

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299989

VEREINIGTE  
BEREITUNGSANSTALT  
FÜR  
BIBLIOTHEK

x  
1872



DIE STÄDTISCHE  
VERBRENNUNGSANSTALT  
FÜR  
ABFALLSTOFFE  
AM  
BULLERDEICH IN HAMBURG

---

*F. Nr. 23973*



*2/2*

*9.56*

*43*

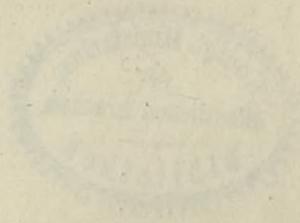
THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

1922



DIE STÄDTISCHE  
VERBRENNUNGSANSTALT

FÜR

ABFALLSTOFFE

AM

BULLERDEICH IN HAMBURG

VON

F. ANDREAS MEYER

OBER-INGENIEUR DER BAU-DEPUTATION IN HAMBURG

---

ZWEITE

NACH EINEM FÜNFJÄHRIGEN BETRIEBE DER ANSTALT VÖLLIG  
NEU BEARBEITETE AUFLAGE

---

MIT 13 TAFELN

---

BRAUNSCHWEIG

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN

1901

---

Alle Rechte, namentlich dasjenige der Uebersetzung in fremde Sprachen,  
vorbehalten.

---

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

1131206

Akc. Nr. 2651/49

# Vorwort für die erste Veröffentlichung

in der

Deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege.

XXIX. Band. 3. Heft.

---

Der Entschluss der Stadt Hamburg, eine Verbrennungsanstalt für städtische Abfallstoffe in einer Grösse zu errichten, wie sie in England, dem einzigen Lande, welches die Vernichtung dieser Stoffe durch Feuer cultivirt, bis jetzt nicht vorkommt, ist auf nüchterne, praktische Erwägungen und genaue technische Voruntersuchungen zurückzuführen. Nicht in der Sucht nach Neuerungen, sondern in der Noth der Grossstadt von mehr als 600 000 Einwohnern sind die Beweggründe zu suchen, und der Erfolg des nunmehr schon überjährigen Betriebes der Anstalt rechtfertigt das Vertrauen, welches die hamburgische Staatsregierung in die technische Verständigkeit ihrer Nachbarn jenseits des Canals und in die Sorgfalt ihrer eigenen Bauverwaltung gesetzt hat, als sie im Jahre 1893 ohne vorgängige Versuche den definitiven Bau einer Verbrennungsanstalt für die inneren, von mehr als 300 000 Menschen bewohnten Stadttheile Hamburgs beschloss.

Auf der Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege im Jahre 1894 zu Magdeburg haben die hamburgischen Mitglieder dieses Vereins, Herr Medicinalrath Dr. Reincke und der Unterzeichnete, die Grundlagen der Aufgabe öffentlich dargelegt und das allgemeine Interesse, welches sich in der Folge diesem — abgesehen von einem kleineren Versuch in Brüssel — ersten derartigen Unternehmen auf dem Continent zugewendet hat, zeigt an, dass die Frage nicht allein in Hamburg, sondern fast allerorts eine brennende geworden ist.

Schon im Jahre 1895, während des Betriebes der ersten sechs Ofenzellen, noch mehr aber nach der Eröffnung des Gesamtbetriebes der 36 Oefen im Januar 1896, traten aus dem In- und Auslande die Anfragen nach der Construction und den Ergebnissen in immer steigendem Maasse an die hamburgische Bauverwaltung heran. Manche deutsche Städte sandten Wagenladungen ihres Hausunraths zur Anstellung von Verbrennungsversuchen nach Hamburg. Viele Theilnehmer der vorjährigen Kieler Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege folgten der Einladung des Verfassers zur Besichtigung des Betriebes.

Wenn nun auch den Fragestellern stets bestmöglichst Auskunft ertheilt worden ist, so lag doch ein abgeschlossenes Betriebsergebniss bis jetzt nicht

vor, so dass der Verfasser immer wieder die Bitte aussprechen musste, die volle Durchführung eines Jahresbetriebes abwarten zu wollen. Und zwar konnte, da die ersten Betriebsmonate wegen der Unsicherheit der Betriebsführung für die Aufstellung von Normen ungeeignet erschienen, erst das Jahr vom 1. April 1896 bis zum 1. April 1897 für die Gewinnung maassgebender Resultate bearbeitet werden.

Diese Bearbeitung liegt nun vor und der Verfasser entledigt sich durch die folgende Veröffentlichung derselben der vielen eingegangenen Verpflichtungen, wobei er den geehrten Leser zu beachten bittet, dass auch heute noch der Beharrungszustand im Betriebe nicht ganz erreicht, vielmehr eine noch günstigere Gestaltung der Ergebnisse für die Zukunft nicht ausgeschlossen ist, wie denn in der That nach dem 1. April dieses Jahres noch einige Verbesserungen eingeführt, namentlich auch manche nützliche Vorkehrungen zur Fernhaltung des den Betriebsarbeitern lästigen Staubes in der Anstalt getroffen worden sind.

Die bautechnische und baumechanische Natur des Stoffes dieser Veröffentlichung hätte vielleicht besser in den Rahmen einer Zeitung des Bau-faches gepasst. Doch ist andererseits das Organ des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege ganz besonders geeignet, den Gegenstand denjenigen Kreisen der Verwaltung und der hygienischen Wissenschaft zuzuführen, welche das grösste Interesse an der Verfolgung und Entwicklung der Aufgabe nehmen. Desshalb wird der nicht dem Baufach ergebene Leser gebeten, sich den bautechnischen Eindringling ausnahmsweise gefallen zu lassen.

Seinem Mitarbeiter in der technisch-hygienischen Ingenieurverwaltung des öffentlichen Bauwesens, Herrn Bauinspector Richter, spricht der Verfasser an dieser Stelle für die werthvolle Hülfe, welche er ihm bei der Bearbeitung der vorliegenden Schrift geleistet hat, seinen verbindlichen Dank aus.

Hamburg, den 18. Mai 1897.

F. Andreas Meyer.

---

## Vorwort für die zweite Auflage.

---

Die von dem Unterzeichneten in der Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege in Carlsruhe geäußerten Erwartungen bezüglich des Betriebes der am 1. Januar 1896 eröffneten Hamburger Verbrennungsanstalt haben sich erfüllt. Die Anstalt arbeitet so gut, dass mit Beginn des Jahres 1901 eine grosse Ausdehnung der Einsammlungsbezirke, welche ihren Hausunrath der Verbrennungsanstalt zuführen, vorgenommen werden konnte, ohne dass es nöthig gewesen wäre, die Anzahl der Ofenzellen zu vermehren. Die bisher angeschlossenen Stadttheile hatten 312 000 Einwohner, mit den neu hinzutretenden Stadttheilen wächst diese Zahl auf 433 000. Die Gesamtbevölkerung der Stadt Hamburg ist Ende 1900 auf 698 000 Einwohner festgestellt.

Im Laufe der letzten Jahre ergab sich im Betriebe der Verbrennungsanstalt so viel überschüssige Wärme, dass seit dem Beginn des Jahres 1900 die Entwässerungspumpen für die Schwemmsiele der eingedeichten und eng bebauten Hammerbrooker Stadttheile durch diese in elektrische Energie umgesetzte Wärme betrieben werden. Die hierdurch erzielte Einnahme für die Verbrennungsanstalt hat in Verbindung mit dem Erlös aus dem stets begehrten Schlackenmaterial das finanzielle Ergebniss des Betriebes sehr günstig beeinflusst. Im Jahre 1901 wird voraussichtlich für die Stadtverwaltung aus der Verbrennung des Hausunraths bereits ein Ueberschuss erwachsen.

Durch die allmählich nach den Erfahrungen des Betriebes eingeführten sanitären Verbesserungen sind auch die Arbeitsverhältnisse immer günstigere geworden, ebenso hat der Betrieb die in England wiederholt gemachten Erfahrungen bestätigt, dass eine gut angelegte und sorgfältig betriebene Verbrennungsanstalt die Nachbarschaft nicht belästigt.

Bei dieser günstigen Entwicklung der Hamburger Verbrennungsanstalt hält es der Unterzeichnete für seine Pflicht, die früheren Publicationen über diesen Gegenstand zu sichten und eine Zusammenfassung in dieser neuen Auflage vorzunehmen. Der jetzige Zeitpunkt für die Herausgabe derselben scheint auch insofern günstig, als nunmehr die Verbrennungsanstalt ein halbes Jahrzehnt ununterbrochen im Betriebe ist, und mit dem 1. Januar 1901 eine neue fünfjährige Contractperiode für die Hausunrathabfuhr begonnen hat.

Das der Verbrennungsanstalt fortwährend bezeugte Interesse liess den Unterzeichneten in steter Fühlung mit den Bestrebungen anderer Stadtverwaltungen bleiben. Er leistete desshalb gern dem Wunsche des Ausschusses des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege Folge, auf der

22. Versammlung in Carlsruhe 1897, wie bereits oben angedeutet, eine Uebersicht über den damaligen Stand der Kehrichtverbrennung in Deutschland zu geben.

Schon damals hatten die Stadtverwaltungen von Essen, Stuttgart, Berlin, München, Elberfeld, Magdeburg, Köln, Posen und Cassel Wagenladungen von Unrath zur Probeverbrennung nach Hamburg gesandt. Später haben noch die Wirthschaftsgenossenschaft Berliner Grundeigenthümer, die Stadtverwaltungen von Frederiksberg bei Kopenhagen und von Dortmund, die Gesellschaft für Hausmüllverwerthung München-Puchheim und die Stadtverwaltungen von Plauen im Vogtlande und von Wiesbaden sich den Verbrennungsversuchen angeschlossen. Die ausserdeutschen Stadtverwaltungen von Warschau und Fiume hatten ebenfalls an die Hamburger Behörde Anträge auf Probeverbrennung ihres Hausunraths gestellt, doch konnte denselben wegen der nicht ausgeschlossenen Gefahr der Uebertragung ansteckender Krankheiten keine Folge gegeben werden, so dass die diesseitige Mitwirkung an den dortigen Bestrebungen auf Ertheilung von Rathschlägen beschränkt bleiben musste. Von Dresden und Charlottenburg sind noch Verbrennungsversuche in Hamburg in Aussicht genommen. Nach den letzten Nachrichten aus Köln ist man dort zur Zeit mit der Bearbeitung von Bau- und Kostenanschlägen für eine Verbrennungsanstalt beschäftigt. In München hat man seit dem 1. Juli 1898 den ganzen Hausunrath an eine Gesellschaft mit beschränkter Haftung „Hausmüllverwerthung München-Puchheim“ abgegeben, welche den Unrath auf der Eisenbahn nach einer Fabrik abfährt, ihn dort sibt und auf verwertbare Bestandtheile sortiren lässt. Die feine Asche wird an Landleute für Dungzwecke abgegeben, während zur Vernichtung der nicht verwendbaren Bestandtheile die Errichtung einer Verbrennungsanstalt geplant ist.

Andere deutsche Stadtverwaltungen, die das Verbrennungsverfahren über kurz oder lang in Aussicht nehmen wollen, haben eingehende Besichtigungen der Hamburger Anstalt vorgenommen, oder sich schriftlich mit dem Unterzeichneten in Verbindung gesetzt, wie Breslau, Cottbus, Kiel, Hildesheim, Schöneberg, Rostock und Würzburg. Unter den ausserdeutschen Städten, welche, weil auch sie der Unrathverbrennung näher treten müssen, die Hamburger Anstalt besichtigen oder Erkundigung einziehen liessen, sind zu nennen: Amsterdam, Rotterdam, Brüssel, Gent, Paris, San Sebastian, Nizza, Wien, St. Petersburg, Christiania, Zürich, Basel, Genf und Luzern. Zürich hat bereits den Bau einer Verbrennungsanstalt nach dem Horsfall-System beschlossen, Brüssel wird demnächst eine Verbrennungsanstalt von 24 Ofenzellen nach dem Muster der Hamburger Anstalt errichten, Warschau will die Einrichtung für den ganzen Umfang der Stadt treffen, während St. Petersburg eine Concurrnz zur Erlangung von Plänen für eine kleine Verbrennungsanstalt ausgeschrieben hat.

Auch in aussereuropäischen Städten sind schon eine Anzahl von Verbrennungsanstalten in Betrieb, unter anderen wird zur Zeit in Para eine Verbrennungsanstalt errichtet und für Buenos Aires eine solche projectirt. Der mehrfache Besuch der Hamburger Anstalt durch japanische Beamte lässt darauf schliessen, dass auch dort der Unrathverbrennung lebhaftes Interesse entgegengebracht wird.

Wenngleich durch die Hamburger Verbrennungsanstalt die Frage der hygienisch einwandfreien Vernichtung des Hausunraths zufriedenstellend gelöst ist, soll damit keineswegs gesagt sein, dass diese Lösung der einzige Weg sei, der zum Ziele führt, um so weniger, als sich in letzter Zeit viele tüchtige Ingenieure eingehend mit dem Gegenstande beschäftigen.

Eine verkehrte Lösung aber scheint dem Unterzeichneten die Müllschmelze des Herrn Wegener zu sein, worüber hier einige Worte gesagt werden sollen.

Nachdem die von der Berliner Stadtverwaltung vorgenommenen Verbrennungsversuche in Oefen nach englischem Muster aufgegeben waren, hat die Wirthschaftsgenossenschaft Berliner Grundeigenthümer einen Müllschmelzofen (Patent Wegener) errichtet, über den Berliner Zeitungen sich wiederholt recht optimistisch geäußert und dabei unter anderem angeführt haben, dass der dortige Müllschmelzofen sich von der Hamburger Verbrennungsanstalt (welche in den Zeitungen irrthümlich englischer Müllschmelzofen genannt wird) wesentlich durch bessere Verbrennung des Mülls und durch die Rauchlosigkeit des Betriebes unterscheide. Der Unterzeichnete kann nur rathen, derartige Artikel mit der grössten Vorsicht aufzunehmen und über deren Werth nur auf Grund eigener Anschauung zu urtheilen. Die Berliner Stadtverwaltung hat die Müllschmelzversuche in diesem Ofen durch ihre Beamten überwachen lassen und die Kosten für die Schmelzung einer Tonne Müll auf 17.00 Mark, ohne Berücksichtigung der Verwerthung des Schmelzgutes und der Abhitze, festgestellt. Das Schmelzgut kann nach Ansicht der städtischen Beamten nur ein beschränktes Absatzgebiet finden, während für die Berechnung eines Gewinnes aus der Abhitze die nöthigen Grundlagen fehlten, weil die von der Gesellschaft veranlassten Messungen „an einem — nicht aufgeklärten — Fehler der Messinstrumente litten“, auch würde das Mauerwerk voraussichtlich häufiger Reparaturen bedürfen.

Ohne in eine weitere Kritik des Berliner Müllschmelzofens eintreten zu wollen, verweist der Unterzeichnete diesen abnorm hohen Kosten des Berliner Müllschmelzverfahrens gegenüber auf die in dieser Arbeit aufgeführte Kostenberechnung des Hamburger Verbrennungsverfahrens.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass die technische Leitung der Hamburger Verbrennungsanstalt gern bereit ist, auch in Zukunft den Verwaltungen deutscher Städte Verbrennungen von Proben ihres Hausunraths zu ermöglichen und die gesammelten Erfahrungen den Stadtverwaltungen zu Gute kommen zu lassen.

Nachdem im Jahre 1899 in Folge Erbauung neuer grosser Stammsiele eine Abtrennung des Sielwesens von der Strassenreinigung im Ressort des Hamburgischen städtischen Ingenieur-Wesens erforderlich geworden ist, hat Herr Bauinspector Richter, welchem die specielle Leitung beider Abtheilungen übertragen war, das Sielwesen übernommen, während die Abtheilung für Strassenreinigung und Abfuhr seitdem von Herrn Bauinspector Caspersohn wahrgenommen wird, welcher auch die Bearbeitung dieser neuen Auflage wesentlich gefördert hat.

Hamburg, im Januar 1901.

F. Andreas Meyer.



## Inhaltsverzeichnis.

---

	Seite
Einleitung . . . . .	1
Beschreibung der Anstalt . . . . .	8
Baukosten . . . . .	17
Betrieb der Anstalt . . . . .	17
Rückstände der Verbrennung . . . . .	28
Betriebskosten . . . . .	31
Recapitulation . . . . .	37
Verzeichniss der Tafeln . . . . .	39

---



## E i n l e i t u n g.

Bei der am 1. Januar 1886 eingeführten Neuordnung der Strassenreinigung und Kehrrihtabfuhr in Hamburg wurde dieser Zweig der öffentlichen Verwaltung dem Ingenieurwesen der Baudeputation unterstellt. Für die eigentlichen Reinigungsarbeiten wurde der Regiebetrieb eingeführt, dagegen überliess man die Lieferung der Pferde für die Bespannung der Wasserwagen und Kehrmaschinen, sowie die Abfuhr des Strassenkehrrichts und des gleichfalls stadtseitig zur Abfuhr gelangenden Hausunraths auf fünf Jahre grossen Transportunternehmern.

Schon in dieser ersten Contractperiode entstanden Schwierigkeiten für die Unterbringung der Kehrrihtmassen auf dem Lande, und es war bei den mit der Vergrösserung des Stadtumfanges stets wachsenden Transportweiten und bei den wachsenden Anforderungen der Gesundheitspolizei in Bezug auf den Transport und die Unterbringung der Abfälle vorauszusehen, dass die Transportunternehmer für eine fernere Contractperiode grosse Mehrforderungen stellen würden.

Nachdem schon im Jahre 1886 der damalige technische Attaché der Deutschen Botschaft in London, Herr Baurath Garbe<sup>1)</sup>, auf das in England in Aufnahme gekommene Verbrennungsverfahren zur Beseitigung des Kehrrichts öffentlich aufmerksam gemacht hatte, erschien im Jahre 1888 ein Aufsatz des Baumeisters und Privatdocenten Knauff über denselben Gegenstand<sup>2)</sup>, welcher die hamburgische Verwaltung bestimmte, den derzeitigen Inspector der Hamburger Strassenreinigung, den Ingenieur Richter, im Sommer 1889 zum Studium des Verbrennungsverfahrens nach England zu entsenden. Ueber die günstigen Eindrücke dieser Reise referirte Richter u. A. im Hamburger Architekten- und Ingenieurverein am 27. November 1889<sup>3)</sup>.

Inzwischen hatte auch der Stadtbaurath Heuser in Aachen gelegentlich eines Vortrages in der 14. Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege am 15. September 1888 in Frankfurt a. M.<sup>4)</sup> weitere Kreise auf die englischen Verbrennungsanstalten aufmerksam gemacht und veröffentlichte im Jahre 1890<sup>5)</sup> eine eingehende Beschreibung dieser Anlagen.

Der Deutsche Verein für öffentliche Gesundheitspflege nahm dann im Jahre 1894 in der 19. Versammlung zu Magdeburg<sup>6)</sup> das Thema der Beseitigung des städtischen Kehrrichts durch Verbrennung wieder auf und

<sup>1)</sup> Centralblatt der Bauverwaltung 1886, S. 427.

<sup>2)</sup> Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen 1888, S. 219.

<sup>3)</sup> Deutsche Bauzeitung 1890, S. 249.

<sup>4)</sup> Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege, Bd. XXI, S. 225.

<sup>5)</sup> Zeitschrift des Architekten- und Ingenieurvereins zu Hannover 1890, S. 159.

<sup>6)</sup> Deutsche Vierteljahrsschr. f. öffentl. Gesundheitspflege, Bd. XXVII, S. 11.

richtete in Folge der Referate des Herrn Medicinalraths Dr. Reincke-Hamburg und des Verfassers über die „Beseitigung des Kehrichts und anderer städtischer Abfälle, besonders durch Verbrennung“ nach eingehender Discussion an die Stadtgemeinden die Bitte, dieser Angelegenheit die grösste Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Auch auf der 22. Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege in Carlsruhe<sup>1)</sup> 1897 wurde auf Wunsch des Ausschusses von dem Verfasser eine Uebersicht über den damaligen Stand der Kehrichtverbrennung in Deutschland gegeben.

In Hamburg hatte diese Frage inzwischen folgenden Fortgang genommen:

Um über die befürchteten Mehrforderungen der Abfuhrunternehmer möglichst früh unterrichtet zu werden und hierdurch bei einem etwaigen ungünstigen Ausfall der Angebote die Zeit für den Bau einer Verbrennungsanstalt vor dem Ablauf der ersten Contractperiode zu gewinnen, veranlasste die hamburgische Bauverwaltung bereits im September 1889 die öffentliche Ausschreibung der Abfuhr für die zweite, mit dem Jahre 1891 beginnende fünfjährige Contractperiode.

In der That war der Ausfall dieses Ausschreibens ein sehr ungünstiger. Die bisherigen Unternehmer hatten das gesammte Stadtgebiet unter sich vertheilt und ihre Forderungen von 216 000 Mk. auf ca. 423 000 Mk. pro Jahr erhöht. Aber obgleich schon damals der rechnerische Nachweis geführt werden konnte, dass die Stadt sich beim Verbrennungsverfahren im Regiebetriebe ungefähr ebenso gut stehen werde, wobei es ausserdem auf der Hand lag, dass nur durch die Einführung der Kehrichtverbrennung die im Umkreise der Stadt sich mehrenden schlechten Ablagerungen unterdrückt und die sich steigernden Ansprüche der Abfuhrunternehmer abgewendet werden konnten, scheute sich die hamburgische Regierung damals doch noch zu sehr vor dem Uebergange zu einem so ganz neuen, auf dem Continent bisher noch nicht ausgeübten Verfahren, als dass sie nicht vorgezogen hätte, die Abfuhr auf fünf Jahre in der früheren Weise wieder verpachten zu lassen.

Zu derselben Zeit waren nach dem Zollanschluss Hamburgs im Jahre 1888 die ausgedehnten Freihafenanlagen mit ihrem im Freihafengebiet concentrirten Speichercomplex in den vollen Betrieb eingetreten und die Frage der Errichtung einer Verbrennungsanstalt erhielt einen neuen Anstoss durch die in diesem gewaltigen Waarenemporium entstehenden Schwierigkeiten der Beseitigung von Waarenabfällen aller Art, von Tabaksstengeln, Kaffeehülsen und vielen verdorbenen Lagerartikeln. Die Versuche, derartige Abfälle in den Kesselfeuerungen der Fabriken des Freihafens unterzubringen, scheiterten an den ungeeigneten Constructionen und den Betriebsbelästigungen dieser Fabriken. Eine Zerstörung der Abfälle im Zollinlande stiess auf zollamtliche Schwierigkeiten. Man fasste deshalb den Plan, für die Waarenabfälle einen besonderen Verbrennungssofen zu bauen, und da lag der Gedanke nahe, diese Anlage gleichzeitig zu einer Versuchsstation für die Kehrichtverbrennung auszubilden.

Bevor noch hierüber ein endgültiger Beschluss erfolgen konnte, erhielt das

<sup>1)</sup> Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege, Bd. XXX, S. 9.

Verbrennungsverfahren eine lebhaftere Förderung durch die Cholera-Epidemie des Jahres 1892. Wie es schon auf der Magdeburger Jahresversammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege 1894 von dem Medicinalrath Reincke und dem Verfasser näher ausgeführt ist, kam während dieser Epidemie die Abfuhr der Abfallstoffe Hamburgs auf das Land plötzlich ins Stocken, weil die Landgemeinden die Einfuhr des städtischen Unraths in ihre Bezirke aus Furcht vor Uebertragung der Krankheit mit Gewalt verhinderten. Man musste sich theils zu einem Unterpflügen, theils zu einem Aufstapeln des Unraths auf städtischen Lagerplätzen bequemen und die der Infection besonders verdächtigen Abfallstoffe so gut es ging auf freiem Felde, oft in unmittelbarer Nähe bevölkerter Wohnbezirke verbrennen. Diese ernste Erfahrung gab dem Ingenieurwesen die Veranlassung, den ursprünglichen Gedanken wieder aufzunehmen, indem es eine nicht allein für die Abfälle aus dem Freihafengebiet, sondern auch für den Kehrriech der eng bebauten inneren Stadttheile Hamburgs mit einer Bevölkerungszahl von reichlich 300 000 Köpfen ausreichende definitive Verbrennungsanstalt von 36 Ofenzellen in unmittelbarer Nähe dieser Stadttheile — am Bullerdeich — mit einem Kostenaufwande von 450 000 Mk. (Mk. 480 000 einschliesslich Mk. 30 000 für Abfuhrwagen) in Vorschlag brachte, welche zugleich im Falle einer Epidemie zur Vernichtung aller verdächtigen Gegenstände dienen konnte.

Der Antrag der Baudeputation, den der Senat genehmigte, stiess bei einem Theile der Bürgerschaft aus verschiedenen Gründen auf Widerstand. Während Einige die Brennbarkeit des Unraths bezweifelten, bezeichneten Andere die Vernichtung eines für den Landwirth mehr oder weniger brauchbaren Dungstoffes als einen volkwirtschaftlichen Fehler. Ein von dem Director der Berliner Strassenreinigung verfasster Reisebericht<sup>1)</sup>, in welchem das englische Verfahren ungünstig beurtheilt und die Behauptung aufgestellt war, dass die Einführung desselben in England bereits wieder zurückgehe, und dass das Verfahren für deutsche Verhältnisse, speciell für Berlin, wegen des geringen Brennstoffes im Müll ungeeignet sei, wurde mit Genehmigung des Berliner Autors in der hamburgischen Bürgerschaft vertheilt und bot ein wirksames Agitationsmittel gegen die Annahme des vom Senat der Bürgerschaft empfohlenen Projects. Zur Klarstellung der wirklichen Sachlage reiste der Verfasser mit dem Medicinalrath Dr. Reincke und dem Bauinspector Richter in der Zeit vom 14. bis 27. Juni 1893 wiederum nach England und konnte nun in der Bürgerschaftssitzung selbst öffentlich constatiren, dass die auf die Verbrennungsanstalten in England bezüglichen Angaben des oben genannten Reiseberichts auf Irrthum beruhten, dass im Gegentheil das Verbrennungsverfahren in den letzten Jahren eine bedeutende Ausbreitung in den englischen Städten und eine eifrige Förderung seitens der englischen Regierung erfahren hatte.

Daraufhin wurde am 12. Juli 1893 der Errichtung der Anstalt für Hamburg von der Bürgerschaft zugestimmt mit dem Wunsche, dass die

---

<sup>1)</sup> Schlosky: Bericht an den Magistrat von Berlin über verschiedene Arten der Beseitigung von Hausabgangsstoffen in grösseren Städten des In- und Auslandes. Berlin 1892.

Zufuhr zur Anstalt, für welche von dem Senate der Regiebetrieb empfohlen war, auch in Zukunft, zur Vermeidung des grossen eigenen Pferdebestandes, an Transportunternehmer vergeben werden möge.

Interessant ist der verschiedene Verlauf dieser Frage in Hamburg und Berlin. Während das Verbrennungsverfahren in Hamburg, unter Zustimmung des Senats und der Verwaltungsbehörden, von dem öffentlichen Bauwesen angeregt wurde und in der Bürgerschaft einigen Widerstand fand, ging in Berlin die Anregung — wohl hauptsächlich in Folge der lebhaften Befürwortung des Verfahrens durch Dr. Weyl<sup>1)</sup> und den Geheimen Baurath Garbe — von den Stadtverordneten aus, und der Magistrat gab nur zögernd seine Zustimmung zur Bewilligung einer Summe von 100 000 Mk. für die Anstellung von Versuchen.

Zwischen den Leitern der Berliner Versuche, dem Stadtbaurath Bohm und dem Regierungsbaumeister Grohn, welche inzwischen ebenfalls die englischen Anlagen an Ort und Stelle studirt hatten<sup>2)</sup>, und dem Verfasser wurde nunmehr vereinbart, mit den Constructionen der Oefen in Berlin und Hamburg möglichst Hand in Hand vorzugehen.

Sofort nach der Bewilligung gingen nicht nur von den englischen Firmen, welche sich bisher vornehmlich mit der Herstellung solcher Oefen befasst hatten, wie „Manlove, Alliot and Co.“ in Nottingham, „Massey, Goddard and Warner“ in Nottingham, „Refuse Furnace Co. Lim.“ in Leeds Offerten ein, sondern auch bewährte deutsche Ofenfabrikanten, wie Schneider, Kori und Lönholdt, suchten der Sache näher zu treten und empfahlen eigene Ofenconstructionen. Man war sich jedoch darüber einig, dass es zwar erwünscht sei, über die zweckmässigste Detailconstruction der Oefen zunächst Versuche anzustellen, dass diese Versuche aber nur auf Grundlage der in England bereits erprobten Constructionen vorgenommen werden dürften.

Von den englischen Constructionen kamen hauptsächlich die Oefen von Horsfall, von Warner, sowie eine mit continuirlichem Vorschub des Unraths von Whiley in Manchester in Betracht, und es wurde vereinbart, dass in Hamburg vier Horsfallzellen und zwei Zellen mit mechanischem Antrieb nach diesseitigen Angaben ähnlich dem Whiley'schen, in Berlin zwei Horsfall- und drei Warnerzellen errichtet werden sollten, so dass die in den beiden Städten gemeinsame Horsfall-Construction ein Vergleichsobject für den Betrieb bilden konnte.

Die Verhandlungen mit den Fabrikanten der Horsfall-Oefen, der Horsfall Refuse Co. Lim. in Leeds (Secretär Ingenieur G. Watson) gestalteten sich wider Erwarten schwierig, da die Firma derzeit offenbar selbst noch im Stadium des Experimentirens stand. Es wurden die verschiedensten Ofenformen als System Horsfall angeboten, und so sind denn auch die Berliner Horsfallzellen von den Hamburger Horsfallzellen erheblich abweichend ausgefallen.

Die in Berlin von der städtischen Verwaltung angestellten Versuche haben ergeben, dass der dortige Hausunrath im Winter nur mit Kohlen-

<sup>1)</sup> Dr. Th. Weyl: Studien zur Strassenhygiene mit besonderer Berücksichtigung der Müllverbrennung. Jena 1893.

<sup>2)</sup> Bohm und Grohn: Ueber die Müllverbrennung in England. Berlin 1894.

zusatz oder nach vorherigem Absieben der tauben Asche verbrannt werden konnte, während der Hausunrath im Sommer ohne Weiteres brennbar war. Da aber die bei der Verbrennung entwickelten Temperaturen so gering blieben, dass sie zur Erzeugung des für den Betrieb der Anstalt nothwendigen Dampfes nicht ausreichten, hierfür also noch besondere Aufwendungen an Kohlen erforderlich waren, ausserdem aber in Berlin für die Rückstände der Verbrennung sich keinerlei Verwendung gefunden hat, sind die dortigen Versuche als ergebnisslos eingestellt und die Verbrennungsöfen abgebrochen worden <sup>1)</sup>.

In Hamburg lag bereits ein durchgearbeitetes Project für die Gesamtanlage vor, wobei die Zufuhr der Abfallstoffe durch die bei der Abfuhr in Hamburg gebräuchlichen zweispännigen Wagen von ca. 4 cbm Inhalt beschafft werden sollte. Diese Wagen sollten mittelst eines elektrischen Krahn's gehoben und entleert werden. Dagegen wurde von dem Vertreter der Horsfall Co. die in England beliebte und für die dortigen Verhältnisse auch durchaus praktische Methode empfohlen, die Fuhren, welche dort vorherrschend aus einspännigen Karren von 1 bis 1½ cbm Inhalt bestehen, mittelst einer Ramenstrasse direct auf die Ofenplattform zu fahren und oben auszukippen. Da das Karrenfuhrwerk in Hamburg nicht angewendet wird, so wäre diese englische Methode bei den hiesigen Fuhrunternehmern auf lebhaften Widerstand gestossen. Auch würde der Transport wegen der grösseren Zahl der Bedienungsmannschaften und der durch die geringere Ladefähigkeit für das einzelne Gespann vermehrten Wegelänge theurer geworden sein. Endlich schien die Befürchtung berechtigt, dass die vielen Wagen, von denen, bei der ungewöhnlichen Grösse der projectirten Anstalt (es giebt bis heute wohl nirgends eine grössere Verbrennungsanstalt) in acht Stunden mehr als 100 à 4 cbm entleert werden sollten, sich auf der Plattform nicht genügend bewegen könnten. Diese Erwägungen führten zu dem Entschluss, das ursprüngliche Project einer Hebung der Wagen durch elektrische Laufkräne beizubehalten.

Ferner war diesseits für die Anordnung der Ofenreihen, entsprechend den meisten englischen Anlagen, eine Lage „Rücken an Rücken“ mit darunter herführendem gemeinschaftlichem Hauptrauchcanal und mit Füllung der einzelnen Ofenzellen von oben projectirt. Dagegen war von der Horsfall Co. anfänglich eine einreihige Anordnung mit Füllung von hinten und mit dem Hauptrauchcanal über den Zellen empfohlen, wie dies auch bei den Berliner Zellen zur Ausführung gebracht wurde.

Nach vielen Verhandlungen, bei denen der Civilingenieur Roechling in Leicester in dankenswerther Weise die Vermittlerrolle übernahm, wurde endlich eine Form der Versuchszellen vereinbart, welche sich der diesseits projectirten Gesamtanordnung einfügte. Die Horsfall Co. verpflichtete sich hiernach im April 1894, vier Zellen zum Gesamtpreise von 24859 Mk. innerhalb 20 Wochen betriebsfähig auf dem bauseitig auszuführenden Fundament innerhalb des umschliessenden Gebäudes herzustellen und eine Leistungsfähigkeit von 5000 kg pro Zelle in 24 Stunden zu garantiren, wobei die

---

<sup>1)</sup> Bohm und Grohn: Die Müllverbrennungsversuche in Berlin. Gedruckt auf Anordnung des Magistrats. Berlin 1897. Druck von H. S. Hermann.

Bedienung der Oefen durch geschulte Arbeiter der Compagnie erfolgen sollte.

Die beiden anderen Versuchszellen schlossen sich zwar ebenfalls englischen Vorbildern an, wurden aber mit mechanisch bewegten Roststäben versehen, um einen stetigen Vorschub des vortrocknenden bezw. brennenden Unraths zu erzielen und an den Arbeitslöhnen für die Bedienung der Oefen zu sparen. Auf diese beiden Oefen braucht nicht näher eingegangen zu werden, weil sich im Versuchsbetriebe derselben herausgestellt hat, dass der continuirliche Vorschub Schwierigkeiten bereitet. Die Rückstände in den Oefen ballen sich allmählich zu einer compacten Schlackenmasse zusammen, welche von den Ofenarbeitern nur schwer zu bewältigen ist und bei schliesslicher Entfernung aus dem Ofen den grössten Theil des Feuers mitnimmt, so dass die Wiederanfächung desselben oft schwierig wird. Auch werden durch die mechanische Bewegung der Roststäbe keineswegs Arbeitslöhne erspart. Der Bewegungsmechanismus wurde deshalb nach kurzer Betriebsdauer wieder entfernt und die beiden Oefen entsprechen heute, abgesehen von der gut functionirenden und deshalb beibehaltenen abweichenden Rostform, im Allgemeinen den anderen vier Versuchszellen.

Im März 1894 war der Bau der Gesamtanstalt nach den unter Leitung des Verfassers von dem Bauinspector Richter bearbeiteten Plänen in Angriff genommen und so gefördert, dass mit dem Anheizen der Versuchszellen Mitte December 1894 in der provisorisch fertig gestellten Ofenhalle begonnen werden konnte. Nachdem die Zellen etwa vier Wochen zur Schonung des noch frischen Mauerwerks nur mit natürlichem Zuge gearbeitet hatten, wobei in 24 Stunden pro Zelle etwa 2400 kg Unrath zur Verbrennung kam, wurden die Dampfstrahlgebläse in Gang gesetzt, wodurch sich der Effect auf rund 4500 bis 5000 kg steigerte. Der Dampfverbrauch für die Gebläse stellte sich aber als so bedeutend heraus, nämlich zu 75 kg pro Zellenstunde, dass die heissen Abgase der Zellen zur Erzeugung dieser Dampfmenge nicht ausreichten, wesshalb eine Kohlenheizung auf den Vorfeuern der Kessel zu Hülfe genommen werden musste. Ein Versuch mit Trockenluftgebläsen ergab ersichtlich einen besseren Effect. Trotzdem blieb der Ingenieur der Horsfall Co. bei seiner Vorliebe für Dampfstrahlgebläse, weil derartige mechanische Gebläse bei den englischen Anlagen sich nicht bewährt hätten, und so entstand für den Verfasser ein unbequemer, vorläufig unlösbarer Widerspruch in den Anschauungen, welcher ihm bei der verantwortlichen Anordnung der Gesamtanlage viele Sorge machte. An sich konnte nämlich der Versuch mit den sechs Zellen in der auf nicht weniger als 36 Zellen berechneten Gesamtanlage nicht wohl als maassgebend erachtet werden, weil der von vornherein für das Ganze gebaute Hauptrauchcanal und Schornstein naturgemäss für die sechs Zellen eine unpassende Weiträumigkeit hatten und zu grosse Abkühlungsflächen boten. Diesem Umstande wurde aber auch andererseits von der Horsfall Co. die Schuld gegeben, wenn der Zellenbetrieb mit dem Dampfstrahlgebläse, namentlich hinsichtlich der Hitze der Abgase und der damit zu erzielenden Verdampfung, nicht ganz den Erwartungen entsprach.

Schon während der Versuche stellte sich das Geräusch der ursprünglich an der Vorderseite der Oefen angebrachten Dampfstrahlgebläse als

unerträglich heraus. Auf Vorschlag des Ingenieurs Roechling wurde deshalb der grosse von der Horsfall Co. zwischen den Zellen, direct unter dem Vorherde angeordnete obere Hauptrauchcanal ganz aufgegeben und in diesem mit der äusseren Luft in Verbindung gebrachten Raume das Gebläse untergebracht, wodurch das Geräusch sehr gemindert wurde. Diese Umänderung war angängig, weil ein im ursprünglichen Projecte vorgesehener, unter allen Zellen durchgehender Hauptrauchcanal vorsichtshalber beibehalten war, so dass die Rauchgase durch senkrechte Schlote in diesen Canal abgeleitet werden konnten.

Nachdem in etwa sechsmonatlicher Versuchszeit des Jahres 1895 eine genügende Klarheit über die zweckmässigsten Details der Oefen erreicht zu sein schien, wurde mit der Horsfall Co. ein Uebereinkommen über die Herstellung der noch übrigen 30 Zellen erreicht. Es ist den Bemühungen des Bauinspectors Richter zu verdanken, dass hierbei die eventuelle Einführung von Trockenluftgebläsen nicht ausser Acht gelassen wurde, indem trotz der principalen Durchführung der Dampfstrahlgebläse doch von vornherein die Luftcanäle für Trockenluftgebläse in dem Fundamente unter den Oefen vorgesehen wurden. Die Firma verpflichtete sich am 26. Juli 1895, die 30 Zellen zum Gesamtpreise von 93 000 Mk. innerhalb circa fünf Monaten auf dem bauseitig ausgeführten Fundamente mit Hauptrauchcanal und Dampfgebläse herzustellen und durch einen dreimaligen, innerhalb der ersten sechs Monate nach Inbetriebnahme der Oefen vorzunehmenden Probebetrieb von jedesmal 14 Tagen Dauer eine Leistung von 5000 kg pro Zelle in 24 Stunden nachzuweisen, wobei für die Erzeugung des Gebläsedampfes eine besondere Kesselfeuerung nicht erforderlich sein sollte. Ende 1895 waren die Zellen so weit fertig gestellt, dass sie zur langsamen Vortrocknung angeheizt werden konnten.

Gleichzeitig war die zweite fünfjährige Contractperiode für die Transportunternehmer der städtischen Abfuhr abgelaufen und nun konnten nach vorgängiger öffentlicher Ausschreibung die Contracte für die nächsten fünf Jahre in folgender Weise abgeschlossen werden:

Die Transportunternehmer wurden verpflichtet, den Hausunrath aus dem auf Tafel I eng schraffirten Gebiete, umfassend die innere Stadt, St. Georg und St. Pauli mit einer Bevölkerungszahl (1896) von 301 000 Einwohnern, nach der Verbrennungsanstalt zu fahren, wofür 315 Mk. pro Jahr und 1000 Einwohner bezahlt wurden. Der Hausunrath aus dem übrigen Stadtgebiete durfte wie bisher als Dünger zum alsbaldigen Unterpflügen auf das Land gefahren werden, wofür die Unternehmer 312·50 resp. 366 Mk. pro Jahr und 1000 Einwohner erhielten. Im Falle einer Betriebsstörung in der Verbrennungsanstalt waren die Unternehmer verpflichtet, auch den für die Verbrennungsanstalt bestimmten Unrath gegen Zahlung eines Zuschlagspreises von 0·85 Mk. pro 1000 kg auf das Land zu fahren.

Diese Contractperiode lief mit dem Ende des Jahres 1900 ab. Da nach dem Ergebnisse der verflossenen fünf Jahre die Verbrennungsanstalt ohne Vermehrung der Ofenzellen sehr wohl in der Lage war, ein grösseres Quantum Unrath als bisher zu verbrennen, wurde bei der neuen Submission für eine fernere mit dem 1. Januar 1901 eröffnete fünfjährige Contractperiode, wie aus Tafel I ersichtlich, das der Verbrennungsanstalt zufallende Gebiet

derart erweitert, dass die bisher angeschlossene Bevölkerung von zur Zeit 312 000 Einwohnern auf 433 000 Einwohner stieg. Nach dem Ergebnisse der neuen Submission kostet der Transport des Hausunrathes nach der Verbrennungsanstalt aus dem vorerwähnten Gebiete von 433 000 Einwohnern 300 Mk. pro Jahr und 1000 Einwohner, während die Fortschaffung des Hausunrathes aus dem restirenden Gebiete von 265 000 Einwohnern, zur sofortigen landwirthschaftlichen Verwerthung nach dem Landgebiete, 380 Mk. pro Jahr und 1000 Einwohner kostet. Der eventuell zu zahlende Zuschlagspreis für den Transport von Hausunrath aufs Land im Falle von Betriebsstörungen in der Verbrennungsanstalt beträgt pro 1000 kg Hausunrath 1 Mk.

Sofort mit dem Beginne des Betriebes sind der Anstalt ausserdem die Waarenabfälle aus dem Freihafengebiete, sowie die im Hafen und an den Quais gesammelten Unrathmengen von den Schiffen zur Vernichtung überwiesen worden. Die Schiffsabfälle werden der Verbrennungsanstalt auf dem Wasserwege in Schiffsfahrzeugen zugeführt.

In den fünf Jahren der ununterbrochenen Dauer des vollen Betriebes hat sich die Verbrennungsanstalt ihrer Aufgabe und allen an sie gestellten Anforderungen vollkommen gewachsen gezeigt, wenngleich nach den Erfahrungen des Betriebes noch fortgesetzt Verbesserungen zur Ausführung gelangen.

### Beschreibung der Anstalt.

Der für die Verbrennungsanstalt gewählte, auf dem Uebersichtsblatte Tafel I in seiner Belegenheit zur Stadt markirte und auf Tafel II in grösserem Maassstabe dargestellte Platz liegt an der Südostgrenze des anfänglich für die Verbrennung disponirten Zufuhrgebietes, nach der jetzigen Gebiets-erweiterung liegt der Platz annähernd central; derselbe ist sowohl für den Land- als für den Wassertransport bequem zugänglich. Auch grenzt er nirgends unmittelbar an Privatbauplätze. Die Vorder- oder Nordfront des Platzes liegt an der Strasse „Bullerdeich“, an welcher sich gegenüber eine grosse öffentliche Desinfectionsanstalt befindet; die Rückfront liegt an einem Nebenflusse der Elbe, an der schiffbaren Bille. Diese Wasserfront ist in geeigneter Weise mit Liegeplätzen für die zur Anfuhr des Schiffsunrathes, sowie für die Schlackenabgabe auf dem Wasserwege dienenden Schuten und Barcassen eingerichtet. Die Westseite wird von einem öffentlichen Flussbadeplatze begrenzt, während in ganzer Länge der Ostseite ein Eisenbahndamm hergestellt wird. Dieser günstigen Lage des Platzes gegenüber musste der schlechte Baugrund, welcher zu der moorigen und niedrig in der Eindeichung belegenen Hammerbrooker Elbmarsch gehört und desshalb eine sehr tiefe und theure Fundirung der Gebäude, sowie eine hohe Aufschüttung des Platzes nöthig machte, mit in den Kauf genommen werden.

Die Disposition der Anlage geht aus den Tafeln II und III hervor. An der Strasse liegt das Verwaltungsgebäude (s. Tafel II), welches im Keller Aufenthalts-, Wasch- und Baderäume für die Mannschaften, im Erdgeschoss das Bureau, und ebenfalls in diesem sowie im oberen Stockwerke die Wohnung des Verwalters enthält. Dieses Haus sowie eine vor der ganzen Front des Grundstückes sich erstreckende, mit hohem Gitter gegen die

Strasse abgefriedigte Gartenanlage geben der Anstalt von der Strasse aus ein freundliches Ansehen. Neben der gepflasterten Einfahrt befindet sich eine Centesimalwage von 10 000 kg Wägefähigkeit mit Wächterhäuschen zur Controle der Unrathzufuhr wie der Schlackenabfuhr. Mitten auf dem Platze steht die Ofenhalle mit dem Maschinen- und Kesselhause, vor demselben in der Längsaxe des Platzes der Schornstein, und längs der östlichen Platzgrenze die Schlackenbrechanlage mit dem Siebwerke, sowie zwei demnächst zur Aufstellung gelangende hydraulische Hebetische für die Schlackenaufspeicherung.

Die Landanfuhr des Unrathes geschieht in besonders construirten, völlig wasserdichten, eisernen Wagen (s. Tafel IV), deren Kasten von 4 cbm Inhalt von dem Radgestelle abhebbar, oben mit zwei Doppelklappen für die Beladung und an der Rückwand mit einer Klappe für die Entladung versehen sind; seitlich befinden sich vier grosse Haken zum Eingriff der Hubketten der Entladekrähne.

Die eigentliche Verbrennungsanlage, welche auf den Tafeln V, VI, VII und VIII dargestellt ist, besteht aus zwei vollständig getrennten und vollständig symmetrischen Systemen, von denen jedes für sich allein in Betrieb erhalten werden kann. Diese Trennung ist nicht allein für die Oefen, sondern auch für die Hauptrauchcanäle und die Kesselanlage durchgeführt; ausserdem ist ein Querrauchcanal vorgesehen, welcher es ermöglicht, die Rauchgase aller Oefen beliebig durch die östliche oder westliche Kesselanlage zu führen.

Die 36 Oefen liegen in zwei Hauptlängstracten in der grossen Ofenhalle. Zur Vermeidung grösserer Formänderungen durch Temperaturunterschiede, sowie im Interesse einer besseren Zugänglichkeit sind je sechs zu einer Gruppe vereinigt.

Ueber jedem Tract bewegt sich ein elektrischer Laufkrahne, welcher die Kasten der in den beiden vor dem Kopfe der Ofenreihen angelegten, gepflasterten Durchfahrten stehenden Wagen abhebt und über die richtige Einschüttstelle der betreffenden Ofenzelle bringt. Dort wird mittelst einer elektrischen Winde der Wagenkasten schräg gestellt und nach Oeffnung seiner Hinterklappe auf die Ofenplattform entleert, worauf der leere Kasten auf das Wagengestell zurückkehrt.

Die in Zwischenräumen von etwa  $1\frac{1}{2}$  Stunden erfolgende Füllung der Oefen findet von der Ofenplattform aus statt, in welcher sich für je zwei mit dem Rücken an einander stossende Zellen eine gemeinsame Füllöffnung befindet. Ein Arbeiter, der sogenannte Stopfer, bedient hier in der Regel sechs Oefen und bringt den auf der Plattform liegenden Unrath mittelst Schaufeln und besonderer Stopfeisen durch die Füllöffnung auf den Vor- oder Trockenherd der Oefen. Die weitere Bedienung der Oefen erfolgt nun durch die Ofenarbeiter, welche in den vor den Oefen unter der Ofenplattform befindlichen Arbeitsgängen beschäftigt sind. Solcher Arbeitsgänge sind, den Ofenreihen entsprechend, vier vorhanden, von welchen die beiden mittleren unmittelbar an einander stossen. Jeder Ofenarbeiter bedient drei Oefen, indem er den auf dem Vorherde lagernden Unrath mittelst Krücken nach Bedarf über das auf einem beweglichen Roste befindliche Feuer holt und in dünner Schicht ausbreitet. Alle  $1\frac{1}{2}$  Stunden

haben sich die Verbrennungsrückstände in einer so dichten Schicht auf dem Roste angesammelt, dass der Luftzutritt durch den Rost erschwert wird und das Feuer zurückgeht. In diesen Zeiträumen werden daher die aus glühender sinternder Schlacke und aus Asche bestehenden Rückstände von den Ofenarbeitern mittelst grosser Brechstangen und Feuerharken ausgeräumt, in Kippwagen geladen und nach dem hinter der Ofenhalle befindlichen Platze gefördert. Während der Ausschlackung und des Ueberholens neuer Unrathmengen wird das Gebläse abgestellt. Nach jeder Schlackung und bei Bedarf auch in der Zwischenzeit werden die Roste mittelst einer Wuchtstange gerüttelt, damit die feine Asche in den unter den Roststäben befindlichen Aschenraum fällt, welcher alle 12 Stunden einmal entleert wird. Die Füllung der Oefen findet regelmässig nach jeder Schlackung, sonst nur bei ausnahmsweisem Bedarfe statt. Sie wird von dem Ofenarbeiter dem auf der Plattform befindlichen Stopfer durch ein elektrisches Glockensignal aufgetragen.

Die Rauchgase des Feuers, sowie die aus dem Unrathe auf dem Trockenherde unter Einwirkung der strahlenden Wärme entstehenden Dämpfe und Vergasungsproducte entweichen durch eine Anzahl Löcher, welche sich in dem über dem Feuer liegenden Chamottegewölbe befinden, in eine über diesem Chamottegewölbe liegende secundäre Verbrennungskammer, deren Wandungen bei regelrechtem Betriebe fortwährend glühen, so dass sich die etwa noch brennbaren Gase an denselben entzünden. Von hier aus gehen die Rauchgase durch die zwischen den Oefen angeordneten Rauchcanäle und die bereits genannten, senkrecht abfallenden Schlotte in den unter allen Zellen durchführenden, ziemlich weiten Hauptrauchcanal. Die aus den Oefen mitgerissene Flugasche lagert sich in der vorgenannten Verbrennungskammer über den Ofengewölben beziehungsweise in dem Hauptrauchcanal ab und wird aus der Verbrennungskammer wöchentlich zweimal, aus dem Hauptrauchcanäle etwa alle drei Monate einmal ausgeräumt.

Zur Unterstützung der Wirkung des natürlichen Schornsteinzuges wird den Oefen die erforderliche Luftmenge durch die in der Einleitung bereits besprochenen Gebläse in den geschlossenen Aschenfall zugeführt. Zuerst functionirten die Dampfstrahlgebläse in der Anordnung der Horsfall Co., nach Art der Locomotivblasrohre, und zwar je zwei an einem Ofen. Der durch eine kleine Dampfduüse entweichende Dampfstrahl reisst in einer trompetenförmigen Röhre die Luft mit sich und presst sie in den Aschenfall. Das Gemenge von Dampf und Luft passirt vor dem Eintritte in den Aschenfall zwei seitlich neben dem Roste in der Wand des Ofens liegende gusseiserne Kammern, die sogenannten Gebläsekammern, deren eine seitliche Begrenzung von dem Feuer berührt wird. Diese Gebläsekammer, auf welche der Ingenieur G. Watson in Leeds Patentanspruch erhebt<sup>1)</sup>, hat den doppelten Zweck, einerseits die Luft etwas vorzuwärmen und andererseits die das Feuer begrenzende und deshalb der Zerstörung ausgesetzte Platte zu kühlen. Nach den diesseitigen Erfahrungen bewirkt die Luftcirculation hinter diesen Platten thatsächlich eine etwas längere Haltbarkeit derselben, bringt dafür aber den Uebelstand mit sich, dass bei

<sup>1)</sup> Deutsches Reichspatent Nr. 85 037.

einer durchgebrannten Platte die Luft sogleich unter Umgehung des Rostes entweicht und damit das Feuer schädigt. Trotz der Luftcirculation sind diese Platten aber mitunter noch viermal im Laufe eines Jahres durchgebrannt. Ein Ersatz der Platten durch Chamottemauerwerk ist nicht angingig, da die Schlacken im glühenden Zustande mit dem Mauerwerk zusammensintern und beim Herausbrechen der Schlacken das Chamottemauerwerk in kurzer Zeit zerstört sein würde. Es sind deshalb seit ca. zwei Jahren versuchsweise Platten mit continuirlicher Wasserkühlung eingesetzt worden, welche sich vollkommen bewährt haben, da sich an den so ausgebildeten Platten bisher keinerlei Abnutzung gezeigt hat. Der Wasserverbrauch pro Zelle und Tag beträgt ca. 10 cbm; das Wasser läuft mit einer Temperatur von ca. 60° C. ab.

Als Hauptvortheil der Dampfgebläse gegen Trockenluftgebläse wird von der Horsfall Co. angeführt, dass der mitgeführte Wasserdampf sich beim Durchstreichen des Feuers in Wasserstoff und Sauerstoff zerlege und der mit den Kohlenoxydgasen vermengte Wasserstoff (Wassergas) eine bedeutende Verlängerung der Flamme herbeiführe. Gegen diese Anschauung ist nichts einzuwenden, so lange ein weissglühendes Feuer auf der ganzen Rostfläche vorhanden ist. Sobald das Feuer aber nicht mehr solche Beschaffenheit hat, was bei minder gut brennendem Unrathe und beim Anheizen oder Abschlacken der Zellen oft vorkommt, tritt diese Wirkung nicht mehr ein, und dann schadet die mitgeführte Wassermenge von ca. 75 kg pro Zellenstunde dem Verbrennungsvorgange und kann unter Umständen das Feuer zum Verlöschen bringen. Das Gemenge von Luft und Dampf hat unmittelbar nach der Mischung im Gebläse nur eine Temperatur von ca. 60° C.; das Wasser ist also in tropfbarer Form vorhanden, schlägt an dem Unrathe nieder und kann erst durch erneute Verdampfung wieder entfernt werden. Hiermit ist ein grosser Wärmeverbrauch verbunden, welcher sowohl das Feuer wie den Ofen in unliebsamer Weise abkühlt, so dass unter Umständen das Wasser aus der Schlackenthür austritt. Vielleicht ist der in Deutschland etwas geringere Brennstoffgehalt des Unrathes die Ursache, dass die Dampfgebläse sich bei uns nicht so bewähren, wie in England. Jedenfalls bringen die nachträglich eingebauten Trockenluftgebläse in dem Hamburger Werke ein gleichmässigeres Feuer und damit eine grössere Leistungsfähigkeit hervor und erfordern nur etwa  $\frac{1}{5}$  der Betriebskraft für die Dampfgebläse.

Die Betriebsresultate blieben bei Dampfstrahlanwendung so ungünstig, dass schon bald nach Eröffnung des Betriebes eine Emancipation von diesen Gebläsen unumgänglich erforderlich wurde, um nicht den Erfolg der ganzen Anlage in Frage zu stellen. Dies war möglich durch die in der Einleitung mitgetheilte, für alle Eventualitäten diessseits vorgesehene Anlage der Luftcanäle, welche nun für den Einbau von Trockenluftgebläsen ohne Weiteres benutzt werden konnten.

Die neue Gebläsevorrichtung besteht aus zwei Centrifugalventilatoren, welche mit je einem Elektromotor direct gekuppelt sind. Jeder Ventilator bedient 18 Zellen und verbraucht etwa 16 Pferdestärken. Die Luft wird in den Arbeitsgängen durch die unmittelbar über den Schlackenthüren der Oefen befindlichen Trichter, welche an eine gemeinsame Saugleitung an-

schliessen, eingesogen, so dass Rauch und Staub an dieser Stelle direct mit abgeführt werden. Die Druckcanäle liegen an beiden Seiten des Hauptrauchcanals, so dass auch hier eine, wenn auch nur geringe, Vorwärmung der Verbrennungsluft eintritt. Zwischen den durch Schieber einzeln abzuschliessenden Druckcanälen der beiden Hallenhälften befindet sich noch eine Verbindungsleitung, so dass erforderlichen Falles mehr als 18 Zellen von einem Ventilator bedient werden können, oder auch jede Hälfte der Ofenhalle die Luft von dem nicht zugehörigen Ventilator erhalten kann. Von den unter den Oefen durchführenden Luftcanälen tritt die Luft durch eine von dem Ofenarbeiter mittelst Schieber zu regulirende Oeffnung direct in den Aschenfall.

Die Ventilatoren haben jetzt fünf Jahre ununterbrochen zur vollständigen Zufriedenheit gewirkt; es sind daher die von der Horsfall Co. eingebauten Dampfstrahlgebläse inzwischen entfernt worden. Das durch den Schornsteinzug in den Zellen gewöhnlich erzielte Vacuum beträgt ca. 10 mm Wassersäule, während im Aschenfall durch die Ventilatoren ein Ueberdruck von ca. 35 mm Wassersäule entsteht.

Der Hauptrauchcanal führt unter der vorderen Durchfahrt der Ofenhalle hindurch in das Kesselhaus. Hier sind für den Rauch zwei Wege mit Absperrschiebern vorhanden, so dass die heisse Luft entweder direct unter den Kesseln durch nach dem Schornsteine oder in auf- und abführender Linie vorher durch die Rauchröhrenkessel geführt werden kann. Anfänglich waren nur zwei Kessel, einer in jedem Kesselhause, angelegt, doch war der Platz für die inzwischen eingebauten zwei ferneren Kessel schon vorgesehen. In den Rauchcanälen sind kleine Nothfeuerstellen dicht vor den Kesseln eingebaut, um letztere mit directer Feuerung heizen zu können, was nach längeren Betriebspausen für den Wiederbeginn der Arbeit erforderlich ist. An der Mündung der beiden Rauchcanäle in dem auf Tafel XI dargestellten Schornstein ist eine senkrechte Chamottezunge angebracht, damit die beiden geradlinig auf einander stossenden Rauchzüge sich nicht gegenseitig stören.

Der in den Dampfkesseln gewonnene Dampf von sechs Atmosphären Spannung treibt die im Maschinenhause stehenden Dampfdynamos, von denen anfänglich nur zwei von je 40 HP vorhanden waren, welche die elektrische Energie zum Betriebe der beiden Krähne, der beiden Ventilatoren, der Schlackenbrechanlage mit Siebwerk und der Beleuchtung der Anstalt — 16 Bogenlampen à 8 Ampère und 87 Glühlampen à 25 Kerzen — erzeugten und eine Ladestation für Accumulatorenlampen des Sielbetriebes speisten. Gleichzeitig lieferten diese beiden Maschinen die elektrische Energie zum Betriebe der Barcasse „Bille“, welche zum Schleppen der mit Schiffsunrath beladenen Schuten benutzt wird. Eine Abbildung dieser von der Baltischen Electricitätsgesellschaft in Kiel gebauten Barcasse zeigt Tafel X. Die die Betriebskraft liefernde Accumulatorenatterie von 80 Elementen, welche von der Accumulatorenfabrik Actien-Gesellschaft, Hagen i. W., bezogen wurde, ist im Stande, den Elektromotor während 3 Stunden Fahrt mit 20 effect. Pferdestärken, oder während 5 Stunden Fahrt mit 13·3 Pferdestärken bezw. während  $7\frac{1}{2}$  Stunden Fahrt mit 9·6 Pferdestärken zu treiben.

Trotz dieser verschiedenen Energieabgaben zum Betriebe der Verbren-

nungsanstalt war dort ein so beträchtlicher Wärmeüberschuss vorhanden, dass dessen praktischer Verwerthung näher getreten werden musste. Auf einen entsprechenden Antrag bewilligten im Jahre 1899 Senat und Bürgerschaft die auf 170 000 Mk. veranschlagten Mittel, um die am Anckelmannsplatz in ca. 1 km Entfernung von der Verbrennungsanstalt belegene Sielpumpe für das umfangreiche Hammerbrooker Entwässerungsgebiet mittelst Kraftübertragung durch die in elektrische Energie umgesetzte überschüssige Wärme der Verbrennungsanstalt zu betreiben.

Die Höhe des in der Verbrennungsanstalt zur Verfügung stehenden Wärmeüberschusses wurde wie folgt ermittelt. Es wurde constatirt, dass zum Betriebe der beiden vorhandenen Dampfmaschinen, welche zusammen 80 HP leisten, wobei die Dampfmaschinen 1300 kg Dampf von 6 Atm. Spannung pro Stunde erfordern, bereits acht Zellen mit Sicherheit ausreichten. Jede Zelle erzeugte mithin 162·5 kg Dampf von 6 Atm. Spannung in der Stunde. Nimmt man die Leistung einer Zelle zu 7500 kg Unrath in 24 Stunden an, so ergibt sich, dass zur Erzeugung von 1 kg Dampf 1·9 kg Unrath erforderlich sind. Nach Einrichtung der in Aussicht genommenen Condensation war zu erwarten, dass die Maschinen im Mittel ca. 10 kg Dampf pro Pferdekraft und Stunde erfordern würden, so dass dann eine Zelle ca. 16 Pferdekräfte zu erzeugen im Stande sein würde. Der Kraftbedarf der Sielpumpe am Anckelmannsplatz betrug bisher als Maximum 100 HP. An Verlust in der Leitung, sowie in den Dynamomaschinen und Elektromotoren wären hierzu noch ca. 30 Proc. hinzuzurechnen, so dass für den Sielpumpenbetrieb in der Verbrennungsanstalt ca. 130 HP aufzuwenden sein würden. Der Kraftbedarf der Verbrennungsanstalt beträgt höchstens 80 HP, so dass insgesamt 210 HP zu leisten sein würden. Hierfür würde also nach vorstehender Berechnung die Hälfte der Verbrennungsanstalt mit 18 Zellen, welche nach Maassgabe der letzten Jahre immer in Betrieb gewesen sind, mit Sicherheit ausreichend sein.

In der Verbrennungsanstalt sind daher zwei fernere Dampfkessel von je 194 qm Heizfläche und eine Dampfdynamo von 180 effectiven HP aufgestellt worden. Diese Maschine soll sowohl für den Sielpumpenbetrieb wie für den Betrieb der Verbrennungsanstalt dienen und wird hierin nach Bedarf von den beiden vorhandenen Dampfdynamos der Verbrennungsanstalt von je 40 HP unterstützt. — Auf Tafel VIII ist das Innere des Maschinenhauses der Verbrennungsanstalt dargestellt, während Tafel IX das Innere der Sielpumpe am Anckelmannsplatz zeigt. —

Die bisherige Spannung der elektrischen Anlagen der Verbrennungsanstalt betrug 110 Volt, um aber für die Sielpumpe im Falle von Betriebsstörungen, Ruhepausen etc. in der Verbrennungsanstalt elektrische Energie direct aus dem städtischen Leitungsnetze entnehmen zu können, und gleichzeitig für die Uebertragungsleitung an Kupferquerschnitt zu sparen, wurde für diesen Zweck eine Spannung von 220 Volt gewählt. Demgemäss sind dann auch in der Verbrennungsanstalt die vorhandenen Kraft- und Lichtanlagen auf die Spannung von 220 Volt gebracht worden. Die Uebertragungsleitung nach der Sielpumpe besteht aus einem eisenbandarmirten Doppelbleikabel von 500 qmm Kupferquerschnitt. In der Sielpumpe sind die beiden vorhandenen Kreiselpumpen mit verticaler Axe mit den zuge-

hörigen Dampfmaschinen von je 50 HP entfernt und durch vier Centrifugalpumpen mit horizontaler Axe ersetzt worden, welche unter gleichzeitiger Vermehrung der Leistungsfähigkeit durch je einen Elektromotor von 35 HP direct angetrieben werden. Zum Ansaugen der Centrifugalpumpen dienen zwei Luftpumpen, deren Antrieb durch je einen Motor von 2 HP mittelst Schneckenradübersetzung erfolgt. Ebenso werden die beiden Siebrechen der Sielpumpe durch je einen Motor von 1 HP mittelst Zahradübersetzung elektrisch angetrieben. — Die Umänderung der Sielpumpenanlage ist von dem Eisenwerk (vormals Nagel u. Kaemp) A.-G. in Hamburg, welche Fabrik auch seiner Zeit die alte Dampfmaschinenanlage ausgeführt hat, hergestellt worden. Die Elektromotoren sind von den Deutschen Electricitätswerken zu Aachen — Garbe, Lahmeyer u. Co. — bezogen. — Die zum Betriebe der Sielpumpe abgegebene elektrische Energie wird der Verbrennungsanstalt mit 6 Pfg. pro Kilo-Wattstunde vergütet; bei einem veranschlagten Verbrauch von 360 000 Kilo-Wattstunden pro anno würde dies eine Einnahme für die Verbrennungsanstalt von ca. 21 000 Mk. pro anno ergeben, welche Summe bis dahin in der Sielpumpe an Kohlen und Heizerlöhnen verausgabt wurde.

Zur besseren Ausnutzung des Dampfes ist bei dieser Gelegenheit in der Verbrennungsanstalt eine Centralcondensation eingerichtet worden, an welche alle drei Dampfmaschinen angeschlossen sind. Im Falle von Störungen in der Condensationseinrichtung können die Maschinen auch mit Auspuff arbeiten.

Das zur Condensation des Dampfes nöthige Einspritzwasser wird einem 6 m tiefen gemauerten Bassin von 3 m Durchmesser entnommen, welches zwischen Maschinenhaus und Schornstein unter Terrain belegen ist. Dies Bassin steht durch eine Thonrohrleitung direct mit der Bille bzw. der neben der Verbrennungsanstalt belegenen öffentlichen Badeanstalt in Verbindung. Ausserdem ist für den übrigen Wasserverbrauch der Verbrennungsanstalt eine Druckpumpe vorhanden, welche das Wasser sowohl aus dem vorgenannten Bassin, wie aus einem besonderen, 30 m tiefen Rohrbrunnen entnehmen kann und dies Wasser in einen im Kesselhause aufgestellten Windkessel auf  $3\frac{1}{2}$  Atm. drückt.

Im Falle von Störungen an dieser Einrichtung kann, wie früher, die Wasserversorgung der Verbrennungsanstalt aus dem städtischen Leitungsnetz erfolgen.

Die aus den Oefen geräumten Schlacken werden mittelst der Kippwagen zunächst unter den ausserhalb der Ofenhalle stehenden Kühlapparat, und von dort, durch Wasserbrausen einigermaassen abgekühlt, nach der Schlackenbrech- und Siebanlage gefahren, wo die Kippwagen direct in den unter Terrain stehenden Schlackenbrecher entleert werden. Die aus dem Schlackenbrecher in ein Becherwerk fallende, zerkleinerte Schlacke wird in eine rotirende, mit drei verschiedenen Maschenweiten versehene Siebtrommel gebaggert, und, sodann unter dieser Trommel nach drei Sorten getrennt, mittelst Trichter in untergestellten Kippwagen aufgefangen. Nicht genügend gebrochene Theile werden am Ende der Trommel ausgeworfen und kommen nochmals in den Schlackenbrecher.

Die in der Schlacke enthaltenen kleinen Eisentheile werden durch einen unter dem Trichter für das grobe Korn montirten elektrisch angetriebenen

Magnetseparator ausgeschieden, während die grossen am Ende der Siebtrommel ausgeworfen werden. Die gewonnenen Metalltheile werden im Licitationswege verkauft.

Der beim Betriebe der Schlackenbrechanlage entstehende Staub wird beim Einwurf in den Schlackenbrecher, beim Auswurf der Schlacken aus dem Brecher in den Elevator und an den vier Ausfalltrichtern durch einen elektrisch betriebenen Ventilator abgesogen und in eine neben der Schlackenbrechanlage aufgestellte Staubwäsche gepresst, in welcher der Staub durch feine Wasserstrahlen niedergeschlagen wird.

Die Siebtrommel und der Raum, in welchem der Ventilator nebst Motor Aufstellung gefunden haben, sind möglichst staubdicht abgeschlossen.

Die auf Tafel XII in jetziger Gestalt dargestellte Schlackenbrechanlage war ursprünglich aus Holz hergestellt. Im August 1897 wurde diese Anlage durch Feuer zerstört, welches vermuthlich dadurch entstanden war, dass noch glühende Schlackentheile das Tropföl an dem Schlackenbrecher entzündeten. Das neue Gebäude ist daher vollkommen massiv aus Stein und Eisen hergestellt worden.

Da durch den Bahnbau und die Regulirung der Bille das Terrain der Verbrennungsanstalt nicht unwesentlich eingeschränkt worden ist, wird durch die Einrichtung von zwei hydraulischen Hebetischen die Möglichkeit geboten, das sich ansammelnde Schlackenmaterial bis zu 4 m hoch aufzuspeichern.

Von Einzelheiten der Anstalt ist noch Folgendes zu erwähnen:

Die Herstellung der Fundamente der Anstalt hat des schlechten Baugrundes wegen nicht weniger als 51 000 Mk. gekostet. Zu der Betonunterlage unter den letztgebauten 30 Zellen wurde lediglich die aus den sechs Versuchsöfen kommende Schlacke verwendet.

Die Ofenhalle ist in Eisenfachwerk erbaut und mit verzinktem Wellblech gedeckt. Die Maueransichtflächen derselben sind, ebenso wie diejenigen aller anderen Gebäude, mit rothen Lahmstedter Maschinensteinen verblendet. Die Hinterfront der Halle ist durch eine leicht abnehmbare Wellblechwand abgeschlossen, um die Anstalt eventuell nach dieser Seite vergrössern zu können. In der Praxis wird das schwerlich geschehen, weil die Transportwege aus den entfernter liegenden Stadttheilen zu lang werden würden. Erforderlichen Falles dürfte die Errichtung einer zweiten Verbrennungsanstalt im Norden der Stadt ins Auge zu fassen sein.

Die Laufkrahnschienen ruhen auf Consolen, welche entweder an den eisernen Fachwerksverticalen oder an den Mittelsäulen der Halle befestigt sind. Die Ofenplattform besteht aus Schlackenbeton zwischen eisernen Trägern, welche, soweit die Ofen reichen, direct auf derselben gelagert sind. Die Eisenconstruction der Ofenhalle, einschliesslich derjenigen der Maschinen- und Kesselräume, im Gesamtgewicht von ca. 180 000 kg, ist von der Firma H. C. E. Eggers u. Co. in Hamburg geliefert, während der Maurermeister Th. E. Radel in Hamburg die zugehörigen Maurerarbeiten ausgeführt hat.

Die Ofenzellen, welche in der jetzt etwas geänderten Gestalt auf Tafel VI dargestellt sind, wurden im Auftrage der Horsfall Co. von dem Civilingenieur M. Hempel in Berlin unter Zuziehung Hamburger Handwerksmeister ausgeführt.

Der Schornstein, welcher eine Höhe von 48'6 m über Terrain besitzt, wurde von dem Hamburger Maurermeister Paul Eckler unter Mitwirkung der Hamburger Specialfirma für Schornsteinbau B. Otto Roosen in der verhältnissmässig kurzen Zeit von fünf Monaten fertig gestellt. Für den Schornstein wurden radiale Formsteine verwandt. Im Inneren wurde der Schornstein mit einer Chamotteauskleidung versehen, welche von dem Mantel durch eine Luftschicht isolirt ist.

Die beiden ersten Rauchröhrenkessel sind von der Gewerkschaft Orange in Gelsenkirchen geliefert, während die neuerdings eingebauten beiden Kessel von der Firma Petry Dereux in Düren hergestellt sind. An sämtlichen Kesseln wurde, um die Reinigung der Rauchrohre von der sich ablagernden Flugasche während des Betriebes vornehmen zu können, ein von der Firma W. v. Essen in Hamburg gelieferter Reinigungsapparat angebracht.

Die Lieferung der Maschinen- und Laufkrahnanlage mit Ausnahme der erst später zur Ausführung gekommenen Ventilatoren, der Schlackenbrechanlage und der neuen 180 HP-Dampfdynamo, wurde der Union-Elektricitäts-gesellschaft in Berlin übertragen. Die Laufkrähne, welche eine Tragfähigkeit von 5000 kg besitzen, unterscheiden sich insofern von ähnlichen Constructionen, als sie neben den sonst üblichen Hub-, Längs- und Querbewegungen noch an jeder beliebigen Stelle eine Kippung des Wagenkastens zum Zweck der selbstthätigen Entleerung ausführen müssen. Um die sehr gelungene Lösung dieser Aufgabe hat sich das Eisenwerk (vorm. Nagel u. Kaemp) A.-G. in Hamburg verdient gemacht, welches von der Union zur Construction und Lieferung der Laufkrähne, mit Ausschluss der elektrischen Theile, herangezogen wurde.

Die beiden ersten Dampfmaschinen sind aufrechtstehende Zweifach-Verbundmaschinen, sogenannte Torpedobootmaschinen, mit Schwungradregulator von 300 Touren pro Minute. Sie wurden von der Schiff- und Maschinenbau-Actiengesellschaft Germania in Berlin-Tegel gebaut. Die Anker der beiden 40 HP-Dynamomaschinen sind direct auf den Kurbelwellen der Dampfmaschinen befestigt. Die neue 180 HP-Dampfmaschine ist nach demselben System von der ersten Brünner Maschinenfabrik-Gesellschaft geliefert worden. Die von dieser Maschine angetriebene Nebenschluss-Dynamomaschine ist für sich gelagert und mittelst Lederkuppelung mit der Dampfmaschine verbunden. Die Lieferung dieser Dynamo erfolgte von der Allgemeinen Elektricitäts-gesellschaft in Berlin. Die Ventilatoren sind von G. Schiele in Bockenheim bei Frankfurt a. M. geliefert und mittelst Lederkuppelungen mit den von den Deutschen Elektricitätswerken zu Aachen — Garbe, Lahmeyer u. Co. — bezogenen Elektromotoren verbunden.

Die erzeugte elektrische Energie wird von den Klemmen der Maschinen durch unter dem Fussboden des Maschinenhauses verlegte Kabel nach einer gemeinschaftlichen Schalttafel geführt, woselbst die Maschinen auf zwei hinter der Schalttafel liegende Hauptsammelschienen parallel geschaltet werden können. Die Schalttafel enthält in übersichtlicher und leicht zugänglicher Weise angeordnet die erforderlichen elektrischen Mess-, Sicherheits- und Regulirapparate. Durch Vertheilungsschalter werden von dort aus die verschiedenen Stromzweige für Kraft- und Lichtbetrieb abgezweigt,

und zwar für die Verbrennungsanstalt selbst durch auf Isolatoren verlegte Freileitungen, für die Secundärstation Anckelmannsplatz, wie schon vorerwähnt, durch ein Kabel.

Die Schlackenbrechanlage wurde in der Hauptsache von Fr. Krupp's Grusonwerk geliefert.

### Baukosten.

Die Herstellungskosten der Anstalt ohne Grunderwerb stellen sich ungefähr wie folgt:

	Mark
1. Fundamente . . . . .	51 000
2. Eisenconstruction der Ofenhalle . . . . .	51 000
3. Mauerwerk der Ofenhalle mit Maschinen und Kesselhaus . . . . .	29 000
4. Schornstein excl. Fundament . . . . .	17 000
5. Maschinen- und Laufkrahnanlage incl. elektrischer Beleuchtung . . . . .	55 000
6. Kesselanlage . . . . .	16 000
7. Oefen . . . . .	130 000
8. Ventilatoranlage . . . . .	11 000
9. Schlackenbrechanlage . . . . .	19 000
10. Wohngebäude des Verwalters . . . . .	19 000
11. Wage mit Wächterhaus . . . . .	3 000
12. Gerätheschuppen . . . . .	3 000
13. Verschiedenes, wie Aptirung, Einfriedigung und Befestigung des Platzes, Gartenanlagen, Dampf-, Wasser- und Sielleitungen, Badeeinrichtung, Mobiliar, Geräte und Apparate, kleine Verbesserungen, Bauaufsicht etc. . . . .	46 000
14. Für die neuerdings in der Verbrennungsanstalt zur Aufstellung gekommenen Kessel, Maschinen, Pumpen u. s. w. zur Verwendung des Wärmeüberschusses durch Einrichtung des elektrischen Betriebes der Sielpumpe am Anckelmannsplatz . . . . .	60 000
Gesammtkosten	510 000

### Betrieb der Anstalt.

Die Eröffnung des Betriebes der Gesamtanlage, am 1. Januar 1896, fand unter schwierigen Verhältnissen statt. Die zuletzt fertig gestellten Oefen durften wegen noch ungenügender Austrocknung erst Mitte Januar dem Gebläsebetriebe ausgesetzt werden, die Mehrzahl der Arbeiter war vollständig ungeübt, ebenso der Abfuhrunternehmer, welcher mit neuem Personal, neuen Pferden und Geschirren am 1. Januar 1896 seine fünf-

jährige Contractperiode angetreten hatte. Die Anstalt war desshalb zunächst nicht im Stande, der gestellten Aufgabe völlig gerecht zu werden, so dass ein Theil des zur Verbrennung bestimmten Unrathes anderweitig beseitigt werden musste.

Auf der Tafel XIII sind die Betriebsresultate der Anstalt in der Zeit von der Betriebseröffnung am 1. Januar 1896 bis Ende December 1900 graphisch dargestellt. Die erste Auftrugung zeigt die tägliche Anfuhr zur Anstalt nach dem Wochenmittel ausgeglichen. Die schraffirt angedeutete Fläche zeigt diejenige Unrathmenge, welche anfänglich nicht verbrannt werden konnte. Aber schon nach 14 Tagen wurde es mit Zuhülfenahme des Sonntagsbetriebes möglich, den für die Anstalt bestimmten Unrath zu bewältigen, und es ist seitdem keine Stockung wieder eingetreten.

Ausser kleineren Mängeln im Ofen- und Krahnbetriebe und einer unangenehmen Belästigung der Arbeiter durch Rauch und Staub bestand anfänglich die grosse Schwierigkeit, dass die Hitze der Abgase für die Entwicklung des Dampfes zum Betriebe der Maschinen und der Dampfstrahlgebläse nicht ausreichte. Zwar war es der Horsfall Co. durch die äusserste Anstrengung des Personals gelungen, im Probetriebe mit 18 Zellen die contractliche Leistung von 5000 kg pro Zelle in 24 Stunden zu erreichen und in dem zugehörigen Dampfkessel ohne Kohlenheizung den Dampf für die Gebläse zu erzeugen. Der Betrieb der elektrischen Aggregate erforderte aber eine energische Nachheizung auf der Vorfeuerung des zweiten Kessels, wofür grosse Kohlenmengen verbraucht wurden. In der letzten Auftrugung auf Tafel XIII sind die täglich verbrannten Kohlenmengen dargestellt, wobei jedoch ausdrücklich betont wird, dass zur Verbrennung des Unrathes in den Oefen selbst nie Kohlen verwendet sind. Bei zunehmender Geschicklichkeit des Personals gelang es zwar, den Kohlenverbrauch etwas zu vermindern, eine bedeutende Verbesserung in dieser Beziehung trat aber erst mit der Inbetriebsetzung der Trockenluftgebläse ein, welche seit März 1896 ausschliesslich in Benutzung genommen sind. Seitdem ist nicht allein die Kohlenfeuerung zum Betriebe der Verbrennungsanstalt unnöthig geworden, sondern ein grosser Ueberschuss an Heizgasen erzielt. Nur nach längeren Betriebspausen sind kleine Kohlenmengen erforderlich, um den ersten Dampf für die maschinelle Wiederingangsetzung der Anstalt zu entwickeln. Auch der anfänglich nothwendige Sonntagsbetrieb konnte bald wieder eingestellt werden, da es der grösser gewordenen Geschicklichkeit der Arbeiter gelang, die Feuer 24 Stunden ohne Bedienung in Gluth zu halten, so dass die Arbeit vom Sonntagmorgen 6 Uhr bis Montagmorgen 6 Uhr eingestellt werden konnte. Während dieser Pause wurden alle Oefen dicht geschlossen gehalten und der Schornsteinzug auf ein Minimum reducirt. Die Kessel hielten noch Dampf bis zur Hebung und Entleerung der letzten, gegen 9 Uhr am Sonntagmorgen in der Anstalt eintreffenden Wagen und blieben auch noch bis zum Montagmorgen so heiss, dass der zum Betriebe der Ventilatoren erforderliche Dampf zu erzielen war. Innerhalb einer Stunde nach Ingangsetzung der Ventilatoren waren die noch glimmenden Feuer wieder angefacht.

Seit Juli 1900 ist ein beschränkter Sonntagsbetrieb mit 2 Blocks = 12 Ofenzellen wieder eingeführt, um der Sielpumpe am Anckelmannsplatz

auch an Sonntagen die erforderliche Elektrizität liefern zu können, da deren Entnahme aus dem städtischen Leitungsnetz sich wesentlich theurer stellt.

Im Anfange des Betriebes der sechs Versuchszellen wurde in zwei Arbeitsschichten mit den üblichen Arbeitspausen gearbeitet. Es zeigte sich jedoch, dass die Feuer in den Pausen sehr zurückgingen und die Oefen abkühlten; auch war die zehnstündige Dienstzeit sehr anstrengend für die Arbeiter. Bald wurde daher für die Ofenarbeiter, die Stopfer und die Arbeiter am Schlackenbrecher der ununterbrochene Betrieb in drei achtstündigen Arbeitsschichten eingeführt und damit ein bedeutend besserer Effect erzielt. Die Arbeiter dürfen jetzt während der acht Arbeitsstunden den Posten nicht verlassen, können aber eine Erfrischung an Ort und Stelle zu sich nehmen. In Folge der erheblich gesteigerten Leistung der Ofenzellen konnte bald ein grösserer Theil der Zellen ausser Betrieb gesetzt werden. Auf der zweiten Curve der Tafel XIII sind die Zellenstunden, welche täglich von der Anstalt geleistet wurden, dargestellt. Während längerer Zeit war die Verbrennung der anfallenden Unrathmenge mit der Hälfte der Zellen möglich und selbst bei der grössten Beanspruchung der Anstalt wurde nur mit 30 Zellen gearbeitet.

Die durchschnittliche Leistung pro Zelle in 24 Stunden ist auf Tafel XIII in der dritten Curve dargestellt.

Wie ersichtlich, ist die Leistung von Jahr zu Jahr eine bessere geworden.

Es betrug die Maximalleistung	Minimalleistung	Durchschnittsleistung
kg	kg	kg
1896	4800	5830
1897	6000	6770
1898	6840	7398
1899	7140	7483
1900	7100	7508

Die anfangs gehegte Befürchtung, dass die Zellenleistung im Sommer in Ermangelung der von der Heizung restirenden Kohlenpartikelchen zurückgehen würde, hat sich nicht bewahrheitet, im Gegentheil geht die Leistung bei strenger Kälte zurück in Folge der im Unrath enthaltenen grossen Aschenmenge.

Auf Wunsch der Verwaltungen verschiedener Städte wurden in der Anstalt mit dem Hausunrath dieser Städte Versuche angestellt, deren Resultate in der nachstehenden Tabelle mit einem Monatsmittelwerthe der Hamburger Unrathverbrennung zusammengestellt sind. Hierbei ist zu beachten, dass der Versuch mit dem Unrath aus Essen noch unter der ungünstigeren Anwendung der Dampfstrahlgebläse ausgeführt worden ist.

## R e s u l

t a t e  
der Versuche mit Unrath

Nr.	Zeit des Versuchs	Stadt	Gewicht des eingelieferten Unraths kg	Art des Unraths	Durchschnittliche Leistung pro Zelle in 24 Stunden kg	Art des Gebläses
1.	1895 5./6. August	Essen	12 260	Hausunrath	6000	Dampfstrahl
2.	22./23. October	Stuttgart	21 840	"	8000	Trockenluft-Ventilator
3.	1896 5. bis 10. März	Berlin				
		1. Versuch	7 310	1. " Westen	4620	Dampfstrahl
		"	8 520	2. " Süden	3070	"
		"	12 610	3. " Norden	3580	"
		"	14 120	4. " Osten I	3100	"
		"	8 000	5. " " II	3630	"
		"	10 480	6. " Centrum	6800	"
4.	30./31. März bis 1. April	München	19 525	Hausunrath	5860	Trockenluft-Ventilator
5.	27. Mai	Berlin	38 330	Gemischter Hausunrath	8500	"
6.	22. bis 24. October	Magdeburg	46 863	1. Hausunrath mit Strassenkehricht	—	"
	23. bis 24. October	"	6 400	2. Hausunrath mit Strassenkehricht unter Zuschlag von 10 Proc. Kohlen	6400	"
	"	"	12 800	3. Hausunrath mit Strassenkehricht unter Zuschlag von 5 Proc. Kohlen	5490	"
7.	1./2. October	Elberfeld	19 315 21 197	1. Hausunrath 2. Hausunrath mit Strassenkehricht	8830 6920	"

## t a t e

## aus verschiedenen Städten.

Rückstände			B e m e r k u n g e n
Schlacke	Asche	Gesamt-Rückstände	
Proc.	Proc.	Proc.	
41'6	16'5	58'1	
39'9	8'5	48'4	
50'7	5'6	56'3	<p>Die Feuer mit Unrath 1 bis 5 brannten schlecht und in den Ofenrückständen fanden sich viele unverbrannte Theile. Kleine Kohlen- und Feuerzusätze zur gelegentlichen Verbesserung des Feuers hatten wenig Erfolg. Die schlechten Resultate dürften einerseits auf den grossen Gehalt des Unraths an feiner, tauber Asche — eine Folge der in Berlin vorherrschenden Briquet- und Braunkohlenheizung —, andererseits auf die Benutzung der Dampfstrahlgebläse, welche zu viel Feuchtigkeit in die kalten Zellen schafften, zurückzuführen sein. Auch die auf Wunsch vorgenommene gesonderte Verbrennung des Unraths aus den einzelnen Stadttheilen dürfte zu den schlechten Resultaten beigetragen haben.</p>
48'3	11'6	59'9	
45'7	9'4	55'1	
54'8	20'0	74'8	
47'5	13'9	61'4	
36'6	10'6	47'2	<p>Das Feuer der sechsten Probe brannte im Allgemeinen gut, zeitweilig wurde Rothgluth der Gewölbe erzeugt. Die Rückstände waren fest, ohne unverbrannte Theile.</p>
42'3	7'7	50'0	
36'5	7'8	44'3	<p>Das Feuer wurde in den vollständig kalten Oefen mit dem aus dem Unrath ausgemalmten Holz und Papier unter Zusatz von 100 kg Steinkohlen entzündet.</p>
—	—	—	
47'27	11'23	58'5	<p>Keine Resultate erzielt. Das Feuer wurde in den vollständig abgekühlten Oefen durch etwas Holz und glühende Schlacken entzündet. Ohne Kohlenzusatz war das Feuer nicht brennend zu erhalten. Die Ursache dieses Misserfolges dürfte sein, dass in Magdeburg vorherrschend minderwerthige Braunkohle gebrannt wird, welche viel taube Asche liefert, dass daselbst ferner der Hausmüll nicht frisch abgefahren, sondern in Gruben auf dem Hofe aufbewahrt wird, wobei ein Theil des Unraths schon in Verwesung übergeht, und endlich, dass in Magdeburg die Strassenreinigung noch den Anwohnern obliegt, und deshalb der Hausunrath mit dem Strassenkehricht gemeinsam zur Abfuhr gelangt.</p>
46'48	14'91	61'39	
39'18	10'77	49'95	<p>Unter Zusatz von 10 Proc. Kohlen brannte das Feuer gut, unter Zusatz von 5 Proc. Kohlen nur mässig.</p> <p>Das Feuer wurde in den kalten Oefen durch Holz und glühende Schlacken entzündet.</p>

## Resul

tate  
der Versuche mit Unrath

Nr.	Zeit des Versuchs	Stadt	Gewicht des eingelieferten Unraths kg	Art des Unraths	Durchschnittliche Leistung pro Zelle in 24 Stunden kg	Art des Gebläses
1897						
8.	25. bis 26. März	Köln	28 866	Hausunrath	8247	Trockenluft-Ventilator
9.	8. bis 9. Juli	Posen	9 680	"	—	"
			9 544	Hausunrath mit Strassenkehricht	—	"
			6 050	Hausunrath unter Zuschlag von 5 Proc. Kohlen	3548	"
			7 500	Gemischter Unrath unter Zuschlag von 5 Proc. Kohlen	4000	"
10.	12. bis 13. August	Köln	27 889	Hausunrath	7437	"
11.	4. bis 5. September	Cassel	30 070	"	7402	"
1898						
12.	5. bis 7. Januar	Wirtschafts- genossen- schaft Berliner Grund- eigen- thümer Berlin	9 510	1. Hausunrath, Centrum	5440	"
			9 830	2. Hausunrath, Osten	4360	"
			10 485	3. Hausunrath, Norden	4120	"

## tate

## aus verschiedenen Städten (Fortsetzung).

Rückstände			Bemerkungen
Schlacke	Asche	Gesamt- Rückstände	
Proc.	Proc.	Proc.	
42'1	9'5	51'6	Das Feuer wurde in den kalten Oefen durch Holz und glühende Schlacken entzündet. Keine Resultate erzielt, da der Unrath in seiner eigenartigen Zusammensetzung nicht brennbar war. Derselbe bestand zum grössten Theile aus Sand, während gar kein Holz und auffallend wenig Papier und Stroh in demselben enthalten war. Diese Zusammensetzung ist nach Angabe des Posener Magistrats auf die dortige rege Bauthätigkeit und damit zusammenhängende Boden-transporte zurückzuführen, wodurch die starke Sandbeimischung zum Strassenkehricht veranlasst ist. Der Hausunrath stammte zum grössten Theile von Schulgrundstücken mit beküsten Höfen, so dass auch diesem viel Sand etc. beigemischt war. Auch soll der Hausunrath vorher wiederholt auf Küchenabfälle etc. durchsucht worden sein. Um ein Ergebnis herbeizuführen, wurde der Rest des Unraths mit 5 Proc. Kohlen vermischt, aber auch jetzt war noch kein günstiges Resultat zu erzielen.
—	—	—	
22'52	40'03	62'55	
17'03	59'29	76'32	Fortsetzung des Versuchs vbm 25. bis 26. März 1897. Das Feuer wurde in den kalten Oefen durch Holz und glühende Schlacken entzündet.
35'49	12'53	48'02	
37'90	11'30	49'20	Das Feuer wurde in den kalten Oefen durch Holz und glühende Schlacken entzündet.
46'05	13'40	59'45	Der Unrath wurde in den kalten Oefen durch Holz und glühende Schlacken entzündet. 1. Der Unrath aus dem Centrum brannte anfangs nur mässig, bis sich die völlig kalten Oefen mehr und mehr erwärmten, wodurch sich das Resultat günstiger gestaltete, obwohl das Feuer nicht so lebhaft wie bei dem Hamburger Unrath brannte. Der wenig günstige Erfolg ist auf die in Berlin vorherrschende Briquet- und Braunkohlenheizung zurückzuführen. 2. Bei dem Unrath aus dem Osten Berlins konnte das Feuer nur durch mehrmaliges Nachfüllen glühender Schlacken gehalten werden. Trotzdem wurde nur eine mässige Hitze erzielt, so dass nicht alle brennbaren Theile des Unraths vollständig verbrannten. 3. Der Unrath aus dem Norden Berlins brannte noch schlechter als der aus dem Osten. Nur durch wiederholtes Nachfüllen glühender Schlacken wurde das Feuer erhalten. In den Rückständen fanden sich mancherlei unverbrannte Bestandtheile, wie Streichhölzer, Papierfetzen etc.
41'50	18'80	60'30	
42'40	18'50	60'90	

## R e s u l t a t e

der Versuche mit Unrath

Nr.	Zeit des Versuchs	Stadt	Gewicht des eingelieferten Unraths kg	Art des Unraths	Durchschnittliche Leistung pro Zelle in 24 Stunden kg	Art des Gebläses
14.	27. Mai	Dortmund	13 998	Sommer- "	7800	"
15.	8. bis 9. Juli	Frederiksberg bei Kopenhagen	28 365	Sommer- "	5972	"
16.	1899 24. bis 25. April	Gesellschaft für Hausmüllverwerthung in Puchheim bei München	28 972	Hausunrath	7476	"
17.	1900 19. Juni	Plauen im Vogtlande	16 199	Haus- u. Strassenkehricht	8570	"
18.	2. August	Wiesbaden	19 372	Hausunrath	9400	"

Vergleichsweises Resultat im Mittel

October	Hamburg	—	Hausunrath	7910	Trockenluft-Ventilator
---------	---------	---	------------	------	------------------------

aus verschiedenen Städten (Schluss).

Rückstände			Bemerkungen
Schlacke	Asche	Gesamtrückstände	
Proc.	Proc.	Proc.	
43·50	4·70	48·20	{ Das Feuer wurde in den völlig kalten Oefen durch Holz und glühende Schlacken entzündet.
45·96	13·17	59·13	{ Das Feuer wurde in den völlig kalten Oefen durch Holz und glühende Schlacken entzündet.
25·35	14·65	40·00	{ Fortsetzung des Versuchs vom 28. Februar 1. März. Der Unrath war total durchnässt und enthielt eine nicht unbeträchtliche Menge Sand; andererseits befanden sich in demselben aber auch wesentliche Bestandtheile an Pferdedünger, Stroh, Kohlen, Coaks, Lumpen und Papier. Das Feuer wurde in den völlig kalten Oefen durch Holz und glühende Schlacken entzündet. Anfangs brannte der Unrath nicht besonders, erst als derselbe vorgetrocknet und die Oefen erwärmt waren, blieb das Feuer bei mässiger Temperatur und sehr sorgfältiger Behandlung gleichmässig. Die Schlackenbildung war nur eine geringe, die Schlacke selbst war sehr körnig und zerbrechlich.
41·30	10·80	52·10	{ Das Feuer wurde in den völlig kalten Oefen durch Holz und glühende Schlacken entzündet. Anfangs brannte der Unrath nur mässig, weil derselbe sehr kurz und nass war; nachdem aber durch die bei der Verbrennung entwickelte Hitze der Unrath etwas vorgetrocknet war, entwickelte sich ein sehr gutes Feuer und es zeigte sich eine compacte Schlackenbildung von theilweise 20 cm Stärke. Nachdem diese Schlacke aber 10 bis 12 Tage im Freien gelagert hatte, zerbröckelte sie bei der geringsten Berührung. Diese Erscheinung dürfte auf das vorherige Aussieben der Bindemittel, wie Sand, Asche und dergleichen, zurückzuführen sein.
50·41	6·43	56·84	{ Das Feuer wurde in den völlig kalten Oefen durch Holz und glühende Schlacken entzündet.
46·96	5·26	52·22	{ Das Feuer wurde in den völlig kalten Oefen durch Holz und glühende Schlacken entzündet.

werth des Monats October 1900.

48·20	11·30	59·50
-------	-------	-------

Das ungünstige Resultat des ersten Berliner Versuches dürfte ebenfalls hauptsächlich auf die Benutzung der Dampfstrahlgebläse zurückzuführen sein, doch hat die Anordnung, wonach der Müll aus den einzelnen Stadttheilen getrennt verbrannt wurde, und die Lieferung des doppelten Quantums von dem nachweislich ungünstigsten Müll aus dem Osten Berlins viel zum Misslingen des Versuches beigetragen. Der ausserordentlich gute Erfolg des zweiten Berliner Versuches lässt dieses erkennen, wenn auch zuzugeben ist, dass dieser Versuch wohl nicht ganz so günstige Resultate ergeben hätte, wenn derselbe mit dem grosse Mengen tauber Briquettasche enthaltenden Wintermüll vorgenommen wäre. Einen wirklichen Misserfolg hat nur der Versuch mit dem Magdeburger und dem Posener Unrath ergeben. Die Ursache dürfte darin liegen, dass in Magdeburg nicht allein vorherrschend eine minderwerthige Braunkohle verfeuert wird, welche viele taube Asche ergiebt, sondern auch die Strassenreinigung noch den Anliegern obliegt, so dass der Unrath nicht nur aus Hausunrath bestand, sondern mit Strassenkehricht gemischt war, während in Posen vorgängig ein Aussuchen des Hausunraths nach Küchenabfällen stattgefunden hatte und auch hier der Unrath mit grossen Mengen von Sand durchsetzt war.

Mehrfach wurden auch Versuche mit der Verbrennung des Strassenkehrichts aus den inneren Stadttheilen Hamburgs gemacht. Es zeigte sich, dass dieser Stoff zu trockenen Zeiten ebenfalls ohne Kohlenzusatz brannte, doch war das Feuer nach der Abschlackung nur schwer in Gang zu halten, weil die sonst das Feuer erhaltenden Kohlentheilchen fehlen. Sobald der Strassenkehricht gemeinschaftlich mit dem Hausunrath verfeuert wurde, machte sich dieser Uebelstand weniger bemerkbar. Zur Vornahme von Verbrennungsversuchen mit Strassenkehricht im Grossen lag bisher keine Veranlassung vor, da die landwirthschaftliche Verwerthung des Strassenkehrichts in Hamburg noch keine Schwierigkeiten bereitet hat.

Von Wichtigkeit für die Beurtheilung des Betriebes einer Verbrennungsanstalt ist die bei der Verbrennung erzielte Temperatur. Die Angaben hierüber schwanken bei den englischen Anlagen ausserordentlich stark und bei näherer Untersuchung erkennt man bald, dass die Temperaturen an ganz verschiedenen Stellen gemessen werden und deshalb nicht direct mit einander verglichen werden können. Während an einigen Stellen die Temperatur im Feuer selbst mit Hülfe von Schmelzkörpern ermittelt worden ist, sind die betreffenden Werthe an anderen Orten eben über dem Feuer oder in dem Rauchcanal des Ofens bestimmt worden. Es liegt in der Natur der Sache, dass diese Temperaturen je nach dem augenblicklichen Zustande des Feuers und der Geschicklichkeit des Arbeiters sehr schwankend sein müssen. Desshalb ist es in Hamburg eingeführt, dass die Temperatur der Rauchgase nicht bei den einzelnen Oefen, sondern im Hauptrauchcanal eben vor dem Eintritt in den Kessel beobachtet wird. Auf dem langen gemeinsamen Wege bis zu dieser Beobachtungsstelle haben sich die Rauchgase der einzelnen Oefen genügend gemischt, um Mittelwerthe zu ergeben. Freilich hat auf diesem Wege auch schon eine geringe Abkühlung der Rauchgase stattgefunden.

Nach verschiedenen Messungen haben sich bei vollem Betriebe einer Anstaltshälfte folgende Werthe ergeben:

Höchste Temperatur . . . . .	780° C.
Mittleres Tagesmaximum . . . . .	657° C.
Mittlere Temperatur . . . . .	607° C.
Mittleres Tagesminimum . . . . .	552° C.
Niedrigste Temperatur . . . . .	450° C.

Als Messapparate wurden Graphitpyrometer von der Firma Dreyer, Rosenkranz u. Droop in Hannover benutzt. Erwähnt sei noch, dass bei dem Betriebe mit Dampfstrahlgebläsen die Temperatur selten über 400° C. stieg.

Die Analyse der Rauchgase fällt ebenso schwankend aus, so lange man die Abgase der einzelnen Zellen prüft. Die Proben für die diesseitigen Rauchgasuntersuchungen sind deshalb ebenfalls unmittelbar vor dem Kessel dem Hauptrauchcanal entnommen. Die Untersuchungen wurden mit einem vom Universitätsmechaniker W. Apel in Göttingen gelieferten Orsat'schen Apparat vorgenommen. Das Mittel aus einer grösseren Zahl von Analysen ergab beim Betriebe der 18 Zellen einer Anstaltshälfte:

Kohlensäure . . . . .	5·0 Proc.
Sauerstoff . . . . .	15·0 „
Stickstoff . . . . .	80·0 „

Der Schornsteinzug an den Oefen schwankt im Betriebe zwischen 10 und 15 mm Wassersäule. Die von dem Ventilator erzeugte Pressung des Unterwindes beträgt daselbst ca. 35 mm Wassersäule. Die von einem Ventilator geförderte Luftmenge ist bei wiederholten Messungen beim Betriebe von 18 Zellen im Mittel zu 5·4 cbm pro Secunde gefunden worden, so dass jede Zelle pro Secunde 0·3 cbm Luft verbraucht. Es ist hierbei aber zu berücksichtigen, dass der Unterwind einer Zelle abgestellt wird, so lange an derselben gearbeitet wird; die wirkliche Luftmenge der Einzelzelle ist demnach annähernd zu 0·4 cbm pro Secunde anzunehmen. Die Pressung der Luft am Austritt aus dem Ventilator beträgt 60 bis 70 mm Wassersäule. Der bei der Ausführung angenommene Querschnitt der Rauchcanäle von 0·25 qm pro Zelle hat sich als vollständig ausreichend erwiesen.

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass der Betrieb der Anstalt sich nach aussen fast gar nicht bemerkbar macht. Der Unrath lagert in der geschlossenen Halle und verbreitet keinen Geruch nach aussen. Die schwach bräunlich gefärbten Rauchgase entweichen unbemerkt dem hohen Schornstein. Nur bei ganz drückender Luft kommt es vor, dass der Rauch, wie bei jedem Fabrikschornstein, niederschlägt und sich der Nachbarschaft bemerkbar macht. Am meisten dürfte sich eine derartige Anstalt den Umwohnern durch die vielen Tag und Nacht verkehrenden Wagen bemerkbar machen, aber auch dieser Uebelstand würde erforderlichenfalls durch Herstellung von geräuschlosem Pflaster in der Hauptzufuhrstrasse behoben werden können.

An allen den Punkten, wo unangenehme Staubbelästigungen für die Arbeiter besonders auftreten können, also beim Herausnehmen der glühenden Schlacke aus den Oefen, beim Einwurf der gekühlten Schlacken in den Schlackenbrecher sowie beim Herausfallen der gebrochenen und gesiebten Schlacken aus den Trichtern der Schlackenbrechanlage sind kräftige, gut functionirende Staubabsaugevorrichtungen angebracht worden. Bei dem in

der geschlossenen Halle erfolgenden Entleeren der Hausunrathwagen sowie beim Einwurf des Hausunraths in die Oefen wird allerdings hin und wieder Staub entstehen, da nach der Natur der dort verarbeiteten Materie, welche zum grössten Theil aus Asche besteht, jegliche Bewegung des Materials schon momentane Staubbildung verursachen muss, doch ist diese bei geschickter Handhabung so unwesentlich, dass die auf der Ofenplattform beschäftigten Arbeiter nur in den seltensten Fällen von den ihnen in ausreichender Zahl zur Verfügung stehenden Schutzmitteln, wie Staubbrillen, Mundschwämmen und Respiratoren, Gebrauch machen.

Die Arbeiter tragen während der Arbeit besondere Kleidung, welche alle acht Tage gewaschen und desinficirt wird, auch sind die Arbeiter verpflichtet, regelmässig vor dem Verlassen der Anstalt ein Brausebad zu nehmen.

### Rückstände der Verbrennung.

Die Rückstände werden bei den englischen Anlagen gewöhnlich zu 33 Proc. des Gewichts und zu 25 Proc. der Masse des verbrannten Unraths angegeben. In Hamburg betragen die Rückstände im Mittel nach wiederholten Wägungen 59·5 Proc., wovon 11·3 Proc. als Asche und 48·2 Proc. als Schlacken gewonnen werden. Das Gewicht des Hausunraths beträgt im Mittel ca. 550 kg pro Cubikmeter, dasjenige der gebrochenen Schlacke resp. der Asche im Mittel 830 kg pro Cubikmeter. Rechnet man rund 60 Proc.

Rückstände, so ergiebt 1 cbm Unrath  $\frac{550 \cdot 60}{100} = 330$  kg oder  $\frac{330}{830} = 0\cdot40$  cbm

Rückstand, demnach 40 Proc. vom Rauminhalt der Anfuhr. Da die Versuche mit den Abfällen der anderen deutschen Städte ähnliche, wenn auch theilweise etwas bessere Zahlen ergeben haben, muss der deutsche Hausunrath erheblich anders zusammengesetzt sein als der englische, wenn nicht etwa für die englischen Angaben Zahlen aus solchen Städten mit zu Grunde gelegen haben, in denen der Unrath vor der Verbrennung gesiebt wird, wie z. B. in London-City und Manchester-Holttown.

Die Rückstände werden gebrochen und gesiebt. Die einzelnen Abschnitte der Siebtrommel haben Löcher von 5 mm, 25 mm und 60 mm Durchmesser. Bei der Siebung der Rückstände mit Einschluss der Asche werden dem Raume nach etwa 16 Proc. Feinkorn, 50 Proc. Mittelkorn und 34 Proc. grobes Korn gewonnen. Das Gewicht des fertigen Materials beträgt in trockenem Zustande pro Cubikmeter

Grobe Schlacken . . . . .	800 kg
Mittelkornschlacken . . . . .	840 "
Feine Schlacken . . . . .	870 "
Flugasche . . . . .	570 "

im feuchten Zustande (nach längerer Lagerung im Freien) bis zu 10 Proc. mehr. Das verarbeitete Material wird an Staats- und Privatbetriebe zum gleichen Preise von 1 Mk. pro 1000 kg frei Platz Verbrennungsanstalt abgegeben. Zur Bequemlichkeit der Abnehmer wird auch die Lieferung frei Verwendungsstelle übernommen und dabei für das Aufladen auf den Wagen 30 Pfg. und, einem Abkommen mit Fuhrunternehmern entsprechend, als Fuhrlohn je nach der Entfernung 70 Pfg. resp. 1·20 Mk. und 1·39 Mk. pro

1000 kg berechnet, so dass das Schlackenmaterial frei Verwendungsstelle 1'80 Mk. bis 2'42 Mk. pro Cubikmeter kostet. Die vierte Curve der Tafel XIII giebt Aufschluss über den Absatz der Rückstände. Während der Bauperiode hat oft die Nachfrage nicht gedeckt werden können. In den Wintermonaten, wenn der Baubetrieb ruht, sammeln sich allerdings die Rückstände, doch war schon im April und Mai die Abnahme wieder grösser als die Production.

Die gebrochene Schlacke findet vorherrschend zur Herstellung von Promenadenwegen in den Aussenstadththeilen Verwendung, und zwar das grobe Material als drainirende Unterlage, das Mittelkorn als Decklage. Die früher als Unterlage benutzten Mauersteinbrocken oder Schlacken von Privatkesselanlagen wurden bisher mit 4 Mk. pro Cubikmeter frei Baustelle bezahlt, wobei das Material oft noch einer, bei den Schlacken der Verbrennungsanstalt nicht erforderlichen Vorbereitung bedurfte. Der vielfach als Decklage benutzte Kies wird mit 4 Mk. pro Cubikmeter bezahlt. Demnach stellt sich die Schlacke der Verbrennungsanstalt bei den vorhin genannten Preisen sehr vortheilhaft für die Käufer.

Auch wird das grobe Korn und das Mittelkorn gern zu Betonirungsarbeiten verwendet und zwar in den Mischungen 1 Theil Cement, 3 Theile Sand und 5 Theile grobes Korn, oder 1 Theil Cement und 7 Theile Mittelkorn.

Das feine Korn kann fast überall dort Verwendung finden, wo man sonst den gewöhnlichen Grubensand benutzt, welcher in Hamburg 2'00 bis 2'50 Mk. pro Cubikmeter frei Baustelle kostet, wie z. B. als Unterlage unter dem Strassenpflaster; ferner wird dasselbe zur Schlackensteinfabrikation, für Deckenfüllungen und als Streumaterial gegen Winterglätte gebraucht. Das Mittelkorn ist auch zu Cementtrottoirplatten in genau demselben Mischungsverhältniss wie sonst bei Kieszusatz verwendet worden. Bei vorgenommenen Bruchproben brachen die an beiden Enden unterstützten und in der Mitte concentrirt belasteten 7 cm starken Platten aus Flusskies von 84 cm Länge und 60 cm Breite nach 28 tägiger Erhärtung bei einer Belastung von 628 kg, während die Schlackenplatten unter den gleichen Verhältnissen eine Belastung von 672 kg ausgehalten haben, so dass die Schlackenplatten den Kiesplatten gleichwerthig sind. Aehnliche Resultate sind auch in Berlin bei der Verwendung der Rückstände zur Betonbereitung durch den Regierungsbaumeister Grohn erzielt. Ausserdem findet das absolut sterile Schlackenmaterial in grosser Menge Verwendung als Füllmaterial unter den Fussböden der Quaischuppen, weil die dort lagernden, mitunter sehr empfindlichen Waaren von anderen, häufig schwefelhaltigen Schlacken leicht schädlich beeinflusst werden.

Ferner sind Versuche über die Verwendbarkeit der Schlacken zur Mörtelbereitung angestellt. Es zeigte sich, dass die auf der Kugelmühle staubfein zerkleinerten Schlacken mit gewöhnlichem Weisskalk und Sand gemischt einen hydraulischen Mörtel geben. Bei dem ausserordentlich niedrigen Cementpreise in Hamburg ist aber kaum anzunehmen, dass ein so hergestellter Mörtel mit dem Cementmörtel in Concurrenz treten kann, wesshalb diese Verwendungsart, welche grössere maschinelle Einrichtungen voraussetzt, vorläufig nicht weiter verfolgt ist.

Zur Entscheidung der Frage, ob die Rückstände etwa für den Land-

wirth als Dungstoff noch in Frage kommen, ist vom hiesigen hygienischen Institut eine chemische Analyse derselben vorgenommen worden, welche folgendes Resultat ergeben hat.

	I. Feine Schlacke, gebrochen im Schlackenbrecher, nachher gemahlen auf der Kugelmühle Proc.	II. Asche, aus dem Aschenfall der Ofenzelle, gemahlen auf der Kugelmühle Proc.	III. Flugasche, aus den Rauchcanälen, gemahlen auf der Kugelmühle Proc.
a) Directe Bestimmungen:			
Wasser bei 105° C. . . . .	2·8	1·0	0·9
Glühverlust der bei 105° C. getrockneten Substanzen . . .	1·6	2·0	1·0
Sulfide, gebundener Schwefelwasserstoff . . . . .	Spuren	Spuren	Spuren
Arsen . . . . .	Spuren	Spuren	Spuren
Kohlensäure . . . . .	Spuren	Spuren	Spuren
Stickstoff . . . . .	nicht nachweisbar	nicht nachweisbar	—
b) Wasserauszug:			
Chlor . . . . .	0·17	0·53	0·38
Schweflige Säure . . . . .	0·01	0·0192	0·00288
Oxydirbarkeit, d. h. leicht oxydable organische Stoffe . . .	0·056	0·1675	0·0156
c) Salzsäureauszug:			
In Salzsäure unlöslicher Rückstand excl. lösliche Kieselsäure . . . . .	61·2	55·9	51·5
In Alkalien lösliche Kieselsäure (SiO <sub>2</sub> ) . . . . .	11·7	12·0	15·5
Eisenoxyd (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) . . . . .	7·4	7·8	9·8
Thonerde (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) . . . . .	2·6	4·6	2·9
Magnesia (MgO) . . . . .	0·7	1·2	0·8
Kalk (CaO) . . . . .	5·6	7·1	6·5
Phosphorsäure (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) . . . . .	1·42	1·3	1·35
Schwefelsäure (SO <sub>3</sub> ) . . . . .	1·2	2·7	3·7
Natron (Na <sub>2</sub> O) . . . . .	2·0	2·8	3·6
Kali (K <sub>2</sub> O) . . . . .	0·7	0·4	0·8

Wenn man die üblichen Preise für die Dungstoffe Phosphorsäure und Kali einsetzt, sonach als Werth der Rückstände etwa 4 Mk. pro 1000 kg auf dem Platze der Verbrennungsanstalt herausrechnet und hiervon die Transportkosten bis zur Verwendungsstelle in Abzug bringt, so bleibt für den Landwirth anscheinend wenig Vorthail übrig. Vielleicht würden die

physikalischen Eigenschaften der Rückstände dieselben zur Verwendung in Marschgegenden geeignet machen.

Die in den Rauchcanälen sich ansammelnde feine Flugasche hat als Füllmaterial zwischen den Doppelwänden von Geldschränken und als Zusatz bei der Herstellung von Asphaltmastix Abnahme gefunden.

Die in der Anstalt gewonnenen alten Metalltheile werden mit Einschluss der emaillirten Eisentheile zur Zeit zum durchschnittlichen Preise von 15 Mk. pro 1000 kg an einen Händler verkauft. Jährlich werden bis 300 000 kg Metall abgesetzt.

### Betriebskosten.

Die Frage nach den Betriebskosten der Anstalt ist besonders häufig an die hiesige Verwaltung gestellt worden und es sollen deshalb nachstehend die seit Eröffnung des Betriebes in den einzelnen Jahren erwachsenen wirklichen Kosten sowie die für das laufende Jahr zu schätzenden Ausgaben und Einnahmen specialisirt aufgeführt werden.

Als Beamte fungiren in der Verbrennungsanstalt:

1 Verwalter mit einem Jahresgehalt von . . . . .	2700 Mk.
1 Aufseher für den Nachtdienst mit einem Jahresgehalt von . . . . .	2020 „
2 Maschinisten mit einem Jahresgehalt von zusammen	3880 „

In den letzten fünf Jahren ist in der Verbrennungsanstalt durchschnittlich mit 4 Blocks à 6 Zellen gearbeitet worden. Die Perioden, während derer im Winter bei grösserer Unrathmenge mit 5 Blocks gearbeitet werden musste, sind, wie ein Blick auf die zweite Curve der Tafel XIII zeigt, kürzer als die Sommerperioden, während welcher 3 Blocks à 6 Zellen zur Verbrennung des Unraths ausreichten. Das ständige Arbeitspersonal der Verbrennungsanstalt setzt sich daher aus denjenigen Leuten zusammen, welche während der täglichen 3 Arbeitsschichten zur Bedienung von 4 Blocks à 6 Zellen nebst Zubehör erforderlich sind, und zwar gehören hierzu:

3 × 1	= 3 Vorarbeiter mit einem Tagelohn von je . .	4·50 Mk.
3 × 4 × 2	= 24 Ofenarbeiter „ „ „ „ je . .	4·10 „
3 × 4	= 12 Stopfer „ „ „ „ je . .	3·90 „
3 × 4	= 12 Arbeiter am Schlackenbrecher mit einem Tagelohn „ je . .	3·90 „

ausserdem

1 Krahnführer mit einem Tagelohn von je . . . . .	4·30 „
2 Heizer „ „ „ „ je . . . . .	3·90 „
3 Platzarbeiter „ „ „ „ je . . . . .	3·60 „
2 Wächter „ „ „ „ je . . . . .	2·50 „

Ausser den Gehalten und Arbeitslöhnen kommen als Betriebskosten in Frage die für Unterhaltung und Reparatur der Maschinen, Ofen und Gebäude, sowie für Beschaffung der Geräthe, für Bureauekosten, Wäsche etc. verausgabten Beträge.

Ebenso kommen hinzu die für Beschaffung der erforderlichen Materialien, Oele und dergleichen aufgewendeten Mittel. Von diesen Gesamt-

kosten des Betriebes sind die Einnahmen in Abzug zu bringen. Letztere setzen sich zusammen aus dem Erlös für verkaufte Schlacken und altes Metall, aus den mit 1 Mk. pro 1000 kg zu vergütenden Kosten für die Verbrennung des Quaiunraths und des von Behörden, Privaten und fremden Städten angelieferten Unraths, aus der Vergütung für die Abgabe von elektrischer Energie zum Betriebe der Sielpumpe, sowie aus diversen kleinen Einnahmen für Lieferung elektrischer Energie zum Betriebe der Barcasse „Bille“, zur Beleuchtung einer bei der Kübelabfuhr benutzten Benzinmotorbarcasse und dergleichen.

Die nach Abzug der Einnahmen verbleibenden, naturgemäss alljährlich variirenden Ausgaben sind des vereinfachten Vergleichs wegen für 1000 kg verbrannten Unraths berechnet worden.

Zu diesen Kosten kommen ferner die mit 4 Proc. in Anrechnung gebrachten Amortisations- und Verzinsungskosten des Anlagecapitals, ausschliesslich Grunderwerb, welche, pro 1000 kg Unrath berechnet, ebenfalls je nach der verbrannten Unrathmenge von Jahr zu Jahr variiren.

Um die Gesamtkosten der Hausunrathbeseitigung für Hamburg feststellen zu können, sind zu vorstehenden Ausgaben die für den Transport von 1000 kg Unrath zur Verbrennungsanstalt zu zahlenden Kosten hinzuzurechnen; da diese aber constant bleiben, haben sie erst in der am Schluss stehenden Recapitulation Berücksichtigung gefunden.

1896<sup>1)</sup>.

Verbrannt wurden:

Hausunrath . . . . .	42 162 000 kg
Schiffs- und Quaiunrath . . . . .	3 092 000 „
Von Behörden angelieferter Unrath . . . . .	19 000 „
„ Privaten „ „ . . . . .	202 000 „
Unrath von fremden Städten . . . . .	208 000 „
	<u>zusammen 45 683 000 kg</u>

bei einer durchschnittlichen Tagesleistung von 5830 kg pro Zelle.

Die Betriebskosten betragen:

a) Für Gehalte und Arbeitslöhne . . . . .	63 394·00 Mk.
b) Für Unterhaltung und Reparaturen, einschl. Geräte, Bureaukosten etc. . . . .	9 081·72 „
c) Für Materialien . . . . .	1 968·70 „
	<u>zusammen 74 444·42 Mk.</u>

Die Einnahmen betragen:

a) Für verkaufte Schlacken . . . . .	12 750·17 Mk.
b) „ verkauftes altes Metall . . . . .	1 320·55 „
c) „ Verbrennungskosten . . . . .	2 348·80 „
	<u>zusammen 16 419·52 Mk.</u>

<sup>1)</sup> Hierbei ist zu bemerken, dass das Resultat des ersten Betriebsjahres nicht unwesentlich von der soeben erst beendeten Bauperiode beeinflusst wurde, und dass die Arbeiter noch wenig geschult, und anfangs in der Behandlung der Feuer noch ungeschickt waren.

Die Verbrennungskosten betragen daher . . . . .	58 024·90	Mk.
oder pro 1000 kg verbrannten Unraths . . . . .	1·270	„
Hierzu kommen die Ausgaben für die mit 4 Proc. zu be- rechnenden Amortisations- und Verzinsungskosten des 450 000 Mk., ausschliesslich Grunderwerb, betragenden Anlagecapitals = 18 000 Mk. oder berechnet pro 1000 kg verbrannten Unraths . . . . .	0·394	„
	<u>zusammen</u>	<u>1 664</u> Mk.

1897.

Verbrannt wurden:

Hausunrath . . . . .	45 159 000	kg
Schiffs- und Quaiunrath . . . . .	3 666 000	„
Von Behörden angelieferter Unrath . . . . .	41 000	„
„ Privaten „ „ . . . . .	408 000	„
Unrath von fremden Städten . . . . .	106 000	„
	<u>zusammen</u>	<u>49 380 000</u> kg

bei einer durchschnittlichen Tagesleistung von 6770 kg pro Zelle.

Die Betriebskosten betragen:

a) Für Gehalte und Arbeitslöhne (gegen 1896 ist eine Aufbesserung des Arbeits- lohnes eingetreten, welche pro 1000 kg Unrath ca. 0·184 Mk. beträgt) . . . . .	74 413·00	Mk.
b) Für Unterhaltung und Reparaturen, ein- schliesslich Geräte, Bureaunkosten etc. . . . .	18 562·02	„
c) Für Materialien . . . . .	2 867·25	„
	<u>zusammen</u>	<u>95 842·27</u> Mk.

Die Einnahmen betragen:

a) Für verkaufte Schlacken . . . . .	27 914·69	Mk.
b) „ verkauftes altes Metall . . . . .	2 007·14	„
c) „ Verbrennungskosten . . . . .	2 558·02	„
d) „ Diverses . . . . .	125·00	„
	<u>zusammen</u>	<u>32 604·85</u> „

Die Verbrennungskosten betragen daher . . . . .	63 237·42	Mk.
oder pro 1000 kg verbrannten Unraths . . . . .	1·281	„
Hierzu kommen an Amortisations- und Verzinsungskosten des Anlagecapitals, ausschliesslich Grunderwerb, be- rechnet pro 1000 kg verbrannten Unraths . . . . .	0·364	„
	<u>zusammen</u>	<u>1 645</u> Mk.

1898.

Verbrannt wurden:

Hausunrath . . . . .	45 195 000	kg
Schiffs- und Quaiunrath . . . . .	4 355 000	„
Von Behörden angelieferter Unrath . . . . .	—	„
„ Privaten „ „ . . . . .	405 000	„
Unrath von fremden Städten . . . . .	101 000	„
	<u>zusammen</u>	<u>50 056 000</u> kg

bei einer durchschnittlichen Tagesleistung von 7398 kg pro Zelle.

Die Betriebskosten betragen:

a) Für Gehalte und Arbeitslöhne (gegen 1897 ist eine Aufbesserung des Arbeitslohnes eingetreten, welche pro 1000 kg Unrath ca. 0'050 Mk. beträgt) . . .	76 314'57 Mk.
b) Für Unterhaltung und Reparaturen, einschliesslich Geräte, Bureaunkosten etc.	22 061'92 "
c) Für Materialien . . . . .	4 270'00 "
	<u>zusammen 102 646'49 Mk.</u>

Die Einnahmen betragen:

a) Für verkaufte Schlacken . . . . .	33 349'60 Mk.
b) " verkauftes altes Metall . . . . .	1 497'59 "
c) " Verbrennungskosten . . . . .	2 594'44 "
d) " Diverses . . . . .	392'85 "
	<u>zusammen 37 834'48 "</u>

Die Verbrennungskosten betragen daher . . . . . 64 812'01 Mk.  
 oder pro 1000 kg verbrannten Unraths . . . . . 1'295 "

Hierzu kommen an Amortisations- und Verzinsungskosten, ausschliesslich Grunderwerb, berechnet pro 1000 kg verbrannten Unraths . . . . . 0'360 "  
zusammen 1'655 Mk.

1899.

Verbrannt wurden:

Hausunrath . . . . .	46 165 000 kg
Schiffs- und Quaiunrath . . . . .	4 239 000 "
Von Behörden angelieferter Unrath . . . . .	170 000 "
" Privaten " " . . . . .	327 000 "
Unrath von fremden Städten . . . . .	29 000 "
	<u>zusammen 50 930 000 kg</u>

bei einer durchschnittlichen Tagesleistung von 7483 kg pro Zelle.

Die Betriebskosten betragen:

a) Für Gehalte und Arbeitslöhne (gegen 1898 ist eine Aufbesserung des Arbeitslohnes eingetreten, welche pro 1000 kg Unrath ca. 0'091 Mk. beträgt) . . .	79 183'50 Mk.
b) Für Unterhaltung und Reparaturen, einschliesslich Geräte, Bureaunkosten etc.	24 085'47 "
c) Für Materialien . . . . .	5 282'56 "
	<u>zusammen 108 551'53 Mk.</u>

Die Einnahmen betragen:

a) Für verkaufte Schlacken (die geringere Einnahme aus den verkauften Schlacken gegenüber dem Vorjahre erklärt sich aus der unentgeltlichen Abgabe eines beträchtlichen Quantums ungebrochener Schlacken zu Deichbefestigungsarbeiten

zu übertragen: . . . 108 551'53 Mk.

Uebertrag 108 551·53 Mk.

in der Hamburger Landgemeinde Kirch- warder) . . . . .	30 607·91	Mk.
b) Für verkauftes altes Metall . . . . .	4 038·78	"
c) " Verbrennungskosten . . . . .	2 911·99	"
d) " Diverses . . . . .	1 196·40	"
	<u>zusammen</u>	38 755·08 "
Die Verbrennungskosten betragen daher . . . . .	69 796·45	Mk.
oder pro 1000 kg verbrannten Unraths . . . . .	1·370	"
Hierzu kommen an Amortisations- und Verzinsungs- kosten, ausschliesslich Grunderwerb, berechnet pro 1000 kg verbrannten Unraths . . . . .	0·353	"
	<u>zusammen</u>	1·723 Mk.

1900.

Verbrannt wurden:

Hausunrath . . . . .	47 740 000	kg
Schiffs- und Quaiunrath . . . . .	4 832 000	"
Von Behörden angelieferter Unrath . . . . .	62 000	"
" Privaten " " . . . . .	150 000	"
Unrath von fremden Städten . . . . .	36 000	"
	<u>zusammen</u>	52 820 000 kg

bei einer durchschnittlichen Tagesleistung von 7508 kg pro Zelle.

Die Betriebskosten betragen:

a) Für Gehalte und Arbeitslöhne (für den seit Juli wieder eingeführten beschrank- ten Sonntagsbetrieb sind ca. 3800 Mk. Arbeitslöhne verausgabt; ausserdem sind die Beamtengehalte um zusammen ca. 1000 Mk. erhöhet worden) . . . . .	84 549·04	Mk.
b) Für Unterhaltung und Reparaturen, ein- schliesslich Geräthe, Bureaukosten etc. . . . .	28 635·37	"
c) Für Materialien . . . . .	5 636·47	"
	<u>zusammen</u>	118 820·88 Mk.

Die Einnahmen betragen:

a) Für verkaufte Schlacken (einschliesslich des Lagerbestandes ult. 1900 im Werthe von ca. 600 Mk.) . . . . .	35 234·57	Mk.
b) Für verkauftes altes Metall (einschliess- lich des Lagerbestandes ult. 1900 im Werthe von ca. 360 Mk.) . . . . .	4 644·83	"
c) Für gelieferte elektrische Energie zum Betriebe der Sielpumpe, bei einem Ein- heitspreis v. 0·06 Mk. pro Kilowattstunde . . . . .	24 810·25	"
d) Für Verbrennungskosten . . . . .	3 002·11	"
e) " Diverses ca. . . . .	1 200·00	"
	<u>zusammen</u>	68 891·76 "

Die Verbrennungskosten betragen daher . . . . . 49 929·12 Mk.

oder pro 1000 kg verbrannten Unraths . . . . .	0.945 Mk.
Hierzu kommen an Amortisations- und Verzinsungskosten, ausschliesslich Grunderwerb, unter Einschluss der in der Verbrennungsanstalt für die Einrichtung der Kraftübertragung aufgewandten Mittel im Betrage von 60 000 Mk., berechnet pro 1000 kg verbrannten Unraths . . . . .	0.386 „
zusammen	<u>1.331 Mk.</u>

1901.

Für das laufende Jahr lassen sich nach dem Resultat des Jahres 1900 die Betriebskosten folgendermaassen schätzen:

Wie aus dem Uebersichtsplan Tafel I ersichtlich, ist am 1. Jan. 1901 das der Verbrennungsanstalt zufallende Gebiet so wesentlich ausgedehnt worden, dass statt des bisherigen Unraths von 312 000 Einwohnern derjenige von 433 000 Einwohnern verbrannt wird. Hierdurch wird die zur Verbrennung kommende Unrathmenge, welche 1900—52 820 000 kg betrug, unter Berücksichtigung der Bevölkerungszunahme voraussichtlich auf 74 000 000 kg anwachsen. Bei einer durchschnittlichen Tagesleistung von 7500 kg pro Zelle sind hierfür 9866 Zellentage erforderlich. Im Sonntagsbetriebe mit 12 Zellen werden  $55 \times 12 = 660$  Zellentage geleistet, so dass im normalen Werktagsbetriebe  $\frac{9206}{310} = 30$  Zellen täglich erforderlich sein werden. Da 1900 nur täglich durchschnittlich 4 Blocks = 24 Zellen erforderlich gewesen sind, wächst durch die vermehrte Leistung das Arbeitspersonal um dasjenige für einen Block von 6 Zellen. Die Ausgabe für Arbeitslöhne wird sich daher um ca. 18 800 Mk. erhöhen, also auf ca. . . . 103 000 Mk. stellen. Die Kosten für Unterhaltung, Reparaturen, einschliesslich Geräte, Bureaukosten etc. werden sich nach Maassgabe der Beträge für die früher erforderlichen 4 Blocks um ca. ein Viertel = 7200 Mk. erhöhen, sich also auf ca. . . . . 36 000 „ stellen, während die Kosten für Materialien nur unwesentlich, etwa auf . . . . . 6 000 „ anwachsen werden.

Die Gesamtausgaben werden demnach betragen ca. 145 000 Mk

In gleicher Weise werden sich nach Maassgabe der grösseren Unrathmenge die Einnahmen aus den Rückständen erhöhen und zwar nach dem Resultat für 1900:

a) Für Schlacken um ca. 14 000 Mk., also zusammen auf ca. . . . .	49 000 Mk.
b) Für altes Metall um ca. 2000 Mk., also zusammen auf ca. . . . .	6 500 „
zu übertragen: . . .	<u>55 500 Mk.</u>
	145 000 Mk.

	Uebertrag . . .	55 500 Mk.	145 000	Mk.
c)	Für gelieferte elektrische Energie zum Betriebe der Sielpumpe nach Maassgabe der letzten 6 Monate um ca. 3600 Mk., also zusammen auf ca. . . . .	28 500	„	
	während die Einnahmen aus den			
d)	Verbrennungskosten, ebenso wie im Jahre 1900, auf ca. . . . .	3 000	„	
	und für			
e)	Diverses auf ca. . . . .	1 000	„	
	zu schätzen sind.			
	Geschätzte Einnahmen demnach	88 000	„	
<hr/>				
	Die Verbrennungskosten für 74 000 000 kg Unrath werden daher voraussichtlich . . . . .	57 000	Mk.	
	betragen, oder pro 1000 kg verbrannten Unraths . . . . .	0'770	„	
	Hierzu kommen an Amortisations- und Verzinsungskosten, ausschliesslich Grunderwerb, bei 74 000 000 kg Unrath, berechnet pro 1000 kg verbrannten Unraths . . . . .	0'276	„	
	zusammen	1'046	Mk.	

## Recapitulation.

Nach vorstehenden Berechnungen stellten sich die Kosten der Verbrennung von 1000 kg Unrath, einschliesslich Amortisation und Verzinsung des Anlagecapitals, jedoch ausschliesslich Grunderwerb,

im Jahre 1896 auf . . . . .	1'664	Mk.
„ „ 1897 „ . . . . .	1'645	„
„ „ 1898 „ . . . . .	1'655	„
„ „ 1899 „ . . . . .	1'723	„
„ „ 1900 „ . . . . .	1'331	„

und werden sich voraussichtlich stellen:

im Jahre 1901 auf . . . . .	1'046	„
-----------------------------	-------	---

Zu diesen Verbrennungskosten kommen noch die Transportkosten des Unraths nach der Verbrennungsanstalt. Diese betragen bei der bisher erreichten Durchschnittsleistung von  $3\frac{1}{5}$  Fuhren pro Tag und einem Gewichte von ca. 2000 kg Unrath pro Fuhre, sowie bei der hier üblichen Bewerthung eines Gespannes mit 13 Mk. pro Tag, für 1000 kg Unrath 2'031 Mk.

Die Transportkosten des Unraths aus den der Verbrennungsanstalt zufallenden Stadttheilen auf das Landgebiet zur landwirthschaftlichen Verwerthung würden, da bei der grossen Entfernung der Abladestellen nur pro Tag zwei Fuhren im Gewichte von je ca. 2000 kg durch ein Gespann im Preise von 13 Mk. geleistet werden könnten, für 1000 kg Unrath 3'250 Mk. betragen.

Ein hiernach aufgestellter Kostenvergleich ergibt daher:

Jahr	Gesamtkosten pro 1000 kg Unrath bei Vernichtung in der Ver- brennungsanstalt	Gesamtkosten pro 1000 kg Unrath bei landwirthschaftlicher Ver- werthung
	Mk.	Mk.
1896	3·695	3·250
1897	3·676	3·250
1898	3·686	3·250
1899	3·754	3·250
1900	3·362	3·250
1901	3·077	3·250

Hiernach ergibt sich für das Jahr 1901 für Hamburg aus der Verbrennung des Unraths bereits eine Ersparniss im Betrage von 3·250 Mk. — 3·077 Mk. = 0·173 Mk. pro 1000 kg Unrath.

Nach dem Vorstehenden entspricht die Hamburger Verbrennungsanstalt in allen Theilen den gehegten Erwartungen. Der durch die Verbrennung des Unraths erzielte hygienische Effect wird ohne finanzielle Opfer erreicht.

## Verzeichniss der Tafeln.

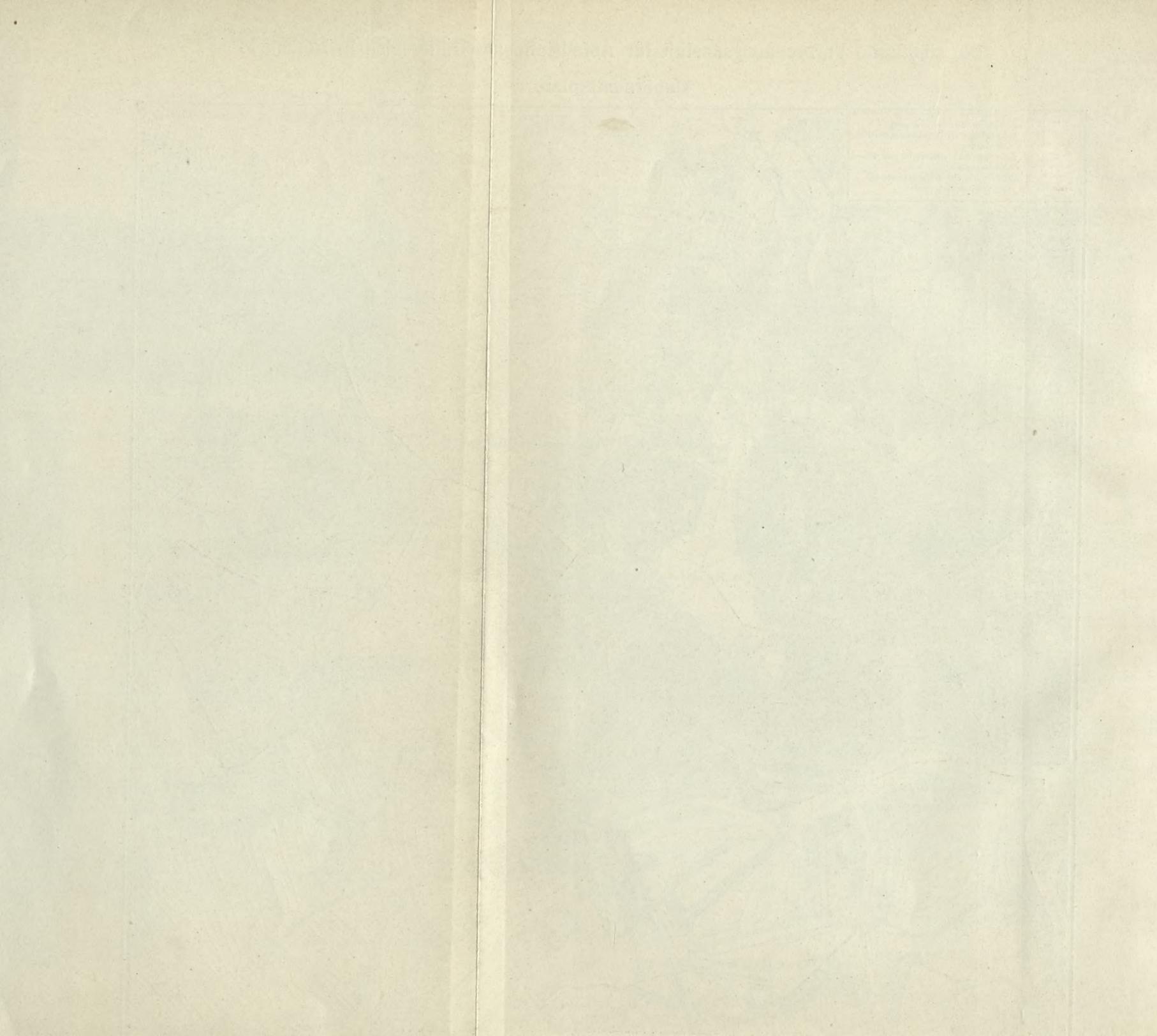
---

1. Topographischer Uebersichtsplan von Hamburg . . . . .	Tafel	I
2. Situationsplan der Anstalt . . . . .	„	II
3. Aeusseres Bild der Gesamtanlage . . . . .	„	III
4. Der Abfuhrwagen . . . . .	„	IV
5. Die Ofenhalle . . . . .	„	V
6. Construction der Oefen . . . . .	„	VI
7. Bild des Innern der Ofenhalle . . . . .	„	VII
8. Bild des Innern des Maschinenhauses . . . . .	„	VIII
9. Bild des Innern der Sielpumpe am Anckelmannsplatz . . . . .	„	IX
10. Bild der elektrisch betriebenen Barcasse „Bille“ . . . . .	„	X
11. Der Schornstein . . . . .	„	XI
12. Die Schlackenbrechanlage . . . . .	„	XII
13. Graphische Tabellen über den Betrieb . . . . .	„	XIII

---

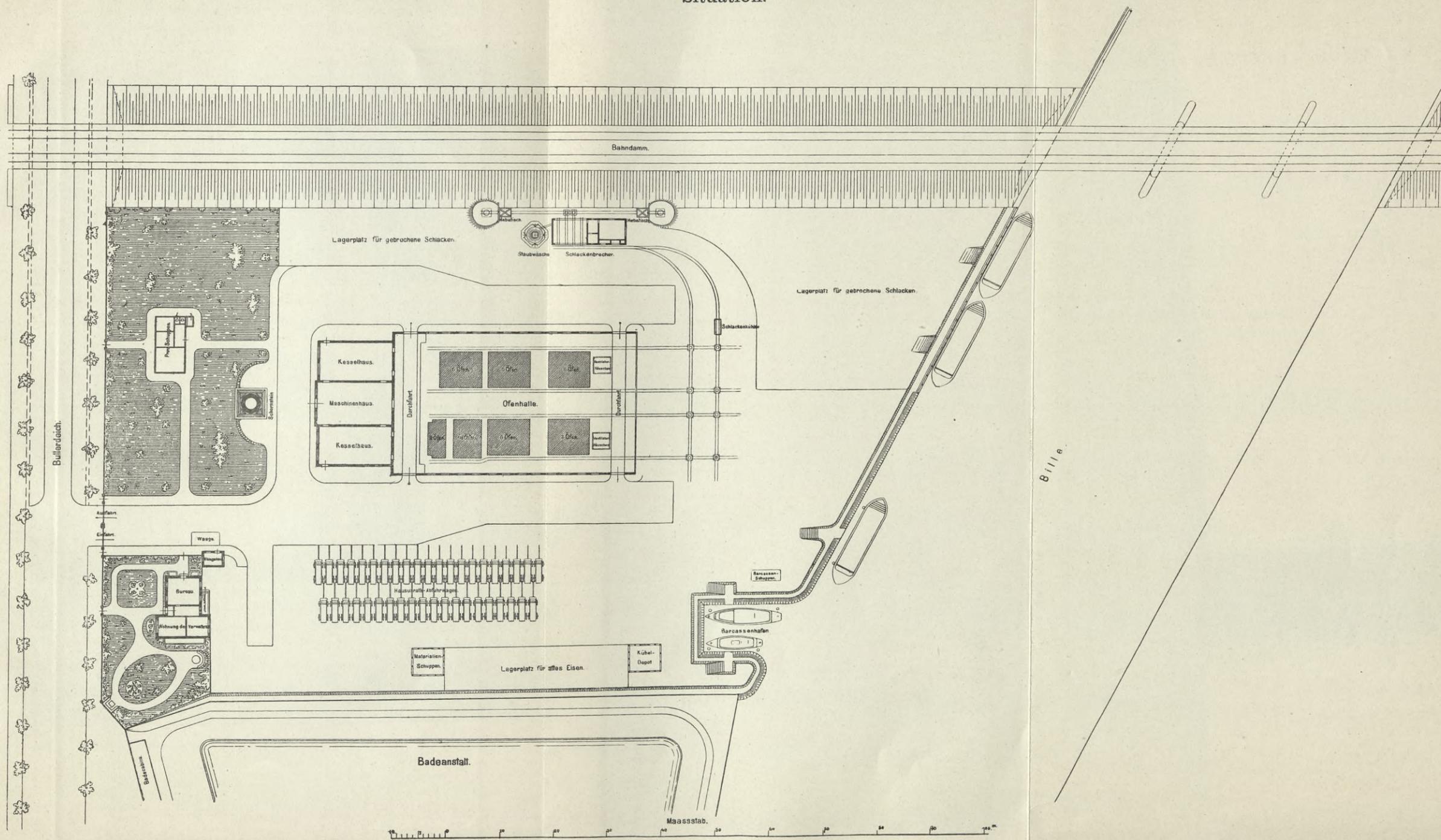






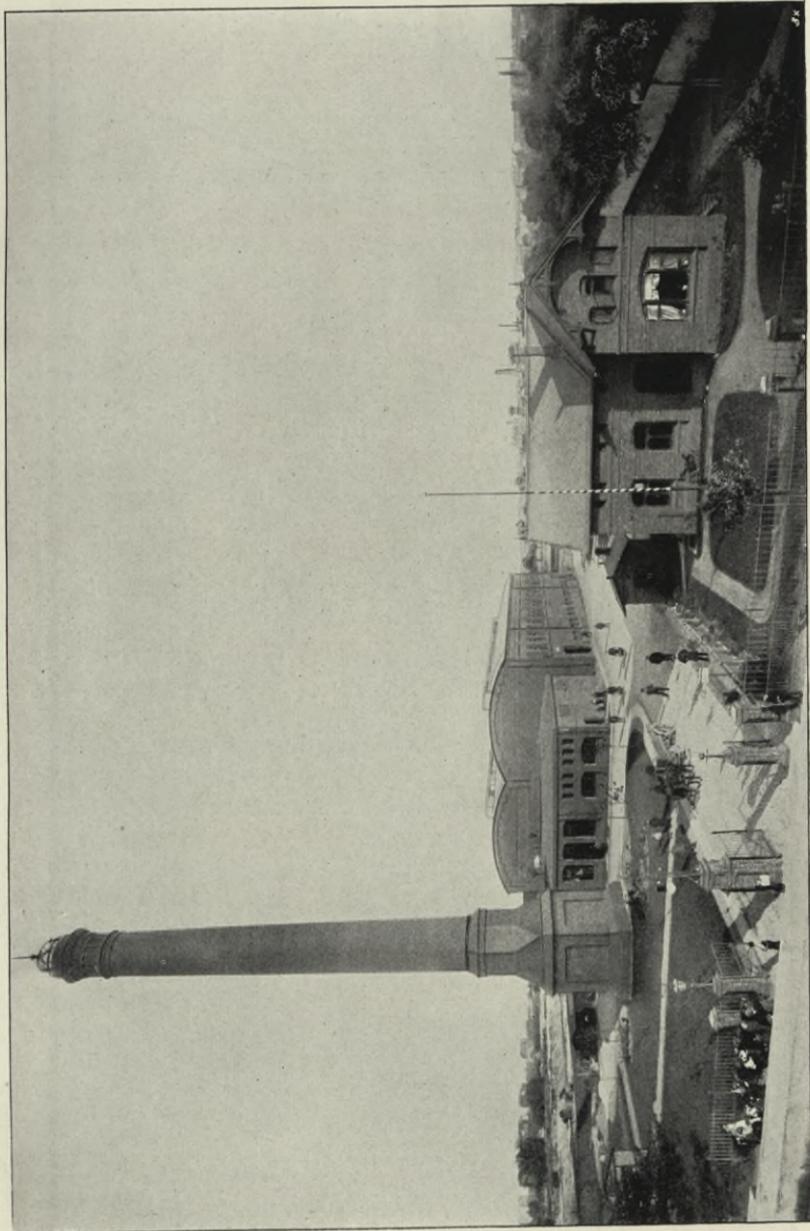
# Die städtische Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

## Situation.





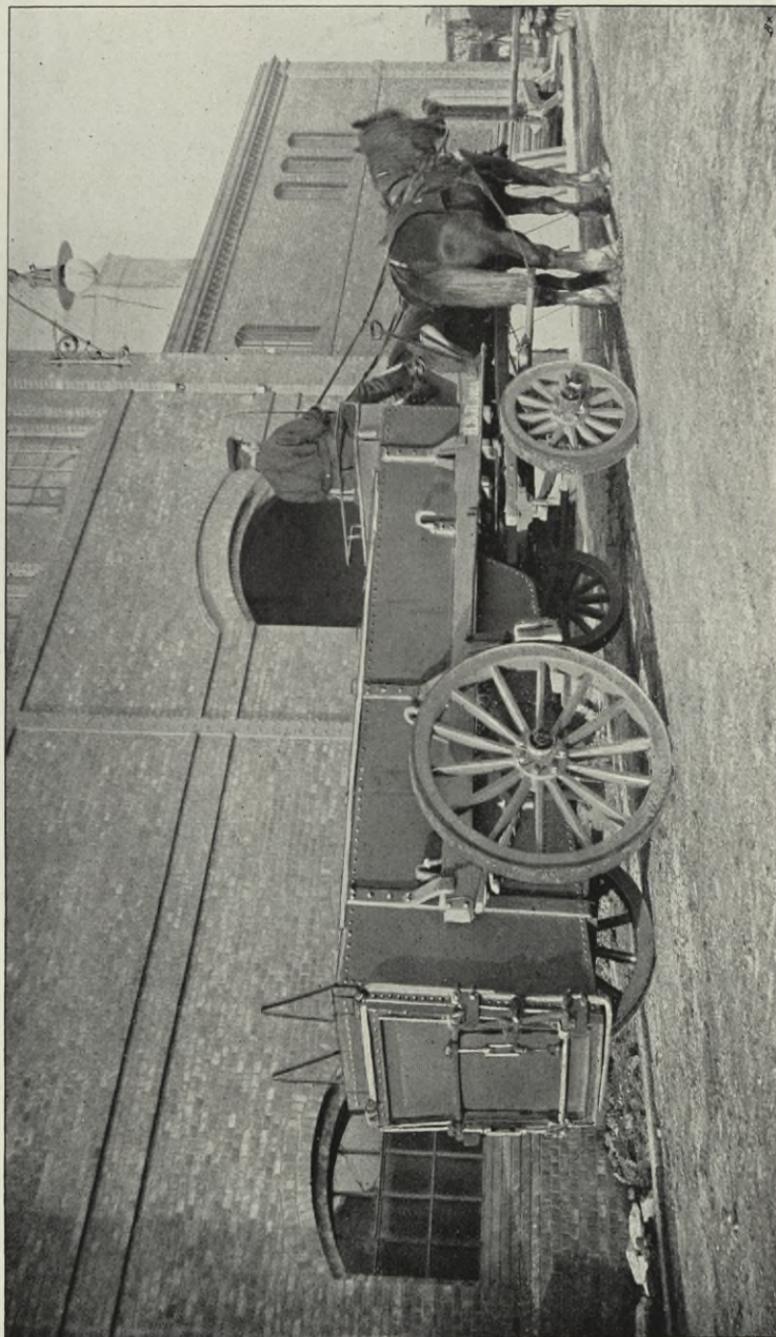
Die städtische Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.  
Gesamtanlage.





Die städtische Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

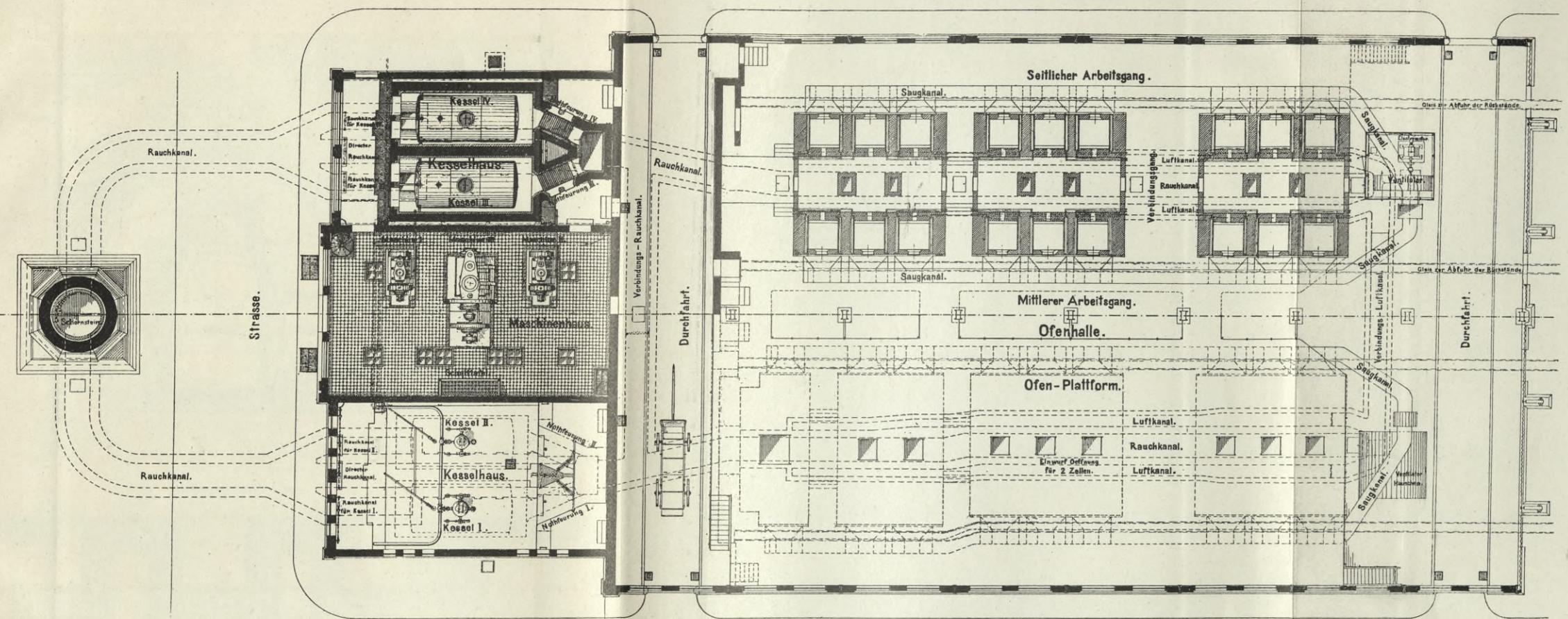
Der Abfuhrwagen.



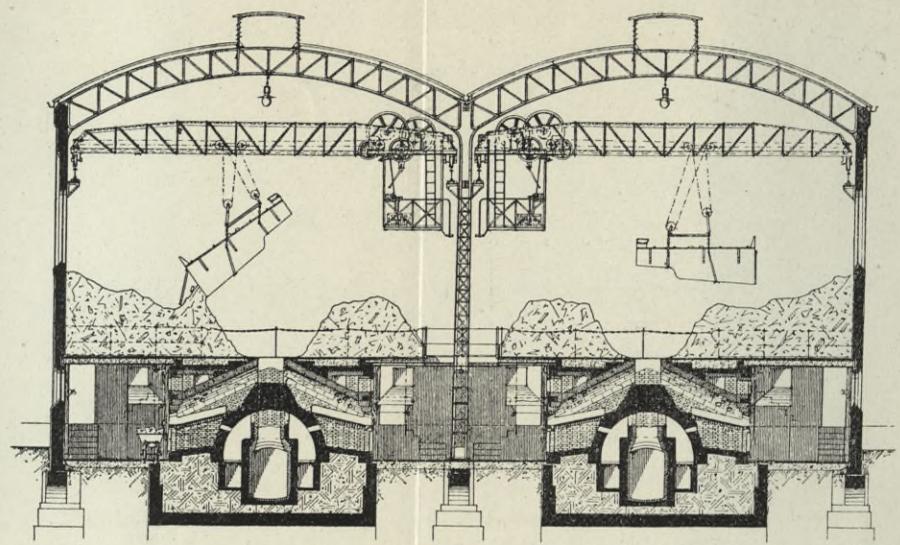


Die städtische Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

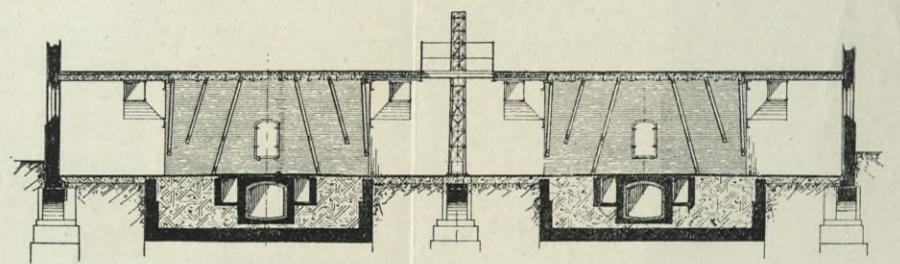
Ofenhalle, Maschinen- und Kesselhaus.



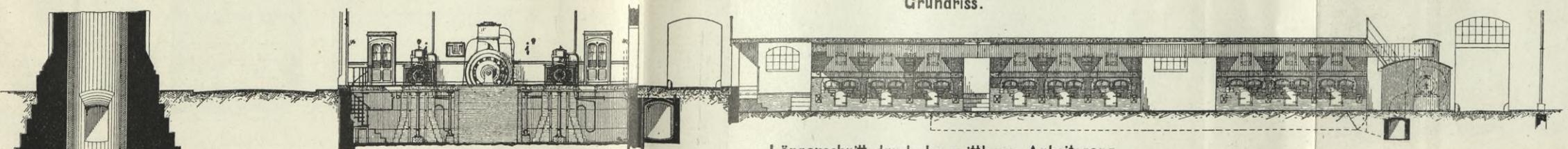
Grundriss.



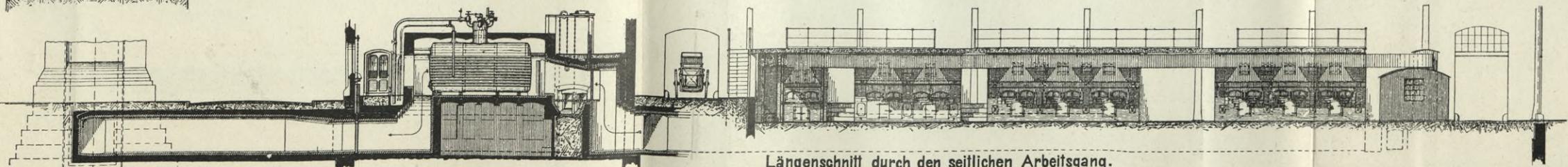
Querschnitt durch die Ofenmitten.



Querschnitt durch den Verbindungsgang.

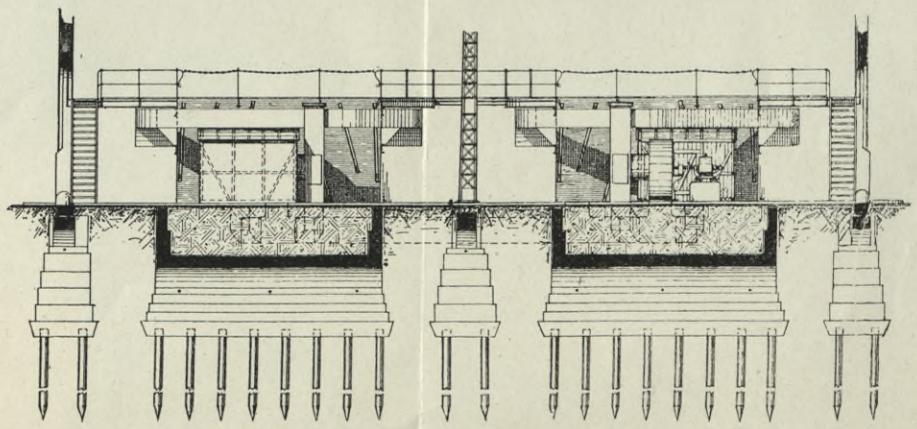


Längenschnitt durch den mittleren Arbeitsgang.

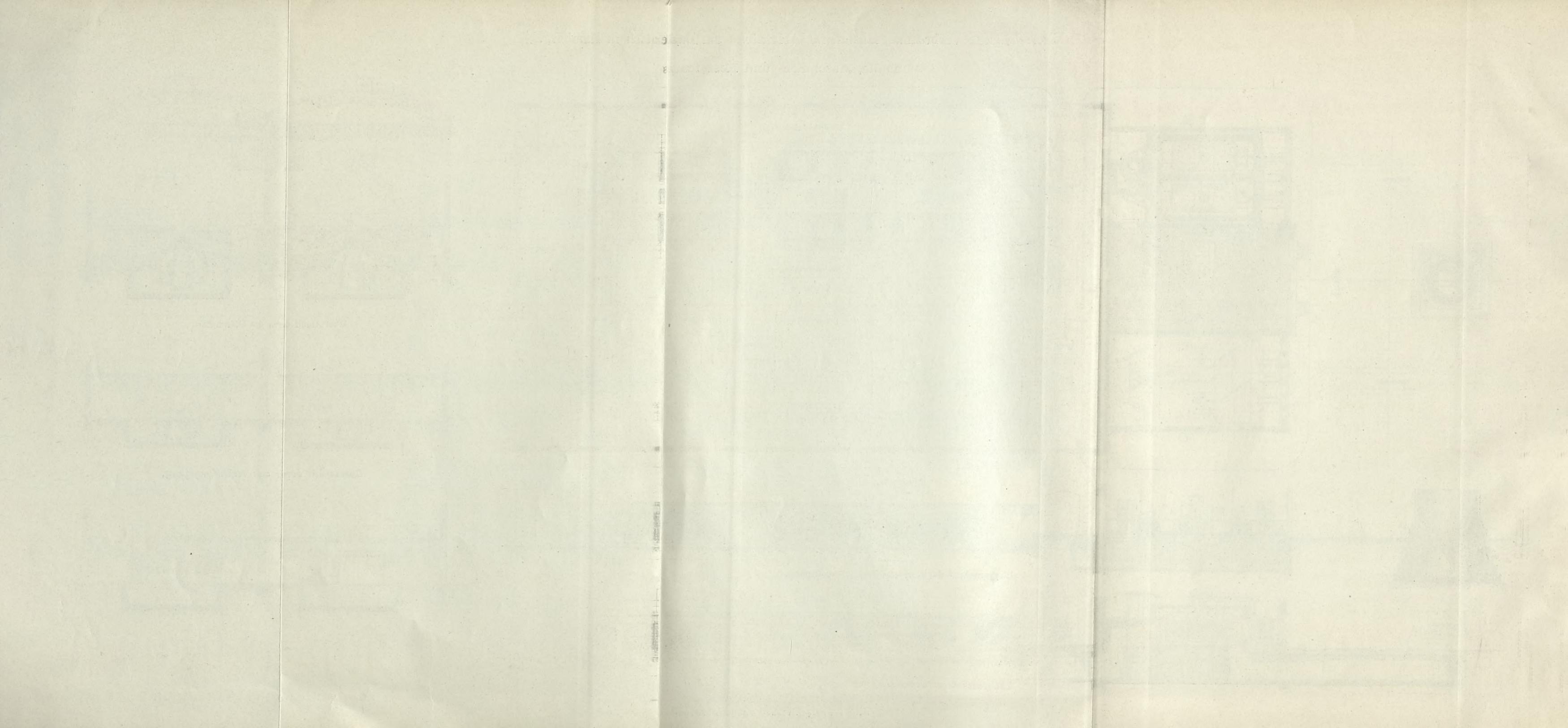


Längenschnitt durch den seitlichen Arbeitsgang.

Maassstab.



Querschnitt durch die hintere Durchfahrt.

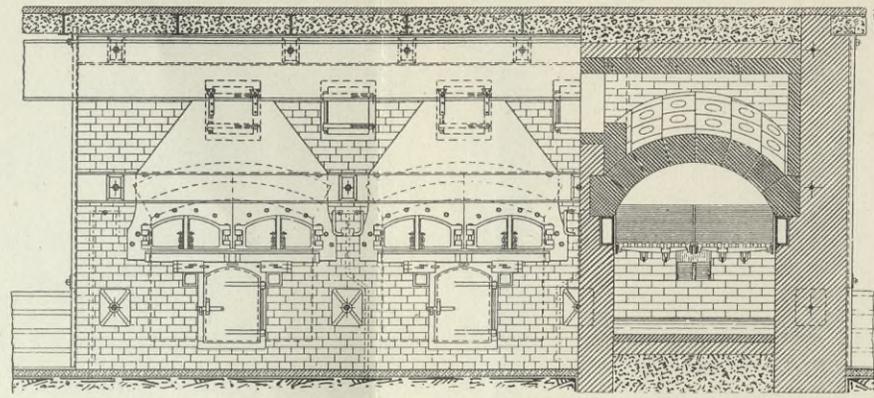


# Die städtische Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

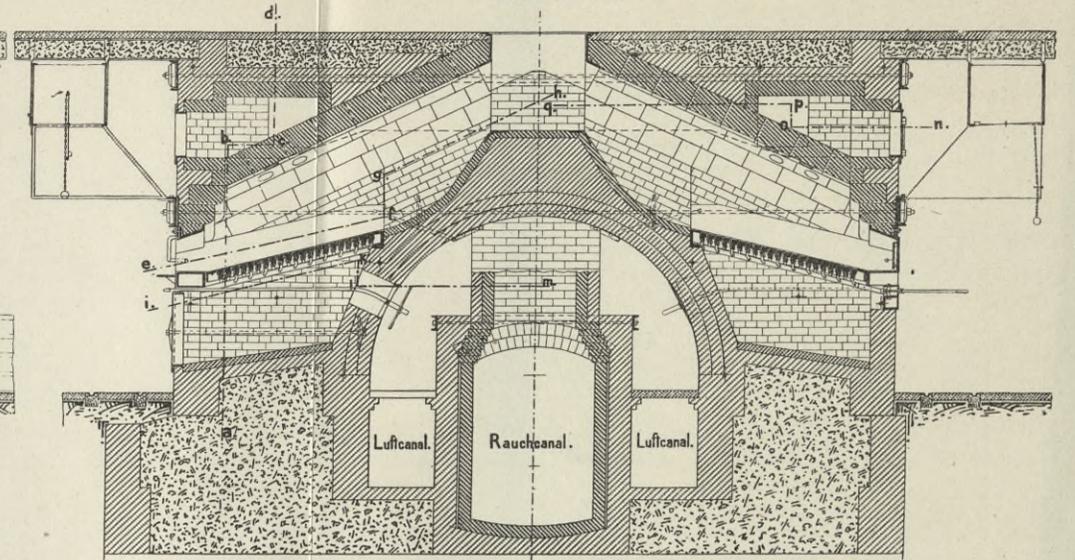
## Gruppe von 6 Verbrennungszellen.

- Bemerkungen :
-  Chamottemauerwerk.
  -  Ziegelmauerwerk.
  -  Klinkermauerwerk.
  -  Cementplatten.
  -  Schlackenbeton.

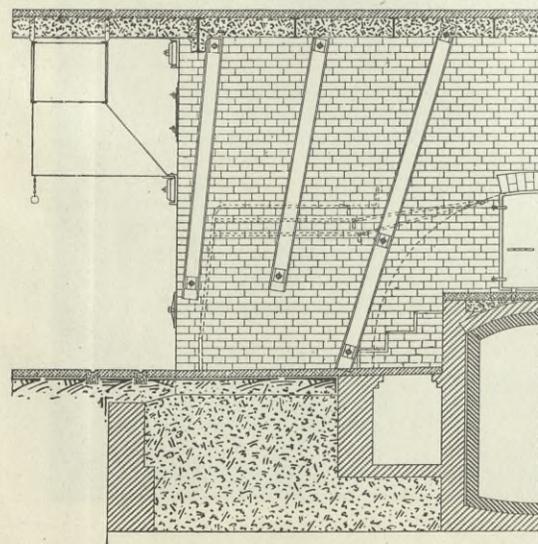
Vorder-Ansicht und Schnitt a-b-c-d.



Querschnitt r-s.



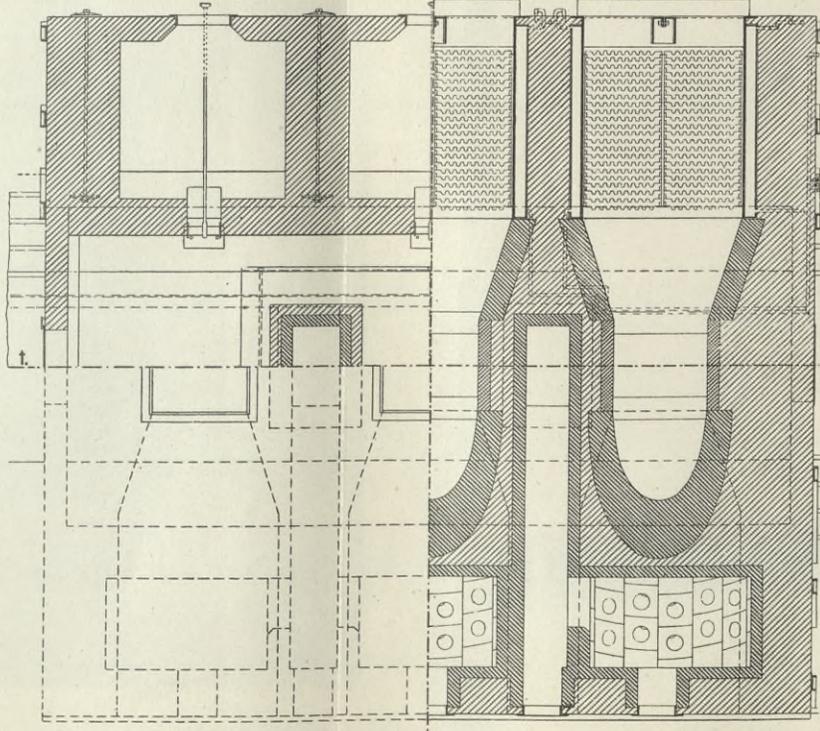
Seiten-Ansicht.



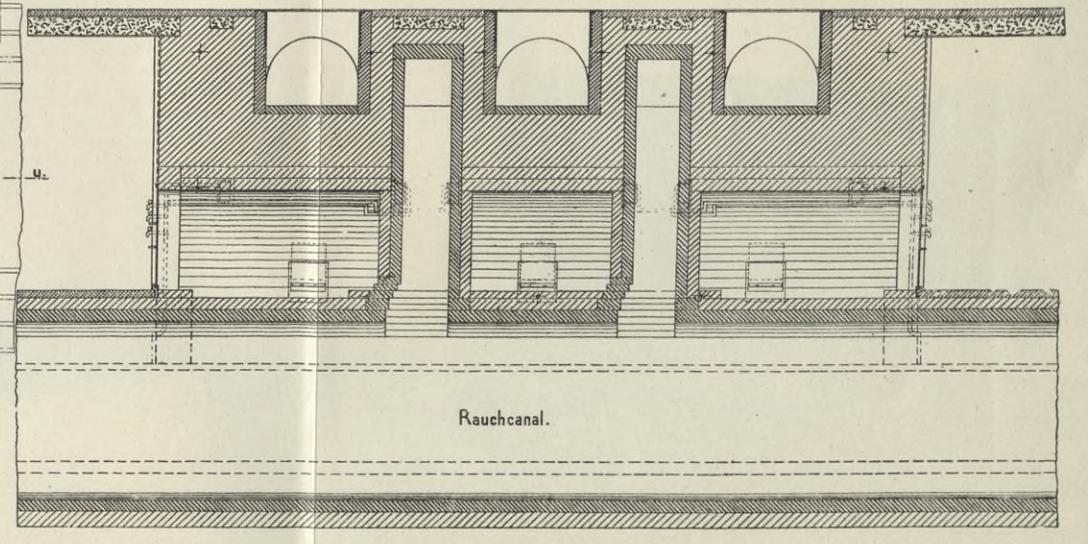
Schnitt i-k-l-m.

Grundriss.

Schnitt e-f-g-h.

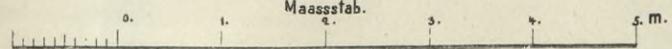


Längenschnitt t-u.



Aufsicht.

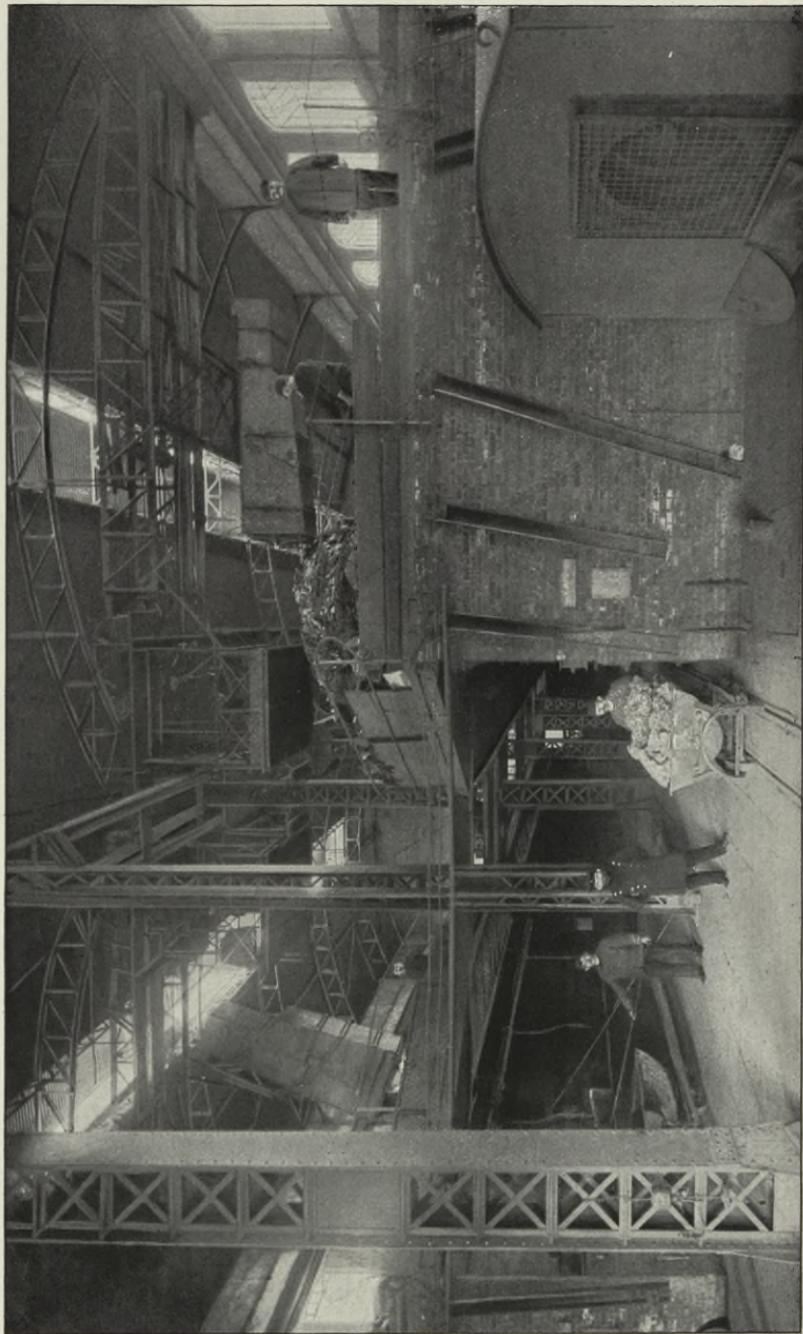
Schnitt n-o-p-q.





Die städtische Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

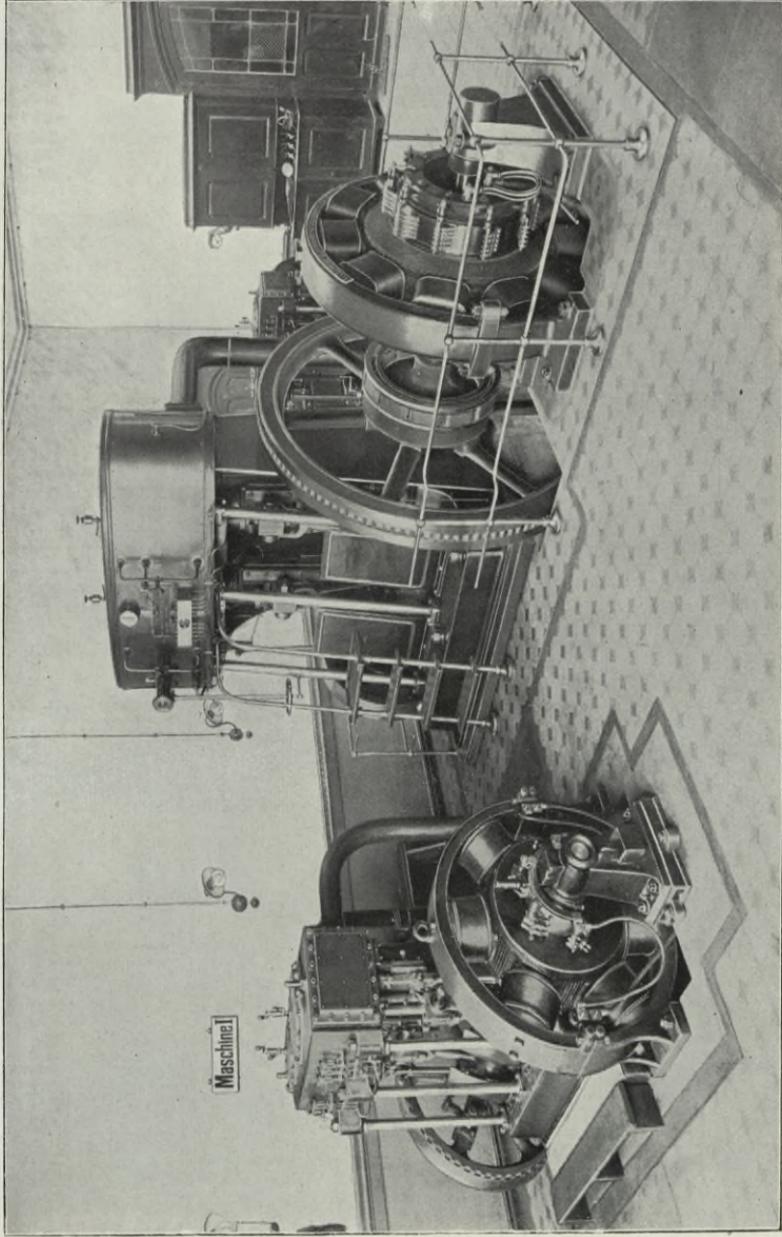
Das Innere der Ofenhalle.





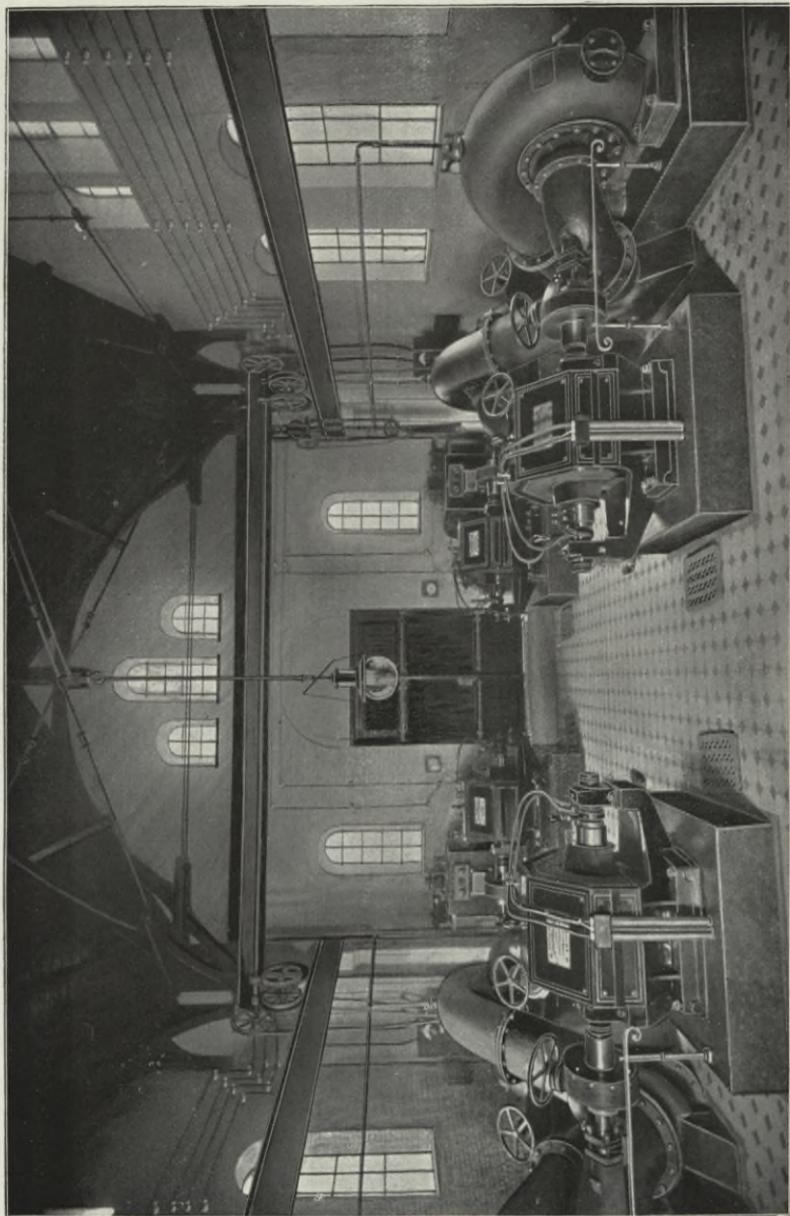
Die städtische Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

Maschinenhaus.



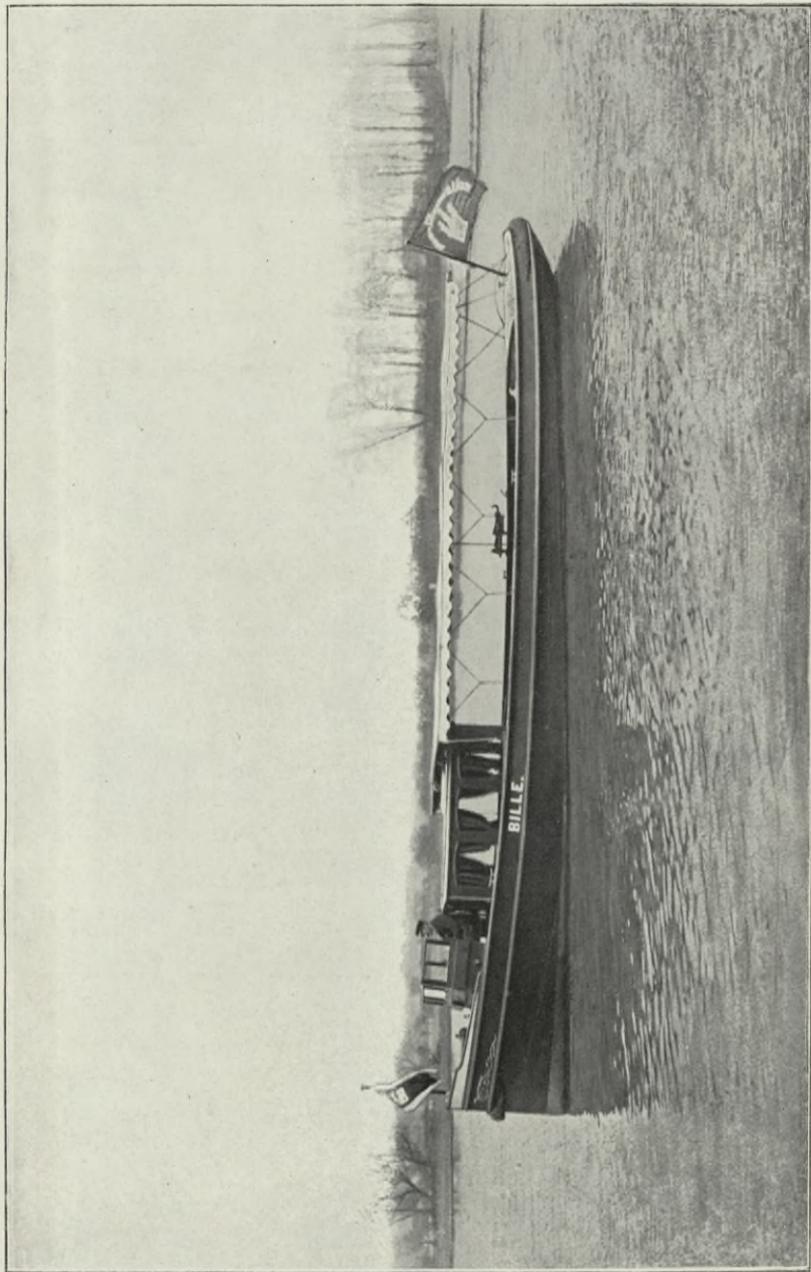


**Die städtische Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.**  
Sielpumpe am Anckelmannsplatz nach Einführung des elektr. Betriebes.





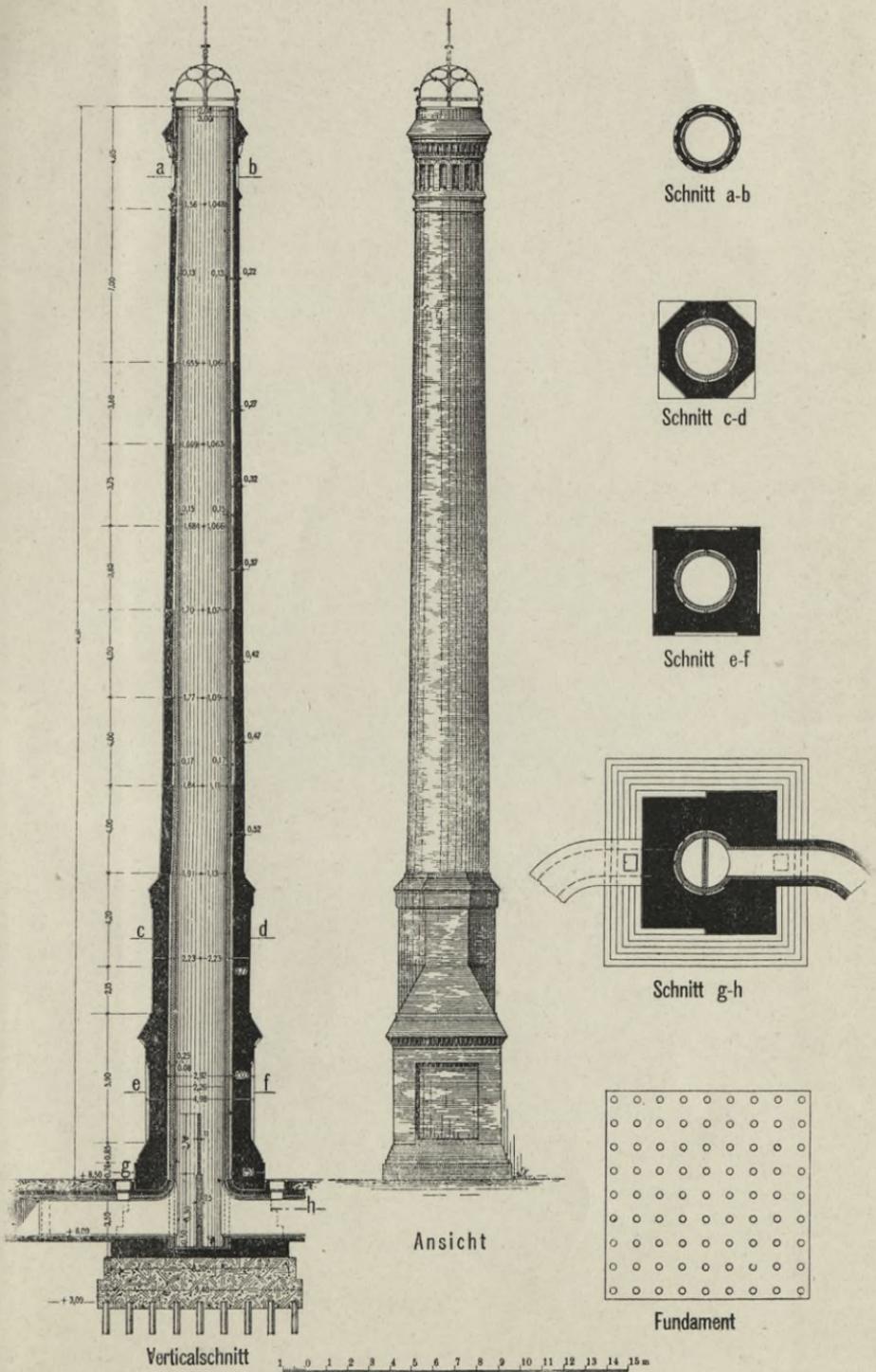
Die städtische Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.  
Elektrische Barkasse „Bille“.





# Die städtische Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

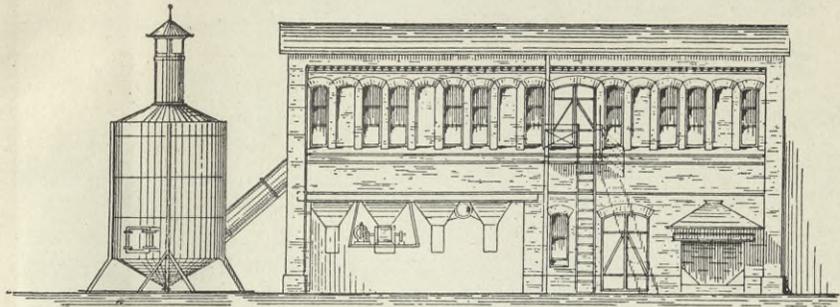
## Schornstein.



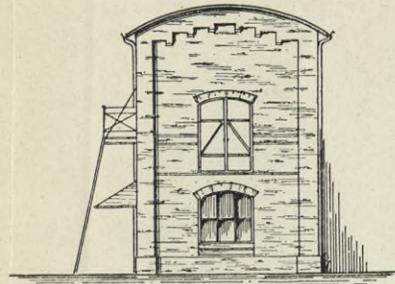


# Die städtische Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

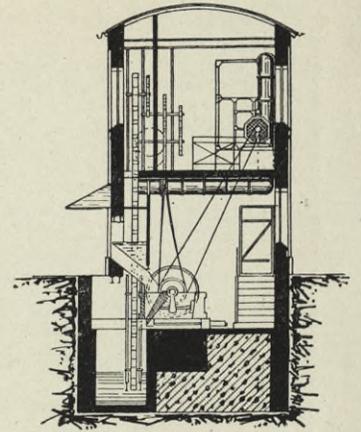
## Schlackenbrecher mit Siebwerk.



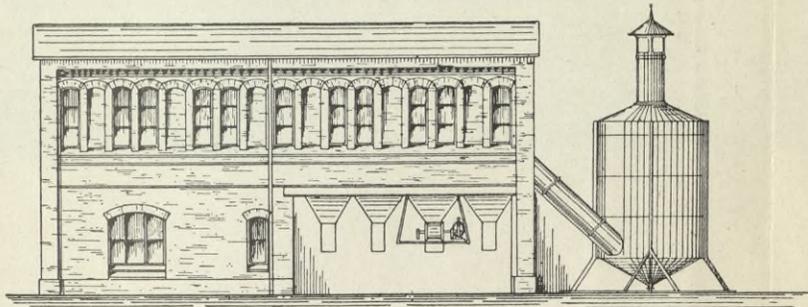
Vorderansicht.



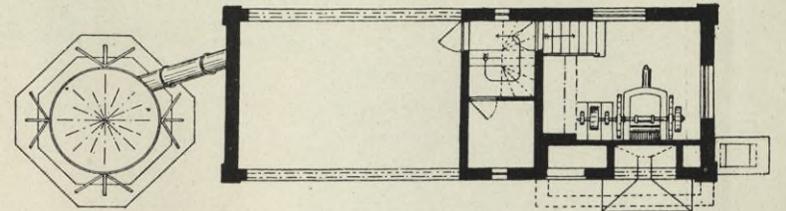
Seitenansicht.



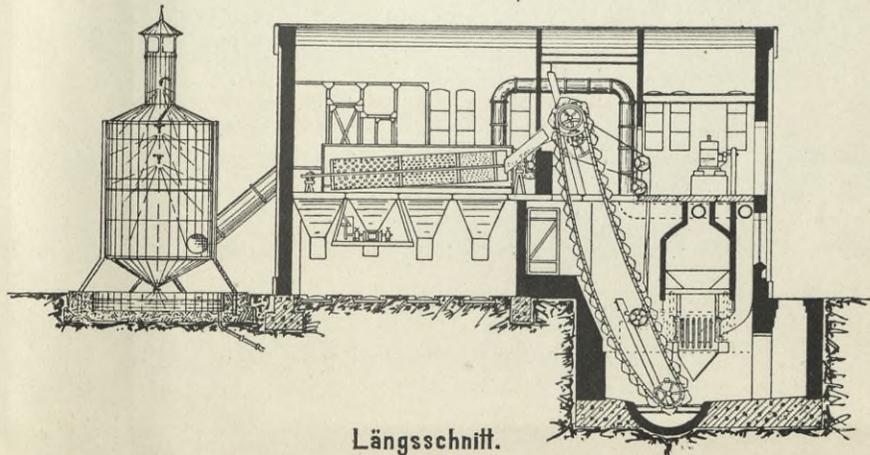
Querschnitt.



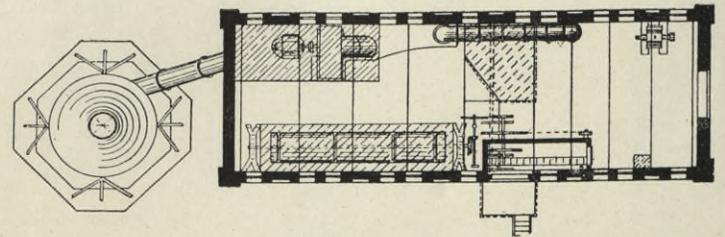
Hinteransicht.



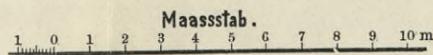
Grundriss des Untergeschosses.



Längsschnitt.



Grundriss des Obergeschosses.

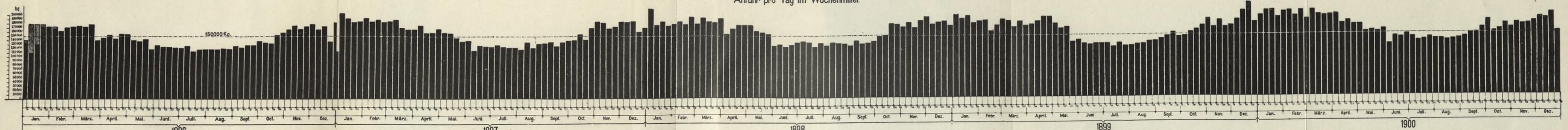




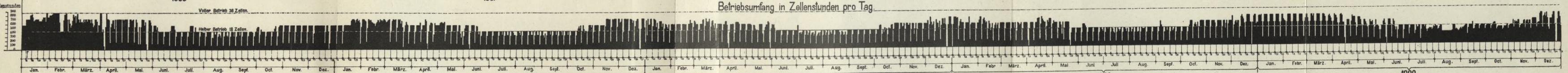
Die städtische Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

Graphische Aufzeichnung der Betriebsergebnisse von der Betriebseröffnung am 1 Januar 1896 bis 31. Dezember 1900.

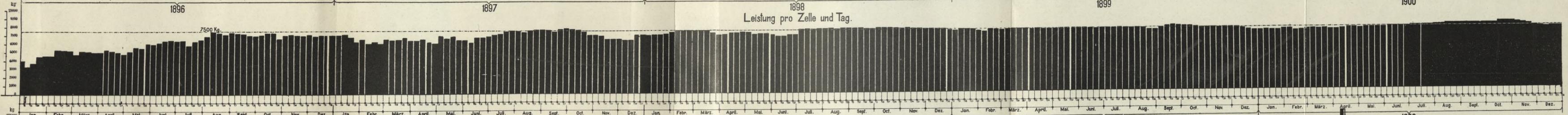
Anfuhr pro Tag im Wochenmittel.



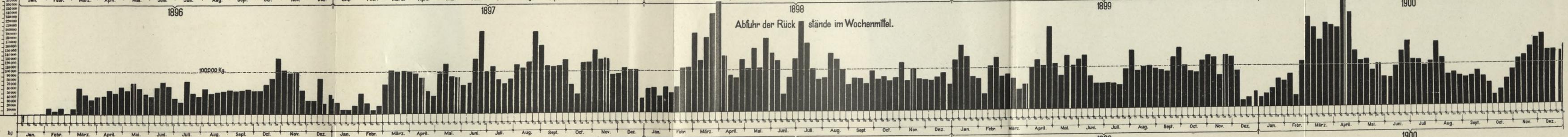
Betriebsumfang in Zellenstunden pro Tag.



Leistung pro Zelle und Tag.



Abfuhr der Rückstände im Wochenmittel.



Kohlenverbrauch pro Tag.



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



S. 61



WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

31206

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299989