

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298492

DIE STÄDTISCHE

VERBRENNUNGSANSTALT

VON

ABFALLSTOFFE

AN

BUHLERDEICH IN HAMBURG

VON

E. ANDREAS MEYER

M. 11698

MIT VIER TAFELN



VERLAG VON

LEIPZIGER VERLAGS-ANSTALT FÜR BUCH- UND KUNSTDRUCK

X
486

DIE STÄDTISCHE
VERBRENNUNGSANSTALT

FÜR

ABFALLSTOFFE

AM

BULLERDEICH IN HAMBURG

VON

F. ANDREAS MEYER

OBER-INGENIEUR DER BAU-DEPUTATION IN HAMBURG

F. Nr. 27648

MIT ZEHN TAFELN



BRAUNSCHWEIG

DRUCK UND VERLAG VON FRIEDRICH VIEWEG UND SOHN

1897

49.56.
43

Sonder-Abdruck

aus der

„Deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege“.

XXIX. Band. 3. Heft.

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

II 31782



Akc. Nr.

4172/50

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	5
Einleitung	6
Beschreibung der Anstalt	12
Baukosten	19
Betrieb der Anstalt	19
Rückstände der Verbrennung	25
Betriebskosten	28
Verzeichniss der Tafeln	30

V o r w o r t .

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 Bauwesens 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.

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 Strassenkehrrihts und des gleichfalls stadtheitig 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 Stadumfangs stets wachsenden Transportweiten und bei den wachsenden Anforderungen der Gesundheitspolizei in Bezug auf den Transport und die Unterbringung der Abfälle vor auszusehen, 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 Garbe¹⁾, auf das in England

¹⁾ Centralblatt der Bauverwaltung 1886, S. 427.

in Aufnahme gekommene Verbrennungsverfahren zur Beseitigung des Kehrichts öffentlich aufmerksam gemacht hatte, erschien im Jahre 1888 ein Aufsatz des Baumeisters und Privatdocenten Knauff über denselben Gegenstand¹⁾, 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 1889²⁾.

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.³⁾ weitere Kreise auf die englischen Verbrennungsanstalten aufmerksam gemacht und veröffentlichte im Jahre 1890⁴⁾ eine eingehende Beschreibung dieser Anlagen.

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 216000 Mk. auf ca. 423000 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 steigenden 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 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

1) Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen 1888, S. 219.

2) Deutsche Bauzeitung 1890, S. 249.

3) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, Bd. XXI, S. 225.

4) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieurvereins zu Hannover 1890, S. 159.

stiess auf zollamtliche Schwierigkeiten. Man fasste deshalb den Plan, für die Waarenabfälle einen besonderen Verbrennungsofen 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 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 ist¹⁾, 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 Kehricht 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 480 000 Mk. 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 Reisebericht²⁾, 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

¹⁾ Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, Bd. XXVII, Heft 1.

²⁾ Schlosky: Bericht an den Magistrat von Berlin über verschiedene Arten der Beseitigung von Hausabgangstoffen in grösseren Städten des In- und Auslandes. Berlin 1892.

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 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. Weyl¹⁾ und den 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 hatten²⁾, 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

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

²⁾ Bohm und Grohn: Ueber die Müllverbrennung in England. Berlin 1894.

Horsfallzellen von den Hamburger Horsfallzellen erheblich abweichend ausgefallen.

Bereits bei Beginn der Verhandlungen lag diesseits 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 $1\frac{1}{2}$ cbm Inhalt bestehen, mittelst einer Rampenstrasse 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 vermehrte 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 wurde 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 ist.

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 24 859 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 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 desshalb nach kurzer Betriebsdauer wieder entfernt und die beiden Oefen entsprechen heute, abgesehen von der gut functionirenden und desshalb 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 desshalb 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 Schloten 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 Probetrieb 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 neuen Contracte für die nächsten fünf Jahre in folgender Weise abgeschlossen werden:

Die Transportunternehmer sind verpflichtet, den Hausunrath aus dem auf der Tafel 1 dargestellten 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 wird. Der Hausunrath aus dem übrigen Stadtgebiete darf 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 erhalten. Im Falle einer Betriebsstörung in der Verbrennungsanstalt sind 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.

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. Diese Abfälle werden der Verbrennungsanstalt auf dem Wasserwege in Schiffsfahrzeugen zugeführt.

In den 16 Monaten der ununterbrochenen Dauer des vollen Betriebes hat sich die neue Anstalt ihrer Aufgabe und allen an sie gestellten Anforderungen vollkommen gewachsen gezeigt.

Beschreibung der Anstalt.

Der für die Verbrennungsanstalt gewählte, auf dem Uebersichtsblatte Tafel 1 in seiner Belegenheit zur Stadt markirte und auf Tafel 2 in grösserem Maassstabe dargestellte Platz liegt unmittelbar an der Südostgrenze des für die Verbrennung disponirten Zufuhrgebietes und 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 gerade gegenüber eine grosse öffentliche Desinfectionsanstalt befindet; die Rückfront liegt an einem Nebenflusse der Elbe, an der schiffbaren Bille. Die Westseite wird von einem öffentlichen Flussbadeplatze begrenzt und neben der ganz freien Ostseite ist ein Eisenbahndamm in Aussicht genommen. Dieser günstigen Lage des Platzes gegenüber musste der schlechte Baugrund, welcher zu der moorigen und niedrig in der Eindeichung belegenen Hammerbrooker Elbmarsch gehört und deshalb eine sehr tiefe und theure Fundirung der Gebäude, sowie eine hohe Aufschüttung des Platzes bedingt, mit in den Kauf genommen werden.

Die Disposition der Anlage geht aus den Tafeln 2 und 3 hervor. An der Strasse liegt das Verwaltungsgebäude (s. Tafel 2), 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 Controlle der Unrathzufuhr wie der Schlackenabfuhr. Mitten auf dem Platze steht die Ofenhalle mit dem Maschinen- und Kesselhause, vor demselben in der Längsachse des Platzes der Schornstein, und längs der östlichen Platzgrenze die Schlackenbrechanlage mit dem Siebwerke.

Die Landanfuhr des Unrathes geschieht in besonders construirten, völlig wasserdichten, eisernen Wagen (s. Tafel 4), 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 5 und 6 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 Hauptlängstracuten 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 Laufkrahnen, 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 verfährt. 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 Wangengestell 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 Schlote 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 Hauptrauchcanale 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 Dampfdüse 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 erhebt¹⁾, hat den doppelten Zweck, einerseits die Luft etwas vorzuwärmen und andererseits die das Feuer begrenzende und desshalb der Zerstörung ausgesetzte Platte zu kühlen. Nach den diesseitigen Erfahrungen bewirkt die Luftcirculation hinter diesen Platten thatsächlich eine längere Haltbarkeit derselben, bringt dafür aber den Uebelstand mit sich, dass bei einer durchgebrannten Platte die Luft sogleich unter Umgehung des Rostes entweicht und damit das Feuer schädigt, während bei einer mit Chamotte-material hintermauerten Platte ein Loch noch nicht schadet, so dass die Platte länger im defecten Zustande gebraucht werden kann. Ein definitives Urtheil, ob sich die Anordnung der Gebläsekammern auf die Dauer empfiehlt, kann aus den diesseitigen Erfahrungen noch nicht abgeleitet werden. Vielleicht würde sich der Versuch lohnen, für diese Platten eine Wasserkühlung einzurichten.

Als Hauptvorthheil 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.

Es wird auf dieses Thema bei Besprechung der Betriebsresultate zurückzukommen sein, welche bei Dampfstrahlenwendung so ungünstig blieben, dass schon bald nach Eröffnung des Betriebes eine Emancipation

¹⁾ Deutsches Reichspatent, Nr. 85037.

von Dampfstrahlgebläsen unumgänglich erforderlich wurde, um nicht den Erfolg der ganzen Anlage in Frage zu stellen. Dies war thunlich durch die in der Einleitung mitgetheilte, für alle Eventualitäten diesseits 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 in derselben Achse gekuppelt sind. Jeder Ventilator bedient 18 Zellen und verbraucht etwa 16 Pferdekräfte. Die Luft wird in den Arbeitsgängen durch die unmittelbar über den Schlacken-thüren der Oefen befindlichen Trichter, welche an eine gemeinsame Saugeleitung anschliessen, 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 in die unter den Oefen vorhandenen, bei der ursprünglichen Anordnung der Versuchszellen als Rauchcanal dienenden und später zur Unterbringung der Dampfstrahlgebläse benutzten Gewölberäume und von hier durch die Gebläsekammern in den Aschenfall. Da sich durch die Beobachtung eines bedeutenden Spannungsabfalles der Luft zwischen dem Gewölberaume und dem Aschenfalle ergab, dass die Trompetenrohre der Dampfstrahlgebläse einen zu engen Querschnitt hatten, wurde später noch eine dritte, direct in den Aschenfall führende Luftöffnung angebracht. Alle drei Oeffnungen können gemeinsam von dem Ofenarbeiter abgeschlossen werden. Bei der Neuprojectirung einer Verbrennungsanstalt würde sich diese, durch die spätere Umgestaltung herbeigeführte Anordnung, bei welcher man bemüht war, die Dampfgebläse für eventuelle Fälle möglichst intact zu erhalten, bedeutend vereinfachen lassen.

Die Ventilatoren haben jetzt ein ganzes Jahr ununterbrochen zur vollständigen Zufriedenheit gewirkt, so dass keine Veranlassung vorlag, die Dampfstrahlgebläse, welche auch im Betriebe durch Verstopfungen an den Düsen Störungen herbeiführten, wieder in Betrieb zu setzen. Das durch den Schornsteinzug in den Zellen gewöhnlich erzielte Vacuum beträgt circa 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. Vorläufig sind zwei Kessel, einer in jedem Kesselhause, angelegt, doch ist der Platz für je einen ferneren Kessel 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 (für den Gebläse-, Laufkrahnen- und sonstigen motorischen Beleuchtungs-Betrieb) erforderlich ist. An der Mündung der beiden Rauchcanäle in dem auf Tafel 7 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 beiden im Maschinenhause stehenden Dampfmaschinen von je 40 HP, welche die elektrische Energie zum Betriebe der beiden elektrischen Krähne, der beiden Ventilatoren, der Schlackenbrechanlage mit Siebwerk und der Beleuchtung der Anstalt — 14 Bogenlampen à 8 Ampère, und 62 Glühlampen à 25 Kerzen — erzeugen. Auch ist eine Ladestation für Accumulatorenlampen des Sielbetriebes eingerichtet. Für den Tagdienst genügt die Leistung einer Dynamomaschine, während der Nacht müssen beide in Betrieb gehalten werden. Trotzdem ist ein grosser Wärmeüberschuss vorhanden; — es wird nach Schätzung möglich sein, noch etwa 100 HP für fremde Zwecke abzugeben.

Die aus den Oefen geräumten Schlacken werden mittelst der Kippwagen zunächst unter die ausserhalb der Ofenhalle stehenden Kühlapparate, und von dort, durch Wasserbrausen nothdürftig 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 Trichtern in untergestellten Kippwagen aufgefangen. Nicht genügend gebrochene Theile, sowie Metalltheile etc. werden am Ende der Trommel ausgeworfen und mit der Hand sortirt. Die ungenügend gebrochenen Schlackentheile werden wiederholt in den Schlackenbrecher geworfen, während die Metalltheile zum Verkauf kommen. Die gebrochene Schlacke wird für Wegebauzwecke, sowie zur Betonbereitung abgegeben und schon vielfach benutzt.

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 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. Eine Vertheilung neuer Verbrennungsanstalten in den verschiedenen Stadtbezirken wird sich mehr empfehlen.

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 Trä-

gern, welche, soweit die Oefen 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 8 dargestellt sind, wurden im Auftrage der Horsfall Co. von dem Civilingenieur M. Hempel in Berlin unter Zuziehung Hamburger Handwerksmeister ausgeführt. In die Zeichnung der Zellen sind die Dampföfen der Strahlgebläse, welche für den nachträglich angebrachten Verschluss der Luftöffnungen beim Ventilatorbetriebe im Wege waren und desshalb abgenommen wurden, nicht eingetragen.

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 Schacht wurden radiale Formsteine verwandt. Im Inneren wurde der Schornstein mit einer Chamotteauskleidung versehen, welche von dem Mantel durch eine Luftschicht isolirt ist.

Die einfachen Rauchröhrenkessel sind von der Gewerkschaft Orange in Gelsenkirchen geliefert. An denselben wurde später, 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 Laufkrananlage, mit Ausnahme der erst später zur Ausführung gekommenen Ventilatoren, sowie der Schlackenbrechanlage, wurde der Union, Electricitätsgesellschaft in Berlin, übertragen. Die Laufkräne, 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 Laufkräne, mit Ausschluss der elektrischen Theile, herangezogen wurde.

Die beiden Dampfmaschinen sind aufrechtstehende Zweifach-Verbundmaschinen, sogenannte Torpedobootmaschinen, mit Schwungradregulator von 300 Touren pro Minute. Sie wurden von der Schiff- und Maschinenbau-Aktiengesellschaft Germania in Berlin-Tegel gebaut.

Die Anker der Dynamomaschinen sind direct auf den Kurbelwellen der Dampfmaschinen befestigt. Die elektrische Anlage ist nach dem Gleichstromprincip mit einer Spannung von 110 V. ausgebildet. Die Ventilatoren sind von G. Schiele in Bockenheim bei Frankfurt a. M. geliefert und mittelst Lederkuppelungen mit den von den Deutschen Electricitätswerken zu Aachen — Garbe, Lahmeyer u. Co. — bezogenen Elektromotoren verbunden.

Die auf Tafel 9 im Detail dargestellte Schlackenbrechanlage wurde in der Hauptsache von Fr. Krupp's Grusonwerk geliefert. Der Staub derselben

wird mittelst eines Ventilators einem grossen eisernen Behälter zugeführt und in demselben mit Hilfe feiner Wasserstrahlen niedergeschlagen.

Um die architektonische Ausbildung der Anstalt hat sich der Baumeister des Ingenieurwesens Caspersohn verdient gemacht, während der Baumeister Siegler die Bearbeitung der Detailconstructions ausgeführt und die Bauaufsicht am Platze geleitet hat.

Baukosten.

Die Herstellungskosten der Anstalt 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 Laufkrananlage 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. Abfuhrwagen	30 000
14. Verschiedenes, wie Aptirung, Einfriedigung und Befestigung des Platzes, Gartenanlagen, Dampf-, Wasser- und Sielleitungen, Badeeinrichtung, Mobiliar, Geräte und Apparate, kleine Ver- besserungen, Bauaufsicht etc.	46 000
Zusammen	480 000

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 Abfuhrübernehmer, welcher mit neuem Personal, neuen Pferden und Geschirren am 1. Januar 1896 seine fünfjährige Contractperiode angetreten hatte. Die Anstalt war deshalb zunächst nicht im Stande, der gestellten Aufgabe völlig gerecht zu werden, so dass ein Theil des zur Verbrennung bestimmten Unraths anderweitig beseitigt werden musste.

Auf der Tafel 10 sind die Betriebsresultate der Anstalt in der Zeit von der Betriebseröffnung am 1. Januar 1896 bis Ende März 1897 graphisch dargestellt. Die erste Auftragung zeigt die tägliche Anfuhr zur Anstalt nach dem Wochenmittel ausgeglichen. Die schraffirt angedeutete Fläche zeigt diejenige Unrathmenge, welche nicht verbrannt werden konnte. Aber

schon nach 14 Tagen wurde es mit Zuhilfenahme 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-Compagnie 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 Auftragung auf Tafel 10 sind die täglich verbrannten Kohlenmengen dargestellt, wobei jedoch ausdrücklich betont wird, dass zur Verbrennung des Unraths 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 unnöthig geworden, sondern ein grosser Ueberschuss an Heizgasen erzielt, welche heute noch ungenutzt durch den Schornstein entweichen. Nur nach Betriebspausen sind kleine Kohlenmengen erforderlich, um den ersten Dampf für die maschinelle Wiedereingangsetzung der Anstalt zu entwickeln. Auch der anfänglich nothwendige Sonntagsbetrieb konnte bald wieder eingestellt werden, da es der grösser gewordenen Geschicklichkeit der Arbeiter gelungen ist, die Feuer 24 Stunden ohne Bedienung in Gluth zu halten, so dass die Arbeit vom Sonntagmorgen 6 Uhr bis Montagmorgen 6 Uhr eingestellt werden kann. Während dieser Pause werden alle Oefen dicht geschlossen gehalten und der Schornsteinzug auf ein Minimum reducirt. Die Kessel halten noch Dampf bis zur Hebung und Entleerung der letzten, gegen 9 Uhr am Sonntagmorgen in der Anstalt eintreffenden Wagen und bleiben auch noch bis zum Montagmorgen so heiss, dass eine Kohlenmenge von 200 bis 500 kg ausreicht, um wieder den zum Betriebe der Ventilatoren erforderlichen Dampf zu erzielen. Innerhalb einer Stunde nach Ingangsetzung der Ventilatoren sind die noch glimmenden Feuer wieder angefacht.

Im Anfang 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 10 sind die Zellenstunden, welche täglich von der Anstalt geleistet wurden, dargestellt. Wie ersichtlich, war während längerer Zeit die Verbrennung der anfallenden Unrathmenge mit der Hälfte der Zellen möglich und selbst bei der grössten Beanspruchung der Anstalt im letzten Winter wurde nur mit 30 Zellen gearbeitet.

Die durchschnittliche Leistung pro Zelle in 24 Stunden ist auf Tafel 10 in der dritten Curve dargestellt. Diese Leistung betrug im Anfang der Betriebszeit nur 4000 kg, stieg dann allmählich auf ca. 7500 kg und fiel während der Wintermonate in Folge des grösseren Aschengehaltes wieder auf ca. 6500 kg. In dem Betriebsjahre vom 1. April 1896 bis zum 31. März 1897 sind in der Anstalt 47 327 693 kg Unrath verbrannt und die Leistung pro Zelle in 24 Stunden ergibt sich im Jahresmittel zu 6406 kg. Dabei ist aber zu beachten, dass die Leistung pro Zelle in den ersten Monaten des Betriebsjahres ganz erheblich unter dieser Mittelleistung geblieben ist. Nach dem Ergebniss der letzten acht Monate ist eine mittlere Leistung von rt. 7000 kg anzunehmen. Bei vollem Betriebe mit allen 36 Zellen hätten in den in Frage kommenden 313 Arbeitstagen bei dieser Leistung 78 876 000 kg Unrath vernichtet werden können.

Auf Wunsch der Verwaltungen verschiedener Städte wurden in der Anstalt mit dem Hausunrath dieser Städte Versuche angestellt, deren Resultate in der nachstehenden Tabelle mit den Mittelwerthen 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.

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 Quantum 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 Unrath ergeben. Die Ursache dürfte darin liegen, dass in Magdeburg nicht allein vorherrschend eine minderwerthige Braunkohle verfeuert wird, welche viele taube Asche ergibt, sondern auch die Strassenreinigung noch den Anliegern obliegt, so dass der Unrath nicht nur aus Hausunrath bestand, sondern mit Strassenkehricht gemischt 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, war die Schwierigkeit gehoben. Im Grossen wurde die Verbrennung des

R e s u l

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 2. Versuch	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 19 410	1. Hausunrath 2. Hausunrath mit Strassenkehricht	8830 6920	} "
8.	1897 25. bis 26. März	Köln	28 866	Hausunrath	8247	"
Vergleichsweise Resultate im Mittelwerth der letzten Monate						
		Hamburg	—	Hausunrath	7000	Ventilator

t a t e

aus verschiedenen Städten Deutschlands.

Rückstände			B e m e r k u n g e n
Schlacke	Asche	Gesammt-Rückstände	
Proc.	Proc.	Proc.	
41·6	16·5	58·1	<p>Die Feuer mit Unrath 1 bis 5 brannten schlecht und in den Oefenrückständen 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> <p>Das Feuer der sechsten Probe brannte im Allgemeinen gut, zeitweilig wurde Rothgluth der Gewölbe erzeugt. Die Rückstände waren fest, ohne unverbrannte Theile.</p> <p>Das Feuer wurde in den vollständig kalten Oefen mit dem aus dem Unrath ausgesammelten Holz und Papier unter Zusatz von 100 kg Steinkohlen entzündet. 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> <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> <p>Desgleichen.</p>
39·9	8·5	48·4	
50·7	5·6	56·3	
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	
42·3	7·7	50·0	
36·5	7·8	44·3	
—	—	—	
47·27	11·23	58·5	
46·48	14·91	61·39	
39·18	10·77	49·95	
42·1	9·5	51·6	
48·2	11·3	59·5	

Strassenkehrichts aber nicht durchgeführt, weil der Abfuhrunternehmer laut Vertrag für den nach der Verbrennungsanstalt gelieferten Kehricht nur 50 Pfg. pro 1000 kg vergütet und die Verbrennung sich theurer stellt.

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. Im Monat Februar haben sich bei vollem Betriebe einer Anstaltshälfte folgende Werthe ergeben:

Höchste Temperatur	760° C.
Mittleres Tagesmaximum	664° C.
Mittlere Temperatur	580° C.
Mittleres Tagesminimum	517° C.
Niedrigste Temperatur	450° C.

Als Messapparat wurde ein 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:

Kohlenoxyd	0.03 Proc.
Kohlensäure	5.00 "
Sauerstoff	14.92 "
Stickstoff	80.05 "

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 0'2 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. Einige Klagen über Staubbelästigung der nebenliegenden offenen Flussbadeanstalt entstanden dadurch, dass wegen Betriebsstörungen am Schlackenbrecher die unverarbeiteten Schlacken frei auf dem Platze abgelagert wurden und ein starker Wind den beim Ablagern entstehenden Staub über die Grenzen des Platzes fortführte. 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.

Leider macht sich in der Anstalt trotz der bereits eingeführten sehr wirksamen Verbesserungen immer noch eine in der Natur des Materials begründete Staubbelästigung für die Arbeiter bemerkbar. Schutzmittel, wie Staubbrillen, Mundschwämme und Respiratoren aller Art, haben bis jetzt den Beifall der Arbeiter nicht gefunden.

Die Arbeiter tragen während der Arbeit besondere Arbeitskleider, welche alle acht Tage gewaschen werden, und werden angehalten, 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 $\frac{330}{830} = 0'40$ 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 sind zum kleineren Theil im unverarbeiteten Zustande zur Aufhöhung des Platzes der Verbrennungsanstalt und zur unentgeltlichen

Abgabe an Private verwendet, der grössere Theil wurde 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 staatliche 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 75 Pfg. resp. 1·20 Mk. pro 1000 kg berechnet, so dass das Schlackenmaterial frei Verwendungsstelle ca. 1·85 Mk. bis 2·25 Mk. pro Cubikmeter kostet. Die sämtlichen Rückstände finden Absatz, so dass in der Bauperiode des vorigen Jahres oft die Nachfrage nicht gedeckt werden konnte. In den Wintermonaten, wenn der Baubetrieb ruht, sammeln sich allerdings die Rückstände, doch war schon im März die Abnahme wieder grösser als die Production. Die gebrochene Schlacke findet vorherrschend zur Herstellung von Promenadenwegen in den Aussenstadtheilen 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 3·90 Mk. pro Cubikmeter bezahlt. Demnach stellt sich die Schlacke der Verbrennungsanstalt bei den vorhin genannten Preisen sehr vortheilhaft für die Käufer.

Das feine Korn kann fast überall dort Verwendung finden, wo man sonst den gewöhnlichen Grubensand benutzt, welcher in Hamburg 1·90 bis 2·70 Mk. pro Cubikmeter frei Baustelle kostet, also z. B. als Unterlage unter dem Strassenpflaster, als Streumaterial gegen Winterglätte etc. Das Mittelkorn wird auch für Betonirungen und Deckenfüllungen gebraucht, sowie zu Cementtrottoirplatten in genau demselben Mischungsverhältniss wie sonst bei Kieszusatz.

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.

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, weshalb diese Verwendungsart, welche grössere maschinelle Einrichtungen voraussetzt, vorläufig nicht weiter verfolgt ist.

Zur Entscheidung der Frage, ob die Rückstände etwa für den Landwirth 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 (Si O ₂)	11·7	12·0	15·5
Eisenoxyd (Fe ₂ O ₃)	7·4	7·8	9·8
Thonerde (Al ₂ O ₃)	2·6	4·6	2·9
Magnesia (Mg O)	0·7	1·2	0·8
Kalk (Ca O)	5·6	7·1	6·5
Phosphorsäure (P ₂ O ₅)	1·42	1·3	1·35
Schwefelsäure (S O ₃)	1·2	2·7	3·7
Natron (Na ₂ O)	2·0	2·8	3·6
Kali (K ₂ 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 Vortheil übrig. Ob sich vielleicht Versuche in den auf dem Wasserwege erreichbaren schwerbodigen Marschdistricten der Elbe lohnen würden, vermag der Verfasser nicht zu beurtheilen.

Die in den Rauchcanälen sich ansammelnde feine Flugasche hat als Dungstoff, mehr aber zur Herstellung von Kunststeinen, sowie als Füllmaterial zwischen den Doppelwänden von Geldschranken und als Zusatz bei der Herstellung von Asphaltmastix Abnahme gefunden.

Die in der Anstalt gewonnenen alten Metalltheile werden mit Einschluss der emaillirten Eisentheile zum durchschnittlichen Preise von 7·50 Mk. pro 1000 kg an einen Händler verkauft. Die alten emaillirten Gegenstände sind nicht absatzfähig, nur bei Frostwetter im Winter kann die Emaille von dem Eisen entfernt und dieses dadurch gebrauchsfähig gemacht werden. In Jahresfrist sind ca. 190 000 kg Metall abgesetzt worden.

Betriebskosten.

Die Frage nach den Betriebskosten der Anstalt ist besonders häufig an die hiesige Verwaltung gestellt worden und soll deshalb so gründlich, wie es nach der kurzen Betriebszeit der Anstalt möglich ist, beantwortet werden.

Rechnet man 4 Proc. für die Verzinsung und Amortisation der Bau- summe von 480 000 Mk., so ergibt dies jährlich 19 200 Mk. Die 36 zellige Anlage würde bei 7000 kg Leistung pro Tag und Zelle während eines Jahres von 313 Arbeitstagen 78 876 000 kg Unrath vernichten können, mithin würden auf 1000 kg Unrath 24·3 Pfg. entfallen.

Ueber die Unterhaltungskosten kann bei der Neuheit der Anstalt zur Zeit ein sicheres Urtheil nicht abgegeben werden. Bis jetzt beschränkten sich die Reparaturen hauptsächlich auf die gelegentliche Auswechselung einiger zerbrochener Roststäbe an den Oefen und die Erneuerung der neben den Roststäben an der Wand der Oefen liegenden Gusseisenplatten. Es ist aber wohl sicher anzunehmen, dass die Reparaturkosten 16 000 Mk. pro Jahr oder 20·3 Pfg. pro 1000 kg Unrath nicht übersteigen werden.

An kleinen Materialien, als Schmier- und Putzmaterial, Kohlen, Beleuchtungsmaterial etc., kann man bei vollem Betriebe ca. 4000 Mk. pro Jahr oder 5·1 Pfg. pro 1000 kg Unrath annehmen.

Die jährlichen Gehalte und Löhne für den Betrieb der Gesamtanstalt sind wie folgt anzunehmen:

A. Gehalte.

Verwalter	Mk. 2400—
Nachtaufseher	„ 1900—
2 Maschinisten	„ 3400—
	<hr/>
	Mk. 7700—

B. Löhne (313 Tage).

	Transport . . .	Mk. 7700.—	
3 Vorarbeiter	pro Tag	Mk. 4·20 =	Mk. 3943·80
36 Ofenarbeiter	" " "	3·80 =	" 42818·40
18 Stopfer	" " "	3·60 =	" 20282·40
2 Heizer	" " "	3·60 =	" 2253·60
1 Krahnführer	" " "	4.— =	" 1252.—
15 Arbeiter zur Verarbeit-			
tung der Rückstände	" " "	3·60 =	" 16902.—
3 Platzarbeiter	" " "	3·30 =	" 3098·70
2 Wächter	" " "	2·50 =	" 1565.—
	Zusammen	Mk. 99815·90	

oder Mk. 1·265 pro 1000 kg Unrath.

Die Gesamtkosten, berechnet für 1000 kg Unrath, betragen hiernach:

Verzinsung und Amortisation der Anstalt	Mk. 0·243
Unterhaltung der Anstalt	" 0·203
Kleine Materialien	" 0·051
Gehalte und Löhne.	" 1·265
Zusammen	Mk. 1·762

Von den Verbrennungskosten muss nun der Erlös aus den Rückständen excl. der Fuhrlohne in Abzug gebracht werden:

78876 000 kg Unrath à 60 Proc.

Rückstand ergeben einen Erlös von:

47 325 600 kg	pro 1000 kg	Mk. 1·30 =	Mk. 61 523
hierzu 320 000 kg altes Metall	" 1000 kg "	7·50 =	" 2 400
hierzu: Werth der überschüssigen Wärme als Steinkohle			
100 HP 313 Tage pro HP und Stunde nur mit			
1 kg berechnet ergibt:			
751 000 kg Steinkohlen . . . à 1000 kg	Mk. 12.— =	Mk. 9 012	
Zusammen für 78 876 000 kg Unrath	Mk. 72 935		

oder pro 1000 kg Unrath Mk. 0·925.

Unter Gegenrechnung der Einnahmen würden demnach die Unkosten der Verbrennung von 1000 kg Unrath 1·762—0·925 = **0·837** Mk. betragen.

Da die Anstalt bis jetzt nicht vollständig ausgenutzt wird und die allgemeinen Verwaltungskosten sich bei theilweiser Ausnutzung nicht wohl verringern lassen, und da ferner bis jetzt eine Verwerthung der überschüssigen Wärme, welche bei der vorstehenden Berechnung als Einnahme in Ansatz gebracht ist, nicht stattfindet, so stellten sich die Kosten der Verbrennung pro 1000 kg Unrath im verflossenen Betriebsjahre factisch auf 1·441 Mk. einschliesslich und auf 1·035 Mk. ausschliesslich der Amortisation und Verzinsung der Baukosten.

Diesen Unkosten stehen die Ersparnisse an Fuhrkosten des Unraths in Folge der verringerten Transportweiten gegenüber, welche sich wie folgt ergeben:

Der Abfuhrübernehmer pflegte bei der früheren Abfuhr mit einem Gespann pro Tagewerk zwei Fuhren nach dem Landgebiete zu fördern. Da man für ein Gespann (zwei Pferde mit Kutscher) in Hamburg incl. Ueber-

nehmergewinn pro Tag 12 Mk. rechnen muss, so kostete früher jede Fuhre 6 Mk. Bei der jetzigen Zufuhr nach der Verbrennungsanstalt sind dem Uebernehmer drei Fuhren pro Gespann innerhalb der täglichen Arbeitszeit vorgeschrieben. Während die Leute des Uebernehmers anfänglich die dritte Fuhre nur schwer fertig bringen konnten, machen dieselben jetzt sogar oft vier Fuhren. Rechnet man nur drei Fuhren, so kostet jede Fuhre jetzt 4 Mk. gegen früher bezahlte 6 Mk. Da mit jeder Fuhre durchschnittlich ca. 2000 kg gefördert werden, macht diese Ersparung pro 1000 kg Unrath 1 **Mk.** aus.

Nach dem Vorstehenden entspricht die Hamburger Anstalt in allen Theilen den gehegten Erwartungen. Der gewünschte hygienische Zweck ist erreicht, ohne eine wesentliche Vermehrung der Ausgaben herbeizuführen. Bei Ausnutzung sämtlicher Zellen und vollständiger Verwerthung der Wärme würde sich sogar im Verhältniss zu den früheren Abfuhrkosten ein kleiner Gewinn ergeben.

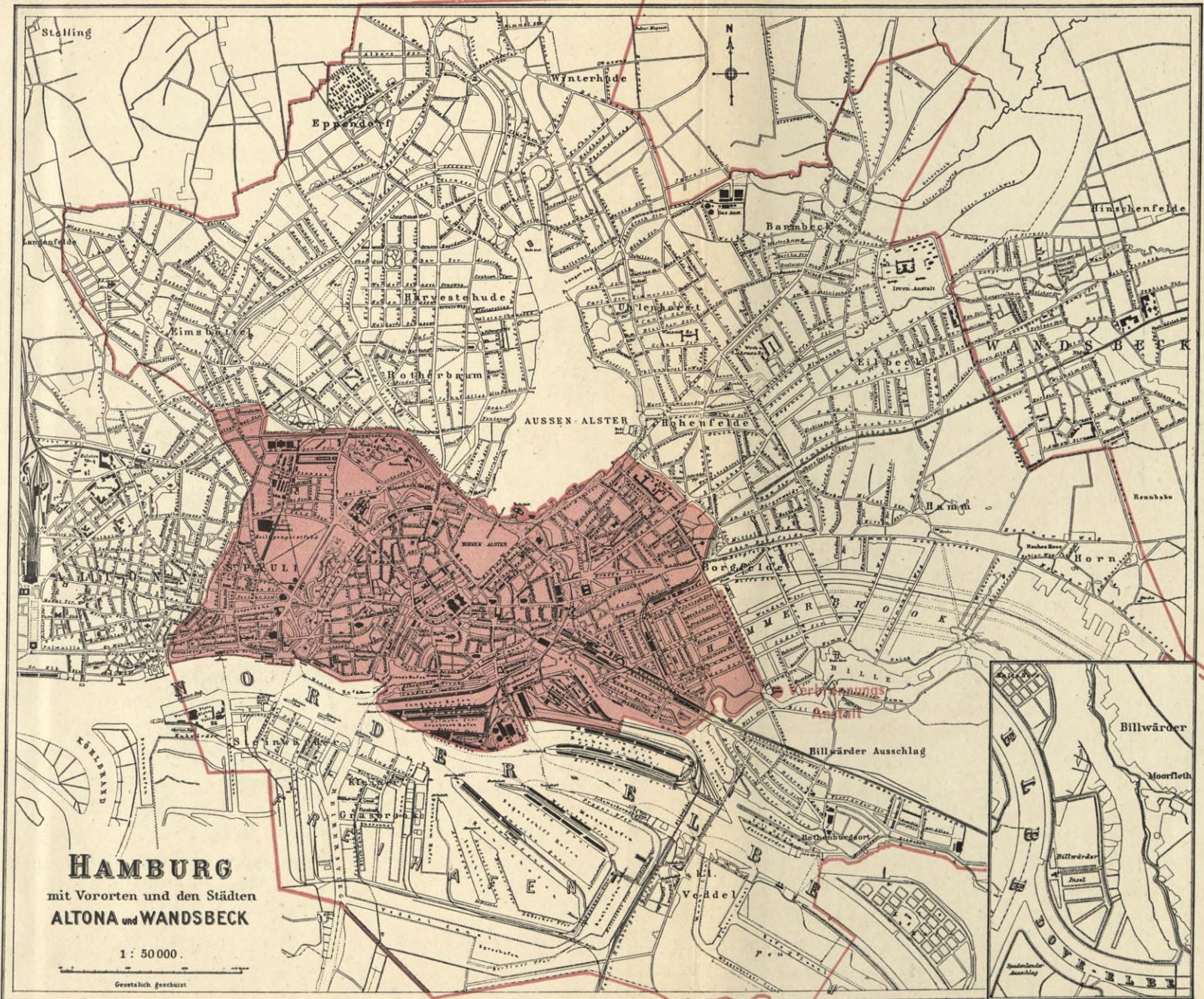
Verzeichniss der Tafeln.

1. Topographischer Uebersichtsplan von Hamburg
2. Situationsplan der Anstalt.
3. Aeusseres Bild der Gesamtanlage.
4. Der Abfuhrwagen.
5. Die Ofenhalle.
6. Bild des Inneren der Ofenhalle.
7. Der Schornstein.
8. Construction der Oefen.
9. Die Schlackenverkleinerungsanlage.
10. Graphische Tabellen über den Betrieb.



Die Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

Lage der Anstalt und Gebiet, aus welchem der Hausmüll verbrannt wird.



Nach einer Lithographie von A. Hensel in Hamburg.

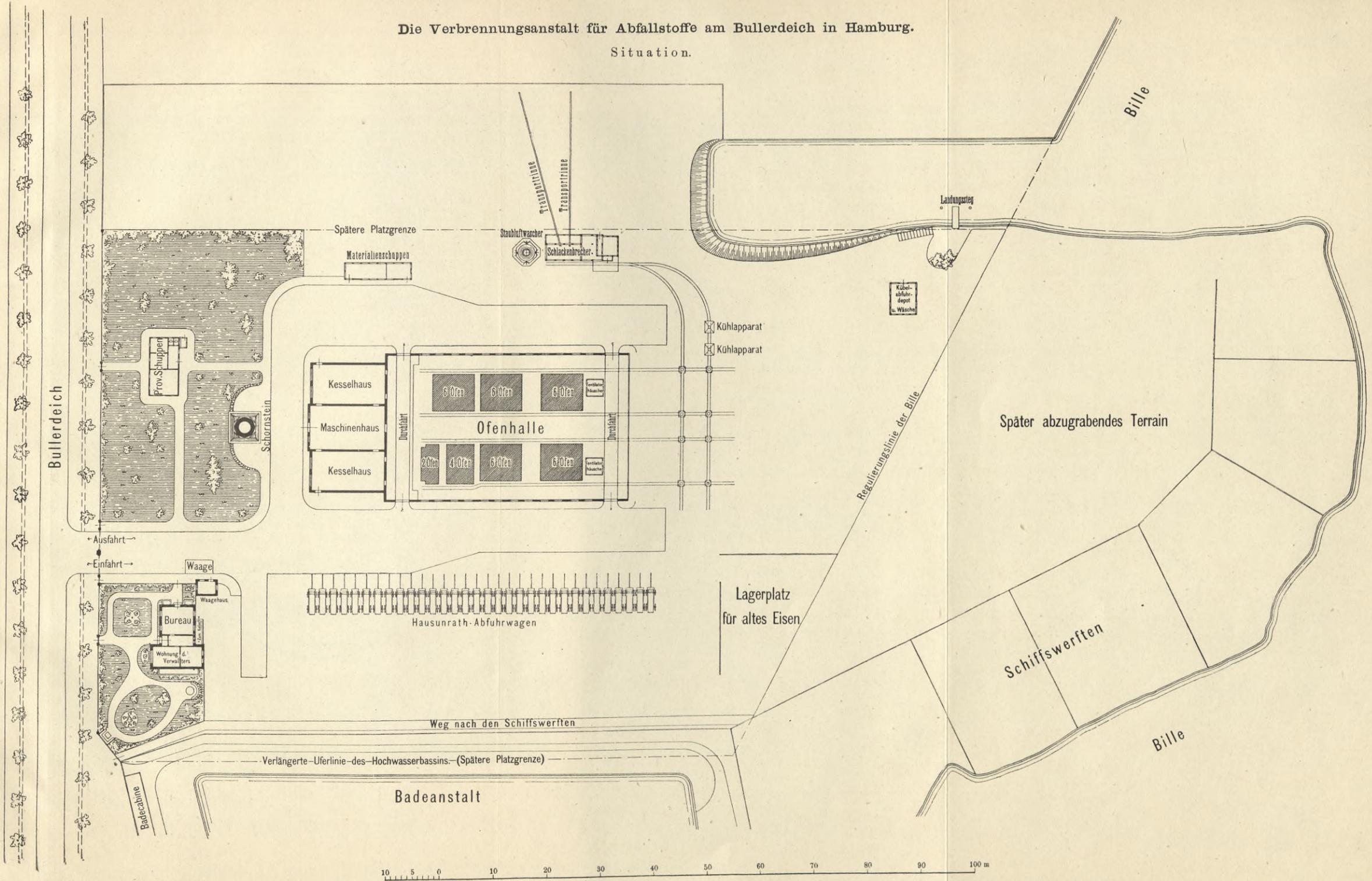
Friedr. Vieweg u. Sohn, Braunschweig.

— Gesamt-Abfuhrgebiet.

■ Abfuhrgebiet der Verbrennungsanstalt.



Die Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.
Situation.



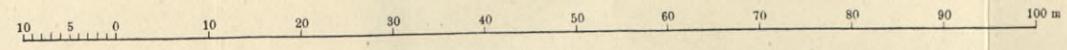
Bullerdeich

Bille

Später abzugrabendes Terrain

Schiffswerften

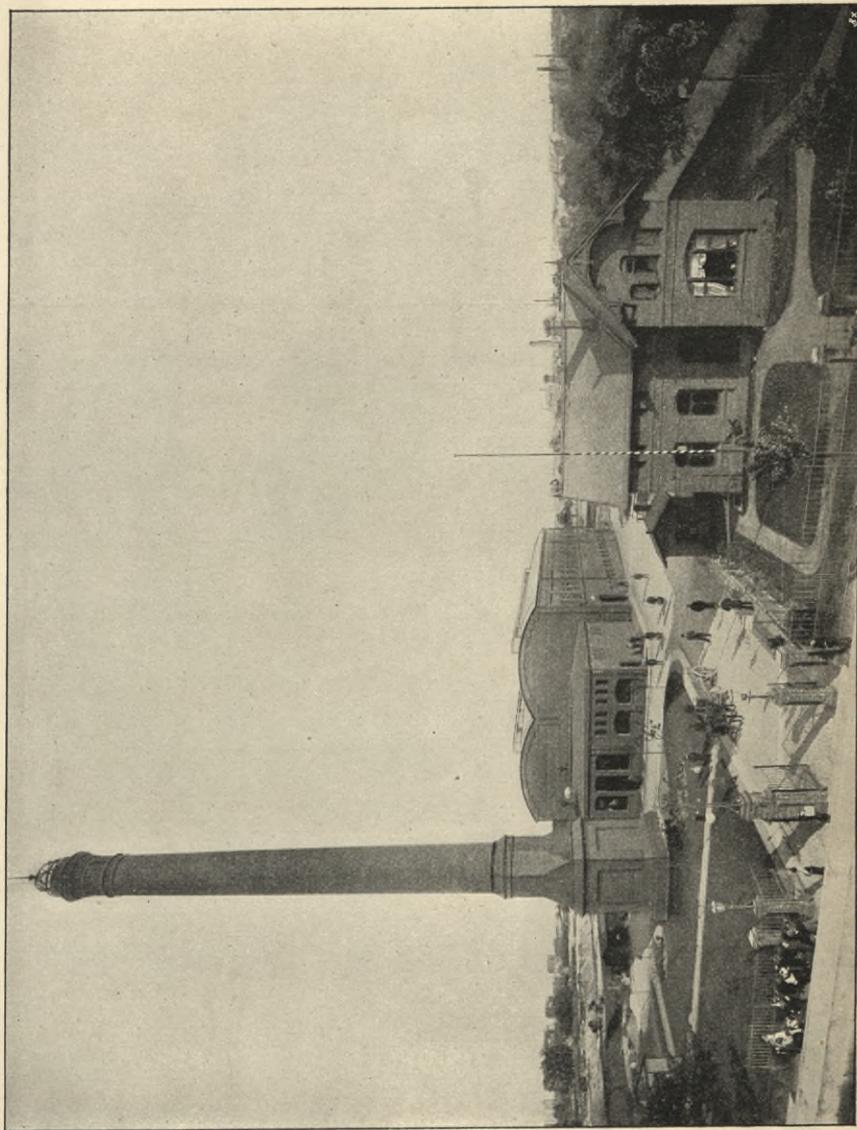
Bille





Die Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

Gesamtanlage.





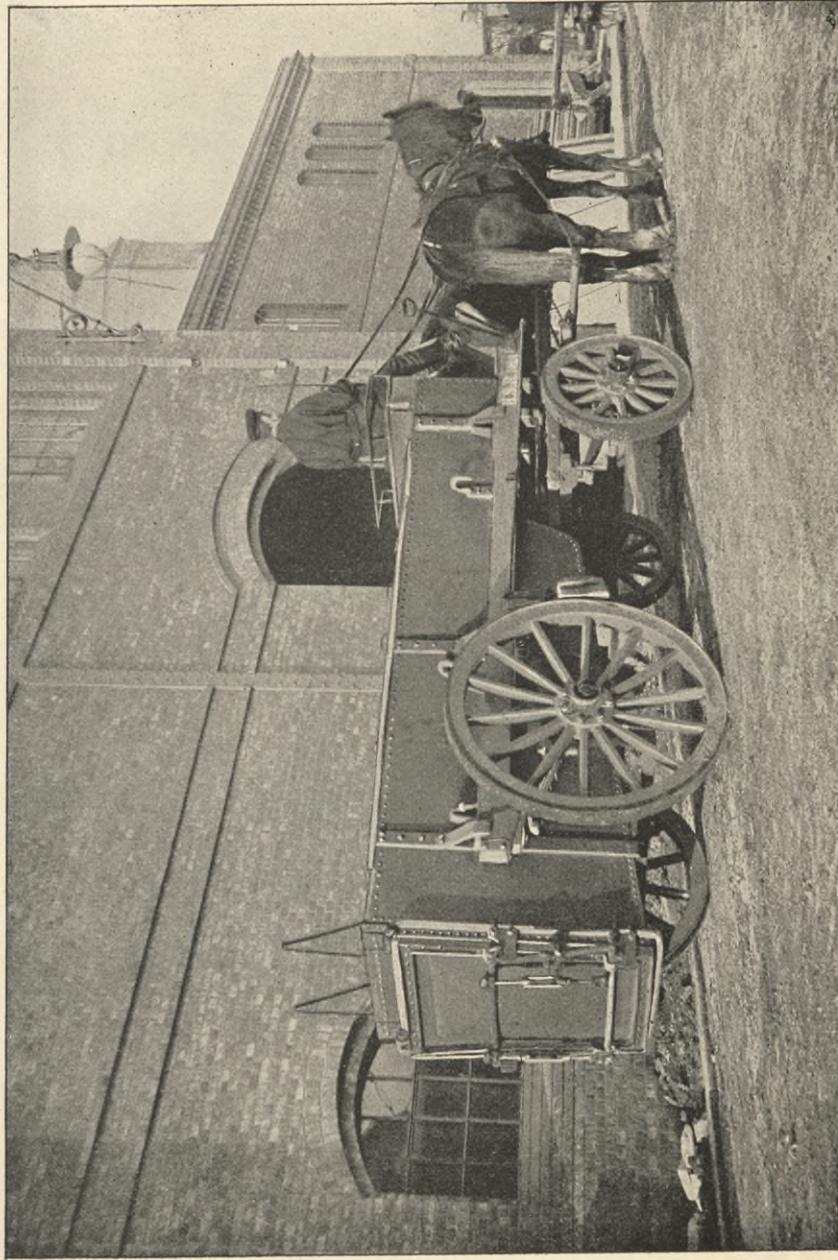
BIBLIOTEKA

KRAKÓW

*
Politechniczna

Die Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

Der Abfuhrwagen.



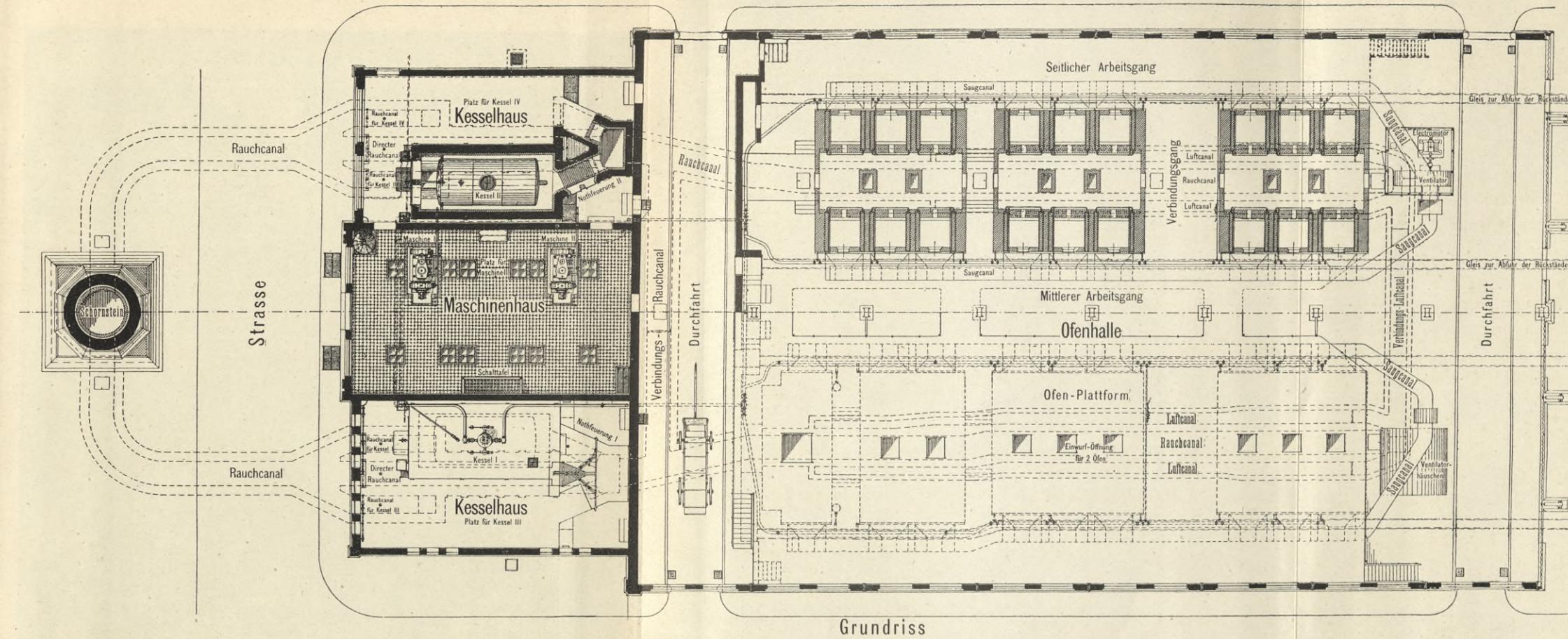


BIBLIOTEKA

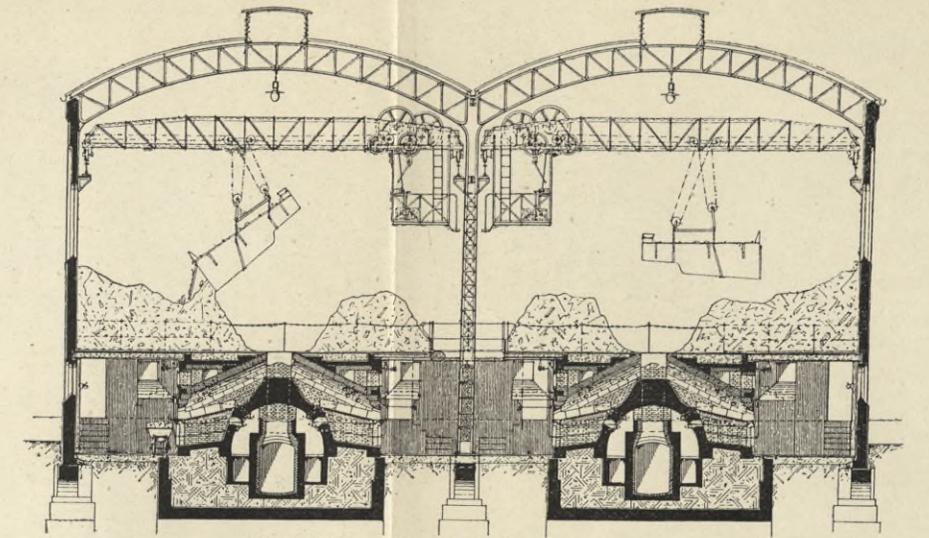
KRAKÓW

*
Politechniczna

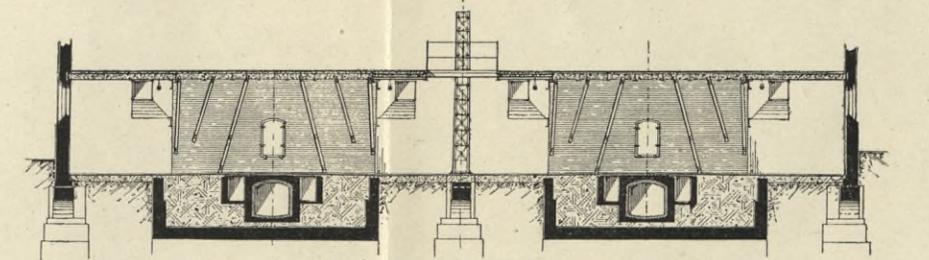
Die Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.
Ofenhalle, Maschinenhaus und Kesselhaus.



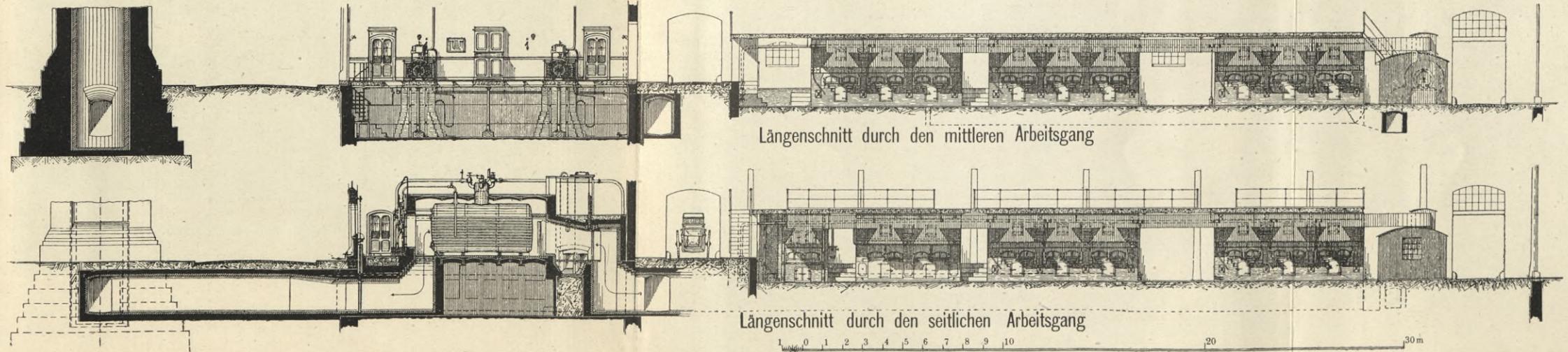
Grundriss



Querschnitt durch die Ofenmitten

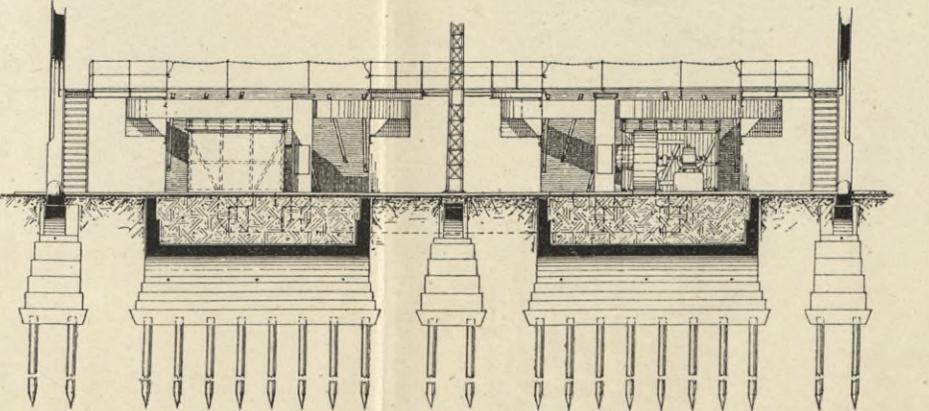


Querschnitt durch den Verbindungsgang



Längenschnitt durch den mittleren Arbeitsgang

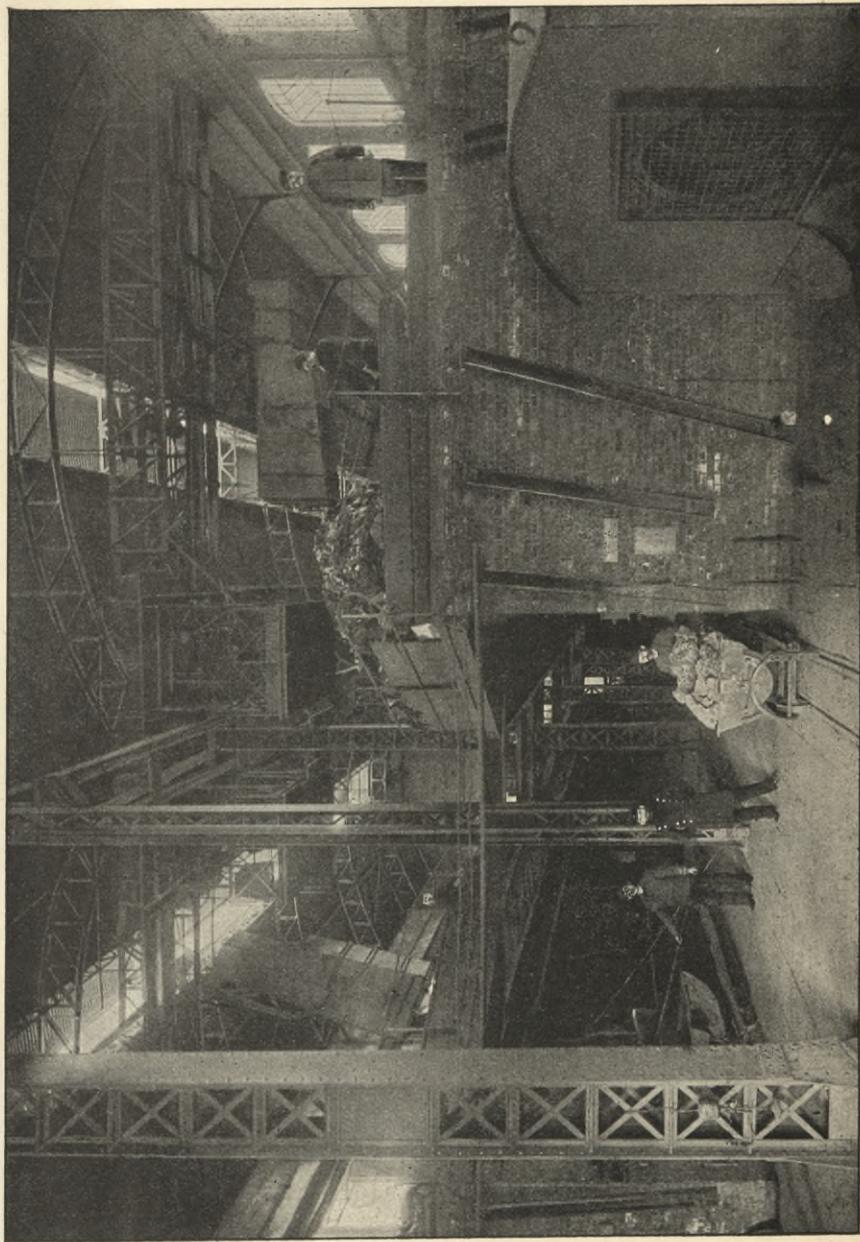
Längenschnitt durch den seitlichen Arbeitsgang



Querschnitt durch die hintere Durchfahrt

Die Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

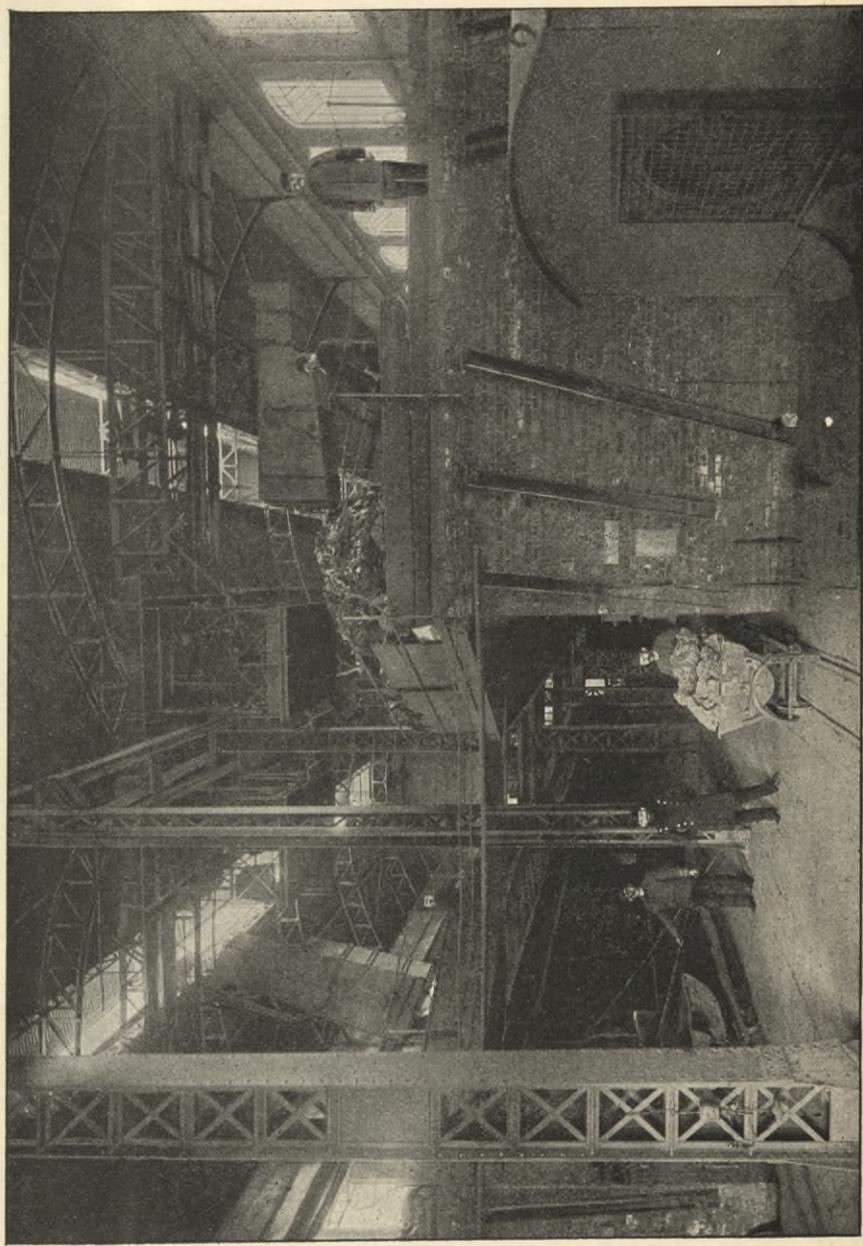
Das Innere der Ofenhalle.





Die Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

Das Innere der Ofenhalle.





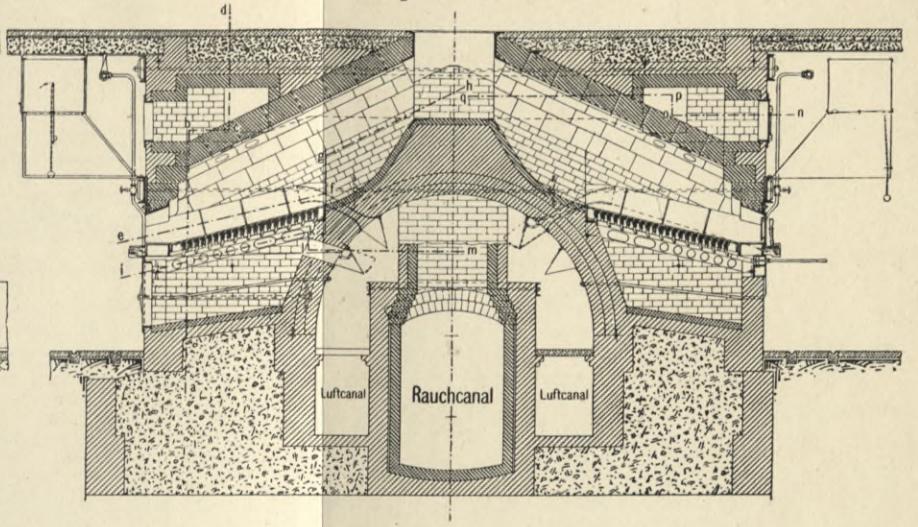
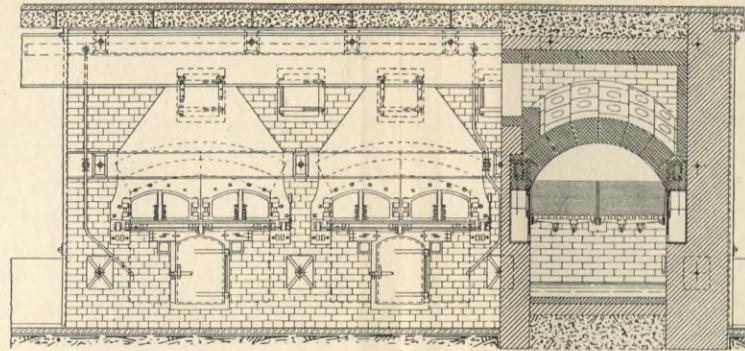
Die Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

Gruppe von 6 Verbrennungszellen.

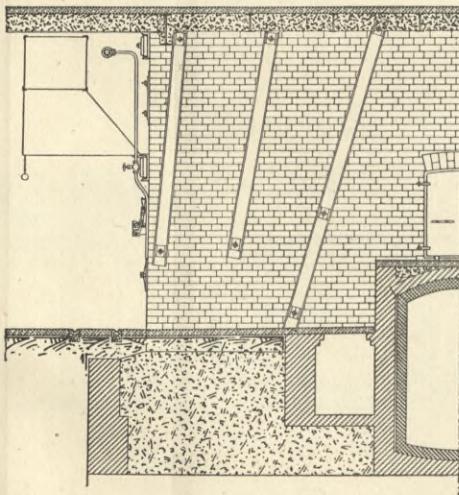
Vorderansicht und Schnitt a-b-c-d

Gruppe
von
6 Verbrennungszellen.

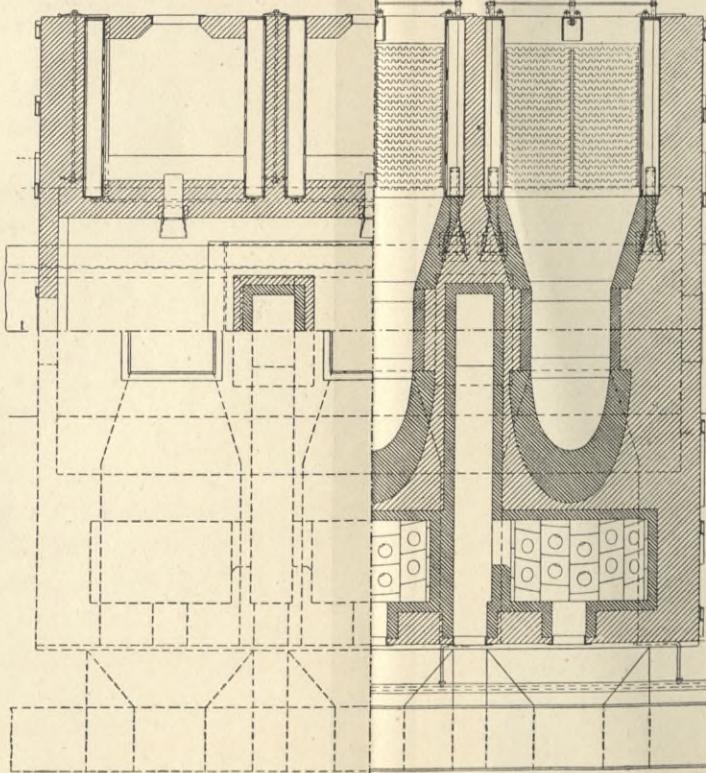
- Bemerkungen:
-  Chamotte
 -  Rotes Mauerwerk
 -  Klinker
 -  Cementplatten
 -  Aschenschüttung in Lehm
resp. Aschenconcret



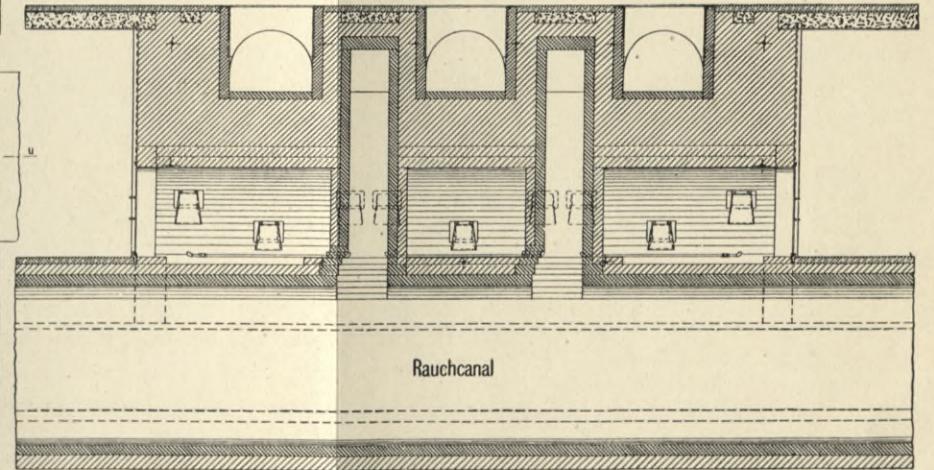
Seitenansicht



Schnitt i-k-l-m Grundriss

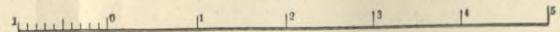


Queranschnitt t-u



Aufsicht

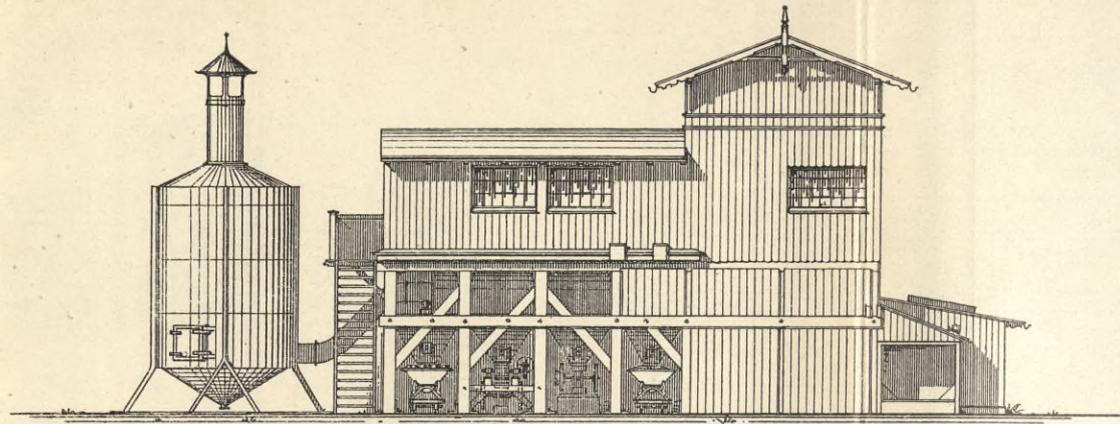
Schnitt n-o-p-q



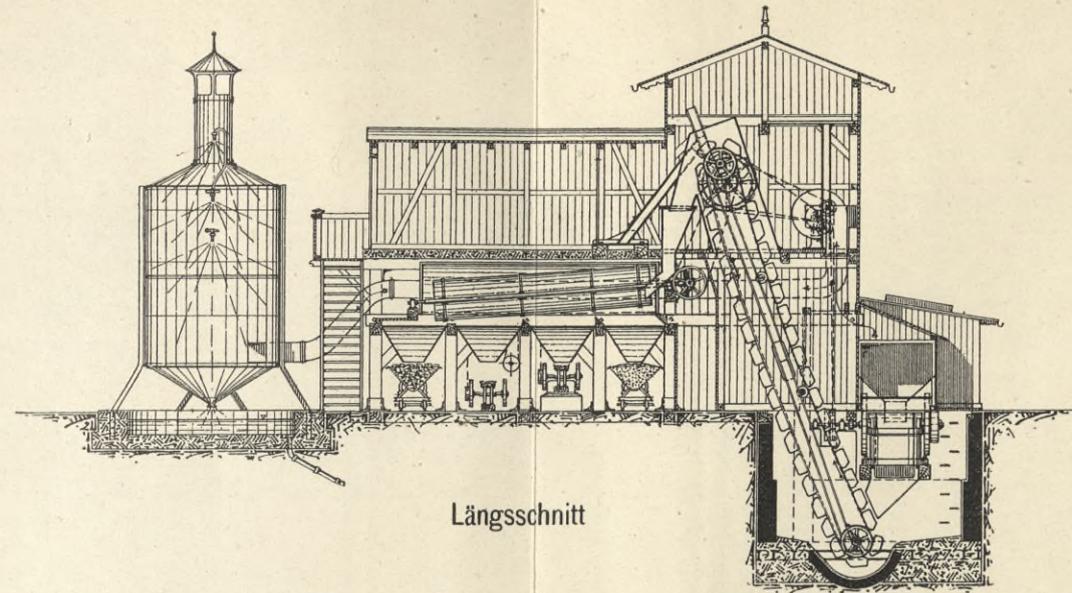


Die Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

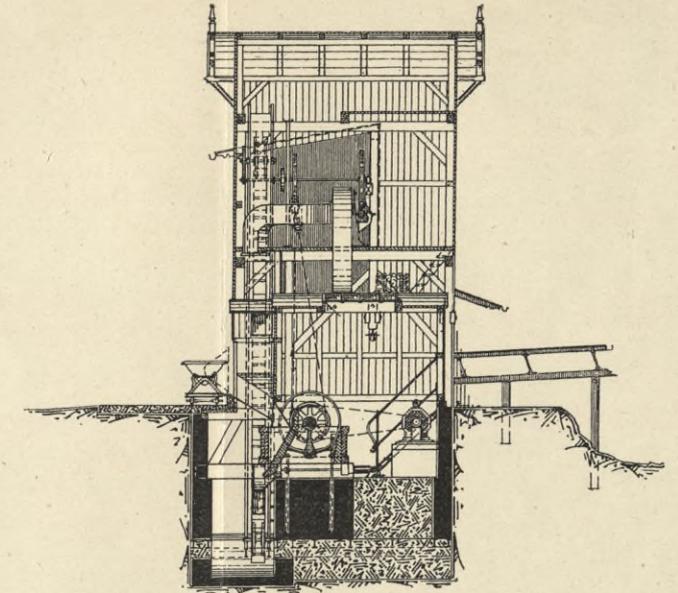
Schlackenbrecher mit Siebwerk.



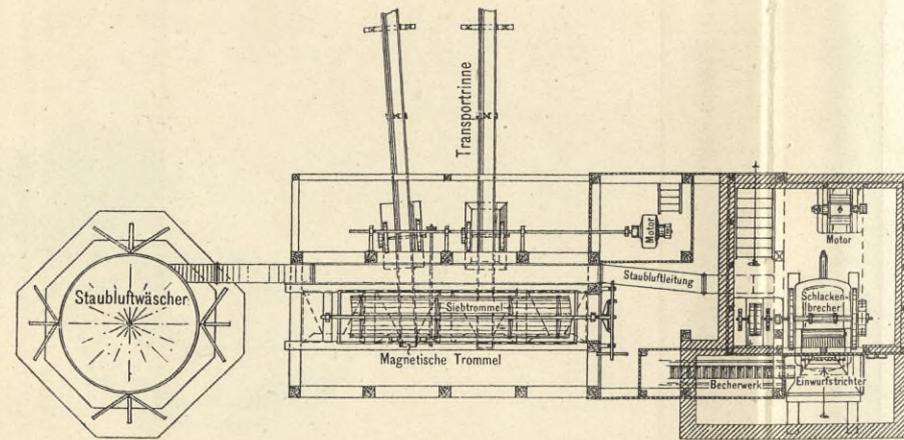
Ansicht



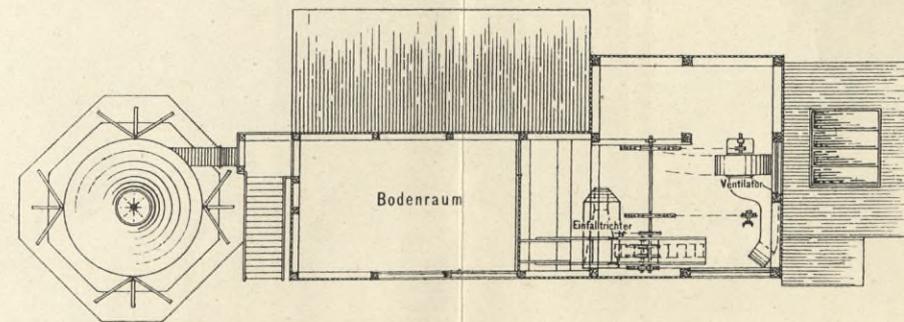
Längsschnitt



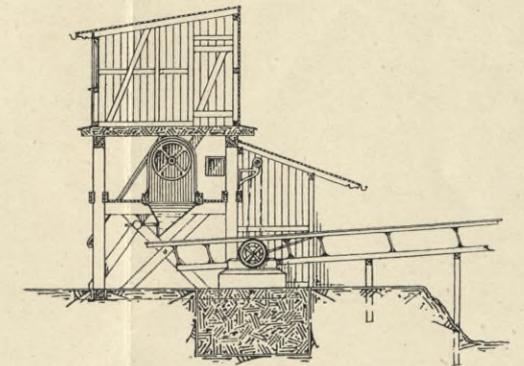
Querschnitt durch den Schlackenbrecher



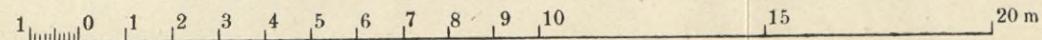
Grundriss des Untergeschosses



Grundriss des Obergeschosses

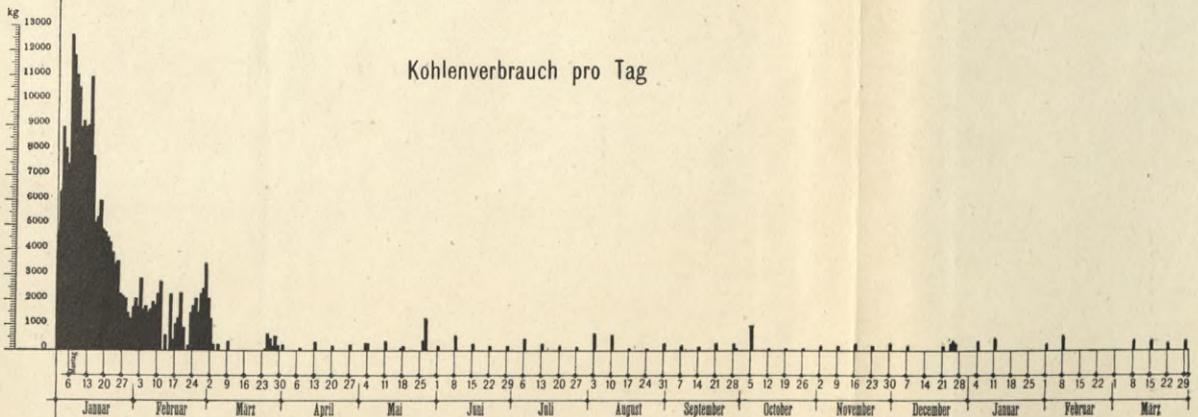
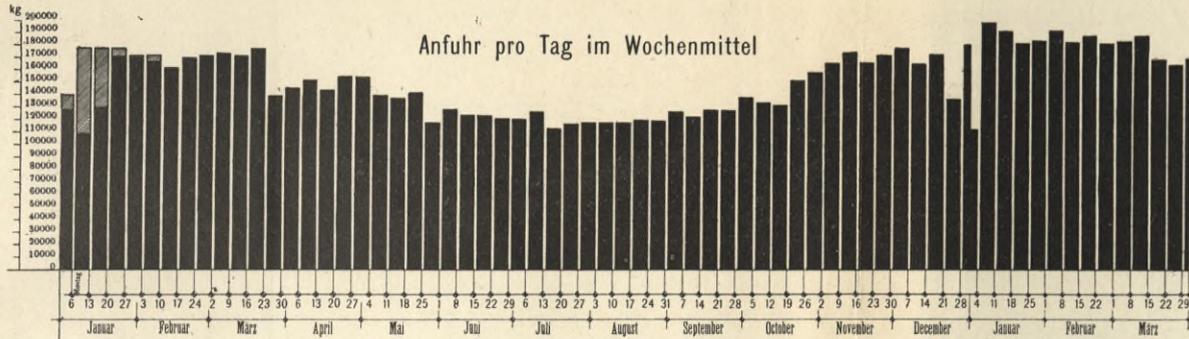


Querschnitt durch das Siebwerk





Die Verbrennungsanstalt für Abfallstoffe am Bullerdeich in Hamburg.

Graphische Aufzeichnung der Betriebsergebnisse von der Betriebseröffnung
am 1. Januar 1896 bis 1. März 1897.



19. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

|| 31782
L. inw.

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

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000298492