



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299990



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

# Die Abfallverbrennung

vom technischen und finanziellen Standpunkte.

Von

H. Cadisch, Ingenieur.

*C. No. 21227*



ZÜRICH

Druck von Zürcher & Furrer

1896.

*4.55*

*32*

---

Alle Rechte vorbehalten.

---

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

II 31205

Akc. Nr. 2650 149

# Inhalts - Verzeichnis.

	Pag.
Vorwort . . . . .	5
Zusammensetzung der Abfälle . . . . .	7
Abfälle-Produktion . . . . .	8
Spezifisches Gewicht . . . . .	9
Abfallverbrennende Oefen oder Destruktoren . . . . .	9
Destruktor von Fryer . . . . .	10
Horsfall's-Oefen . . . . .	10
Whiley's-Ofen . . . . .	11
Warner's-Ofen . . . . .	12
Oefen in Leeds . . . . .	12
Ofentüren und Betriebswerkzeuge . . . . .	13
Lade-Einrichtung von Boulnois & Brodie . . . . .	13
Ofen-Plattform . . . . .	14
Rampen . . . . .	14
Feste und bewegliche Roste . . . . .	14
Kamin . . . . .	16
Kamin-Dimensionen bei Destruktor-Anlagen (Tabelle) . . . . .	17
Dampfinkjektoren . . . . .	17
Temperaturen . . . . .	20
Temperaturen (Tabelle) . . . . .	22-23
Dampfkessel . . . . .	24
Destruktor-Mannschaft und Verbrennungskosten . . . . .	26
Verwertung der disponiblen Wärme . . . . .	27
Verwertung der disponiblen Wärme (Tabelle) . . . . .	28-29
Verwendung der erzeugten Kraft . . . . .	31
Verwertung der Verbrennungs-Rückstände . . . . .	32
Verwertung der Nebenprodukte der Destruktoren (Tabelle) . . . . .	34-35
Die Neben-Anlagen der Destruktoren . . . . .	34
Herstellungskosten der Destruktoren . . . . .	35
Herstellungskosten der Destruktoren (Tabelle) . . . . .	36
Verbrennbarkeit unseres Kehrichts . . . . .	37
Schlussfolgerungen . . . . .	38



## VORWORT.

---

Von den Behörden der Stadt Zürich beauftragt, an einer Mission teilzunehmen, welche den Zweck hatte, die Kehrlicht-Verbrennungs-Anlagen von England zu studiren, habe ich meine Aufmerksamkeit speziell der technischen Seite dieser Aufgabe zugewendet, um die Grundsätze festzustellen, welche für die Errichtung derartiger Anlagen in Zürich massgebend sein könnten.

Anstatt nun die besuchten Anlagen der Reihe nach zu beschreiben, habe ich es als zweckmässig erachtet, die wichtigsten Punkte meiner Beobachtungen eingehend separat zu behandeln.

Für die Veröffentlichung dieses Berichtes ist dem Verfasser seitens der Behörde die Bewilligung erteilt.

Die Abbildungen Blatt I—VI sind dem allgemeinen amtlichen Bericht entnommen.

Es gereicht mir bei diesem Anlasse noch zum besondern Vergnügen, den englischen Behörden und Direktionen, welche uns mit bezüglichen Angaben in höchst zuvorkommender Weise an Hand giengen, den besten Dank auszusprechen.

**H. Cadisch,** Ing<sup>r</sup>.



## Zusammensetzung der Abfälle.

Die Beschaffenheit der Abfälle varirt zwischen gewissen Grenzen, je nach der Örtlichkeit und auch je nach der Jahreszeit. Die Aschen z. B. sind in grösserer Menge im Winter, die Gemüse- und Früchteabfälle mehr im Sommer vorhanden.

Diese stetige Variation erklärt, warum eine Durchschnittszusammensetzung so schwierig zu erlangen ist.

In England sind verschiedene Versuche einer physischen Klassifizierung gemacht worden; in Paddington (London), wo eine Schwemmkanalisation existirt, hat man für 1000 Tonnen folgende Durchschnittszahlen gefunden:

	Tonnen
Asche . . . . .	526
Halbverbrannte Kohle (Breeze, Cinders) . . . . .	288
Tierische und pflanzliche Teile (soft core) . . . . .	142
Kohle . . . . .	1 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Knochen . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Lumpen . . . . .	4 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
Porzellan (hart core) . . . . .	29
Altes Eisen . . . . .	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>
Metall . . . . .	<sup>1</sup> / <sub>4</sub>
Weisses Glas . . . . .	<sup>3</sup> / <sub>4</sub>
Gefärbtes Glas . . . . .	2 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>

Total 1000

In Berlin, bei anderer Klassifizierung, fand man:

Wasser . . . . .	10.23 %
Aschen, Schlacken, Kohlenteilchen . . . . .	42.40 "
Steine u. dgl. . . . .	2.20 "
Metalle . . . . .	0.40 "
Kalk und Magnesia . . . . .	5.76 "
Knochen, Muscheln u. dgl. . . . .	1.10 "
Alkalien . . . . .	0.12 "
Glasscherben . . . . .	3.19 "
Gesamt-Stickstoff in Form von Ammoniak . . . . .	0.20 "
Phosphorsäure . . . . .	0.31 "
Organ. Substanzen, d. h. Papier, Lumpen, Stroh, Holz u. dgl. . . . .	34.09 "
	100.00 %

Die Bestimmung der chemischen Durchschnittszusammensetzung von Abfällen bietet noch grössere Schwierigkeit als ihre Klassifizierung. Die Stadt Brüssel folgte einem Verfahren, welches geeignet war, ein ziemlich genaues Durchschnittsresultat zu liefern.

Es wurde nämlich in die Ablagerung Neder-Over-Heembeek, welche seit mehr als 10 Jahren bestand, ein vertikaler Einschnitt gemacht und derselben eine Probe von 10,000 kg entnommen. Diese 10,000 kg teilte man auf einer Wiese in 50 Haufen von je 200 kg und entnahm von jedem derselben 1 kg. Diese 50 Proben wurden vermischt, gestampft und in der Weise gesiebt, dass kein Rückstand hinterblieb.

Die Analyse dieser Masse ergab folgende Resultate:

Organische Substanzen . . . . .	238.8
Asche . . . . .	761.2
	<hr/>
	1000.0
Organische Stoffe:	
Stickstoff . . . . .	4.09
Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff . . .	234.70
Anorganische Stoffe:	
Phosphorsäure . . . . .	6.3
Kali . . . . .	3.2
Sand . . . . .	668.8
Salze von Eisen, Kalk, Thonerde . . . .	82.8
	<hr/>
Total:	1000.0

Bezüglich des Wassergehalts verschiedener Abfallarten geben wir nach Weyl folgende Tabelle wieder:

Art der Abfälle	Wasser in Prozenten	Anzahl der Versuche	Asche
Whitechapel: Müll (gemischt)	29.5	6 mit je	45,5 kg
Leeds: Trockene Faeces . . . . .	31	1 " "	27 "
" Faeces . . . . .	33	1 " "	27 "
" Gemisch aus Asche, Faeces, animalisch und vegetabilisch. Müll . . . . .	39	2 " "	56 " 39
Bradford: Fäkalien . . . . .	47	10 " "	145.8 " 33
" Vegetabilien . . . . .	51	1 " "	7.9 "
" Fischrückstände . . . . .	82	1 " "	14.8 "
Leeds: Därme . . . . .	93	1 " "	3.6 "

### Abfälle-Produktion per Kopf der Bevölkerung und per Jahr.

In Paddington (London) wird	produziert	Hauskehricht	183 kg
" Hampstead (London)	"	"	230 "
" Hamburg	"	"	122 "

Wenn man den Durchschnitt aus vielen Zahlen nimmt, findet man ca. 180 kg pro Jahr und Kopf der Bevölkerung.

### Spezifisches Gewicht.

In Woolwich . . .	fand man	790 kg p. m <sup>3</sup>	
„ Hamburg . . .	„	630	„ „ „
„ Brüssel . . .	„	800	„ „ „
„ Paris (1894—95)	„	520	„ „ „ im Sommer
„ „ (1894—95)	„	670	„ „ „ im Winter
„ „ Jahresdurchschnitt		580	„ „ „

### Abfallverbrennende Oefen oder Destruktoren.

Infolge der Schwierigkeiten, welche grössern englischen Städten die Beseitigung ihrer Abfälle bereitete, kam man dortzulande auf den Gedanken, diese Abfälle durch das Feuer unschädlich zu machen.

Im Laufe der Entwicklungszeit des neuen Verfahrens erkannte man, dass die Abfälle nicht nur selbstverbrennbar sind, sondern dass sie Wärme in grösserer Menge erzeugen, als vorgesehen wurde. Daneben ergaben Asche und Schlacken ein wertvolles Nebenprodukt.

Die Beseitigung der Abfälle durch Ablagerung war ehemals, und ist noch heute die Regel.

Eine bessere Kenntnis der Ursachen von Epidemien liess indes in den Abfalllagern eine Gefahr für die öffentliche Gesundheit erblicken.

Nach W. Booth Scott (Engineering 1872 p. 370) fand man in Boston bei Ausgrabung von 10 Jahre alten Abfalllagern noch organische Stoffe im Gährungszustande. Wo Luft und besonders Licht schwer Zutritt haben, verlaufen eben die natürlichen Zersetzungsprozesse sehr langsam.

Die ersten Abfallverbrennungsöfen baute man gegen 1873 in Manchester. Einige Jahre nachher erfand der Ingenieur Fryer von der Firma Manlove & Alliott seinen Ofen, der in Manchester anno 1878 errichtet wurde. Diesen Ofen nannte Fryer „Destructor“, eine Bezeichnung, welche heute in England ganzen derartigen Anlagen zukommt.

Die ersten Öfen zeigten noch so viele Nachteile und drohten deshalb so sehr in Misskredit zu kommen, dass Dr. Ballard im Jahre 1878 noch schreiben konnte: „Ich habe zahlreiche Versuche betreffend die Verbrennung von Abfällen gesehen; die meisten hatten aber Misserfolg“. Dank fortwährenden bezüglichen Verbesserungen kann man sagen, dass gegenwärtig die Abfallverbrennung den Anforderungen der Hygiene entspricht und dass sie

häufig das ökonomischeste Mittel für die Beseitigung von Abfällen bildet.

Die Statistik zeigt denn auch, dass die Verbreitung der Destruktoren in England progressiv zunimmt, und es besteht kein Zweifel, dass diese Bewegung in den kommenden Jahren auch auf dem Kontinent sich geltend machen wird. Englische Städte von geringer Bevölkerungszahl (z. B. Heckmondwike mit 10,000 Einwohnern), Städte also, für welche die Frage der Abfallbeseitigung eine so brennende nicht sein konnte, haben das Verbrennungsverfahren für sich adoptirt.

### Destruktor von Fryer.

Die Anordnung des Fryer-Destruktors ist auf Bl. 1 s. Fig. 1 u. 2 dargestellt. Die Öfen werden anlehend gebaut, mit dem Hauptzuge für die abgehenden Gase in der Mitte.

Der vertikale Schnitt geht durch die Ladeöffnung eines Ofens und durch den Gasabzug des anschliessenden Ofens.

Um das Fallen des Brennmaterials in den Hauptzug zu verhindern, sind die zwei obern Öffnungen durch eine Mauer *m* getrennt. Die Neigung der Sohle beträgt zwischen 20 und 30 °.

Der Rost war in den ersten Öfen fest. Seitdem hat man aber auch bewegliche Roste verschiedener Art angewendet.

Der obere Teil des Ofens bildet eine Plattform, wo zwei Ladeöffnungen ausmünden, die eine für den Normalbetrieb, die andere für grössere Stücke, wie Matratzen etc., berechnet.

Die Verbrennung von Hauskehricht in Öfen der abgebildeten Art kann, wenn das Kamin einen genügenden Zug besitzt, 6 bis 7 Tonnen per Tag erreichen. Der belästigende Geruch der aus dem Kamin abgehenden Gase ist bei dieser Konstruktion nicht überall und bei allen Witterungsverhältnissen vermieden worden. Der Ausgang der Gase befindet sich nämlich neben der Ladeöffnung, was den Ausdünstungen der frisch geladenen Materialien ermöglicht, unverbrannt zu entweichen. Um dies zu vermeiden, erfand Jones seinen Kremator, durch welchen etwaige unverbrannte Gase über eine glühende Coaksfeuerung und durch enge Öffnungen eines erhitzten Mauerwerkes passiren sollen. (Siehe Abbild., Bl. II, Fig. 1, 2, 3.)

In den jetzigen gut konstruirten Öfen findet die Kremation der unverbrannten Gase in der Zelle selbst statt, womit der Apparat von Jones, obwohl noch ziemlich verbreitet, entbehrlich geworden ist. Wir haben übrigens Anlagen besichtigt, wo man vorhandene Krematoren nicht benützte.

### Horsfall's Ofen.

Um den erwähnten Mangel des Fryer-Ofens beseitigen zu können, wurde von Horsfall ein Ofen gebaut, wo der Gasausgang

sich nach vorn befand; dadurch erreichte er, dass die Ausdünstungen der frischen geladenen Massen, bevor sie den Ofen verliessen, über die heissesten Teile der Feuerung gingen. Um die Kremation noch vollständiger zu machen, wurden die Gase durch enge Öffnungen des Gewölbes, welche unmittelbar über dem Rost angebracht sind und daher eine hohe Temperatur besitzen, geführt.

Im übrigen hat die Konstruktion des Horsfall-Ofens viel Aehnlichkeit mit dem Fryer'schen; die Sohle zeigt auch eine Neigung von 20 bis 30°. Die Ladung in den ersten Oefen vollzieht sich von oben, wie beim Fryer-Destruktor.

Eine andere wichtige Verbesserung Horsfalls war die Anwendung von Dampfgebläsen oder Steam-Injectors, welche eine höhere Temperatur erzeugen. Derselbe Erfinder brachte auch bewegliche Roste zur Anwendung, die von Hand oder durch motorische Kraft betrieben werden. (Siehe Bl. III, Fig. 1—2).

In den letzten Jahren hat der Horsfall-Ofen viele Abänderungen erfahren.

Die Zeichnung, Bl. IV, Fig. 1—2, gibt ein Bild der jetzigen Konstruktion, wo die Ladung, anstatt von oben, von unten mittelst Schaufel ausgeführt wird.

Wie ersichtlich, ist der Hauptzug über dem Ofen selbst angebracht. Wir können diese Anordnung nicht empfehlen. Die Anbringung eines freistehenden Hauptzuges, wie abgebildet, ist schon vom konstruktiven Standpunkt aus nicht ratsam, wegen der Verschiebungen, welchen erhitztes Mauerwerk immer ausgesetzt ist. Ganz besonders schlecht ist diese Anordnung aber deswegen, weil keine Erwärmung der Ofensohle durch die abgehenden Gase stattfinden kann. Statt dessen findet eine unbenützte Wärmeausstrahlung durch den freistehenden Hauptzug statt. Der erste Horsfall-Ofen war in dieser Hinsicht viel besser.

Das Anlehnen der Oefen, mit dem Zug in der Mitte nach dem System Fryer, ist eine vorzügliche Lösung; dadurch wird ein kompakter Bau erlangt und die Wärmeausstrahlung auf ein Minimum reduziert.

Die Öffnungen in dem Gewölbe des Horsfall-Ofens bieten auch nicht genügende Garantie für Dauerhaftigkeit. In der einzigen Anlage, wo wir Horsfall-Oefen im Betrieb gesehen haben, in Oldham, haben wir wahrgenommen, dass die Ofengewölbe sich in sehr schlechtem Zustande befanden. In derselben Anlage standen zwei von der Horsfall-Co. unlängst gebaute Oefen neuer Art ausser Betrieb.

### Whiley's Ofen.

Die Konstruktion, welche auf Bl. V, Fig. 1—2, abgebildet ist, war von Mr. Whiley, ehemals Superintendent of the Cleansing Departement in Manchester, erfunden; sie ist bemerkenswert durch

die weitgehende Anwendung von mechanischen Mitteln zur Verminderung der Handarbeit.

Die Abfälle werden mittelst eines Trichters auf einen beweglichen Rost geworfen, welcher durch Zahnräder, Schnecken etc. betrieben wird. Das an einem Ende des Rostes geladene Material bewegt sich automatisch durch die Feuerung und kommt am andern Ende durch die Türe *t* als Schlacke heraus. Es ist ferner möglich, die Geschwindigkeit des Rostes und damit das Verweilen des geladenen Materials im Ofen wenn nötig zu modifiziren.

Trotz der grossen Ersparnis an Handarbeit aber, welche diese Einrichtung mit sich brachte, hat sich der Whiley-Ofen in England nicht verbreitet. Die Maschinenteile des Ofens sind zu kompliziert und stets, zufolge von Setzungen des Mauerwerkes, kostspieligen und betriebsstörenden Reparaturen unterworfen. Sodann wird, da durch den beweglichen Rost ein Sieben der Abfälle stattfindet, ein Teil der letztern gar nicht dem Feuer ausgesetzt. Ferner kann die Türe *t*, zufolge der Art des Betriebes, eine längere Zeit offen bleiben und damit die Einströmung kalter Luft begünstigen. Endlich besitzt dieser Ofen, wie auf der Zeichnung ersichtlich ist, den Fehler, dass der Gasausgang in unmittelbarer Nähe der Ladeöffnung steht.

### Warner-Ofen.

Dieser Ofen ist in England durch einige Anlagen vertreten; wir haben sie nicht besucht. Sein Umriss ist derselbe wie der des Fryer-Ofens. Als Verbesserung erscheint der Gasausgang, seitlich nach vorn gestellt (siehe Jones, Refuse Destruktor, Bl. 3). Die Ladeöffnung ist durch eine Klappe geschlossen, welche den Boden eines Trichters bildet; diese Vorrichtung hat den Zweck, eine rasche Ladung zu ermöglichen behufs Vermeidung kalter Luft-einströmungen in den Ofen. Zu demselben Zwecke können während einer Ladung die seitlichen Gasausgänge mittelst Klappen geschlossen werden.

Die Anordnung des Ofens von Warner beseitigt einen Fehler des Fryer-Ofens; es ist nur fraglich, ob die eisernen Klappen, welche fortwährend der grössten Hitze ausgesetzt sind, nicht bald zu Grunde gehen müssen.

### Oefen in Leeds.

In den letzten Jahren sind in Leeds Oefen gebaut worden, welche gleich den Warner-Oefen den Gasabzug vorn und seitwärts besitzen. Durch diese Anordnung müssen die Ausdünstungen des frischgeladenen Materials über die glühenden Teile der Feuerung gehen; Bl. VI, Fig. 1—2. Die Oefen sind je mit 2 Dampf-Injektoren versehen.

Solche Oefen funktioniren seit mehreren Jahren in der Kidacre Street- und in der Armley Road-Anlage. Die sehr günstigen Resultate veranlassen deren Inaussichtnahme auch für die neue Anlage in Meanwood-Road.

In den Anlagen von Kidacre Street und Armley Road haben wir Gelegenheit gehabt, den Gang solcher Oefen zu verfolgen und uns von ihrer vorzüglichen Leistungsfähigkeit zu überzeugen.

### Ofentüren und Betriebswerkzeuge.

Die Ofentüren, welche man meist bei den Destruktoren findet, sind in Fig. 1 u. 2, Bl. VII, abgebildet. Dieselben sind durchlöchert und mittelst Gegengewichten leicht zu handhaben. Die Werkzeuge zur Bedienung der Feuerung unterscheiden sich nicht wesentlich von den gewöhnlichen, wir geben auf Bl. VIII die meist angewendeten Formen.

### Ladeeinrichtung von Boulnois und Brodie.

Unter den Nebenapparaten der Destruktoren ist die Ladevorrichtung von Boulnois und Brodie erwähnenswert; sie bezweckt eine schnelle Ladung behufs Vermeidung von kalten Lufteströmungen. Der Apparat (siehe Bl. IX) besteht aus einem von Rollen  $rr$  getragenen eisernen Behälter  $R$ , welcher mittelst Zahnradern und Handkurbeln in Bewegung gesetzt werden kann. Der Behälter ist in sechs Abteilungen geteilt, welche direkt von den Kehrriechwagen gefüllt werden. Der Boden jeder Abteilung ist durch zwei Klappen  $cc$  gebildet.

Die Ladeöffnung des Ofens hat dieselbe Breite wie der Behälter; sie ist durch einen auf Schienen mittelst Rollen beweglichen Deckel  $V$  geschlossen. Letzterer trägt gleichzeitig die Schienen, auf welchen die Klappen  $cc$  durch die Rollen  $r_1 r_1$  gestützt werden.

Jede Behälterabteilung enthält eine Ladung. Wenn der Ofen zum Laden bereit ist, schiebt man den gefüllten Behälter über die Ladeöffnung und zieht mit dem Hebel  $h$  den Deckel  $V$  zurück; indem die Schienen  $ss$  und die Klappen  $cc$  keine Stützpunkte mehr haben, fallen sie nach unten und die Behälterabteilung entleert sich in den Ofen. Indem der Deckel  $V$  in seine frühere Stellung zurückgebracht wird, hebt er die Klappen  $cc$  und macht den Boden des Behälters zu.

In Liverpool haben wir den Apparat von Boulnois u. Brodie in Tätigkeit gesehen; der Zweck schneller Ladung ist bei demselben erreicht; für die Bedienung sind jedoch zwei Mann nötig.

Als Nachteil des Apparates ist zu betrachten, dass die oft notwendige Mischung verschiedener Abfallsorten hier ausgeschlossen erscheint. Auch ist sehr zweifelhaft, ob die verschiedenen Teile

des Apparates bei der starken Ofenhitze eine genügende Dauerhaftigkeit besitzen.

So viel wir wissen, ist die Ladeeinrichtung von Boulnois u. Brodie nur in Liverpool vorhanden.

### Ofen-Plattform.

Bei den meisten Destruktor-Anlagen fahren die Abfallwagen mittelst einer Rampe bis etwas über die Ofenplattform, um die Ausladung zu erleichtern. Die Abfälle bleiben auf der Plattform bis zum Moment der Ofeneinfüllung.

Schon bei dieser Ablagerung auf dem warmen Mauerwerk beginnt die Trocknung der Abfälle, und wenn, was leicht vorkommen kann, in den Ecken der Ofen-Plattform die Abfälle längere Zeit liegen bleiben, so kann dies unter Umständen zu Zersetzungsprozessen Anlass geben. Um belästigende Ausdünstungen dieser Art zu verhüten, hat man in den Destruktor-Anlagen von Leicester eine Ventilationseinrichtung über der Plattform aufgestellt. Wie aus Fig. 1, 2 (Bl. X) ersichtlich, besteht die Einrichtung aus einer eisenblechernen, viereckigen Leitung, welche unten durch einen durchlöcherten Boden geschlossen ist. Diese Leitung steht in Verbindung mit dem Kamin, durch welches die Luft aus der Plattform eingesogen wird. Derartige Ventilationseinrichtungen besitzen den ersten Nachteil, dass zufolge Einströmung kalter Luft ins Kamin der Zug beeinträchtigt wird.

Eine häufig vorzunehmende gründliche Entleerung der Ofen-Plattform, sowie Desinfektion, z. B. mit frisch gelöschtem Kalk, macht aber eine solche Einrichtung überflüssig.

### Rampen.

In England sind die Rampen ein fast notwendiger Teil der Destruktor-Anlagen; nur in folgenden Fällen sind sie weggelassen:

1. wenn die Grösse des Grundstückes die Entwicklung einer Rampe nicht gestattet;

2. wenn der Anlageplatz in einer natürlichen Vertiefung des Bodens liegt; in diesem Falle, welchen wir in Leeds getroffen haben, tritt an die Stelle einer Rampe eine horizontale Anschüttung.

Die Rampen-Neigung variiert zwischen  $\frac{1}{16}$  bis  $\frac{1}{12}$ . Diese starken Gefälle können mit den mächtigen englischen Zugspferden bewältigt werden; bei unseren Verhältnissen halten wir für ratsam,  $\frac{1}{20}$  d. h. 5% Steigung nicht zu überschreiten.

In England findet man allgemein die Rampen mit flachen Schienen oder Wagenspuren aus Gusseisen versehen, um das Hinaufziehen der Wagen zu erleichtern.

Ausserdem ist das Pflaster zwischen den Geleisen, wie in Fig. 1, 2, 3, Blt. XI, angeordnet, um dem Fuss der Pferde bessern Halt zu verschaffen. Die Erhöhung der einzelnen Steinreihen beträgt ca. 10—20 mm.

### Feste und bewegliche Roste.

In den englischen Oefen findet man sowohl feste als bewegliche Roste.

Die festen Roste unterscheiden sich nicht wesentlich von den gewöhnlichen ihrer Art. Wir geben in Fig. 4, 5, 6, Blt. XI, Abbildungen von den Roststäben der neuen Ofenanlage von Meanwood-Road in Leeds. Fig. 7, 8, 9 stellen die Roststäbe der Whitechapel-Destruktorenanlage dar. Jedes Element dieses Rostes enthält drei Roststäbe, aus einem Stück gegossen. Der freie Raum zwischen den Stäben beträgt 1 cm; die Dicke der Stäbe ist oben 22 mm, unten 12 mm; die Höhe (in der Mitte) beträgt 120 mm. Dieser Rost hat sich, nach Aussage des Aufsehers von Whitechapel, gut bewährt.

Die beweglichen Roste werden meistens mittelst Handhebel betrieben, wie es auf der Zeichnung des Horsfall-Ofens dargestellt ist.

Blt. XII. Fig. 1 und 2 zeigt eine andere Art handbeweglicher Roste, welche in der Destruktor-Anlage von Armley-Road (Leeds) verwendet ist. Fig. 3 stellt die Traverse dar, auf welcher die Endzapfen der Stäbe gelagert sind. In Ealing, Liverpool, und besonders in Manchester, haben wir Roste mit kontinuierlichem maschinellern Betrieb getroffen. Bei solchen Einrichtungen müssen die Transmissionsteile (Lager, Zahnräder etc.) an dem Ofen selbst angebracht werden; da indes durch die Hitze das Mauerwerk Verschiebungen erleidet, können letztere auch auf die Transmissionsanlage sich übertragen, was häufige und kostspielige Reparaturen veranlasst.

In Manchester haben die mechanisch betriebenen Roste die grösste Verwendung gefunden, wodurch erreicht worden ist, dass der Ofenbetrieb fast keiner Bedienung mehr bedarf. Die Abfälle werden auf einen Trichter geworfen, fallen dann auf den Rost und bewegen sich automatisch durch die ganze Länge der Feuerung, um auf dieselbe Art in Schlackenform ausgeschoben zu werden. Nach Angabe von Mr. Callison, Superintendent of the Cleansing Departement in Manchester, genügen 2 Arbeiter für 20 Zellen. Dieser Vorteil wird aber durch andere Nachteile, wie Reparaturen und belästigende Betriebsstörungen, mehrmals aufgewogen.

Mr. Callison kommt in einem Schreiben zu folgendem bemerkenswerten Schlusse: „We are coming to the notion, that, the old form of hand-fed Destructors, are the cheapest and most efficient.“

In Ealing wirft Mr. Jones dem mechanischen Roste vor, zu viel unverbranntes Material herauszusieben.

Mr. James Deas aus Warrington, schreibt diesbezüglich im Contract-Journal vom 3. August 1894: „Ich habe verschiedene Systeme von Roststäben probirt, feste und bewegliche, und habe gefunden, dass die festen Roststäbe die besten Resultate ergeben.“

In Leeds sind in den früheren Oefen von Beckett Street, Armley-Road und Kidacre Street handbewegliche Roste vorhanden, hingegen ist man bei der letzten Anlage in Meanwood-Road zu den festen Rosten zurückgekommen.

Mr. Nichols, Ingenieur von Leeds, erklärte uns, dass die Arbeiter selten die handbeweglichen Roste in Betrieb setzen. In Bradford hat man dieselbe Beobachtung gemacht.

Die Handhabung solcher Roste verlangt einen ziemlich grossen Kraftaufwand, welcher mit der Zeit, infolge Ansetzung von Schlacken und Aschen in den Lagern und Gelenken, immer grösser wird.

### Kamin.

Dasselbe ist ein wichtiger Bestandteil der Destruktor-Anlagen. Es ist ja begreiflich, dass für ein Material, wie Abfälle, ein energischer Zug die wesentlichste Bedingung für die Verbrennung ist. Diese Aufgabe des Kamins wurde in der Anfangsperiode der Destruktoren nicht genug gewürdigt; daher die zahlreichen Klagen, welche damals das Verbrennungsverfahren in Misskredit zu bringen drohten.

Während unserer Studienreise haben wir manche Anlagen besucht, wo das frühere Kamin entweder schon durch ein höheres ersetzt oder wo diese Abänderung projektirt ist.

In allen neuen englischen Destruktoren werden die Kamine verhältnismässig hoch gebaut.

Die Höhe spielt im Kamin eine doppelte Rolle: Erstens ist der Zug proportional der Höhe, wenn man Reibungswiderstände und Wärme-Verlust durch Ausstrahlung ausser Betracht lässt; zweitens ist die Verdünnung der abgehenden Gase in der umgebenden Atmosphäre desto weitgehender, je höher das Kamin ist.

Bezüglich der Kaminweite ist zu bemerken, dass die freie, über das Kamin steigende, warme Gassäule in Wirklichkeit wie eine Verlängerung des Kamins selbst wirkt und den Zug erheblich vermehrt. Diese Wirkung kommt desto besser zur Geltung, je stiller die Luft ist. Jede dadurch verursachte, sogar vorübergehende Vermehrung des Zuges ist ein Gewinn für die Verbrennung. Aus obigem erhellt, dass es vorteilhaft ist, bei Bestimmung des Kaminquerschnittes die Geschwindigkeit der Gase nicht zu gering anzunehmen, damit die Steife der ausströmenden Säule vermehrt wird. Es muss natürlich dabei auch der Reibungswiderstand der Gase in Rücksicht gezogen werden.

Von der Horsfall-Co. wird als besonderer Vorteil der Steam-Injektoren hervorgehoben, dass durch letztere das Kamin entbehrlich gemacht oder wenigstens in dessen Dimensionen stark reduziert werden könne. In der Tat wirken die Injektoren in derselben Richtung wie der Kaminzug; aber diese Wirkung ist nur bis zu einer gewissen Grenze möglich. Auch darf schon deshalb nicht auf die Dampf-Injektoren allein gerechnet werden, weil diese oder die Dampfkessel Betriebsstörungen erfahren können. Uebrigens ist schon aus hygienischen Rücksichten, wegen des Staubes und etwaiger Entweichung schädlicher Gase, eine genügende Höhe des Kamins notwendig.

In folgender Tabelle geben wir eine Zusammenstellung der Kamindimensionen in einigen Destruktor-Anlagen:

### Kamindimensionen bei Destruktor-Anlagen.

Anlagen	Zahl u. Art der Oefen	Höhe	Durchm. (innere)		Querschn. pr. Zel.	Bemerkungen
			Unt.	Ob.		
		m	m	m	m <sup>2</sup>	
Southampton . . .	6, Fryer's	49	2,14	1,83	0,60	
Battersea . . . . .	12, „	56	2,45	1,53	0,39	
Leicester (Needham Strt.)	6, „	49	2,00	1,53	0,525	
Id. (Lero) . . . . .	6, „	58	2,14	2,00	0,60	
Leeds (Meanwood Road)	8, Fryer mit Injektoren	79	2,00	1,82	0,44	Die vollst. Anl. soll 12 Zellen besitzen.
Oldham . . . . .	10, Horsfall	15,3	1,82	1,82	0,26	
Bruxelles . . . . .	2, Sneyers	33,0	—	—	—	Geruch von den ausströmenden Gasen.

### Dampf-Injektoren.

Der Apparat, welcher von Horsfall Steam-Injektor genannt wurde, besteht aus zwei abgestumpften Conus, welche an ihrer kleinen Basis verbunden sind, wie auf Blt. XIII dargestellt ist.

Das so gebildete Rohr ist auf einer Platte, welche den Aschenfall schliesst, befestigt. Ein durch die Leitung *r* zugeführter Dampfstrahl reisst die Luft mit und erzeugt im Aschenfalle einen Ueberdruck. Die im Aschenfalle komprimierte Luft entweicht mit Gebläse-Wirkung durch die Roststäbe und begünstigt somit die Verbrennung.

Der Ueberdruck, welchen der Dampf-Injektor im Aschenfalle erzeugt, kommt dem Kaminzuge zu Hilfe und wirkt in derselben Richtung wie dieser.

Die Anwendung des Steam-Injektors von Horsfall war, obwohl dieser Apparat sehr unvollkommen ist, ein Fortschritt in dem Abfall-Verbrennungsverfahren.

Es existiren auf dem Kontinent andere Injektoren, welche einen viel höhern Nutzeffekt erzielen, als die primitive Einrichtung von Horsfall.

Nach Versuchen von Watson konsumirte ein Steam-Injektor 113 kg Dampf per Stunde. In Leeds ist ein Verbrauch von zirka 75 kg Dampf per Stunde konstatirt worden, für einen Ueberdruck im Aschenfall von 12—19 mm Wassersäule.

Bei derselben Wirkung würde der allgemein bekannte Körting-Injektor (Bl. XIV) 35—40% weniger Dampf verbrauchen. Zudem käme das betäubende Geräusch des Horsfall'schen Steam-Injektors teilweise oder ganz in Verfall.

Ein grosser Vorteil des Dampfinjektors ist die beträchtliche Temperaturerhöhung, welche dessen Anwendung mit sich bringt. Aus den wertvollen Temperaturmessungen, welche Dr. Spottiswoode Cameron, der Medical Officer of Health von Leeds, in denselben Oefen mit und ohne Injektoren ausführte, kann man schliessen, dass durch Anwendung von Injektoren die Mittel-Temperatur der Oefen um zirka 250° C. erhöht wird.

Nach den Versuchen, welche Mr. Fairley im Beckett-Street-Destruktor ausführte, lässt sich diese Erscheinung erklären. Durch Messung des Luftquantums fand Mr. Fairley in einem Ofen ohne Injektor ein Gewicht der eingeführten Luft, welches 32 Mal grösser war als dasjenige des verbrannten Materiales. Bei einem vergleichenden Versuche in demselben Ofen und mit Steam-Injektor war dagegen das Verhältniss zwischen den Gewichten der Abfälle und der Luft nur 1 : 7,64.

Diese Resultate, welche durch andere Versuche bestätigt wurden, zeigen, dass bei Verwendung des Steam-Injektors und bei geschlossenem Aschenfalle eine bedeutende Verminderung der Luftzufuhr stattfindet. Da nun, wie bekannt, die Temperatur einer Feuerung in engem Zusammenhange mit dem Quantum der durchströmenden Luft steht, so ist die höhere Temperatur, bei Anwendung des Injektors, der verminderten Luftzufuhr zuzuschreiben.

Allerdings ist auch anzunehmen, dass durch das erhitzte Eisen eine Zersetzung des Wasserdampfes stattfindet, dass der freie Wasserstoff sich in den kühleren Teilen des Ofens wieder mit Wärme-Entwickelung verbindet. Da dieselbe Wärme aber für die Zersetzung des Dampfes vorher dem Ofen entnommen wurde, bringen in Wirklichkeit solche Reaktionen keinen Gewinn; es findet höchstens eine Versetzung und bessere Verteilung der Wärme in der Feuerung statt.

Eine besonders wertvolle Eigenschaft des Injektors besteht darin, dass die Luftzufuhr, ohne Beeinträchtigung des Zuges, je unter Verstärkung desselben vermindert wird. Hiebei erinnern wir daran, dass für Kohlenfeuerungen das günstigste Gewichtsverhältniss 1 Kohle zu 18 bis 20 Luft ist.

Da die Abfälle bei der Verbrennung nur ca.  $\frac{2}{3}$  des Gewichts verlieren, scheint das Luftquantum, welches von Mr. Fairley bei den Versuchen mit dem Injektor gefunden wurde, den obigen Zahlen für Kohlenfeuerung zu entsprechen. Zufolge der mit dem Injektor erreichten höheren Temperatur ist in den Oefen die Verbrennung eine vollkommene: eine grössere Menge Kohlenoxyd wird in Kohlensäure verwandelt.

Dieses Resultat geht aus Analysen von Mr. Fairley hervor: In dem Beckett-Street-Destruktor, ohne Injektoren, fand er in den abgehenden Gasen:

Kohlensäure: 1,24 %; nach Anbringung von Injektoren 4 %.  
Ein Versuch mit einem Horsfall-Ofen ergab 6,3 % Kohlensäure.

Es ist auch in England versucht worden, die Wirkung des Horsfall-Injektors durch andere Mittel zu ersetzen. Ventilatoren können dieselben Dienste leisten und sind tatsächlich bei vereinzelt Anlagen im Betriebe. Diese Apparate haben aber den Nachteil, dass sie eines Motors oder einer Transmission bedürfen; zudem entbehren sie der Rüstigkeit und Betriebssicherheit eines Injektors, ohne einen höheren Nutzeffekt herbeizuführen.

## Temperaturen.

So viel wir wissen, sind keine wissenschaftlichen Versuche angestellt worden zur Bestimmung der Temperaturen, durch welche die bei der Abfallverbrennung entstehenden Gerüche zerstört werden. Derartige Gerüche sind bei unvollkommener Verbrennung bei den meisten organischen Stoffen wahrzunehmen, vorab bei Knochen, Haar, Horn u. s. w. Konstatirt haben wir solche, vom Destruktorkamin herkommend, nur in Brüssel.

Nach Professor Wanklyn, (Engineering, 30. September 1892) soll eine Temperatur von  $1250^{\circ}$  F. d. h.  $675^{\circ}$  C. genügen, um : „all septic poisons in the fume“: zu zerstören. Wahrscheinlich sind mit : „septic poisons“: die belästigenden Gase gemeint, da, wie bekannt, septische Gifte, d. h. Gifte von bakterischer Herkunft, nicht eine Temperatur von  $675^{\circ}$  für ihre Vernichtung verlangen.

Eine wertvolle Mitteilung wurde uns von Mr. Darley Superintendent of the Cleansing-Departement in Leeds gemacht. In den Destruktoren von Leeds, wo die Temperaturen der Oefen stündlich beobachtet und in einem Bericht eingetragen werden, hat man konstatirt, dass, bei einer niedrigeren Temperatur als  $1000^{\circ}$  F. oder  $530^{\circ}$  C., die vom Kamin ausströmenden Gase den oben erwähnten charakteristischen Geruch besitzen. Das Instrument, welches zu den Messungen diente, war, wie in den meisten englischen Destruktoren, ein auf die verschiedene Ausdehnung zweier Metalle basirter Pyrometer. Solche Wärmemesser registriren Temperaturen bis  $1500^{\circ}$  F. d. h.  $815^{\circ}$  C.

Die Temperatur eines Ofens kann zwischen weiten Grenzen variiren, je nach dem Zeitpunkte, da sie beobachtet wird. Nach einer frischen Ladung z. B. kann sie sehr niedrig werden. In Whitechapel hat man Temperaturen zwischen  $82^{\circ}$  und  $830^{\circ}$  C. beobachtet; ein ausgebranntes Feuer, zum Laden bereit, liess Gase mit einer Temperatur von nur  $148^{\circ}$  C. ausströmen. Es können daher nur zahlreiche bezügliche Beobachtungen ein richtiges Bild von den Temperaturschwankungen bezw. vom Verlaufe der Verbrennung geben.

In einem bemerkenswerten Berichte von Dr. Cameron finden wir folgende Ergebnisse von Beobachtungen, welche in den Destruktoren von Leeds angestellt wurden. Es waren Fryer-Oefen, mit Dampf injektoren versehen. Man fand:

Beckett's Street: Durchschnitt aus 6606 Beobachtungen  $560^{\circ}$  C., niederste  $150^{\circ}$ , höchste  $860^{\circ}$ .

Armley Road: Durchschnitt aus 7098 Beobachtungen  $455^{\circ}$  C., niederste  $175^{\circ}$ , höchste  $700^{\circ}$ .

Kidacre Street: Durchschnitt  $540^{\circ}$  C., niederste  $148^{\circ}$ , höchste  $863^{\circ}$ .

Die obigen Messungen fanden im Hauptzuge oder Champion-Flue statt.

Um den Einfluss der Injektoren auf die Temperatur festzustellen, machte Dr. Cameron mit demselben Ofen Versuche, mit und ohne Injektoren, während je 24 Stunden. Die Temperaturen wurden in den kleinen seitlichen Zügen entnommen (siehe Bl. VI Destruktor von Meanwood-Road). Die drei angewendeten Pyrometer, deren Ergebnisse sich gegenseitig kontrollirten, stimmten überein. Die Temperaturen wurden alle Stunden abgelesen. Für die ersten 24 Stunden, während welcher die Injektoren ausser Betrieb standen, fand man eine Durchschnittstemperatur von  $592^{\circ}\text{C}$ . Bei drei Beobachtungen konnte man das Maximum nicht ermitteln, da die Temperatur  $1500^{\circ}\text{F}$ . =  $815^{\circ}\text{C}$ . überschritt. (Die Pyrometer zeigten, wie erwähnt, nur bis  $1500^{\circ}\text{F}$ .)

Bei Anwendung von Injektoren betrug in den anderen 24 Stunden der Durchschnitt der beobachteten Temperaturen  $785^{\circ}\text{C}$ .; diese stiegen bei 17 Beobachtungen über  $1500^{\circ}\text{F}$ . und konnten somit nicht festgestellt werden.

Bei Betrachtung dieser Ergebnisse gelangt Dr. Cameron zu dem Schlusse, dass, bei Anwendung von Dampf injektoren, der Temperaturgewinn  $500^{\circ}\text{F}$ . d. h.  $257^{\circ}\text{C}$ . betrage. Das während der Versuche verbrannte Material belief sich auf 6,2 T. (engl.) pr. Zelle.

Mr. Fairley, County Analyst of Leeds, machte seinerseits Versuche in dem Destruktor von Beckett's Street. Am Fusse des Kamins fand er, bei Nichtanwendung von Injektoren, eine Durchschnittstemperatur von  $200^{\circ}\text{C}$ . (niedrigste  $114^{\circ}$  — höchste  $235^{\circ}\text{C}$ .). An derselben Stelle und bei Anwendung von Injektoren war die Durchschnittstemperatur  $465^{\circ}\text{C}$ .

Diese Resultate führen annähernd zu dem von Dr. Cameron angenommenen Schlusse.

Höhere Temperaturen als die erwähnten sind in Destruktoren anderwärts erlangt worden. So erreichte in Oldham Mr. Watson in einem Horsfall-Ofen und bei einem stark forcirten Betrieb einen Durchschnitt von  $1100^{\circ}\text{C}$ . und sogar ein Maximum von  $1270^{\circ}\text{C}$ . Diese Temperaturen wurden mittelst calorimetrischer Bestimmungen festgestellt.

Uebrigens bieten so hohe Temperaturen gar keinen Vorteil; sie führen bloss eine raschere Zerstörung des Ofens herbei. Immerhin sind die Versuche von Watson interessant, indem sie zeigen, was mit blosser Verbrennung von Kehrrieten erreichbar ist.

Wie Mr. Darley aus Leeds sind wir der Meinung, dass höhere Temperaturen als  $1400^{\circ}\text{F}$ . d. h.  $750^{\circ}\text{C}$ . keinen wesentlichen Wert haben. Nützlicher ist es, durch geeignete Anlage und ebensolchen Betrieb die Temperaturschwankungen möglichst zu vermindern.

Nachstehend geben wir eine Zusammenstellung von Temperaturen, unter Angabe der Stellen, wo sie beobachtet wurden.

## Temperaturen in

Anlagen	Zahl der Zellen	Ofenart	Temperaturen (Celsius) im Ofen
Whitechapel . . . .	8	Fryer	82° — 530° Mittel: 250°
Ealing . . . . .	7	id.	. . . . .
Leeds, Becketts Str.	14	id. mit Injektoren	. . . . .
Leeds, Kidacre Street	12	id.	. . . . .
„ Armley Road	16	id.	. . . . .
„ Kidacre Street	12	Fryer, Injektoren nicht angewendet	. . . . .
id.	12	Fryer, mit Injektoren	. . . . .
Oldham . . . . .	10	Horsfall	Mittel: 1100° Varirte zwischen 880 und 1270°
Leeds, Becketts Str.	12 (1887)	Fryer, ohne Injektoren	. . . . .
Leeds, Armley Road	14 (1887)	Fryer id.	. . . . .
„ Becketts Str.	12 (1888)	Fryer, mit Injektoren	Am östl. Ende 810° Am westl. Ende, zwischen Ofen u. Kamin: 615°
Whitechapel . . . .	8	Fryer, ohne Injektoren	. . . . .
Leicester, Needham Street . . . . .	6	id.	. . . . .
Oldham . . . . .	10	Horsfall	. . . . .
Brüssel . . . . .	2	Sneyers	. . . . .

## den Destruktoren.

Temperaturen (Celsius) in den Zügen	Bemerkungen
Im Hauptzuge, 3 Beobachtungen: 210° — 282° — 210° . . . . Im Ofenzuge 330° . . . . . . . . Mittel: 561° . . . . Varirte zwischen 150° und 860° . . . . Mittel: 540° . . . . Varirte zwischen 148° und 865° . . . . Mittel: 455° . . . . Varirte zwischen 175° und 700° . . . . Mittel: 592° . . . .	Bei einem verbrannten, zum Laden bereit, Feuerung: 148° C.  6606 Beobachtungen im Hauptzuge  Im Hauptzuge gemessen . . .  7098 Beobachtungen im Hauptzuge  24 Beobachtungen an demselben Tage; im seitlichen Ofenzuge. (Versuche von Dr. Cameron)  id. . . . .
Nach dem Dampfkessel: 480°  . . . Am Fusse des Kamins, . . . . . . . Mittel: 200° . . . . Varirte zwischen 114° — 235° Am Kaminfusse, Mittel: 270° Varirte zwischen 245° — 340° . . . Am Kaminfuss, 465° . . .	Versuche von Watson. Bestimmungen durch calorimetrisches Verfahren.  . . . Versuche von Mr. Fairley . . .  id. . . . .  id. . . . .
. . . . . 730° . . . . .	Angabe des Führers. Temperatur im Feuerkanal, 5 m von den Oefen, gemessen
. . . . . 810° . . . . .	. . . . . Angabe des Führers . . . . .
An der Kaminmündung: 425° . . . Vor dem Dampfkessel: 750° . . .	. . . Kamin von 52,50 m Höhe . . . . . . . . Angabe des Führers . . . . .
. . . Im Feuerkanal: 200° . . .	. . . . . Angabe von Mr. Sneyers . . . . .

## Dampfkessel.

In fast allen englischen Anlagen haben wir neben den Oefen eine Kesselanlage gefunden; die meisten der letztern waren aber ungenügend; die Verwertung der abziehenden Gase zur Dampfgewinnung war im allgemeinen nicht so vollständig wie sie sein könnte. Ja, im Destruktor von Battersea (London) steht ein vorhandener Dampfkessel unbenutzt da, weil man für den Dampf keine Verwendung weiss.

In den meisten Anlagen beschränkt man sich darauf, den nötigen Dampf für die Bedürfnisse der Anstalt selbst zu erzeugen, z. B. für den Betrieb von Mörtelmühlen, Lampen für elektrische Beleuchtung der Anstalt etc.; die überflüssige Wärme strömt mit den Gasen aus dem Kamin und trägt lediglich dazu bei, den Zug zu unterhalten. In Leicester fand man bei Gelegenheit von Reparaturen an der Kaminmündung die hohe Temperatur von  $425^{\circ}\text{C}$ . Watson konstatierte in Oldham  $480^{\circ}\text{C}$ ., nach dem Dampfkessel.

Solche hohe Temperaturen abgehender Gase bedeuten einen grossen, sonst leicht verwertbaren Wärmeverlust. Zwar soll die Ausnützung der Wärme bei der Abfallverbrennung nicht so weit wie bei der Kohlenfeuerung stattfinden, da erstere eines energischen Zuges bedarf. Doch sind wir der Meinung, dass man bei Destruktoren, welche Injektoren besitzen, die Gase ohne Nachteil bis auf  $200\text{--}250^{\circ}\text{C}$ ., am Fusse des Kamins, verkühlen lassen könne.

Der bei den englischen Destruktoren meist verbreitete Dampfkessel ist ein Feuerrohrkessel (Bl. XV, Fig. 1, 2).

Dessen Durchmesser variiert zwischen 2,15 bis 2,50 m; die Länge beträgt 3,40 bis 4,90 m. Die Röhren sind 3- oder 4-zöllig und zu je 80—160 Stück vorhanden.

Für den neuen Destruktor von Meanwood-Road in Leeds ist ein Wasserrohrkessel errichtet worden. In Manchester werden Feuerrohrkessel, System Galloway, direkt mit Kehrlicht gefeuert.

Die Dampfkessel der Destruktor-Anlagen unterscheiden sich nicht von den gewöhnlichen. Sie werden am Ende der Ofenbatterie aufgestellt und zwar so, dass man, mittelst eines Nebenzuges (Bye-Pass) durch Klappen die abziehenden Gase durch oder neben den Dampfkessel führen kann. Fig. 1, Bl. XVI, zeigt eine Anordnung dieser Art,  $K$  = Dampfkessel,  $B$  = Nebenzug,  $tt'$  = Klappen (welche mittelst einer Kurbel von oben drehbar sind).

In dem Meanwood-Road-Destruktor ist Platz für zwei Wasserrohrkessel vorgesehen; vorläufig ist nur einer errichtet worden. Derselbe hat 3,30 m Durchmesser, besitzt 108 Röhren von 0,10 m Weite und 4,90 m Länge. Bei Kohlenfeuerung würde ein solcher Kessel 250 HP. (zu 10 kg Dampf pr. Pf. St.) entsprechen; derselbe soll die Wärme von acht Zellen ausnützen.

Fig. 3, Bl. XVI gibt eine Darstellung der Kesselanlage in

Meanwood-Road. Wie auf der Zeichnung ersichtlich ist, kann man bei Handhabung der Klappen:

1. die Gase ganz oder teilweise nach dem einen oder anderen Kessel leiten,
2. die Gase gleichzeitig auf beide Kessel führen,
3. den Abzug der Gase über den Kesseln ganz einstellen.

Fig. 2 zeigt die Zugsanordnung in Battersea. Fig. 1 Bl. XVII stellt, neben der gesamten Anlage, die Kesselanordnung des Destruktors von Southampton dar.

Obige Vorkehrungen können auf verschiedene Weise getroffen werden; nur muss man danach streben, die Gasstrecken auf ein möglichstes Minimum zu reduzieren. Kessel und Kamin sollen daher dicht an dem Ofen angebracht werden und muss der Raum für eine etwaige Vergrösserung der Anlage auf der entgegengesetzten Seite der Ofenbatterie vorgesehen werden.

In den Oefen ohne Injektoren beträgt der Dampfdruck 30 bis 40 Pfund pr. engl. Quadratzoll, d. h. 2—3 Atmosphären. Bei Anwendung von Injektoren steigt derselbe, infolge der höheren Temperaturen, auf 40—70 Pf. d. h. 3—4,5 Atmosphären.

Es existiren in England noch andere Kessel-Anordnungen, als die bereits erwähnten. In Birmingham z. B. sind die Kessel direkt über den Zellen eingerichtet, womit eine stärkere Verdampfung erreicht wird. Da wir indes keine Gelegenheit hatten, diese interessante Anordnung zu besichtigen, können wir sie nicht beurteilen. Immerhin ist es fraglich, ob bei solcher Einrichtung eine vollständige Verbrennung der schädlichen Gase stattfinden kann.

In Manchester, wo die Verbrennung der Abfälle in einer der Anstalten direkt im Dampfkessel stattfindet, haben wir nicht wahrnehmen können, ob dabei die aus dem Kamine ausströmenden Gase noch schädlichen Geruch besitzen. Die bezügliche Anlage dient gleichzeitig für die Verarbeitung von Fäkalstoffen und ist ausserdem von Fabriken umgeben, welche ihrerseits die Luft auch verunreinigen. Mr. Callison, Superintendent of the Cleansing Department in Manchester, sagte uns: „Wenn man uns beschuldigt, die Luft zu vergiften, antworten wir, dass es von dem Nachbarn her-rühre!“

Die Verbrennung von Abfällen erzeugt eine grosse Menge feinen Staubes, welcher durch den Gasstrom in die Züge und Dampfkesselröhren gebracht wird. Um letzteren das Verdampfungsvermögen zu erhalten, ist ein häufiges Reinigen derselben notwendig.

Im allgemeinen findet eine Reinigung der Feuerröhren alle Wochen statt, in Oldham 3mal wöchentlich, in Southampton sogar alle 2 Tage.

## Destruktor-Mannschaft und Verbrennungskosten.

Wir geben nachstehend eine Zusammenstellung der in verschiedenen Anlagen für den Ofenbetrieb verwendeten Mannschaft, sowie der Verbrennungskosten exklusive Zins und Amortisation:

Städte	Zahl der Zellen	Zahl der Arbeiter		Betriebs-Kosten pr. Tonne exkl. Amort.	Bemerkungen
		Tag	Nacht		
				Fr.	
Southampton . . .	6	2	2	0.35	Ein Lader nur bei Tage Kremator inbegriffen
Battley . . . . .	6	2	0	0.70	
Battersea . . . . .	12	18 in 3 Schichten		—	
Blackburn . . . . .	8	4	4	0.30	
Blackpool . . . . .	8	3	3	—	
Bolton . . . . .	8	4	3	—	
Bradford . . . . .	12	5	—	0.22	
Bristol . . . . .	16	9	6	0.95	Exkl. Kremator. Der Ertrag d. Nebenprodukte nicht abgezogen
Ealing . . . . .	7 u. 1 Kremat.	3	2	0.40	Nach Abziehung des Ertrages d. Nebenprodukte, u. ohne Krematorskosten
Hasting . . . . .	4	2	2	1.35	
Leeds . . . . .	36	19	16	1.65	Verwertung der Nebenprodukte nicht berücksichtigt
Liverpool . . . . .	12	8	7	1.70	
Longton . . . . .	4	2	2	0.95	
Manchester . . . . .	44	1 Mann f. 20 Zellen		0.10	
Newcastle . . . . .	12	9 in 3 Schichten		0.80	
Warrington . . . . .	6	—	—	1.—	
Oldham . . . . .	6	6 in 3 Schicht, v. 2		0.90	Mit Amortisation: Fr. 1.50
Leicester (Mill-lane) . . . . .	6	6 in 3 Schicht, v. 2		—	

Wie aus obiger Tabelle ersichtlich, variiren in den verschiedenen Städten die Betriebskosten zwischen weiten Grenzen. Dies rührt wahrscheinlich von dem Mangel einer einheitlichen Basis für die Schätzung der Betriebskosten her.

In Bristol sind Fr. 0.95 pr. Tonne gerechnet, ohne Kremationskosten und ohne Abzug des Ertrages aus dem Schlacken-Verkauf.

In Ealing gelangt man zu einem Durchschnittsbetrage von Fr. 0.40 pr. Tonne, nach Abzug des Gewinnes aus dem Verkauf von Schlacken und Dampfkraft.

Mr. Jones berechnet einen Durchschnittsbetrag von 10 d. pr. Load (1217 kg) d. h. ca. Fr. 0.80 pr. Tonne von 1000 kg des Materiales. Dabei nimmt er an, dass 3 Männer 6 bis 7 Zellen bedienen können.

Durchschnittlich erhalten in England die Heizer einen Lohn von 25 bis 30 Schilling pr. Woche.

Oldham zeigt für 6 Zellen bei achtstündiger Schicht folgenden Personalbestand nebst Löhnung:

1 Aufseher . . . . .	32 sh. pr. Woche.
6 Heizer (2 pr. Schicht) à . . . . .	30 " " "
1 Mann für die Mörtelmühle . . . . .	28 " " "
1 Ausläufer . . . . .	6 " " "

Der Arbeiter an der Mörtelmühle kann in den meisten Fällen auch die Bedienung der Dampfmaschine besorgen.

### Verwertung der disponibeln Wärme.

Unter disponibler Wärme verstehen wir dasjenige Wärmequantum, welches für die Unschädlichmachung der abgehenden Gase nicht beansprucht wird.

Ueber die Frage, wie viel Dampf bezw. wie viele Pferdekkräfte eine Zelle erzeugen könne, herrscht in England zur Zeit noch die grösste Verwirrung. In einer Versammlung der British-Association, im Sept. 93 (Engineering 22. Sept. 93), sagte Mr. Watson: „Die Frage des Verdampfungsvermögens von Abfällen ist von grosser Wichtigkeit, und doch, glaube ich, gibt es im ganzen Ingenieurwesen nicht einen Gegenstand, der mehr im Chaos läge, als gerade dieser.“

Die Angaben, welche man sowohl an Ort und Stelle als in der Literatur sammeln kann, gehen in der Tat so weit auseinander, dass sie einer sorgfältigen Sichtung und Prüfung bedürfen, wenn sie einigermaßen richtige Zahlen liefern sollen.

Die Ursachen dieses Zustandes sind verschieden und sehr erklärlich. Wie schon gesagt, sind in den meisten englischen Destrukturen die Dampfkessel in Absicht auf die Verwertung der disponibeln Wärme unzureichend; daher können die Zahlen, welche für gewisse Anlagen gegeben werden, nicht massgebend sein; sie stellen nur dar, was verlangt wird, nicht aber, was verlangt werden könnte. Hiezu tritt, dass die Anordnung der Kesselanlage einen

## Verwertung der

Städte und Namen	Ofen-System	Verdampftes Wasser-Quantum per Kilogr. von Abfällen Kilo	Druck in Atmos.	Pferde-Kraft pr. Zelle
Birmingham . . . . .	(?) (Kessel direkt über d. Ofen)	1.79	ca. 4	59 HP.
Southampton . . . . .	Fryer	0.270	ca. 4	8.9
Oldham . . . . .	Horsfall	0.830	5	27.5
Gutachten v. Thwaites	—	0.900	—	29.7
„ von Bennett	—	0.300	—	10
„ von Jones .	—	0.242	—	8
„ v. Tomlinson	—	0.49—0.79	—	16—26
Stadt Rochdale . . . .	Meldrum	1.64	8	64
Warrington . . . . .	Fryer	1.14	4.9	37.5
Gutachten v. Jam. Deas	Fryer	1	—	29.2

Einfluss auf die Menge des erzeugten Dampfes ausübt. Eine Schwierigkeit ist auch die, dass die Pferdekraftangaben häufig den Dampfverbrauch der Maschine selbst ausser Berücksichtigung lassen. Wertvoller wäre das Gewicht des verdampften Wassers zu kennen. Angaben dieser Art sind aber leider sehr selten.

Gestützt auf eine Analyse der Gase und Schlacken ist Prof. Forbes zu dem Schlusse gelangt, dass, theoretisch, eine Zelle, welche 6 t. in 24 Stunden verbrennt, 59.6 i. HP. liefern könne. (Die Pferdestunde zu 20 engl. Pf., gleich 9 kg, gerechnet.)

In Southampton ist von Mr. Bennett konstatiert worden, dass, bei Verbrennung von 25 t. pr. 24 Stunden in 6 Fryer-Zellen eine Kraft von 31.5 i. HP. erlangt werden konnte. Dabei ist die Temperatur der abgehenden Gase nach dem Kessel nicht angegeben. Wir bemerken hierbei, dass dieselben Zellen in 24 Stunden 50 t. Abfälle verbrennen könnten.

## disponibeln Wärme.

Verhältnis der Verdampfungs-Vermögen von Abfällen und Kohle	Bemerkungen
1 : 4.5	Ergebnis zahlreicher Versuche.
1 : 28 (* ) 1 : 10.7	Nach der Leistung der Maschine gerechnet. Versuche von Watson. (*) Beim Abziehen des Injektor-Dampfverbrauches: 1:23. Mit genügendem Kessel: 1:8.9. In letzterem Falle und nach Abzug des Injector-Dampfverbrauches 1:16.5.
1 : 9	
1 : 26	Städt. Ingenieur in Southampton.
1 : 33	Städt. Ingenieur in Ealing.
1 : 18—1 : 10.6	Kommt zu diesen Zahlen auf Grund zahlreicher Ergebnisse.
1 : 5	Versuche vom 1. März 1895. — In dieser Anlage sind die Dampfkessel nur durch eine Verbrennungskammer von den Oefen getrennt. Der Dampf für die Injektoren war von einem speziellen Dampfkessel genommen.
1 : 7	Versuche vom November 1893. — Anstatt eines Injektors war der Ventilator angewendet. Luftdruck 60 mm Wassersäule. Mittlere Temperatur im Ofen: 1080° C.
1 : 8	Ergebnis von Versuchen in Warrington.

In Oldham hat Mr. Watson bei Versuchen mit dem Horsfall-Ofen als verfügbare Kraft 10.6 i. HP. pr. Zelle erlangt und zwar nach Abziehung des Dampfverbrauches für die Injektoren. Die abgehenden Gase besaßen noch nach dem Dampfkessel die hohe Temperatur von 480°, woraus zu schliessen ist, dass mit einer genügenden Kesselanlage weit bessere Resultate erlangt worden wären.

Nach Mr. Cox vermag in Bradford eine Zelle bei Verbrennung von 6½ t. in 24 Stunden 5 bis 6 i. HP. zu liefern (Jones, Refuse Destruktors). Derselbe Mr. Cox meldete in the Meeting of the Incorporated Association of Municipal and County Engineers, welche am 27. Juni 1895 in Halifax gehalten wurde (Yorkshire Post 28 June 1895), dass man in Bradford 16 i. HP. pr. Zelle erzielte. Diese hohe Ziffer ist wahrscheinlich nach vorgenommenen Verbesserungen der Anlage erreicht worden.

Nach den Angaben, welche wir von Mr. Watson erhielten, kann man aus einer Zelle eine Kraft von 15 bis 25 HP. erhalten, inklusiv Dampfverbrauch der Injektoren.

In Blackburn ergeben 8 Fryer-Zellen und ein Kremator 45 i. HP. oder 5.6 i. HP. pr. Zelle. Es werden dabei 6 t. Abfälle pr. 24 Stunden und Zelle verbrannt.

In Hastings erlangt man mit Fryer-Zellen, die 10 t. in 24 Stunden verbrennen, 8.5 i. HP., und mit Kremator 17 i. HP. pr. Zelle.

Wir fassen in vorhergehender Tabelle obige und noch andere Ergebnisse zusammen, teilweise unter Angabe bezüglichlicher Gutachten. Aus diesen Ergebnissen haben wir das Verdampfungsvermögen und dessen Verhältnis zur Kohle berechnet. Ferner sind, um die verschiedenen Zahlen vergleichbar zu machen, die erlangten Pferdekraft für die gleiche Menge von 7 t. der verbrannten Abfälle umgerechnet. Für die Verdampfungsfähigkeit der Kohle haben wir die Durchschnittszahl von 8 kg Dampf pr. Kilogramm Kohle angenommen. Per Pferdekraft und Stunde sind 9 kg gerechnet worden.

Wenn man in obiger Tabelle die Zahlen betreffend Birmingham und Rochdale ausser Betracht lässt, weil dort die Kesselanlagen ganz eigenartig waren, gelangt man zu der Annahme, dass eine rationell konstruierte Zelle, bei Verbrennung von 7 Tonnen in 24 Stunden, ca. 140 kg Dampf zu 3—4 Atmosphären pr. Stunde erzeugt. Der Horsfall-Injektor verbraucht ca. 75 kg Dampf pr. Stunde; dieser Verbrauch könnte aber mit dem Körting-Injektor auf ca. 50 kg reduziert werden. Es bleiben somit 90 kg verfügbarer Dampf. Bei einem Verbrauch von 9 kg pr. Pferd und Stunde kommen wir auf die von einer Zelle zu erwartende Kraft von 10 Pf. Dies gilt für eine Anlage mit wenigstens sechs Oefen und einer Bauart gleich derjenigen des Meanwood-Road-Destruktors. Das Ergebnis an verfügbarer Kraft stützt sich nun freilich auf englische Abfälle; aber es ist nicht anzunehmen, dass eine grosse Verschiedenheit der Brennwerte zwischen englischen und hiesigen Abfällen bestehe.

In einem schriftlichen Bericht, welchen Mr. Jessop aus Oldham uns zur Verfügung stellte, finden wir Zahlen, welche für die Leistung einer Zelle annähernd zu dem von uns berechneten Resultate führen.

Mr. E. Ingham C. E. hat in Oldham für 6 Zellen, bei einem Dampfdruck von 4—5 Atmosphären, eine Wasserverdampfung von 1130 kg pr. Stunde konstatiert. Wenn man von dieser Zahl den Verbrauch der Injektoren mit  $75 \times 6 = 450$  kg. abzieht, erhält man 12.6 HP. pr. Zelle, das Pferd zu 9 kg pr. Stunde gerechnet.

Bei diesen Versuchen verbrannte eine Zelle pr. 24 Std. 7115 kg Abfälle.

## Verwendung der erzeugten Kraft.

Die bei Verbrennung der Abfälle erzeugte Kraft findet schon in den Destruktoranlagen eine teilweise Verwendung für den Betrieb der Mörtelmühlen. Sie findet aber auch Anwendung für die elektrische Beleuchtung der Anlagen oder der benachbarten Strassen. In seltenen Fällen ist eine Desinfektionsanstalt dem Destruktor beigefügt.

In Leicester ist projektirt, mit dem Dampfe des Needham-Street-Destruktors eine nahe gelegene Schule zu heizen.

In Oldham werden 12 Pferdekräfte an eine benachbarte Werkstätte vermietet. Die Art und Weise, wie in Southampton die vom Destruktor gelieferte Kraft verwendet wird, verdient Erwähnung. Die 6 Zellen erzeugen den Dampf für eine 31.5 HP. Maschine. Diese komprimirt in einem Behälter Luft bis auf drei Atmosphären. Vom Behälter aus ist die Luft durch eine 125 mm Rohrleitung nach der 1 Mile entfernten Kläranlage am Town Quai geführt, wo sie drei Shone's-Ejektors in Betrieb setzt. Einer von diesen Ejektoren hebt das Klarwasser vom Bassin auf einen höheren Punkt, um das Abfließen desselben ins Meer, unabhängig von der Flut, zu ermöglichen. Ein anderer Ejektor hebt das Wasser von einem tiefliegenden Abzugskanal zum Klärbassin. Mit dem dritten Ejektor wird der abgesetzte Schlamm durch eine Leitung von 100 mm Weite bis zu einem Behälter in der Destruktor-Anlage getrieben, wo derselbe, mit Aschen und Abfällen vermischt, als Dünger verkauft wird und zwar zum Preise von 2,6 sh. pr. Load (1217 kg).

Die Ejektoren sind nur einige Stunden täglich im Betriebe; sie funktioniren ganz automatisch. Zu Fig. 2, Bl. XVII, geben wir eine Abbildung des Shone's-Ejektors, welcher wie folgt arbeitet: Kraft der eigenen Schwere, gelangt die zu hebende Flüssigkeit ins Rohr *a* und in den Apparat. Infolge zunehmenden Steigens des Wasserstandes wird die in der Glocke *D* eingeschlossene Luft komprimirt und deshalb die Glocke *D* gehoben; durch Vermittelung der Stange *t* öffnet sich dann das Eingangsventil *V* der Triebluft. Die im Apparat eingeströmte Flüssigkeit wird durch das Rohr *b* zurückgedrängt, da wegen Schliessung des Rückschlag-Ventiles *k* nur dieser Ausgang frei steht. Der Stand des zurückgedrängten Wassers erreicht beim Sinken die untere Glocke *D*<sup>1</sup>; bei weiterem Sinken des Wasserstandes steigt die mit Flüssigkeit gefüllte Glocke *D*<sup>1</sup> aus dem umgebenden Wasser, dabei wird sie schwerer, zieht folglich die Stange *t* nach unten und schliesst somit den Trieblufteintritt. Die beschriebenen Vorgänge wiederholen sich, ohne dass irgendwelche Bedienung notwendig ist. Die Luftspannung beträgt für den Schlammekjektor 3 Atmosphären, für die Wasserhebung 0,7 Atmosphären.

Durch den Dampf des Destruktors wird auch eine 6 HP.-

Maschine gespeist, welche einen Mischapparat und einen Elevator für die Düngerfabrikation treibt.

Ein anderer Motor dient einer Futterschneidemaschine in der Stallung, welche der Destruktoranlage beigelegt ist.

Die Maschine von 31,5 i. HP. treibt einen Dynamo, welcher entweder 10 Bogenlampen von 3000 Kerzen oder 200 Glühlampen von 16 Kerzen speisen kann.

Zur Zeit ist die Destruktoranlage mit 2 Bogen- und 12 Glühlampen beleuchtet.

Häufig werden auch vier benachbarte Strassen durch den Destruktor elektrisch beleuchtet.

Der Erfolg dieser Beleuchtungsversuche hat die Behörde veranlasst, aus derselben Quelle verschiedene städtische Gebäude, mittelst Accumulatoren, elektrisch zu beleuchten.

Die durch die Abfallverbrennung erzeugte Kraft findet aber noch anderweitige Verwendung. Ein Teil der komprimierten Luft wird für den Betrieb von Ejektoren einer zwei Miles entfernten Gemeinde verkauft und trägt jährlich Fr. 5000 ein. Die Einnahmen aus dem Düngerverkauf und der komprimierten Luft beliefen sich im Jahre 1890 auf 20,000 Fr.

Von den Nebenprodukten, wie Mörtel, Aschen, Schlacken und künstliche Steinplatten, wurden in demselben Jahre für 7500 Fr. verkauft.

Die Betriebskosten ohne Amortisation, stiegen auf 5625 Fr.; die Düngerbereitung und Bedienung der Kläranlagen erforderten 7700 Fr. Im ganzen also ergaben sich 13,325 Fr. Ausgaben gegenüber 27,500 Einnahmen.

In der grossartigen Anlage von Manchester sind 32 Dampfkessel und Destruktoren im Betrieb. Die Kessel werden direkt mit Abfällen gefeuert. Der erzeugte Dampf dient hauptsächlich zur Behandlung der Fäkalien und deren Austrocknung. Ein anderer Teil des Dampfes treibt eine zweizylindrische Maschine von 300 i. HP., welche den maschinellen Einrichtungen der Anlage (Mörtelmühlen, Dynamo, etc.) dient.

### Verwertung der Verbrennungs-Rückstände.

Die Abfälle hinterlassen bei ihrer Verbrennung einen durchschnittlichen Rückstand von 25—30% des Gewichtes. Das Volumen wird auf einen Viertel reduziert.

In Hampstead fand man 24% Rückstände, bestehend aus 16% Schlacken und 8% Asche.

In Leicester enthielten 20,85% Rückstände 14,7% Schlacken und 6,15% Asche.

In Leeds, wo das frische Material, sowohl wie die Rückstände, täglich abgewogen werden, hat man für die letztern 34% konstatirt.

Die Schlacken können nach ihrem Absieben unmittelbar für Auffüllungen, Strassen-Beschotterung etc. verwendet werden. Meist werden sie in Mörtelmühlen gemahlen und bilden dann, mit Kalk vermischt, einen ganz vorzüglichen Mörtel, welcher leichten Absatz findet.

Mörtelmühlen trifft man in fast allen englischen Anlagen. Wir geben in Bl. XVIII, Fig. 1 u. 2 zwei Ansichten einer Mörtelmühle. Die Pfanne *P*, welche auf der vertikalen Welle *V* festgekeilt ist, erhält eine rotirende Bewegung durch eine Riemenscheibe und konische Zahnräder. Die Mühlsteine *MM* haben nur eine Bewegung um ihre Achse, welche sich vertikal in der Koulisse *K* bewegen kann. Die Kraft, welche eine derartige Mühle erfordert, schwankt zwischen 5—8 HP., je nach deren Grösse.

Die Mörtelproduktion einer Mühle beträgt in 12 Stunden 6—12 Tonnen; sie varirt mit der Feinheit, welche dem Mörtel gegeben wird.

Die Schlacken werden so, wie sie aus dem Ofen kommen, nach stattgehabter Abkühlung, auf die Pfanne geworfen (manchmal findet zuerst eine Absiebung der feineren Teile statt). Zuerst werden sie allein, dann nebst einem Zusatz von Kalk und Wasser weiter gemahlen.

Der Schlacken-Mörtel ist schwärzlich, mehr oder weniger hell, je nach Kalkgehalt.

In Manchester wurden, laut Bericht von Mr. Callison, pr. 1893 18,000 t. von diesem Mörtel zum Preise von 5 Fr. pr. t. verkauft. Die Herstellungskosten beliefen sich auf Fr. 2. 50 pr. t. In Southampton erreichte der Mörtel den Preis von 7 Fr.; in Liverpool von 6. 25 bis 11 Fr. pr. t.

Ein Mann genügt für die Bedienung einer oder zweier Mörtelmühlen; sein Lohn beträgt 25—30 sh. pr. Woche.

Aus den Schlacken werden aber auch künstliche Steine hergestellt, deren Zusammensetzung in nachstehender Tabelle gegeben ist. In Battersea erfahren die aus Schlacken hergestellten Steinplatten folgende Behandlung: Zuerst werden sie sechs Tage in den Formen getrocknet, dann für 24 Stunden einem Kieselsäuresoda-Bad übergeben und hernach einen Monat lang, gegen die Sonne geschützt, an der Luft getrocknet, worauf die Lagerung erfolgt, welche ein Jahr zu dauern hat, ohne dass damit der Erhärtungsprozess zu Ende geführt wäre.

In Liverpool werden die Platten mit einer hydraulischen Presse hergestellt. Der Druck beträgt 315 kg. pr. cm<sup>2</sup>. Die bereits hart aus der Presse kommenden Platten werden zuerst zwei Tage horizontal gelegt, dann vertikal gestellt und drei Monate lang getrocknet. Mit jener Presse werden zehn Platten pr. Stunde angefertigt. Das Fabrikationspersonal besteht aus zwei Arbeitern zum Sieben und Mischen der Materialien und zwei anderen für die Bedienung der Presse.

### Verwertung der Nebenprodukte

Städte	Mörtel				Steinplatten			
	Schlack.	Kalk	Sand	Asche	Schlack.	Kalk	Sand	Cement
	v.	v.			Vol.		Vol.	Vol.
Battersea (London)	—	—	—	—	4	—	1/2	1
Manchester . . .	50	25	—	—	—	—	—	—
Leeds (Kidacre Str.)	1	2	—	—	—	—	—	—
Liverpool . . .	1	3	2	2	3	—	—	1
Southampton . .	3	1	—	—	2	—	—	1
Leeds . . . . .	1	2	—	—	—	—	—	—

Es wäre interessant, die Festigkeit dieser Schlackenprodukte mit denjenigen von Zement zu vergleichen. Bezügliche Versuche sind aber, so viel wir wissen, in England nicht ausgeführt worden.

#### Die Neben-Anlagen der Destruktoren.

Zu diesen zählt einmal die Rampe, welche, in rationeller Weise erstellt, einen billigen Transport der Abfälle bis zu der Ofenplattform ermöglicht. Die Rampen haben indessen den Nachteil, dass sie eine ziemliche Ausdehnung des Grundstückes erfordern. Diesem Nachteil kann man ausweichen, indem man für die Destruktor-Anlage eine natürliche Vertiefung des Bodens auswählt. Eine solche Lösung erhielt die neue Anlage von Meanwood-Road in Leeds. Anstatt einer Rampe hat man dort eine horizontale Erdauffüllung ausgeführt; die Ofenplattform liegt so in derselben Ebene wie die zum Destruktor führende Strasse. In Ermanglung solch günstiger Niveauverhältnisse findet man es häufig vorteilhaft, einen Aushub auf dem Ofen-Areal vorzunehmen. Dadurch kann die Länge der Rampe und damit der Flächeninhalt des Grundstückes reduziert werden. Das ausgehobene Material lässt sich leicht für die Erstellung der Rampe verwenden. Bei solcher Ausführung ist aber darauf zu achten, dass der neue, auf dem Ofen-Areal her-

### der Destruktoren.

Erzeugtes Mörtel-Quantum pr. Tag	Kraft-Aufwand pr. Mühle	Verkaufspreis des Mörtels pr. Tonne	Bemerkungen
—	—	—	Die Platten werden durch Kieselsäuresoda behandelt
—	8 HP.	Fr. 5. —	Herstellungskosten Fr. 2. 50 pr. Tonne
12 t.	8 HP.	—	Drei Mühlen werden durch eine HP.-Maschine betrieben
Gewöhnl. 12 t. s. feiner Mörtel 6 t.	—	Fr. 6.50—11	Die Steinplatten mittelst hydraulischer Presse hergestellt. Ausgeübter Druck 315 kg p. c <sup>2</sup> 10 Platten pr. Stunde gemacht
—	—	Fr 7.— p. t.	Farbige Erdwarenstücke mit der Steinplattenmasse vermischt. Für Strassentrottoirs verwendet
5 t.	5 HP.	Fr 6.25 p. t.	

gestellte Boden wenigstens 3 m über dem höchsten Stand des Grundwassers steht, damit die Fundamente der Oefen und des Kamins nicht der Feuchtigkeit ausgesetzt sind.

Als Nebenanlage eines Destruktors nennen wir weiter: die Dampfmaschine nebst Dynamo; eine oder mehrere Mörtelmühlen; ein Schuppen für die Lagerung von Kalk und fertigen Produkten, wie Steinplatten etc.; ein Häuschen mit Telephon für den Aufseher; (in der Nähe der Oefen) ein Arbeiterzimmer mit Wascheinrichtung; eine Brückenwage. In den grösseren englischen Städten enthalten die Destruktor-Anlagen ferner: Stallungen, eine Werkstätte für Bau und Reparaturen von Wagen, eine Schmiede, eine Sattlerei u. s. w.

Dampfkessel und Kamin gehören schon nicht mehr zu den Nebenanlagen.

Noch erwähnen wir hier einer Vorrichtung, welche den Zweck hatte, den Austritt von flammenden Papieren aus dem Kamin zu verhindern. Sie bestand aus einem drahtgeflochtenen Gitter, welches bei Verbrennung von grossen Mengen Papier im Hauptzug und vor dem Kamin entsprechend zu funktionieren hatte. In neueren Anlagen, wo das Kamin eine hinreichende Höhe besitzt, ist von einer solchen Einrichtung Umgang genommen worden.

#### Herstellungskosten der Destruktoren.

Die Angaben betreffend die Herstellungskosten, welche wir gesammelt haben, gehen sehr weit auseinander, was sich teils aus

den verschiedenartigen lokalen Verhältnissen, teils aber auch daraus erklärt, dass die Angaben nicht immer die Gesamtkosten einer Anlage in sich begreifen.

Aus nachstehender Tabelle kann man sich eine Idee von den Herstellungskosten einer Zelle machen.

Mr. Jones sagt in seinem Werke: „Refuse Destructor“, dass nach seinen Erfahrungen, sofern die Fundamente nicht abnormal kostspielig sind, die Kosten per Zelle auf 10 000 Fr. inklusive Kamin sich belaufen, ja dass sie in einzelnen Fällen sogar auf 5000 Fr. per Zelle hinuntergegangen seien. Bei diesen Kostensummen ist freilich das Grundstück nicht in Rechnung gezogen.

### Herstellungskosten der Destruktoren.

Städte	Zahl der Zellen	Herstellungskosten einer Zelle exklus. Grundstück	Bemerkungen
		Fr.	
Leicester, Needham Str.	6	22,000	Angaben v. Mr. Mawbey. Dampfkessel, Kamine, Maschinen, Rampen, Einfriedigungsmauer inbegriffen.
Id. Midland Lane	6	33,800	
Id. Lero . . .	6	37,000	
Southampton . .	6	15,600	Inklusive Kamin, Dampfkessel, Dampfmaschine, Rampe.
Angabe von Mr. Watson .		20,000	Inklusive Kamin, etc. etc.
Id.		3,750	Für den Ofen (Horsfall) allein.
Battersea . . . .	12	29,300	Gesamte Anlage.
Leeds, Beckell's Street .	14	13,100	Gesamte Anlage.
„ Armley Road	12	13,000	Gesamte Anlage.
„ Kidacre-Street	10	18,800	Ohne das Kamin.
Liverpool . . . .	12	15,600	
Manchester . . . .	44	ca. 12,500	
Bristol . . . . .	16	10,700	Kamin (42,500 Fr.) und Fundamente (72,500), nicht inbegriff.
Whitechapel . . . .	8	27,000	Inklus. Kamin (62,500 Fr.).
Salford . . . . .		10,000	
Ealing . . . . .	7	8,750	
Oldham . . . . .	6	14,300	Kamin nicht gerechnet.
Bradford . . . . .	12	21,000	

## Verbrennbarkeit unseres Kehrichts.

Es ist auf dem Kontinent oft die Frage gestellt worden, ob die Abfälle hier so gut wie in England verbrennen würden. Dabei ging man von der Annahme aus, dass die englischen Abfälle mehr unverbrannte Kohlenbestandteile enthalten, als die unserigen. Wir an unserem Orte sind der Meinung, man habe den Kohlengehalt des englischen Kehrichts überschätzt, überschätzt aber auch den günstigen Einfluss solcher Beimengung.

Von den grossen industriellen Städten, wie Manchester, Leeds u. s. w., wo die Bevölkerung in weit überwiegender Zahl der Arbeiterklasse angehört, wo ganze Stadtteile ausschliesslich von Arbeitern bewohnt sind, darf man nicht voraussetzen, dass die Verbrennungsrückstände der Kochherde an unverbrannten Kohlentteilen sehr reich seien. Sodann vergesse man nicht, dass in den Verbrennungsrückständen, neben unverbrannter oder unvollkommen verbrannter Kohle eine grosse Menge feiner, weisser Asche sich findet, welche den schlechtest-brennbaren Teil der Abfälle bildet.

Dass die Abfälle anderswo als in England verbrennen, beweist die Tatsache, dass in Hamburg nach stattgehabten befriedigenden Versuchen der Bau von 30 Zellen in Aussicht genommen ist.

In Bruxelles verbrannten, trotz der ungünstigen Umstände, dass nur zwei und zwar fehlerhaft gebaute Zellen im Betrieb stehen und das Kamin ungenügend ist, die Abfälle so gut, dass andere Oefen errichtet werden sollen. Am diesjährigen Congrès International d'Assainissement et de Salubrité Publique referirte Mr. Petsche über die noch jetzt im Gange befindlichen Verbrennungs-Versuche in Paris. Wir entnehmen der bezüglichen Arbeit folgendes:

„Depuis le 15 Janvier dernier un four d'essai a été installé à Paris, on l'alimente successivement avec les immondices des différents quartiers, les gazs peuvent être envoyés directement à la cheminée ou passer sur une chaudière à bouilleurs (Siede-Kessel); de même, le tirage est naturel ou forcé. On se propose de continuer pendant une année l'expérience dont on note quotidiennement les incidents. Dès à présent, — on peut faire connaître, que, malgré la quantité très inférieure de charbon et d'escarbilles, (unvollkommen verbrannte Kohlen), les gadoues (der Inhalt der Poubellekisten), parisiennes, sont, comme les gadoues anglaises, auto-comburantes, et on n'a pas, depuis le 1 Janvier, dû mettre au four 1 Kilog. de combustible. Les fumées sont claires et peu abondantes, elle ne paraissent pas gênantes. La quantité détruite par jour, a varié de 2,5 à 14 t. en 24 heures; le taux moyen et ordinaire peut être de 5 tonnes environ; un peu plus faible en hiver, maximum au printemps.

Les températures paraissent inférieures à celles obtenues en Angleterre, et se maintiennent en général entre 300 et 400°; la production de la vapeur est par suite peu abondante, peu régulière,

et n'atteint que rarement des pressions utilisables. Ces derniers résultats ne sont point faits pour surprendre, surtout avec une cellule isolée,

Les résidus, scories et cendres, qui constituaient, en hiver, jusqu'à 58<sup>o</sup>/o en poids et 42 en volume de la gadoue brûlée, tombent maintenant à 25<sup>o</sup>/o en poids et 14<sup>o</sup>/o en volume, et leur proportion moyenne se rapprochera sans doute de celle admise en Angleterre. Les cendres proprement dites paraissent utilisables pour la culture et ont une valeur d'environ 7 Fr. la tonne."

*Revue Scientifique* vom 24. August 1895.

Aus obigem ergibt sich, dass in Paris die Abfälle ohne Zusatz von Brennmaterial verbrennbar sind, obwohl dort die Gaskochherde eine grosse Verbreitung besitzen und der Preis der Kohle wahrscheinlich noch höher steht als in Zürich.

Was die Dampferzeugung betrifft, ist zu bemerken, dass hier nur eine Zelle im Betrieb stand; ausserdem ist für Verwertung der Wärme bei solchen Anlagen der Siedekessel ein sehr ungeeigneter Apparat.

### Schlussfolgerungen.

Bei Bestimmung der Stellen, wo in einer Stadt Destruktor-Anlagen errichtet werden sollen, muss man berücksichtigen:

1. Die Streckenlänge, welche die Sammelwagen bis zum Destruktor zurückzulegen haben, bezw. die betreffenden Transportkosten;

2. die mutmassliche Entwicklung der Stadt im ganzen und in ihren einzelnen Teilen, um Vermehrung solcher Anstalten, die jede für sich einer Rampe, eines Kamins etc. bedarf, möglichst aus dem Wege zu gehen;

3. die Grundwasserverhältnisse, da die Fundamente der Oefen und Kamine nicht der Feuchtigkeit ausgesetzt werden dürfen;

4. die Vergrösserungsfähigkeit der einzelnen Anlagen in Ab-sicht auf die Zahl der Zellen, schon deshalb, weil der Gang der Oefen sich desto günstiger gestaltet, je mehr Zellen vorhanden sind (für einen guten Ofenbetrieb dürften nicht weniger als 6 Zellen per Anlage in Aussicht zu nehmen sein). Nach den statistischen Zahlen, welche der Chef des Abfuhrwesens zusammengestellt hat, wurden in Zürich vom 1. Juni 1893 bis Ende Mai 1894, bei einer Bevölkerung von 120,000 Einwohnern, durchschnittlich 83 Tonnen Kehricht pro Tag gesammelt; dieses entspricht für die jetzige, ca. 136,000 Einwohner zählende Bevölkerung 94 Tonnen pro Tag. Bei einer Verbrennungsfähigkeit von 7 Tonnen pro Tag und Zelle wären daher für die Feuerbehandlung der gesamten Abfälle rund 14 Zellen notwendig.

Reservezellen sind nicht erforderlich, da die Leistungsfähigkeit eines Ofens sehr elastisch ist und vorübergehend ohne Nachteil stark gesteigert werden kann. Wir haben denn auch in England nirgends Reservezellen getroffen. Für einen 6-zelligen Destruktor sind als Neben-Anlagen eine Dampfmaschine von ca. 60 HP. mit entsprechendem Rohrkessel, sowie eine oder zwei Mörtelmühlen notwendig. Ferner ist ein genügender Raum für 6 weitere Zellen vorzusehen und sind zu diesem Ende hin die Feuerzüge zum vorderein so einzurichten, dass ein zweiter Dampfkessel ohne Schwierigkeit und mit geringer Betriebsstörung eingeschaltet werden kann. Die Dampfmaschine ihrerseits ist so anzuordnen, dass nach ausgeführter Vergrößerung der Anlage die Verdoppelung der Kraft durch verhältnismässig leichte Umänderungen erreicht wird.

Was die Art der verfügbaren Kraft anbelangt, scheint uns Elektrizität am geeignetsten für Destruktor-Anlagen. Die Oefen stehen in kontinuierlichem Betrieb; es kann daher die elektrische Kraft bei Tage an Private und für den Tram-Betrieb z. B., bei Nacht teilweise für elektrische Beleuchtung abgegeben werden.

Was die Bauart der Oefen anbelangt, so können wir nichts besseres tun, als diejenige von Meanwood-Road in Leeds vorzuschlagen. Die Konstruktion dieser Oefen ist sehr sorgfältig studirt; sie stellt das Ergebnis langjähriger Erfahrungen in der Abfallverbrennung dar. Aehnliche Oefen, die auch in einem andern Destruktor von Leeds im Betriebe sind, haben ganz befriedigende Resultate ergeben.

Eine Verbesserung wäre es, anstatt des Horsfall Steam-Injectors einen Dampfstrahlenapparat von Körting zu verwenden, wie wir bereits oben nachgewiesen haben.

Einen sehr günstigen Einfluss auf die Verbrennung der Abfälle könnte auch durch die Vorwärmung der zugeführten Luft ausgeübt werden.

Derartige Verbesserungen, welche keinen wesentlichen Einfluss auf die Herstellungskosten der Oefen haben, können in den Ausführungsplänen Platz finden. Das Kamin soll eine Höhe von 50 bis 60 m erhalten.

Was die Herstellungskosten einer Anlage betrifft, so hängen dieselben zu sehr von der Beschaffenheit des Untergrundes ab, als dass man sie zum voraus genau bestimmen könnte. Die auf Seite 34 zusammengestellten Zahlen mögen als vorläufige Anhaltspunkte dienen.

Zürich, den 20. September 1895.

**H. Cadisch**, Ingenieur,  
Weinbergstrasse Nr. 112, Zürich IV.



# Die Abfallverbrennung

vom technischen und finanziellen Standpunkte.

Von

H. Cadisch, Ingenieur.

Abbildungen.



Z Ü R I C H

Druck von Zürcher & Furrer

1896.

---

Alle Rechte vorbehalten.

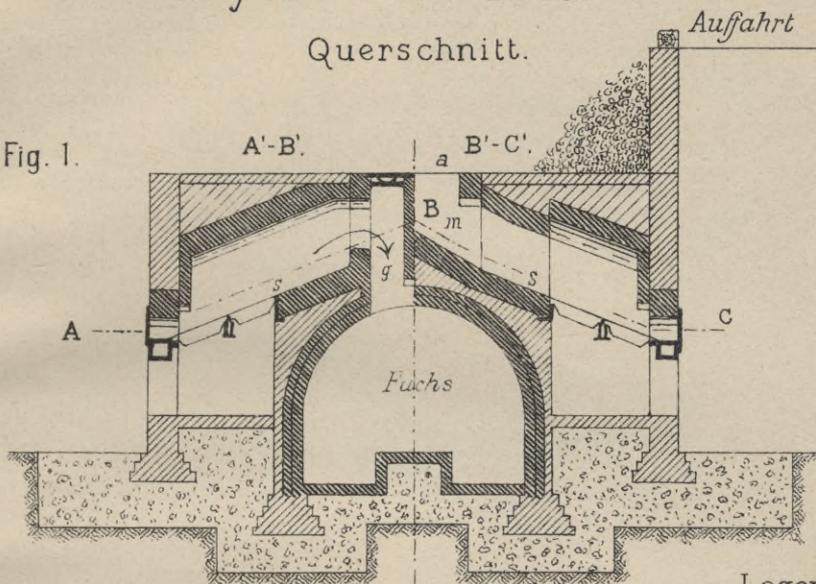
---

# Reise - Bericht über Destructoren

## Fryer's Destructor

Querschnitt.

Fig. 1.

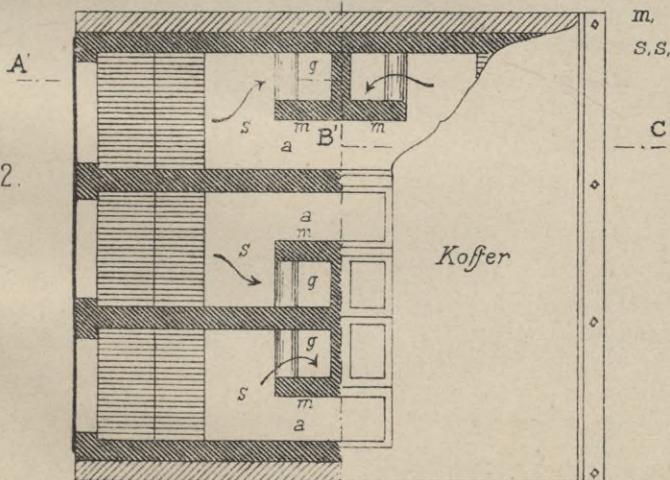


Legende:

- a. Ladeöffnung.
- g. Gasausgänge.
- m. Trennungswauer.
- s,s. Ofensohle.

Schnitt A-B Draufsicht.

Fig. 2.



1:100. 1 0 1 2 3 4 m. 95 S.



# Reise - Bericht über Deconstructoren Jones Cremator

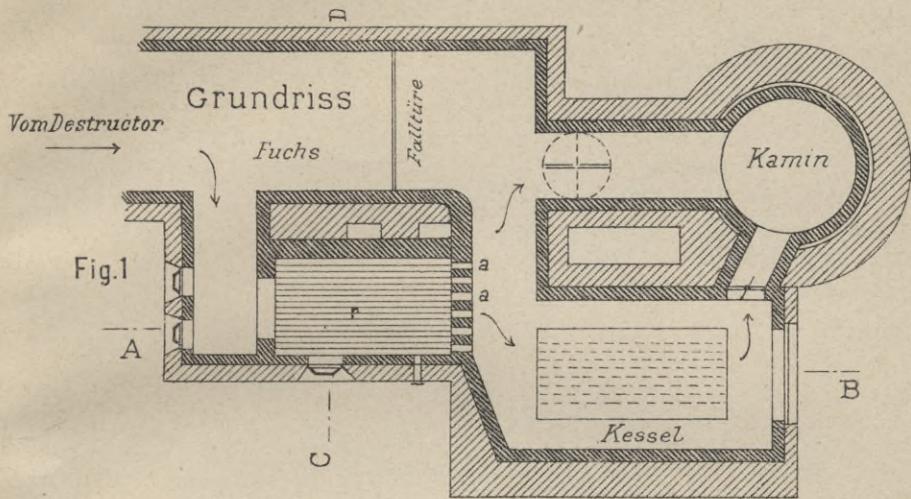
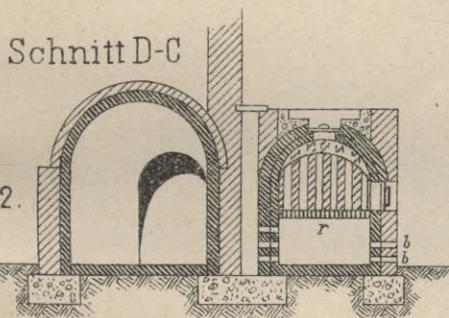
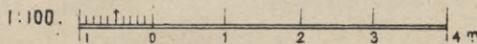
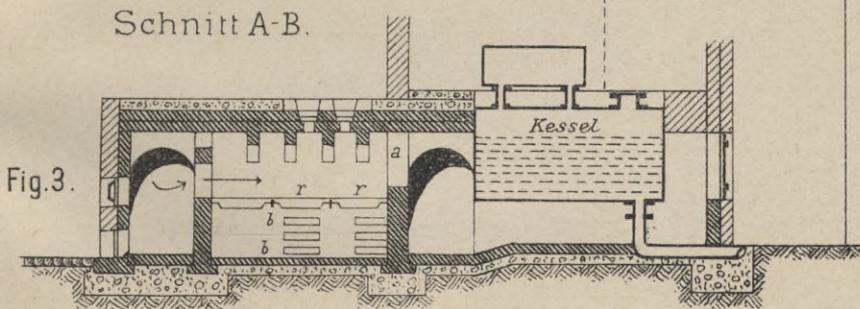


Fig.1



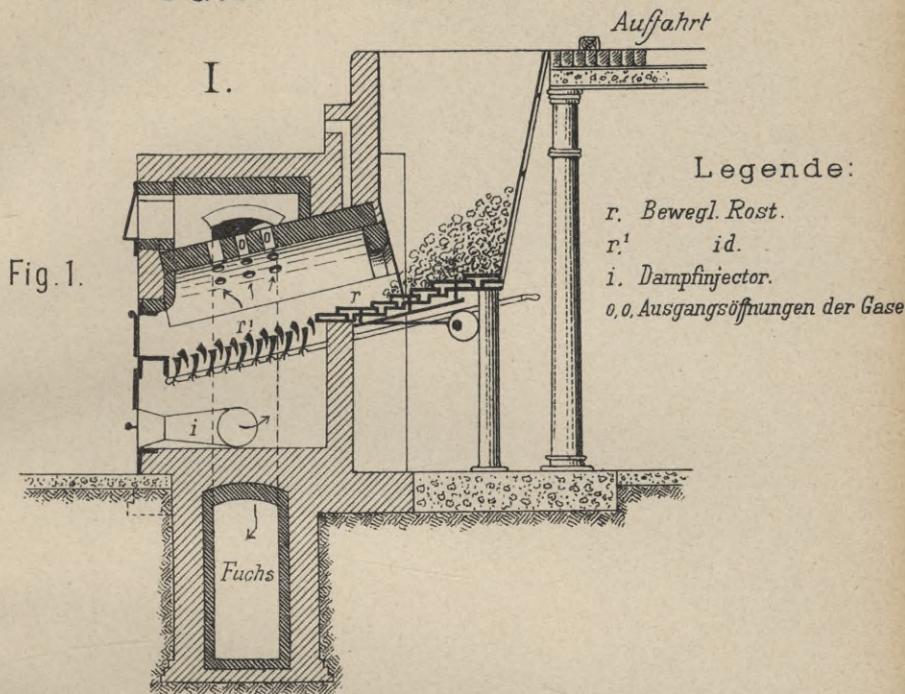
Legende:

- a,a, Schlitze im Mauerwerk.
- b,b, Luftspeisung des Cremators.
- r,r, Rost des Cremators.

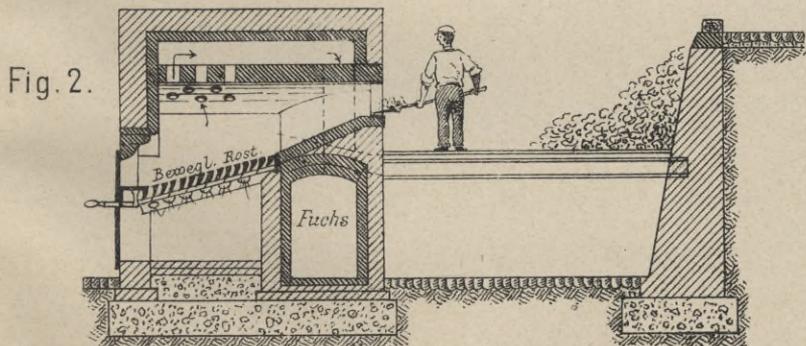




Blatt III. **Reise - Bericht über Destructoren**  
 Patent Horsfall.



II.

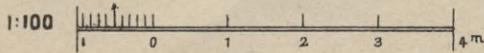
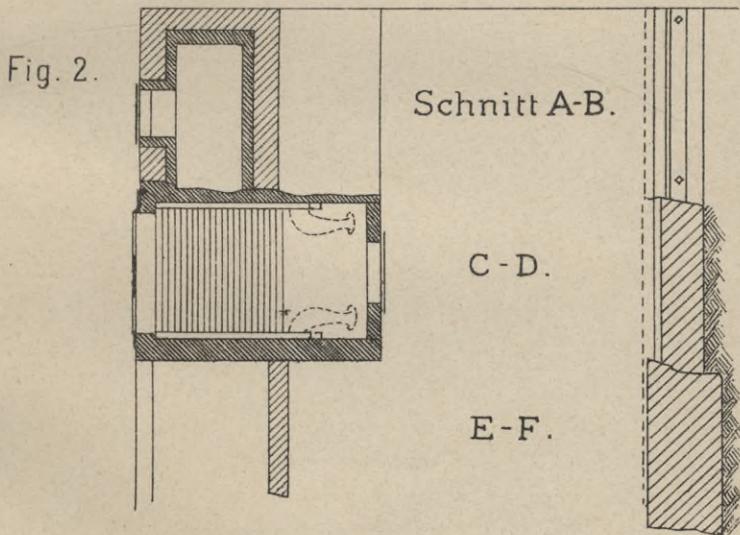
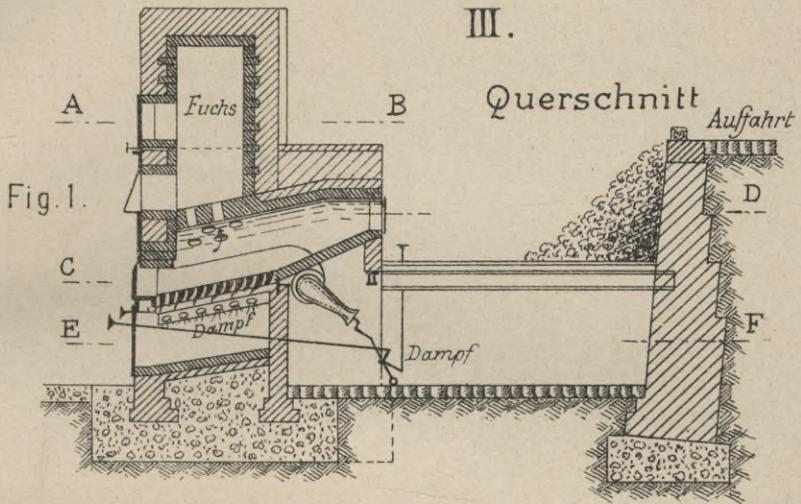


1:100

0 1 2 3 4 m



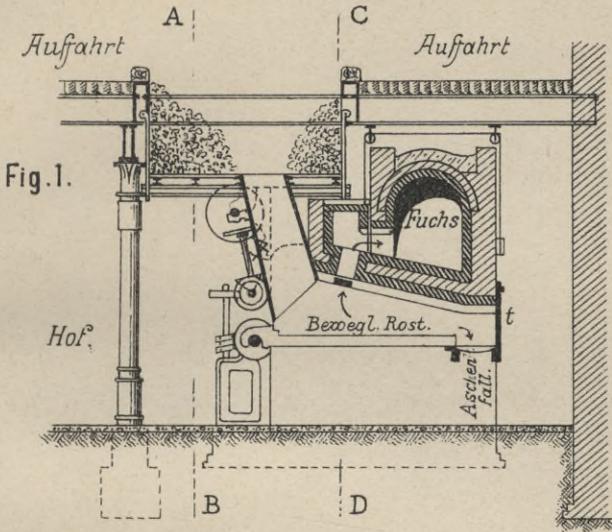
# Reise - Bericht über Destructoren Patent Horsfall



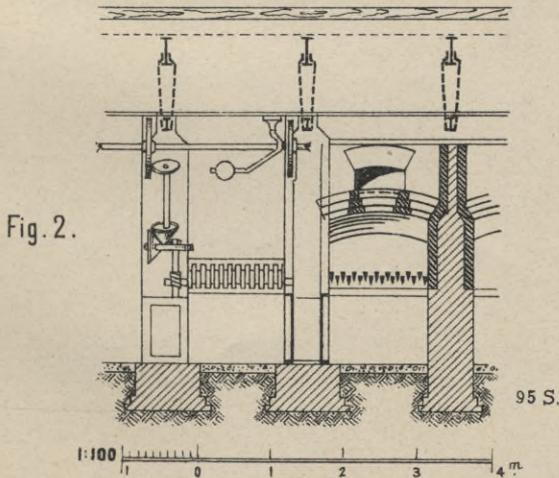


# Reise - Bericht über Destructoren

## Patent Whiley

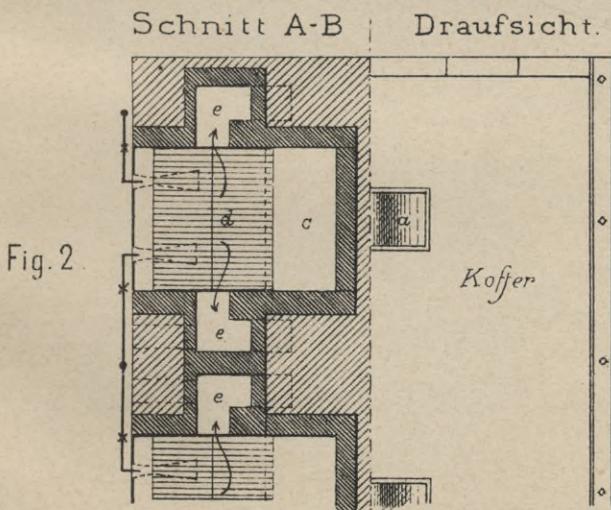
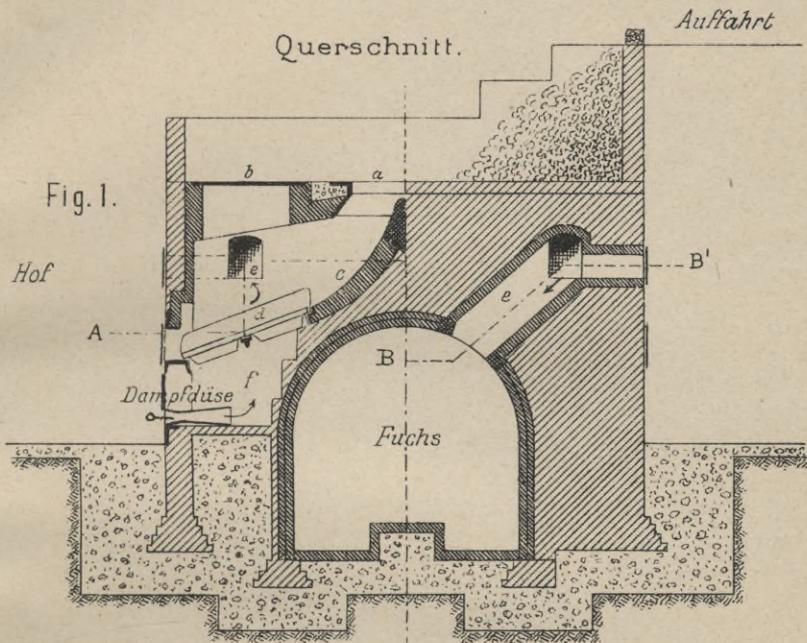


Ansicht A-B    Schnitt C-D





## Neueste Anlage in Leeds. (Meanwood Road)



Legende:

- a Ladeöffnung.
- b, id. für Grosse Stücke.
- c, Ofenschle.
- d, Rost.
- e, Seitlicher Zug.
- f, Aschenfall.



# Reise - Bericht über Destructoren

Ofenthüren.

Maaßstab = 1:20

Fig. 1

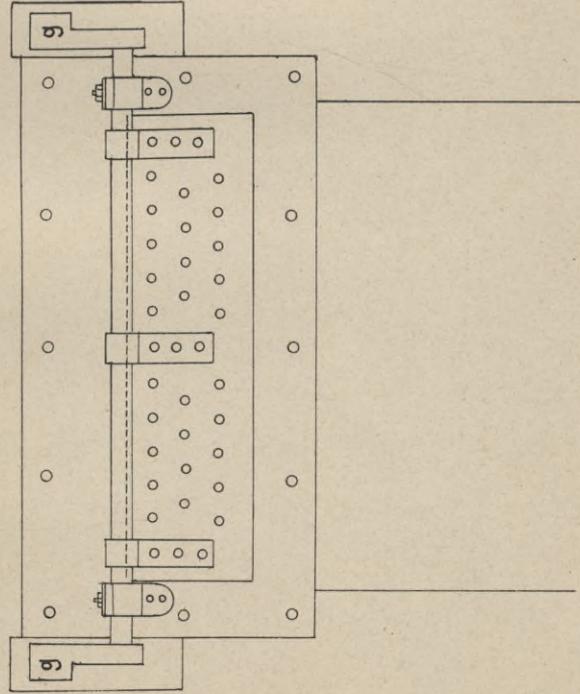
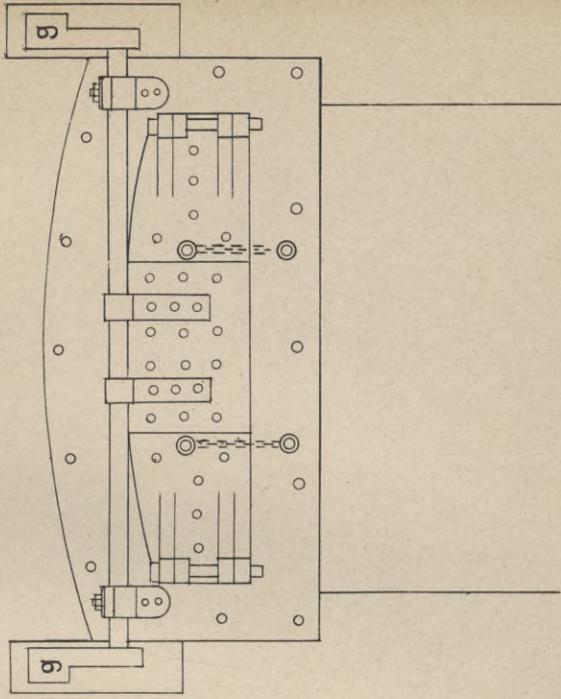


Fig. 2





# Reise - Bericht über Destructoren

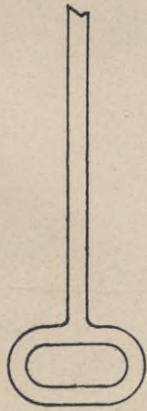


Fig. 1

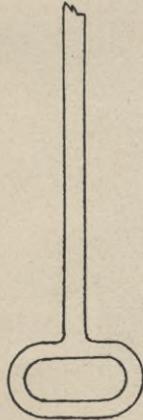
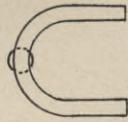
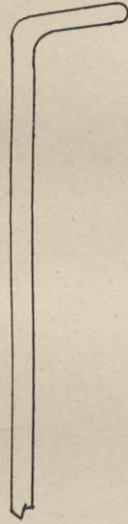


Fig. 2

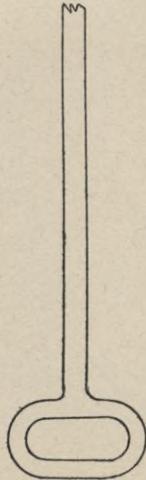
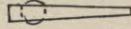
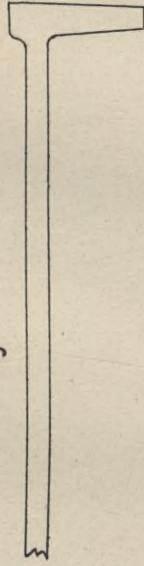


Fig. 3

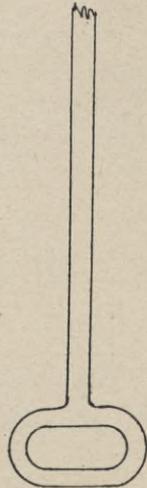
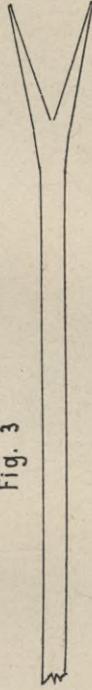
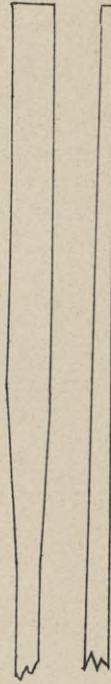
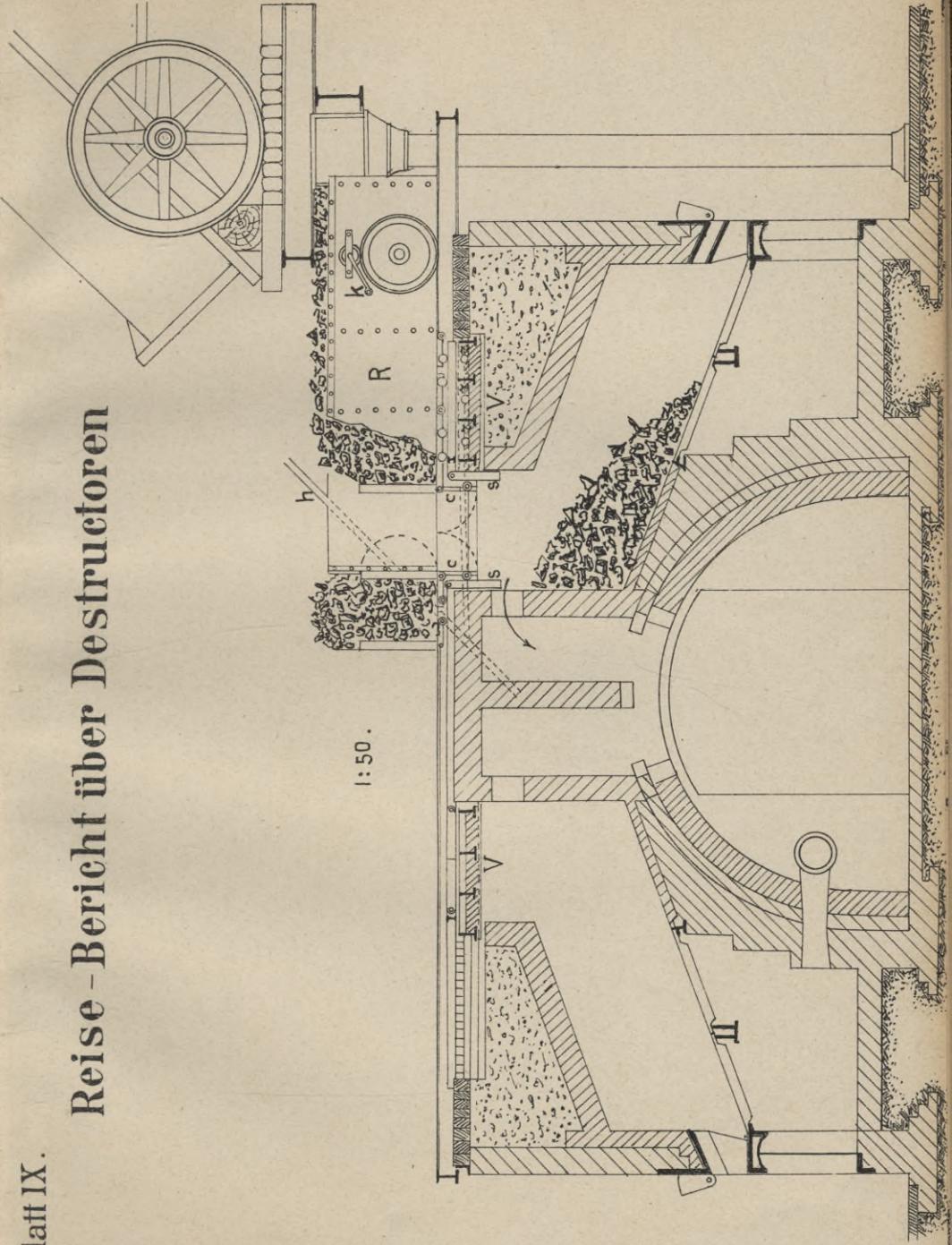


Fig. 4.





# Reise - Bericht über Destruktoren





# Reise - Bericht über Destructoren

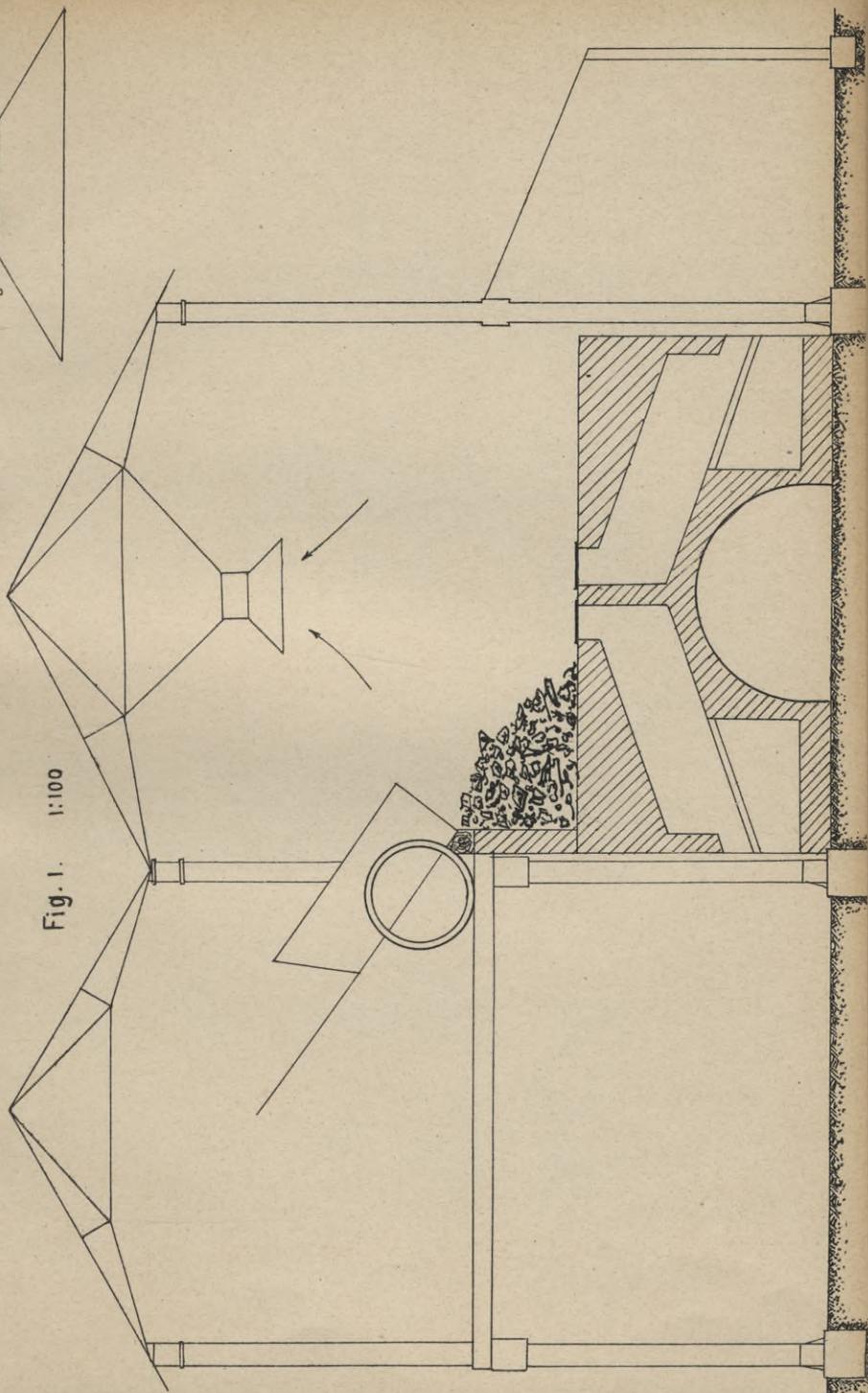


Fig. 1. 1:100

Fig 2.

1:20



# Reise - Bericht über Destructoren

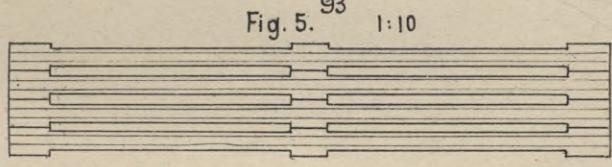
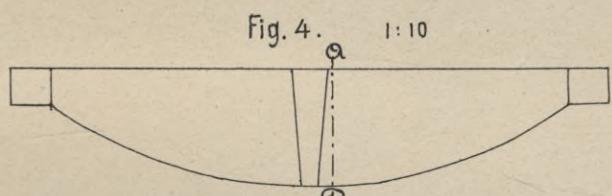
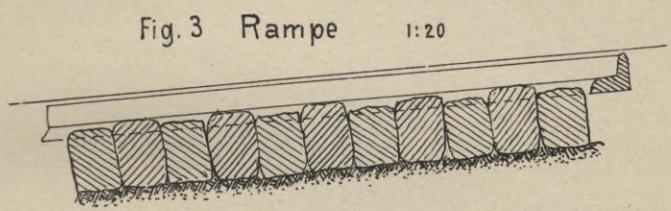
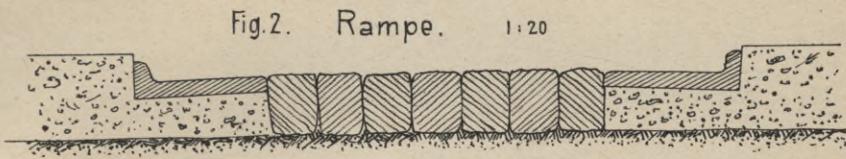
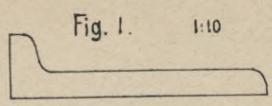


Fig. 6. Schnitt a-b 1:5



Fig. 7. 1:10

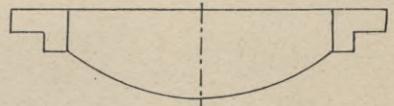


Fig. 8. 1:10

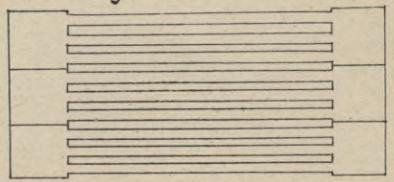
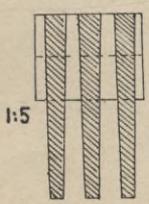


Fig. 9. Schnitt c-d 1:5





# Reise - Bericht über Destruoren

Handbewegliche Roststäbe.

Maasstab = 1:10.

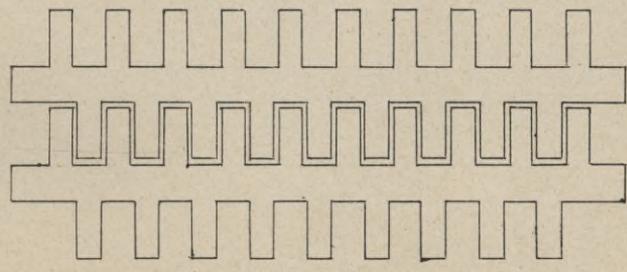


Fig. 1.

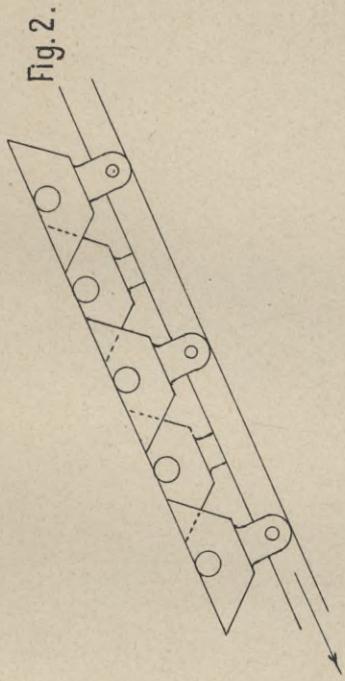
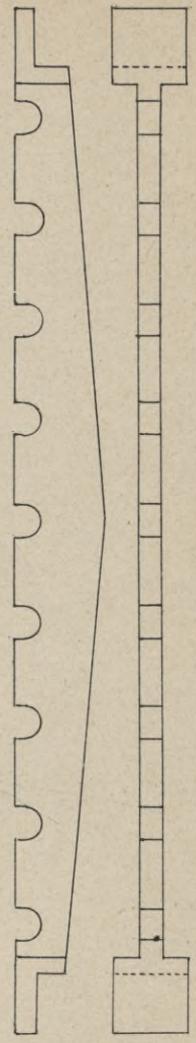


Fig. 2.

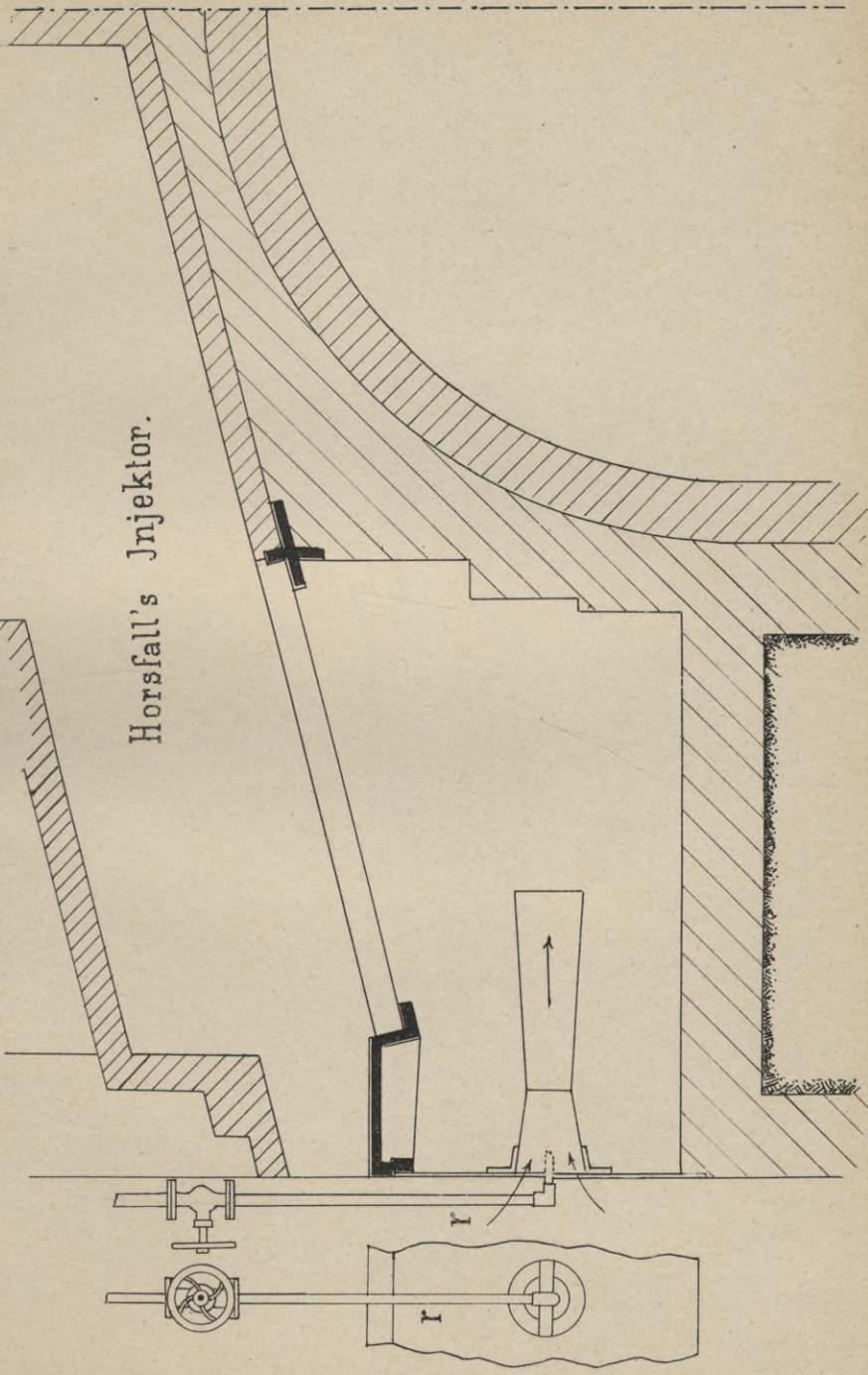
Fig. 3.





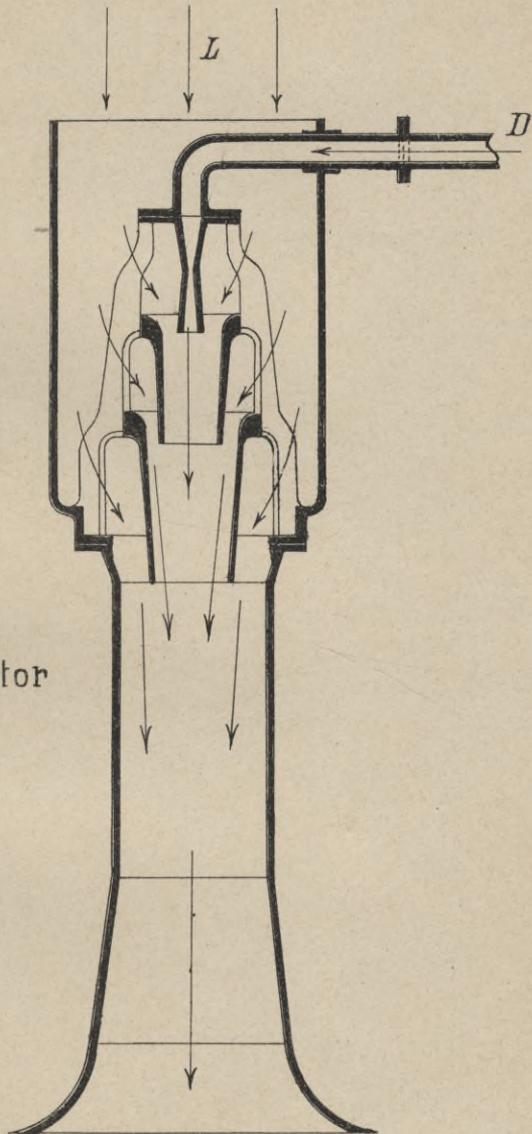
# Reise - Bericht über Destruktoren

Horsfall's Injektor.





# Reise - Bericht über Destruktoren

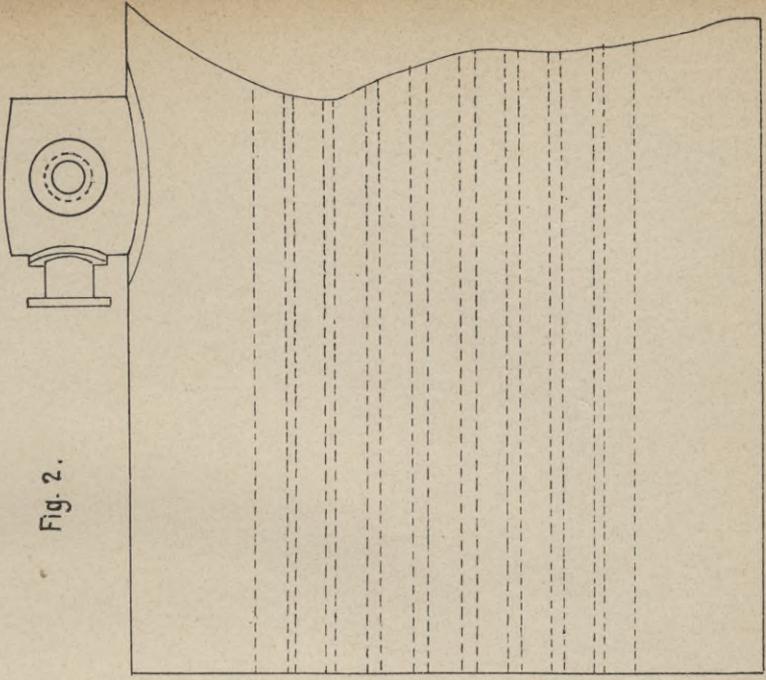
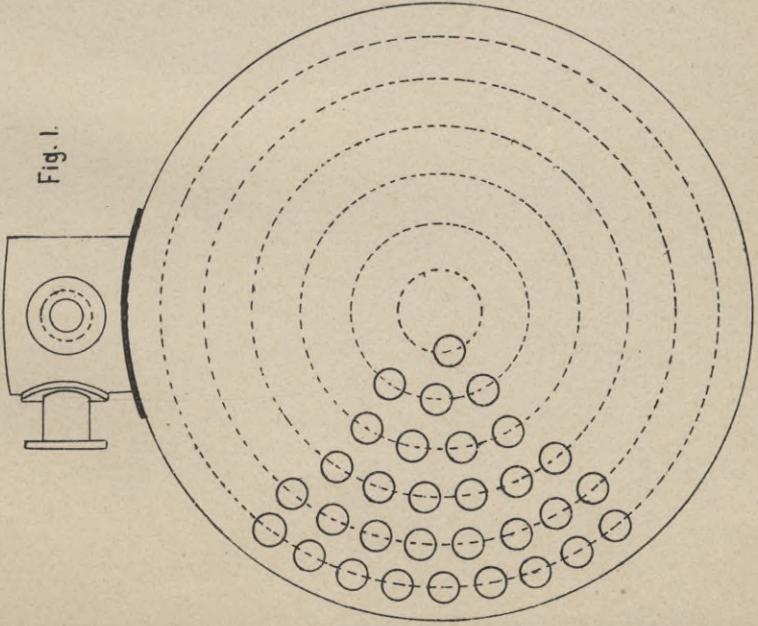


Körting's Injektor  
1:10.

*D* Dampfzutritt  
*L* Lufteingang



# Reise - Bericht über Destruktoren





# Reise - Bericht über Destroctoren

Fig. 1

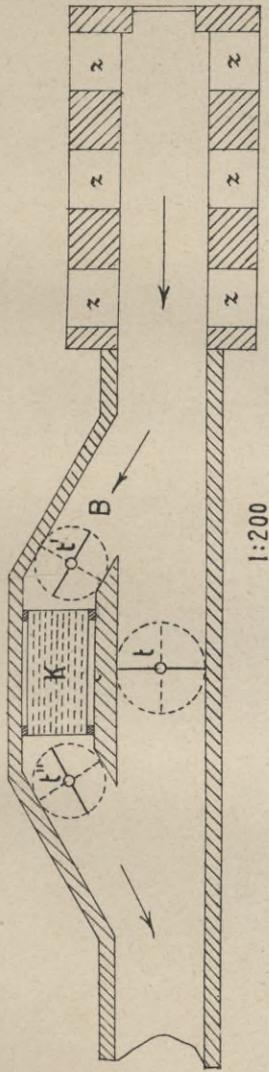


Fig. 2

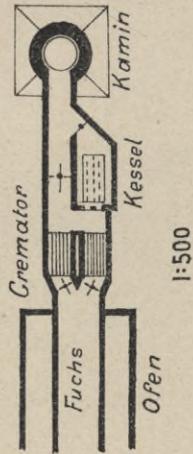
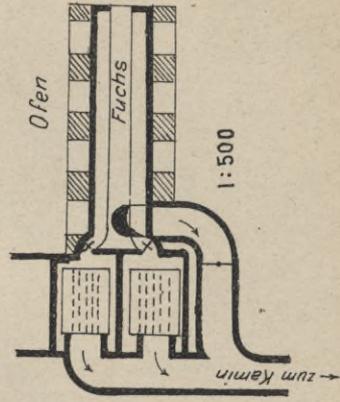
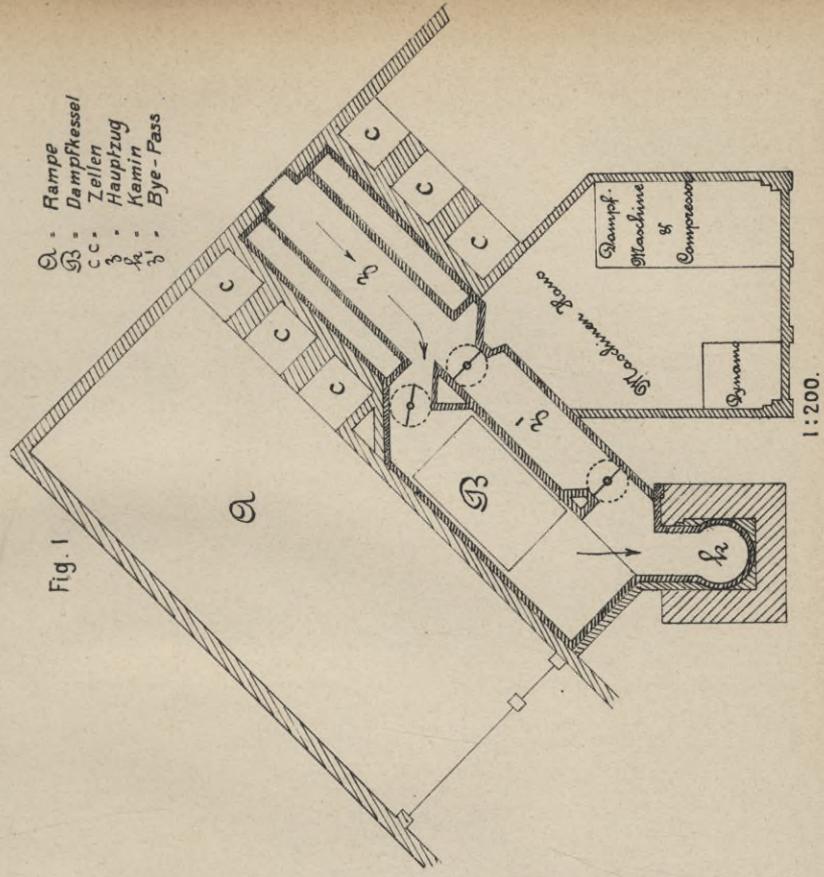


Fig. 3.



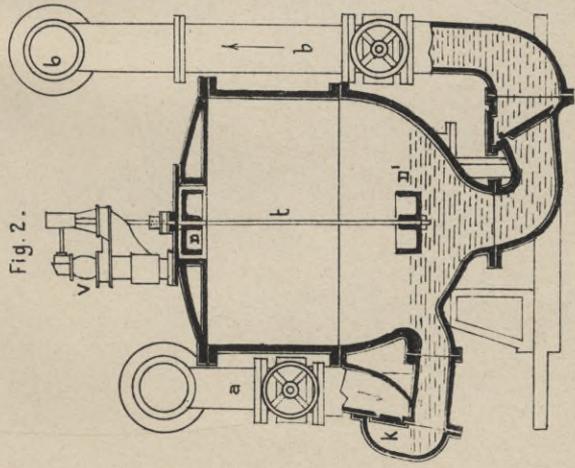


# Reise - Bericht über Destructoren



- a - Rampe
- b - Dampfkessel
- c c - Zellen
- d - Hauptzug
- e - Kamin
- f - Bye-Pass

1:200.





# Reise - Bericht über Deconstructoren

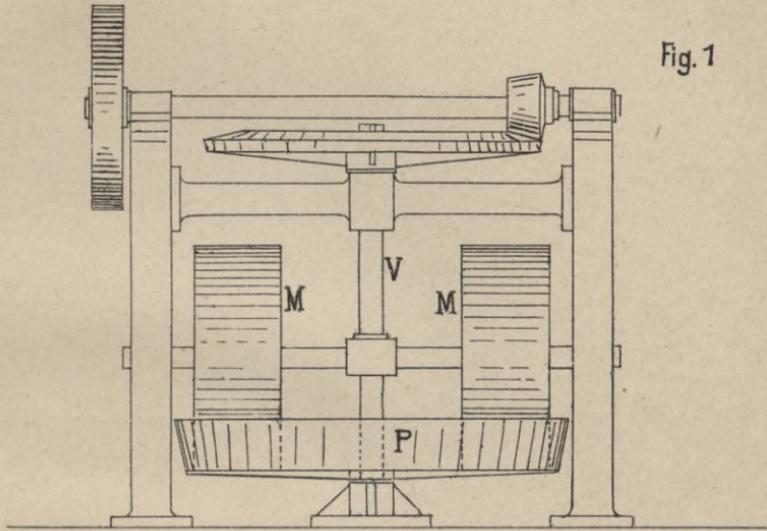


Fig. 1

Mörtel - Mühle

Maassstab  $\frac{1}{20}$

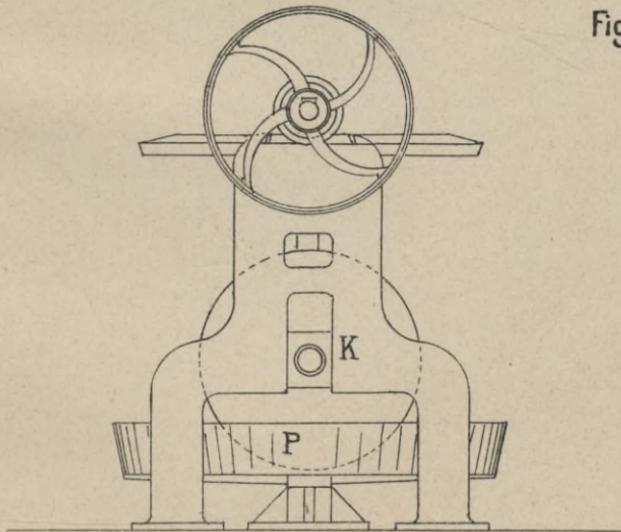


Fig. 2









WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw. ....

31205

Kdn., Czapskich 4 — 678, 1. XII. 52. 10,000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299990