrennung je nach dem das Müll mehr oder weniger lange Zeit auf dem Vorherd gelegen hatte. Desgleichen zeigte sich auch die Feuchtigkeit, die das Müll bisweilen beim Lagern im Freien erhielt, nur von wenig nachtheiligem Einfluß.<sup>1)</sup>

Der Warnerofen wurde ursprünglich bei offenem Aschenfall, der Horsfallofen bei geschlossenem Aschenfall nach Vorschrift der Horsfall Co. mit Dampfstrahl-Unterwind-Gebläse betrieben; später wurde die Verbrennung in beiden Ofensystemen mit trockenem Unterwind vorgenommen.

### III. Ergebnisse.

#### 1. Zusammenstellung der Leistungen.

Für die Beurtheilung der Leistungen der Ofen sind in Betracht zu ziehen die Menge, welche eine Zelle in 24 Stunden zu verbrennen im Stande ist, ferner der etwa erforderliche Zusatz und die Rückstände, welche das Müll nach der Behandlung im Feuer hinterläßt. Außerdem ist noch die Frage von Wichtigkeit, ob sich bei der Verbrennung des Mülls so viel Wärme entwickelt, daß die Abgase zur Heizung von Dampfkesseln benutzt werden können.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> In Hamburg wird das Müll zur Verhinderung der Verstaubung sogar häufig mit Wasser angefeuchtet

<sup>2)</sup> Ueber die Wärmeentwicklung s. S. 24.

Schließlich ist auch noch in Betracht zu ziehen, ob die Verbrennung des Müllses ohne Gefahren oder Belästigungen für die Nachbarschaft vorgenommen werden kann.

Die Leistung der Zellen ist abhängig von der Art des Betriebes der Ofen, sowie von der Beschaffenheit des Müllses, welches nicht nur aus verschiedenen Stadtgegenden und Zeiten sehr verschieden ist, sondern sogar aus denselben Häusern von einem Tage zum andern sich stark verändert.<sup>1)</sup> Es finden sich deshalb große Schwankungen der Leistung.

Die Ergebnisse der Versuche finden sich in den Zusammenstellungen Nr. I bis V auf S. 71 bis 92.

Die Zusammenstellungen Nr. I bis IV führen die Ergebnisse der Zeitfolge nach auf als Durchschnitte von mehr oder minder großen Zeitabschnitten, wie sie durch Unterbrechungen oder Änderungen des Betriebes und durch andere Rücksichten bedingt wurden. Für den Warnerofen sind Durchschnittszahlen aus den Ergebnissen seiner 3 Zellen angegeben; es hat keine Trennung nach den einzelnen Zellen stattgefunden, so lange sie sich in gleichartigem Betriebe befanden, da es in unserer Anlage schwierig war, die Beschickung der einzelnen Zellen dieses Ofens gesondert vorzunehmen. Bei einem Versuch, bei welchem die Aufzeichnungen getrennt vorgenommen wurden, hat sich zufällig kein wesentlicher Unterschied in der Leistung der einzelnen Zellen gezeigt.<sup>2)</sup> Beim Horsfallofen fand eine Sonderung nach den drei Zellen statt. Die Zelle III war nachträglich auf Anrathen der Horsfall Co. angebaut worden, welche davon eine wesentliche Verbesserung der Leistung ihrer Anlage erwartete. Diese Zelle war fast nur mit Wintermüll im Betrieb und war außerdem nur mit Dampfstrahlgebläse ausgerüstet, sie stand also stets unter dem später näher zu erwähnenden nachtheiligen Einfluß der Feuchtigkeit; ihre Ergebnisse können deshalb nicht als Grundlage für Schlüsse dienen und sind bei der Berechnung der Gesamtdurchschnittszahlen nicht weiter berücksichtigt worden.

---

1) Vergl. S. 108—111 die mechanische Analyse.

2) Vergl. Zusammenstellung I Nr. 17 und 18.

Die Durchschnittsergebnisse aus sämtlichen Versuchen mit normalem Betrieb finden sich in den Zusammenstellungen Va und b S. 89 und 91, welche gleichzeitig die Kosten angeben. Die Zusammenstellung Va giebt die Ergebnisse für jeden Ofen nach den einzelnen Betriebsarten (unbehandeltes Müll, grober Siebrückstand, natürlicher Luftzug, Dampfstrahlgebläse und trockener Unterwind), Vb für jede Betriebsart nach den einzelnen Defen.

## 2. Unbehandeltes Müll.

Die Versuche verfolgten in erster Linie den Zweck, das Müll in unbehandeltem Zustande, d. h. so wie es aus den Häusern kommt, zu verbrennen. Es stellte sich heraus, daß im Allgemeinen die Brennbarkeit des unbehandelten Mülls und also die Leistung der Defen im Sommer bedeutend größer ist als im Winter.

Ein Kohlenzusatz war im Warnerofen vom Monat Mai an nur in geringem Grade, fast nur zum Anheizen der kalten Defen nach Betriebsunterbrechungen und vom Juli bis zum November überhaupt nicht erforderlich; auch die beiden Horsfallzellen brannten vom Juli bis November bei normalem Betrieb fast ohne Zusatz. Das Müll konnte im Sommer sogar bei Beginn des Betriebes im kalten Ofen häufig ohne Zuhilfenahme von Brennstoffen in Brand gesetzt werden.

Wie in der Beschreibung der Defen erwähnt worden ist, sind die Kofststäbe beweglich gemacht, damit das Müll durchgerüttelt werden kann. Da nun die durch den Kofst in den Aschenfall gelangten feinen Theile noch unverbrannte organische Stoffe enthielten,<sup>1)</sup> war anzunehmen, daß diese nicht lange genug dem Feuer ausgesetzt, vielmehr durch das Schütteln der Kofste seiner Einwirkung zu schnell entzogen waren. Es wurden deshalb im Juli und August 1895 Versuche ohne die Bewegung der Kofste angestellt. Bei diesen Versuchen sank aber die Leistung<sup>2)</sup> der

<sup>1)</sup> S. S. 38.

<sup>2)</sup> Vergl. Zusammenstellungen I Nr. 16 u. 18, II Nr. 16 u. 17, III Nr. 15 u. 16.

beiden Ofensysteme herab; zur Erzielung einigermaßen annehmbarer Ergebnisse kann deshalb die Schüttelung der Koste nicht entbehrt werden.

Beim Betriebe der Zellen mit offenem Aschenfall und bei Schüttelung der Koste schwankte die Tagesleistung der Zellen (24 Stunden) bei der Verbrennung von ungesiebtetem Müll im Warnerofen von 1,53 t bis 4,56 t<sup>1)</sup> und im Horsfallöfen von 1,98 t bis 3,69 t<sup>2)</sup>.

Die Horsfallöfen sollten nach Vorschrift der Fabrik normal mit Dampfstrahl-Unterwind betrieben werden.<sup>3)</sup> Bei den Versuchen, welche dementsprechend lange Zeit hindurch angestellt wurden, schwankten die Leistungen der Zellen in 24 Stunden von 1,09 t und 1,21 t bis auf 5,02 t und 5,29 t.<sup>4)</sup> Im Juni und Juli 1895 wurden Versuche über den Einfluß des Dampfstrahlgebläses in der Weise angestellt, daß umschichtig immer eine Zelle mit, die andere ohne Dampfstrahlgebläse betrieben wurde. Es stellte sich im Allgemeinen ein Vortheil bei Anstellung des Gebläses heraus, so lange die Zellen bei gut brennendem Müll genügend warm wurden. Brannte das Müll jedoch schlecht, so schlug sich der durch das Gebläse eingeführte Wasserdampf an den Ofenwänden nieder, befeuchtete den ganzen Ofen und beeinträchtigte die Verbrennung derart, daß die Feuer bisweilen ganz erloschen.

Wenn man erwägt, daß in eine Zelle stündlich 75 kg,<sup>5)</sup> also in 24 Stunden bis zu 1,8 t Dampf eingeführt werden und daß in gleicher Zeit im allergünstigsten Falle 5,29 t Müll

---

1) Zusammenstellung I Nr. 42 u. 58, I Nr. 22.

2) Zusammenstellung II Nr. 10 u. 12.

3) Der Ingenieur der Horsfall Co, Herr Watson, war der Meinung, daß der Wasserdampf sich bei der erzielten Hitze im Ofen zersetzt und daß die Verbrennung durch den bei der Zersetzung entstehenden Sauerstoff und Wasserstoff langflämmiger werde. In unseren Öfen dürften nur ausnahmsweise so hohe Temperaturen gewesen sein, daß sich der Wasserdampf zersetzen konnte; (die Zersetzung beginnt bei 900—1000 °) es konnte deshalb auch nicht beobachtet werden, ob eine Verlängerung der Flammen sich erzielen läßt.

4) III 40, II 30, II 54, III 47.

5) In Paris hat man bis zu 211 kg Dampf für eine Zelle gebraucht. Ein Vortheil in der Leistung ist dort mit dem Gebläse nicht erzielt worden.

verbrannt worden sind, so ist der nachtheilige Einfluß, welchen das Dampfstrahlgebläse ausüben kann, erklärlich.

Es wurde deshalb versucht, das Dampfstrahlgebläse des Horsfallofens durch ein Gebläse, welches trockenen Unterwind<sup>1)</sup> liefert, zu ersetzen. Versuche, welche im August und September 1895 zunächst an einer Horsfallzelle angestellt wurden, hatten günstige Ergebnisse.<sup>2)</sup> Es wurden in Folge dessen zunächst zwei Horsfallzellen und später die drei Warnerzellen mit entsprechenden Rohrleitungen für Ventilatorbetrieb ausgerüstet, die dritte Horsfallzelle wurde nicht für den Betrieb mit trockenem Unterwind eingerichtet. Da die Ventilatoranlage anfänglich nicht ausreichend und die zur Verfügung stehende Maschinenarbeit zu schwach war, konnte der Warner-Ofen, welcher ungünstig gegen die Ventilatoranlage lag, nicht genügend mit trockenem Unterwind versehen werden, die Ventilatoranlage wurde deshalb verstärkt, und die beiden Ofenanlagen wurden später nur umschichtig mit Ventilator betrieben.

Auch bei dieser Betriebsart waren die in 24 Stunden in einer Zelle verbrannten Müllmengen sehr verschieden; sie schwankten beim Warnerofen von 1,53 t<sup>3)</sup> bis 5,76 t<sup>4)</sup>, beim Horsfallofen von 3,05 t und 3,62 t<sup>5)</sup> bis 6,73 t und sogar 9,21 t.<sup>6)</sup>

Aus den Mittelwerthen der Zusammenstellung V geht hervor, daß das unbehandelte berliner Müll im Jahresdurchschnitt nicht ohne Zusatz verbrannt werden kann.

Die Ergebnisse der Verbrennung werden gesteigert durch die Anwendung von Unterwindgebläsen. Das Dampfstrahl-Unterwindgebläse läßt eine geringe Vermehrung der in einer Zelle in 24 Stunden verbrannten Menge bemerken, während die Erhöhung der Leistung durch den trockenen Unterwind in beiden Ofensystemen ganz bedeutend ist.

1) Der trockene Unterwind war vorher schon in Hamburg als vortheilhaft befunden worden.

2) II 25—28, III 29—30, 32—35.

3) I 46. 4) I 77.

5) II 38, III 39. 6) II 57, III 33.

Die größte Leistung mit unserm unbehandeltem Müll ist also bei der Anwendung von trockenem Unterwind zu erreichen.

Die Versuche lehren, daß bei diesem Betriebe im Jahresdurchschnitt rd. 5,4 t berliner Müll in einer Zelle in 24 Stunden verbrannt werden können. Es ist dazu erforderlich ein Zusatz von etwa  $1\frac{1}{2}\%$  Kohlen vom Gewicht des Mülls, und es verbleiben unverbrennliche Rückstände rund die Hälfte vom Gewicht, von denen etwa 36% Schlacken und 14% Asche sind. (Zusammenstellung Va Nr. 8).<sup>1)</sup>

Für diese Betriebsart sind in der Zusammenstellung nur die Zahlen benutzt worden, die vollständig frei sind von Störungen irgend welcher Art, welche sich bei dem Versuchsbetrieb verschiedentlich ergaben durch Unterbrechungen des Betriebes, Unvollkommenheit in der Luftzuführung u. s. w. Die angegebene Leistung wird demnach nur unter günstigen Betriebsverhältnissen erreicht werden.<sup>2)</sup>

Die hier folgenden Zusammenstellungen geben die Ergebnisse des Betriebes mit trockenem Unterwind nach Monaten an. Aus ihnen ist zu ersehen, daß in den kalten Monaten, in denen geheizt wird, das Müll schlechter brennt, wie in den warmen Monaten. Für die Wintermonate stellt sich die Leistung in 24 Stunden im Durchschnitt auf 4,121 t, für die Sommermonate auf 6,553 t.

---

1) In England 6—7 t; Schlacke 25%, Asche 8%, zusammen etwa 33% vom Gewicht. In Hamburg über 7 t, Schlacke 46%, Asche 11%, zusammen etwa 57%. In Paris 6,4—7,7 t, Schlacke 29%, Asche 8%, zusammen etwa 37%. In England und in Hamburg ist in der Zelle nie, für die Dampferzeugung nur bei Inbetriebsetzung nach einem Stillstand ein Kohlenaufwand erforderlich.

In Paris war in der Zelle nur einmal ein Zusatz nötig (beim Verbrennen von Kartoffelabfällen aus den Markthallen). Im Allgemeinen wurde dort der Ofen ohne Gebläse betrieben, da die Leistung durch dieses nicht erhöht wurde; die Abgase konnten nicht den nötigen Dampf erzeugen, so daß für das zeitweilig in Betrieb genommene Gebläse ein besonderer Aufwand an Kohlen erforderlich war.

2) Die Leistungen, welche die Horsfall Co. glaubt gewährleisten zu können, sind auf S. 98 bez. 102 angegeben.

### Leistungen beim Betrieb mit trockenem Unterwind in den einzelnen Monaten. (Horsfallöfen.)

Monat	Gewicht kg	Brenn- dauer Std.	In 24 Std. in 1 Zelle kg	Rückstände			Zusatz (Kohle)
				Schlacke	Asche	Zu- sam- men	
				% vom Gewicht			
September 1895 . . .	60 085	199,5	7 228	35	13	48	0
Oktober 1895 . . .	16 930	54,0	7 524	31	10	41	0
November 1895 . . .	70 845	478,0	3 557	34	15	49	0,25
Dezember 1895 . . .	47 080	257,0	4 397	38	18	56	0,38
Januar 1896 . . .	58 610	305,5	4 604	35	17	52	2,4 <sup>1)</sup>
Februar 1896 . . .	25 090	134,0	4 494	34	13	47	5+0 <sup>2)</sup>
April 1896 . . .	168 200	655,5	6 158	38	13	51	0,37
Mai 1896 . . .	100 848	358,5	6 751	36	11	47	0,41
Durchschnitt . . .	547 738	2442,0	5 383	36	14	50	0,5

### Vergleich der Wintermonate mit den Sommermonaten.

Zeit	Gewicht kg	Brenn- dauer Stunden	In 24 St. in 1 Zelle verbrannt kg	Zusatz % vom Ge- wicht	Rückstände % vom Gewicht		
					Schlacke	Asche	zusam.

Monate, in denen im Allgemeinen geheizt worden ist:

November 1895	201 675	1 174,5	4 121	0,9	35	16	51
Dezember 1895							
Januar <sup>1)</sup> 1896							
Februar <sup>2)</sup> 1896							

Monate, in denen im Allgemeinen nicht geheizt worden ist:

September 1895	346 063	1 267,5	6 553	0,3	37	12	49
Oktober 1895							
April 1896							
Mai 1896							

1) Einem Theil des Müllses waren 10% Kohle beigemischt.

2) 5% Kohle beigemischt.

Die Beobachtungen an den Defen haben ergeben, daß im Allgemeinen das Müll aus der Geschäftsgegend in dem Centrum und aus dem Westen der Stadt besser brannte, als das aus dem Osten und den andern Gegenden, ziffernmäßig läßt sich das indessen nicht nachweisen.<sup>1)</sup>

### 3. Gesiebtes Müll.

Zur Prüfung, ob und in wie weit der Gehalt des Mülls an Asche und sonstigen feinen Theilen von Einfluß auf die Verbrennung ist, wurden auch wiederholte Versuche mit der Verbrennung des beim Aussieben verbleibenden groben Siebrückstandes angestellt. Das Müll wurde zu diesem Zwecke durch Werfen gegen ein schräg stehendes Sieb von den feinen Theilen, dem Siebdurchfall, getrennt.

Die Versuche wurden zu verschiedenen Jahreszeiten vorgenommen. Der Siebrückstand lagerte in der Regel längere Zeit im Freien, bis eine genügende Menge gesiebt war bzw. bis zu seiner Verbrennung sich Gelegenheit fand, und war deshalb besonders im Winter stark der Witterung ausgesetzt.

Trotzdem also die Versuche meist unter ungünstigen Umständen vorgenommen wurden, war die Verbrennung in der Regel eine lebhaftere und die Leistung der Defen, wie aus der Zusammenstellung V zu entnehmen ist, bei allen Arten des Betriebes

---

<sup>1)</sup> Eine Zusammenstellung der Ergebnisse nach den einzelnen Stadtgegenden N., W., S., O., E., welche wir aufgestellt haben um zu prüfen, ob für bestimmte Stadtgegenden die Ergebnisse günstigere wären, ließ keine Schlüsse zu. Der Grund hiervon liegt darin, daß zu Vergleichen nur Durchschnittszahlen größerer Müllmengen, welche unter sonst ganz gleichen Betriebsverhältnissen verbrannt wurden, herangezogen werden können, während die verschiedenen Kombinationen der Betriebs- und Müllarten eine Herstellung gleicher Verhältnisse in gewünschtem Umfange unmöglich machte.

Da die Müllabfuhr in Berlin in den Händen von Privatunternehmern liegt, die sich nach ihrer Kundschaft richten müssen, kommt es vielfach vor, daß ein Wagen einen langen Weg durchlaufen und Müll aus verschiedenen Stadtgegenden abfahren muß, so daß die Bezeichnung N. u. s. w. nicht immer streng zutrifft. Die Angaben der Kutscher bezüglich der Herkunft des Mülls konnten auch nicht genau geprüft werden.

höher als bei der Verbrennung von unbehandeltem Müll. In den verbrannten Mengen zeigten sich Mehrleistungen beim Betriebe ohne Gebläse von 2,198 t bis 2,446 t in einer Zelle in 24 Stunden, beim Betriebe mit Dampfstrahlgebläse von 2,947 t und beim Betriebe mit trockenem Unterwind von 3,476 t bis 4,722 t.

Der Kohlenzusatz, soweit er überhaupt erforderlich wurde, war ein verschwindend kleiner, 0,24 und 0,08 % beim Betriebe ohne Gebläse und mit Dampfgebläse; er war gleich Null bei der Verwendung von trockenem Unterwind.

Es läßt sich nach den Ergebnissen der Versuche annehmen, daß im dauernden Betriebe mit trockenem Unterwind eine Zelle in 24 Stunden 8—9 t Siebrückstand oder aschefreies Müll ohne Zusatz von Brennstoffen verbrennen wird.

Die Menge der Asche im Aschenfall, und in Folge dessen die Gesamtmenge der Rückstände war geringer wie beim unbehandelten Müll; die Schlackenklümpen waren größer und fester.

#### 4. Rückstände.

Die Rückstände der Verbrennung in Berlin sind nicht unbedeutend; sie bestehen aus Schlacke, welche sich auf dem Roß bildet, und aus Asche, welche durch diesen hindurchfällt. Es sammelt sich außerdem in den Zügen zum Schornstein noch feine Flugasche an, welche in ihrer Menge gegenüber der Schlacke und Asche indessen nicht ins Gewicht fällt.

Die Rückstände bestehen beim Betrieb der Defen mit trockenem Unterwind, also der günstigsten Art des Betriebes, nach Zusammenstellung Va Nr. 8, dem Gewichte nach aus 36 % Schlacke und 14 % Asche, betragen also zusammen 50 %.<sup>1)</sup>

Das Raumgewicht der Rückstände, sowie des zur Anstalt angefahrenen Mülls wurde regelmäßig festgestellt; die Wägungen hatten das folgende Ergebnis:

---

<sup>1)</sup> In England betragen die Rückstände dem Gewicht nach in der Regel 25—33% (vergl. unsern Reisebericht Seite 37); in Hamburg 59,5%.

Gewicht von 1 cbm in kg			
	Durchschnitt	Maximum	Minimum
Müll <sup>1)</sup> . . . . .	591	755 am 4. 12. 95.	505 am 23. 4. 96.
Schlacke . . . . .	778	1150	610
Afche . . . . .	891	1066	735

Demnach ergibt sich:

Verbrennungsrückstände von ungefiebttem Müll			
	Schlacke	Afche	Zusammen
Nach dem Gewicht . . . . .	36 %	14 %	50 %
Nach dem Rauminhalt . . . . .	27 "	10 "	37 "

Unter der Voraussetzung, daß die Rückstände nicht anderweitig verwertet werden können, würde man für ihre Unterbringung entsprechend ihrem geringeren Rauminhalt nur 37 % von der Fläche der augenblicklich für die Stapelung des Mülls erforderlichen Plätze nöthig haben. Da ferner die Rückstände hygienisch nicht zu beanstanden sind, so könnten sie in der Nähe der Stadt abgelagert werden. Ihre Abfuhr würde demnach sowohl wegen der geringeren Menge, 50 % vom Gewicht, als wegen der kürzeren Wege, geringere Kosten verursachen, als jetzt die Abfuhr des Mülls vom städtischen Mülleinladeplatz.

Eine Verwerthung der Rückstände konnte nur anfänglich in geringem Grade gefunden werden, die Nachfrage war trotz wiederholter Anzeigen in verschiedenen Zeitungen sehr gering. Es wurden von Privatleuten im Ganzen etwa 1000 cbm abgeholt, welche meist zur Aufhöhung von Grundstücken und zur Befestigung von Wegen benutzt wurden. Die Rückstände eignen sich

<sup>1)</sup> Das Raumgewicht für dieselbe Müllmenge wird ziemlich bedeutende Schwankungen zeigen, je nachdem das Müll mehr oder weniger fest zusammengefaßt ist.

dazu zwar sehr gut, ein Erlös ist aber für sie nicht erzielt worden, es mußten für ihre Fortschaffung sogar noch durchschnittlich 0,44 *M.* für 1 cbm an die Abnehmer bezahlt werden.

Es wurden auch Versuche über die Verwerthbarkeit der Schlacke zur Herstellung von Beton angestellt. In der 20 cm starken Unterbettung der Asphalt-Fahrbahn unter dem Schuppen des städtischen Mülleinladeplatzes an der Oberspree, welche aus Kiesbeton (1 : 8) besteht, wurde ein Streifen hergestellt, in welchem ein Theil des Kiesel durch zerkleinerte Schlacke ersetzt wurde. Der Versuchstreifen, auf welchem gewöhnlich Müllfuhrwerke von 3000—5000 kg Gewicht und häufig von 6500—7500 kg verkehren, hielt sich bis jetzt genau so gut wie die Unterbettung der übrigen Fahrbahn.

Eine Platte, die aus 1 Raum-Theil Cement + 2 Theilen scharfem Mauerfand + 6 Theilen zerkleinerter Schlacke hergestellt war, zeigte eine Bruchfestigkeit von 10,83 kg auf 1 qcm; eine zweite Platte gleicher Mischung, welche fester eingestampft war als die erste, zeigte 14,78 kg auf 1 qcm.

Vergleichsversuche, welche mit Platten aus Kiesbeton (1 : 8), wie sie bei der Kanalisation verwendet werden, angestellt wurden, ergaben Festigkeiten von 11,3 kg und von 14 kg auf 1 qcm.<sup>1)</sup>

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß sich die Schlacke aus den Müllöfen sehr wohl zur Herstellung von Beton verwenden läßt. Es ist indessen nicht gelungen, die Schlacke zu diesem Zwecke in die Praxis einzuführen. Demnach ist auch noch fraglich, ob der Schlackenbeton nicht etwa zu theuer werden würde. Die Schlacke, welche längere Zeit im Freien gelagert hatte, verwitterte stark und zerfiel zu Pulver. Zur Herstellung von Beton kann nach dieser Beobachtung Schlacke nicht benutzt werden, die längere Zeit der Witterung ausgesetzt war.

Ueber den möglicher Weise zu erwartenden Bedarf an Schlacke zu Beton als Unterbettung für Asphaltstraßen sei bemerkt, daß im Jahre 1894/95 in Berlin rund 120 000 qm<sup>2)</sup> Asphaltpflaster hergestellt worden sind. Dazu sind erforderlich

1) Vergl. auch Anlage 3 S. 93.

2) Im Jahre 1895/96 rund 84 500 qm.

etwa  $0,15 \cdot 120\,000 = 18\,000$  cbm Beton oder etwa  $10\,000$  cbm Schlacke, welche einer Müllmenge von rund  $\frac{10\,000 \cdot 100}{27} = 37\,000$  cbm oder  $22\,000$  t<sup>1)</sup> entspricht.

Die Schlacke ist auch der Königl. Thiergarten-Verwaltung und der städtischen Park-Verwaltung zur Herstellung ihrer Wege angeboten worden. Beide Verwaltungen haben sie indessen für unbrauchbar befunden.

Es ist auch ein Versuch angestellt worden, die fein zerkleinerte Schlacke an Stelle von Sand<sup>2)</sup> zum Bestreuen des Asphaltpflasters zu verwenden. Der Versuch fiel ungünstig aus. Das Schlackenpulver stumpft nicht wie der scharfe Sand die Pflasterflächen ab, sondern erhöht ihre Glätte, weil es in der Feuchtigkeit glibberig wird.

Es werden in Berlin jährlich rund  $239\,100$  t<sup>3)</sup> Müll abgeworfen, welche bei der Verbrennung etwa  $119\,550$  t oder rund  $148\,000$  cbm Rückstände hinterlassen würden. Es handelt sich also um ganz beträchtliche Mengen.

Da nun die Rückstände aus der Verbrennungsanstalt nur im Anfange und nur in geringer Menge, niemals im Großen, Abnehmer fanden und später überhaupt nicht mehr, so muß man darauf rechnen, daß nach endgültiger Einführung der Verbrennung nur ein verschwindend kleiner Theil wird verwerthet werden können, während fast die ganze Menge durch die Verwaltung abgefahren werden müßte.<sup>4)</sup>

Die Rückstände für landwirthschaftliche Zwecke zu verwenden, wurde nicht weiter versucht, da die Analysen<sup>5)</sup> des beim Absieben des Mülles verbleibenden feinen Siebdurchfalles und der

---

1) Diese Masse würde im Winter in etwa 22 Tagen zur Verbrennungsanstalt angefahren werden.

2) Im Jahre 1895/96 sind in Berlin zusammen  $8970$  cbm Streusand für Brücken und Asphaltstraßen verbraucht worden.  $1$  cbm kostete  $1,875$  M. Unter Umständen hätte die Verwerthung von Schlackenpulver an Stelle von Sand wirthschaftlich vortheilhaft werden können.

3) Vergl. S. 58.

4) In Hamburg, wo die Schlacke anscheinend von besserer Beschaffenheit ist, finden sich dafür zahlende Abnehmer.

5) Vergl. S. 35.

Rückstände der Verbrennung (Schlacke und Asche) keinen Erfolg in dieser Richtung versprochen. Professor Dr. E. Salkowski äußert sich in seinem Bericht (v. 29. 4. 95) über diese Analysen folgendermaßen:

Von Interesse schien es auch, den Gehalt des Siebdurchfalls an Phosphorsäure festzustellen mit Rücksicht auf eine ev. mögliche Verwerthung als Düngemittel. Dieselbe wurde festgestellt durch Behandeln des gesiebten Mülls mit Salpeter-Salzsäure, Abscheidung der Kieselsäure in der üblichen Weise, Fällen mit molybdänsaurem Ammon in salpetersaurer Lösung und schließlich Wägung als Magnesiumpyrophosphat.

Der Gehalt an Phosphorsäure erwies sich auf diesem Wege als sehr gering, nämlich nur zu 0,31 % der lufttrockenen Substanz, sodaß eine Verwerthung in dieser Richtung ausgeschlossen erscheint. Auch von anderen verwerthbaren anorganischen Substanzen, z. B. Kalisalzen enthielt das gesiebte Müll außerordentlich wenig; eher käme es vielleicht in Fällen in Betracht, in denen dem Boden Kalk zugeführt werden soll.

Der Gehalt der Asche an Phosphorsäure, ebenso bestimmt wie in Müll, ergab sich etwas höher, wie in diesem, nämlich = 0,56 %.

Der Gehalt der Schlacke an Phosphorsäure, auf dieselbe Art bestimmt, ergab sich auffallender Weise erheblich höher, wie in der Müllasche, nämlich zu 1,43 %. Als Quelle dieser Phosphorsäure kommen wohl hauptsächlich in dem Müll vorhandene Knochenstücke in Betracht, in geringerem Grade auch mancherlei Küchenabfälle. Aber auch diese Quantität ist selbstverständlich viel zu gering, als daß von einer Verwerthung der Schlacke für landwirthschaftliche Zwecke, namentlich angesichts der erheblichen Schwierigkeit, sie zu pulvern, die Rede sein könnte.

## 5. Wärmeentwicklung.

Während der Zeit, in welcher das Müll von schlechter Beschaffenheit war, ist es nicht möglich gewesen, die Feuer in gutem Zustande zu erhalten, es gelang dann vielmehr nur einen Theil der Kofstfläche in Gluth zu bringen, während der andere Theil schwarz blieb.<sup>1)</sup> Die Temperaturen der Abgase, welche beim Warnerofen im Fuchs zum Schornstein und beim Horsfallofen unmittelbar am Austrittszug aus den Zellen durch Pyrometer

---

<sup>1)</sup> Bei dem Versuch mit berliner Müll in Hamburg im März 1896 war es auch nicht möglich, das Müll auf der ganzen Kofstfläche in Brand zu bringen. (Vergl. die hamburger Registratur Anlage 5 S. 105.)

gemessen wurden, schwankten in diesen Zeiten zwischen  $120^{\circ}$  bis  $150^{\circ}$  C. Temperaturen von  $200^{\circ}$  und darüber wurden bei der Verbrennung von unbehandeltem Müll nur ausnahmsweise beobachtet.<sup>1)</sup>

Während der günstigeren Jahreszeit war der Feuerzustand der Oefen im Allgemeinen besser und die Temperatur — welche indessen stets große Schwankungen zeigte — entsprechend höher.

Eine achttägige Beobachtung vom 11. bis zum 21. September 1895 ergab beim Betriebe mit trockenem Unterwind im Mittel aus 225 Ableesungen  $288^{\circ}$  bei Schwankungen von  $50^{\circ}$  bis  $600^{\circ}$ .

Im Feuer selbst war die Temperatur bisweilen so hoch, daß Glaschenglas<sup>2)</sup> eben anfang weich zu werden.

Beim Verbrennen von bestem Sommermüll mit trockenem Unterwind stellte sich ausnahmsweise auch ein Erglühen der Zellen ein.<sup>3)</sup>

In England wohl ausschließlich und auch in Hamburg<sup>4)</sup> wird der für den Betrieb erforderliche Dampf in Kesseln erzeugt, die durch die Abgase aus den Oefen geheizt werden.

Auch für die berliner Anstalt hatte der Vertreter der Horsfall Co. zum Einbau eines Röhrenkessels gerathen; erforderlichen Falles hätte auch bei beiden Oefensystemen ein Nebenzug für einen Dampfessel angebaut werden können; aber sowohl die oben angegebenen Temperaturen als auch Versuche, welche in der Weise ausgeführt wurden, daß die Abgase durch einen Lokomobilkessel geleitet wurden, zeigten, daß nicht genügend Wärme zur Gewinnung von Dampf entwickelt wurde. Für unsere Versuche

---

1) In englischen Anlagen sinken die Temperaturen kaum einmal unter  $200^{\circ}$ , in Städten mit reichem Müll erreichen sie  $600$  und  $800^{\circ}$  C. und mehr.

Auch in Hamburg sind sie meist so hoch, daß die Zellen gewöhnlich glühen.

2) Glas schmilzt nach „Hütte“ (XVI. Aufl. I S. 301) bei einer Temperatur von etwa  $1200^{\circ}$ .

3) Vergl. auch die hamburger Registratur S. 107.

4) In Hamburg werden zwei Kessel für zwei 40pferdige Dampfmaschinen allein durch die Wärme der Abgase geheizt; es ist noch ein Wärmeüberfluß vorhanden. In Paris wurde nicht genügend Wärme für die Dampferzeugung gewonnen.

wurde der erforderliche Dampf in dem Lokomobilkessel durch Steinkohlen erzeugt, für eine dauernde Anstalt zur Verbrennung des unbehandelten berliner Mülls müßte eine besondere Dampfkesselanlage hergestellt werden, welche durch den Verbrauch an Brennstoffen Betriebskosten verursachen würde, die in den englischen Anlagen und in Hamburg nicht in die Erscheinung treten.

Da durch einen größeren Zusatz von Kohlen in den Zellen die Leistung der Defen nicht wesentlich erhöht wurde, und da die aus den Defen kommende Schlacke keine organischen Stoffe mehr enthielt<sup>1)</sup> und also durch die Schlackenbildung der Zweck der Verbrennung erfüllt war, wurde der Zusatz, wenn das Müll nicht selbstbrennend war, stets auf die geringste Menge beschränkt; das Feuer wurde nur in einem Zustand erhalten, der für die Schlackenbildung genügte. Es würde sehr unvortheilhaft sein, den Kohlenzusatz in den Zellen so zu erhöhen, daß die Temperatur der Abgase zur Dampfsentwicklung genügte, da den Zellen ein bedeutender Ueberschuß an Luft zugeführt wird, bis zum Zehnfachen der theoretisch erforderlichen Menge, welche mit erwärmt werden müßte.

Der Unterschied in der Wärmeentwicklung des berliner und des englischen Mülls wird sofort klar, wenn man bedenkt, daß im berliner Müll 1,32 % halbverbrannte Kohlen<sup>2)</sup> und im englischen 28,8 % enthalten sind.

Günstiger ist die Wärmeentwicklung bei der Verbrennung von Siebrückstand. Versuche zeigten beim Betriebe mit Dampfstrahlgebläse an den Pyrometern Schwankungen von 130° bis 630°; die mittlere Temperatur war 401°. Da bei einer Anlage von einer größeren Anzahl von Zellen die Schwankungen nicht so stark sein werden und da beim Betrieb mit trockenem Unterwind die Temperaturen sich voraussichtlich noch steigern, so ist anzunehmen, daß bei der Verbrennung von Müll, das von der Asche befreit ist, eine genügende Wärmemenge zur Heizung von Dampfkesseln entwickelt wird.

1) S. S. 39.

2) S. S. 33.

## 6. Luftverbrauch.

Ueber die Menge der aufgewendeten Luft ist zu bemerken, daß die Dampföfen etwa 23,688 cbm in 1 Min. oder 0,3498 cbm in 1 Sek.<sup>1)</sup> in eine Zelle einführten. Die Geschwindigkeit in den Rostspalten beträgt demnach rd. 0,45 m.<sup>2)</sup> In 24 Stunden wurden also 34 110,7 cbm oder 44,3 t Luft zugeführt. Bei einer mittleren Leistung von 3,2 t ergibt sich also, daß für 1 t Müll rd. 13,9 t Luft verbraucht wurden.

Die Menge des den Zellen zugeführten trockenen Unterwindes schwankte zwischen 0,5—0,6 cbm in 1 Sek. oder 43 200—51 840 cbm, d. i. rd. 56,2—67,4 t in 24 Stunden. Die Geschwindigkeit in den Rostspalten war demnach 0,64—0,77 m in 1 Sek. Bei einer mittleren Leistung von 5,38 t ergibt sich also, daß für 1 t Müll rd. 10,4—12,5 t<sup>3)</sup> Luft verbraucht wurden.

Die Analyse der Abgase ergab häufig noch einen Gehalt an Kohlenoxyd und zeigte also, daß die Verbrennung nicht immer vollkommen gewesen ist, da die Verbrennungstemperatur des Kohlenoxyds nicht erreicht wurde. Der Gehalt an Kohlenäure überschritt nur ausnahmsweise 2 ‰, die zugeführte Luftmenge betrug bis zum Zehnfachen der theoretisch erforderlichen.

## 7. Belästigungen.

Ueber die durch die Versuche hervorgerufenen Belästigungen ist zu bemerken, daß sich auf dem Hofe, wo das Müll entladen und umgeschaufelt wurde, ausnahmsweise bei Wind Staub entwickelte. Selbst bei starker Sommerhitze war nur nach längerem Lagern des Mülls im Freien, besonders wenn es viel Fleischabfälle enthielt und viel Regen erhalten hatte, bisweilen ein übler Geruch wahrnehmbar. Diese Belästigungen sind indessen niemals

1) Bei dem Versuch mit berliner Müll in Hamburg wurden 0,26 bis 0,30 cbm Luft in 1 Sek. zugeführt. Vergl. S. 103 der Registratur.

2) Bei gewöhnlichen Dampfkessel-Feuerungen 0,75—1,6 m, bei Lokomotiven bis zu 4 m.

3) Für 1 t Steinkohlen rechnet man 21,6 t Luft, das Doppelte der theoretisch erforderlichen Menge. Für 1 t Müll giebt Codrington an 8,5—13 t Luft und Jones 22,8—32 t. (Vergl. Reisebericht S. 19.)

auf der Straße bemerkbar gewesen, von welcher die Müllhaufen nur durch einen etwa 2 m hohen Zaun getrennt waren. Bei einem endgültig eingerichteten Betriebe, bei welchem das Müll gleich nach seiner Anfuhr verbrannt wird, und welcher in einem geschlossenen Gebäude vor sich gehen würde, sind Belästigungen der Nachbarschaft durch Staub und Geruch bei Entladung und Lagerung des Mülles nicht zu befürchten.

Der Schornstein entsendet, dem Aussehen nach zu urtheilen, meist nur Wasserdampf, nie schwarzen Rauch, wohl aber häufiger einen schwach gelblich bezw. bräunlich gefärbten Qualm, dessen Färbung von feinem Flugstaub mit herzurühren scheint. Der Staub war aber so fein vertheilt, daß ihn die Luft mit sich fortführte, und daß er keinerlei Belästigung für die Nachbarschaft hervorrief. Es zeigten sich keine auffallenden Staubbiederschläge auf weißen Blättern, die nach verschiedenen Richtungen und in verschiedenen Entfernungen vom Schornstein zum Zwecke der Beobachtung ausgelegt worden waren.

Die Beobachtungen über die Staubbiederschläge wurden besonders auch angestellt, wenn die Erde mit Schnee bedeckt war. Selbst nach längerem Liegen des Schnees war weder in der näheren noch weiteren Umgebung des Schornsteins die Färbung der Schneedecke stärker als auf freiem Felde.

Bei zu starkem Zug wurden bisweilen Stücke von verbranntem bezw. halbverbranntem Papier durch den Schornstein ausgeworfen. Diese Papierfetzen waren nur vereinzelt, nicht in größeren Mengen auf dem Schneefeld verstreut, sie waren um so kleiner, je weiter vom Schornstein entfernt sie aufgelesen wurden. In Entfernungen über 300 m wurden keine größeren Papierfetzen mehr gefunden. Eine ernstere Belästigung für die Nachbarschaft durch sie ist nicht zu befürchten, um so weniger als man erforderlichen Falles Siebe in den Fuchs einschalten könnte.

Die Schornsteingase waren nicht immer geruchlos. Die aus den Rauchkanälen in eine Flasche angesaugten Gase zeigten eine geringe Trübung (Dampf?) und in starkem Maße den bekannten eigenthümlichen Blausäure ähnlichen Geruch der konzentrirten Schornsteingase. Wenn die Gase aus dem Schornstein senkrecht aufstiegen, war weder in weiterer noch näherer Entfernung Geruch

wahrzunehmen, wenn sie indessen niederfielen, besonders bei trübem feuchten Wetter, war bisweilen ein brenzlicher Geruch in größerer Entfernung, eben dort, wo der Rauch niederfiel, zu bemerken.

Da ein Nachbar jenseits der Spree, welcher in etwa 300 m Entfernung wohnt, Beschwerden über den Geruch aus dem Schornstein führte, wurden eingehende Erhebungen über die Geruchsbelästigungen angestellt.

Es wurden an sieben verschiedenen Stellen um den Schornstein in Entfernungen von etwa 320 bis 540 m längere Zeit täglich — und außerdem in der Windrichtung wiederholt besondere — Beobachtungen angestellt.

Das in folgender Zusammenstellung dargestellte Ergebnis von 1419 Beobachtungen, die vom Juli bis Dezember 1895 angestellt wurden, war, daß ein brenzlicher Geruch in 1133 Fällen (79,8 %) überhaupt nicht, in 210 Fällen (14,8 %) in schwachem und in 76 Fällen (5,4 %) in stärkerem Maße wahrzunehmen war.

### Geruch der Schornsteingase.

Spalte	1	2	3	4	5
Laufende Nr.	Beobachtungsort	stark	schwach	nichts	Entfernung vom Schornstein der Verbrennungsanstalt m
1	Pumpstation XII der Kanalisation	29	94	367	430
2	Bau der Oberbaumbrücke . . .	4	21	66	320
3	Oberschleuse . . . . .	16	46	13	380
4	Mülleinladeplatz . . . . .	17	15	253	500
5	Bau der Schleißischen Brücke . .	—	—	186	540
6	Bahnhof Warschauerstraße . . .	6	17	153	470
7	Städtische Badeanstalt . . . . .	2	1	82	350
8	Verschiedene Stellen . . . . .	2	16	13	—
	Einzel-Summe . . . . .	76	210	1133	
	Gesamtsumme der Beobachtungen . . . . .	1419			
9	Prozente . . . . .	5,4	14,8	79,8	

Die Aufzeichnungen wurden von einwandsfreien Beobachtern (zumeist Beamten, die an den bezeichneten Stellen ihre anderweitige dienstliche Thätigkeit hatten) gemacht. Es braucht nicht erwähnt zu werden, daß die Unterscheidung in schwach und stark sehr von der persönlichen Empfindlichkeit des Beobachters abhängt. Es ist ferner anzunehmen, daß in den Zusammenstellungen die Zahl der ungünstigen Fälle zu groß angegeben ist, da der Beobachter wohl häufig erst durch den auftretenden Geruch an seine Eintragung erinnert worden ist und dann die Aufschreibung gemacht hat.

Der Geruch macht sich gewöhnlich nur stoßweise auf einige Minuten bemerkbar. Ob zwischen ihm und der Bedienung der Oefen (Oeffnen der Schlacken- und Beschickungsthüren u. s. w.) irgend welche Beziehung besteht, konnte nicht festgestellt werden, da bei der großen Entfernung zwischen dem Ofen und dem Beobachtungsort eine genaue Verständigung nicht möglich war.

Der Geruch hat seine Ursache darin, daß in Folge der zu niedrigen Temperatur, die mit unserem Müll erreicht wird, die Abgase nicht vollständig verbrennen. Auch in einer größeren Anlage, in welcher die Temperatur im Fuchs voraussichtlich nicht viel höher sein wird, als sie bei den Versuchen gewesen ist, kann kaum erwartet werden, daß eine vollkommene Verbrennung der abziehenden Gase stattfindet. Belästigungen durch den Geruch werden beim Verbrennen von aschehaltigem berliner Müll nie ganz ausgeschlossen sein, sie dürften indessen beim Verbrennen von aschefreiem Müll bei der höheren Temperatur nicht zu befürchten sein<sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Auch in England sind häufiger Klagen über Belästigungen durch Geruch geführt worden; man hat deshalb dort eine Nachverbrennung der abziehenden Gase durch Einschaltung eines besonderen Feuers in den Fuchs versucht. Wegen der hohen Temperatur, auf welche die große Menge der Abgase erhitzt werden muß — in unserer Anlage betrug die zugeführte Luft bis zum Zehnfachen der theoretisch erforderlichen —, erfordert ein solches Feuer indessen viel Brennstoff und wird theuer. Auch in England ist diese nachträgliche Verbrennung der Abgase hier und da als zu theuer wieder aufgegeben worden.

In Edinburg hatten sich trotz der nachträglichen Verbrennung in einem besonderen Feuer noch Belästigungen durch Geruch und auch durch Staub gezeigt, welche zu einem Gerichtsverfahren einiger Nachbarn gegen die Verwaltung führten.

Es verdient noch hervorgehoben zu werden, daß der Gesundheitszustand unter dem an den Mülllöfen beschäftigten Personal ein günstiger gewesen ist; insbesondere sind Erkrankungen, die auf die Beschäftigung mit dem Müll zurückzuführen wären, nicht beobachtet worden<sup>1)</sup>.

## 8. Analysen von Müll und Rückständen.

Zum Vergleich des berliner Hausmülses mit dem Müll englischer Städte wurden größere Mengen des ersteren einer Ausfuchung unterworfen (mechanische Analyse).

Codrington giebt<sup>2)</sup> die Durchschnitts-Zusammensetzung des londoner Mülses an<sup>3)</sup>. Der Art nach kommen in Berlin dieselben Stoffe vor wie in England, und es wurde deshalb die von Codrington gewählte Eintheilung im Wesentlichen beibehalten, es wurden bei unsern Analysen indessen noch Papier, Holz und Schlacke besonders aufgeführt.

Die Ergebnisse der Analysen befinden sich in ihren Durchschnittszahlen auf S. 33, die Einzelheiten, welche Aufschluß über das Gewicht, das Datum der Anfuhr, die Bestandtheile und die Herkunft jeder einzelnen der untersuchten Fuhren geben, sind in den Anlagen 6 a und b angegeben.<sup>4)</sup>

Die Trennung wurde in der Weise bewirkt, daß zunächst das aus der Stadt angefahrne Müll mittelst Schippe gegen ein

---

<sup>1)</sup> Unter 6762 in Betracht kommenden Versicherungstagen befinden sich 309 Krankheitstage, von denen 138 Tage auf eine Verunglückung (Sturz von einer Leiter) entfallen, welche nicht in der Eigenart des Betriebes ihre Ursache hatte. Für die Beurtheilung des allgemeinen Gesundheitszustandes kommen demnach nur 171 Krankheitstage in Betracht, unter denen sich 104 Unterstützungstage befinden. Auf 365 Versicherungstage entfallen also 5,61 Unterstützungstage, während im Durchschnitt sämtlicher der Aufsicht der Gewerbe-Deputation des Magistrats zu Berlin im Jahre 1895 unterstellten Klassen 8,87 Krankentage mit Unterstützung auf ein männliches Mitglied im Jahr kommen.

<sup>2)</sup> Auf S. 4 seines Report on the Destruction of town Refuse 1888.

<sup>3)</sup> Vergl. S. 33, Spalte 5.

<sup>4)</sup> Vergl. S. 108—111.

schräg gestelltes Sieb, Neigung 1 : 2, geworfen wurde, welches aus einem Drahtgeflecht von 8,5 mm Lichtweite und 1,5 mm Drahtdicke bestand. Die durch das Sieb gefallenen Theile, der feine Siebdurchfall, welche dem Augenschein nach zum größten Theil aus Asche und Sand bestehen, aber auch noch feine Kohlen-, Stroh-, Holz-, Papier- und sonstige brennbare Theile in geringer Menge erkennen lassen, konnten nicht weiter ausgesucht werden.

Die nicht durchgefallenen Theile, der grobe Siebrückstand, wurden auf einen Tisch gebracht, welcher aus einem horizontal liegenden Sieb (Drahtgeflecht 5 mm Lichtweite, 1,5 mm Drahtdicke) bestand, und dort nach den verschiedenen Bestandtheilen verlesen. Dabei fielen dann noch viel feine Theile, die beim Sieben durch die gröberen Theile zurückgehalten waren sowie auch noch eine Menge gröberer Theile durch den Tisch. Diese wurden noch einmal gegen das schrägstehende Sieb geworfen. Die dann durchfallenden Theile wurden dem oben erwähnten Siebdurchfall zugerechnet. Die durch das Sieb zurückgehaltenen Theile bestanden dem Aussehen nach in der größten Menge aus thierischen und pflanzlichen Theilen und wenig Kohlen- und Koks-theilchen; sie wurden der Nr. 7 auf S. 33 zugerechnet.

Im Uebrigen ist die Eintheilung aus den Ueberschriften ersichtlich.

Zu bemerken ist zu diesen Ausfuchungen, daß Glas, Papier, Knochen und andere Stoffe, je nachdem sich dafür Abnehmer finden, bereits vielfach in den Häusern durch private Ausschaler und auf den Wagen durch die Müllkutscher ausgelesen werden.

Die Nummern 1, 2, 3, 4, 6, 7 der Zusammenstellung auf S. 33 geben die Bestandtheile an, welche man gemeinhin als brennbar bezeichnet, die Nummern 5 und 8 geben die Bestandtheile, welche zwar selbst nicht brennen aber im Feuer einen Theil ihres Gewichtes verlieren. Es sind das die Knochen und der Siebdurchfall. Letzterer enthält zwar eine nicht unbedeutende Menge von flüchtigen, d. h. verbrennlichen bezw. im Feuer verdampfenden Theilen, ist aber nicht brennbar, da er zuviel das Feuer erstickende feine Theile enthält.

Die unter Nr. 9—14 aufgeführten Stoffe, zusammen 9,53 % sind unverbrennlich.

Vergleich der Bestandtheile des Mülls aus Berlin mit denen  
des Mülls aus London bezw. aus Eberfeld.<sup>1)</sup>

Gewichtsprocente.

Ep.	1	2	3	4	5	6	7	8
Laufende Nr.	Bestandtheile	Berliner Müll			Eng- lisches Müll nach Co- dring- ton %	Eberfelder Müll		
		März- April %	Juli- August %	Durch- schnitt %		Oktob.- Nov. %	Dezem- ber %	Durch- schnitt %
		1	Kohlentheile . . . . .	0,13	0,21	0,17	0,15	0,29
2	Halbverbrannte Kohlen (Koks) . . . . .	1,20	1,32	1,26	28,8	3,29	4,90	4,10
3	Papier . . . . .	2,54	5,97	4,26	<sup>3)</sup>	1,85	0,36	1,10
4	Lumpen . . . . .	0,74	1,57	1,15	0,425	1,12	0,31	0,72
5	Knochen . . . . .	0,51	0,55	0,53	0,25	0,51	0,19	0,35
6	Holz . . . . .	0,14	0,66	0,40	<sup>3)</sup>	0,35	0,14	0,24
7	Sonstige pflanzliche und thierische Stoffe . .	29,02	36,07	32,54	14,20	36,62	26,18	31,40
8	Siebdurchfall <sup>2)</sup> . . . .	57,12	43,19	50,16	52,60	47,03	57,25	52,14
9	Schlacken . . . . .	1,58	1,18	1,38	<sup>3)</sup>	3,12	6,45	4,78
10	Weißes Glas . . . . .	0,46	0,51	0,48	0,075	0,97	0,65	0,81
11	Buntes Glas . . . . .	0,69	0,89	0,79	0,225	0,63	0,41	0,52
12	Eisen . . . . .	0,19	0,20	0,20	0,35	0,36	0,27	0,32
13	Blechbüchsen u. anderes Metall . . . . .	0,67	0,49	0,58	0,025	0,39	0,24	0,32
14	Scherben . . . . .	5,01	7,19	6,10	2,90	3,47	2,48	2,97
		100	100	100	100	100	100	100

<sup>1)</sup> Durch den Stadtbaainspektor Höpfner wurden die Bestandtheile des Mülls in derselben Weise wie in Berlin festgestellt.

<sup>2)</sup> Der Siebdurchfall des berliner Mülls enthielt noch bis zu 27% seines Gewichtes flüchtige, beim Glühen verschwindende Stoffe, etwa bis 11% hygroskopisches Wasser und bis zu 13% organische (verbrennliche) Theile.

<sup>3)</sup> Nicht besonders angegeben.

Die thierischen und pflanzlichen Theile einer am 14. 8. 95 angefahrenen Fuhr<sup>1)</sup>, welche noch besonders ausgesucht wurden, enthielten:<sup>2)</sup>

Kohl und Grünfram . . . . .	39	kg = 42,8 %
Koks und Kohlentheilchen . . . . .	17	" = 18,7 %
Kartoffeln und deren Schalen . . . . .	11	" = 12,1 %
Fleischtheile . . . . .	10,5	" = 11,5 %
Stroh und Heu . . . . .	10,0	" = 11,0 %
Leder . . . . .	1,5	" = 1,7 %
Korfen . . . . .	1,0	" = 1,1 %
Brod . . . . .	1,0	" = 1,1 %

Die Zusammenstellungen der Anlagen 6 lassen starke Schwankungen in der Menge der verschiedenen Bestandtheile des Mülls erkennen. Diese Verschiedenheit zeigt sich nicht nur, wenn das Müll aus entgegengesetzten Stadtgegenden und aus verschiedenen Zeiten herrührt, sondern es zeigen sich auch auffallende Schwankungen in den Bestandtheilen des Mülls aus derselben Gegend, ja sogar aus denselben Häusern an kurz aufeinander folgenden Tagen.

Dieser Unterschied in der Beschaffenheit der einzelnen Müllfuhren wurde auch beim Verhalten des Mülls im Ofen beobachtet. Zur Gewinnung einigermaßen zuverlässiger Durchschnittszahlen wurden die Ausfuchungen deshalb mit größeren Müllmengen vorgenommen.

Die mechanische Analyse zeigt einen wesentlichen Unterschied zwischen dem berliner und dem englischen, und auch zwischen dem berliner Müll vom März-April und vom Juli-August.

Sehr groß ist der Unterschied zwischen dem englischen und dem berliner Müll hinsichtlich des Gehaltes an halbverbraunten Kohlen, 28,8 % gegen 1,26 %, aus welchem sich in erster Linie die günstigeren Ergebnisse der Müllverbrennung in England erklären dürften. Der Siebdurchfall ist zwar im Durchschnitt im berliner Müll geringer als im englischen und im elberfelder Müll; er deutet indessen bei den beiden letzteren Müllarten schon durch

1) S. 110 Fuhr Nr. 15.

2) Diese Zahlen sollen nicht als Durchschnitte gelten, da ihnen zu geringe Müllmengen zu Grunde liegen, sie können vielmehr nur ein ungefähres Bild von den thierischen und pflanzlichen Theilen geben.

feine schwarze Farbe auf einen hohen Gehalt an Kohlentheilen und also leichte Brennbarkeit hin, während der Siebdurchfall des berliner Mülls gelblich braune Aschenfarbe zeigt.

Die Summe der verbrennlichen Theile des berliner Mülls Nr. 1, 2, 3, 4, 6, 7 ist im Mittel 39,78% und bei dem März=April=Versuch niedriger als bei dem Juli=August=Versuch, 33,77% gegen 45,80%<sup>1)</sup>, der Gehalt an Siebdurchfall ist dagegen gefallen von 57,12% auf 43,19%. Das Müll enthält also im Sommer mehr brennbare und weniger feine, das Feuer erstickende Theile, seine Brennbarkeit ist also aus zwei Gründen gegen den Winter erhöht.

Außer den mechanischen Analysen sind auch chemische Analysen ausgeführt worden, welche den Zweck hatten festzustellen, ob und inwieweit Laboratoriumsversuche für die Beurtheilung der Brennbarkeit des Mülls und für die Beurtheilung der Wirksamkeit der Ofen von Wichtigkeit seien.

Herr Professor Dr. G. Salkowski<sup>2)</sup> gab, nachdem er auf unser Ansuchen eingehende Analysen nach verschiedenen Verfahren ausgeführt hatte, über den Werth der chemischen Untersuchungen des Mülls und der Aschenrückstände in einem seiner Berichte folgendes Urtheil ab:

„Es kann hier davon abgesehen werden, daß es ein gewisses Interesse hat, die Quantität der organischen und anorganischen Stoffe kennen zu lernen, welche auf diesem Wege die Stadt verlassen, hier handelt es sich nur um die Frage, welchen Werth diese Untersuchungen für die Frage der Müllverbrennung haben. Nach dieser Richtung kann ich den Werth der Untersuchung des Mülls nicht hoch anschlagen.

Man kann von der Untersuchung des Mülls Aufklärung nach zwei Richtungen erwarten oder erhoffen: erstens über die voraussichtliche Brennbarkeit des Mülls, zweitens über den im besten Falle von der Prozedur des Verbrennens zu erreichenden Effect.

---

1) Für das englische Müll 43,57% im Mittel, für das elberfelder Müll 43,32% im October=November und 32,06% im Dezember.

2) Vorsteher des chemischen Laboratoriums am pathologischen Institut der Kgl. Charité zu Berlin.

Eingehende chemische Analysen von Müll finden sich auch in den Aufsätzen vom Civil-Ingenieur Richard Schneider in Dresden über sein Müllschmelzverfahren. Vergl. auch Vogel: Die Beseitigung des Hausmülls.

Was die erste Frage betrifft, so ist es selbstverständlich, daß das Müll um so besser brennen wird, je größer sein Gehalt an organischer Substanz, je geringer sein Gehalt an anorganischer Substanz und an Wasser ist; im Einzelnen ist aber die Abschätzung des Einflusses der Zusammensetzung auf die Verbrennbarkeit äußerst unsicher, einerseits weil dabei mechanische Verhältnisse mitspielen, namentlich die mechanische Wirkung der die Verbrennung hindernden feinen Asche, andererseits weil die Verbrennbarkeit ja in hohem Maße von den äußeren Bedingungen, der Zweckmäßigkeit der zur Erreichung dieses Zweckes angewendeten Ofen, abhängt. Nur bei sehr großen Differenzen in der Zusammensetzung zweier Müllsorten würde man die größere Brennfähigkeit des einen oder anderen Mülls mit einiger Sicherheit voraussagen können, entscheidend sind jedenfalls nur die praktischen Versuche.

Was die zweite Frage betrifft, so wird allerdings die quantitative Ermittlung des bei Rothgluth verbleibenden Antheils des Mülls einen bestimmten Anhalt dafür gewähren, was im besten Falle bei der Müllverbrennung erreicht werden kann. Aber dieser Aufschluß kann sehr annähernd auch auf indirektem Wege gewonnen werden und dieser indirekte Weg ist vorzuziehen, weil der Analyse des Mülls die große Schwierigkeit entgegen steht, eine Durchschnittsprobe zu gewinnen, deren Zusammensetzung als mit der Zusammensetzung des ganzen Mülls identisch angesehen werden kann. Auf diesen indirekten Weg komme ich sogleich zu sprechen.

Etwas anders ist die Sachlage bezüglich der Untersuchung der bei der Müllverbrennung bleibenden Aschenrückstände. Die Untersuchung dieser gewährt eine Kontrolle über den Betrieb.

Als das ideale Ziel der Müllverbrennung ist in erster Linie die vollständige Verbrennung aller organischen Substanz zu bezeichnen, in zweiter Linie die Entfernung sämmtlichen Wassers und der Kohlensäure, weil dadurch das Gewicht der auf alle Fälle zu beseitigenden Rückstände der Verbrennung auf das Mindestmaß herabgedrückt wird. Weiter wird man mit dem gewählten System auch im besten Falle kaum kommen, wünschenswerth wäre noch die möglichst vollständige Verschlackung.

Die Untersuchung der Aschenrückstände kann lehren, ob und inwieweit dieses Ziel erreicht ist, welche Ofen es am ehesten erreichen lassen und ob das Resultat von der Art des Betriebes abhängt. Wenn dabei gleichzeitig das Gewicht des in die Ofen eingeschütteten Mülls und das Gewicht der Schlacken und Asche festgestellt wird, so ergibt sich auf indirektem Wege — wenigstens sehr annähernd — die Beantwortung der Frage, welche Verminderung des Gewichts des Mülls theoretisch erreichbar ist. Als Fehlerquelle kommt dabei nur der Flugstaub und die durch den Schornstein entweichenden festen Bestandtheile in Betracht. Dieser Umweg scheint mir den Vorzug zu verdienen, weil, wie gesagt, die Analyse des Mülls selbst zu große Schwierigkeiten macht.

Die häufigen Untersuchungen der Asche bei gleichzeitiger Feststellung der genannten in Betracht kommenden Momente, des Gewichts des Mülls, des

Gewichts der Asche, Art des Ofens, Art des Betriebes würde ich allerdings für wünschenswerth halten. Bei diesen Untersuchungen würde ich für die Folge stets so verfahren, daß in einer Probe der Asche das hygroskopische Wasser und der gesammte Glühverlust bestimmt wird, in einer zweiten der Gehalt an organischer (verbrennlicher) Substanz nach dem im ersten Bericht als Methode II bezeichneten Verfahren.<sup>1)</sup> Die Kombination beider Analysen ergibt dann die Zusammensetzung nach:

1. Hygroskopisches Wasser,
2. Festgebundenes Wasser + Kohlensäure,
3. Organische Substanz,
4. Unverbrennliche Substanz.“

Von den durch Herrn Professor Salkowski vorgenommenen Analysen seien hier die Ergebnisse der Glühversuche aufgeführt.

### Siebdurchfall.

	Probe vom	
	4. April 1895	31. April 1895
1. Hygroskopisches Wasser . . . . .	4,06 ‰	
2. Festgebundenes Wasser und Kohlensäure . . . . .	8,35 ‰	
3. Verbrennliche (organische) Stoffe . . . . .	11,30 ‰	
4. Unverbrennliche Stoffe . . . . .	76,29 ‰	
	100 ‰	
		23,71 ‰
		10,91 ‰
		2,54 ‰
		13,27 ‰
		73,28 ‰
		100 ‰

### Siebrückstand.

	Probe vom 31. April 1895	
1. Hygroskopisches Wasser . . . . .	26,55 ‰	46,28 ‰
2. Festgebundenes Wasser und Kohlensäure . . . . .	9,53 ‰	} flüchtige
3. Verbrennliche Stoffe . . . . .	10,20 ‰	} Stoffe
4. Unverbrennliche Stoffe <sup>2)</sup> . . . . .	53,72 ‰	
	100 ‰	

<sup>1)</sup> Ueber die bei der Untersuchung der Asche angewendeten Methoden vergl. Anlage 9 S. 116.

<sup>2)</sup> Wenn wir annehmen, daß die Zusammensetzung des am 31. April 1895 entnommenen Mülls der durch uns vorgenommenen mechanischen Analyse des Wintermülls entspricht, also rd. 57 ‰ (vergl. S. 33 Nr. 8) Siebdurchfall und demnach rd. 43 ‰ Siebrückstand enthält, würden sich die Theile für das ungetrennte Müll aus obigen Zahlen folgendermaßen berechnen:

### Hausmüll.

1. Hygroskopisches Wasser . . . . .	17,62 ‰	35,10 ‰
2. Festgebundenes Wasser . . . . .	5,54 ‰	} flüchtige
3. Verbrennliche (organische) Stoffe . . . . .	11,94 ‰	} Stoffe
4. Unverbrennliche Stoffe . . . . .	64,90 ‰	
	100 ‰	

Diese Untersuchungen zeigen, daß der Siebdurchfall eine beträchtliche Menge verbrennlicher organischer Stoffe enthält, sogar noch mehr wie der Siebrückstand (13,27 % gegen 10,20 %); wenn er, wie die Versuche im Ofen gezeigt haben, trotzdem nicht ohne Wärmezufuhr von außen brennbar ist, so erklärt sich diese Thatsache aus seinem großen Gehalt an feinen Theilen, welche die brennbaren Stoffe gegen den Zutritt des Sauerstoffes einschließen.

Nische aus dem Aschenfall der Ofen.

1	2	3	4	5	6	7	8
Laufende Nr.	Datum	Hygroscopisches Wasser	Festgebundenes Wasser und Kohlenäure	Organische Stoffe	Siebrückstand	Flüchtige Stoffe, Summe aus Spalte 3 + 4 + 5	Bemerkungen
	1895	%	%	%	%	%	

Horsfallöfen.

1	24. 6.	0,44	1,97	7,90	89,69	10,31	Mit Dampfstrahlgebläse.
2	2. 7.	0,24	3,87	4,58	91,31	8,69	Mit Dampfstrahlgebläse.
3	17. 7.	0,80	1,53	11,79	85,88	14,12	Ohne Dampfstrahlgebläse.
4	17. 7.	0,32	2,34	4,12	93,22	6,78	Mit Dampfstrahlgebläse.
5	27. 7.	0,51	0,48	11,19	87,92	12,18	Ohne Dampfstrahlgebläse. Roste nicht bewegt.
6	27. 7.	0,79	0,27	5,15	93,79	6,21	Mit Dampfstrahlgebläse. Roste nicht bewegt.
Durchschn.		0,51	1,74	7,45	90,30	9,70	

Warneröfen.

7	24. 6.	0,42	1,22	7,75	90,61	9,39	
8	2. 7.	1,51	0,58	9,09	88,82	11,18	
9	17. 7.	0,21	1,75	4,51	93,53	6,47	Roste nicht bewegt.
10	27. 7.	0,21	2,23	6,86	90,70	9,30	Roste nicht bewegt.
Durchschn.		0,58	1,45	7,05	90,92	9,09	

Die Analysen von Siebdurchfall und Siebrückstand wurden nicht wiederholt; die hier angegebenen Zahlen können deshalb bei

der stark schwankenden Mischung des Mülls keinesfalls als allgemein gültig angenommen werden.

Die Asche aus dem Aschenfall der Ofen enthielt stets noch organische Stoffe, im Durchschnitt 7,05—7,45 %; daraus ist zu erkennen, daß die Verbrennung keine vollkommene gewesen ist<sup>1)</sup>. Die Erhitzung der in der Asche enthaltenen organischen Stoffe dürfte nach Salkowski indessen so stark gewesen sein, daß ein etwaiger Gehalt an krankheitserregenden Keimen zerstört worden ist.

Die Schlacke enthielt nach den Laboratoriumsversuchen keine verbrennlichen organischen Stoffe mehr; die Verbrennung wird also um so vollkommener ihren Zweck erfüllt haben, je mehr Schlacke und je weniger Asche als Rückstände bleiben.

## IV. Vergleichsversuche.

### I. Müll in fremden Ofen.

Seitens der Horsfall Co. wurde zur Erklärung der ungünstigeren Ergebnisse unserer Versuche die Meinung ausgesprochen, daß auch<sup>2)</sup> die freie Lage unserer Versuchsanstalt einen wesentlichen Wärmeverlust<sup>3)</sup> und in Folge dessen eine ungünstige Beeinflussung des Feuerzustandes in den Zellen bedingte. Herr Warner äußerte auf Anfrage, daß er wesentliche Wärmeverluste in unserer Anlage nicht befürchtete.<sup>4)</sup> Rechnungsmäßig stellt sich der Wärme-

<sup>1)</sup> Nach den Zusammenstellungen I bis III (S. 71) hat die Asche in der Zeit der Glühversuche im Warnerofen etwa 28 %<sub>or</sub> im Horsfallofen etwa 21 % vom Gewicht des Mülls betragen. An organischen Stoffen fanden sich also in der Asche im Warnerofen  $7,05 \cdot 0,28 = 1,97$  % und im Horsfallofen  $7,45 \cdot 0,21 = 1,56$  % vom Gewicht des Mülls gegen 11,94 % organischer Stoffe, welche oben für das unverbrannte Müll berechnet worden sind.

<sup>2)</sup> Wegen der vermeintlich zu kurzen Erfahrung der Feuerleute vergl. S. 45.

<sup>3)</sup> Lufträume in den Begrenzungswänden, wie man sie bei Dampfkessel-einmauerungen zur Verringerung der Wärmeverluste vielfach vorsieht, hatte die Horsfall Co. nicht angelegt.

<sup>4)</sup> Auch die aus nur einer Zelle bestehende pariser Versuchsanlage befand sich in einem nach 2 Seiten offenen Schuppen und hat gleichwohl bessere Ergebnisse gehabt.

verlust als unwesentlich heraus. Die äußeren Ofenwände zeigten auch, mit geringen Ausnahmen, an den verschiedensten Stellen stets nur die Temperatur der äußeren Luft, woraus zu schließen ist, daß eine größere Abgabe von Wärme nach Außen nicht stattfand.

Das unbehandelte Müll brannte im Winter bedeutend schlechter als im Sommer; das von der feinen Asche theilweise befreite Müll (der Siebrückstand) brannte indessen im Winter im Wesentlichen ebenso wie im Sommer, trotzdem die Wände sich beim Verbrennen dieses groben Siebrückstandes erwärmten, also eher ein nachtheiliger Wärmeverlust zu befürchten gewesen wäre.

Aus diesen Beobachtungen geht hervor, daß der Unterschied in den Ergebnissen nicht den Ofen, sondern der Beschaffenheit des Mülls während der kalten und der warmen Jahreszeit zuzuschreiben ist.

Zur vollständigen Klärung dieser Frage wurde indessen ein Vergleich mit der von keiner Seite beanstandeten hamburger Anlage in der Weise angestellt, daß berliner Müll in der hamburger und andererseits hamburger Müll in der berliner Anlage verbrannt wurde. Ein Versuch mit berliner Wintermüll wurde in der Zeit vom 5. bis 9. 3. 1896 vorgenommen. Es waren 6 Eisenbahnwagen<sup>1)</sup> voll Müll nach Hamburg geschickt worden. Das Müll wurde nach den verschiedenen Stadtgegenden gesondert zunächst in 6 und nachher in 2 Horsfallzellen mit Dampfgebläse verbrannt. Die für unser Müll benutzten Zellen waren vor Beginn des Versuches im Betrieb mit hamburger Müll und befanden sich wie die hamburger Zellen stets, trotzdem man dort keine Kohlenzusätze macht, in glühendem Zustande. Sie wurden außerdem während des Versuches angewärmt durch den Hauptfuchs, welcher unter ihnen hergeht und die heißen Abgase von 12 mit hamburger Müll beschickten Zellen zum Dampfkessel bezw. Schornstein führte. Trotzdem die Be-

---

<sup>1)</sup> Bei der stark wechselnden Zusammensetzung des Mülls und den leicht eintretenden Schwankungen im Zustande des Feuers ist es dringend erforderlich, daß solche Versuche zur Erzielung einigermaßen zuverlässiger Durchschnittsergebnisse mit nicht zu geringen Müllmengen angestellt werden. Bei kleinen Mengen hat auch der Wärmezustand des Ofens bei Beginn des Versuches — starke Gluth vom einheimischen Müll oder das Anheizen — einen größeren Einfluß auf das Ergebnis.

dienung durch die geschicktesten hamburger Feuerleute geschah, war es nicht möglich, die Ofen dauernd im Brand zu halten. Das Feuer erlosch während der Versuche in den einzelnen Zellen zusammen zwölf Mal so vollständig, daß das Müll aus den Zellen genommen und diese theils durch helles Feuer aus andern Zellen mit hamburger Müll, theils durch Kohlen wieder angeheizt werden mußten. In Folge der Abkühlung der Zellen war auch wie in Berlin Feuchtigkeit im Aschenfall als Niederschlag vom Dampfgebläse zu bemerken.

Der Druck in dem zu den Zellen gehörigen Dampfkessel sank in der Nacht — während welcher die elektrische Beleuchtung und der Kran angetrieben, die Dampfkessel also mehr angestrengt werden als am Tage — ganz bedeutend herab, während der zweite nicht von dem berliner Versuch beeinflusste Kessel den Dampf hielt. Günstig wirkte allerdings auf diesen ein, daß die zu ihm gehörigen Zellen durch Ventilator betrieben wurden.

Die Ergebnisse des Versuches sind nachstehend nach den Aufschreibungen der Betriebsleitung der hamburger Verbrennungsanstalt zusammengestellt.

### Berliner Müll in Hamburg.

Bezeichnung des Anraths	Gewichtsmengen t	Dauer der Verbrennung, Zellenstunden	reducirte Zellenleistung <sup>a</sup> t	Brennstoffzusatz		Rückstände		Procentgehalt des Anraths an	
				Kohlen kg	Feuerzusatz Schaufeln	Asche t	Schlacken t	Asche	Schlacken
1. Westen . .	7,31	38	4,62	18	0	0,41	3,71	5,6	50,7
2. Süden . .	8,52	66 $\frac{1}{2}$	3,07	137	2	0,99	4,12	11,6	48,3
3. Norden . .	12,61	84 $\frac{1}{2}$	3,58	112	16	1,19	5,77	9,4	45,7
4. Öfen I . .	14,12	109	3,10	442	10	2,83	7,74	20	54,8
Öfen II . .	8,0	53	3,63	200	10	1,11	3,80	13,9	47,5
5. Centrum.	10,48	37	6,8	0	0	1,11	3,84	10,6	36,6
Total	61,04	388	—	—	—	7,74	28,98	—	—

Im Mittel: 3,77 t.

Die Leistung einer Zelle in 24 Stunden betrug hiernach im Mittel 3,77 t, ist also nur wenig günstiger als die in den ber-

liner Defen mit berliner Müll erzielte. Zusätze sind erforderlich gewesen und der Feuerzustand war im Allgemeinen ein schlechter. Die Rückstände waren höher als in Berlin. Dieser Umstand erklärt sich daraus, daß sie wegen des ungenügenden Feuerzustandes noch auffallend viel unverbrannte Theile<sup>1)</sup> enthielten.

Bemerkenswerth ist die gute Leistung mit dem Müll aus dem Westen und aus dem Centrum. Das Westmüll wurde zu Anfang verbrannt, kam also in die glühende Zelle, es erforderte aber doch noch einen Kohlenzusatz.

Vom Centrummüll aus gleicher Zeit wurden in Berlin mit geringem Zusatz von Kohle im Warner=Ofen ohne Gebläse (von 2 Fuhren) 3,1 t und 4,7 t in 24 Stunden verbrannt.

Die Versuche mit dem berliner Müll in Hamburg wurden geleitet durch Herrn Bauinspektor Richter und beaufsichtigt durch Herrn Baumeister Siegler. Die Bemerkungen derselben über diese Versuche sind als Anlage beigefügt.<sup>2)</sup>

Ein zweiter Versuch mit der Verbrennung des berliner Sommermüles wurde in Hamburg am 27. 5. 96 gemacht. Es wurden diesmal insgesammt aus allen Gegenden der Stadt durcheinander gemischt 38 330 kg in 6 Zellen mit Ventilator=Unterwind verbrannt. Die Zellen hatten vorher längere Zeit kalt gestanden. Ein Kohlenzusatz war nur zum Anheizen nöthig. Für diesen Versuch war ein Block von 6 Zellen am Ende der Anstalt gewählt worden, damit keine Beeinflussung durch die Wärme anderer Zellen stattfinden konnte. Die Leistung betrug für eine Zelle in 24 Stunden 8,5 t, an Rückständen verblieben 36,6 % Schlacke, 7,8 % Asche, zusammen 44,4 %; nach etwa 12 Stunden begannen die Zellen glühend zu werden.

Dieses Ergebnis wird in der hamburgener Registratur als ein sehr günstiges bezeichnet im Verhältniß zu den Leistungen der Defen mit hamburgener Müll, welche bis zur gleichen Zeit unter den günstigsten Umständen kaum 6 t<sup>3)</sup> betrugten (Rückstand etwa 55 %), es wird aber durch die höchste Zahl der Aufschreibungen für Berlin,

---

1) Vergl. auch die hamburgener Registratur S. 103.

2) Anlage 5 S. 103.

3) Vergl. die hamburgener Registratur S. 107.

9,21 t<sup>1)</sup>, übertroffen und durch die Durchschnittszahl für die Zeit<sup>2)</sup> vom 19. bis 25. 9. 95, welche 8,066 t beträgt, nahezu erreicht.

Mit aus verschiedenen Gegenden gemischtem Müll, welches aus derselben Zeit stammte, wie das nach Hamburg geschickte, ergaben sich in Berlin beim Betriebe der Defen mit Ventilator Leistungen<sup>3)</sup> von 6,43 t bis 6,99 t. Diese sind zwar etwas geringer als die in Hamburg erreichten, es ist aber zu beachten, daß es sich hier um Dauerleistungen handelt, wogegen der Versuch in Hamburg nur 18 Stunden währte. Ein Zusatz war in Berlin fast nur zum Anheizen erforderlich.

Die Bemerkungen des Vorstandes der hamburger Verbrennungsanstalt über den zweiten Versuch mit berliner Müll finden sich in der Anlage 5.<sup>4)</sup>

Bei beiden Versuchen hat also das berliner Müll in Hamburg nicht in dem Maße besser gebrannt, daß man aus dem Unterschied der Leistungen auf einen wesentlichen Wärmeverlust an den freiliegenden Abkühlungsflächen oder andere Unvollkommenheiten der berliner Anlage schließen könnte.

Der Gegenversuch mit Müll aus Hamburg in der berliner Anlage, der vom 27. April bis 2. Mai 1896 angestellt wurde, hat gezeigt, daß die berliner Defen Müll, welches überhaupt verbrennlich ist, gut verbrennen. Im Horsfallofen, mit Ausnahme der dritten Zelle, die mit der nachträglich von der Horsfall Co. angebrachten Veränderung arbeitete, wurden 6,79 t, das ist sogar mehr Müll verbrannt, als gleichzeitig in Hamburg. Auch im Warnerofen war die Leistung zufriedenstellend, nämlich 5,51 t in 24 Stunden.<sup>5)</sup>

Bessere Ergebnisse als mit berliner Wintermüll sind in unsern Defen auch erzielt worden bei den Versuchen mit Müll aus Elberfeld und aus München, welche bereits vor den Versuchen mit hamburger Müll stattgefunden hatten. Beide Städte wollten

1) Vergl. Zusammenstellung III, Nr. 33.

2) Vergl. Zusammenstellung III, Nr. 32—31.

3) Vergl. die Zusammenstellungen II, Nr. 56—58 u. III, Nr. 55—58.

4) Vergl. S. 106.

5) Vergl. umstehende Zusammenstellung.



in der berliner Versuchsanstalt feststellen lassen, ob ihr Müll sich verbrennen läßt. Es wurden von beiden Städten je 6 Eisenbahnwagen hierhergeschickt. Von Elberfeld wurde das Müll aus der ganzen Stadt vom 18. 12. 95 hergeschickt. Dort findet ein Abfahren von Hausmüll mit Straßenkehricht zusammen statt. In dem zu dem Versuch verwendeten Müll befand sich indessen sehr wenig Straßenkehricht.

Die Ergebnisse der Versuche mit Müll aus Elberfeld, München und Hamburg sind vorstehend zusammengestellt.<sup>1)</sup>

## 2. Ausbildung der Feuerleute.

Die Leistung der Mülllöfen ist wie die jeder andern Feuerungsanlage sehr abhängig von einer sachgemäßen Bedienung; es wurde deshalb großer Werth auf die Ausbildung des Personals gelegt. Da die deutschen Feuerleute auf diesem Gebiete keine Erfahrungen hatten, wurden ein Maschinenmeister und ein gewandter Feuermann, der bei den hiesigen Vorversuchen beschäftigt war, im Dezember 1894 nach England geschickt, wo sie an einer Warneranlage (Hornsey-London) und an einer Horsfallanlage (Oldham) die Bedienung der Ofen praktisch erlernten.

Auf Anregung der Horsfall Co. wurde ferner im Februar und März 1895 ein geübter englischer Feuermann, welchen die Stadtverwaltung von Leeds zu diesem Zwecke auf unser Ersuchen in dankenswerther Weise beurlaubt hatte, bei den Horsfallöfen zur Anlernung des berliner Personals beschäftigt; gleichzeitig mit ihm war auch ein Ingenieur der Horsfall Co. zur persönlichen Leitung von Versuchen auf eine Woche hier anwesend. Die Horsfall Co. hat auch noch später ihre Ingenieure, welche gleichzeitig mit dem Bau der hamburgener Anlage zu thun hatten, wiederholt nach Berlin geschickt.

---

<sup>1)</sup> Ueber die Frage der Einführung der Müllverbrennung in Elberfeld hat der dormalige Stadtbauinspektor in Elberfeld, jetzige Stadtbaurath in Kassel, Herr Höpfner, auf Grund der hiesigen Versuche den städtischen Behörden berichtet. Ueber die Versuche mit Müll aus München in Berlin und Hamburg hat der Stadtbaubeamte, Herr Eggers, und der städtische Heizingenieur, Herr Schneider, den münchener Behörden Bericht erstattet.

Von der Firma Goddard, Masses & Warner war Herr Warner außer zur Vorbereitung des Baues persönlich zwei Mal nach Berlin gekommen zur Vornahme von Versuchen.

Um die Feuerleute zu lebhaftem Eifer anzuspornen und sie zu prüfen, wurden zeitweilig Belohnungen für die Steigerung der Leistung der Defen ausgesetzt.

Da später seitens der Horsfall Co. die Meinung ausgesprochen wurde, daß unsere weniger günstigen Ergebnisse zum Theil sich daraus erklärten, daß unsere Feuerleute in der Bedienung der Defen noch nicht genügend geübt seien<sup>1)</sup>, so gingen wir, um keine Prüfung unserer Versuche zu versäumen, trotz unserer gegen-  
theiligen Meinung auf ihren Vorschlag ein, zur Prüfung der Leistungsfähigkeit unserer Feuerleute einen Vergleich mit englischen Arbeitern anzustellen. Eine Gewährleistung in der Weise zu übernehmen, daß sie im Falle nicht besserer Leistungen der englischen Feuerleute die Kosten dieses Versuches trüge, lehnte die Horsfall Co. ab. Sie erhielt demnach von uns den Auftrag, die drei besten englischen Feuerleute, welche sie beschaffen konnte, auf unsere Kosten in unsere Anlage zu entsenden.

Die Versuche wurden in der Zeit vom 24. Februar bis 21. März 1896 mit zwei Leuten aus Leeds und einem aus Oldham, welche schon sehr lange an Müllöfen beschäftigt waren, vorgenommen. Der Ingenieur der Horsfall Co. wohnte während der letzten Hälfte der Zeit den Versuchen bei.

Die Leute arbeiteten genau wie in England in drei Schichten zu je acht Stunden. Die Zellen wurden mit Dampfstrahl-Unterwindgebläse betrieben, dessen Düsen die Horsfall Co. vor Beginn der Versuche mit unserer Erlaubniß verstärkt hatte.

Das Müll, das zu den Versuchen angefahren wurde, dürfte entsprechend den um diese Zeit herrschenden Witterungsverhältnissen in den ersten Tagen noch von einer mittleren Heizung der Stubenöfen beeinflusst gewesen sein, welche schnell nachließ und zum Schluß nahezu aufhörte. Die Ergebnisse finden sich in nachfolgender Zusammenstellung.

---

<sup>1)</sup> Andererseits wurde auf die freie Lage der Defen hingewiesen. Vergl. S. 39.

## Versuch im Horsfallöfen mit englischen Feuerleuten.

Zeit	Gewicht t	In 24 Stb. verbraunt t	Schlacke %	Asche %	Zusam- men %	Kohlenzusatz im Ofen %	Pyrometer im Mittel °C	Bemerkungen
<b>Zelle I.</b>								
24.—29. Februar	10,108	2,022	33	20	53	8,4	187	
29. Februar — 7. März . .	15,646	2,235	40	12	52	7,9	236	
9.—18. März .	32,226	3,581	35	17	52	5,4	299	
Gesamt-Durch- schnitt . . .	57,980	2,761	36	16	52	6,6	252	
<b>Zelle II.</b>								
24.—29. Februar	11,133	2,227	33	14	47	7	192	
29. Februar — 7. März . .	16,092	2,299	43	12	55	6,3 + 5 = 11,3	221	5% Kohlen dem Müll beige- mischt
9.—18. März .	30,912	3,435	40	17	57	5,8	283	
Gesamt-Durch- schnitt . . .	58,137	2,768	40	14	54	6,2	241	
<b>Zelle III.</b>								
24.—29. Februar	11,134	2,227	38	12	50	5,6	165	
29. Februar bis 7. März . .	15,847	2,641	43	9	52	4,7	223	
9.—11. März .	3,660	1,830	57	9	66	11,3	178	
3.—4. März . .	2,997	2,997	56	4	60	0	258	Feine Theile ab- gesiebt
19.—21. März .	11,783	5,050	31	29	60	3,7	217	Dampf in die Zelle eingeführt. Roste zeitweilig mechanisch an- getrieben

Die verbrannten Mengen sind geringe, etwa 2,8 t in 24 Stunden in einer Zelle, und es ist den Engländern nur mit einem Zusatz von 6,2%—6,6% Kohlen gelungen das Feuer in Gang zu halten, auch als in Zelle II Müll verbrannt wurde, welchem vorher 5% feines Gewichtes an Kohlen zugemischt waren.

In Zelle III wurde ferner während 24 Stunden Siebrückstand verbrannt. Auffälliger Weise verbrannten die Engländer davon nur 2997 kg, also wenig mehr als von dem unbehandelten Müll.

Drei Tage lang wurde ein Versuch in der Weise gemacht, daß Zelle I von deutschen, Zelle II von englischen Arbeitern bedient wurde. Dieser Versuch, welcher unter sonst gleichen Umständen angestellt wurde, fiel zu Gunsten der deutschen Feuerleute aus, wie aus der folgenden Zusammenstellung zu ersehen ist.

### Vergleichsversuche.

Zeit	Gewicht t	Im 24 St. in einer Zelle verbrannt t	Tempe- ratur °C	Bemerkungen
Horsfall-Zelle I.				
15.—16. März	5,174	5,12	383	Deutsche Feuerleute
16.—17. März	4,697	4,70	325	
17.—18. März	5,348	5,35	374	
Horsfall-Zelle II.				
15.—16. März	4,125	4,13	358	Englische Feuerleute
16.—17. März	3,764	3,76	314	
17.—18. März	4,944	4,94	353	

Die Horsfall Co. hat uns über den Ausfall der Versuche mit den englischen Feuerleuten auf unsern Wunsch eine schriftliche Meinungsäußerung zukommen lassen, die wir in der Ursprache und in der Uebersetzung als Anlage beifügen.<sup>1)</sup> Besonders daraus hervorzuheben sind die Bemerkungen, daß die von der Horsfall Co. erwartete Verbesserung in der Bedienung der Oefen durch englische Feuerleute nicht erreicht wurde, daß thatsächlich die Ergebnisse ein wenig zu Gunsten der deutschen ausgefallen sind, welche eine besondere Erfahrung in der Behandlung einer so schlechten Klasse von Müll erworben hätten, während die englischen Feuerleute, die an eine bessere Art Müll gewöhnt seien, scheinbar nicht

<sup>1)</sup> Anlage 4 S. 95.

verständen, wie das Berliner Müll am besten zu behandeln sei. Es sei deshalb erwiesen, daß die in Berlin erzielten schlechten Ergebnisse nicht dem Mangel an Erfahrung auf Seiten der Berliner Feuerleute zuzuschreiben sind.

An der Zelle III machte der Ingenieur der Horsfall Co. noch eine Veränderung, indem er ein Dampfstrahlgebläse innerhalb der Zelle anbrachte, welches Luft auf den dem Vorherd zunächst liegenden Theil des Kofes blasen sollte, da dort das Feuer meist am schlechtesten brannte, und indem er die Kofe mechanisch von der Lokomobile aus antrieb. Mit dieser Einrichtung wurden unter feiner Leitung in 56 Stunden 15 733 kg verbrannt; es ergab sich eine Durchschnittsleistung von 5050 kg in 24 Stunden. Es ist dabei hervorzuheben, daß 8389 kg bestes Müll aus dem Centrum und Westen und 7344 kg Müll aus anderen Gegenden herstammten.<sup>1)</sup>

In Zukunft, insbesondere auch als Müll aus München in Berlin verbrannt wurde, sind in der veränderten Zelle III nur unbefriedigende Ergebnisse erzielt worden. Besonders zu bemerken ist auch, daß die Einrichtung sehr viel Dampf brauchte.

Vom 9. bis 10. März 1896 wurden die Zellen I und II durch Ventilator angeblasen.

Die englischen Feuerleute erhielten mit dem trockenen Unterwind das Feuer besser in Brand und erzielten auch eine ein wenig bessere Leistung, wie die hier folgende Zusammenstellung zeigt.

Z e i t	In 24 Stunden in einer Zelle ver- brannt t	Pyro- meter ° C	Bemerkungen
Z e l l e I.			
6.—7. März	1,57	230	Mit Dampfgebläse
9.—10. März	2,72	239	„ Ventilator
10.—11. März	1,89	192	„ Dampfgebläse

<sup>1)</sup> Eine Fuhre im Gewicht von 2950 kg aus dem Centrum wurde ohne Zusatz in 7 Stunden verbrannt (das wären 10 100 kg in 24 Stunden), dagegen wurden 593 kg aus dem Norden in 8 Stunden (das wären 1779 kg in 24 Stunden) verbrannt.

Z e i t	In 24 Stunden in einer Zelle ver- brannt t	Pyro- meter ° C	Bemerkungen
Zelle II.			
6.—7. März	2,14	220	Mit Dampfgebläse
9.—10. März	3,12	210	„ Ventilator
10.—11. März	2,78	179	„ Dampfgebläse

Die Horsfall Co. bemerkt auch in ihrer schriftlichen Meinungsäußerung, daß dem trockenen Unterwind der Vorzug zu geben sei vor dem Dampfstrahl-Unterwind.<sup>1)</sup>

Als ein wichtiges Ergebnis der Versuche mit den englischen Feuerleuten ist hervorzuheben, daß die Horsfall Co. auf Grund derselben angiebt, welche Leistungen ihrer Ofen sie eventuell gewährleisten will.<sup>2)</sup>

## V. Beschaffenheit des berliner Mülls, Einfluß der Rückstände aus den Haus- feuerungen auf seine Brennbarkeit.

Aus dem Vergleich der Ergebnisse der Versuche mit unbehandeltem und mit gesiebttem Müll geht hervor, daß die im Müll enthaltenen feinen Theile einen ungünstigen Einfluß auf seine Verbrennbarkeit ausüben. Da bei uns im Winter fast die sämtlichen aus feiner Asche bestehenden Rückstände aus den Stubenöfen in das Müll gelangen, erklärt es sich, daß das berliner Müll im Winter schlechter brennt als im Sommer.

Besonders zu bemerken ist ein Umschlag in der Leistung, der sich Ende Oktober und Anfang November 1895 zeigte. Nachdem

1) Vergl. indessen auch die Fußbemerkung S. 96 bezw. S. 100.

2) Vergl. Anlage 4, S. 98 ersten Absatz, bezw. S. 101 letzten Absatz.

während des ganzen Oktobers milde Witterung geherrscht hatte, stellte sich zu Ende des Monats plötzlich Frost ein, mit welchem ein allgemeines Heizen in den Wohnungen begann; die Leistungen der Ofen sanken in Folge dessen, während die Rückstände sich vermehrten.

In England und auch in Hamburg nimmt man an, daß die Rückstände aus den Stubenöfen im Winter die Brennbarkeit des Mülls erhöhen. Die Verhältnisse liegen bei uns indessen ganz anders, insofern als bei uns fast ausschließlich Braunkohlen-Darrsteine (Briketts) verfeuert werden, während es sich im ersteren Fall um Steinkohlenrückstände handelt.

Die Steinkohle hinterläßt noch viel brennbare Theile, während die Braunkohle fast nur Asche ergiebt. Der Steinkohle muß nämlich bei der Verbrennung mehr Luft<sup>1)</sup> zugeführt werden als der Braunkohle; wie bedeutsam der Unterschied im Luftbedarf beider Kohlenarten ist, läßt sich schon daraus erkennen, daß in einem Braunkohlenofen ein Koft entbehrt werden kann, während er in einem Steinkohlenofen nöthig ist. Die Steinkohle wird meist kurze Zeit, nachdem die Luftzuführung abgesperrt worden ist, verlöschen, und ihre Rückstände enthalten demnach noch alle die halbverbrannten und noch nicht angebrannten Theile, welche beim Abschließen der Luft vorhanden sind; die Braunkohlen-Darrsteine glimmen indessen noch weiter, nachdem die Luftzuführung abgeschlossen ist, da die geringe Menge Luft, die noch durch die Ritzen und Poren des Ofens eintreten kann, zur weiteren langsamen Verzeehrung sämtlicher Kohlentheile genügt. Man findet deshalb häufig am anderen Tage, wenn von Neuem geheizt werden soll, noch glühende Kohlentheile vor. Der Rückstand, der oft noch die ursprüngliche Form der Briketts hat, besteht aus reiner gelblich-braun gefärbter Asche und enthält fast nie brennbare Bestandtheile.

Nach den von Vogel<sup>2)</sup> mitgetheilten Angaben von Preißig

---

<sup>1)</sup> 1 kg Steinkohle braucht etwa 18 cbm, 1 kg Braunkohle etwa 12,5 cbm Verbrennungsluft.

<sup>2)</sup> Die Beseitigung und Verwerthung des Hausmülls. Jena 1897. S. 86.

schwankte der Aschengehalt der Darrsteine von verschiedenen Gruben zwischen 5,67 % bis 22,28 %<sup>1)</sup>; bei einigen von uns angestellten Wägungen für Braunkohlen=Darrsteine besserer Güte<sup>2)</sup> betrug der Rückstand in den Stubenöfen 6—7 %; man wird deshalb nicht zu hoch greifen, wenn man die Rückstände der in Berlin verwendeten Darrsteine im Mittel auf 10 % annimmt, während diejenigen der Steinkohle je nach der Güte 3—7 %<sup>3)</sup> betragen. Die Braunkohlen=Darrsteine werden also mehr Rückstände ergeben, als dieselbe Gewichtsmenge von Steinkohlen.

Bedenkt man ferner, daß die Verbrennungswärme<sup>4)</sup> der Braunkohle bedeutend geringer ist als diejenige der Steinkohle, daß man also zur selben Heizung viel mehr Braunkohlen als Steinkohlen dem Gewicht nach nöthig hat, so ist ohne Weiteres klar, daß das Wintermüll in Berlin viel mehr Asche enthält als das Müll in Städten mit Steinkohlenfeuerung.

Die Asche wirkt aber nachtheilig, nicht allein deswegen, weil sie selbst unverbrennlich ist: sie hüllt auch, da sie spezifisch leicht<sup>5)</sup> ist und also einen großen Raum einnimmt, brennbare Theile ein und beeinträchtigt deren Verbrennung. Mit welchen Mengen von Feuerungsrückständen in Berlin zu rechnen ist, läßt sich nicht genau berechnen, einige Schätzungen dürften indessen zulässig sein.

Nach den durch das Statistische Amt der Stadt Berlin wiedergegebenen Feststellungen der Königl. Eisenbahndirektion betrug der Verbleib, also wohl auch der Verbrauch an Brennstoffen in Berlin:

---

1) Von Braunkohlen im Allgemeinen giebt die „Hütte, des Ingenieurs Taschenbuch“ 16. Auflage II S. 449 an 5—10 %.

2) Preis für 100 Stück 90 Pf. im Kleinhandel. Schlechtere Darrsteine sind bereits für 60 Pf. in Berlin zu haben.

3) Vergl. „Hütte“ II. S. 449.

4) Nach der „Hütte“ I S. 304 beträgt der absolute Heizeffekt der verschiedenen Braunkohlen 3600—5350, derjenige der Steinkohlen 6600—7760, der des Anthracits 8110 Wärmeinheiten.

5) 1 cbm Asche wiegt nach unseren Ermittlungen etwa 346 kg.

Jahr	Steinkohlen t	Braunkohlen und Darrsteine				Zusammen t
		Böhmische Braunkohlen t	Preußische u. Darrsteine t	Sächsische Kohlen t		
1893	1 420 044	160 179	611 140	15 357	786 676	nach Mit- theilung von Cäsar Wollheim
1894	1 458 198	124 586	593 514	15 784	733 887	
1895	1 426 725	110 502	664 683	21 915	797 100	
1896	—	—	755 299	—	—	

Die Steinkohlen dürften zum größten Theil durch die Eisenbahnen, Fabriken und Dampfkessel verbraucht sein, von ihnen entfällt auf die Stubenheizung nur ein geringer Theil. Die Braunkohlen, die zum Theil wohl noch zu anderen Zwecken als zur Heizung von Stubenöfen verwendet worden sind, mögen auch nicht in Betracht gezogen werden.

Es ist aber anzunehmen, daß die gesammte Menge der Darrsteine ausschließlich in den häuslichen Feuerungen verbrannt worden, und daß deren Asche ins Müll gelangt ist; es wäre demnach, wenn wir die niedrigste Zahl, die des Jahres 1894, zu Grunde legen, mindestens die Asche von 593 514 t Darrsteinen anzunehmen, d. h. zu 10 % gerechnet 59 351 t Asche im Jahre oder im Durchschnitt auf 1 Tag rund 198 t. Ueber den Unterschied des Verbrauches der Braunkohlen=Darrsteine im Winter und im Sommer haben wir bei mehreren hiesigen Kohlen=Großhandlungen angefragt.<sup>1)</sup> Im Durchschnitt kann danach der Winterverkauf 3—4 Mal so hoch geschätzt werden als der Sommerverkauf. Nimmt man an, daß die Zeit der Heizung in Berlin vier bis fünf Monate andauert, so würden bei einem Verhältniß von 1:3 an

<sup>1)</sup> Der Verkauf war bei der einen im Winter 68 % und im Sommer 32 % des Jahresbedarfes, bei einer zweiten im Winter 75 % und im Sommer 25 %, bei einer dritten 80 % zu 20 % und bei einer vierten im Winter etwa fünf Mal so groß als im Sommer.

einem Sommertag rund 90 t und an einem Wintertag rund 270 t Asche aus den Hausfeuerungen in das Müll gelangen. Die in Berlin an einem Wintertag abgeworfene Müllmenge beträgt rund 978 t.<sup>1)</sup> Die Asche aus den Darsteinen würde demnach betragen etwa 27,6% vom Gewicht des Mülls oder 47%<sup>2)</sup> vom Rauminhalt.

Diese Schätzung der Aschenmenge, welche eher zu niedrig als zu hoch sein dürfte, zeigt jedenfalls, daß die Menge der Asche einen bedeutenden Bruchtheil des berliner Wintermülls ausmacht.

Bei den Versuchen mit der Verbrennung von grobem Siebrückstand wurden dem Müll zu verschiedenen Zeiten verschieden große Mengen seines Gehaltes an feinen Theilen entzogen. Die hier folgende Zusammenstellung giebt Mittelwerthe an, welche von 22% bis zu 38% schwanken, und außerdem die Maxima und Minima, welche sich bei einzelnen Fahren gezeigt haben.

#### Aussiebung von Müll.

Zeit		Gesamtgewicht des Mülls in kg	Feiner Sieb-Durchfall in %			Grober Sieb-Rückstand in %		
von	bis		Max.	Durchschnitt	Min.	Max.	Durchschnitt	Min.
10. 7. 95	5. 8. 95	79 575	48	24	14	86	76	52
5. 8. 95	17. 8. 95	96 871	41	22	10	90	78	59
25. 10. 95	28. 10. 95	24 380	40	32	22	78	63	60
27. 11. 95	17. 12. 95	58 480	49	37	22	78	63	51
18. 12. 95	13. 1. 96	89 270	48	38	22	78	62	52
19. 5. 96	14. 5. 96	46 300	39	32	20	80	68	61

<sup>1)</sup> Vergl. S. 57.

<sup>2)</sup> 1 cbm Müll wiegt 591 kg. 1 cbm Asche aus den Stubenöfen 346 kg.

Wenn es nun gelingt, die Defen von den so festgestellten Mengen, im Durchschnitt etwa ein Drittel vom Gewicht, an nicht brennbaren Theilen zu entlasten, so ist es möglich, die Leistungen der Zellen zu steigern und in ihnen größere Mengen Müll ohne Zusatz zu verbrennen<sup>1)</sup>.

Eine Verminderung im Verbrauch der Darrsteine könnte vielleicht in Zukunft erwartet werden von einer weiteren Verbreitung der in neuerer Zeit stark in Aufnahme gekommenen eisernen Stubenöfen, die mit Steinkohlen oder Anthracit geheizt werden. Diese sind insofern günstig, als aus ihnen weniger Asche kommt, welche außerdem unter Umständen noch Brennstoffe enthält.

Eine Verringerung der Asche im Müll könnte sich auch in Folge einer allgemeineren Verwendung des Gases zum Kochen und Heizen ergeben.

In Folge einer weiteren Einführung der Gaskocher würde die Brennbarkeit des Mülls an sich auch erhöht werden, weil es dann viel brennbare Stoffe erhielte, welche jetzt bei der löblichen Gepflogenheit vieler Hausfrauen, die Müllverbrennung gleich in ihrer Küche zu betreiben, in das Feuer des Kochherdes gelangen.

Die Anzahl der durch die städtischen Gasanstalten bedienten Gaskocher hat sich in Berlin nach Einführung eines billigeren Tarifes für Heizgas in der Zeit von Anfang Januar 1896 bis Ende Februar 1897 von rd. 7000 auf rd. 12 000 Stück vermehrt. Diese Zahl verschwindet allerdings gegenüber den 409 720 in Berlin befindlichen bewohnten Wohnungen mit — vermuthlich — ebensoviele Kochstellen; es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß die Verwendung von Gas zum Kochen bei uns sich ebenso verallgemeinert, wie angeblich in England, Frankreich und Dänemark; da indessen die Gaskocher die Küchen nicht genügend erwärmen, dürfte der Fall häufig eintreten, daß man im Winter — also gerade in der für die Müllverbrennung ungünstigsten Zeit — zur Kochmaschine wieder seine Zuflucht nimmt.

---

1) Vergl. Schlußbetrachtung S. 67.

Gasöfen zum Heizen sind im Betriebe theuer<sup>1)</sup>, auf ihre allgemeine Einführung dürfte deshalb bei uns kaum zu rechnen sein; man findet sie vielmehr hauptsächlich nur in Räumen, welche nur zeitweilig geheizt werden, also in Hotels, Waarenlagern und in Räumen, wo man mehr auf Annehmlichkeit der Bedienung als auf größere Sparsamkeit sieht.

## VI. Kosten.

### 1. Anzahl der für Berlin erforderlichen Zellen.

Die Berechnung der bei Einführung der Müllverbrennung für Berlin erforderlichen Anzahl von Zellen ist unter der Voraussetzung angestellt worden, daß das gesammte in Berlin abgeworfene Müll in die Verbrennungs-Anstalten gelangt, daß deren Betrieb also nicht beeinflusst wird durch die Schwankungen, welche andere Abladegerlegenheiten verursachen, daß der Betrieb vielmehr nur den Schwankungen sich anzupassen hat, welche durch die Jahreszeiten bedingt sind.<sup>2)</sup>

Ueber die Menge des in Berlin abgeworfenen Mülles wurden in Gemeinschaft mit dem Direktor der Wirthschafts-Genossenschaft Berliner Grundbesitzer Herrn Ahnhudt eingehende Erhebungen und Berechnungen angestellt, welche im Februar die Wägungen des Mülles von 2328 und im Juli von 1902 Häufertagen umfaßten.

---

<sup>1)</sup> 1 cbm Gas giebt nach der „Hütte“ bei der Verbrennung 4500—7000, im Mittel etwa 5200 Wärme-Einheiten, 1 kg Steinkohle etwa 7500 Wärme-Einheiten.

1 cbm Gas kostet 10 Pf., 1 kg Steinkohle 2 Pf., man erhält also theoretisch in Gas für 10 Pf. 5200 W.-E. und in Kohle 5 · 7500 = 37 500 W.-E.

Bei dem mit Kohle geheizten Ofen wird ein großer Theil der Verbrennungswärme verloren gehen; sobald jedoch mehr als ihr siebenter Theil für die Heizung des in Betracht kommenden Raumes nutzbar gemacht wird, ist die Kohlenheizung billiger.

<sup>2)</sup> Ueber die Anzahl der Zellen, die zum Ersatz der jetzt bestehenden Abladepätze erforderlich wären, vergl. Anlage 8 S. 114.

Im Durchschnitt warf ein Haus an einem Tage ab:

	Im Februar	Im Juli
Im Osten der Stadt . .	42,55 kg	28,6 kg
„ Norden „ „ . .	42,88 „	28,8 „
„ Westen „ „ . .	40,51 „	21,3 „
„ Durchschnitt aus diesen drei Gegenden . . .	42,04 „	26,5 „

Sowohl der Umfang der Erhebungen als auch die Vertheilung derselben über verschiedene Stadtgegenden lassen eine Verallgemeinerung der gefundenen Zahlen als zulässig erscheinen.

Man kann demnach annehmen, daß im Jahresdurchschnitt aus einem Hause an 1 Tage  $\frac{42,04 + 26,5}{2} = 34,27$  kg abgeworfen werden.

Die Bitterung war im Februar wärmer als normal, die Zahl für eine Zeit strengeren Frostes, in welcher mehr Asche abgeworfen wird, dürfte deshalb noch etwas höher sein.

Unter Zugrundelegung obiger Zahlen lassen sich folgende Zahlen über die in Berlin abgeworfenen Müllmengen berechnen:<sup>1)</sup>

	Im Winter	Im Sommer
1 Mensch <sup>2)</sup> an 1 Tag	0,584 kg = 0,97 l <sup>3)</sup>	0,370 kg = 0,61 l
Ganz Berlin „ 1 „	978 t <sup>4)</sup> = 1630 cbm	616 t = 1027 cbm
1000 Menschen „ 1 „	584 kg = 970 l	370 kg = 610 l
1000 kg Müll „ 1 „	von 1712 Menschen	2703 Menschen

1) Auffallender Weise sind in der Fachliteratur die Müllmengen meist nur dem Raum nach angegeben; es mag das daher rühren, daß man die Mengen wohl nach dem Fassungsgehalt der Wagen schätzt. Diese Angaben sind aber sehr ungenau wegen der Verschiedenheit des Raumes, welchen das Müll einnimmt, je nachdem es mehr oder weniger zusammengefaßt ist. Schon beim Zusammenrütteln durch den Wagen auf der Fahrt schwindet der Raum des Müll'es bedeutend. Genaue Angaben können deshalb nur durch Gewichtszahlen gemacht werden.

2) In Berlin hat nach dem Statistischen Jahrbuch ein Haus durchschnittlich 71,97 Bewohner.

3) Es ist angenommen 1 l = rund 0,6 kg (vergl. S. 21).

4) Bei der Volkszählung 1895 waren in Berlin 1 677 135 Einwohner und 23 255 bewohnte Grundstücke vorhanden.

		Im Jahresdurchschnitt
1 Mensch	an 1 Tag . . . . .	0,477 kg <sup>1)</sup> = 0,79 l
Ganz Berlin	„ 1 „ . . . . .	797 t = 1329 cbm
1000 Menschen	„ 1 „ . . . . .	477 kg = 790 l
1000 kg Müll	„ 1 „ von . . . . .	2097 Menschen
Ganz Berlin in 1 Jahre (300 Abfuhrtage)		
		= 300 · 797 = 239100 t = 398700 cbm
1 Haus	in 1 Jahre . . . . .	10,28 „ = 17,13 „
1 Mensch	in 1 Jahre . . . . .	0,143 „ = 0,238 „

Die verbrannte Menge in einer Zelle betrug für unbehandeltes Müll in den Wintermonaten im Durchschnitt 4,121 t.<sup>2)</sup> Nehmen wir — unter der Voraussetzung, daß das Müll, so wie es aus den Häusern kommt, verbrannt werden soll — diese Leistung zur Berechnung der für Berlin erforderlichen Anzahl von Zellen an, so würden sich ergeben  $\frac{978}{4,1} = 238$  Zellen oder abgerundet 240 Zellen für ganz Berlin.

Für berliner Verhältnisse müßte demnach auf je 7000 Einwohner 1 Zelle gerechnet werden.<sup>3)</sup>

Im Sommer werden in 1 Zelle verbrannt im Durchschnitt 6,55 t;<sup>2)</sup> für den Sommerbetrieb sind demnach erforderlich  $\frac{616}{6,55} = 94$  Zellen oder abgerundet 96 Zellen.<sup>4)</sup>

Falls man sich in Berlin zur Einführung der Müllverbrennung entschließt, dürfte es am zweckmäßigsten sein, die Verbrennungsanstalten an der Grenze des Reichbildes zu errichten und es dürfte sich empfehlen, nicht unter vier Müllverbrennungsanstalten mit je 60 Zellen anzunehmen.

<sup>1)</sup> In Hamburg etwa 0,5 kg auf 1 Kopf und Tag. 1 cbm = 500 kg, also 0,37 cbm auf 1 Kopf und Jahr.

<sup>2)</sup> S. S. 18.

<sup>3)</sup> In Hamburg auf je 8361 Einwohner.

<sup>4)</sup> In Hamburg wurden im Winter 30, im Sommer 18 Zellen benutzt.

Es könnten indessen ebenso wohl, je nach Größe und Zahl der ev. in Betracht kommenden Grundstücke, z. B. 6 Anstalten zu je 42 oder 8 Anstalten zu je 30 Zellen errichtet werden. Je nachdem man auf die Gänge der Wege, welche die Abfuhrwagen bis zur Anstalt zurückzulegen haben, mehr oder weniger Werth legt, wird man eine größere oder geringere Anzahl von Anstalten errichten.

Die Anzahl der erforderlichen Zellen würde eine kleinere sein, wenn nur aschefreies bez. gesiebtes Müll zur Verbrennung kommt. Nach den in der Zusammenstellung S. 54 aufgeführten Zahlen läßt sich annehmen, daß das Müll auch in den sonst ungünstigen Zeiten brennbar sein wird, wenn ihm etwa ein Drittel seines Gewichtes an feinen Theilen entzogen ist. Bei der Verbrennung von Siebrückstand bezw. aschefreiem Müll würden also täglich nur  $\frac{978 \cdot 2}{3} = 652$  oder erhöht auf 700 t zu verarbeiten sein. Bei der Annahme einer Verbrennungsleistung von 8 t in 24 Std. in 1 Zelle, würden also für aschefreies Müll erforderlich sein etwa  $\frac{700}{8} =$  rd. 88 Zellen. Für den Sommer würden wenn dann überhaupt eine Siebung vorgenommen wird, entsprechend weniger Zellen nöthig sein.

## 2. Berechnung der Kosten bei allgemeiner Einführung der Müllverbrennung in Berlin.

Es ist oben darauf hingewiesen worden, daß man je nach Umständen eine größere oder geringere Anzahl von Zellen zu einer Anstalt vereinigen könnte. Unter der Annahme, daß für Berlin 6 Verbrennungsanstalten mit je 42 Zellen anzulegen sein würden, sind die folgenden Kosten veranschlagt, welche indessen auch für Anstalten mit mehr und mit weniger Zellen passende Durchschnittswerthe bieten.

## I. Betrieb.

### A. Löhne.

#### 1. Allgemeine Löhne für 1 Tag:

1 Aufseher <sup>1)</sup> (Tagelohn 5 Mark) . . . . .	5,00	Mark
2 Aufseher-Gehülfen (Tagelohn 4 Mark) . . . . .	8,00	"
2 Pförtner bezw. Wiegemeister (Tagelohn <sup>2)</sup> 3,60 Mark) . . . . .	7,20	"
1 Kranführer <sup>3)</sup> (Tagelohn 3,60 Mark) . . . . .	3,60	"
1 Arbeiter für den Vorigen (Tagelohn 3 Mark) . . . . .	3,00	"
3 Hofarbeiter (Tagelohn 3 Mark) . . . . .	9,00	"
	<hr/>	
	zuf.	35,80 Mark

Entsprechend der geringeren Leistung der Zellen und der größeren Müllmengen würden im Winter  $\frac{240}{96} = 2,5$  mal so viel Zellen gebraucht werden als im Sommer<sup>4)</sup>. Bei einem Bedarf von 42 Zellen im Winter, würden in unserer Anstalt also  $\frac{42}{2,5} = 17$  Zellen im Sommer nöthig sein oder rund 30 Zellen im Jahresdurchschnitt.

Auf eine Zelle entfallen also an einem Tage im Mittel  $\frac{35,80}{30} = 1,193$  Mark allgemeine Löhne.

#### 2. Besondere Löhne für Bedienung der Zellen.

Für einen Block von 6 Zellen sind gleichzeitig nöthig 2 Feuerleute und 1 Arbeiter<sup>5)</sup>, also bei 3 Schichten in 24 Stunden 9 Mann (Tagelohn 3,50 Mark) = 31,50 Mark. Also für 1 Zelle in 24 Stunden = 5,25 Mark.

1) Es ist angenommen, daß ein Aufseher im Betriebe thätig ist, welcher sich mit zwei Gehülfen in achtstündigen Schichten abwechselt.

2) Für zwölfstündigen Dienst.

3) Im Winter kommen täglich ungefähr 160 t Müll in die Anstalt, für die zwei Krane anzulegen wären. Der Kranführer arbeitet nicht in der Nacht; es ist vielmehr angenommen, daß er mit einem Arbeiter in einer Schicht das Heben des Mülls erledigt. Für den Fall, daß keine Krane sondern geneigte Auffahrten auf die Höhe der Entladefläche, etwa 5 m, angenommen werden, würden an Stelle der Kranführer mehr Leute zum Bewegen des Mülls auf den Defen gebraucht werden.

4) Vergl. S. 58.

5) Ein Feuermann bedient drei Zellen. Der Arbeiter besorgt die Beschickung der 6 Zellen mit Müll.

Für die Anstalt von 42 Zellen sind nöthig 9 Schlackenfahrer, die zusammen  $9 \cdot 3 = 27$  Mark Lohn erhalten; der Antheil für 1 Zelle ist also  $\frac{27}{42} = 0,643$  Mark.

Demnach Gesamtlohn für 1 Zelle in 24 Stunden:

Allgemeine Löhne . . . . .	1,193 Mark
Dienarbeiter . . . . .	5,250 "
Schlackenfahrer . . . . .	0,643 "
	zusammen 7,086 Mark.

### B. Luftzuführung.

1. Beim Betrieb mit offenem Aschenfall entstehen keine besonderen Kosten für die Luftbeschaffung.

2. Kosten des Dampfstrahlgebläses. Eine Zelle braucht 75 kg Dampf in einer Stunde. Der Preis für 100 kg Dampf frei Zelle kann angenommen werden zu 0,30 Mark. Die Kosten des Dampfes für eine Zelle in 24 Stunden würden also betragen  $\frac{75 \cdot 0,30 \cdot 24}{100} = 5,40$  Mark.

3. Kosten des trockenen Unterwindes bezw. Maschinenbetriebes. Für die Ventilatoren, die Krane, die elektrische Beleuchtung u. s. w. kann man einen Arbeitsbedarf von etwa zwei Pferden auf eine Zelle rechnen.<sup>1)</sup> Eine Maschinenpferdestunde dürfte auf 0,08 Mark zu veranschlagen sein. Also sind die Kosten der Maschinenarbeit für eine Zelle in 24 Stunden =  $2 \cdot 24 \cdot 0,08 = 3,84$  Mark.

Die Kosten für einen Zellentag sind demnach

für Lohn . . . . .	= 7,086 Mark,
für Lohn und Dampf <sup>2)</sup> ( $7,086 + 5,40$ ) .	= 12,486 "
für Lohn und Ventilator ( $7,086 + 3,84$ ) =	10,926 "

<sup>1)</sup> In Hamburg sind für 36 Zellen zwei Dampfmaschinen von je 40 Pferden vorhanden.

<sup>2)</sup> Der Betrag gilt nur für den Dampf, welcher für das Dampfstrahlgebläse nöthig ist. Die Krane und die Beleuchtung sind nicht mit berücksichtigt. Aber trotz dieser günstigeren Rechnung sind die Kosten des Betriebes mit Dampfstrahlgebläse stets bedeutend höher als die des Betriebes mit Ventilator.

Unter Annahme der vorstehenden Kosten für Lohn und Unterwind und unter Berücksichtigung der Leistung<sup>1)</sup> der Öfen bei den verschiedenen Betriebsarten sind die Kosten für 1 t unter Nr. 1 S. 64 berechnet.<sup>2)</sup>

### C. Kohlenzusatz.

Die Kosten für den Zusatz sind aus Zusammenstellung Va Spalte 6 unter der Annahme berechnet, daß 100 kg Kohlen frei Öfen 2 Mark kosten. Sie finden sich auf S. 64 unter Nr. 2.<sup>3)</sup>

Die gesammten Kosten der eigentlichen Verbrennung sind als Summe von Nr. 1 und Nr. 2 auf S. 64 unter Nr. 3 angegeben.<sup>4)</sup>

### D. Abfuhr der Rückstände.

Nach den Ausführungen S. 23 muß angenommen werden, daß der größte Theil der Rückstände auf Kosten der Verwaltung weggeschafft werden muß; für die Fortschaffung muß mindestens ein Preis von 1 Mark für 1 t in Anschlag gebracht werden. Unter Nr. 4 S. 64 sind die Abfuhrkosten nach der Menge der Rückstände<sup>5)</sup> unter Zugrundelegung dieses Preises aufgeführt.

Nr. 5<sup>6)</sup> giebt dann als Summe von Nr. 3 und Nr. 4 die gesammten Betriebskosten für die Verbrennung von 1 t Müll.

## II. Bau und Erneuerung.

Für den Bau einer Zelle einschließlich ihres Antheiles an Gebäuden in einfacher Ausstattung, Schornstein, maschinellen Einrichtungen und allem übrigen Zubehör dürften zu veranschlagen sein 12 500 Mark.<sup>7)</sup>

1) Zusammenstellung Va Spalte 5 (S. 89).

2) Zusammenstellung Va Spalte 11.

3) Va Spalte 12.

4) Va Spalte 13.

5) Va Spalte 10.

6) Va Spalte 15.

7) Die Anlage in Hamburg mit 36 Zellen hat 480 000 Mark gekostet, also für 1 Zelle 13 333 Mark; dort sind aber wegen der Bodenverhältnisse bedeutende Kosten für Gründungen entstanden.

Der Bau einer Anlage von 42 Zellen würde also kosten 525 000 Mark.

Die eigentliche Zelle wird rund 4500 Mark kosten, auf ihre Verzinsung und Erneuerung mögen zusammen 9%, also im Jahre  $\frac{4500 \cdot 9}{100} = 405$  Mark gerechnet werden. Die übrigen 8000 Mark entfallen auf die Gebäude und sonstigen Anlagen. Für Verzinsung und Erneuerung dieser seien zusammen 6%, also im Jahre  $\frac{8000 \cdot 6}{100} = 480$  Mark gerechnet. Die Gesamtkosten für die Erneuerung einer Zelle betragen demnach 885 Mark oder für die ganze Anlage  $885 \cdot 42 = 37\,170$  Mark im Jahre.

Im Jahresdurchschnitt werden 30 Zellen benutzt. Für 1 Zellentag betragen also die Kosten für Erneuerung  $\frac{37170}{30 \cdot 300} = 4,13$  Mark. Der Betrag für 1 t Müll ist danach aus der Zusammenstellung Va Spalte 5 berechnet und S. 64 unter Nr. 6<sup>1)</sup> angegeben.

### III. Grunderwerb.

Die Baulichkeiten für eine Anlage von 42 Zellen werden rd. 2200 qm Grundfläche einnehmen. Wenn angenommen wird, daß die Rückstände möglichst schnell abgefahren werden, daß also kein großer Lagerraum nöthig ist, dürfte eine Fläche von etwa 10 000 qm für die ganze Anlage genügen.<sup>2)</sup> Die Jahresmiethe in den verschiedenen Theilen der Stadt ist sehr verschieden; es ist dafür zu veranschlagen mindestens 3600 Mark<sup>3)</sup> oder auf 1 Zellentag berechnet  $\frac{3600}{30 \cdot 300} = 0,40$  Mark.

Der Betrag für 1 t ist S. 64 unter Nr. 8 zu finden.

<sup>1)</sup> Va Spalte 16.

<sup>2)</sup> In Hamburg sind 1890 qm bebaut, die Gesamtfläche des Grundstückes beträgt bei sehr reichlicher Raumbemessung 13 000 qm.

<sup>3)</sup> Für den städtischen Mülleinladeplatz an der Oberspree beträgt die Miethe 110,46 Pf., für einen Platz im Norden der Stadt, der vielleicht in Betracht kommen würde, 32,4 Pf. für 1 qm.

Unter Nr. 9 sind dann die Gesamtkosten für die Verbrennung von 1 t Müll angegeben.

Da die Kosten für Grunderwerb bezw. Miethe sich sehr nach der Lage des Grundstückes richten, können zur Beurtheilung der Kosten nur die unter Nr. 7<sup>1)</sup> aufgeführten Zahlen dienen, welche den Grunderwerb außer Betracht lassen.

### Kosten für 1 t Müll in Mark.

Es bedeutet: ℔ = Betrieb der Zelle bei offenem Mischenfall.

℥ = " " " mit Dampfstrahl-Unterwind-Gebläse.

ℳ = " " " " Ventilator.

Sp.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nr.	Entstehung der Kosten aus	Warner-Dfen				Horsfall-Dfen					
		Ungefeibt		Gefiebt		Ungefeibt			Gefiebt		
		℔	ℳ	℔	ℳ	℔	℥	ℳ	℔	℥	ℳ
1	Bohn + Luft	2,404	2,305	1,377	1,330	2,743	3,899	2,030	1,409	2,031	1,081
2	Zufuß	0,194	0,098	0,000	0,000	0,236	0,342	0,100	0,048	0,016	0,000
3	Verbrennungs- kosten (Summe Nr. 1 + Nr. 2)	2,598	2,403	1,377	1,330	2,979	4,241	2,130	1,457	2,047	1,081
4	Abfuhr der Rückstände	0,530	0,550	0,470	0,480	0,510	0,520	0,500	0,330	0,380	0,470
5	Gesamt- Betriebskosten (Summe Nr. 3 + Nr. 4)	3,128	2,953	1,847	1,810	3,489	4,761	2,630	1,787	2,427	1,551
6	Bau und Erneuerung	1,401	0,871	0,802	0,503	1,599	1,290	0,768	0,821	0,672	0,409
7	Gesamtkosten ohne Grund- erwerb (Summe Nr. 5 + Nr. 6)	4,529	3,824	2,649	2,313	5,088	6,051	3,398	2,608	3,099	1,960
8	Grunderwerb	0,136	0,085	0,078	0,049	0,155	0,125	0,074	0,080	0,065	0,040
9	Gesamtkosten (Summe Nr. 7 + Nr. 8)	4,665	3,909	2,727	2,362	5,243	6,176	3,472	2,688	3,164	2,000

<sup>1)</sup> Zusammenstellung Va, Spalte 17.

Der Vergleich der Kosten unter Nr. 7 (bez. in Zusammenstellung Va Spalte 17) ergibt entsprechend der höheren Leistung bei der Verbrennung für alle Betriebsarten einen großen Unterschied zu Gunsten des Siebrückstandes.

Die Verbrennung mit Dampfstrahl-Gebläse verursacht hohe Kosten, 6,051 Mark für 1 t unbehandeltes Müll und 3,099 Mark für Siebrückstand.

Die geringsten Kosten entstehen beim Betriebe mit trockenem Unterwind; die niedrigsten Zahlen dafür sind für unbehandeltes Müll 3,40 Mark und für Siebrückstand 1,960 Mark. Bessere Zahl ist unter Annahme einer ausnahmsweise hohen Leistung berechnet,<sup>1)</sup> welche nur 14,5 Stunden andauerte; es empfiehlt sich deshalb, den Mittelwerth von Va Spalte 17 Nr. 4 und Nr. 11 zu nehmen, welcher der Wirklichkeit mehr entsprechen dürfte. Es ergibt sich dann für den Siebrückstand  $\frac{2,313 + 1,960}{2} = \text{rd. } 2,14 \text{ Mark.}$

Bei der Einführung der Verbrennung von gesiebttem Müll ist zu berücksichtigen, daß außer dem Siebrückstand, welcher verbrannt wird, noch der Siebdurchfall verbleibt, dessen Verwerthung fraglich ist und der voraussichtlich seitens der Bewal tung abgefahren werden müßte; er wird etwa ein Drittel vom Gewicht des Mülles betragen.<sup>2)</sup> Von 1 t Müll müßte also etwa  $\frac{1}{3}$  t abgefahren werden. Für die Abfuhr von 1 t Durchfall, welcher wegen seines Gehaltes an organischen Stoffen schwieriger unterzubringen sein wird als die Verbrennungsrückstände, würde etwa der Preis von 2 Mark zu veranschlagen sein; auf  $\frac{1}{3}$  t entfallen also 0,67 Mark. Die Kosten der Beseitigung von 1 t Müll bei der Einführung der Siebung würden also betragen:

Verbrennung von $\frac{2}{3}$ t Siebrückstand	= $\frac{2}{3} \cdot 2,14 = 1,43$ Mark.
Abfuhr von $\frac{1}{3}$ t Durchfall	. . . . . = 0,67 „
	zusf. 2,10 Mark.

Wie S. 17 besonders betont worden ist, sind dort die Leistungen unter Voraussetzung günstiger Betriebsverhältnisse an-

1) Vergl. Zusammenstellung Va, Nr. 11.

2) Vergl. S. 54.

gegeben, die vorstehende Berechnung ist unter Zugrundelegung billiger Preise hergestellt worden, die S. 64 angegebenen Kosten sind deshalb als niedrige anzusehen, die bei ungünstigen Verhältnissen überschritten werden können.

Das Ergebnis der Kostenberechnung ist also, daß das berliner Müll am billigsten beim Betriebe mit trockenem Unterwind verbrannt wird. Unter günstigen Betriebsverhältnissen betragen die Gesamtkosten der Verbrennung, mit Ausnahme derjenigen für Grunderwerb, für 1 t des unbehandelten Mülls 3,40 Mark, des aschefreien Mülls 2,14 M., und die Kosten für die Beseitigung von 1 t Müll bei Einführung der Siebung 2,10 Mark.

Die Kosten für die Verbrennung des aschefreien Mülls bezw. des Siebrückstandes werden sich noch verringern, wenn der Dampf, wie zu erwarten ist, durch die Wärme der Abgabe entwickelt werden kann.

Für die Einführung der Verbrennung des unbehandelten Mülls, d. h. des Mülls, wie es aus den Häusern kommt, wäre für Berlin zur Erbauung von 6 Anstalten zu je 42 Zellen ein Anlagekapital von  $6 \cdot 525\,000 = 3\,150\,000$  Mark und unter Hinzurechnung unvorhergesehener Ausgaben von rund  $3\,250\,000$  Mark nöthig.

In einem Jahre werden in Berlin 239100 t Müll abgeworfen<sup>1)</sup>, die Gesamtverbrennungskosten in einem Jahr würden also betragen  $239100 \cdot 3,4 = 812\,940$  Mark, oder erhöht auf 900 000 Mark. Dazu würden noch kommen die Kosten für die Grundstücke von mindestens  $6 \cdot 10000$ <sup>2)</sup> qm = 60 000 qm in verschiedenen Gegenden der Stadt.

Bei der Annahme, daß aschefreies Müll verbrannt wird, würden die Baukosten (88 Zellen), betragen  $88 \cdot 12\,500 = 1\,100\,000$  oder erhöht auf  $1\,200\,000$  Mark, die Betriebskosten würden zu schätzen sein auf  $700 \cdot 300 \cdot 2,14 = 449\,400$  Mark oder erhöht auf 500 000 Mark. Es ist zu berücksichtigen, daß, wenn das Müll

<sup>1)</sup> S. S. 58.

<sup>2)</sup> S. S. 63.

durch Siebung von der Asche befreit werden soll, an einem Tage noch etwa 300 t oder im Jahre 90 000 t feiner Siebdurchfall aus den Anstalten abzufahren wären. Für die Abfuhr desselben würden die Betriebskosten sich erhöhen um 2.90 000 = 180 000 Mark; die Betriebskosten für die Verbrennung des Siebrückstandes einschließlich der Abfuhr des Siebdurchfalles würden also betragen im Jahre  $449\,400 + 180\,000 = 629\,400$  Mark oder erhöht auf rund **700 000** Mark.

## VII. Schlußbetrachtung.

Die hier vorgenommenen Versuche dürften die Frage, unter welchen technischen Bedingungen und mit welchem Kostenaufwande die Verbrennung des Hausmülles in Berlin vorgenommen werden kann, hinreichend geklärt haben.

Das Ergebnis der Versuche läßt sich dahin zusammenfassen, daß eine Verbrennung des Mülles nach englischem Muster, d. h. des Mülles, wie es aus den Häusern kommt, unter ev. Anwendung eines Dampfstrahlgebläses, für unsere Verhältnisse nicht durchführbar ist.

Im Sommer ist das Müll in unbehandeltem Zustande wohl brennbar, im Winter läßt sich dagegen eine Verbrennung nur mit Hilfe von Kohlenzusätzen erreichen. Da bei der Verbrennung unseres Mülles nicht die zur Dampferzeugung genügende Wärme entwickelt wird, ist für die Dampfgewinnung ein besonderer Aufwand von Kohlen erforderlich. Ferner hat sich bei uns keine Verwerthung der Rückstände gefunden.

Es entstehen deshalb in Berlin Auslagen für den Zusatz in den Defen, für die Heizung der Dampfkessel und für die Abfuhr der Rückstände, welche die Kosten für die Müllverbrennung unverhältnißmäßig hoch erscheinen lassen.

Das aschefreie Müll ist zu jeder Jahreszeit wohl brennbar, der Kostenaufwand für dieses ist bedeutend geringer als der für das unbehandelte.

Wenn man die Müllverbrennung in Berlin einführen wollte, so könnte unseres Erachtens lediglich eine Verbrennung des asche-freien bezw. gesiebten Mülls unter Anwendung von trockenem Unterwind in Frage kommen. Es wäre dann erforderlich, ent-weder das Müll auf den Höfen von der Asche getrennt zu sammeln, und nur das eigentliche Müll in die Verbrennungs-anstalt zu bringen, oder in der Anstalt das mit Asche gemischte Müll einer Siebung zu unterwerfen.

Ein Auseinanderhalten von Asche und eigentlichem Müll auf den Höfen würde manchen Schwierigkeiten begegnen, dieses Verfahren findet indessen in größeren Städten Amerikas mit Erfolg Anwendung und ist auch in Berlin besonders in vor-nehmeren Stadttheilen vereinzelt eingeführt<sup>1)</sup>. Zu seiner allge-meinen Durchführung würde der Erlaß einer Polizeiverordnung erforderlich sein.

Leichter würde sich eine Trennung durch Siebung in der Anstalt ausführen lassen. Das Müll könnte durch mechanisch angetriebene, schräg stehende Trommeln geschickt werden, welche auf den Defen so angebracht sind, daß der brennbare Siebrück-stand unmittelbar in bezw. auf die Beschickungsöffnung fällt.

Sanitäre Bedenken gegen die Siebung in mechanisch ange-triebenen und dicht geschlossenen Trommeln dürften kaum zu

<sup>1)</sup> Erhebungen, welche das Polizei-Präsidium auf unser Ersuchen in 6 Revieren anstellen ließ, hatten die hier zusammengestellten Ergebnisse:

Stadtgegend	Polizei-Revier Nr.	Anzahl der bewohnten Grundstücke	Getrennte Sammlung von Asche und eigentlichem Müll	
			Anzahl der Häuser	% von der Gesamtzahl der Häuser
C	14	313	72	rd. 23 %
W	32	414	72	" 17 "
NW	76	318	50	" 16 "
N	89	221	4	" 2 "
S	67	188	3	" 2 "
O	49	202	2	" 1 "
		1656	203	rd. 12 %

erwarten sein, desgleichen dürfte die Unterbringung des Siebdurchfalles in gewöhnlichen Zeiten kaum auf Schwierigkeiten bzw. Widerstand stoßen.

Für den Fall der Einführung der Müllverbrennung unter vorheriger Siebung würden für ganz Berlin 88 Zellen erforderlich sein, die vielleicht in 4 Anstalten zu vertheilen wären. Da für die Verbrennung des unbehandelten Mülls im Sommer etwa 96 Zellen erforderlich sind, so könnten die Anstalten durch eine geringe Vermehrung der Anzahl der Zellen so bemessen werden, daß sie im Fall von Epidemien im Sommer im Stande wären das gesammte Müll der Stadt in unbehandeltem Zustande zu verbrennen.

Für die Errichtung von 88 Zellen würden die Baukosten auf 1 200 000 Mk. und die jährlichen Betriebskosten<sup>1)</sup> (für Verbrennung des Siebrückstandes und Abfuhr des Siebdurchfalles) auf 700 000 Mk. zu veranschlagen sein.<sup>2)</sup>

1) Vergl. S. 66 und 67.

2) Es dürfte interessant sein die Kosten der Müllverbrennung in Vergleich zu stellen mit den Kosten für andere städtische Einrichtungen; es ist deshalb die folgende Aufstellung hier beigelegt.

Es betragen für 1 Kopf in 1 Jahr:

Kosten der Verbrennung von unbehandeltem Müll, wenn alles in Berlin abgeworfene Müll in die Verbrennungs-Anstalt gelangt, ohne die Kosten für Grunderwerb und ohne die Kosten der Anfuhr des Mülls zur Verbrennungs-Anstalt . . .	0,537 Mk.,
(0,143 t; 1 t = 3,507 Mk.)	
Kosten der Verbrennung bei Einführung der Siebung . . . . .	0,358 „ ,
Kosten für die Verschiffung von Müll von dem städtischen Einladeplatz (ohne die Kosten für die Anfuhr aus der Stadt zum Einladeplatz)	
a) bei dem Verkehr, wie er im Mai 1897 war (im Durchschnitt 48 t an 1 Tage) . . . . .	0,515 „ ,
(0,143 t; 1 t = 3,60 Mk.),	
b) wenn alles Müll auf die städtischen Plätze kommen würde (797 t an 1 Tag) . . . . .	0,274 „ ,
(1 t = 1,918 Mk.),	

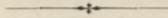
Kosten für das Abholen des Mülls aus den Häusern und die Unterbringung außerhalb der Stadt einschließlich der Vorkhaltung der Müllkästen nach den Preisen der Wirthschafts-Genossenschaft Berliner Grundbesitzer . . . . .	0,894 Mk.,
(die Wirthschafts-Genossenschaft giebt an, im Durchschnitt für 1 Haus in 1 Monat 5,36 Mk.),	
Wie vor nach dem System Röhrecke (Verschiffung) . . . . .	1,017 " ,
(Röhrecke giebt an, im Durchschnitt für 1 Haus in 1 Monat 6,10 Mk.),	
Kosten der Straßenreinigung . . . . .	rd. 1,00 " ,
(nach Angaben des Direktors Schlosky),	
Kosten der Beseitigung von Schnee nach fünfjährigem Durchschnitt, berechnet aus dem „Verwaltungsbericht des Magistrats für das Jahr 1. April 1895 bis 31. März 1896“ . . . . .	0,277 " ,
(für den Winter 1894/95, den schneereichsten, 0,662 Mk)	
Kosten der Kanalisation, berechnet aus dem „Verwaltungsbericht des Magistrats für das Jahr 1. April 1895 bis 31. März 1896“	4,956 " ,
(davon leistet die Stadt einen Zuschuß von 0,9 Mk.),	
Kosten für Wasser aus den städtischen Werken, berechnet aus dem „Verwaltungsbericht des Magistrats für das Jahr 1. April 1895 bis 31. März 1896“ . . . . .	4,452 " ,
(hier sind die Kosten angegeben, die von den Abnehmern gezahlt sind, die Selbstkosten für die Wasserwerke betragen nur 3,309 Mk.; — der Wasserverbrauch im Jahre 1895/96 war auffallend hoch; normal dürften sich die Kosten stellen auf 3,888 Mk. Verkauf, bezw. 2,89 Mk. Selbstkosten),	
Kosten der öffentlichen Beleuchtung, berechnet aus dem „Verwaltungsberichte des Magistrats für das Jahr 1. April 1895 bis 31. März 1896“ . . . . .	1,641 " ,

# Verzeichniß

der

## Leistungen der Müllöfen.

Zusammenstellungen I bis IV.



## Zusammen- Warner-

1.	2.		3.	4.	5.	6.			7.	8.
	Zeit		Gewicht kg	In 24 Std. in 1 Zelle verbrannt t	Rückstände in % vom Gewicht			Asche	Zusammen	
	von	bis			Schlacke					
<b>1895</b>										
1.	16. 4.	20. 4.	24 310	1,80	22	33	55			
2.	22. 4.	27. 4.	25 645	1,60	21	38	59			
3.	29. 4.	4. 5.	36 390	2,16	21	29	50			
4.	5. 5.	11. 5.	27 560	1,77	23	38	61			
5.	8. 5.	10. 5.	12 575	3,24	27	18	45			
6.	13. 5.	17. 5.	20 255	1,62	23	38	66			
7.	17. 5.	18. 5.	15 970	2,61	22	25	47			
8.	20. 5.	25. 5.	53 525	2,84	24	27	51			
9.	26. 5.	1. 6.	50 530	2,91	23	27	50			
10.	5. 6.	9. 6.	39 240	2,98	19	27	46			
11.	10. 6.	15. 6.	42 595	2,69	21	30	51			
12.	17. 6.	23. 6.	45 325	2,49	23	28	51			
13.	24. 6.	1. 7.	64 266	3,14	18	27	45			
14.	1. 7.	6. 7.	46 665	2,87	22	29	51			
15.	8. 7.	10. 7.	29 450	3,99	23	24	47			
*16.	10. 7.	20. 7.	36 595	1,40	25	26	51			

Zelle I.

Laufende Nr.	Zeit		Ge- wicht kg	In 24 Std. ver- brannt t	Rückstände in % vom Gewicht			Kohlen- zufuß % vom Gewicht	Bemerkungen	Ge- wicht kg	In 24 Std. ver- brannt t
	von	bis			Schlacke	Asche	Zuf.				
	*17.	20. 7.	27. 7.	18 498	3,11	24	29	53	0,00	Ungefiebtes Müll. Roste bewegt.	19 354
*18.	12. 8.	19. 8.	24 273	4,47	26	10	36	0,00	Gefiebtes Müll. Roste nicht bewegt.	29 290	5,40

## Stellung I. Ofen.

9.	10.	11.	12.	13.
Kohlen- zufuß % vom Gewicht	Aschfall offen	Ventila- tor- gebläse	Herkunft des Mülls. Ungefähr die Stadtgegend	Bemerkungen
1,68	ja	—	B. = Verschiedene Gegenden, nicht durch- einander gemischt.	
1,76	ja	—	B.	
0,94	ja	—	B.	
0,65	ja	—	B.	
0,00	ja	—	Gefiebt	
2,50	ja	—	B.	
0,00	ja	—	B.	
0,45	ja	—	B.	
0 29	ja	—	B.	
0,61	ja	—	B.	
0,92	ja	—	B.	
0,78	ja	—	B.	
0,23	ja	—	B.	
0,35	ja	—	B.	
0,81	ja	—	B.	
0,00	ja	—	B.	Roste nicht bewegt.

Zelle II.

Zelle II.				Zelle III.							
Rückstände in % vom Gewicht			Kohlen- zufuß % vom Gewicht	Bemerkungen	Ge- wicht kg	In 24 Std. ver- brannt t	Rückstände in % vom Gewicht			Kohlen- zufuß % vom Gewicht	Bemerkungen
Schlacke	Asche	Zuf.					Schlacke	Asche	Zuf.		
24	30	54	0,00	Ungefiebtes Müll. Roste bewegt.	19 982	3,32	25	29	54	0,00	Ungefiebtes Müll. Roste bewegt.
29	14	43	0,00	Gefiebtes Müll. Roste bewegt.	30 461	5,60	28	14	42	0,00	Gefiebtes Müll. Roste bewegt.

I. Warnerz

1. laufende Nr.	3. Zeit		4. Gewicht kg	5. In 24 Std. in 1 Zelle verbrannt t	6. Rückstände in % vom Gewicht		
	von	bis			Schlacke	Asche	Zusammen
	<b>1895</b>						
19.	19. 8.	26. 8.	67 666	3,19	29	19	48
20.	26. 8.	29. 8.	36 930	3,99	24	20	44
21.	30. 8.	3. 9.	32 595	4,17	28	20	48
*22.	3. 9.	5. 9.	23 519	4,56	27	20	47
23.	5. 9.	9. 9.	35 775	3,43	31	22	53
24.	9. 9.	13. 9.	35 210	3,45	24	20	44
25.	13. 9.	16. 9.	29 950	4,06	27	21	48
26.	17. 9.	19. 9.	34 335	3,80	28	18	46
27.	20. 9.	24. 9.	40 495	3,48	25	20	45
28.	25. 9.	26. 9.	22 462	4,44	27	17	44
29.	26. 9.	1. 10.	53 060	3,96	26	23	49
30.	1. 10.	4. 10.	23 420	3,50	31	28	59
31.	4. 10.	8. 10.	40 270	4,10	28	22	50
32.	8. 10.	11. 10.	34 805	3,71	28	28	56
33.	11. 10.	14. 10.	36 930	4,31	30	21	51
34.	14. 10.	17. 10.	28 800	4,01	34	24	58
35.	17. 10.	19. 10.	27 265	4,36	26	22	48
36.	30. 10.	31. 10.	17 620	4,70	23	14	37
37.	31. 10.	7. 11.	36 110	2,05	31	32	63
38.	7. 11.	12. 11.	35 930	3,12	32	21	53
39.	12. 11.	16. 11.	33 670	2,53	31	30	61
40.	18. 11.	23. 11.	26 380	2,29	27	23	50
41.	23. 11.	29. 11.	22 135	2,10	33	24	57
*42.	29. 11.	3. 12.	16 835	1,53	38	31	69
*43.	3. 12.	10. 12.	29 310	1,78	32	29	61
44.	10. 12.	17. 12.	35 553	5,77	35	16	51
*45.	10. 12.	18. 12.	25 105	1,96	26	29	55
*46.	18. 12.	21. 12.	16 560	1,53	35	20	55
<b>1896.</b>							
47.	2. 1.	3. 1.	9 720	2,59	31	26	57
48.	3. 1.	13. 1.	46 020	2,68			
49.	13. 1.	21. 1.	30 700	2,74			
50.	13. 1.	14. 1.	6 991	5,59	38	13	51
51.	14. 1.	21. 1.	21 184	5,08			
52.	21. 1.	27. 1.	34 970	2,46			
53.	27. 1.	3. 2.	22 100	2,56	32	28	60
54.	27. 1.	3. 2.	21 700	2,76			

Ofen.

9. Kohlen- zufuß % vom Gewicht	10. Aschfall offen	11. Ventila- tor- gebläse	12. Herkunft des Mülls. Ungefähr die Stadtgegend	13. Bemerkungen	
0,00	ja	—	V. = Verschiedene Gegenden, nicht durch- einander gemischt. W. = Westen S. = Süden O. = Osten C. = Centrum N. = Norden B.		
0,00	ja	—			
0,00	ja	—			
0,00	ja	—			
0,00	ja	—			
0,00	ja	—			
0,00	ja	—			
0,00	ja	—			
0,00	ja	—			
0,00	ja	—			
0,00	ja	—			
0,00	ja	—			
0,00	ja	—			
0,00	ja	—			
0,00	ja	—			
0,00	—	ja	V.	Mit unvollkommenem Ventilator.	
0,00	ja	—	N.		
0,00	—	ja	W.	Vom 8. 11. 95 an mit unvollkommenem Ventilator.	
0,00	—	ja	S.		
0,00	—	ja	O.		
0,00	—	ja	C.	Zelle III ohne Ventilator.	
0,69	ja	—	N.		
Kohlenholz 0,44	ja	—	W.		
0,00	ja	—	Gesiebt	Zelle III.	
Kohlenholz 1,64	ja	—	B.	Zelle I und II.	
Kohlenholz 4,32	—	ja	O.		
1,08	ja	—	C.	Zelle I und II. Mehr Zufuß als erforderlich.	
	—	ja			
	ja	—			
	—	ja			
	ja	—			
0,00	ja	—	Gesiebt	Zelle III. Mit unvollkommenem Ventilator	
	—	ja			
	ja	—			
4,01	—	ja	B.	Mehr Zufuß als erforderlich.	
	—	ja			
10+1,23	—	—	B.	10% Kohle in das Müll eingemischt.	
	ja	—			

I. Warnerz

1. Laufende Nr.	3. Zeit		4. Gewicht kg	5. In 24 Std. in 1 Zelle verbrannt t	6. Rückstände in % vom Gewicht		
	von	bis			Schlacke	Asche	Zusammen
1896							
55.	3. 2.	11. 2.	23 950	2,50	28	33	61
56.	3. 2.	11. 2.	27 880	2,16	28	33	61
57.	11. 2.	17. 2.	33 570	2,35	26	35	61
*58.	17. 2.	20. 2.	12 850	1,53	39	59	98
59.	24. 2.	3. 3.	68 815	3,04	30	29	59
60.	3. 3.	11. 3.	46 480	2,71	28	33	61
61.	11. 3.	13. 3.	23 015	2,59	32	24	56
62.	13. 3.	16. 3.	18 870	2,65	34	29	63
63.	16. 3.	18. 3.	18 330	2,77	32	30	62
64.	18. 3.	20. 3.	16 450	2,69	30	36	66
65.	20. 3.	23. 3.	15 130	3,51	29	29	58
66.	23. 3.	26. 3.	26 140	3,27	28	27	55
67.	26. 3.	10. 4.	93 540	4,71	34	22	56
68.	10. 4.	13. 4.	15 600	3,28	29	29	58
69.	13. 4.	14. 4.	5 800	3,87	26	22	48
70.	13. 4.	15. 4.	9 697	4,52	34	17	51
71.	13. 4.	14. 4.	2 550	4,50	—	—	—
72.	14. 4.	15. 4.	3 000	2,32	27	25	52
73.	15. 4.	22. 4.	53 130	3,15	29	26	55
74.	22. 4.	30. 4.	49 720	3,19	30	27	57
75.	2. 5.	13. 5.	100 655	4,74	31	24	55
76.	15. 5.	27. 5.	87 900	3,82	30	23	53
*77.	27. 5.	30. 5.	16 090	5,76	38	18	56
78.	29. 5.	30. 5.	12 767	8,22	35	13	48

Ofen.

9. Kohlen- zusatz % vom Gewicht	10. Nichtfall offen	11. Ventila- tor- gebläse	12. Herkunft des Mülls. Ungefähr die Stadtgegend	13. Bemerkungen
5+2,70	ja	—	B.	
5+2,70	—	ja	B.	5% Kohle in das Müll eingemischt.
3,73	ja	—	Gemisch	
5,46	ja	—	B.	
2,65	ja	—	C.	
5,06	ja	—	E.	
3,35	ja	—	B.	
5,17	ja	—	Müll aus N. B. S. D. C. nach einander gebrannt	
3,50	ja	—		
2,39	ja	—		
2,51	ja	—		
2,77	ja	—		
0,90	—	ja	B.	Mit vollkommenem Ventilator.
0,49	ja	—	B.	
1,00	ja	—	B.	Zelle I.
0,00	ja	—	Gesiebt	Zelle II.
0,00	ja	—	B.	Zelle III.
1,33	ja	—	B.	Zelle I. und III.
0,56	ja	—	B.	
0,96	ja	—	Gemisch	
0,17	—	ja	Gemisch	
0,71	ja	—	Gemisch	
0,00	—	ja	Gemisch	Zelle I und II.
0,00	—	ja	Gesiebt	Zelle III.







III. Horsfall-Ofen.

1. Laufende Nr.	3. Zeit		4. Gewicht kg	5. In 24 Stb. ver- brannt t	6. Rückstände in % vom Gewicht			9. Kohlenzusatz in der Zelle % vom Gewicht
	von	bis			Schlacke	Asche	Zuf.	
<b>1895</b>								
31.	17. 9.	19. 9.	10 365	5,08	31	13	44	0,00
*32.	19. 9.	20. 9.	9 280	7,68	31	13	44	0,00
*33.	20. 9.	23. 9.	12 660	9,21	32	11	43	0,00
*34.	24. 9.	25. 9.	7 635	7,05	41	15	56	0,00
*35.	9. 10.	10. 10.	16 930	7,45	31	8	39	0,00
36.	10. 10.	4. 11.	69 187	3,76	34	16	50	0,00
37.	4. 11.	8. 11.	5 980	1,67	36	17	53	0,30
38.	8. 11.	29. 11.	48 555	3,68	36	17	53	0,42
*39.	30. 11.	2. 12.	6 030	3,62	44	26	70	0,37
*40.	2. 12.	12. 12.	9 010	1,09	44	26	70	Kohlenholz 5,7
41.	16. 12.	21. 12.	21 370	4,46				—
<b>1896</b>								
42.	2. 1.	7. 1.	17 490	3,75	36	19	55	3,18
43.	9. 1.	14. 1.	19 660	4,60				0,67
44.	16. 1.	21. 1.	9 750	2,35				4,00
45.	22. 1.	27. 1.	12 642	4,46				3,77
46.	27. 1.	30. 1.	15 170	6,22	34	16	50	10+0,62
*47.	30. 1.	3. 2.	16 300	5,29				10+0,00
48.	3. 2.	4. 2.	2 050	3,07				5%+8,05
49.	5. 2.	8. 2.	13 600	4,24	33	17	50	5+0,00
50.	8. 2.	11. 2.	6 600	3,33				5+0,00
51.	11. 2.	26. 2.	23 120	2,07	27	26	53	2,25
52.	26. 2.	7. 3.	23 508	2,35	42	12	54	5+6,3
53.	9. 3.	10. 4.	37 893	3,22	33	19	52	6,30
54.	10. 4.	14. 4.	17 110	5,30	33	15	53	0,18
*55.	14. 4.	27. 4.	134 060	6,43	33	13	51	0,41
*56.	29. 4.	19. 5.	62 143	6,73	36	12	48	0,43
*57.	19. 5.	21. 5.	28 365	6,67	36	10	46	0,52
*58.	21. 5.	23. 5.	10 340	6,99	34	8	42	0,00

Zelle II.

10. Nichtfall offen	11. Dampf- strahl- gebläse	12. Ventila- tor- gebläse	13. Herkunft des Mülls. Ungefähr die Stadtgegend	14. Bemerkungen
—	ja	—	S.	Großer Versuchs-Ventilator.
—	—	ja	—	
—	—	ja	D.	
—	—	ja	C.	
—	—	ja	C.	Großer Versuchs-Ventilator.
—	ja	—	B.	
—	ja	—	B.	
—	—	ja	B.	
—	—	ja	B.	10% Kohle in das Müll eingemischt.
—	—	ja	B.	
—	—	ja	B.	
—	—	ja	B.	
—	ja	—	B.	5% Kohle in das Müll eingemischt.
ja	—	—	B.	
ja	—	—	B.	5% Kohle in das Müll eingemischt.
—	ja	—	B.	
—	—	—	B.	Englische Feuerleute vom 24. 2. — 18. 3.
—	ja	—	B.	
—	—	ja	Gemisch	In Zelle I und II zusammen gebrannt
—	—	ja	Gemisch	
—	—	ja	Gemisch	In Zelle I und II zusammen gebrannt. Müll aus derselben Zeit in Hamburg verbrannt.
—	—	ja	Gemisch	
—	—	ja	Gemisch	Rur in Zelle II gebrannt.

### Zusammen- Horsfall-Ofen.

1. laufende Nr.	3. Zeit		4. Gewicht kg	5. In 24 Std. ver- brannt t	6. Rückstände in % vom Gewicht			9. Kohlen- zusatz in der Zelle % vom Gewicht
	2. von	3. bis			6. Schlacke	7. Asche	8. Zuf.	
<b>1895</b>								
1.	28. 10.	31. 10.	16 562	5,93	46	4	50	0,00
2.	31. 10.	5. 11.	9 960	3,86	47	7	54	0,00
3.	5. 11.	29. 11.	19 275	1,16	44	20	64	1,17
4.	29. 11.	2. 1.	12 940	0,68	49	23	72	0,70
<b>1896</b>								
5.	2. 1.	14. 1.	6 400	0,70	30	22	52	5,59
6.	14. 1.	24. 1.	28 901	3,94	42	8	50	0,00
7.	24. 1.	27. 1.	2 750	2,93	36	19	55	8,44
8.	27. 1.	3. 2.	13 780	3,08	44	14	58	10+1,86
9.	3. 2.	15. 2.	13 580	1,42	39	19	58	5+1,67
10.	15. 2.	29. 2.	16 415	1,49	40	20	60	6,08
11.	29. 2.	3. 3.	7 250	3,52	35	13	48	5,49
12.	3. 3.	4. 3.	3 830	2,21	56	13	69	0,70
13.	4. 3.	18. 3.	11 445	2,22	49	12	61	7,28
14.	18. 3.	11. 4.	17 948	5,25	30	27	57	4,88
15.	11. 4.	25. 4.	18 970	1,51	44	23	67	2,78
16.	15. 5.	23. 5.	11 770	1,35	54	16	70	9,42

### Kellung IV. Zelle III.

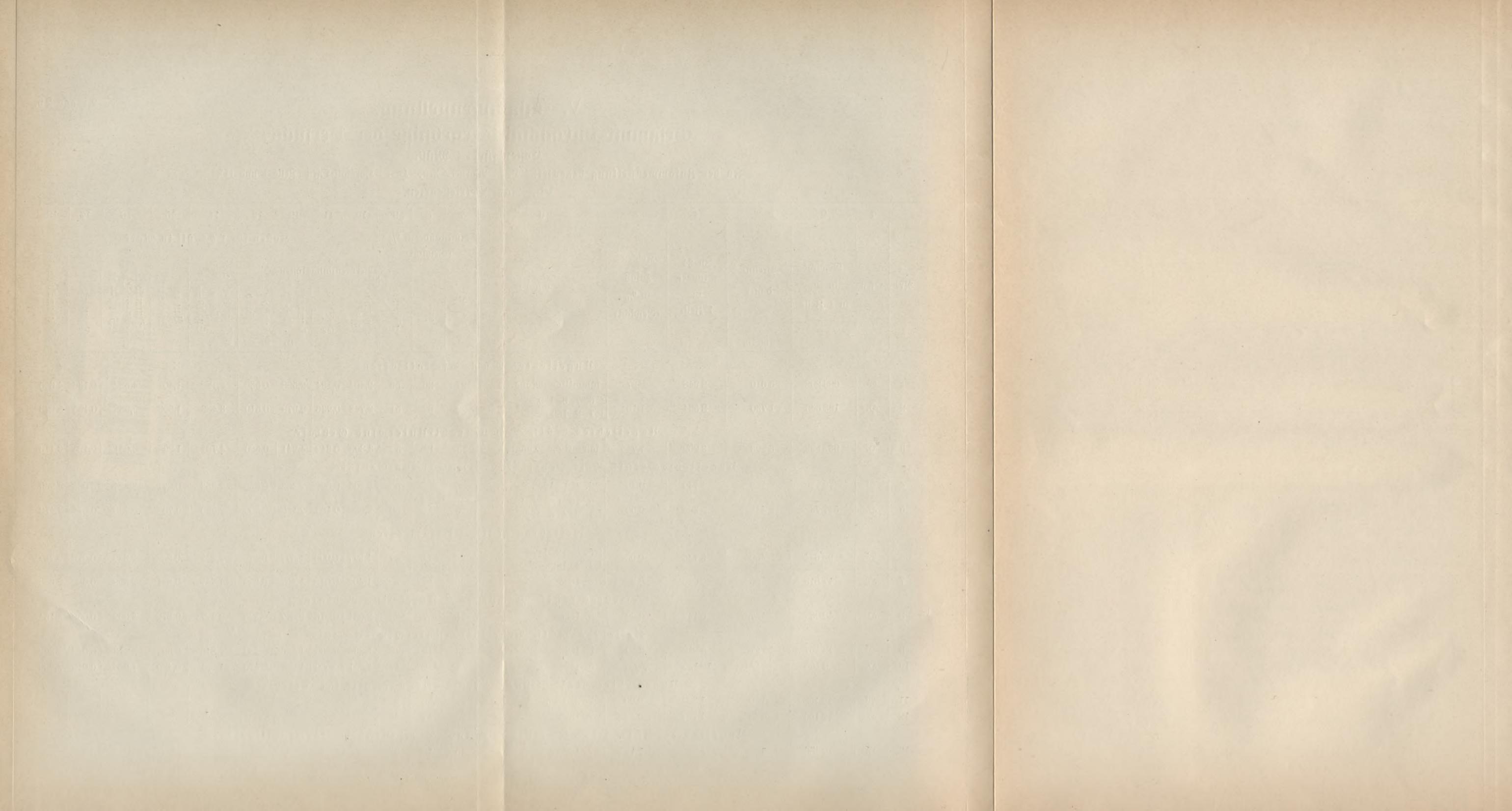
10. Aschfall offen	11. Dampf- strahl- gebläse	12. Mecha- nische Kostens- bewegung	13. Herkunft des Mülls. Ungefähr die Stadtgegend	14. Bemerkungen
—	ja	—	Gesiebt	
ja	—	—	B.	
—	ja	—	B.	
—	ja	—	B.	
theilweise	theilweise	—	B.	
theilweise	theilweise	—	Gesiebt	
—	ja	—	B.	
—	ja	—	B.	10% Kohle in das Müll eingemischt.
ja	—	—	B.	5% Kohle in das Müll eingemischt.
—	ja	—	Gemisch	
—	ja	—	B.	Englische Feuerleute.
—	ja	—	Gesiebt	Englische Feuerleute.
—	ja	—	B.	Englische Feuerleute.
—	ja	ja	B.	Englische Feuerleute. Vom 21. 3. Deutsche Feuerleute.
—	ja	ja	Gemisch	
—	ja	ja	Gemisch	Vom 27. 4. bis 15. 5. Betrieb unterbrochen.











### Anlage 3.

## Verwendung der Schlacke aus den Müllöfen zur Herstellung von Beton.

Mit der Verwendung der bei der Müllverbrennung zurückbleibenden Schlacke zur Herstellung von Beton wurde zuerst ein Versuch auf dem städtischen Mülleinladeplatz Stralauer Allee Nr. 6—7 gemacht. Die Entlade-fläche für die Müllfuhrwerke daselbst wurde im Frühjahr 1896 von der Actien-Gesellschaft für Asphaltirung und Dachbedeckung vorm. Johannes Jeserich hergestellt. Sie besteht aus einer 20 cm starken Kiesbetonschicht im Mischungs-verhältniß von 1 Raumtheil Cement auf 8 Theile Kies, auf welcher sich eine 3 cm starke Lage von Guß-Asphalt befindet.

Zum Zwecke des Versuches erhielt ein Streifen von 2,15 m Breite und 10 m Länge dieser Entlade-fläche eine Unterlage von Schlackenbeton an Stelle des Kiesbetons.

Die aus den Öfen in Stücken von 5—10 cm Stärke und 0,5 bis 1 m Länge und Breite gewonnenen Schlacken wurden von Hand in Stücke von etwa Kinderfaustgröße zerschlagen und mit Cement und Kies im Mischungs-verhältniß von 1 Raumtheil Cement auf 4 Theile Kies und 4 Theile Schlacken zu Beton gemischt und in einer 20 cm starken Schicht festgestampft. (Wenn die Schlacke in kleinerer Stückgröße verwendet worden wäre, hätte ein Theil des Kiefes, welcher nur zur Ausfüllung der Zwischenräume zwischen den Schlackenstücken dient, noch entbehrt werden können). Die Fahrbahn ist seit dem 27. 6. 96 in Betrieb; es verkehren auf ihr Müllwagen im Gewicht von 3000—5000 kg, häufig auch von 6500—7500 kg. Auf dem Streifen, welcher die Schlacken-Beton-Unterlage hat, sind ebensowenig Mängel bemerkt worden, wie auf den anderen Stellen der Entlade-fläche.

Fernere Versuche mit der Herstellung von Beton aus Schlacken wurden am 27. 6. 1896 angestellt. Die Schlacken wurden mit eisernen Stampfen bis auf Ei- und Wallnußgröße zerkleinert und im Verhältniß von 1 Raum-theil Cement zu 3 Theilen scharfem Mauer-sand zu 6 Theilen Schlacke zu Beton gemischt und in Kästen von  $0,6 \times 0,7 \times 0,06$  bzw.  $0,10$  m Abmessung zu Platten verarbeitet.

Bei einem Theil der Platten waren die feinen Theile der Schlacke, ehe sie zur Verwendung kam, abgeseibt worden.

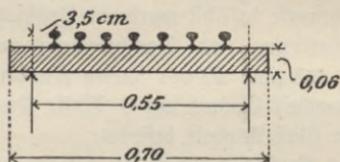
Ein eiserner Kasten von 0,0887 cbm Inhalt nahm 90 kg dieser Schlacke auf; die vorhandenen Hohlräume wurden durch 51,4 kg Wasser

ausgefüllt. 1 cbm dieser Schlacke wiegt also rund 1016 kg und die Hohlräume betragen rd. 58  $\%$ , von denen rd. 48  $\%$  auf die Räume zwischen den einzelnen Stücken und rd. 10  $\%$  auf die Poren in den Schlacken entfallen.

Bei einem andern Theil der Platten war die zerkleinerte Schlacke nicht gesiebt worden.

40 l Cement + 120 l Sand + 240 l der ungesiebten Schlacke = 400 l Gemisch ergaben 276 l Beton. Die Schwindung betrug demnach 31  $\%$ .

Die Platten wurden, nachdem sie 48 Std. lang an der Luft gestanden hatten, aus den Kästen genommen und in Wasser gelegt bis zum 28. 7. 96; an diesem Tage wurde mit 2 Platten, welche also eine Bindezeit von 29 Tagen hatten, ein Zerbrechungsversuch ausgeführt. Die Belastung wurde durch Eisenbahnschienen nach beistehender Skizze vorgenommen, und kann als gleichmäßig angesehen werden.



Die Platte, zu welcher gesiebte Schlacke verwendet worden war, brach bei einer Belastung von 567,5 kg; sie besaß also eine Bruchfestigkeit von  $S = 10,83$  kg auf 1 qcm.

Die Platte, zu welcher ungesiebte Schlacke verwendet worden war, brach bei einer Belastung von 774 kg, sie besaß also eine Bruchfestigkeit von  $S = 14,78$  kg auf 1 qcm.

Der Unterschied in der Festigkeit der beiden Platten erklärt sich daraus, daß die zweite mit eisernen Stampfen bedeutend fester in ihren Kästen eingestampft worden war, als die erste.

Den Versuchen wohnten bei verschiedene Herren der Bau-Verwaltungen von Berlin und einigen Vororten und ein Fachmann einer größeren Cement-Fabrik.

Herr Stadtbauinspektor Szalla hat am 28. 9. 96 Vergleichs-Versuche mit Grundplatten gemacht, die auf feinen Lagerplätzen für die Bauten der Kanalisationen hergestellt werden. Das Mischungs-Verhältniß dieser Platten ist ein Raumtheil Cement auf 8 Theile Kies, sie waren 80 cm breit und 95 cm lang. Die Belastung geschah durch eiserne Platten nach beistehender Skizze.



Platte Nr. 1. Angefertigt am 12. 9. 96, also 16 Tage alt, Stärke 15 cm, Bruchbelastung 3194 kg.

Demnach  $S = 11,3$  kg auf 1 qcm.

Platte Nr. 2. Angefertigt am 23. 4. 96. Stärke 14,5 cm, Bruchbelastung 3680 kg.

Demnach  $S = 14$  kg auf 1 qcm.

Platte Nr. 3. Angefertigt am 12. 9. 96. Stärke 15 cm, Bruchbelastung 3194 kg.

Demnach  $S = 11,3$  kg auf 1 qcm.

Besonders hervorzuheben ist, daß die Platten aus Schlackenbeton von ungeübten Arbeitern hergestellt worden waren, also nicht die besterreichbaren Ergebnisse liefern konnten. Die Bruchfläche zeigte, daß fast nur der Cement gerissen war, und daß die Schlackenstücke mit wenigen Ausnahmen unverfehrt ihre ursprüngliche Gestalt behalten hatten.

---

#### Anlage 4a

March 23. 1896.

To Herrn Stadtrat Bohm and Herrn Regierungsbaumeister Grohn.  
Berlin.

#### Notes upon the trials of Horsfall Furnaces.

Gentlemen.

The month's trials which have just taken place have afforded useful experience.

In the first place, we must confess that the improvement in the working of the furnaces which was expected from the English stokers has not been realized. In fact the figures are slightly in favour of the German workmen, who appear to have acquired a special skill in working such an inferior class of refuse, to which they have been accustomed for a considerable time; while our workmen, being used to a superior quality of refuse, do not appear to understand how best to manage the refuse of Berlin. It is therefore proved that the fact of better results not being obtained was not due to lack of skill on the part of the Berlin stokers.

Before commencing the trial, the two old cells were fitted with improved nozzles; which give a somewhat better efficiency combined with a means of regulating the blast; the new cell however with trumpets designed for use with the flat steam jet works best; a higher ashpit pressure being registered with the same opening of jet. During

the first fortnight of the trials steam blast was used on the two old cells; and afterwards for one day the fan blast; while the new cell not being fitted with fan blast, was worked with steam jets.

The English stokers gave it as their opinion that the fan blast was as good as the steam jet; and was even preferable at times when the fires got low; and it possesses the great advantage that it uses less steam.

We are prepared to recommend and supply fan<sup>1)</sup> blast in any future installation in preference to steam blast. We may say that we have not for some years considered ourselves bound to the use of steam blast; and our latest patent, viz: that for the use of the side boxes (among other improvements) states clearly that fan blast, steam blast or natural draught may be employed.

For the last 9 days of the test (before alterations were made in furnace No. 3) an addition of coal was found necessary averaging about 5,5 0/0. Previous to this was made an addition of 5 0/0 of coal to the refuse for Nr. II cell, which was added before the refuse was fed in. This addition of coal was found to have practically no effect; as the results were somewhat better after it ceased, it was found that the only efficient way was to add the coal by throwing it into the furnace immediately after clinkering, to start the new fire. The amount of refuse burned per 24 hours in these 9 days was 3,5 tons per cell.

About the middle of the 3rd week, the undersigned obtained permission to make some alterations in cell III, at the expense of the Company, and these were completed and got into proper working order on Wednesday of the last week.<sup>2)</sup>

They consisted of the addition of an air blast within the furnace directed back from above the firing doors to the refuse at the back of the furnace. This pipe was so arranged as to heat the blast.

It was found very effective at times when the cell was hot; in lighting the refuse at the back of the grate. At all times when the

---

1) Als Herr Watson am 23. Februar 1897 in Berlin war und von uns um die Genehmigung zur Veröffentlichung seines Schreibens vom 23. März 1896 ersucht wurde, wünschte er, daß die hier folgende Bemerkung angefügt würde:

February 23. 1897. It should be noted that experience during this month at Edinburgh where two large steam blowers of improved construction have been used to deliver all the air required for 10 furnaces; and where also the air supply has been heated, has led the company to the conclusion that it may be possible to use such steam jets in such a manner and to give nearly the same economy as a ventilator combined with the advantage of the long flame produced by steam in the fire and also the protection of the iron work from damage by the heat.

2) 18. März 1896. Die Verfasser.

furnace was not at full heat it had no effect; but rather kept the temperature down by putting in an excess of air.

The second improvement was the alteration of the grate bars by reversing their motion so that they could be freely rocked without moving the fire forward in the furnace, which had been found troublesome. Gearing was provided for rocking the grate continuously from the steam engine.

This rocking of the grate bars had exactly the effect that was hoped for; in ridding the fire of some of the fine dust; which nevertheless was thoroughly burned or heated in passing through the fire; and in so disturbing the refuse on the grate, that the draught could pass through freely.

The average for two complete days of working was about 5,05 tons per cell per 24 hours with addition of fuel only 2,9 %.

We are of opinion that, had the good and bad refuse been tipped all together and mixed when burned, that coal might not have proved necessary. It was only added when the inferior refuse had practically put the fire out after clinkering. At the same time it was demonstrated that refuse from the West and Centre could be burned alone without addition of coal. For the last two days working with cell III before these alterations were made the percentage of clinker was 57 % ash 8,7 %, together 65,7 %. For the two days working with the mechanical bars the clinker amounted to 31 % and ash to 29 %, together 60 % as against a total residuum of 65,7 % without machinery. This would seem to indicate that the burning was as complete with the machinery as without it. This view is borne out by the inspection of the residuum; which was placed apart.

The clinker was hard and clean and thoroughly burned and the fine ash also appeared to be as thoroughly burned as the ashes from stationary bars.

It should be mentioned here, that it was found best not to rock the bars continuously for the poorer stuff; but to have long pauses to allow it to burn through. As the mechanical furnace demanded different treatment from the fixed grate, we have no doubt that with increased practice a better result will be obtained. We strongly recommend you to fix the rocking mechanism to the other two cells at once; and we shall be pleased either to undertake to do this at actual cost price or to put you into communication with the Engineer, who altered cell III for us; so that you may employ him to carry out the work in accordance with explanations he has already received from us.

We have not at present perceived sufficient value in the hot blast apparatus to recommend that also; but if it be found advisable, it can easily be added at any future time.

Should it be decided to have one station for the Western district or one for the Centre, burning only the superior refuse from these districts, then we would guarantee to work without fuel added to the refuse both winter and summer, burning 4 tons in winter and 5 tons in summer. But should one, or two, larger installations be contemplated at which the refuse from various districts should be burned, then we will guarantee, in the event of the plant being ordered from us, that with winter refuse say from Nov. 1. to April 30. not less than 4 tons per cell per 24 hours shall be capable of being burned, with an addition of coal in the furnace of not more than 3% by weight. Or otherwise we will undertake the management of the labour and fuel and contract for those two items for say half a year for 2 Mark per ton (not counting any fuel for boiler). For summer refuse we will guarantee not less than 5 tons burned with no coal added, or we would undertake it per 1,50 Mark per ton as above. We reserve the details of these offers for future discussion.

A plant say 12 cells would, we believe, pay for itself from the beginning by disposing of the refuse more economically than by barging and in a more sanitary manner. Moreover the question would thus be finally settled both for Berlin and for other cities in which briquettes are burned and where similar conditions prevail.

For this purpose we recommend the Hamburg type of furnace with certain modifications; provided with either fan blast alone; or both fan blast and steam blast, and fitted with mechanical bars of an improved design. We also recommend that boilers be provided in the main flue with provision for independent firing when necessary and that a chimney of moderate height be provided; and an inclined road in preference to a lift.

We believe that with the air duct over the main flue as at Hamburg and with the cells back to back, less heat would be lost than in the present system; and a much better result obtained. We may point out that that success attained at Hamburg on such a large scale with our system justifies such anticipations.

Hoping that our proposals will be favourably considered,

We remain, dear Sirs

Your obedient servants

pp. The Horsfall Refuse Furnace Co.

gez. **G. Watson**

Engineer & Secretary.

Anlage 4b.

## Uebersetzung.

den 23. März 1896.

Herrn Stadtrath Bohm und Herrn Regierungsbaumeister Grohn  
Berlin.

### Bemerkungen über die Versuche mit den Horsfall-Defen.

Meine Herren!

Die über einen Monat ausgedehnten Versuche, welche soeben vorgenommen worden sind, haben nützliche Erfahrungen gebracht. In erster Linie müssen wir bekennen, daß die Verbesserung in den Leistungen der Defen, welche von den englischen Feuerleuten erwartet wurde, sich nicht gezeigt hat. Thatsächlich sind die Ergebnisse ein wenig zu Gunsten der deutschen Arbeiter ausgefallen, welche eine besondere Erfahrung in der Verarbeitung solch einer untergeordneten Klasse Müll erworben zu haben scheinen, an welches sie während einer beträchtlichen Zeit gewöhnt worden sind, während unsere Leute, die an ein besseres Müll gewöhnt sind, nicht zu verstehen scheinen, wie das berliner Müll am besten behandelt wird. Es ist deshalb erwiesen, daß die geringeren Ergebnisse nicht dem Mangel an Erfahrung auf Seiten der berliner Feuerleute zuzuschreiben sind.

Vor dem Beginn des Versuches wurden die beiden alten Zellen mit verbesserten Düsen versehen, die eine bessere Wirkung erzielen und die eine Veränderung des Unterdruckes gestatten. Die neue Zelle indessen, mit den für flachen Dampfstrahl eingerichteten Mundstücken, arbeitet am besten, da ein höherer Druck im Aschenfall bei derselben Oeffnung der Düse entsteht. Während der ersten 14 Tage der Versuche wurde bei den zwei alten Zellen Dampfstrahlgebläse benutzt und nachher während eines Tages Ventilatorgebläse, während die neue Zelle, welche nicht mit Ventilatorgebläse ausgerüstet ist, die ganze Zeit über mit Dampfgebläsen betrieben wurde. Die englischen Feuerleute gaben ihre Meinung dahin ab, daß das Ventilatorgebläse ebenso gut als das Dampfstrahlgebläse wäre. Es wäre sogar bei schlechtem Feuer vorzuziehen, und es besitzt den großen Vortheil, daß es weniger Dampf braucht.

Wir beabsichtigen, bei zukünftigen Einrichtungen Ventilatorgebläse<sup>1)</sup> in Verbindung vor Dampfstrahlgebläse zu empfehlen und zu liefern. Wir können sagen, daß wir uns seit einigen Jahren nicht mehr an den Gebrauch des Dampfstrahlgebläses gebunden halten, unser letztes Patent, jenes für den Gebrauch von Seitenkästen (neben anderen Verbesserungen), stellt deutlich fest, daß Ventilatorgebläse, Dampfstrahlgebläse oder natürlicher Zug angewendet werden kann. Während der letzten 9 Tage des Versuches (ehe eine Veränderung im Ofen Nr. III vorgenommen wurde) wurde ein Zusatz von Kohlen von durchschnittlich etwa 5,5 % für nöthig befunden.

Vorher waren auch für Zelle Nr. II dem Müll 5 % Kohle zugesetzt, welche eingemischt wurde, ehe das Müll in den Ofen kam. Es zeigte sich, daß diese Beimischung von Kohle praktisch ohne Wirkung war, da die Ergebnisse sogar etwas besser waren, als nicht mehr zugemischt wurde. Es ergab sich, daß die einzig wirksame Art war, die Kohle zur Wiederbelebung des Feuers unmittelbar nach dem Schlacken auf dem Rost zuzusetzen. Die Verbrennungsleistung einer Zelle in 24 Stunden während dieser 9 Tage war 3,5 t.

Ungefähr in der Mitte der dritten Woche erhielt der Unterzeichnete die Erlaubniß auf Kosten der Horsfall Co. einige Veränderungen an Zelle III vorzunehmen. Diese waren beendet und betriebsfähig am Mittwoch<sup>2)</sup> der letzten Woche.

Sie bestanden in der Anbringung eines Luftgebläses innerhalb der Zelle, welches über den Feuerthüren angebracht und auf das Müll hinten<sup>3)</sup> im Ofen gerichtet war.

Das Rohr war so angebracht, daß die Gebläseluft erhitzt werden sollte. Das Innen-Gebläse zeigte sich sehr wirksam, wenn die Zelle heiß war, indem es das Müll hinten auf dem Rost anbrannte. Wenn der Ofen nicht in voller Hitze war, hatte es keine Wirkung, es zog sogar die Temperatur herab, dadurch, daß es zu viel Luft einblies.

---

1) Als Herr Watson am 23. Februar 1897 in Berlin war und von uns um die Genehmigung zur Veröffentlichung seines Schreibens vom 23. März 1896 ersucht wurde, wünschte er, daß die hier folgende Bemerkung angefügt würde:

„Den 23. Februar 1897. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß Versuche während dieses Monats in Edinburgh, wo zwei große Dampfgebläse verbesserter Bauart benutzt worden sind, welche den gesammten Dampf für 10 Zellen lieferten, und wo die Luft auch vorgewärmt worden ist, die Horsfall Co. zu dem Schluß geführt haben, daß es möglich ist solche Dampfstrahlgebläse in dieser Weise zu benutzen mit nahezu derselben Sparsamkeit wie einen Ventilator, wozu noch der Vortheil der langen Flammen kommt, welche durch den Dampf im Feuer erzeugt werden, und auch des Schutzes des Eisenwerkes vor Schaden durch die Hitze.“

2) 18. März 1896. Die Verfasser.

3) „hinten“ d. i. nach dem Vorherd zu. Die Verfasser.

Die zweite Verbesserung war die Veränderung der Kofststäbe durch Umkehrung ihrer Bewegung, so daß sie frei bewegt werden konnten, ohne das brennende Müll in der Zelle nach abwärts zu schieben, was störend empfunden worden war. Es wurde ferner eine Uebertragung der Bewegung von der Dampfmaschine für eine andauernde Bewegung des Kofstes hergestellt. Diese Bewegung der Kofststäbe hatte genau die erhoffte Wirkung, indem dadurch das Feuer von einem Theile der feinen Asche befreit wurde, welche trotzdem gut durchgebrannt oder beim Durchgang durch das Feuer genügend erhitzt war; so wurde das Müll auf dem Kofst soweit aufgelockert, daß die Luft frei hindurchstreichen konnte. Der Durchschnitt für 2 volle Arbeitstage war ungefähr 5,05 t für die Zelle in 24 Stunden mit einem Zusatz von Brennstoff von nur 2,9 %. Wir sind der Meinung, daß, wenn das gute und schlechte Müll alles zusammen auf einen Haufen geschüttet und zur Verbrennung gemischt worden wäre, Kohle nicht erforderlich gewesen wäre. Sie wurde nur zugeetzt, wenn das schlechtere Müll thatsächlich das Feuer nach dem Schlacken verlöscht hatte. Gleichzeitig wurde der Beweis erbracht, daß Müll aus dem Westen und Centrum allein verbrannt werden konnte ohne Zusatz von Kohle. Während des Brennens in der dritten Zelle an den beiden letzten Tagen, ehe die erwähnten Veränderungen gemacht waren, betrug die Schlacke 57 % und die Asche 8,7 % zusammen 65,7 %. Während der beiden Tage, an welchen mit mechanischen Kofsten gearbeitet wurde, betrug die Schlacke 31 % und die Asche 29 %, die Summe 60 % gegen einen Gesamttrückstand von 65,7 % ohne Antrieb. Daraus scheint hervorzugehen, daß die Verbrennung ebenso vollkommen war mit dem Antrieb wie ohne ihn. Diese Beobachtung ist hergeleitet von der Besichtigung der Rückstände, welche getrennt abgelegt wurden. Die Schlacke war hart, rein und gut durchgebrannt, und es schien, daß die feine Asche ebenso gut durchgebrannt war, wie die Asche bei nicht bewegten Kofsten. Es mag hier erwähnt werden, daß es bei armen Müll besser ist die Kofststäbe nicht andauernd zu bewegen, sondern lange Pausen zu machen, damit das Müll durchbrennen kann. Da der mechanische Ofen anders behandelt werden muß als der mit festen Kofsten, zweifeln wir nicht, daß bei größerer Erfahrung bessere Ergebnisse werden erreicht werden. Wir empfehlen Ihnen sehr, die Bewegungsvorrichtungen auch an die beiden anderen Zellen anzubringen. Wir werden das gern zum Selbstkostenpreise thun, oder Sie mit dem Ingenieur in Verbindung setzen, welcher die Zelle III für uns geändert hat, so daß er die Arbeit nach den Auseinandersetzungen, die er von uns erhalten hat, ausführen kann.

Wir haben augenblicklich noch nicht genügenden Vortheil in dem heißen Gebläse gefunden, um dieses auch empfehlen zu können, aber wenn es für rathsam gefunden werden sollte, kann es leicht in Zukunft angebracht werden.

Wenn eine Entscheidung für eine Anstalt für den Westen oder eine für das Centrum getroffen werden sollte, welche nur das bessere Müll aus diesen Gegenden verbrennen soll, dann wollen wir eine Leistung von 4 t im Winter

und 5 t im Sommer ohne Zusatz sowohl im Sommer als im Winter gewährleisten. Sollten aber eine oder zwei größere Anstalten in Betracht kommen, wo das Müll von verschiedenen Gegenden verbrannt werden soll, dann wollen wir, wenn wir den Auftrag erhalten, mit Wintermüll d. h. vom 1. November bis 30. April nicht weniger als 4 t in der Zelle in 24 Stunden gewährleisten bei einem Zusatz im Ofen von höchstens 3 Gewichtsprocenten. Oder wir übernehmen die Bedienung und die Lieferung des Brennstoffes und setzen für diese beiden Leistungen für etwa ein halbes Jahr 2 Mark für 1 t fest (nicht mitgerechnet sind die Brennstoffe für den Dampfkessel.) Für Sommermüll verbürgen wir nicht weniger als 5 t ohne Kohlenzusatz, oder wir würden wie oben 1,50 Mark für die Tonne rechnen. Wir behalten Einzelheiten dieses Angebotes künftiger Abmachung vor.

Eine Anlage von etwa 12 Zellen würde nach unserem Dafürhalten sich von Anfang an bezahlt machen dadurch, daß das Müll wohlfeiler und unschädlicher weggeschafft wird als durch das Fortschiffen. Außerdem würde die Frage auf diese Art endgültig gelöst werden sowohl für Berlin als für andere Städte, wo Briketts verbrannt werden, und wo ähnliche Bedingungen vorliegen.

Zu diesem Zweck empfehlen wir den hamburgener Ofen mit gewissen Veränderungen, entweder mit Ventilatorgebläse allein, oder sowohl mit Ventilator- als mit Dampfstrahlgebläse und mit mechanischen Rosten einer verbesserten Bauart. Wir empfehlen auch, daß Dampfkessel im Hauptfuchs angeordnet werden mit Vorkehrung für besondere Heizung, wenn diese erforderlich wird, und mit einem Schornstein von geringer Höhe und mit einer geeigneten Auffahrt an Stelle eines Kranes.

Wir glauben, daß bei Anordnung eines Luftzuges über dem Hauptfuchs wie in Hamburg und von Zellen Rücken an Rücken weniger Hitze verloren gehen als bei dem augenblicklichen System und ein besseres Ergebnis erzielt werden würde. Wir können besonders betonen, daß jener Erfolg, welcher in Hamburg in großem Maßstabe mit unserem System erreicht worden ist, diese Annahmen rechtfertigt.

Indem wir hoffen, daß unsere Vorschläge günstig aufgenommen werden, verbleiben wir u. s. w.

pp. The Horsfall Refuse Furnace Co. Lt.

gez. **G. Watson**,  
Engineer & Secretary.

Registaturen von Hamburg.

I.

Hamburg, den 11. März 1896.

Registatur über das

**Ergebniß eines Verbrennungsversuches mit berliner Unrath**  
in der städtischen Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich  
**in Hamburg am 5./10. März 1896.**

Angelieferter Unrath: (Baugewicht total 61,04 t.)

Volumen, in den Wagen der Anstalt ermittelt: 99,9 cbm

Gewicht, " " " " " " : 62,43 t

Gewicht pro cbm, in Wagen der Anstalt: 0,625 t.

Es wurde der Unrath aus 5 verschiedenen Stadttheilen getrennt angeliefert und ebenso zwecks Verbrennung gelagert.

Die Sorten waren

1. aus dem Westen	der Stadt . . . . .	7,31 t
2. " "	Süden " " . . . . .	8,52 t
3. " "	Norden " " . . . . .	12,61 t
4. " "	Osten I " " . . . . .	14,12 t
	Osten II " " . . . . .	8,00 t
5. " "	Centrum " " . . . . .	10,48 t

Insgesammt 61,04 t.

Der Unrath war ungefiebert, d. h. er enthielt, mit Ausnahme des etwas besseren Unraths Nr. 5, bedeutende Mengen feiner Asche. (Brikettasche).

Verbrennung:

Anzahl der benutzten Horsfall-Zellen: Für jede Sorte Unrath 2 Zellen.

Die Feuerstellen wurden mit Dampfstrahlgebläse angefacht.

Die Luftmenge, welche von diesen Gebläsen in 1 Zelle und pro 1 Sekunde gefördert wird, beträgt ca. 0,26 bis 0,30 cbm.

Die Maximalpressung unter dem Rost (abhängig vom Zustand des Feuers) 5—12 mm Wasserfäule.

Brennergebnisse: Hierzu ist zu bemerken, daß die Feuer von Unrath 1 bis 4 im Allgemeinen so schlecht waren, daß die Verbrennung als eine ungenügende bezeichnet werden muß. In den Defenrückständen fanden sich viel unverbrannte Theile.

Die Kohlen- und Feuerzusätze hatten wenig Erfolg.

Die Feuer von Unrath 5 brannten lebhafter und es wurden zeitweilig nahe zur Rothgluth erhitzte Gewölbe beobachtet, die Rückstände waren fast ohne unverbrannte Theile.

Bezeichnung des Unraths	Gewichtsmengen t	Dauer der Verbrennung, Zellenstunden	reducirte Zellentages leistung t	Brennstoffzusatz		Rückstände		Procentgehalt des Unraths an	
				Kohlen kg	Feuerzusatz Echaufeln	Asche t	Schlacken t	Asche	Schlacken
1. Westen . .	7,31	38	4,62	18	0	0,41	3,71	5,6	50,7
2. Süden . .	8,52	66½	3,07	137	2	0,99	4,12	11,6	48,3
3. Norden . .	12,61	84½	3,58	112	16	1,19	5,77	9,4	45,7
4. Osten I . .	14,12	109	3,10	442	10	2,83	7,74	20	54,8
5. Osten II . .	8,0	53	3,63	200	10	1,11	3,80	13,9	47,5
5. Centrum . .	10,48	37	6,8	0	0	1,11	3,84	10,6	36,6
<b>Total</b>	<b>61,04</b>	<b>388</b>	—	—	—	<b>7,74</b>	<b>28,98</b>	—	—

Im Mittel: 3,77 t.

Verarbeitung der Rückstände: Eine Gewichtsmenge von ca. 1000 kg grober Schlackenstücke wurde gebrochen und gesiebt und zeigte nach der Behandlung ein dem hiesigen Material ganz gleichartiges Aussehen.

Mittl. Gewicht des Bruches: 0,94 t pro 1 cbm.

Volumen der Rückstände (aus den Gewichten berechnet):

$$7,74 \text{ t Asche} = \dots \dots \dots \sim 7,74 \text{ cbm}$$

$$28,98 \text{ t Schlacke, wenn gebrochen} = \sim \frac{28,98}{0,94} = \dots 30,80 \text{ cbm}$$

Totalvolumen 38,54 cbm.

Demnach das Verhältniß zu dem Gesamtvolumen des angelieferten Unraths

$$\frac{38,54}{99,9} = 38,6 \%$$

### Verfolg der Brennprobe.

Donnerstag, den 5. März 1896.

Am 5. d. Mts. um 12 Uhr mittags wurde mit dem Einbringen der Unrathsorten 1, 2 und 3 in je 2 gegenüberliegende Zellen der Ofengruppe Block IV begonnen. Sämmtliche Zellen waren mehr oder weniger bis zur Rothgluth erhitzt. Je 3 Zellen wurden von je einem der besten Feizer bedient und hatten diese eine achtstündige Arbeitsschicht.

Die ersten Chargen (1½ Std.) der Feuer zeigten noch gute Verbrennung. Es war dieses der Effect des gemischten hamburger und berliner Unraths. Am Abend begannen in sämmtlichen Zellen die Feuer herunterzugehen.

Während der folgenden Nachtschicht wurden die Feuer noch schlechter, so daß bereits mit Zusatz von geringen Kohlenmengen eine Aufbesserung versucht wurde. Der Erfolg war ein ungenügender, da der Unrath zu viel Asche enthielt und daher das Feuer nie über den ganzen Kofst zur Vertheilung kam. Die Feuer blieben hohl, und es wurde aus diesem Grunde keine ordentliche Windpressung unter dem Kofst erhalten. Nachtheilig wirkten bei diesem Zustande der Feuer sowohl die Dampfstrahlgebläse, als auch der Saugabzug der Zellen.

Freitag, den 6. März.

Am Morgen des 6. d. Mts. wurden daher die Gebläse und der Saugabzug entsprechend regulirt, außerdem mehr Brennzusatz gegeben. Letztere Maßnahmen konnten nur noch auf die Verbrennung von Sorte 2 und 3 zur Geltung kommen, da Sorte 1 in Folge ihrer geringeren Menge bereits verbrannt war.

Es waren verbrannt: 1) Sorte 1 am 6. d. Mts. 7 Uhr morgens,  
" 2 " 6. " 9<sup>1</sup>/<sub>4</sub> " abends,  
" 3 " 7. " 6<sup>1</sup>/<sub>4</sub> " morgens.

Die Aenderungen am Gebläse, Verstärkung und Abschwächung hatten keinen befriedigenden Erfolg, ebensowenig die Minderung des Saugzuges.

Sonnabend, den 7. März.

Am Morgen war Sorte 3 verbrannt. Es blieben noch übrig Sorte 4 und 5. Um eine noch bessere Beobachtung und Bedienung möglich zu machen, wurde beschloffen, diese 2 Sorten nicht gleichzeitig, sondern nach einander in 2 Zellen zu verbrennen.

Unrathsorte 4 wurde in diesen 2 Zellen innerhalb 81 Stunden unter Zusatz von Brennstoff verbrannt.

Sonntag, den 8. März. Montag den 9. März.

Am Nachmittag, den 9. d. Mts., war Sorte 4 verbrannt und wurde mit Sorte 5 begonnen.

Dienstag, den 10. März.

Sorte 5 verbrannte in den 2 Zellen während einer Nachtschicht. Der Schluß wurde notirt um 10 Uhr 30 Min. vormittags.

Schlußbemerkungen.

1. Von den 5 verschiedenen Sorten des berliner Unraths enthielten 4 soviel feine Asche, daß mit dem Dampfunterwindgebläse ohne Kohlenzusatz die

---

1) Anfang der notirten Brennzeit: Erstes Einbringen des Probeunrathes,  
Schluß " " " " Erstes Einbringen beliebig anderen Unrathes in die Füllöffnungen der Zellen.

für die Erreichung des gewünschten Effectes erforderliche lebhaftere Verbrennung nicht erzielt werden konnte.

2. Die 5. Sorte, welche weniger feine Asche enthielt, ergab mit Dampf- unterwindgebläse ohne Kohlenzusatz bedeutend bessere Feuer und einen befriedigenden Erfolg.

3. Vorausichtlich würde ein Versuch mit gemischtem Unrath ein etwas günstigeres Resultat ergeben haben. Auch in Hamburg wird der Unrath aus den verschiedenen Theilen der inneren Stadt gemeinschaftlich verbrannt. Auch hier hat sich ein Unterschied des Unraths aus den verschiedenen Stadttheilen erkennen lassen.

4. Ob mit Ventilatorgebläsen bessere Resultate mit der Verbrennung des berliner Unraths erreicht werden können, dürfte durch einen Versuch zu ermitteln sein.

## II.

### Bericht über den

### 2. Verbrennungsversuch mit Müll aus Berlin.

Hamburg, den 29. Mai 1896.

Der erste Brennversuch mit berliner Müll, welcher vom 5. — 10. März d. Js. stattfand, wurde besonders dadurch erschwert, daß der nach Hamburg gesandte Müll nach den Stadtgegenden Berlins getrennt gesammelt und auf Wunsch des Herrn Regierungsbaumeister Grohn auch getrennt zur Verbrennung gelangte. Zu dem war aus dem Osten Berlins, wo erfahrungsmäßig der Unrath am schlechtesten ist, mehr wie die doppelte Menge gesandt worden. Der derzeitige Versuch mußte mit Dampfgebläsen gemacht werden, weil die Ventilatoren noch nicht vollständig betriebsfähig waren. Bei diesen Versuchen zeigte es sich, daß die Dampfgebläse um so unvortheilhafter wirken, je weniger das Material brennfähig ist resp. je kälter der Ofen bleibt, da das Wasser des Dampfes vollständig condensirt und die Masse durchfeuchtet. Da zu erwarten war, daß mit den Ventilatoren und mit einem Müll von mittlerer Beschaffenheit bessere Resultate erzielt würden, wurde ein dementsprechender 2. Versuch vereinbart.

Dieser Versuch fand am 27./28. Mai statt. Für denselben waren bereits am 15./16. Mai 39 810 kg Bahngewicht oder nach dem beim Eintreffen in der Anstalt ermittelten Gewicht 38 330 kg Müll, welcher gleichmäßig aus den 4 Himmelsrichtungen und dem Centrum Berlins gesammelt war, in der Verbrennungsanstalt angefahren und möglichst gemischt. Um dem Einwurf zu begegnen, daß die in den Oefen bei der Verbrennung des hamburger Unraths aufgespeicherte Wärme das Resultat begünstigt habe, wurde der Versuch mit einer Ofengruppe von 6 Zellen angestellt, welche seit dem 14. Mai außer Betrieb, also vollständig abgekühlt war. Außerdem hatte die ganze Anstalt an den vorhergehenden 3 Tagen (Pfungsten) still gelegen, um

die Rauchkanäle zu reinigen, so daß auch diese Canäle ziemlich abgekühlt waren.

Die 6 Zellen wurden 6 $\frac{1}{2}$  Uhr vormittags mit Feuer aus den benachbarten Zellen unter Zufügung von Holz u. aus dem Unrath und insgesammt 100 kg Steinkohlen angeheizt. In den kalten Zellen kam das Feuer erst allmählich zur Entwicklung, so daß bis zur ersten Schlackung längere Zeit erforderlich war. Die erste Schlackung fand bei den 6 Defen um 9 Uhr 52 Min., 9 Uhr 57 Min., 10 Uhr 22 Min., 10 Uhr 27 Min., 10 Uhr 52 Min., im Mittel also um 10 Uhr 27 Min. statt, während dann die regelmäßige Periode der Schlackung von 1 $\frac{1}{2}$  Stunden durchgeführt wurde. Bei Zellen im regelmäßigen Betriebe würde der Beginn des Versuchs 1 $\frac{1}{2}$  Stunden vor der ersten Schlackung liegen, so daß der Beginn des Versuchs um 8 Uhr 54 Min. anfangend zu betrachten ist.

Während des Versuchs wurden die Zellen immer heißer, so daß die Gewölbe rothglühend wurden.

Der letzte Unrath wurde am 28. Mai 12 $\frac{1}{2}$  Uhr vormittags gestopft. Nach der letzten Füllung wurden alle Zellen zunächst nach den vorschriftsmäßigen 1 $\frac{1}{2}$  Stunden, im Mittel also um 1 Uhr 22 Min. geschlackt und um 3 Uhr, wo das letzte Quantum Müll vollständig verschlackt war, ganz entleert. Rechnet man sehr reichlich und zur Abrundung 1 Stunde 32 Minuten für das Ausbrennen, so ist der Versuch um 2 Uhr 54 Min. als beendet zu betrachten. Die Gesamtmenge des Unraths ist demnach in 18 Stunden verbrannt, woraus sich eine Leistung pro Zelle und Tag von  $\frac{38\ 330 \cdot 24}{6 \cdot 18} = \text{rt. } 8,5 \text{ t}$  ergibt.

An Rückständen wurden gewonnen:

14 000 kg Schlacken	= 36,6 ‰ des Unraths
2 980 " Asche	= 7,8 ‰ " "
zus. 16 980 kg	= 44,4 ‰ des Unraths.

Das erhaltene Resultat ist als ein sehr günstiges im Verhältniß zu dem mit hamburger Unrath in der Regel erzielten Resultate zu bezeichnen, da in Hamburg die Rückstände ca. 55 ‰ des Unraths betragen und die Leistung pro Zelle und Tag unter den günstigsten Umständen mit Unrath aus dem Centrum Hamburgs kaum 6 t ergibt.

gez. E. Richter.

### Mechanische Analyse

#### I. Versuch März

Bestandtheile in

Nr.	Asche	Halbverbrannte Kohlen (Koks)	Papier	Lumpen	Knochen	Holz	Sonstige pflanzliche und tierische Theile	Feiner Siebdurchfall	Schlacken	Weißes Glas	Buntes Glas	Eisen
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,24	1,73	2,30	0,70	0,40	0,16	27,86	59,56	3,32	0,20	0,75	0,09
2	0,12	1,91	2,54	0,60	0,40	0,18	30,25	57,76	1,29	0,30	0,89	0,13
3	0,12	3,20	4,34	0,76	0,37	0,09	32,22	40,68	1,73	0,21	1,02	0,07
4	0,05	0,74	2,08	0,80	0,37	0,07	32,67	40,70	2,66	0,39	0,65	0,32
5	2,36	0,14	4,32	0,71	0,42	0,38	32,98	52,11	2,33	0,71	0,49	0,06
6	1,51	1,26	4,21	1,26	0,39	0,27	25,21	59,16	1,57	0,49	0,20	0,28
7	0,11	2,01	3,28	1,22	0,44	0,26	27,66	55,38	2,04	1,84	0,15	0,28
8	0,11	0,97	1,84	1,14	0,69	0,18	31,91	50,59	1,70	0,59	0,87	0,26
9	0,03	0,93	4,11	1,30	0,41	0,07	28,95	52,40	1,64	0,36	0,75	0,10
10	0,09	1,19	1,85	0,91	0,73	0,18	29,73	55,98	1,19	0,54	0,65	0,36
11	0,05	1,20	1,05	0,93	0,57	0,21	27,79	59,29	1,52	0,44	0,63	0,15
12	0,06	1,81	1,87	0,69	0,62	0,24	30,44	51,09	1,14	0,45	0,56	0,28
13	0,05	1,27	5,08	0,88	0,56	0,17	30,24	54,05	1,06	0,12	0,59	0,24
14	0,03	1,08	1,25	0,43	0,12	0,08	27,94	61,16	1,97	0,41	0,46	0,13
15	0,04	1,03	1,02	0,74	0,58	0,14	28,06	60,35	1,43	0,48	1,07	0,20
Durchschnitt	0,33	1,36	2,74	0,87	0,49	0,18	29,60	54,03	1,77	0,52	0,65	0,19

Der in Spalte 8 angegebene feine Siebdurchfall enthält noch bis zu 27% feines isopisches Wasser, und bis zu 13% or-

### des berliner Mülls.

— April 1895.

Gewichtsprocenten.

Anlage 6a

Anderes Metall einchl. der Blechbüchsen	Scherben	Gewicht der Zuhren kg	Tag der Aufnahme	Herkunft	
				13	14
0,40	2,29	3 475	19. 3.	Hildebrandstr., Thiergartenstr., Regentenstr., Matthäikirchstr., Viktoriastr., Marktgrafenstr.	
0,79	2,84	3 852	27. 3.	Hildebrandstr., Thiergartenstr., Regentenstr., Matthäikirchstr., Viktoriastr., Marktgrafenstr.	
9,71	5,48	3 337	8. 4.	Hildebrandstr., Thiergartenstr., Regentenstr., Matthäikirchstr., Viktoriastr., Marktgrafenstr.	
0,32	18,18	2 162	9. 4.	Reichenbergerstr., Fürstenstr., Wassertorstr., Alexandrinenstr., Alte Jakobstr., Ritterstr., Kürassierstr., Sebastianstr., Neue Grünstr.	
0,63	2,36	2 548	10. 4.	Krausenstr., Schützenstr., Leipzigerstr., Zimmerstr., Charlottenstr.	
0,47	3,72	3 182	11. 4.	Leipzigerstr., Beuthstr., Seydelstr., Neue Grünstr., Wallstr., Alte Jakobstr., Sebastianstr., Gitschinerstraße, Schmidstr.	
0,79	4,54	2 284	11. 4.	Leipzigerstr., Beuthstr., Seydelstr., Neue Grünstr., Wallstr., Alte Jakobstr., Sebastianstr., Gitschinerstraße, Schmidstr.	
0,64	8,51	2 115	16. 4.	Andreasstr., Langestr., Markusstr.	
0,75	8,20	1 469	16. 4.	Reichenbergerstr., Ritterstr., Fürstenstr., Wassertorstr.	
0,52	6,08	2 304	17. 4.	Gr. Frankfurterstr., Straußbergerstr., Blumenstr., Krautstr.	
0,42	5,75	1 914	18. 4.	Görlitzerstr., Forsterstr., Liegnitzerstr., Grünauerstr.	
0,32	10,43	2 681	19. 4.	Annenstr., Melchiorstr., Dranienstr., Michaelkirchstr.	
0,66	4,73	2 960	19. 4.	Elisabethstr., Markusstr., Langestr., Grüner Weg.	
0,38	4,26	3 580	22. 4.	Gesundbrunnen, Kolbergerstr., Panfstr., Gerichtstr., Hufitenstr.	
0,35	4,51	3 438	22. 4.	Moabit, Rostockerstr., Bremerstr., Beusselstr., Thurmstr.	
1,14	6,13	Summa 41 301			

Gewichtes flüchtige beim Glühen verschwindende Stoffe, darunter bis zu 11% hygroganische (verbrennliche) Theile. (Vergl. S. 37).

Mechanische Analyse  
II. Versuch Juli  
Bestandtheile in

Zuhre Nr.	Rohttheile	Halbverbrannte Kohlen (Koks)	Papier	Lumpen	Knochen	Holz	Sonstige pflanz- liche und tierische Theile	Feiner Sieb- durchfall	Schlacken	Weißes Glas	Bunttes Glas	Eisen
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0,18	1,03	3,79	0,83	0,51	0,31	24,05	59,67	1,12	0,49	0,63	0,14
2	0,23	1,07	4,32	1,71	0,43	0,35	27,97	55,38	1,98	0,47	1,21	0,21
3	0,09	1,40	4,54	1,55	0,59	0,47	41,08	43,54	0,64	0,28	0,89	0,28
4	0,09	1,56	8,47	2,20	0,59	0,87	46,26	31,59	0,89	0,53	1,08	0,27
5	0,09	1,31	8,52	1,53	0,37	0,30	27,18	36,03	0,96	0,52	1,05	0,24
6	0,19	0,91	5,26	1,73	0,48	0,45	32,98	42,05	0,95	0,56	1,65	0,31
7	0,30	2,46	5,88	3,16	0,50	1,06	40,60	36,13	2,13	0,80	0,89	0,19
8	0,22	1,07	7,39	1,37	0,72	0,44	34,96	37,92	0,79	0,88	1,45	0,14
9	0,18	0,83	5,32	1,27	0,53	0,31	34,38	50,34	0,69	0,32	0,10	0,29
10	0,25	1,02	4,30	1,92	0,47	0,65	37,77	46,62	0,56	0,29	0,52	0,22
11	0,06	0,28	5,04	0,89	0,50	0,11	36,77	47,55	0,19	0,27	0,46	0,09
12	0,12	2,21	6,43	1,61	0,55	4,73	42,85	34,59	3,16	0,49	0,67	0,16
13	0,39	1,24	4,74	1,57	0,41	0,57	41,25	40,92	1,96	0,69	1,59	0,14
14	0,26	1,80	10,16	1,03	0,72	0,23	36,25	40,88	0,64	0,41	0,26	0,15
15	0,52	1,68	5,58	1,14	0,92	0,26	36,59	44,96	0,98	0,66	0,62	0,19
Durchschnitt	0,21	1,32	5,97	1,57	0,55	0,66	36,07	43,19	1,13	0,51	0,39	0,20

des berliner Müllers.  
—August 1895.  
Gewichtsprocenten.

Anlage 6b.

Anderes Metall einschl. der Blechbüchsen	Echsen	Gewicht der Zuhren kg	Tag der Anfuhr	Herku nft	
				13	14
0,41	6,87	2 767	20. 7.	Pantstr., Hochstr., Brunnenstr., Puttbusserstr.	
0,25	4,41	2 428	25. 7.	Müllerstr.	
0,47	4,16	2 642	29. 7.	Linienstr., Mulastr., Rosenthalerstr.	
0,34	5,26	2 185	31. 7.	Alte Schlüterstr., An der Stadtbahn, Unter d. Linden.	
0,26	21,62	2 289	1. 8.	Friedrichstr., Mittelstr., Unter den Linden, Georgenstr.	
0,58	11,87	2 568	2. 8.	Friedrichstr., Mittelstr., Unter den Linden, Georgenstr.	
0,43	5,39	2 297	3. 8.	Köpenickerstr., Langestr., Alexanderstr.	
0,40	12,17	2 506	5. 8.	Landsbergerstr., Prenzlauerstr., Münzstr., Rosenthalerstr., Königstr., Burgstr.	
0,40	3,63	3 853	5. 8.	Langestr., Andreasstr., Blumenstr.	
0,29	5,14	2 209	6. 8.	Kreuzbergstr., Hagelsbergerstr., Belle-Alliancestr. und Schleiermacherstr.	
0,64	7,04	3 912	8. 8.	Belle-Alliancestr., Lindenstr., Friedrichstr., Wilhelmstr., Königgräferstr.	
0,98	5,35	2 009	9. 8.	Möckernstr., Bergmannstr., Belle-Alliancestr., Kreuz- bergstr.	
0,42	3,60	3 055	10. 8.	Landsbergerstr., Prenzlauerstr., Münzstr., Rosenthaler- straße, Königstr., Burgstr.	
0,77	6,43	1 944	13. 8.	Thiergartenstr., Kaiserin Augustastr., v. d. Seydstr., Cor- neliusstr., Burggrafenstr., Ansbacherstr., Witten- bergplatz.	
0,62	5,12	1 523	14. 8.	Thiergartenstr., Kaiserin Augustastr., v. d. Seydstr., Cor- neliusstr., Burggrafenstr., Ansbacherstr., Witten- bergplatz.	
0,49	7,19	Summa 38 187			

## Die jetzige Art der Beseitigung des Hausmülles in Berlin.

Die Verpflichtung zur Beseitigung des Hausmülles liegt in Berlin den Hausbesitzern ob.

Die Hausbesitzer lassen das Müll aus den Häusern durch Privatunternehmer, welche zur Stadtverwaltung in keiner Beziehung stehen, abfahren. Da in Folge der Ausdehnung der Stadt die Abfuhrunternehmer innerhalb des Weichbildes geeignete Müllabladepplätze nur noch schwer fanden, und da sie auch in den Nachbargemeinden zeitweilig mit der Unterbringung auf Schwierigkeiten stießen, machte sich eine allmählich immer unangenehmer werdende wilde Abladung bemerkbar, durch die der Stadt aus der Wiederreinigung des verunreinigten Straßenlandes unausgesetzt Kosten entstanden.

Um den Uebelständen der wilden Abladung zu steuern, beschlossen die Gemeindebehörden im Jahre 1887, drei öffentliche Abladepplätze im Weichbild der Stadt als freiwilliges Privatunternehmen einzurichten. Der eine dieser Plätze, im Norden der Stadt, Müllersstraße, wird heute noch in der ursprünglichen Weise benutzt, der zweite (im Nordosten, Landsberger Chaussee) ist im Jahre 1895 geschlossen und der dritte (im Osten, an der Stralauer Allee) seit dem Herbst 1894 durch einen Einladepplatz<sup>1)</sup> zur Verschiffung des Mülles ersetzt worden.

Auf diesen städtischen Plätzen können die Unternehmer gegen Entrichtung einer entsprechenden Gebühr abladen.

Da eine Reihe von Unternehmern noch eigene Plätze hat, und da sich vielfach billigere und bequemere Gelegenheit zur Unterbringung bietet, kommt nur ein Theil des Mülles in Berlin auf die städtischen Abladepplätze.

Da die Abfuhr auf die städtischen Plätze also abhängig ist von den andern Absatzgelegenheiten und insbesondere auch von dem festen oder feuchten Zustand der Zufahrten zu anderen Plätzen, und da im Winter mehr Müll erzeugt wird als im Sommer, ist die Menge des auf die städtischen Ablade-

---

<sup>1)</sup> Der Abladepplatz im Norden sollte auch durch einen Einladepplatz zur Verschiffung ersetzt werden. In Folge des starken Nachlassens des Verkehrs sind aber die erforderlichen umfangreichen Bauten bis auf Weiteres aufgegeben worden.

plätze gelangenden Mülls sehr starken Schwankungen unterworfen. Einen Ueberblick über die Verkehrsverhältnisse auf dem Abladeplatz 3 und die Abladegebühren geben die graphischen Aufzeichnungen auf dem Blatt 4.

Die Abladegebühren wurden bis vor kurzer Zeit nicht nach der Menge des Mülls, sondern nach Fuhrn erhoben, wobei nur Einspänner und Zweispanner unterschieden wurden. Die Gebühren erfuhren im Laufe der Jahre wiederholt eine Steigerung, ohne daß durch diese Erhöhungen der Verkehr auf den städtischen Plätzen wesentlich beeinflusst worden wäre. Da mit der Steigerung der Gebühren die Müllwagen immer größer wurden und in einer Ladung immer mehr Müll brachten, und da insbesondere auch durch die Einführung der Abfuhr des Mülls zu Schiff nach dem großen städtischen Ablagerungsplatz bei Spreenhagen am Oberspreekanal (rd. 44 km Wasserweg) die Kosten für die Fortschaffung des Mülls aus Berlin genau ermittelt werden konnten, wurde seit dem 1. 7. 96 entsprechend den Selbstkosten die Gebühr für 1 t Müll auf 2 Mark festgesetzt; das auf die Plätze gelangende Müll wird deshalb jetzt gewogen. Mit der Einführung dieser gegen früher allerdings stark erhöhten Gebühr machte sich ein erheblicher Rückgang des Verkehrs auf den städtischen Plätzen bemerkbar.

### Ersatz der bestehenden Abladeplätze durch Verbrennungs-Anstalten.

Die Anfuhr von Müll auf dem zur Zeit bestehenden Abladeplatz im Norden und dem Einladeplatz im Osten an der Oberspree ist starken Schwankungen unterworfen, die von großer Bedeutung sind für die Bestimmung der Anzahl der Ofenzellen, welche zur Verbrennung des auf diese Plätze gelangenden Mülls erforderlich wäre.

Zur Beurtheilung der in Frage kommenden Verhältnisse für den Müll-einladeplatz an der Oberspree sind die beiden auf S. 115—117 folgenden Zusammenstellungen I und II gemacht worden.

Die erste giebt (Spalte 2) die höchste, die niedrigste und die mittlere Monatsfuhrenzahl aus dem Jahre April 1895/96 an. In Spalte 3 sind dann aus diesen Zahlen die Mittelzahlen der Fuhrn für einen Tag und in Spalte 4 das Gewicht des Mülls für einen Tag berechnet. Trotzdem diese Zusammenstellung Mittelzahlen giebt, läßt sie doch erkennen, daß die Müllmengen an verschiedenen Tagen sehr verschieden sind. Die zweite Zusammenstellung umfaßt die Zeit nach der Einführung der höheren Gebühren 1. 7. 96—1. 7. 97; sie zeigt die Schwankungen noch deutlicher, weil in ihr die stärkste, die mittlere und die schwächste Tagesanfuhr angegeben sind (Spalten 5, 8 und 9). Da das Müll in der Verbrennungsanstalt nicht aufgespeichert werden soll, müßte diese der höchsten Anfuhr genügen. Da nun aber die Höchstzahlen, welche stets an Tagen nach Feiertagen, an welchen letzteren nicht abgefahren wird, verzeichnet sind und die Zahlen sämtlicher anderen Tage, besonders aber der ihnen folgenden Tage ganz bedeutend über-ragen (vergl. Spalten 5 und 6), so dürfte die zu fordernde Höchstleistung der Anstalt zu bemessen sein nach dem Mittel aus der Menge der stärksten und der dieser folgenden Tagesanfuhr (vergl. II Spalte 7), wobei ein etwa  $1\frac{1}{2}$  tägiges Lagern des Mülls auf den Defen als zulässig erachtet wird. Un-

günstiger Weise fällt die stärkste Anfuhr gerade in die Wintermonate, also in die Zeit der geringsten Leistung der Defen, so daß sich ganz auffällige Schwankungen in der Anzahl der erforderlichen Zellen zeigen. In der zweiten Zusammenstellung (Spalten 11, 12 und 13) schwankt diese Zahl zwischen 3 und 30, und in der ersten Zusammenstellung (Spalte 7), trotzdem nur die Monatsdurchschnitte berücksichtigt sind, zwischen 23 und 53.

Bedenkt man ferner, daß der Tagesdurchschnitt der Anfuhr zum Plage nach der ersten Zusammenstellung rd. 195 t (Spalte 4) betrug und vom 1. 7. 96 an auf 65 t (II. Spalte 8), d. i. den etwa dritten Theil der früheren Menge, herabgesunken ist, so ist ohne Weiteres klar, daß man bei so ungleichmäßigen Verhältnissen auf die größten Schwierigkeiten im Betriebe einer Verbrennungsanstalt stoßen würde; es sei in dieser Beziehung nur darauf hingewiesen, daß die Anzahl der zu beschäftigenden Feuerleute, die fachgemäß ausgebildet sein müssen und nicht dem Bedarf entsprechend angenommen und entlassen werden können, stark schwant.

Für die Berechnung der für ganz Berlin eventuell zu erbauenden Zellen können die bisherigen Verhältnisse unserer Abladeplätze deshalb nicht maßgebend sein.

### Verkehr auf dem Mülleinladeplatz.

#### I. April 1895/96.

(Abladegebühr 3 Mark für 1 Fuhr.)

1	2	3	4	5	6	7
	Mo- nats- zahl	Tages- zahl	Gewicht <sup>1)</sup> an 1 Tag	M o n a t	Lei- stung einer Zelle	Anzahl der erforder- lichen Zellen
	Fuhren	Fuhren	t		t	
Höchste Zahl .	2700	90	234	Dezember . .	4,4	53
Mittel . . .	2251	75	195	Jahr.-Durchsch.	5,38	36
Niedrigste Zahl	1900	64	163	September . .	7	23

<sup>1)</sup> Für die Berechnung des Gewichtes ist angenommen, daß 1 Fuhr 2,6 t wiegt. Das ist das Durchschnitts-Gewicht der jetzt verworbenen Fuhren, hauptsächlich sind die Fuhren früher schwerer gewesen.

II. 1896/97. (Abblade=

1	2	3	4	5	6
Laufende Nr.	Monat	Gesamtmenge	Gewicht einer Fuhre	Stärkster Tag	Folgender Tag
		t	t	t	t
1896					
1	Juli . . . . .	1642	2,408	127	83
2	August . . . . .	1570	2,546	93	70
3	September . . . . .	1587	2,645	107	49
4	Oktober . . . . .	1846	2,564	123	62
5	November . . . . .	1859	2,706	136	58
6	Dezember . . . . .	2121	2,669	157	122
1897					
7	Januar . . . . .	1559	2,519	129	71
8	Februar . . . . .	2170	2,524	134	89
9	März . . . . .	2148	2,882	157	117
10	April . . . . .	1315	2,590	—	—
11	Mai . . . . .	1463	2,530	—	—
12	Juni . . . . .	447	1,800	—	—

1) Die Zahl aus Spalte 3 dividiert durch die Anzahl der Anfuhrtage des Monats.

Anlage 9.

Methoden der chemischen Untersuchungen.

Bezüglich der bei der Untersuchung der Asche angewendeten Methoden geben die Berichte von Prof. E. Salkowski vom 29. April 1895 und 22. Mai 1895, sowie die Bemerkung in dem Bericht vom 2. Juli Aufschluß.

Es heißt in dem Bericht vom 29. April (gelegentlich des Berichts über die Zusammensetzung des Mülls):

Zur Bestimmung des Gehalts des Mülls an verbrennlicher Substanz

gebühr 2 Mark für 1 t.)

7	8	9	10	11 12 13		
Mittel aus beiden (Spalte 5 und 6)	Durchschnitt auf 1 Tag <sup>1)</sup>	Schwächster Tag	Leistung einer Zelle	Anzahl der erforderlichen Zellen		
				Höchste Zahl.	Mittlere Zahl.	Niedrigste Zahl.
t	t	t	t	Aus Sp. 7	Aus Sp. 8	Aus Sp. 9
durch Division mit der Zahl aus Spalte 10 erhalten						
105	61	40	7	15	9	6
82	60	37	7	12	9	6
78	61	19	7	12	9	3
93	68	31	7	14	10	5
97	77	46	3,5	28	22	14
140	85	43	4,4	30	19	10
100	62	12	4,6	22	13	3
112	90	20	4,5	25	20	4
137	80	27	—	—	—	—
—	55	—	—	—	—	—
—	59	—	—	—	—	—
—	18	—	—	—	—	—
Gesamtdurchschnitt						
65						

erschien es am einfachsten, den Gewichtsverlust zu bestimmen, welchen dasselbe bei ausreichendem Glühen erleidet. Dabei mußte dann, abgesehen von dem in Rechnung zu ziehenden Wassergehalt, auf die Möglichkeit Rücksicht genommen werden, daß auch anorganische Verbindungen beim Glühen entweichen können, wodurch der Gehalt an organischer Substanz natürlich fälschlich zu hoch gefunden wird. Bei vorsichtigem Arbeiten kommt indessen in dieser Hinsicht wohl nur eine Verbindung in Betracht, nämlich die Kohlensäure, welche mit dem Kalk in Verbindung ist und beim Glühen unter Bildung von Aeskalk entweicht. Diesen Fehler pflegt man dadurch zu beseitigen, daß man den beim Glühen (in der Platinschale) bleibenden Rückstand mit Ammonium-

Karbonatlösung befeuchtet, eintrocknet und vorsichtig aufs Neue erhitzt, bis keine Dämpfe mehr entweichen. Auf diesem Wege bestimmt ergab sich der Glühverlust

auf die wasserfreie Substanz (Müll) bezogen zu 14,67 Prozent

„ „ wasserhaltige „ „ „ „ 14,07 „

Indessen liegen bei einem Gemisch wie das abgeseibte Müll die Verhältnisse so komplizirt, daß es geboten erschien, noch einen anderen Weg einzuschlagen. Mir schien folgender Weg geeignet: Eine abgewogene Quantität des geseibten Mülls wurde mit einer Lösung von kohlensaurem Ammoniak übergossen, über Nacht stehen gelassen, vorsichtig getrocknet, dann andauernd bei 170° getrocknet und gewogen. Nunmehr wurde zur Verbrennung aller organischen Substanz geglüht, erkalten gelassen, wiederum mit kohlensaurem Ammoniak übergossen u. s. w. und bei 170° getrocknet und gewogen. Die Differenz zwischen den beiden Wägungen ergibt den Gehalt an verbrennlicher Substanz.

In dem Bericht vom 22. Mai:

#### Siebdurchfall.

Die Untersuchung dieses Mülls bot keine besondere Schwierigkeiten. Die Analyse richtet sich zunächst auf Feststellung des Gehaltes an hygroskopischem Wasser und organischer Substanz. Zur Ermittlung der organischen, verbrennlichen Substanz wurde die Methode II des vorigen Berichtes gewählt. Es ergab sich so als Zusammensetzung des Mülls

Hygroskopisches Wasser . . .	10,91 %	} 24,18 %	Flüchtiges
Verbrennliche Substanz . . .	13,27 „		
Unverbrennlicher Rückstand . . .	75,82 „		
	<hr/>		
	100,00 %		

Bei näherer Ueberlegung drängt sich mir indessen die Ueberzeugung auf daß diese Art der Analyse dem vorliegenden praktischen Bedürfniß, nämlich außer der verbrennlichen Substanz, den Gehalt des Mülls an solchen Stoffen kennen zu lernen, welche auch bei Glühhitze (helle Rothglühhitze) unverändert zurückbleiben, also auch im besten Fall bei dem vorzüglichsten Verlauf der Verbrennung in dem Ofen nothwendig als Residuum zu erwarten sind, nicht ganz entspricht.

Bei der angewendeten Methode der Analyse steckt nämlich in dem „Unverbrennlichen Rückstand“ noch eine gewisse Quantität Wasser, welche nicht hygroskopisches Wasser ist, also auch nicht bei 110 bis 115° entweicht, sondern fest gebunden ist und erst durch hohe Temperaturen ausgetrieben werden kann. Außerdem steckt darin auch noch eine gewisse Quantität Kohlensäure, welche erst bei Glühhitze entweicht. Es wurde daher noch eine dem praktischen Be-

dürfniß mehr entsprechende Bestimmung vorgenommen, welche ergibt: Hygroskopisches Wasser, Gewichtsverlust bei Rothgluth und unverbrennlichen Rückstand.

Auf diesem Wege ergab sich als Zusammensetzung

Hygroskopisches Wasser . . . . .	10,91	} 26,72 flüchtig
Glühverlust . . . . .	15,81	
Glührückstand . . . . .	73,28	
	<hr/>	
	100,00	

Durch Kombination der ersten und zweiten Analyse gelangt man zu folgender Zusammensetzung feinen Mülls:

Hygroskopisches Wasser . . . . .	10,91
Fest gebundenes Wasser und Kohlensäure . . . . .	2,54
Verbrennliche Substanz (organische) . . . . .	13,27
Unverbrennliche Substanz . . . . .	73,28
	<hr/>
	100,00

Die „Unverbrennliche Substanz“ erscheint dabei also etwas geringer. Die Differenz ist unbedeutend.

In dem Bericht vom 2. Juli:

Wie bei allen bisherigen Untersuchungen wurde besonders darauf geachtet, daß die zur Untersuchung genommenen Antheile, welche naturgemäß nur wenige Gramme betragen können, in der That Durchschnittsproben des übersendeten Materials darstellen.

Bezüglich der Bestimmung des Gesamtglühverlustes bezw. der organischen Substanz bemerke ich noch, daß die Proben etwa eine halbe Stunde lang oder auch etwas mehr, in heller Rothgluth erhalten wurden. Dabei wird durch Umrühren mit dem Platindraht, sowie gelegentliches Schütteln der Platinschale dafür gesorgt, daß alle Theile des Schaleninhalts in ausreichende Berührung mit dem Sauerstoff der Luft kommen. In jedem Fall wird die Erhitzung so lange fortgesetzt, bis nirgend mehr ein Aufglimmen beim Umrühren zu bemerken ist. Diese Erscheinung ist sehr charakteristisch und man kann sicher sein, daß, wenn sie durchaus nicht mehr zu bemerken ist, die organische Substanz vollständig verbrannt ist.

## Bericht über den bisherigen Gang der Müllverbrennungs-Versuche.

9. Mai 1896.

Die zur Vorbereitung und Ausführung der Müllverbrennungs-Versuche eingesetzte Subkommission begann ihre Thätigkeit im Oktober 1893 mit der Entgegennahme eines ausführlichen mündlichen Berichtes der Unterzeichneten über die englische Müllverbrennung und beschloß, Projekte und Kostenanschläge für die Erbauung von Verbrennungsöfen nach zwei verschiedenen englischen Systemen (Horsfall und Warner) aufstellen zu lassen.

Nachdem der Reisebericht durch den Druck vervielfältigt, und drei der Stadtverordneten-Versammlung angehörende Mitglieder der Subkommission zu ihrer eigenen Orientirung einige der bedeutenderen Müllverbrennungs-Anstalten in England unter sachverständiger Führung besichtigt hatten, wurden mit der Horsfall Refuse Furnace Co. in Leeds und der Firma Goddard, Maffey & Warner in Nottingham Verträge über die Erbauung von 2 bezw. 3 Verbrennungszellen abgeschlossen, wobei sich die genannten Firmen eine Bauzeit von 5 bezw. 3 Monaten ausbedungen.

Nach Erwirkung der baupolizeilichen Genehmigung, welche noch einen — später ertheilten — Dispens des Bezirks-Ausschusses erforderte, wurde der Bau von beiden genannten Firmen fast gleichzeitig in Angriff genommen und Ende bezw. Mitte November 1894 vollendet.

Die Firma Goddard, Maffey & Warner ließ das Eisenwerk auf ihrem Werk in Nottingham herstellen und bezog die Steine und sonstigen Baustoffe hier; die Horsfall Refuse Furnace Co., die einen ständigen Vertreter in Berlin hat, bezog sowohl das Eisenwerk wie die Baustoffe von deutschen Firmen.

Die Baulichkeiten wurden aufgeführt auf dem Grundstück der im Jahre 1893 außer Betrieb gesetzten städtischen Wasserwerke, vor dem Stralauer Thor 38. Es steht hier ein hoher Schornstein zur Verfügung, welcher von den Ingenieuren der beiden englischen Firmen als für die Öfen passend erklärt wurde, und in dessen unmittelbarer Nähe wenig bewohnte Gebäude liegen, ein Umstand, welcher für den Fall mit zu berücksichtigen war, daß vielleicht durch die Versuche zeitweilige Belästigungen der Nachbarschaft hervorgerufen werden sollten. Außerdem liegt das gewählte Grundstück an einer Straße, durch welche die zu dem städtischen Ab- bezw. Einladeplatz gehenden Müllwagen fahren, so daß hier mit Leichtigkeit jede erforderliche Menge Müll aus den verschiedensten Stadtgegenden nach Wunsch beschafft werden konnte. Ferner stehen hier eine Brückenwaage, sowie die Schmiedewerkstatt und Geräthschaften der Wasserwerke zur Disposition.

Bei der Herstellung der Anlage ist im Hinblick darauf, daß es sich vorläufig nur um Versuche und nicht um eine bleibende Anstalt handelt, danach gestrebt worden, die Ausstattung und diejenigen Einrichtungen, welche die Verbrennungsversuche selber nicht beeinflussten, zur Ersparrung von Kosten möglichst einfach zu gestalten.

Es ist daher auch von der Anlegung einer Zufahrtsrampe, auf welcher das Müll durch die Abfuhrwagen auf die Plattform bezw. Beschickungsbühne der Ofen geschafft wird, abgesehen worden; die Hebung des Mülls geschieht hier durch Kranvorrichtungen.

Da der Versuch auch einen Vergleich zwischen den beiden gewählten Ofensystemen ermöglichen soll, sind beide vollständig von einander getrennt gehalten; jedes hat einen besonderen Rauchabzugskanal (Fuchs) erhalten. Die Fuchse münden an verschiedenen Stellen in den Schornstein.

Die Anordnung der Zellen ist so getroffen, daß event. beide Ofensysteme durch Anfügung fernerer Zellen erweitert werden können.

Bei dem Horsfall-Ofen sind Vorkehrungen getroffen, um event. die Einfügung eines Dampffessels in einen Nebenzug des Fuchses zur Ausnutzung der Wärme der Abgase zu ermöglichen.

Da die Leistung der Ofen sehr abhängig ist von einer sachgemäßen Bedienung des Feuers, und deutsche Feuerleute auf diesem Gebiete keine Erfahrung haben, so wurde auf Beschluß der Subkommission der Maschinenmeister einer hiesigen Pump-Station, welcher von der Kanalisations-Verwaltung zur Verfügung gestellt wurde, und ein gewandter Feuermann, welcher bei den angestellten Vorversuchen hier thätig war, im Dezember v. J. auf 14 Tage nach England geschickt, um an einer Warner- und an einer Horsfallanlage den Dienst praktisch zu erlernen und die hiesigen Feuerleute sachgemäß unterweisen zu können.

Mit Beginn dieses Jahres mußte der Betrieb wegen einer nothwendig gewordenen Reparatur des Schornsteins — Anbringung von eisernen Bändern — unterbrochen werden.

Die Reparaturbedürftigkeit hatte darin ihren Grund, daß der Schornstein, welcher über ein Jahr lang kalt gestanden hatte, in seinem oberen Theile Risse zeigte, nachdem die Verbrennungs-Anstalt etwa einen Monat lang in Thätigkeit war. Nebenbei sei bemerkt, daß auch der andere, ältere Schornstein der Wasserwerke um jene Zeit unter dem Einflusse der Witterung erhebliche Risse zeigte und deshalb gesprengt werden mußte.

Die Wiederaufnahme des Betriebes konnte erst am 8. Februar d. J. erfolgen.

Seitdem werden die Versuche ununterbrochen, d. h. auch während der Nacht, fortgesetzt. Der Nachtbetrieb, welcher in England allgemein üblich, ist deshalb erforderlich, weil bei einer Unterbrechung eine Abkühlung der Ofen verursacht und damit die Leistungsfähigkeit derselben erheblich herabgemindert werden würde.

Es sind zur Zeit beschäftigt:

- 2 Aufseher,
- 4 Feuerleute,
- 2 Heizer (Lokomobile),
- 8 Arbeiter.

Vom 25. Februar bis 23. März d. J. war auf Anregung der Horsfall-Comp. ein geübter englischer Feuermann, welchen die Stadtverwaltung von Leeds zu diesem Zwecke dankenswerther Weise auf unser Ersuchen beurlaubt hatte, bei den Horsfall-Ofen thätig. In dieser Zeit war auch der Ingenieur der Horsfall-Comp. zur persönlichen Leitung der Versuche auf 6 Tage hier anwesend.

Hinsichtlich der Verbrennungs-Versuche selber und der dabei erzielten Resultate ist Folgendes zu berichten:

Wir haben gemäß einem früheren Beschlusse der Subkommission in erster Linie angestrebt, das Müll nach englischer Art, d. h. so wie es aus den Häusern kommt, ohne Brennstoffzusatz und ungesiebt zu verbrennen. Diese Versuche wurden einige Wochen hindurch (Dezember 1894 und Februar 1895) fortgesetzt, ergaben aber kein positives Resultat. In beiden Ofen-Systemen erlosch das Feuer, trotzdem die Zellen vor Ausschüttung des Mülls zur Weiß- bezw. Rothgluth angeheizt wurden, meist kurze Zeit (in 4—5, ausnahmsweise 8 Stunden), nachdem die Brennstoffe sich verzehrt hatten. Wenn auch die zunehmende Uebung der Feuerleute in der Bedienung des Feuers und insbesondere die später in weitgehendem Maße angewandte Schüttelung der Roste — beide Ofensysteme sind mit bewegbaren Rosten versehen — die Brenndauer verlängert hat, so ist es doch nicht gelungen, das Feuer andauernd in gutem Zustande zu halten.

Es wurde danach der Versuch gemacht, das Müll dadurch brennbar zu machen, daß es vor der Einschüttung in den Ofen mit Brennstoffen gemischt wurde.

Als Zusatz wurde zunächst Kokes gewählt, da dieser ohne Rauch- und Rußentwicklung verbrennt. Die Vermeidung der Rauchentwicklung des Zusatzmaterials war insofern erwünscht, als es sich zugleich darum handelte, festzustellen, ob durch die Verbrennung des Mülls Rauchbelästigungen entstehen. Da keine Belästigungen bemerkbar waren, wurden die Versuche später mit Zusatz von Steinkohlen fortgesetzt. Der Zusatz wurde dem Müll beigemischt bis zur Höhe von 10 pCt. des Gewichts des Mülls.

Ein nennenswerther Vortheil hat sich bei der Verbrennung daraus nicht ergeben, da das Zusatzmaterial von nicht brennbaren Stoffen (Asche) eingeschlossen wurde, so daß ein großer Theil desselben überhaupt nicht zur Entzündung kam, sondern unverbrannt zur Schlackenthür herausgezogen wurde.

Ein besseres Resultat wurde dadurch erzielt, daß die Zusätze durch die Schlackenthür eingeführt, auf einem Haufen zur Entzündung gebracht und dann, nachdem sie durchgebrannt waren, über den Rost vertheilt wurden. Die

Kohlezufätze wurden dabei meist im hellbrennenden Zustande dem Dampfkessel entnommen, während die Kohlenzufätze, wenn das Feuer in der Zelle nicht schon gar zu schlecht geworden und dem Verlöschen nahe war, gewöhnlich in schwarzem Zustande eingebracht werden konnten.

Die Temperatur der abziehenden Verbrennungsgase, welche bei dem Horsfall-System unmittelbar am Austritt der Gase aus den Zellen und beim Warner-System im Fuchs zum Schornstein durch Pyrometer fortlaufend gemessen wurden, war im Vergleich mit den Temperaturen in den englischen Oefen auffallend gering, nämlich 120—150° C.; Temperaturen über 200° wurden ganz ausnahmsweise — meist nur, wenn größere Zufätze an Brennstoffen gemacht wurden — gemessen, im Allgemeinen waren sie niedriger. Die Temperaturen in englischen Oefen sinken selten unter 200°, während sie vielfach 600°, auch 800° und darüber erreichen.

Eine Verwendung der Abgase zum Heizen von Dampfkesseln, wie man sie in England meistens findet, ist bei diesen niedrigen Wärmegraden ausgeschlossen. Die Anlage des Horsfalllofens ist aber so eingerichtet worden, daß man in der Lage ist, die Abgase durch einen Seitenkanal vom Fuchs aus durch den Dampfkessel einer Lokomobile zu schicken, um so festzustellen, ob es überhaupt möglich ist, einen Kessel durch die Abgase zu heizen. Da die Versuche in dieser Beziehung ungünstig ausfielen, wurde von dem ursprünglich in Aussicht genommenen Einbau eines besonderen Dampfkessels abgesehen. Der für die Gebläse des Horsfalllofens nöthige Dampf wird deshalb in einer Lokomobile, welche besonders geheizt werden muß, erzeugt, wodurch die Betriebskosten — jede Horsfall-Zelle erfordert etwa 75 kg Dampf in einer Stunde — gesteigert werden.

Ueber die Zusammensetzung des Mülls wurden eingehende Analysen angestellt. Es wurde eine Menge von rund 41 000 kg aus den verschiedensten Gegenden der Stadt einem Absiebungs- und Ausfuchungsverfahren unterworfen. Es fand dabei eine Trennung nach 14 verschiedenen Gattungen statt (analog einer vorhandenen englischen Analyse), welche dann in 2 Klassen, brennbare und unverbrennliche, zusammengefaßt wurden. Bei diesem Ausfuchen zeigte sich übrigens, was auch beim Verhalten des Mülls im Feuer auffiel, daß das Müll nicht nur aus den verschiedenen Stadtgegenden, sondern auch aus derselben Stadtgegend große Verschiedenheit in der Zusammensetzung aufweist.

Neben diesen im März und April d. J. vorgenommenen mechanischen Analysen wurden im Laboratorium Glühversuche zur Feststellung des Gewichtsverlustes des Mülls im Feuer vorgenommen und auch chemische Analysen des Mülls, der Schlacken und Asche, sowie des feinen Siebdurchfalles, dessen Beschaffenheit von Bedeutung sein würde, wenn die Versuche dazu führen sollten, daß zur Verbrennung eine Absiebung der feinen Asche nöthig wird. Die Analyse hat ergeben, daß die im Ofen durch den Koft gefallene Asche noch organische Stoffe enthält, die Verbrennung also keine vollständige gewesen ist.

Die Versuche haben sich auch auf die Analyse der Schornsteingase erstreckt, wobei der Gehalt der Abgase an Kohlenäure und Kohlenoxydgas etwas geringer war, als bei den englischen Müllverbrennungs-Anstalten und bedeutend geringer als bei gewöhnlichen Dampfkesselfeuerungen.

Bezüglich etwaiger Belästigungen der Nachbarschaft ist zu bemerken, daß auf dem Plage, wo das Müll entladen und bis zur Verbrennung gelagert wird, sich bei Wind bisweilen Staub entwickelt. Bei einer definitiven Anlage, wo die Entladung im geschlossenen Gebäude stattfindet, würde sich dieser Uebelstand nicht geltend machen.

Der Schornstein entsendet meist nur Wasserdampf, keinen Rauch, häufig einen schwach gelblichen und zuweilen einen durch Staub ein wenig dunkel gefärbten Qualm. Der Staub ist aber so fein vertheilt, daß er keine Unzuträglichkeiten verursacht. Es wurde weder eine Färbung der Schneedecke, wie in diesem Winter lange Zeit hindurch beobachtet werden konnte, bemerkt, noch zeigten sich auffallende Staubniederschläge auf weißen Papierbogen, die nach verschiedenen Richtungen und in verschiedenen Entfernungen vom Schornstein ausgelegt wurden.

Die dem Schornstein entweichenden Gase verbreiteten bisweilen einen brenzlichen Geruch in der Nachbarschaft, die in einer Flasche aus den Rauchkanälen der Defen angefangten Verbrennungsgase wiesen eine geringe Trübung (Nebel) auf und zeigten den eigenthümlichen, Blausäure ähnlichen Geruch, wie man ihn stets bei den konzentrirten Schornsteingasen wahrnimmt.

Ueber die Leistungen der Defen sei hier bemerkt, daß auf den Durchschnitt der ganzen Anlage berechnet eine Zelle in 24 Stunden etwa 2,79 t Müll verbrennt, welche etwa 5—6 pCt. Zusatz an Kohlen erfordern und an Rückständen etwa 26 pCt. Schlacken und 27 pCt. Asche, zusammen also etwa 53 pCt. hinterlassen. Der Horsfall-Ofen verbrennt dabei das Müll im Allgemeinen schneller als der Warner-Ofen, verlangt aber einen größeren Aufwand an Brennstoffen, da der Dampfkessel für die Gebläse besonders geheizt werden muß. In England verbrennt eine Zelle in 24 Stunden etwa 6—7 t unter Hinterlassung eines Rückstandes von etwa 33 pCt., ohne daß im Allgemeinen viel Zusatz von Brennstoffen nöthig ist.

Eingehendere Angaben über den Ausfall der gemachten und noch zu machenden Versuche und Analysen sollen einem späteren ausführlichen Berichte vorbehalten bleiben.

Wenn auch das Ergebnis der bisherigen Versuche als ein günstiges nicht bezeichnet werden kann und die Erzielung vollständig befriedigender Ergebnisse kaum erwarten läßt, so erscheint es doch mit Rücksicht auf die auffälligen Schwankungen des Mülls in der Zusammensetzung, sowie im Verhalten im Feuer und in der Bildung der Rückstände geboten, die Versuche noch einige Zeit fortzusetzen, wenn zuverlässige Durchschnittsergebnisse gewonnen werden sollen. Es bleibe insbesondere auch festzustellen, in welcher Weise das Müll im Sommer,

wo es keine Asche aus den Stubenöfen enthält, in seiner Beschaffenheit und Brennbarkeit von dem winterlichen Müll abweicht.

Herr Warner, welcher vom 6. bis 9. Mai d. J. die Versuche am Warner-Ofen selber geleitet hat, will nach seinen langjährigen Erfahrungen und nach seinen Beobachtungen hier einige Vorschriften für die Bedienung der Öfen seines Systems aufstellen, nach denen alsdann einige Zeit versucht werden müßte.

Wenn auch eine Absiebung der Asche aus hygienischen Rücksichten kaum zu empfehlen sein dürfte, da der feine Siebdurchfall, wie die chemische Analyse ergeben hat, noch eine nicht unerhebliche Menge organischer Stoffe enthält, so empfiehlt es sich doch, eingehendere Versuche mit der Verbrennung von gesiebtem Müll zu machen; die in dieser Beziehung bis jetzt angestellten Vorversuche haben ergeben, daß der grobe Siebrückstand im Allgemeinen gut brennt.

Von der für die Versuche ausgeworfenen Summe von 100 000 Mk. ist bis jetzt über eine Summe von rund 67 000 Mk. verfügt, von denen rund 48 000 Mk. auf die Baukosten entfallen. Es bleiben demnach noch rund 33 000 Mk. übrig zur Vornahme weiterer Versuche. Die Versuche sollen zunächst noch bis zum Herbst fortgesetzt werden; es wird nach deren Abschluß dann ein ausführlicher, voraussichtlich abschließender Bericht erstattet werden.

## Anlage 11.

### Bericht über den ferneren Gang der Müllverbrennungs-Versuche.

Januar 1896.

Unter dem 9. Mai v. J. haben wir bereits einen Zwischenbericht über den Gang der Müllverbrennungsversuche erstattet.

Das Ergebnis der ersten Versuche (Februar bis April) konnte als ein günstiges nicht bezeichnet werden, da die Leistung der Öfen im Durchschnitt nur 2,79 t pro Zelle in 24 Stunden betrug und zur Verbrennung ein Zusatz von Brennstoffen erforderlich war.

Zur weiteren Verlauf der Versuche haben sich die Resultate bedeutend besser gestaltet. Je weiter sich die Versuche in die warme Jahreszeit hinein erstreckten, war eine auf die bessere Brennbarkeit des Mülls zurückzuführende Steigerung der verbrannten Mengen und eine Abnahme des erforderlichen Zusatzes zu bemerken.

Bereits im Monat Juni war ein Zusatz von Brennstoffen nur ganz ausnahmsweise erforderlich. Von Mitte Juli bis in den November war ein Zusatz überhaupt nicht nöthig.

Beide Ofensysteme verbrannten in den Monaten mit günstigem Müll im Durchschnitt etwa 4 t in 24 Stunden in einer Zelle und zwar ohne Zusatz von Brennstoffen.

Selbst bei Unterbrechungen des Betriebes (Schichtwechsel, Ruhetage) hielt sich die entsprechend aufgeschüttete Müllmasse in der Regel soweit in Gluth daß sie bei Wiederbeginn des Betriebes leicht angefacht werden konnte. Es gelang meist auch, wenn das Feuer erloschen war, das Müll ohne Zusatz von Brennstoffen aus sich selber zu entfachen.

Bemerkenswerth ist der starke Rückgang in der Leistung der Ofen und die Zunahme der Rückstände zu Ende Oktober und Anfang November.

Die Leistung sank herab auf zwei Drittel und bis auf die Hälfte.

Gleichzeitig stellte sich bei dem einen Ofensystem die Nothwendigkeit eines geringen Brennstoffzusatzes zur dauernden Unterhaltung des Feuers heraus; in dem andern System wurden Zusätze Mitte Dezember nöthig.

Die Ursachen jenes Rückganges dürften darin zu finden sein, daß Ende Oktober Kälte eintrat und ein allgemeines Heizen der Stubenöfen begann.

Ein auffallendes Herabsinken der Leistung und eine Vermehrung der Rückstände hatte sich vorübergehend bereits im September und Anfang Oktober bemerkbar gemacht; der Grund dieser Erscheinung lag darin, daß um diese Zeit in Folge der allgemeinen Ausbesserung der Stubenöfen viel Lehm und Rachelstücke in das Müll gelangten.

Neben den Versuchen mit unbehandeltem Müll wurden die Versuche mit der Verbrennung gesiebten d. h. von den feinen Bestandtheilen (Asche u. s. w.) befreiten Mülles mehrfach wiederholt. Dabei verdoppelte sich im Allgemeinen die Leistung der Ofen, in einzelnen Fällen stieg sie auf 8,4 und 9,5 t, während der Prozentsatz der Rückstände nicht unwesentlich sank.

Im September v. J. wurde auf Anrathen der Horsfall-Kompagnie die Ofenanlage ihres Systems durch Anbau einer neuen Zelle erweitert, so daß nunmehr beide Systeme aus je drei Zellen bestehen.

Ueber den Gang der Versuche, welche im Wesentlichen in derselben Weise, wie in dem früheren Zwischenbericht angedeutet, wiederholt und fortgesetzt wurden, sind die folgenden Einzelheiten hier besonders zu erwähnen:

Die Untersuchung der durch den Rost gefallenen feinen Theile ergab, daß sie noch unverbrannte organische Stoffe enthielten. Es war daraus zu schließen, daß sie durch das Schütteln der Roste zu früh aus dem Feuer entfernt waren. Deshalb wurde einige Zeit hindurch versucht, die Verbrennung ohne Bewegung der Roste vorzunehmen. Bei diesem Versuch sank aber die Leistung der Ofen erheblich herab, so daß zur Erreichung annehmbarer Resultate die Schüttelung in der Folgezeit wieder angewendet werden mußte.

Die Versuche über den Einfluß des Dampfgebläses im Horsfallofen, welche im Juni und Juli in der Weise vorgenommen wurden, daß abwechselnd eine Zelle mit und die andere ohne Dampfgebläse betrieben wurde, ergaben im Allgemeinen eine Steigerung der verbrannten Mengen bei Einschaltung des Gebläses.

Das Dampfgebläse zeigte aber in unseren Oefen den Nachtheil, daß wenn das Müll schlecht brennt und demgemäß den ganzen Ofen nicht genügend erwärmt, sich der zugeführte Wasserdampf an den Ofenwandungen niederschlägt, das Müll stark befeuchtet und bewirkt, daß die durchnäßte Asche die Kofspalten verschmiert.

Zur Feststellung, ob sich die Einführung von Wasserdampf in die Zellen vermeiden ließe, und ob sich das Dampfstrahlgebläse, welches einen integrierenden Bestandtheil des Horsfallofens bildet, ohne Beeinträchtigung der Brennwirkung durch anderweitige künstliche Luftzuführung ersetzen ließe, wurden zunächst an einer Horsfallzelle Versuche mit einem Ventilator angestellt, welcher nur Luft unter den Kof drückt.

Die Einwirkung von trockenem Unterwind im Monat September steigerte die Leistung von etwa 4—4,5 t bei Dampfstrahlgebläse auf Durchschnittsleistungen von 6,3, 6,7 und sogar bis auf 7,9 t.

Damit waren die Leistungen der Oefen in England zeitweilig erreicht.

Da durch die Anwendung des Ventilators so günstige Resultate erzielt wurden, so wurden zwei Horsfallzellen und die drei Warnerzellen mit Ventilatorgebläse ausgerüstet.

Die Ofenanlage hat dadurch eine Verbesserung erfahren; nach dem Ausfall der Versuche ist indessen noch eine Vervollkommnung des Ventilatorgebläses in Aussicht genommen.

Die im Fuchs der Zellen gemessenen Temperaturen wiesen wie früher erhebliche Schwankungen auf, waren jedoch im Allgemeinen in der Zeit der besseren Leistung bedeutend höher als zur Zeit unseres letzten Berichtes.

Während der Ventilator in Betrieb war, oder während gestiebtes Müll verbrannt wurde, zeigten sich Temperaturen von 400° und häufig noch mehr Graden.

Die mechanische Analyse des Mülls, welche im Frühjahr mit einer Menge von 41 000 kg vorgenommen worden war, wurde im Juli und August mit einer Menge von rund 38 000 kg wiederholt, wobei das Absieben und Ausfuchen in genau derselben Weise vorgenommen wurde, wie s. 3. im Frühjahr.

Aus dem Vergleich der beiden Analysen verdient hervorgehoben zu werden, daß der feine Siebdurchfall (Asche u. s. w.) von 57 % im Frühjahr auf 43 % im Sommer gefallen, der Gehalt an brennbaren Stoffen (Papier, Lumpen, Holz, sonstigen thierischen und pflanzlichen Theilen) dagegen von 34 % im Frühjahr auf 46 % im Sommer gestiegen war.

Hinsichtlich etwaiger durch den Betrieb der Verbrennungsanstalt hervorgerufenen Belästigungen mag bemerkt werden, daß die im Maibericht mit-

getheilten Beobachtungen sich im Wesentlichen im Fortgang der Versuche bestätigt haben. Durch die Entladung der Wagen und die Lagerung von Müll im Freien sind für die Nachbarschaft keine Unannehmlichkeiten entstanden.

Selbst bei stärkster Sommerhize waren auf dem Hof keine besonders belästigenden aus dem Müll herrührenden Gerüche wahrzunehmen. Desgleichen wurden keine Belästigungen durch aus dem Schornstein etwa entweichenden Flugstaub bemerkt.

Dagegen wurde wie schon früher ein brenzlicher Geruch der Schornsteingase wiederholt wahrgenommen, welcher zwar nicht auf dem Werk selbst, sondern erst in einiger Entfernung in der Nachbarschaft festgestellt werden konnte. Verschwerden eines Besitzers jenseits der Spree veranlaßten eingehende Erhebungen über diesen Punkt. Es wurden rund um das Werk in Entfernungen von 320 bis 540 m ständige Beobachtungsstationen eingerichtet. Außerdem wurden wiederholt besondere Beobachtungen in Verfolgung der Windrichtung angestellt. Das Ergebnis von 1229 Beobachtungen, welche von Juli bis November v. J. angestellt wurden, zeigte, daß ein brenzlicher Geruch in 947 Fällen (77 %) garnicht, in 207 Fällen (17 %) in schwachem und in 75 Fällen (6 %) in stärkerem Maße wahrzunehmen war. Wenn die Schornsteingase aufsteigen, treten nie, auch nicht in größeren Entfernungen Belästigungen ein; der Geruch ist vielmehr nur wahrzunehmen, wenn die Gase niedersinken, bei trübem feuchten Wetter häufiger als bei klarer Luft.

Die Rückstände waren in der Zeit der guten Leistung der Defen etwas geringer wie vorher. Eine Verwerthung der Rückstände hat bisher nicht gefunden werden können, es hat sich bisher nur geringe Nachfrage nach ihnen gezeigt.

Auf wiederholte diesseitige Anzeigen in verschiedenen Zeitungen sind etwa 170 Fuhrn, ungefähr der zehnte Theil der auf dem Werk noch lagernden Mengen, abgeholt worden. Ein Erlös ist dabei nicht erzielt worden, vielmehr mußten diesseits noch Kosten aufgewendet werden.

An Personal erfordert der Betrieb 3. Zt.

2 Aufseher,  
4 Feuerleute,  
2 Lokomobilheizer,  
9 Arbeiter.

In der Zeit des stärkeren Betriebes, welcher größere Anforderungen an die Feuerleute stellte, etwa 4 Monate hindurch, haben dieselben die Defen in dreifacher Schicht von je 8 Stunden bedient; jetzt arbeiten sie wieder, wie das andere Personal stets, in zwei Schichten.

In der Zeit vom 4.—9. d. Mts. ist elberfelder Müll in unseren Defen verbrannt worden. Das Resultat dieser Versuche ist als ein gutes zu bezeichnen; es wurden täglich durchschnittlich 4 bis  $4\frac{1}{2}$  t in einer Zelle ohne Zusatz von Brennstoffen verbrannt.

Die bisherigen Versuche mit der Verbrennung der Abfallstoffe nach englischem Muster — in unserer Anlage, mit hiesigen Feuerleuten — haben gelehrt:

1. In der warmen Jahreszeit brennt das Berliner Müll wie es aus den Häusern kommt, d. h. ohne Zusatz von Brennmaterial und ohne vorherige Sortirung und Siebung.

2. Während der übrigen Zeit, insbesondere in der Periode des Heizens der Stubenöfen, brennt dieses Müll nur mit Zusatz von Brennstoffen.

3. Das gesiebte Müll, d. i. das durch Absiebung von feinen feinen Theilen befreite Müll, brennt sowohl im Sommer wie im Winter ohne Zusatz von Brennstoffen.

Daraus ergibt sich, daß sich bei uns eine Müllverbrennung nach englischem Muster ermöglichen läßt.

Wenn man von einer Siebung des Mülls absieht, ist allerdings zu gewissen Zeiten ein größerer Aufwand von Kosten für den Brennstoffzusatz erforderlich.

Die hauptsächlichliche Veranlassung zur Anstellung dieser Versuche dürfte wohl in den großen hygienischen Vortheilen, welche man von der Müllverbrennung erwartet, zu suchen sein. Es muß daher erwogen werden, ob der hygienische Vortheil in einem verhältnismäßig annehmbaren Verhältnisse zu den aufzuwendenden Kosten steht. Dazu ist erforderlich, daß eine Berechnung der Kosten nach dem Durchschnitt eines vollen Jahres vorliegt. Eine solche Berechnung läßt sich nach den bisherigen Erfahrungen noch nicht aufstellen.

Der dauernde Betrieb der Oefen hat zwar bereits am 8. Februar 1895 begonnen; die im Februar und März erzielten Resultate können aber im Hinblick auf die Neuheit des Betriebes und die dadurch bedingte Unerfahrenheit der Bedienungsmannschaft als maßgebend nicht betrachtet werden. Es würde daher, um eine vollständig zuverlässige Grundlage für die pekuniäre Tragweite der eventuellen Einführung zu gewinnen, erforderlich sein, daß die Versuche noch einige Monate hindurch, bis zum Ende des Winters, fortgesetzt würden, da während einer längeren Frostperiode mit allgemeiner Heizung der Stubenöfen ein geschulter Betrieb noch nicht stattgefunden hat.

Auffallend muß es erscheinen, daß andere Städte des Festlandes, welche der Frage der Müllverbrennung praktisch durch Vornahme von Versuchen näher getreten sind, günstigere Erfolge als wir erzielt haben.

Die Ofenzellen in England verbrennen 6—7 t in 24 Stunden. Ueber den aus einer Zelle bestehenden Versuchsofen in Paris werden uns ähnliche Leistungen mitgetheilt.

Auch aus Hamburg werden uns die Ergebnisse der mit der Müllverbrennung angestellten Versuche von den dortigen Leitern als vollkommen zufriedenstellend bezeichnet, ein Zusatz von Brennstoffen ist dort nie erforderlich gewesen. Die hamburgische Anlage, welche bisher 6 Zellen hatte, ist Ende vorigen Jahres auf 36 Zellen vergrößert worden und soll nunmehr die Hälfte des

gesamten Mülls der Stadt verbrennen; sie ist, wie nebenbei bemerkt sein mag, z. Bt. die größte Müllverbrennungsanstalt der Welt.

Desgleichen haben die Versuche mit Müll der Städte Essen und Stuttgart in der Hamburger Verbrennungsanstalt gute Ergebnisse gehabt.

Der zahlenmäßige Vergleich der Leistungen unserer Anstalt mit denjenigen der Hamburger Anlage und des Pariser Ofens, sowie mit den mit Essener und Stuttgarter Müll erzielten Resultaten fällt wesentlich zu unseren Ungunsten aus. Der Grund dieses relativen Mißerfolges kann unseres Erachtens in drei verschiedenen Faktoren gesucht werden:

1. in der Beschaffenheit des Berliner Mülls,
2. in etwaigen Unvollkommenheiten der hiesigen Versuchsanlage,
3. in der nicht genügenden Uebung unserer Bedienungsmannschaften.

Die diesseitigen Beobachtungen im Betriebe wiesen darauf hin, daß die unbefriedigenden Ergebnisse der Eigenart unseres Mülls zuzuschreiben sind.

Seitens der Horsfall Co. aber, deren Ingenieure während der Versuche wiederholt hier anwesend waren, wurde zur Erklärung der verhältnißmäßig geringen Erfolge unserer Versuche die Ansicht ausgesprochen, daß möglicher Weise der durch die freie Lage der Anstalt bedingte Wärmeverlust die Leistung der Ofen herabsetze, und ferner, daß unsere Feuerleute in der Bedienung der Müllöfen noch nicht lange genug geübt seien. In ersterer Beziehung muß anerkannt werden, daß die vollständige Umkleidung der Ofen, bezw. Unterbringung derselben in einem Gebäude vortheilhafter sein würde.

Nach den diesseitigen Beobachtungen und Berechnungen ist aber der Wärmeverlust an den Abkühlungsflächen nicht so groß, daß er einen wesentlichen Einfluß auf das Ergebnis haben könnte.

Was die Befähigung der Feuerleute anlangt, so glauben wir zwar, ein ausreichend ausgebildetes Personal zu besitzen, da die meisten Leute bereits seit längerer Zeit an unseren Ofen beschäftigt sind. Es ist aber auch nicht zu verkennen, daß eine durch jahrelange Uebung erworbene Erfahrung von günstigem Einfluß sein kann.

Wenn wir demnach auch nicht der Meinung sind, daß eine bemerkenswerthe Unvollkommenheit der hiesigen Versuchsanlage beziehungsweise eine zu geringe Erfahrung unserer Feuerleute der Grund für die weniger günstigen Erfolge der hiesigen Versuche ist, so halten wir es doch für empfehlenswerth, nach beiden Richtungen hin Kontrollversuche anzustellen.

In erster Linie würde es sich empfehlen, einen Versuch in der Weise zu machen, daß wir hiesiges Wintermüll in den hamburger Ofen durch dortiges Personal verbrennen lassen; es wird sich dabei erweisen, welche Leistungen mit unserem Müll in einer nicht bemängelten Ofenanlage und bei nicht bemängelter Art der Bedienung erreicht werden könnten. Dieser Versuch, welcher zur Gewinnung eines einigermaßen zuverlässigen Urtheils in nicht zu kleinem Maß-

stabe gehalten werden dürfte, kann in der zweiten Hälfte des Februar stattfinden. Die diesseitige Anregung hat bei den hamburgischen Behörden das bereitwilligste Entgegenkommen gefunden; der Versuch konnte aber noch nicht vorgenommen werden wegen der Erweiterungsbauten und der Einrichtung des Betriebes der neuen Zellen in Hamburg.

Eine erwünschte Ergänzung würde der Versuch mit diesseitigem Müll in Hamburg dadurch erfahren, daß eventuell auch hamburgischer Müll in den hiesigen Defen gebrannt würde.

Zur Prüfung der Leistungsfähigkeit unserer Feuerleute schlägt die Horsfall Co. einen Vergleich derselben mit erfahrenen englischen Arbeitern vor. Es ist zwar bereits im Frühjahr vorigen Jahres ein englischer Feuermann an den diesseitigen Defen thätig gewesen, derselbe mußte indessen, da der Betrieb auch des Nachts unterhalten wird, mit hiesigen Leuten abwechseln, wodurch seine Leistung angeblich stark beeinflusst wurde.

Ein ausschließlich von englischen erfahrenen Feuerleuten bedienter Betrieb würde zeigen, welche Leistungen sich bei allergünstigster Bedienung der Defen in Zukunft, wenn wir einen Stamm von genügend geschulten Feuerleuten herangebildet haben, erhoffen lassen.

Sollte bei der Vornahme der erwähnten Vergleichsversuche sich herausstellen, daß berliner Müll in den hamburgischen Defen mit Erfolg nicht verbrannt werden kann, und daß wesentlich bessere Leistungen durch die englischen Feuerleute nicht erzielt werden können als bisher durch deutsche, so wäre damit allerdings der Nachweis geliefert, daß unsere unbefriedigenden Ergebnisse lediglich in der Beschaffenheit unseres Mülls ihren Grund haben.

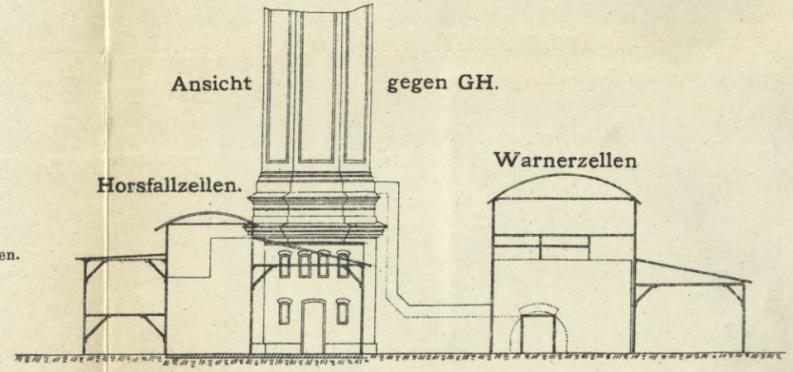
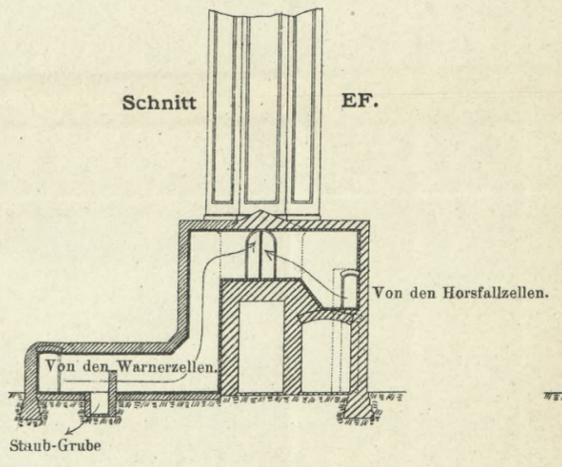
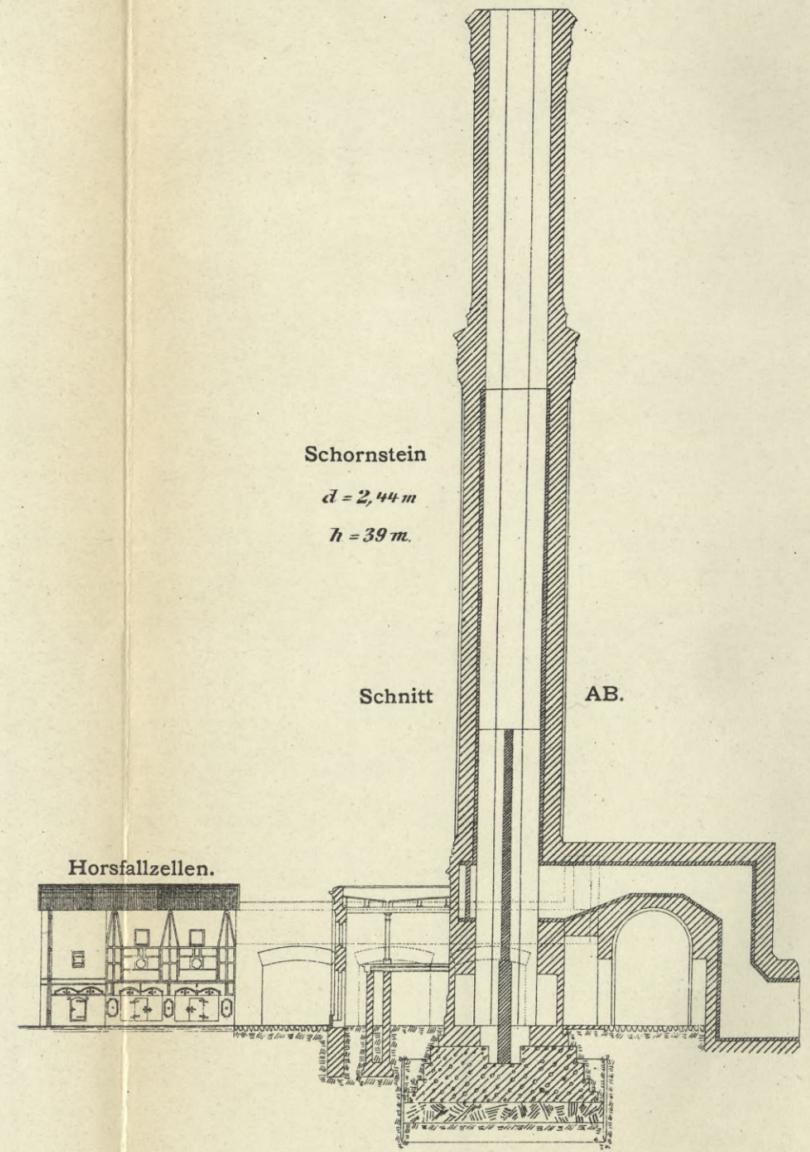
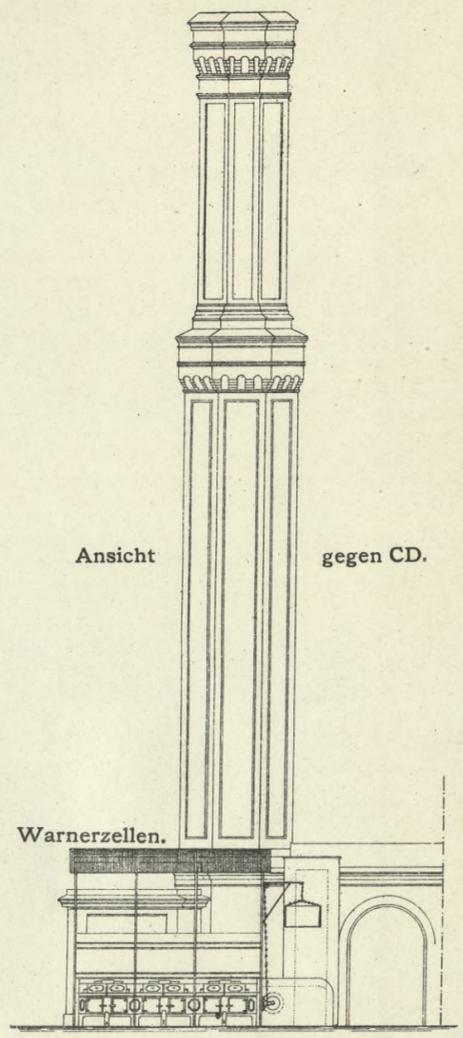
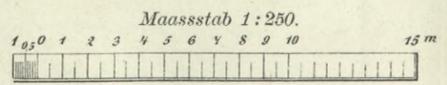
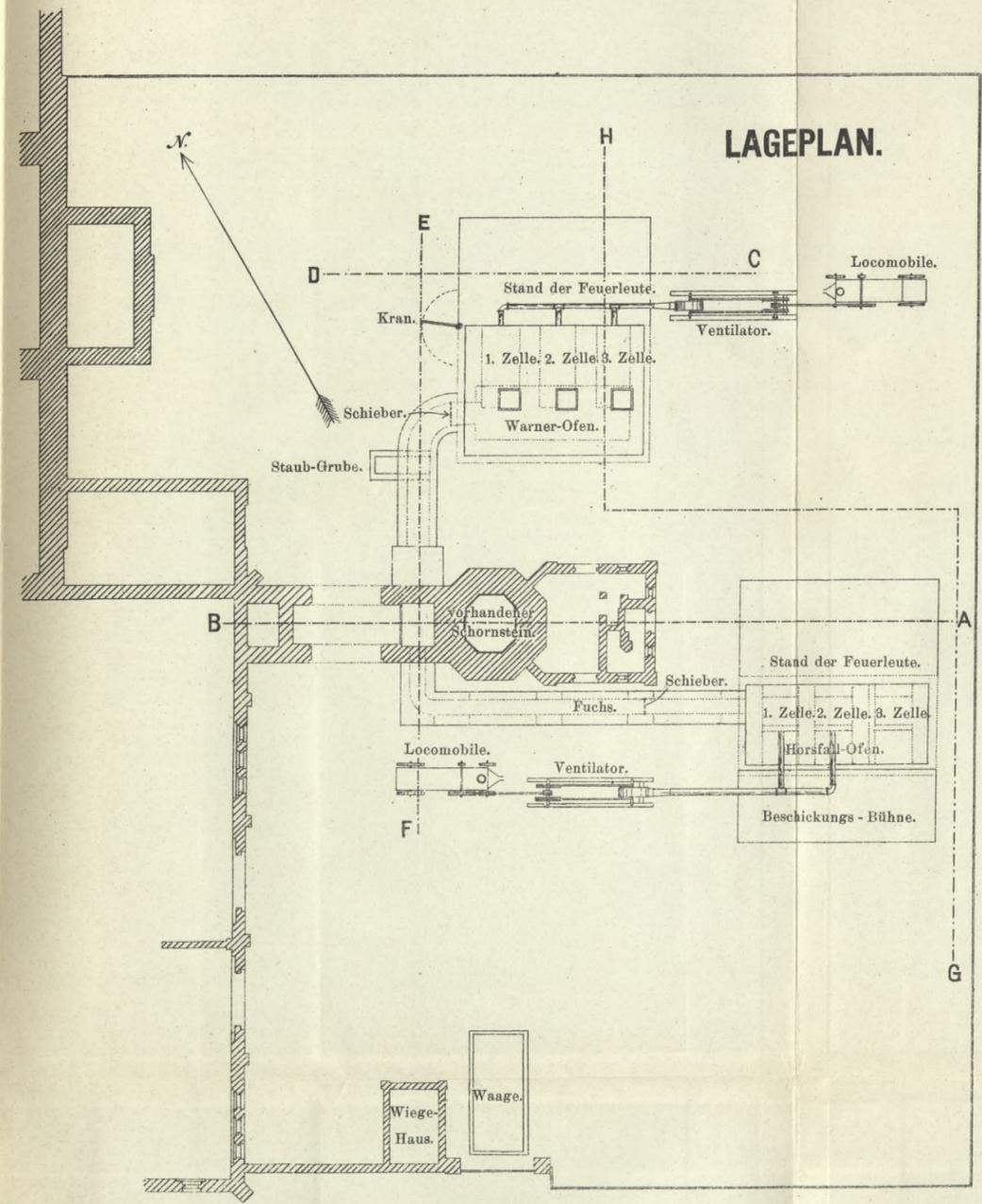
Eine solche Kontrolle erscheint uns im Interesse der späteren Beurteilung der hiesigen Versuche als außerordentlich rathsam. Es ist nicht ausgeschlossen, es ist sogar wahrscheinlich, daß sich — angesichts der Thatsache, daß voraussichtlich in anderen deutschen Städten gute Erfolge mit der Müllverbrennung erzielt werden — früher oder später die Meinung bildet, daß der geringere Erfolg der hier angestrebten Versuche auf die mangelhafte Beschaffenheit unserer Anlage, die ungeübte Bedienung u. a. m. zurückzuführen sei. Und wenn diese Meinung nach Jahren weiter um sich greift, dann wird sie möglicherweise den allgemeinen Wunsch zeitigen, daß noch einmal dergleichen Versuche — dann mit erheblich höherem Kostenaufwande — angestellt werden.

Wir halten daher die Fortsetzung der Versuche für erforderlich.

Als Ausgaben würden alsdann noch in Betracht kommen die Kosten für den Betrieb, für die Versuche in Hamburg, für die Bedienung der Defen durch englische Feuerleute, für die eventuelle Verstärkung der Ventilatoranlage, für das Fortschaffen der angesammelten Rückstände u. s. w.

Zur Fortsetzung der Versuche in dem angeedeuteten Umfange würde, da die zur Verfügung gestellten Mittel nahezu erschöpft sind, eine weitere Summe von etwa 25 000 Mark erforderlich sein.





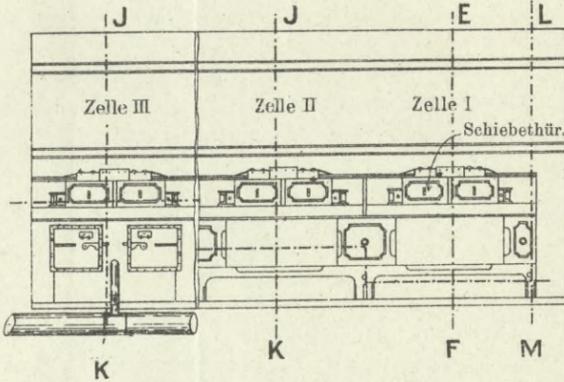
BLATT 1.

LIBRARY

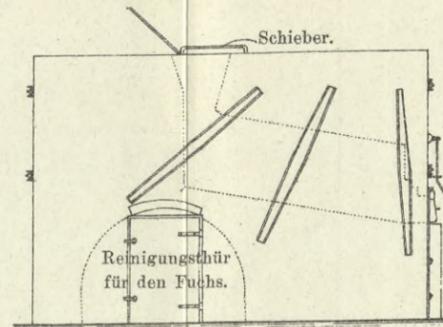
BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

# WARNER-OFEN.

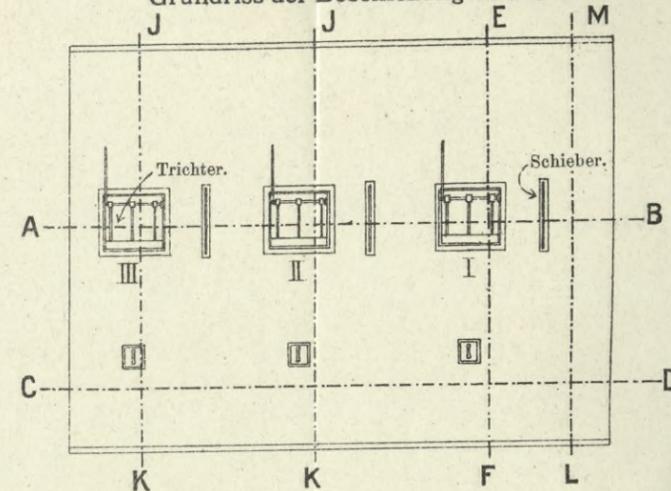
Ansicht des Ofens vom Bedienungsraum aus.



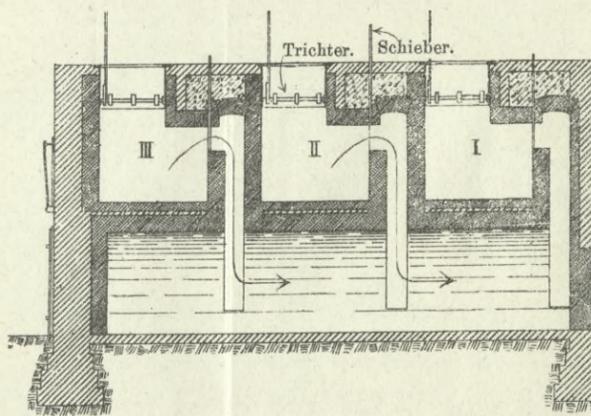
Ansicht von der Seite.



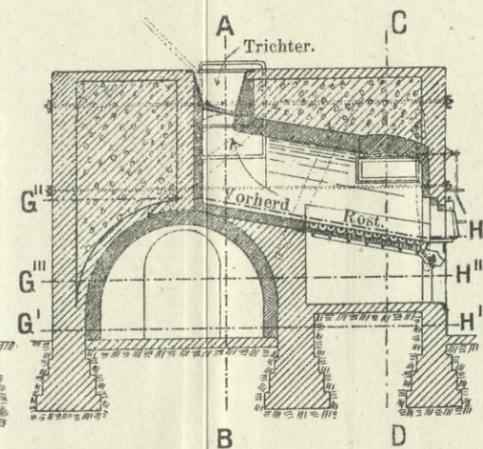
Grundriss der Beschickungsfläche.



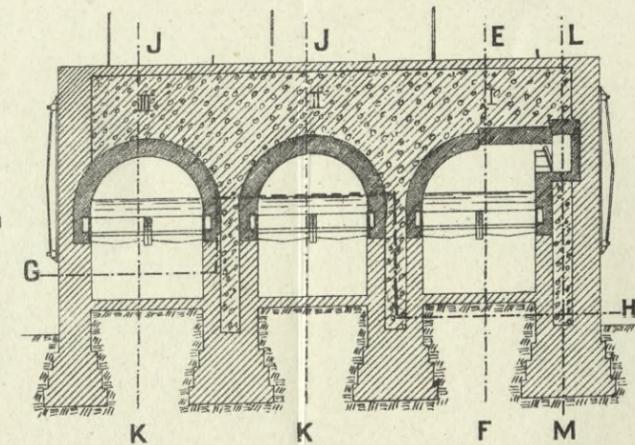
Schnitt nach AB.



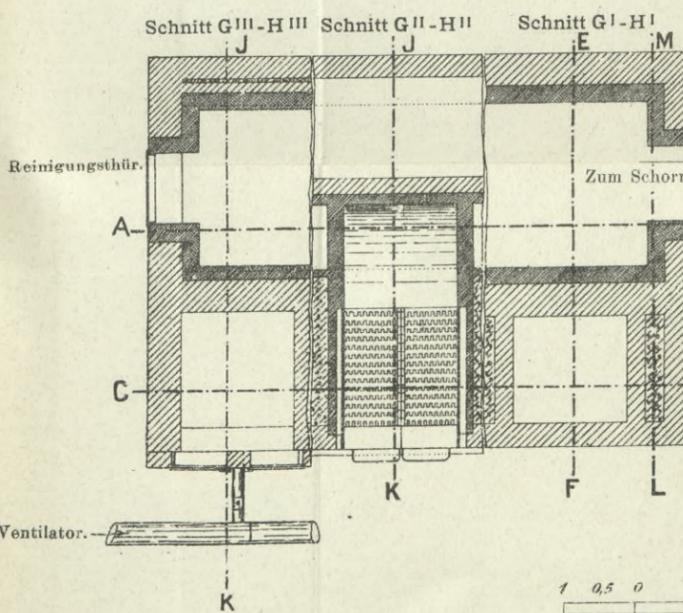
Schnitt nach EF.



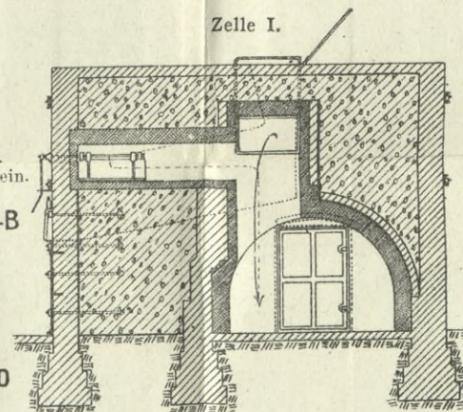
Schnitt nach CD.



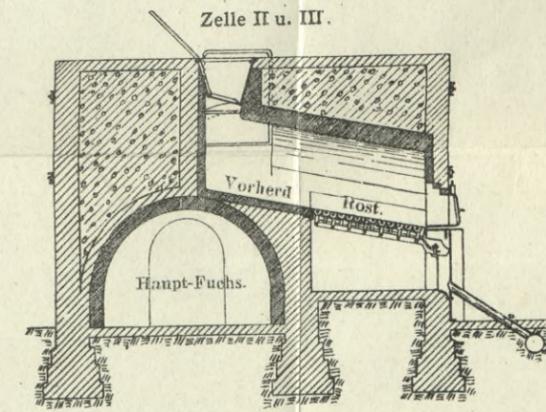
Schnitt nach GH.



Schnitt nach LM.

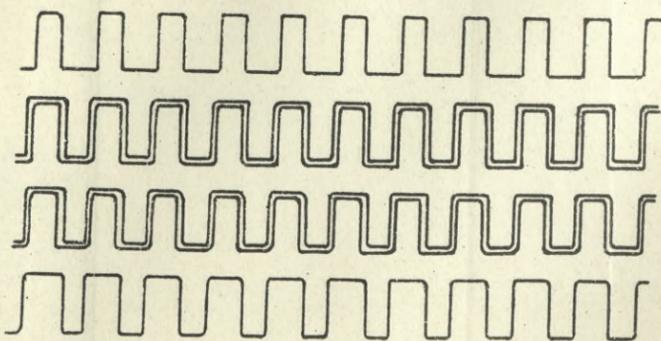


Schnitt nach IK.



## ROSTSTÄBE

$$\frac{\text{Freie Rostfläche}}{\text{Gesamte Rostfläche}} = 0,27.$$



Maassstab 1 : 10.

Maassstab 1 : 100.



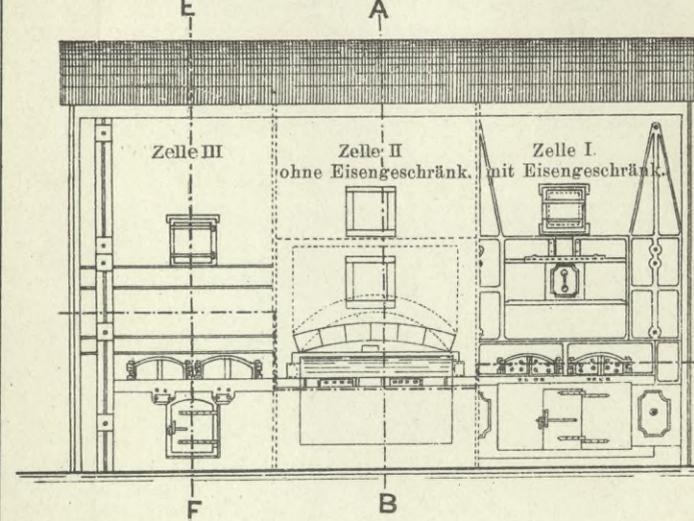
BLATT 2.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

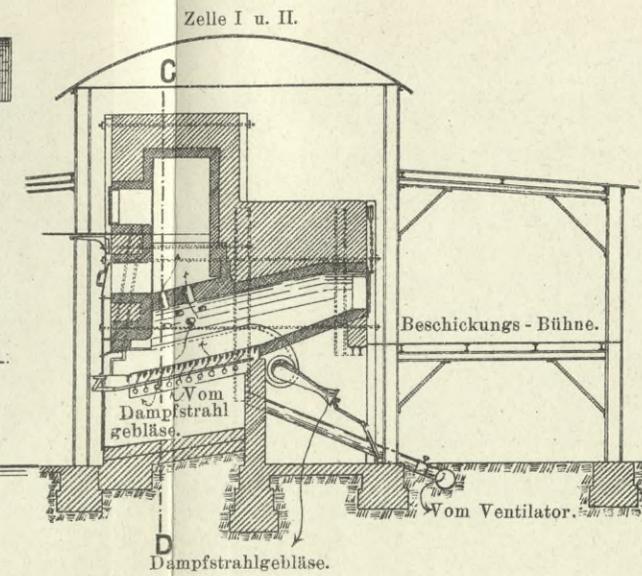
LIBRARY OF THE  
POLISH ACADEMY OF SCIENCES  
AND HUMANITIES  
IN WARSAW

# HORSFALL-OFEN.

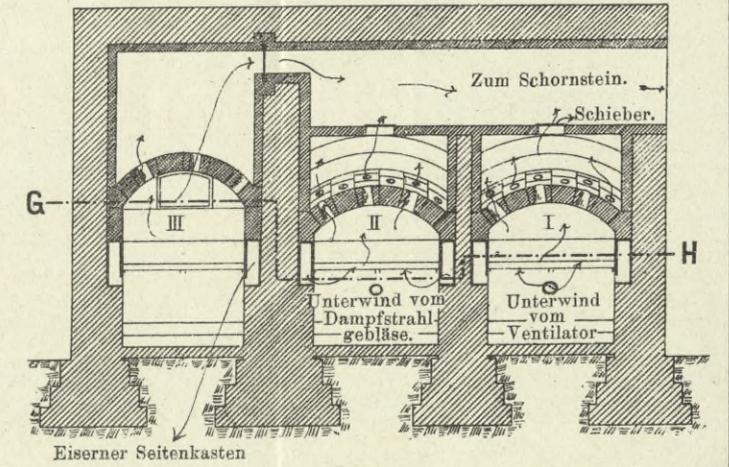
Ansicht des Ofens vom Bedienungsraum aus.



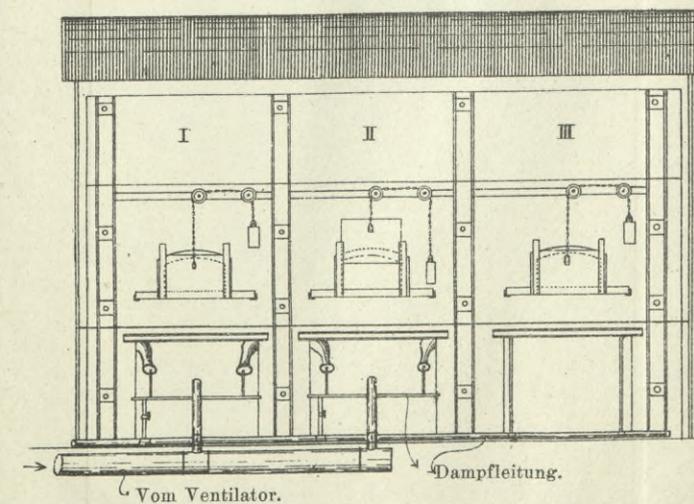
Schnitt nach AB.



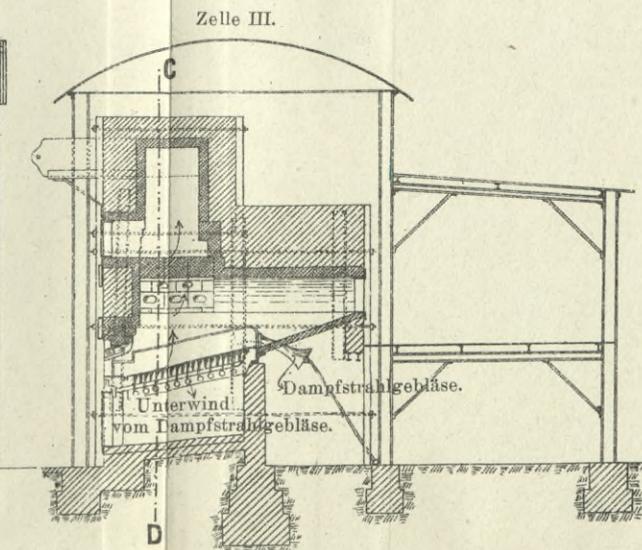
Schnitt nach CD.



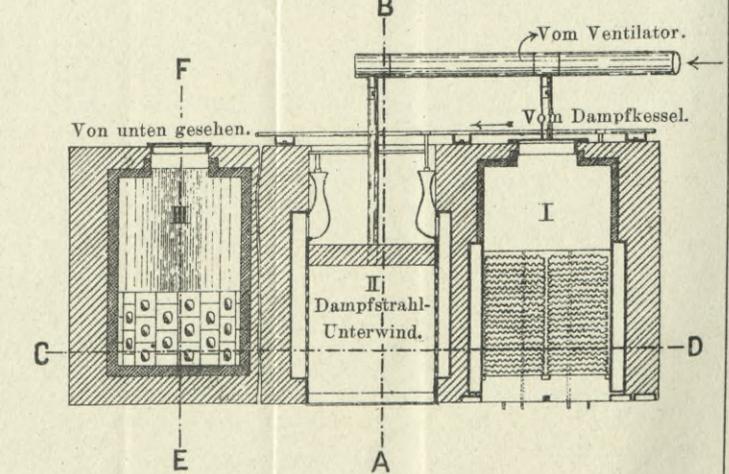
Ansicht von der Beschickungsbühne aus.



Schnitt nach EF.

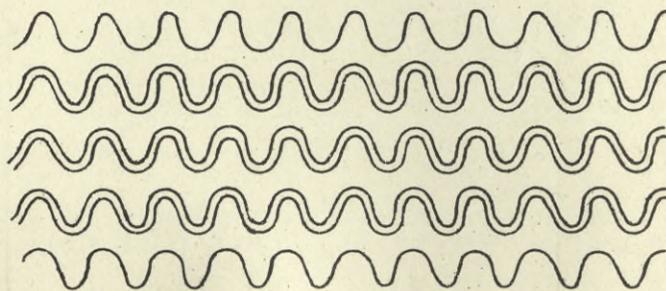


Schnitt nach GH.



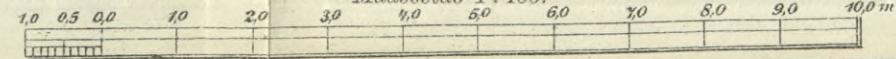
## ROSTSTÄBE

$$\frac{\text{Freie Rostfläche}}{\text{Gesamte Rostfläche}} = 0,28.$$



Maassstab 1:10.

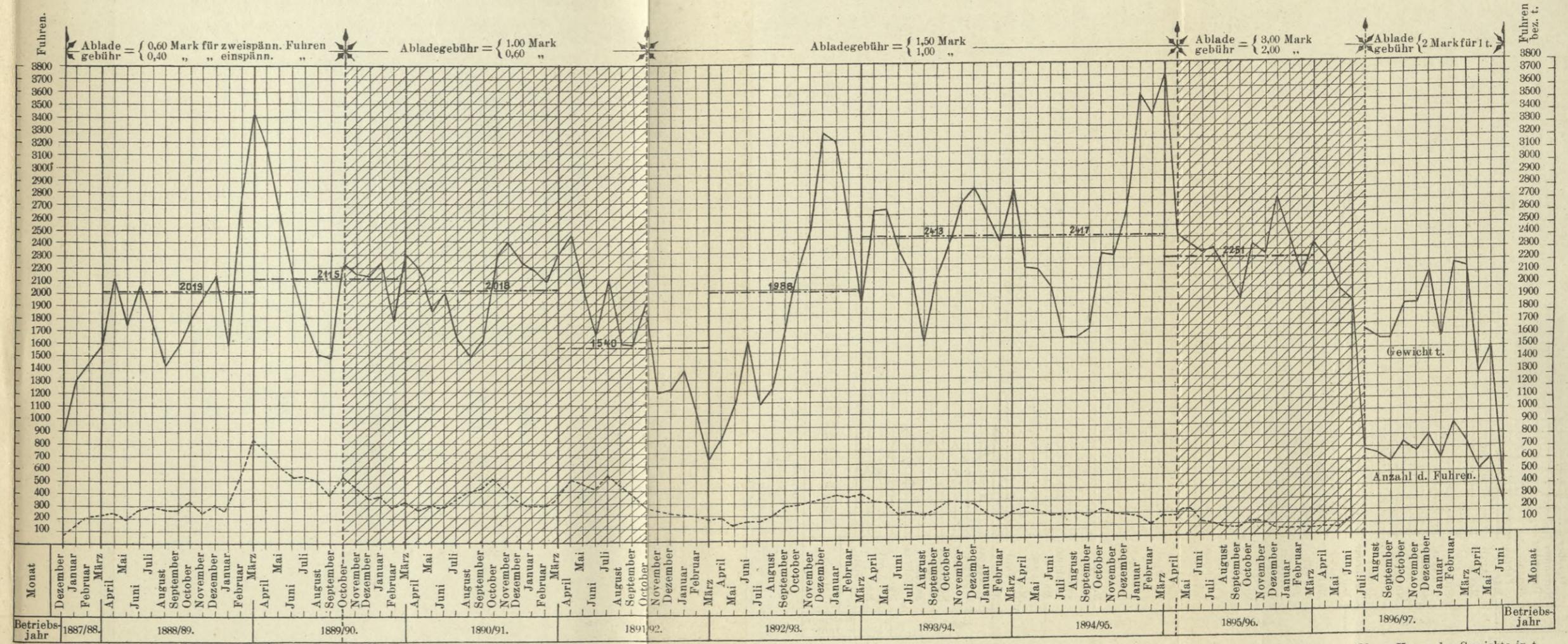
Maassstab 1:100.



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

WYKRES  
Z  
WYKRES  
WYKRES  
WYKRES  
WYKRES

### Verkehr auf dem städtischen Abladeplatz 3.



**Erklärung der Kurven.**  
 — Monatskurve für zweispännige Fahren.  
 - - - Monatskurve für einspännige Fahren.  
 - - - Monatsdurchschnitt im Jahre für zweispännige Fahren.

Oben: Kurve der Gewichte in t.  
 Unten: Kurve d. Anzahl d. Fahren.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

5. 61



3-96



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297604