Energieerzeugung in der Kehrichtsverbrennungsanlage Zürcher Oberland (KEZO)

Autor(en): **Kühn, Friedrich**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria**

Band (Jahr): **71 (1979)**

Heft 4

PDF erstellt am: **31.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-941440

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Energieerzeugung in der Kehrichtverbrennungsanlage Zürcher Oberland (KEZO)

Friedrich Kühn

Zusammenfassung

Dieser Beitrag beschreibt die gesamte Kehrichtverbrennungsanlage, ihre Entstehung und ihren Ausbau von 1 auf 3 Kesseleinheiten mit 2 Turbinen. Es wird über die wesentlichen Betriebserfahrungen sowie über die Verwertung der anfallenden Verbrennungswärme informiert (Bild 1).

Résumé: Production d'énergie dans l'usine d'incinération d'ordures de l'Oberland zurichois (KEZO)

Cet exposé décrit l'ensemble de l'installation d'incinération d'ordures, sa construction et son extension de 1 à 3 chaudières avec 2 turbines. L'autre relate les principales expériences d'exploitation et traite de la récupération de la chaleur des fumées (fig. 1).

Synopsis: The generation of energy at the waste incineration plant in the Zurich Oberland (KEZO)

This article describes the complete waste incineration plant, its development and extension from 1 to 3 boiler installations with 2 turbines. It also provides information on the major operational experience and the recovery of the resultant heat of combustion (Fig. 1).

Einleitung

Der in den letzten Jahrzehnten immer dringlicher gewordene Schutz der Umwelt machte es notwendig, nach Möglichkeiten zu suchen, den steigenden Anfall von Müll und Abfall aus Haushalt, Gewerbe und Industrie ohne Schaden für die Umgebung zu beseitigen.

Die bis zur ersten Hälfte dieses Jahrhunderts übliche ungeordnete Ablagerung der Abfallstoffe an Berghängen, in natürlichen oder künstlichen Bodenvertiefungen, gefährdet das Grundwasser, belästigt die Umgebung mit Geruch und Rauch und begünstigt die Verbreitung von Krankheiten. Eine den Forderungen der Hygiene genügende, geordnete Deponie ist in dichtbesiedelten Gebieten nur an wenigen Stellen möglich.

Die Kompostierung entspricht dem natürlichen Abbau der Rückstände. Wegen des steigenden Anteils nichtabbaubarer Stoffe im Müll und der beschränkten Absatzmöglichkeit des produzierten Komposts in der Nähe von Städten kann jedoch auf diese Art nur ein kleiner Teil des Abfalls verarbeitet werden. Durch dessen Verbrennung werden alle diese Probleme gelöst. Dieses Verfahren verwandelt die Abfallstoffe in Wärme und Schlacke mit kleinem Volumen, die ohne Gefahr für die Umwelt abgelagert oder wiederverwertet werden kann. Beim Verbrennen entstehen heisse, staubhaltige Rauchgase, die auf eine Temperatur unter 300 °C abgekühlt werden müssen, um den Staub in Filtern abscheiden zu können. Je nach Art der Kühlung unterscheidet man zwei Systeme von Verbrennungsanlagen:

Anlagen mit Wärmevernichtung: Hier wird die Temperatur durch Eindüsen von Wasser oder Luft gesenkt, ohne dass die Verbrennungswärme genutzt wird.

Anlagen mit Wärmeverwertung: Hier wird die Wärme der Rauchgase in Wärmeaustauschern an ein Arbeitsmedium übertragen. Es ist üblich, dem Verbrennungssystem einen Dampferzeuger anzugliedern und den Dampf für Heizzwecke oder für die Stromerzeugung zu verwenden.

Der Zweckverband Kehrichtverwertung Zürcher Oberland, KEZO, erstellte von 1961 bis 1963 zwischen Wetzikon und Hinwil eine Kompostieranlage. Damals waren diesem Verband 18 Gemeinden angeschlossen. Die Erweiterung um fünf Gemeinden und die Entwicklung der Region verlangten bald auch eine Erhöhung der Kapazität der Abfallverarbeitung. Der Anfall von Müll und Sperrgut wuchs von 1964 bis 1970 von 142 auf 220 kg je Einwohner und Jahr (Bild 1).

Die aus der Einwohnerzahl der Region und aus dem Anstieg des spezifischen Anfalls von Müll und Sperrgut resultierende Abfallmenge (Bild 2) liess es ratsam erscheinen, nicht das Kompostierwerk auszubauen, sondern eine Verbrennungsanlage zu erstellen.

Ein Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen Systemen mit und ohne Wärmeverwertung ergab einen Betriebskostenvorteil zugunsten der Wärmeverwertung.

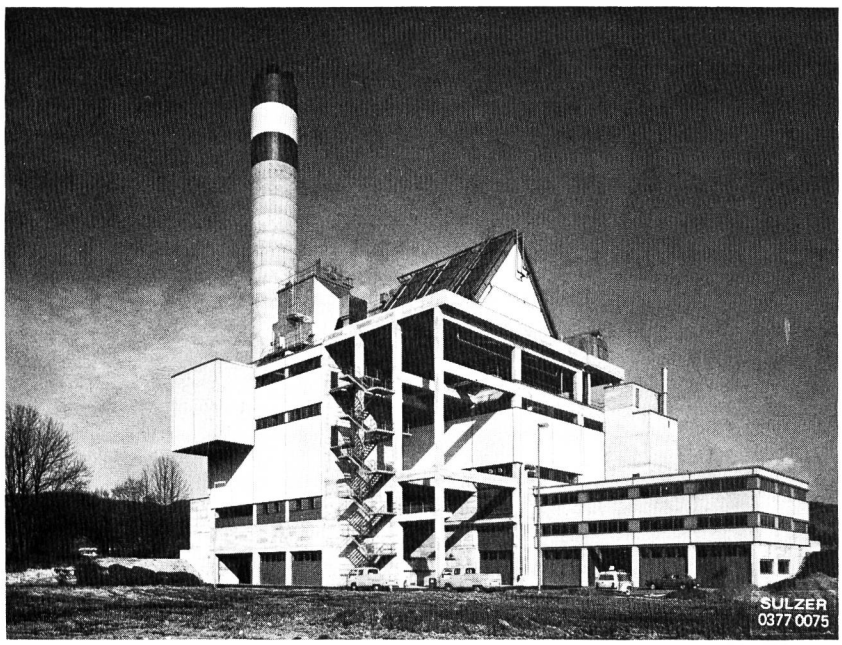


Bild 1. Übersicht über die Kehrichtverbrennungsanlage KEZO.

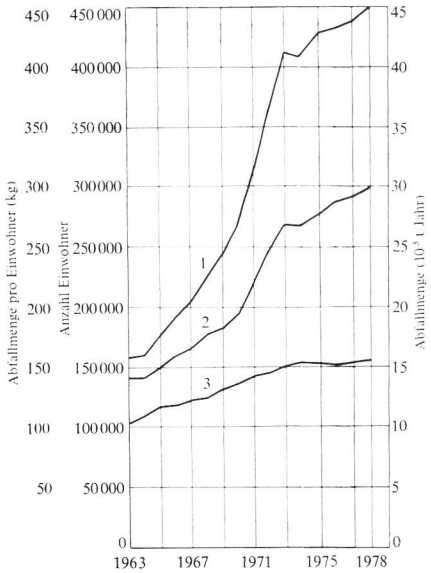
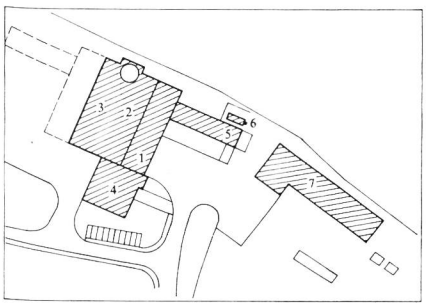


Bild 2. Entwicklungen in der KEZO-Region.



1 Ofentrakt I
2 Ofentrakt II
3 Ofentrakt III
4 Dienstgebäude
5 Müllbunker
6 Dekantierung
7 Kompostierung

Bild 3. Lageplan.

Im Jahre 1970 erstellte daher der Zweckverband KEZO eine Kehrichtverbrennungsanlage mit einem Dampferzeuger und einem Turbogenerator. 1975 wurde die Anlage mit zwei grösseren Kesseln und einem 10-MW-Turbogenerator erweitert. Die elektro-mechanischen Installationen wurden vom Konsortium Sulzer, Winterthur, und Martin, München, geliefert und montiert. Planung und Bauleitung besorgte TBF Toscano-Bernardi-Frey AG, Zürich, in Zusammenarbeit mit dem Architekturbüro P. Zoelly, Zollikon.

Aufbau der Anlage

Der Lageplan (Bild 3) zeigt die Gesamtanlage mit Müllbunker, Dienstgebäude und Kesselhaus. Für einen vierten Kessel und einen Zusatzbunker ist Platz reserviert.

Im Längsschnitt durch das Ofenhaus (Bild 4) ist die Anordnung der verschiedenen Aggregate des elektro-mechanischen Teils ersichtlich. Der Umwandlungsprozess von Müll in Strom beginnt mit der Zulieferung der Haus- und Industrieabfälle in Sammelfahrzeugen. Der Müll wird von einem Polypgreifer im Bunker gemischt und halbautomatisch in die Einfülltrichter der Öfen befördert.

Er gelangt durch einen wassergekühlten Füllschacht auf die Beschickungseinrichtung des Martin-Rückschubrostes. Hier trocknen, zünden und verbrennen die Abfälle. Mit ca. 10 Prozent des eingebrachten Abfallvolumens wird die sterile Schlacke über ein Wasserbad und Schüttelrinnen in den Schlackenbunker befördert. In einer speziellen Anlage wird die Schlacke für die Wiederverwertung, z. B. im Strassenbau, aufbereitet.

Um einen guten Ausbrand zu erreichen, werden die vom Rost erzeugten Verbrennungsgase oberhalb des Rostes durch eingeblasene Sekundärluft intensiv gemischt. Die heissen Verbrennungsgase (800 bis 1000 °C) durchströmen den Leerzug und die Nachschaltheizfläche und verlassen den Kessel mit 250 °C bis 280 °C. Der nachgeschaltete Elektrofilter reinigt die staubhaltigen Abgase, die über einen 70 m hohen Kamin in die Atmosphäre geleitet werden.

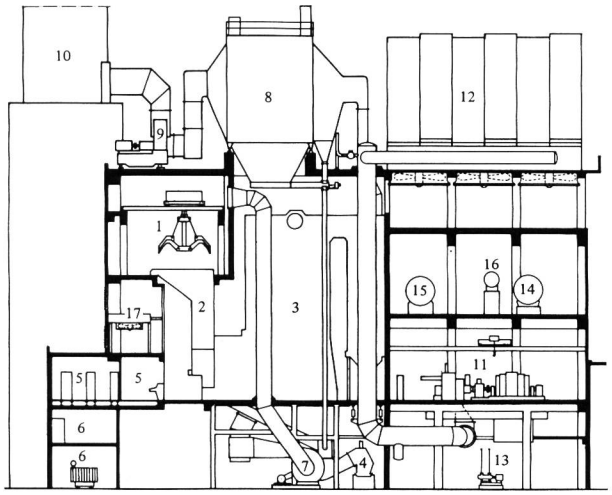
Die Bilder 5 und 6 zeigen den Aufbau des Dampferzeugers, einen Sulzer-Naturumlaufkessel. Die geschweissten Brennkammerwände sind selbsttragend und stehen auf einem Traggerüst, das auch den Rost aufnimmt. Mit den bis zum Rost herabgezogenen Kühlwänden wird der Verschlakkungsgefahr begegnet. Im Bereich der Flammen sind die Rohre bestiftet und mit Stampfmasse verkleidet.

Um die Verschmutzungsgefahr des Überhitzers herabzusetzen, wurde beim Kessel 2 und 3 der Sattdampfeintritt auf die heisse Rauchgasseite verlegt (Bild 7) und gleichzeitig das erste Bündel im Gleichstrom geschaltet. Abgesehen vom Economiser des Kessels 1 sind alle Bündel mit fluchtender Teilung ausgebildet. Während des Betriebes werden die Heizflächen der Kessel mittels Russbläsern oder Kugelregen gereinigt.

Das Prinzipschema für den Wasserdampf-Kreislauf der ersten Ausbaustufe zeigt Bild 8. Sinngemäss gilt dieses Schema auch für die zweite Ausbauetappe.

Kessel 2 und 3 geben den Dampf auf einen gemeinsamen Turbogenerator.

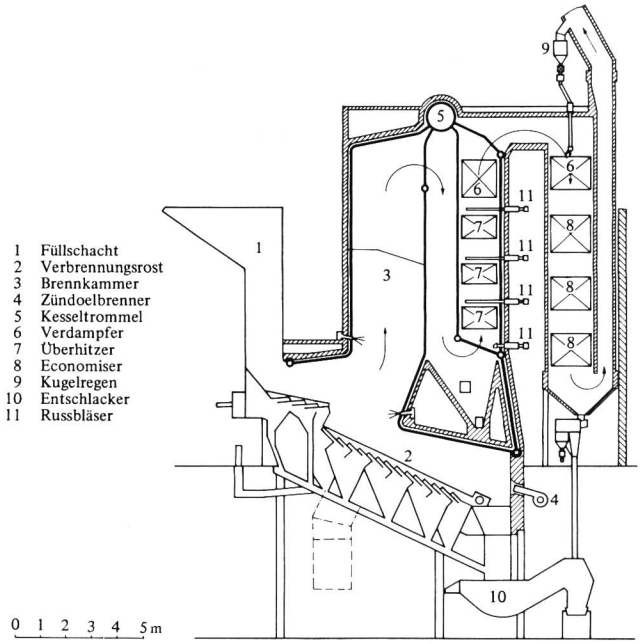
Der Abdampf beider Turbinen wird in luftgekühlten Kondensatoren auf dem Dach des Ofentraktes kondensiert. An der grösseren Turbine, die als Anzapfmaschine gebaut wurde, ist ein Wärmetauscher (Dampf/Wasser) für *Fernwärmeerzeugung* angeschlossen. Mit dieser Kombination wird die günstigste Ausnützung der Verbrennungswärme erreicht und der Heizölverbrauch bei den Wärmeabnehmern gesenkt. Der erste Ausbau der Wärmeumformstation beschränkt sich auf eine Leistung von 6 Gcal/h. Die Abgabe von Fernwärme ist auf den Betriebsrhythmus der Müllverbrennungskessel abgestimmt, d. h. bei betriebsbedingten Stillständen setzen die Abnehmer ihre eigenen Kesselanlagen ein.



0 1 2 3 4 5 m

1 Kran mit Greifer
2 Füllschacht
3 Dampferzeuger mit Verbrennungsrost
4 Schlackentransport
5 Kommandoraum mit Mess- und Schaltschränken
6 Räume für elektrische Installationen
7 Frischluftventilator
8 Rauchgasfilter
9 Rauchgasventilator
10 Kamin
11 Turbogenerator
12 Luftkondensator
13 Speisepumpen
14 Reinwasserbehälter
15 Speisewasserbehälter
16 Kondensatbehälter
17 Kühlwasser-Rückkühler

Bild 4. Längsschnitt durch die Anlage (2. Ausbau).



1 Füllschacht
2 Verbrennungsrost
3 Brennkammer
4 Zündoelbrenner
5 Kesseltrommel
6 Verdampfer
7 Überhitzer
8 Economiser
9 Kugelregen
10 Entschlacker
11 Russbläser

0 1 2 3 4 5 m

Bild 5. Längsschnitt durch den Dampferzeuger.

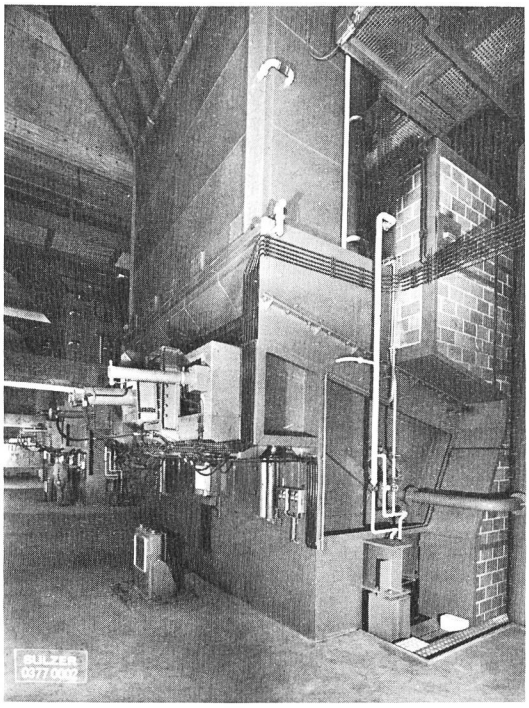
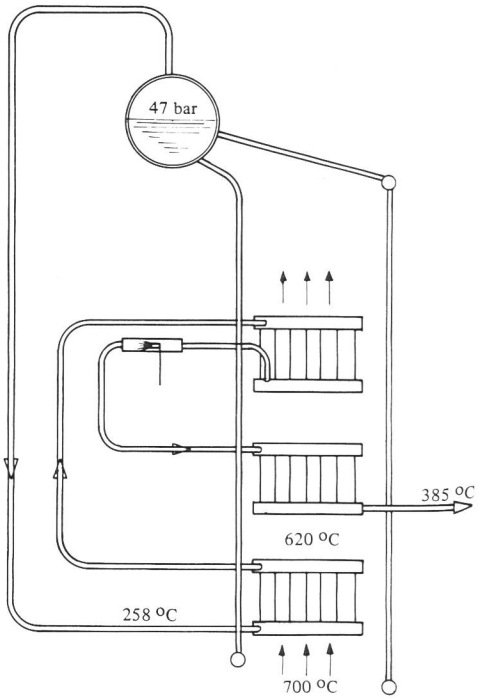


Bild 6. Kesselvorbau mit Rostantrieb.

Bild 7. Schaltbild für Überhitzer.



Betriebserfahrungen und -ergebnisse

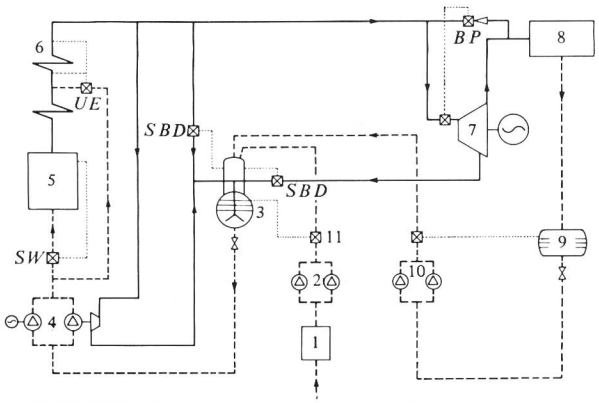
Dem Schutz der Umwelt wurde schon bei der Planung der einzelnen Ausbaustufen besondere Beachtung geschenkt, so dass die heute geltenden behördlichen Vorschriften eingehalten werden können (Bild 9).

So ergaben z. B. Messungen an den drei Elektrofiltern Staubgehalte unter 100 mg/Nm³ Reingas. Der Kamin — ausgerüstet mit vier Einzelzügen — wurde mit 70 m etwas höher gebaut als es die Empfehlungen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt vorschrieben.

Der Lärmpegel der ganzen Anlage, der von der EMPA im Umkreis von 200 m gemessen wurde, liegt zwischen 49 und 55 dB(A). Dieser tiefe Pegel konnte erreicht werden, weil die für den Lärm massgebenden Maschinenaggregate schallgeschützt wurden. Die grosse Turbogruppe erhielt eine Schallschluckhaube, die den Lärm, in einem Meter Abstand gemessen, um 20 dB(A) mindert.

Die Kühlwasser-Kreisläufe arbeiten als geschlossene Systeme mit Luftkühlung. So konnte nicht nur die Wärmebelastung der natürlichen Gewässer vermieden werden, sondern es liessen sich auch beträchtliche Wassermengen einsparen. Das Durchlaufkühlwasser für die Müll-Einfüllschächte wird anschliessend zur Kühlung der Schlacke verwendet. Somit beträgt der Wasserverbrauch pro Tonne Müll nur noch 322 Liter (1978).

Die Korrosionen und Erosionen, die beim ersten Kessel vereinzelt auftraten, konnten im weiteren Ausbau eliminiert werden, obwohl alle Kessel meist mit Vollast betrieben werden. Die Überhitzerbündel wurden mit dickeren Rohrwandstärken (5 mm) und Schutzschalen ausgerüstet. Die Brennkammern wurden bei verbesserter Qualität der Stampfmasse höher bestampft. Die Anzahl der Stifte liegt zwischen 600 und 1200 Stück pro m². Die seitliche Verkleidung der Rostkühlrohre mit gebrannten SIC-Steinen hat sich gut bewährt. Am meisten Verschleiss zeigen die Einmauerungsflächen, die nicht genügend gekühlt werden und von Öffnungen durchbrochen sind. Die wassergekühlten Trichter unter dem Überhitzerzug wurden mit gewöhnli-



1 Wasseraufbereitung
2 Reinwasserpumpen
3 Speisewasserbehälter mit Entgaser
4 Speisepumpen
5 Dampferzeuger
6 Überhitzer
7 Turbogenerator
8 Luftkondensator
9 Kondensatbehälter
10 Kondensatpumpen
11 Reinwasserregelventil
SW Speiseregelventil
UE Einspritzregelventil
BP Bypaßventil
SBD Entgaser-Druckhalteventile

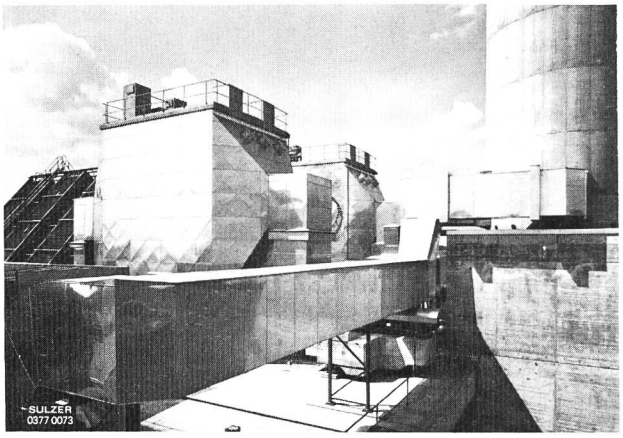


Bild 9. Elektrofilter neben Kamin.

Bild 8, links. Schema des Wasser-Dampf-Kreislaufs (1. Ausbau).

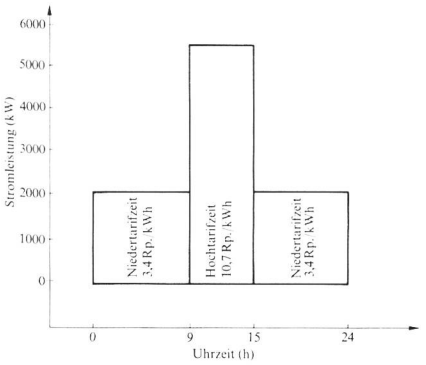


Bild 10. Stromerzeugung über den Tagesablauf.

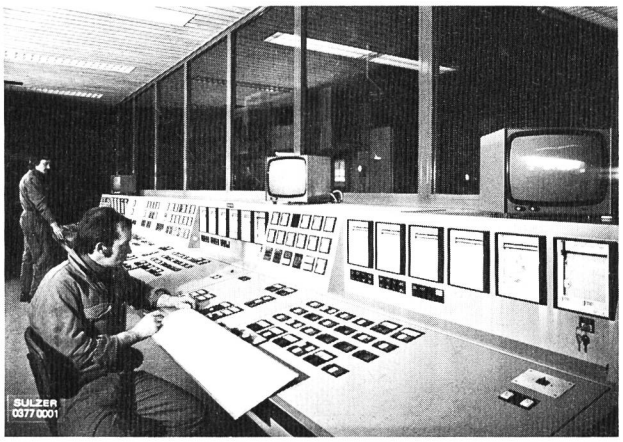
Technische Daten — Tabelle 1

		I. Ausbau Kessel 1 Turbogruppe 1	II. Ausbau Kessel 2 und 3 Turbogruppe 2
Rost			
Müllmenge	t/Tag	120	2 x 150
Heizwertbereich	kJ/kg	9200—4600	12550—5020
	bzw. kcal/kg	2200—1100	3000—1200
Dampferzeuger			
Leistungen max.	t/h	12,5	2 x 22,7
Druck am Austritt	bar	42	42
Dampftemperatur	°C	385	385
Turbogenerator			
Frischdampfmenge	t/h	13,5	50
Drehzahl		3000/3000	8000/1500
Klemmenleistung max.	kW	2340	9890
Fernwärme	Gcal/h	—	10
Hochspannungsanlage Leistungsabgabe (Trafo) an EKZ max.	kVA	3500	13500

Betriebsergebnisse — Tabelle 2

bezogen auf 1 t Müll		1977	1978
Dampferzeugung	t	2,80	2,68
Rohwasserverbrauch	kg	418	322
Stromerzeugung	kWh	410	422
Eigenbedarf	kWh	70	64,3
an das EW verkauft	kWh	340	357,70
Erlös aus Strom	Fr.	22,54	22,47
Erlös aus Schlacke und Schrott	Fr.	2,13	0,90
Brutto-Betriebskosten	Fr.	32,90	30,90
Netto-Betriebskosten	Fr.	8,50	5,00

Bild 11. Kommandoraum.



chem Blech ausgekleidet und zeigten bisher noch keinen besonderen Verschleiss.

Infolge mangelhafter Wirkung der Russbläser und schlechter Anströmung der Verdampfer- und Economiserbündel konnte die garantierte «Reisezeit» anfangs nicht erreicht werden. Nach Vergrösserung der Economiserheizfläche liegen die Abgastemperaturen nach 2800 Betriebsstunden bei 250 °C.

Die Gesamtanlage mit den drei Verbrennungseinheiten ermöglicht einen Mülldurchsatz von 420 t/Tag; das sind etwa 1400 m³. Die Höchstleistung beider Turbogruppen beträgt ca. 12 000 kW. Allerdings wird die Anlage zurzeit nur teilweise ausgelastet, da die maximale Kapazität auf das Jahr 1990 ausgerichtet ist (Tabelle 1).

Aus der Stromerzeugungskurve (Bild 10) geht hervor, dass die Kessellast und damit die *Stromproduktion* den täglichen Bedarfsspitzen des Netzes angepasst werden kann. Durch diese Betriebsweise wird mit der gleichen Müllmenge ein höherer Strompreis erzielt, im Jahresdurchschnitt zwischen 6 bis 7 Rappen.

Im Jahre 1977 (1978) wurden insgesamt 55 753 t (72 210 t) Kehricht verbrannt. 156 380 t (193 425 t) Dampf produziert und 22 878 700 kWh (30 459 800 kWh) erzeugt (Tabelle 2).

Die Anlage wird pro Schicht mit nur 3 Mann, total 20 Mann Betriebspersonal betrieben.

Die ökonomische Betriebsweise dieser Anlage ist nur möglich, weil ein Teil der Installationen automatisiert ist. Abgesehen von der selbsttätigen Regelung des Dampf- und Wasserkreislaufs sowie der Speisewasseraufbereitung haben die Feuerungsregelungen eine entscheidende Bedeutung. Bis auf kleinere Korrektureingriffe laufen die Rückschubroste vollautomatisch. Die gleichmässige Dampfproduktion, auch bei wechselnder Müllqualität, ergibt einen besseren Ausnutzungsgrad der Turbogruppe. Die halbautomatische Krananlage trägt ebenfalls dazu bei, einen gleichmässigen Verbrennungsbetrieb zu erreichen. Es bleibt genügend Zeit, den Müll im Bunker zu mischen (Bild 11).

Zusammenfassung und Ausblick

Die Kehrichtverbrennungsanlage KEZO ist seit 1970 in Betrieb. Die Auslegungskapazität der Gesamtanlage ist mit 420 t/Tag auf das Jahr 1990 ausgerichtet. Nachdem ursprünglich der Müllanfall von Jahr zu Jahr stark gestiegen ist, trat 1973 eine Stagnation ein. Zurzeit liegt die Abfallmenge pro Einwohner und Jahr bei 300 kg. Aus der Zunahme der verbrannten Mengen:

1976 — 47 000 t
1977 — 55 753 t
1978 — 72 210 t

kann man schliessen, dass die volle Kapazität der Anlage aller Wahrscheinlichkeit nach im Jahre 1990 erreicht wird. Mit der verbesserten Auslastung der Turbogruppe ergibt sich eine spezifisch höhere Stromausbeute, wie schon der Vergleich zwischen 1977 und 1978 zeigt.

Die gewählte Konzeption des Kraftwerkes hat sich bewährt. Sie entspricht dem neuesten Stand der Technik und hat die Forderungen des Umweltschutzes erfüllt. Die bisher erzielten Ergebnisse, die nicht zuletzt der umsichtigen Betriebsleitung und der Sorgfalt des Personals zu verdanken sind, lassen auch für die Zukunft einen sicheren Betrieb erwarten.

Adresse des Verfassers: Friedrich Kühn, Gebrüder Sulzer Aktiengesellschaft, 8401 Winterthur.