Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 69 (1951)
Heft: 14

Artikel: Der neue Kehrichtverbrennungsofen der L. von Roll A.-G.
Autor: Tanner, R.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-58835

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

69. Jahrgang Nachdruck von Bild oder Text nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet
Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich Nummer 14

Der Bundespräsident zur Schweizer Mustermesse 1951

Noch reichhaltiger als bisher soll sich dieses Jahr die Mustermesse Basel mit ihrer Ausstellungsfläche von über 100 000 m² den Besuchern darbieten. Was schweizerisches Können zu leisten vermag, wird eindrucksvoll vor Augen geführt.

Ernster als in den letzten Jahren blicken wir in die Zukunft. Aber trotz unsern Rüstungsanstrengungen wollen wir ebensosehr für den Frieden allen Aufgaben gewachsen sein. Industrie und Gewerbe wissen, dass es keinen Stillstand gibt. Mehr denn je zwingen der rasche Wandel der Dinge und die wirtschaftliche Entwicklung im Ausland den Schweizer, dafür besorgt zu sein, dass die Erzeugnisse seiner Arbeit auf dem Weltmarkt ihren Ruf behalten.

Hammer und Amboss als eindrucksvolles Werbebildnis sind das Zeichen kraftvoller Anstrengung. Wenn rund 2200 Aussteller ihre Leistungsfähigkeit beweisen wollen, dann geht daraus allein schon hervor, wie sehr die Mustermesse Basel zum Prüfstein schweizerischer Arbeit geworden ist.

Mögen Handel und Verkehr dazu beitragen, diesen Erzeugnissen schweizerischen Arbeitswillens den nötigen Absatz zu sichern. Die Mustermesse Basel wird auch dieses Jahr wieder ein prächtiger Beweis gemeinsamer Kraftanstrengung sein. Weitsicht und Tatkraft sind auch für 1951 die Merkmale der Mustermesse.

Ed. v. Steiger

Der neue Kehrichtverbrennungsofen der L. von Roll A.-G.

Von Dipl. Ing. R. TANNER, Zürich

DK 628.492

In allen grösseren Städten stellt sich das Problem der Kehrichtbeseitigung. Erfahrungsgemäss beträgt der spezifische Anfall 0,3 bis 0,5 kg Kehricht pro Kopf und Tag entsprechend 0,7 bis 1,6 l. Zur Vernichtung bzw. Verwertung dieser Menge werden je nach den örtlichen Gegebenheiten verschiedene Verfahren angewendet (Ablagern, Kompostieren, Verbrennen usw.) [3] [4] [5]*). Hier sei nur das Verbrennen betrachtet. Diese Art der Beseitigung ist zuerst in Grossbritannien angewendet worden und hat sich seit dem Ende des letzten Jahrhunderts stets weiter ausgebreitet. Dabei wird der Kehricht in vielen Fällen nicht nur verbrannt, sondern die freiwerdende Wärme wird zugleich zur Dampferzeugung ausgenützt. Dies ist möglich, weil der Kehricht von Städten der gemässigten Klimazone stets einen positiven unteren Heizwert aufweist. Er brennt also von selbst, ohne Beigabe von Zusatzbrennstoff. Diese Tatsache ist durch zahlreiche Analysen belegt, wie Tabelle 1 zeigt. Man erkennt aber auch, dass Kehricht ein ausgesprochen minderwertiger Brennstoff ist: sein Heizwert ist gering und sehr stark schwankend, je nach Ort, Jahreszeit und allgemeiner wirtschaftlicher Lage [6]. Es ist deshalb verständlich, dass Kehrichtfeuerungen ganz besonders schweren Bedingungen genügen müssen, Bedingungen, wie sie von Kohlenfeuerungen auch bei sehr schlechten Brennstoffen nicht annähernd verlangt werden. Der Wichtigkeit nach geordnet lauten sie:

1. Der Kehricht muss im Anlieferungszustand einwandfrei verbrannt werden. Auf eine Sortierung wird in den meisten Fällen verzichtet, da sie vom hygienischen Standpunkt aus nie und wirtschaftlich nur in Ausnahmefällen zu rechtfertigen wäre. Der Ofen muss also für ein Material von ausserordentlich vielfältiger und stets wechselnder Beschaffenheit gebaut sein. Er muss sozusagen alles verdauen können, von der Torfasche bis zum ausgedienten Velorahmen. Einwandfrei verbrennen heisst dabei, eine Temperatur von wenigstens 650° C erzeugen, die die Geruchlosigkeit der Abgase gewährleistet und ausserdem eine Schlacke liefert, welche keine fäulnisfähigen Stoffe mehr enthält.

2. Der Ofen soll unter hygienisch möglichst einwandfreien Bedingungen bedient werden können. Anzustreben sind vollständig mechanische Beschickung, ferner der Wegfall der Schürarbeit während des Verbrennungsvorganges und endlich die automatische Schlackenaustragung. In allen Räumen, in denen gearbeitet wird, darf sich kein Staub entwickeln. Um sich die Tragweite dieser Forderungen klar zu machen, muss man sich folgende Punkte vergegenwärtigen: a) Jede Handhabung von Kehricht ist unzertrennlich mit starker Staubentwicklung verbunden. b) Die einwandfreie Verbrennung eines so ungleichmässigen Materials wie Kehricht ohne Schürarbeit von Hand stellt ein schwieriges mechanisches Problem dar. c) Die Wichtigkeit der Entschlackung bei Kehricht-Oefen ist von ganz anderer Grössenordnung als z. B. bei Kohlenfeuerungen, da das Unverbrennliche bis zu 60 % beträgt.

3. Der Ofen bzw. die Feuerung soll einen möglichst hohen thermischen Wirkungsgrad aufweisen. Das bedeutet, dass die Verbrennung ohne übermässigen Luftüberschuss durchgeführt werden muss, und dass keine Verluste durch unverbrannte Gase und Unverbranntes in der Schlacke auftreten dürfen. Die erste Forderung verlangt ein möglichst gleichmässiges Brennstoffbett, das weder verschlackt noch von «Kaminen»

Tabelle 1: Kehricht-Charakteristiken verschiedener Städte

Pt.	Ort	Datum	W	A	B	H_u	H^*
1	Bern	März 1947	0,181	0,554	0,265	1520	6140
2		Juni 1947	0,482	0,253	0,265	919	4550
3		Sept. 1947	0,426	0,347	0,227	987	5470
4	Bordeaux	Sept. 1933	0,495	0,255	0,250	1037	5340
5		März 1934	0,322	0,322	0,356	1666	5690
6	Charleroi	Febr. 1946	0,210	0,549	0,241	1799	7980
7		Aug. 1946	0,346	0,417	0,237	1621	7710
8		April 1947	0,158	0,550	0,292	2277	8110
9	Lyon	April 1932	0,245	0,380	0,375	2129	6060
10		Juni 1932	0,393	0,296	0,311	1487	5540
11	Wien	Nov. 1941	0,131	0,526	0,343	2539	6340
12		März 1942	0,106	0,507	0,387	2758	6503
13		Juli 1942	0,363	0,428	0,209	731	2637
14	Buenos Aires	Aug. 1946	0,581	0,129	0,290	1063	4870
15	Winnipeg	Febr. 1948	0,516	0,192	0,292	1240	5300

Es bezeichnen: W = Wassergehalt
A = Aschegehalt (Unverbrennliches)
B = Brennbares
H_u = Unterer Heizwert des frischen Kehrichts in kcal/kg
H^* = Heizwert der brennbaren Substanz in kcal/kg [1])

*) Die Zahlen in eckigen Klammern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis am Ende des Aufsatzes.

[1]) Da der Wasserstoffgehalt erfahrungsgemäss gering ist, fallen hier oberer und unterer Heizwert praktisch zusammen.

durchsetzt ist. Die zweite Forderung kann nur von einem Ofen erfüllt werden, der eine richtige Gasführung aufweist und der auch den langsam verbrennenden Kehrichtbestandteilen, besonders den Koksstücken, die zum vollständigen Ausbrand notwendige Brennzeit verschafft.

*

Im Laufe der Zeit wurden verschiedene Systeme entwickelt (Schachtöfen, Zellenöfen, mechanische Vorschubroste), die die genannten Forderungen in mehr oder weniger hohem Masse erfüllen. Man war dabei bestrebt, immer leistungsfähigere, vollständig mechanisierte und kontinuierlich arbeitende Einheiten zu schaffen. Allen bewährten Konstruktionen gemeinsam ist die strikte Trennung des Ofens bzw. der Feuerung vom Kessel; sie ist durch den geringen Kehrichtheizwert bedingt. Dieser genügt bei weitgehender Vermeidung von Wärmeverlusten gerade zum Erreichen einer Feuerraumtemperatur von grössenordnungsmässig 1000° C, was für eine gute Verbrennung notwendig ist. Ein Wärmeentzug der Feuergase durch Strahlungsheizflächen ist unzulässig; der Kessel darf somit kein Strahlungsfenster gegen den Ofen hin aufweisen. Demzufolge kommen nur reine Abhitzkessel in Frage, die ausschliesslich mit Konvektions- und nicht mit Strahlungsübertragung arbeiten.

Im Folgenden seien zwei der wichtigsten Vertreter moderner Kehrichtöfen kurz beschrieben, die die L. von Roll AG. gebaut und durchprobiert hat. Es sind dies die Zellenöfen und die kontinuierlichen Oefen mit Gas-Rücksaugung. Beide Typen sind in der Literatur eingehend beschrieben; deshalb mögen einige Hinweise genügen.

A. Zellenöfen. Solche Oefen beherrschen besonders in Grossbritannien das Feld. Auch auf dem Kontinent sind sie häufig anzutreffen. Für die Schweiz und ihre nähere Umgebung seien die Anlagen in Lyon [7], Nancy und Zürich [8] erwähnt. Es handelt sich um Oefen, die durch Aneinanderreihen von 2 bis zu 6 Zellen entstehen. Bild 1 stellt den Längsschnitt, Bild 2 den Querschnitt einer solchen Konstruktion dar. Die Beschickung erfolgt chargenweise mittels der Dosiervorrichtung 1 und des verschiebbaren Einfülldeckels 2. Der Kehricht verbrennt auf dem Planrost 3, wo auch ein Schüren des Feuers von der Türe 4 her möglich ist. Sobald sich auf dem Rost genügend Schlacke angesammelt hat, wird dieser ausgefahren, wobei die Schlacke von der Ofenrückwand abgestreift wird und auf den Schlackenrost 5 fällt. Dieser ist während der Rostbewegung mittels der Räumer 6 von der alten Schlacke gesäubert worden. Die Verbrennungsluft tritt unter dem Schlackenrost ein und erwärmt sich beim Durchgang durch die glühende Schlacke, indem sie diese abkühlt. Schlacke, Rostdurchfall und Abstreifgut gelangen alle in den wassergefüllten Schlackenkanal 7, von wo sie durch eine langsam laufende Kratzerkette 9 wegbefördert werden.

Die verschiedenen Mechanismen (Dosierklappen, Ofendeckel, Rost) werden elektrisch oder hydraulisch betätigt und vom Heizer gesteuert. Diesem obliegt damit nur noch die Ueberwachung des Ofens und gelegentliche Schürarbeit. Da sämtliche Zellen feuergasseitig miteinander verbunden sind, unterstützen sie sich während den verschiedenen Phasen der Verbrennung in sehr willkommener Weise. An die letzte Zelle in Richtung des Gasstromes schliesst sich eine geräumige Verbrennungskammer 8 an, die die Aufgabe hat, die Durchmischung und vollständige Verbrennung der Feuergase zu ermöglichen. Ausserdem wird dort schon ein beträchtlicher Teil des Flugstaubes ausgeschieden. Eine Vorwärmung der Verbrennungsluft vor ihrem Eintritt unter die Schlackenroste ist ohne weiteres möglich, wird aber meistens nicht vorgesehen. Dieses System arbeitet in hygienischer und technischer Beziehung einwandfrei.

B. Die kontinuierlichen Oefen mit Gas-Rücksaugung. Dieses System stammt aus Dänemark und der Tschechoslowakei [9] [10]. In unserer näheren Umgebung befinden sich derartige Anlagen in Basel [2] und in

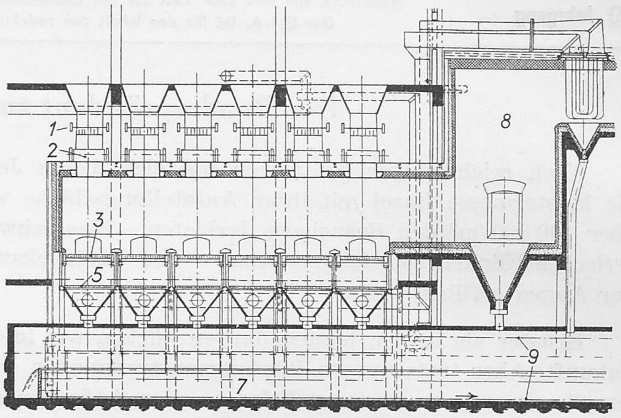

Bild 1. Längsschnitt durch einen Zellenofen, Masstab 1:300.
1 Dosiervorrichtung, 2 verschiebbarer Einfülldeckel, 3 Planrost, 4 Türe, 5 Schlackenrost, 6 Räumer, 7 Schlackenkanal, 8 Verbrennungskammer, 9 Kratzerkette

Paris St. Ouen (im Bau). Im Gegensatz zum Zellenofen-System arbeitet dieser Ofen kontinuierlich. Man rüstet ihn oft mit Vorschubtreppenrosten aus, und zwar sowohl zur Vortrocknung, wie auch zum Anzünden des Kehrichts. Solche Roste sind in Deutschland in den zwanziger Jahren entwickelt worden [3]. Der Ausbrand des Kehrichts erfolgt manchmal in einer langsam rotierenden, von Feuergasen durchstrichenen Trommel.

Bild 3 zeigt den Basler Ofen im Längsschnitt. Der frische Kehricht gelangt durch den Einfüllschacht 1 auf die Vortrocknungsroste 2, wo er bis zur Verbrennungsreife getrocknet wird. Das geschieht teils durch heisse Verbrennungsgase, die vom Anzündrost 3 herkommen und den Vortrocknungsraum durchstreichen, teils durch rückgesaugte heisse Gase, die mittels der Ventilatoren 4 unter die Vortrocknungsroste geblasen werden. Der Vortrocknungsraum steht durch den By-pass-Kanal 5 mit der Verbrennungskammer 6 in Verbindung, wodurch der Abzug der gebildeten Dämpfe ermöglicht wird. Auf dem Anzündrost 3 wird der getrocknete Kehricht richtig durchgezündet und darauf in der Drehtrommel 7 vollständig ausgebrannt. Der Grossteil der Verbrennungsgase nimmt den Weg durch die Drehtrommel zur Verbrennungskammer. Die glühende Schlacke fällt in den wassergefüllten Kanal 8, aus dem sie mittels einer Kratzerkette 9 weggeräumt wird.

Bei diesem System beschränkt sich die Arbeit des Heizers lediglich auf die Ueberwachung und Regulierung des Ofens; jegliche Schürarbeit fällt weg. Es ist in diesem Zusammenhang erwähnenswert, dass die Roste äusserst unempfindlich

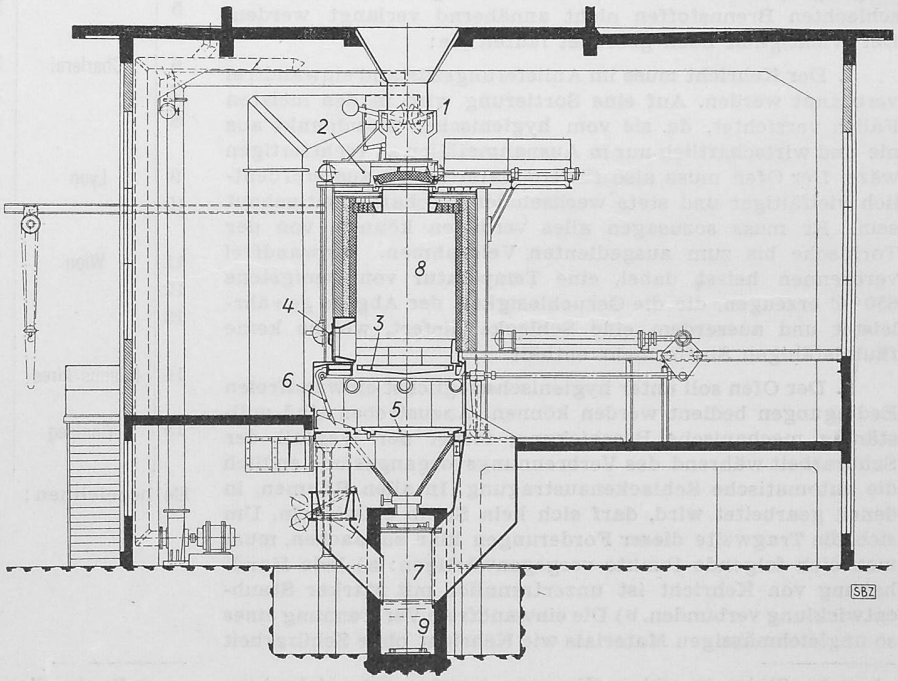

Bild 2. Querschnitt durch einen Zellenofen nach Bild 1 (Legende dort), Masstab 1:150

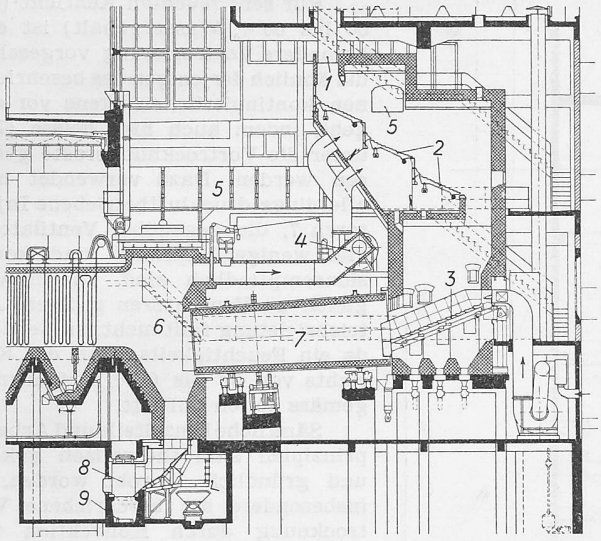

Bild 3. Längsschnitt durch einen kontinuierlich arbeitenden Ofen mit Gas-Rücksaugung, Masstab 1:300 (Beschreibung s. [2])

1 Einfüllschacht, 2 Vortrocknungsroste, 3 Anzündrost, 4 Rauchgas-Ventilatoren, 5 By-pass Kanal, verbindet Raum 6 mit Raum über 2, 6 Verbrennungskammer, 7 Drehtrommel, 8 Schlackenkanal, 9 Kratzerkette

sind gegenüber metallischen Kehrichtbestandteilen, wie Nägel, Schrauben, Draht, Blech usw.

Trotzdem die beiden genannten Systeme als durchaus bewährte Konstruktionen anzusprechen sind, haften ihnen gewisse Mängel an, nämlich:

A. Bei Zellenöfen

1. Die diskontinuierliche Arbeitsweise mit all ihren Nachteilen wie schwankende Abgasmengen, schwankende Temperaturen, zeitweiliger Lufteintritt durch Ofendeckel und Stochertüre, Rostwagen-Konstruktion usw.

2. Die beschränkte Rostleistung, die für eine bestimmte Ofenkapazität eine bedeutende Grundfläche erfordert.

3. Die Schürarbeit von Hand, die sich in einem verhältnismässig grossen Mannschaftsbedarf ausdrückt.

B. Beim kontinuierlichen System mit Gas-Rücksaugung

1. Der nicht eindeutig bestimmte Gasweg. An und für sich steht es den Verbrennungsgasen frei, den oberen Weg über den Vortrocknungsraum und den By-pass-Kanal oder den unteren Weg über die Drehtrommel zur Verbrennungskammer zu wählen. Wie sie sich verteilen, hängt von den Strömungswiderständen dieser beiden Wege ab. Während jedoch der Widerstand des oberen Gasweges kaum wirksam beeinflusst werden kann (da er ohnehin grösser ist als derjenige des untern Weges, käme hier nur eine Verringerung in Frage), wird der Widerstand des untern Weges wesentlich durch den freien Querschnitt am Trommeleintritt, d. h. durch die Höhe der Kehrichtschicht am Ende des Anzündrostes bestimmt. Die Verkoppelung dieser beiden Grössen muss als ausgesprochen unglücklich bezeichnet werden. Sie verursacht nämlich einen höchst unerwünschten Zusammenhang zwischen den Verbrennungsverhältnissen auf dem Rost, dem Druck im Ofen und der Vortrocknung.

2. Der schlechte Ausbrand von Feuerungsrückständen (Koks, Kohle) und der Verlust der fühlbaren Schlackenwärme. Erfahrungsgemäss lassen sich brennbare Feuerungsrückstände (Kohle, Koks) nicht gut ausnützen. Die Drehtrommel ermöglicht den langsam brennenden Bestandteilen wohl eine lange Durchlaufzeit. Ein Zutritt von Sauerstoff ist aber nur dann möglich, wenn die Stücke gerade auf der Oberfläche des in der Trommel befindlichen Materials liegen. Dazu kommt, dass die durchstreichenden Feuergase bereits einen Teil ihres ursprünglichen Sauerstoffgehaltes verloren haben. Am Ende der Trommel fällt die glühende Schlacke direkt in den wassergefüllten Kanal, wodurch ihre gesamte fühlbare Wärme verloren geht. Bei Kehricht mit einem Aschegehalt von 40 bis 50 % ist dieser Verlust stark spürbar.

3. Die verhältnismässig grosse Grundfläche, wovon die Drehtrommel einen wesentlichen Teil beansprucht.

*

Um die genannten Nachteile zu vermeiden, hat die L. von Roll A.-G., Zürich, einen *neuen Ofentyp* entwickelt. Die wesentlichen Teile dieser Konstruktion sind durch Patente geschützt.

Bild 4 zeigt einen Längsschnitt durch einen solchen Ofen. Der frische Kehricht gelangt durch den Füllschacht 1 auf die Vortrocknungsroste 2. Dort wird er durch die im Gegenstrom darüber streichenden Feuergase sowie durch die von der Verbrennungskammer 8 herkommende Strahlung des feuerfesten Mauerwerks und der Gase vorgetrocknet und entzündet. Er fällt, bereits brennend, auf den Hauptrost 3, brennt dort bis auf die Koksstücke aus und verlässt ihn an seinem Ende. Vortrocknungsrost und Hauptrost sind Vorschub-Treppenroste bewährter Bauart, deren Vorschubbewegung stufenlos regulierbar ist. Der Ausbrand der Koksstücke erfolgt in einem schachtförmigen Schlackengenerator 4, an dessen Fuss ein Wasserdampf-Luftgemisch eingeblasen wird. Die Schlackensäule ruht auf der im wassergefüllten Kanal 5 laufenden Kratzerkette 6, die die gelöschte Schlacke kontinuierlich wegbefördert.

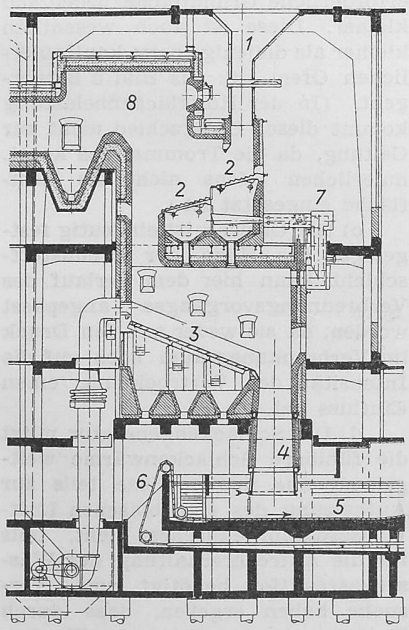

Bild 4. Längsschnitt durch einen Ofen System Völund, Konstruktion von Roll, Masstab 1:300

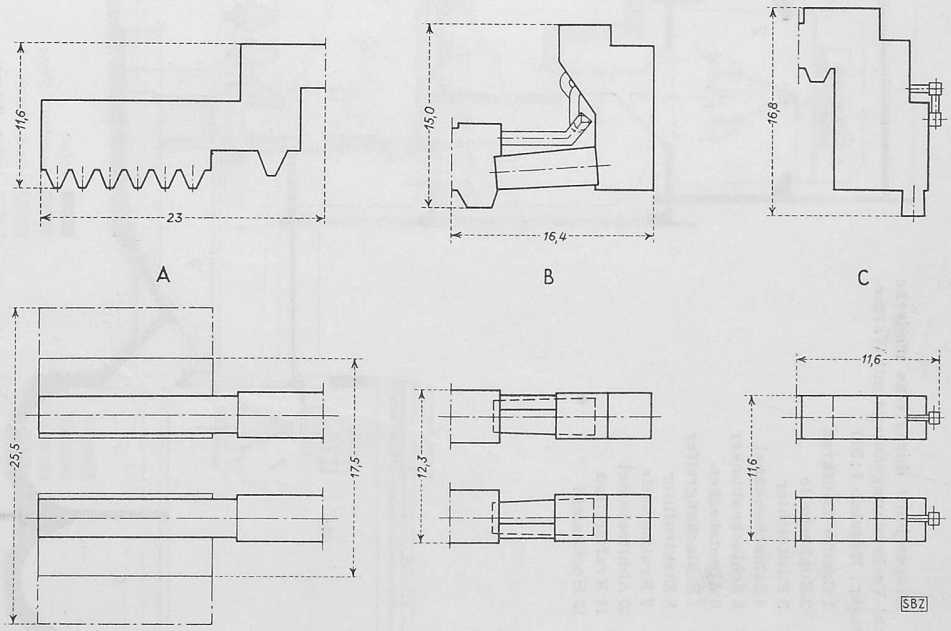

Bild 5. Vergleich der Ofenabmessungen verschiedener Systeme, Durchsatzmenge 2 × 200 t/24 h

A Zellenofen, B kontinuierlicher Ofen, C von Roll-Ofen

1 Füllschacht, 2 Vortrocknungsroste, 3 Hauptrost, 4 Schlackengenerator, 5 Schlackenkanal, 6 Kratzerkette, 7 Injektor, 8 Verbrennungskammer

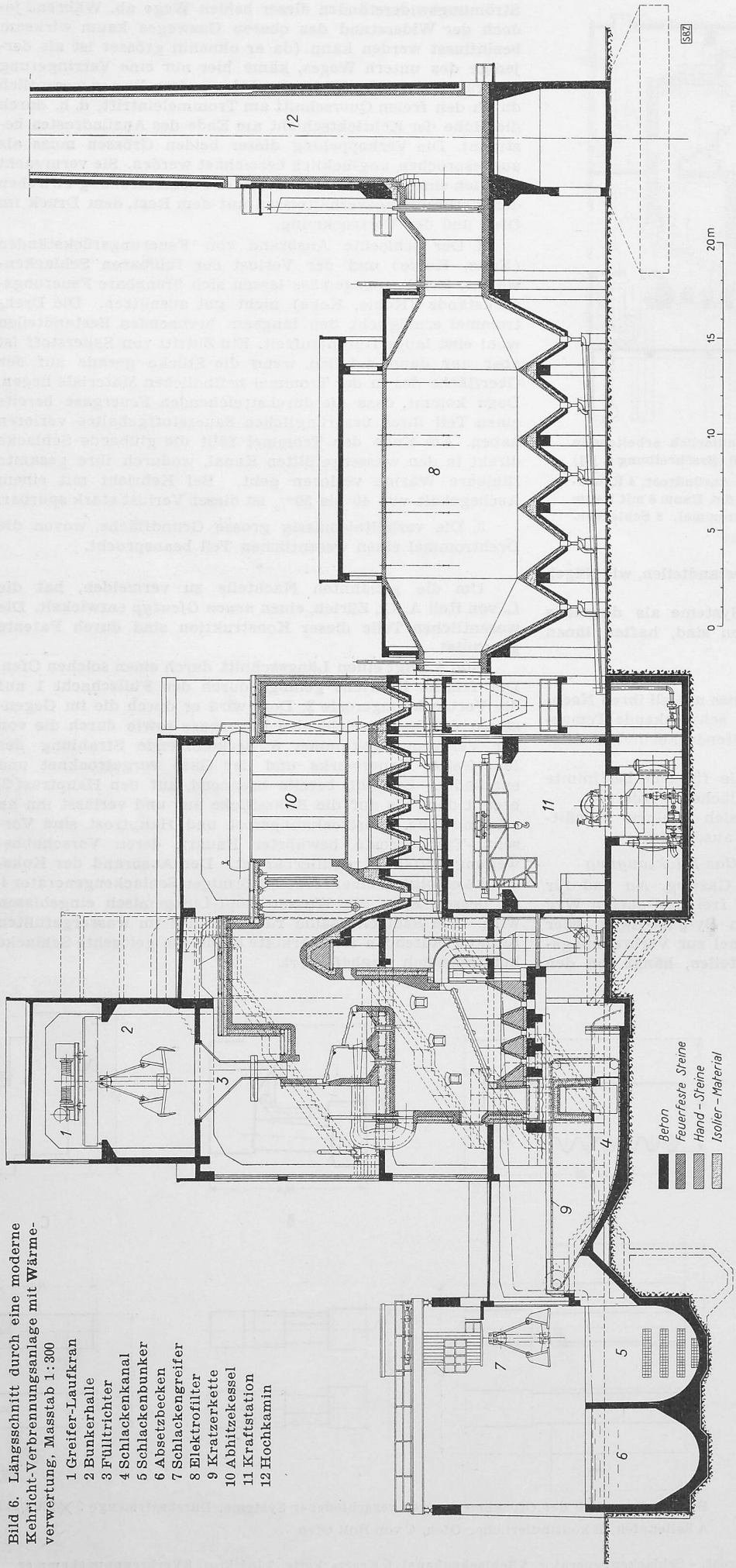

Bild 6. Längsschnitt durch eine moderne Kehricht-Verbrennungsanlage mit Wärmeverwertung, Masstab 1:300

1 Greifer-Laufkran
2 Bunkerhalle
3 Fülltrichter
4 Schlackenkanal
5 Schlackenbunker
6 Absetzbecken
7 Schlackengreifer
8 Elektrofilter
9 Kratzerkette
10 Abhitzekessel
11 Kraftstation
12 Hochkamin

Für sehr feuchten Kehricht (mit 50 bis 60 % Wassergehalt) ist eine besondere Vortrocknung vorgesehen, die ähnlich derjenigen des beschriebenen kontinuierlichen Ofens vor sich geht, indem auch hier heisse Gase unter die Vortrocknungsroste geblasen werden. Dazu verwendet man allerdings druckluftbetriebene Injektoren 7, die gegenüber Ventilatoren viel weniger schmutz- und korrosionsempfindlich sind. Die im Vergleich zu Ventilatoren grössere Antriebsleistung fällt nicht ins Gewicht, da ein Feuchtigkeitsgehalt des Kehrichts von 50 bis 60 % erfahrungsgemäss selten auftritt.

Sämtliche Einzelteile und Arbeitsprinzipien sind theoretisch geklärt und gründlich erprobt worden, so insbesondere die beschriebene Vortrocknung durch Konvektion und Strahlung, die Verbrennung auf dem Rost unter der Einwirkung einer wirksamen Zonenabdichtung und endlich der Ausbrand und die Temperaturbeherrschung im Schlacken-Generator. Die nachstehend angegebenen Zahlen stützen sich nicht auf Schätzungen oder theoretische Vorausberechnungen, sondern auf Versuche.

Um die Vorteile der neuen Konstruktion klar zu zeigen, sind auf Tabelle 2 die massgebenden Zahlen für die drei beschriebenen Bauarten einander gegenübergestellt. Sie beziehen sich auf eine Verbrennungsleistung von 2 × 200 t Kehricht in 24 h.

In Bezug auf die oben aufgeführten Mängel der beiden ersten Systeme lässt sich Folgendes feststellen:

a) Die neue Konstruktion arbeitet vollautomatisch und kontinuierlich, sie vermeidet also alle genannten Nachteile des diskontinuierlichen Betriebs.

b) Die Rostbelastung ist rund doppelt so gross wie diejenige eines Zellenofens. Dementsprechend ist die erforderliche Grundfläche bedeutend kleiner. Diese ist auch wesentlich kleiner als diejenige beim kontinuierlichen Ofen, wie aus Bild 5 hervorgeht. (In der Rostflächenbelastung kommt dieser Unterschied nicht zur Geltung, da die Trommel des kontinuierlichen Ofens nicht als Rostfläche eingesetzt ist.)

c) Der Gasweg ist eindeutig festgelegt. Die Höhe der Brennstoffschicht kann hier dem Verlauf des Verbrennungsvorganges angepasst werden, da sie weder auf den Druck im Verbrennungsraum noch auf die Intensität der Vortrocknung einen Einfluss hat.

d) Der Schlackengenerator nützt die fühlbare Schlackenwärme weitgehend aus, indem diese teils zur Aufheizung des eingeblasenen Luft-Wasserdampfgemisches dient, teils für die Aufrechterhaltung der Wassergasreaktion benötigt wird. Versuche haben ergeben, dass durch Dosieren des eingeblasenen Wasserdampfes die Temperatur in der Verbrennungszone sicher beherrscht wird, und so ein Zusammenschmelzen der

Tabelle 2. Vergleich der drei Ofen-Arten

Grösse	Zellen-ofen	Kontinuierlicher Ofen	von Roll-Ofen
Zellenzahl	2 × 6	—	—
Leistung (t/24 h)	2 × 200	2 × 200	2 × 200
Kehrichtheizwert (kcal/kg)	1200	1200	1200
Verhältnismässige Rostfläche *)	1	0,4	0,51
Verhältnismässige Rostbelastung **)	1	2,5	1,95
Feuerraumbelastung (kcal/m³h)	65 000	100 000	100 000
Anzahl Heizer	4	1	1
Leistung (t/Mann h)	4,4	17,7	17,7

*) Für den kontinuierlichen Ofen wird nur der Anzündrost betrachtet, für den von Roll-Ofen nur der Hauptrost; **) für den Zellenofen ist vorgewärmter Unterwind angenommen, für die beiden andern Systeme dagegen kalter Unterwind.

Schlacke nicht zu befürchten ist. Dabei ist der Ausbrand gut. So wurden unter ungünstigen Verhältnissen 5 bis 6 % Unverbranntes in der Schlacke festgestellt, während in den Schlacken der kontinuierlichen Oefen in Basel 10 bis 12 % gefunden wurden.

Zum Schluss seien an Hand des Längsschnittes, Bild 6, die wichtigsten Grundzüge einer modernen Kehricht-Verbrennungsanlage nach dem beschriebenen System aufgeführt. Die erste und wichtigste Forderung heisst Hygiene, die zweite Wirtschaftlichkeit. Hier ist zu beachten, dass Reparaturen und Unterhalt gegenüber dem Anlage-Wirkungsgrad bedeutend mehr ins Gewicht fallen als bei gewöhnlichen Kraftanlagen. Vergegenwärtigt man sich noch, dass es sich bei einer Kehrichtverbrennungs-Anlage um ausgesprochene Abwärme-Verwertung handelt, so ist verständlich, dass die Ideallösung nicht einfach vom Bau moderner Wärmekraftwerke übernommen werden kann. Es ist nicht ratsam, für Kehrichtfeuerungen Saugzug zu verwenden. Den aggressiven und staubhaltigen Abgasen ist nämlich erfahrungsgemäss kein Ventilator gewachsen. Natürlicher Zug bedingt jedoch ein hohes, zweckmässigerweise ausgefüttertes Kamin, eine verhältnismässig hohe Abgastemperatur und die Verwendung eines Kessels von möglichst geringem gasseitigem Widerstand. Aus diesen Gründen sind Economiser nicht am Platz. Die gesamte Heizfläche muss im Kessel untergebracht werden, der dadurch gross wird und nur schwach belastet werden kann. Es hat somit keinen Sinn, einen hochgezüchteten Kessel vorzusehen; im Gegenteil ist der einfachste und billigste Kessel auch der beste. Das gilt umso mehr, als auch dampfseitig durch den Wegfall des Economisers und durch die verhältnismässig niedere Rauchgas-Eintrittstemperatur Grenzen gezogen sind. Die Rauchgastemperatur ist durch den Kehrichtheizwert und den Ascheschmelzpunkt bestimmt und lässt sich nicht wesentlich über 1000° C erhöhen. Damit scheint für die Auslegung des Abhitzekessels ein Dampfzustand von etwa 40 atü und 400° C wohl die Grenze des wirtschaftlich Vertretbaren darzustellen. Genauere Untersuchungen zeigen nämlich, dass eine weitere Steigerung von Druck und Temperatur des Dampfes im gegebenen Fall keine Vorteile mehr bringt. Bei den bescheidenen Dampfleistungen (ein Ofen für 200 t Kehricht pro 24 h liefert eine Dampfmenge von 8 bis 10 t/h) wäre damit nämlich weder bei Gegendruck- noch bei Kondensations-Betrieb viel zu gewinnen. Als Anhaltspunkt mag gelten, dass der Wirkungsgrad des Ofens und des Kessels einer modernen Kehrichtverbrennungs-Anlage zusammen im Dauerbetrieb etwa 50 bis 60 % beträgt.

Die Hilfsanlagen, deren Bedeutung, wie eingangs erwähnt, viel mehr hervortritt als bei öl- oder kohlegefeuerten Kraftwerken, seien nur kurz gestreift. Es sind dies die Beschickung und Entschlackung der Oefen, sowie die Rauchgasreinigung.

Die Beschickung geschieht durch einen Greifer-Laufkran 1, Bild 6, der den frischen Kehricht aus dem Bunker in die Fülltrichter 3 der Oefen befördert. In der Bunkerhalle 2, die den unreinen Teil der Anlage bildet, hält sich normalerweise niemand auf. Der Kranführer befindet sich in einer staubdicht abgeschlossenen Kabine, die mit filtrierter Luft versorgt wird.

Die Entschlackung jedes Ofens vollzieht sich vollautomatisch durch eine in einem wassergefüllten Kanal 4 laufende Kratzerkette 9. Die gelöschte Schlacke sammelt sich im Bunker 5, während sich die hydraulisch entfernte Flugasche auf dem Grund des Beckens 6 absetzt. Beide Materialien werden mittels des Greifers 7 verladen. Dadurch werden sowohl Handarbeit, als auch Staubentwicklung vermieden.

Der Entstaubung der Rauchgase ist grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Dafür sind Zyklone oder Elektrofilter 8 vorgesehen. Eine Belästigung der Umgebung durch Staub wird damit ausgeschaltet.

Das Projekt nach Bild 6 erfüllt somit in harmonischer Weise alle Forderungen hygienischer und wirtschaftlicher Art, die man heute an eine Kehrichtverbrennungsanlage stellen muss. Es ermöglicht insbesondere die Aufstellung inmitten einer Stadt, so dass die Probleme des Kehrichttransportes und der Verteilung der erzeugten Energie (Wärme, Elektrizität, Kälte) bestmöglich gelöst werden können, ohne irgendwelche Belästigung der Umgebung durch Staub, Rauch, Geruch oder Lärm.

Literaturverzeichnis

[1] «Von Roll-Mitteilungen», November 1942.
[2] *C. Felber,* Die neue Kehricht-Verwertungsanlage der Stadt Basel, in SBZ Bd. 124, S. 325* und 340* (Dezember 1944).
[3] *C. Popp,* Die festen städtischen Abfallstoffe; München 1931, Verlag Oldenbourg.
[4] Het vuilverwijderings vraagstuk; Amsterdam 1944, N. V. Uitgeversmaatschappij «Kosmos».
[5] *Antoine Joulot,* Les ordures ménagères; Paris 1946, Berger-Levrault.
[6] *R. Tanner,* Kehricht als Brennstoff, in der Festschrift für Prof. Dr. P. Schläpfer; Solothurn 1950, Verlag Vogt-Schild A.-G.
[7] *C. Chalumeau,* L'usine d'incinération des ordures ménagères de la ville de Lyon, «Le Génie Civil», 26. 11. 1932.
[8] *H. Lier,* Die Kehrichtverbrennungsanstalt der Stadt Zürich mit angeschlossenem Fernheizwerk, «Schweiz. Technische Zeitschrift» Nr. 1 und 2, 1935.
[9] Modern Steam-Raising Refuse Destructors, from «Danish Foreign Office Journal», July 1936.
[10] «Revue Skoda», April 1935.

Les voitures des CFF montées sur pneumatiques «Michelin»

DK 625.23.012.55

Par R. GUIGNARD, Ing. dipl., Berne

(Fin de la page 174)

h) Bogies et suspension

Le bogie se compose essentiellement de cinq essieux munis de pneu-rails et de freins à tambour et d'un châssis. L'élément le plus caractéristique de ce bogie est évidemment la roue avec le pneu-rail représentés en coupe par la fig. 21. La fusée de l'essieu 1 porte deux roulements à rouleaux coniques 2 sur lesquels est monté le moyeu 3. La roue proprement dite se compose d'un disque 4 en acier laminé et embouti et d'une jante du type automobile sur laquelle est fixé le pneu-rail. Ce dernier est formé d'une enveloppe à carcasse métallique 5 et d'une chambre à air de section circulaire 6. L'armature métallique est constituée par deux nappes de fils d'acier enrobées dans le caoutchouc et placées sous la bande de roulement et dans les flancs de l'enveloppe. Elle présente l'avantage de s'échauffer beaucoup moins que celle de coton utilisée à l'origine et de conserver toute sa résistance aux plus hautes températures de roulement. Grâce à l'emploi de cette carcasse métallique, la charge d'un pneu a pu être portée de 650 kg en 1932 à 1100 kg en 1937. Le guidage de la roue est assuré par un boudin en acier 7 fixé sur le disque par l'intermédiaire d'un anneau en caoutchouc ayant pour but d'atténuer la propagation du bruit causé par le frottement du boudin sur le champignon du rail. La roue est fixée sur le moyeu par huit boulons avec écrous de sûreté de la même façon qu'une roue d'automobile. Le pneu est normalement gonflé à la pression de 9 atm. En service, cette pression s'élève d'environ 10 à 15 %, car le pneu s'échauffe en roulant. Ainsi qu'on le voit nettement sur les fig. 22 et 24, la bande de roulement du pneu est munie de lamelles transversales qui ont pour but d'essuyer le rail mouillé, comme un essuie-glace essuie le pare-brise. Ainsi, le premier pneu assèche le rail et les pneus suivants roulent sur un rail pratiquement sec et conservent ainsi une adhérence suffisante pour le freinage.

Chaque roue porte, à l'extérieur, un manomètre 11 ser-