

3. Fachtagung Krankenhaustechnik

"Infektiöser Müll im Krankenhaus"

Herausgeber: O. Anna, C. Hartung, R. Kerl

MEDIZINISCHE HOCHSCHULE HANNOVER

- 1976 -

Sehr geehrte Tagungsteilnehmer!

Im Namen der Medizinischen Hochschule Hannover und der Abteilung für Biomedizinische Technik speziell Krankenhaustechnik möchten wir Sie herzlich zu unserer 3. Fachtagung "Infektiöser Müll im Krankenhaus" in Hannover begrüßen.

Dieses Problem ist - nicht nur im Krankenhaus - immer noch unbefriedigend gelöst. Die Medizinische Hochschule Hannover als gastgebendes Krankenhaus möchte zu einer Verbesserung dieses Notstandes beitragen. Diese Fachtagung soll eine Diskussion unter den Befästen - Betreiber, Hersteller, Planer, Aufsichtsbehörden und Gesetzgebende - ermöglichen und die Notwendigkeit einer intensiveren und vertrauensvollen Zusammenarbeit allen Beteiligten vor Augen führen.

Wir danken für Ihren Besuch und wünschen Ihnen einen interessanten Aufenthalt in Hannover.

O. Anna, C. Hartung, R. Kerl

## PROGRAMM UND INHALT

Montag, 31. Mai 1976, Hörsaal F

Vorsitz: O. Anna, J. Drescher, G. Terbeck, Hannover

- |         |   |    |
|---------|---|----|
| 14.00 h | Eröffnung der Tagung<br>O. Anna, MHH  |    |
| 14.20 h | Notwendigkeit und Bedingungen für die Beseitigung von Abfällen im Gesundheitswesen<br>- heute und morgen -<br>G. Terbeck, Sozialministerium Hannover          | 1  |
| 14.40 h | Wirtschaftliche Beseitigung von Krankenhausabfällen unter besonderer Berücksichtigung der Abfallklassifizierung<br>H. Börner, Wirtschaftsministerium Hannover | 16 |
| 15.00 h | Rechtsfragen zur Beseitigung von pathologischem Müll<br>F. W. Pammel, Landwirtschaftsministerium Hannover   | 25 |
| 15.20 h | Diskussion  |    |
| 15.40 h | Pause   |    |
| 16.00 h | Formale und technische Voraussetzungen für die Zulassung von Müllverbrennungsanlagen<br>M. Tryzna, Gewerbeaufsichtsamt Hannover                               | 33 |
| 16.20 h | Methoden und Meßtechniken bei der Zulassung von Müllverbrennungsanlagen<br>H. Smidt, TÜV Hannover   | 42 |
| 16.40 h | Probleme bei der Beseitigung von infektiösem Müll aus der Sicht des Leiters der Verwaltung eines Großklinikums<br>H. Heyer, MHH                               | 56 |
| 17.00 h | Diskussion  |    |
| 17.20 h | Ende  |    |
| 19.30 h | Festvortrag, Hörsaal F<br>Infektion und Krankenhaus<br>J. Drescher, MHH<br>(nicht abgedruckt)   |    |

Dienstag, 1. Juni 1976, Hörsaal F

Vorsitz: C. Hartung, H. Masuch, J. Potel, Hannover

- |         |  |    |
|---------|--|----|
| 10.00 h | Planungsgrundlagen für die Müllverbrennungsanlage der MHH und neue Erkenntnisse<br>L. Pollak, Hannover   | 63 |
| 10.20 h | Betriebserfahrung mit der Abfallverbrennungsanlage der MHH<br>W. Wawra, MHH  | 72 |
| 10.40 h | Diskussion   |    |
| 11.00 h | Pause  |    |
| 11.20 h | Verbesserung vorhandener Verbrennungsanlagen für infektiöse Abfälle unter Berücksichtigung der gültigen Vorschriften<br>H.-J. Giese, Bergisch-Gladbach       | 77 |
| 11.40 h | Beseitigung von pathologischen bzw. infektiösen Abfällen sowie solchen mit hausmüllähnlichem Charakter in zentralen Verbrennungsanlagen<br>P. Reichelt, Marl | 83 |
| 12.00 h | Diskussion   |    |
| 12.20 h | Mittag   |    |

Präsentierung des Marktangebotes

Vorsitz: R. Rupp, Hösel, C. Hartung, R. Kerl, Hannover

- |         |  |     |
|---------|--|-----|
| 13.30 h | Öfen mit automatischer Verbrennungsregelung<br>R. Müller, Leeds  | 90  |
| 13.50 h | Verfahren zum Einsammeln, Befördern und Verbrennen von infektiösen Abfällen aus Krankenanstalten und Arztpraxen in zentralen Verbrennungsanlagen, System Fecht<br>P. Fecht, Heidelberg | 97  |
| 14.10 h | Transport krankenhausspezifischer Abfälle mit Sauganlagen<br>M. Jaehn, Hamburg   | 112 |
| 14.30 h | Sterilisation infektiöser Abfälle in speziellen Dampfdruckbehältern - Konzeptstudie unter Einsatz von Mikroprozessor-Systemen<br>H. Klie, MHH  | 119 |

14.50 h	Betrieb eines Sterilisators zur Beseitigung krankenhausspezifischer Abfälle - Betrachtungsweise, Systemplanung, Anwendungsbereiche R. Rupp, Hösel	127
15.10 h	Diskussion	
15.30 h	Pause	
15.50 h	Krankenhausabfallbeseitigung - Vergleich zwischen Klein- und Zentralanlagen A. Christmann, Leverkusen	136
16.10 h	Beseitigung von pathologischen Abfällen und festem Hausmüll in Krankenhäusern P. Reichelt, Marl	148
16.30 h	Verbrennungstechniken von Einwegartikeln aus Krankenhäusern H. Skowronek, Kronberg	155
16.50 h	Ein Verfahren zur Müllverbrennung unter Ausnutzung der Pyrolyse H. Schreiber, Essen	162
17.10 h	Zerkleinerungs- und Desinfektionsanlage für Einwegspritzen und Zubehör P. Lueders, Hamburg	168
17.30 h	Müllbeseitigung mit AWT-Anlagen O.-D. Fats, Puchheim	175
17.50 h	Diskussion	
18.10 h	Ende	
	Autorenverzeichnis	181

Notwendigkeit und Bedingungen für die Beseitigung  
von Abfällen im Gesundheitswesen - heute und morgen -  
von G. Terbeck, Sozialministerium, Hannover

Wenn ich nachfolgend Ausführungen mache zur Frage der Notwendigkeit und der Bedingungen für die Beseitigung von Abfällen im Gesundheitswesen, so geschieht dies aus der Sicht des Hygiene- und Seuchenreferenten bei einer obersten Landesbehörde.

Wenn ich etwas über die Verhältnisse heute und morgen sagen soll, so kann ich dies doch nicht ohne einen kurzen Rückblick. Der eigene Standpunkt wird um so sicherer, je mehr Bezugspunkte, auch in der Vergangenheit, zur Verfügung stehen.

Vor dem Jahre 1880 - das ist etwa der Beginn der neuen Wissenschaft der Mikrobiologie - bestanden nur verschwommene Vorstellungen von den Gefahren, die in hygienischer Sicht von Müll und Abwasser ausgehen. Beide Endprodukte wurden vorwiegend aus der Sicht des Volumens, der Verkehrsbehinderung und der ästhetischen Beeinträchtigung gesehen. Mit den neuen Erkenntnissen über die Infektiosität von Kleinstlebewesen begannen aber sogleich die Bemühungen, die hygienischen Verhältnisse im Siedlungsraum zu verbessern. Dahinter stand die Mikrobenfurcht, die sich aufgrund der neueren Erkenntnisse in der Bevölkerung damals breitmachte. Sie ist etwa vergleichbar mit der Furcht vor Radioisotopen heute. Vielleicht ist es wichtig, an dieser Stelle festzustellen, daß umfangreiche kommunale Einrichtungen, wie die Stadtentwässerung und die Entsorgung von Müll, legitime Kinder des Fachgebietes Hygiene sind und inzwischen längst selbständig wurden. Die Rückerinnerung ist aber auch hier recht wertvoll.

Vor der Jahrhundertwende hatten die operativen Fächer noch nicht die Bedeutung, die sie heute besitzen. Die sogenannten Nebenfächer hatten sich noch längst nicht so verzweigt, wie das heute der Fall ist. Bestätigung auf dem Gebiete der Heilkunde bedeutete damals überwiegend Arbeit auf dem Gebiet der inneren Medizin, der Geburtshilfe und von Fall zu Fall der Kriegschirurgie.

Aufgrund der Erkenntnisse im Fachgebiet der Mikrobiologie kam es auch zu wesentlichen Veränderungen im Krankenhausbau. In richtiger Erkenntnis der Abwehr der Übertragungswege bakterieller Erkrankungen wurden damals Pavillonbauten ausgeführt. Man wandte sich von den großen Krankensälen ab.

Zunächst hatte die Einzelofenheizung noch Vorrang; aber mit der Möglichkeit der Förderung von Kohle aus größerer Tiefe, d.h. Benutzung der Dampfkraft und der Dampfmaschine, breitete sich die neue Technik auch im Krankenhauswesen aus. Man baute zentrale Dampferzeugungs- und Kesselanlagen, die mit Kohle beheizt wurden. Der Dampf wurde als Niederdruckdampfheizung für Heizungszwecke gebraucht, er diente für Kochzwecke in der Küche, für Desinfektionsanlagen und Autoklaven und teilweise sogar schon für die Stromerzeugung in hauseigenen Anlagen, womit der elektrischen Beleuchtung zum Durchbruch verholfen wurde, nachdem das Gaslicht nur eine kurze Gastrolle in den Wohnungen gegeben hatte.

Die zentralen Heizungsanlagen, betrieben mit Kohle oder Koks, ermöglichten es, Abfälle aus dem operativen Bereich einschl. der Verbände schadlos in den Kesselanlagen zu vernichten. Im Gegensatz zu heute hielt sich die Menge der übrigen Abfälle aus dem Klinikbereich in engen Grenzen. Nahrungsmittelabfälle wurden meist eigenen Mästereien zugeführt.

Dieser Zustand blieb bei den stehengebliebenen Häusern im großen und ganzen bis zum Jahre 1948. Ja, die Lage war zeitweise noch verschlimmert worden, weil es notwendig wurde, Verbandsmaterialien nach Desinfektionswäsche wieder zu verwenden oder gar teilweise Papier als Verbandsmaterial ab 1943 zu verwenden. Dies mag den jüngeren Zuhörern unglaublich erscheinen, denjenigen

die es selbst miterlebt haben und zeitweise sogar in der Rolle eines Verwundeten, ist dies jedoch in lebhafter Erinnerung geblieben.

Es mag auch sein, daß hier die ersten Überlegungen zur Entwicklung späterer Wegwerfartikel gekommen sind.

An dieser Stelle sind ebenfalls einige rückblickende Bemerkungen zum Betrieb und zur Zusammensetzung früherer Müllkippen zu machen. Bei der Überwiegenden Kohle- und Koksheizung, besonders bei Braunkohleverwendung, war der Aschenanteil beim Müll außerordentlich hoch. Verfütterbare Abfälle wurden meist einer eigenen Tierhaltung zugeführt. Kunststoffe befanden sich nicht im Müll. Schrott wurde intensiver gesammelt. Papier und Verpackungsmaterial spielten kaum eine Rolle. In den meisten Fällen wurde sogar Zeitungspapier statt Poilettenpapier benutzt. Daher bestand keine Schwierigkeit, ablagerungsfähige Krankenhausabfälle, wie z.B. nicht verbrennbare Gipsverbände, auf den Müllkippen der damaligen Zeit abzulagern. Die Abdeckung am Kippenrand war meist sehr schnell erreicht. Wegen des hohen spezifischen Gewichtes und der fehlenden Hohlräume war auch eine zusätzliche Verdichtung im allgemeinen nicht nötig. Die alte Müllkippe unterschied sich infolgedessen von der heutigen ganz wesentlich.

#### Die heutige Lage bei den festen Siedlungsabfällen.

In den 50er und 60er Jahren fand eine schnelle Umstellung bei den Dampferzeugungs- und Heizungsanlagen statt. Die Kohle als Energieträger wurde verlassen zugunsten von Öl und Gas. Damit entfiel die Beseitigungsmöglichkeit von hygienisch bedenklichen Abfällen auf dem eigenen Gelände. Inzwischen hatte sich sowohl das Volumen, das Gewicht wie auch die Zusammensetzung der Siedlungsabfälle entscheidend geändert. Heute rechnet man für das Land Nordrhein-Westfalen mit einem Gesamtanfall von Abfällen pro Kopf des Einwohners von 1000 kg pro Jahr. Nach einer im Auftrage des Bundesministeriums des Innern durchgeführten Untersuchung ergibt sich als Mittelwert für den spezifischen Müllanfall in Krankenhäusern, der sich aus Haus- und Sperrmüll sowie krankenhausspezifischen Abfällen zusammensetzt, eine Menge von 5,2 cbm pro Jahr bei

einem Schwankungsbereich von 1 : 15. Hieraus errechnet sich in Übereinstimmung zu anderen Erfahrungswerten eine Abfallmenge von rd. 4 kg pro Bett und pro Tag. Abweichungen kommen durch den unterschiedlichen Einsatz von Einwegartikeln zustande. Der Anteil der krankenhausspezifischen Abfälle, wie Wundverbände, Gipsverbände, Einwegwäsche und Einwegartikel beträgt etwa 25 %, also rd. 1 kg pro Bett und pro Tag. Der Anteil an Abfällen aus dem Bereich der Pathologie, Chirurgie usw. ist mit 5 % relativ gering zu veranschlagen.

Die gemeindeeigene Müllkippe neuerer Zeit nahm Autowracks, zum Teil Altöl und Sondermüll, Papier in großen Mengen, Kunststoffe, Gaststättenabfälle und Sperrmüll auf. Erst verschiedene Müllskandale haben dazu geführt, daß Sondermüll einer entsprechenden Behandlung zugeführt wird. Wegen der größeren Hohlräume, des stärkeren Anteils an organischem Material und der volumemäßigen Zunahme solcher Müllkippen fanden Ratten, Möwen und sogar Heimchen ein reiches Betätigungsfeld.

Erst das Abfallbeseitigungsgesetz des Bundes vom 7.6.1972 (BGBl. I 72 S. 873) und das Niedersächsische Abfallbeseitigungsgesetz als Ausführungsgesetz schafften hier Ordnung, indem zentrale Müllablagerungsstätten geschaffen und für die Behandlung von Sondermüll spezifische Einrichtungen vorgesehen werden. Parallel zu den gesetzgeberischen Bemühungen liefen in ausgewählten Kreisen des Landes Nordrhein-Westfalen und Niedersachsens Erhebungen über den Verbleib von Abfällen, Transport und Ablagerung zusammen mit Hausmüll haben sich bisher wesentliche Bedenken nicht ergeben.

Zweimal gab es in meinem Aufsichtsbereich erneuten Ärger dadurch, daß Medikamentenreste, verdorbene Medikamente und noch funktionsfähige Wegwerfspritzen auf Müllplätzen abgelagert wurden, so daß Kinder und Fixer sich ihrer bemächtigen konnten. Der zweite Fall betraf große Mengen von Plastikabfällen aus einer Dialyseklinik, die auf einer ländlichen Müllkippe abgelagert wurden. Im Gegensatz hierzu machte es die Aufgabenstellung in meinem Referat notwendig, z.B. für die Pockenbehandlungsstation in Ebstorf

eine Verbrennungsanlage für alle Abgänge aus dieser Station vorzusehen einschl. der Einwegkleidung und der Reste der Fertigverpflegung. Ein hannoversches Krankenhaus hat unter intensiver Beratung durch Fachleute der Medizinischen Hochschule Hannover hausinterne Regelungen zur Verhütung von Infektionen in Dialysestationen getroffen. Aber neue Aufgaben kommen auf uns zu; denn inzwischen werden Versuche unternommen, Dialysen auch ambulant durchzuführen, wobei noch nicht geklärt ist, wie mit den infektiösen Abfällen aus solchen Stationen zu verfahren ist. Zu den aufgeworfenen Fragen bemerkt das Merkblatt Nr. 8 (5/74) des Bundesgesundheitsamtes "Beseitigung von Abfällen aus Krankenhäusern, Arztpraxen und sonstigen Einrichtungen des medizinischen und pharmazeutischen Bereichs", daß bei sachgemäßer Handhabung keine größeren Gefahren als bei Handhabung des Hausmülls bestehen. Man erkennt aber, daß die Entwicklung sehr rasch voranschreitet und selbst Entwürfe, die nur zwei Jahre alt sind, drohen, überholt zu werden. Wie immer steckt auch hier die Schwierigkeit in der Einzelheit, wenn man daran denkt, daß Krankenhausmüll wahrscheinlich nicht sachgemäß behandelt wird, wenn er durch Müllabwortschächte nach unten befördert wird, selbst wenn diese durch Unterdruckabsaugung belüftet werden.

Wegen der besonderen Zusammensetzung des Krankenhausmülls kommt zunächst nur eine Verbrennung in Frage. Der Gesamtaufwand ist sehr erheblich, wenn der gesamte Krankenhausmüll verbrannt werden soll. Die Zusammensetzung ist wesentlich anders als bei Siedlungsmüll. Der Anteil von Einwegmaterialien, Kunststoffen und Glasbestandteilen macht ihn für die Behandlung in Verbrennungsanlagen schwierig. Es bleibt daher durchaus zu überlegen, ob der Krankenhausmüll nicht zusammen mit städtischem Müll in einer gemeinsamen Anlage behandelt wird, weil dann die Anteile des spezifischen Krankenhausmülls im gesamten Volumen untergehen. Entsprechende Verfahren sind bereits bei den flüssig gelösten Abfällen gesammelt worden, indem Industrie- und Siedlungsabwässer gemeinsam behandelt werden. Dennoch bleiben besondere Aufgaben zu lösen: die Beseitigung von Abgängen aus dem operativen Bereich, aus Tierställen, aus Apotheken und die Behandlung brennbarer

Flüssigkeiten. Zu den technischen Vorgängen, die zu beachten sind, müssen sich die Herren von der Ingenieurwissenschaft äußern. Zu berücksichtigen sind die Faktoren getrennte Sammlung und Aufbewahrung unter entsprechender Kennzeichnung und Berücksichtigung von Sicherheitsmaßnahmen, die erforderlichen Transportmittel sowie die Länge der Transportwege.

Ob grundsätzlich der Müllverbrennung der Vorzug zu geben ist, hängt von dem Vorhandensein von geeigneten Ablagerungsflächen, den Transportwegen und der Erstellungsmöglichkeit von Müllverbrennungsanlagen im Hinblick auf die Reinhaltung der Luft ab.

Eines zeichnet sich beim jetzigen Stand der Besprechung schon ab, daß gewiß der Müll nach seinem Gefährdungsgrad eingeteilt werden muß, etwa in die Stufen I bis III.

- I. unbedenklicher Müll,
- II. hygienisch bedenklicher Müll und
- III. hygienisch gefährlicher Müll.

Die Formulierung im Merkblatt Nr. 8, wonach die Beseitigung von Abfällen aus Krankenhäusern, Arztpraxen und sonstigen Einrichtungen des medizinischen und pharmazeutischen Bereichs bei sachgemäßer Handhabung keine größeren Gefahren wie bei Hausmüll heraufbeschwört, vermag nicht ganz zu befriedigen; denn über die Möglichkeiten sachgemäßer Behandlung vor Ablagerungen auf einer allgemeinen Deponie werden keine näheren Ausführungen gemacht. Die bestehenden technischen Schwierigkeiten sind jedoch nicht zu übersehen.

Selbst wenn dies möglich wäre, könnten Krankenhausabfälle nur auf einer sogenannten geordneten Deponie abgelagert werden, bei der eine ständige Aufsicht besteht, die erforderlichen Geräte zum täglichen Einarbeiten vorhanden sind und die Einarbeitsflächen auch sofort mit Bodenmassen bedeckt werden. Über die sonstige ordnungsgemäße Beschaffenheit einer solchen Anlage möchte ich hier keine Ausführungen machen. Die Erfahrung lehrt, daß die Anfahrtskosten zu zentralen Müllablagungsstätten ganz erheblich zu Buche schlagen. Hinzu kommt, daß die Ortssatzungen

in vielen Fällen die Ablagerung des Krankenhausmülls der Kategorien II und III nicht erlauben.

Zwei weitere Müllbehandlungsanlagen sollen hier kurz angesprochen werden.

Das eine sind die Kompostierungsanlagen, die jedoch für die Behandlung von Krankenhausmüll grundsätzlich kaum geeignet sind. Sie sind auf der anderen Seite zu begrüßen, weil sie einen wesentlichen Beitrag zur Wiederverwertung organischen Materials im Kreislauf der Natur liefern. Mich persönlich interessiert hier das Bricollare-Verfahren, was uns in die Lage versetzen würde, auch die in erheblichem Umfange anfallenden Klärschlämme durch Beimischung zum vorbereiteten Hausmüll einer biologisch einwandfreien und hygienisch unbedenklichen Wiederverwertung zuzuführen. Eine weitere hygienisch einwandfreie Beseitigung von Haus- und Krankenhausmüll böte sich an durch die Wärmebehandlung und Umsetzung im Wege der Müllvergasung oder der Pyrolyse im Elektroofen. Nach einschlägigen vorgelegten Berechnungen wäre das letzte Verfahren mit Bilanzüberschuß zu betreiben, da die Verschleißteile gering und die gewonnenen Produkte, wie Müllglas und Ferrometalle gut verwertbar sind. Zu bedenken ist beim bisherigen Stand der Technik, daß die z.Zt. betriebenen Müllverbrennungsanlagen sehr reparaturanfällig sind und kaum ausreichende Standzeiten besitzen. Bei kleineren Anlagen kann daher ein wirtschaftlicher Betrieb kaum erwartet werden.

Meine Damen und Herren, es läßt sich nicht vermeiden, daß ich zu den Vorschriften Stellung nehme, die zu dem Themenkreis einen Bezug haben.

Hier wäre an erster Stelle zu nennen das Gesetz über die Beseitigung von Abfällen vom 7. Juni 1972 (BGBl. I S. 873). Es heißt dort im § 2:

"Abfälle sind so zu beseitigen, daß das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird, insbesondere dadurch, daß

1. die Gesundheit der Menschen gefährdet und ihr Wohlbefinden beeinträchtigt,
2. Nutztiere, Vögel, Wild und Fische gefährdet,

3. Gewässer, Boden und Nutzpflanzen schädlich beeinflusst,
4. schädliche Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigung oder Lärm herbeigeführt werden. .... usw."

§. 4 führt aus:

- "(1) Abfälle dürfen nur in den dafür zugelassenen Anlagen oder Einrichtungen (Abfallbeseitigungsanlagen) behandelt, gelagert und abgelagert werden.
- (2) Soweit Tierkörper, Tierkörperteile oder Erzeugnisse tierischer Herkunft nach § 3 Abs. 3 wegen ihrer Art und Menge von der Beseitigung ausgeschlossen werden, sind sie in Tierkörperbeseitigungsanstalten zu verwerten, wenn sie nach ihrer Beschaffenheit dazu geeignet sind. Das Tierkörperbeseitigungsgesetz ist entsprechend anzuwenden.
- (3) Die zuständige Behörde kann im Einzelfall widerruflich Ausnahmen zulassen, wenn dadurch das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird."

Wahrscheinlich ist mit einer engen Auslegung dieser Vorschrift zu rechnen. Ich kann das nach eigener Erfahrung aus der Rattenbekämpfungsverordnung für das Land Niedersachsen sagen. Danach hat der Landwirtschaftsminister durchaus Bedenken gegen das Vergraben von getöteten Ratten, wenn es sich nicht nur um einzelne Tiere handelt. Alle anderen während einer Rattenbekämpfungsaktion anfallenden Tierkadaver sind der Tierkörperbeseitigungsanstalt zuzuführen.

Auf das Bundesimmissionsschutzgesetz gehe ich an dieser Stelle nicht ein, weil es überwiegend beim Betrieb der Abfallverbrennungsanlagen zum Zuge kommt und mehr die technischen Verantwortlichen betrifft.

Das Gesetz über die Beseitigung von Tierkörpern, Tierkörperteilen und tierischen Erzeugnissen vom 2. September 1975 (BGBl. I S. 2313) bestimmt im § 1:

"Im Sinne dieses Gesetzes sind

1. Tierkörper, verendete, totgeborene oder ungeborene Tiere sowie getötete Tiere, die nicht zum menschlichen Genuß verwendet werden,"

und im Absatz 2:

"Die Beseitigung im Sinne dieses Gesetzes umfaßt das Abliefern, Abholen, Sammeln, Befördern, Lagern, Vergraben, Verbrennen, Behandeln und Verwerten von Tierkörpern, Tierkörperteilen und Erzeugnissen."

§ 2 bestimmt ferner in Absatz 1:

"Die Vorschriften dieses Gesetzes gelten nicht für Tierkörper, Tierkörperteile und Erzeugnisse, die radioaktive Stoffe enthalten oder die durch radioaktive Stoffe verunreinigt sind, soweit sie nach dem Atomgesetz vom 23. Dezember 1959 (BGBl. I S. 813) und den aufgrund des Atomgesetzes erlassenen Rechtsverordnungen zu beseitigen sind."

Hiernach sind also verendete Versuchstiere nach dem Tierkörperbeseitigungsgesetz zu beseitigen und nicht etwa eigenen Verbrennungsanlagen zuzuführen.

Nach dem Gesetz zur Vereinheitlichung des Gesundheitswesens vom 3. Juli 1934 (Reichsgesetzbl. I S. 531) und den dazu ergangenen Durchführungsverordnungen ist das Gesundheitsamt bei Maßnahmen zur Abfallbeseitigung zu beteiligen. Es heißt dort im § 3 Abs. 1:

"Den Gesundheitsämtern liegt ob

1. a) die Durchführung der ärztlichen Aufgaben der Gesundheitspolizei".

Diese Polizeiaufgaben sind inzwischen ordnungsbehördliche Angelegenheit geworden, aber das Abfallbeseitigungsgesetz nimmt im § 2 Nr. 6 auf das ehemalige Polizeirecht Bezug, indem es dort heißt:

"die öffentliche Sicherheit und Ordnung sonst nicht gefährdet oder gestört werden darf. Der Amtsarzt ist in diesem Falle Sachverständiger für die Ordnungsbehörde."

Dieser Gedanke setzt sich fort in der Ersten Durchführungsverordnung zu dem eben genannten Gesetz vom 6. Februar 1935 (Reichsgesetzbl. I S. 177). Es heißt dort im § 4 Abs. 1 Satz 2:

"Den Gesundheitsämtern liegt demnach nur die ärztliche Feststellung und die Begutachtung ob, wie etwaige gesundheitliche Gefahren oder Mißstände zu beheben oder sonst Maßnahmen zur Förderung der Volksgesundheit zu treffen sind."

Auch der § 2 der Zweiten Durchführungsverordnung vom 22. Februar 1935 (Reichsgesetzbl. I S. 215) nimmt zur selben Thematik nochmals Stellung und führt aus:

"Das Gesundheitsamt muß sich über den Gesundheitszustand in seinem Bezirk, insbesondere über die klimatischen, Boden-, Luft-, Trinkwasser-, Wohnungs-, Erwerbs- und sonstigen Lebensverhältnisse der Bevölkerung laufend unterrichten."

Hier wären indirekt die Müllablagerungsstätten angesprochen.

Die Dritte Durchführungsverordnung vom 30. März 1935 (Reichsgesetzbl. I S. 327) nimmt dagegen noch genauer Bezug auf die angeschnittenen Fragen und führt im § 24 Abs. 4 aus, daß das Gesundheitsamt sich der Wohnungs- und Ortschaftshygiene zu widmen habe, und in § 5, wegen der Wasserversorgung und der Beseitigung der Abfallstoffe §§ 28 - 30 dieser Dienstordnung zu beachten habe.

Im § 29 dieser Durchführungsverordnung ist eindeutig auch heute noch die Zuständigkeit des Gesundheitsamtes festgelegt. Es heißt dort:

- (1) Das Gesundheitsamt hat auf den Verbleib der flüssigen und festen Abgänge in den Ortschaften, auf die Beschaffenheit der Abzugskanäle, Aborte, Düngerstätten zu achten und, sofern in dieser Beziehung Mißstände bestehen, auf die Einführung planmäßiger Beseitigung der Schmutzstoffe aller Art im Wege einer geregelten Abfuhr oder Kanalisation hinzuwirken. Hierbei ist besonders auf die Abwässer von Schlachthäusern, Abdeckereien, gewerblichen Anlagen und Krankenhäusern zu achten.
- (2) Über jeden Kanalisationsplan hat der Amtsarzt vor Weitergabe an die höhere Behörde sich gutachtlich zu äußern."

Die Formulierungen mögen uns heute inhaltlich veraltet vorkommen, doch waren sie in der Zeit vor nunmehr 40 Jahren durchaus weitblickend. § 75 der Dritten Durchführungsverordnung bezieht sich auf die Mitwirkung des Gesundheitsamtes, soweit genehmigungspflichtige Anlagen nach dem Gewerberecht vorliegen. Das ist bei Abfallverbrennungsanlagen regelmäßig der Fall.

Abschließend sagt § 46 über die staatlichen Betriebe:

"Das Gesundheitsamt hat die in seinem Bezirk gelegenen unter die Vorschriften der Reichsgewerbeordnung oder die Berggesetz fallenden Staatsbetriebe in gleicher Weise wie die privaten Betriebe gesundheitlich zu beobachten."

Der nachfolgende Abschnitt II mit dem § 47b bezieht sich dann auf die Aufsichtspflicht über Krankenanstalten und ähnliche Einrichtungen. Der Inhalt dieser Vorschrift trifft jedoch nicht im engeren Sinne für die heutige Thematik zu.

Das Bundesgesundheitsamt hat eine Reihe von Merkblättern zur Abfallbeseitigung herausgegeben. Der Reihenfolge nach sind dies

- M 1: Einführung in die Abfallbeseitigung,
- M 2: Vorarbeiten bei der Planung der Abfallbeseitigung,
- M 3: Die geordnete Ablagerung,
- M 4: Planungsgrundlagen für die Abfallbeseitigung,
- M 5: Planung einer Müllverbrennungsanlage,
- M 6: Planung eines Kompostwerkes.

Beim Bundesgesundheitsamt besteht, wie bekannt, eine Zentralstelle für die Abfallbeseitigung. Den textlichen Inhalt der Merkblätter setze ich als bekannt voraus. Ich bin auch auf die verschiedenen Arten der Abfallbeseitigung eingegangen und wiederhole hier nochmals den Tenor des Merkblattes Nr. 8, wonach bei sachgemäßer Handhabung von Krankenhausmüll keine größeren Gefahren ausgehen als vom Hausmüll. Ergänzend ist zu bemerken, daß bei Beauftragung eines Unternehmers ein Nachweisbuch über den Anfall und die Beseitigung von Abfällen zu führen ist.

§ 11 Abfallbeseitigungsgesetz schreibt nämlich in Absatz 2 vor:

"Wer eine Anlage betreibt, die dem § 4 des Bundesimmissionschutzgesetzes oder § 24 der Gewerbeordnung unterliegt, hat der zuständigen Behörde Art, Beschaffenheit und Menge der in seiner Anlage anfallenden Abfälle und deren wesentliche Änderungen anzuzeigen."

Dies trifft für Abfallverbrennungsanlagen in der Regel zu.

Sollte ein privater Transportunternehmer die Abfuhr von Abfällen unternehmen, so unterliegt dies der Genehmigungspflicht nach § 12 Abfallbeseitigungsgesetz. Es muß allerdings gewährleistet sein, daß eine Beeinträchtigung des Allgemeinwohls und die geordnete Beseitigung nicht zu befürchten ist.

Im Übrigen sind die Strafbestimmungen nach § 16 Abfallbeseitigungsgesetz in einer Bundesratsdrucksache 143/2/76 auf Antrag des Landes Nordrhein-Westfalen neu behandelt worden. Danach wird

- "1. mit Freiheitsstrafe bis zu 5 Jahren oder mit Geldstrafe bestraft, wer Abfälle, die gesundheitsschädigende Stoffe oder Erreger übertragbarer Krankheiten enthalten oder hervorbringen können, entgegen § 4 Abs. 1 Satz 1 in einer Weise behandelt, lagert oder ablagert, die das Leben oder die Gesundheit eines andern zu schädigen geeignet sind.
2. Der Versuch ist strafbar.
3. In besonders schweren Fällen wird eine Freiheitsstrafe von 1 - 10 Jahren verhängt (besonders bei Todesfolge einer Vielzahl von betroffenen Menschen und bei vorliegender Gewinnsucht).

Meine Damen und Herren, nachdem ich Ihnen einiges vorgetragen habe über die Notwendigkeit und die Bedingungen für Beseitigung von Abfällen im Gesundheitswesen in der Vergangenheit und heute, ist jetzt ein Entwurf eines Ausblicks in die Zukunft zu versuchen.

Im Bundesgesetzblatt Nr. 1 vom 9. Januar 1976 sind Richtlinien für die Erkennung, Verhütung und Bekämpfung von Krankenhausinfektionen erschienen. Sie kommen der Lösung der hier gestellten Aufgabe entgegen. Danach sollte in Personalunion am Krankenhaus ein Beauftragter für Hygieneangelegenheiten und die Abfallbe-

seitigung bestimmt werden. Als nächstes sollte ein Überblick erworben werden über die Art und Menge der Abfälle. Danach sollte eingeteilt werden, was ablagefähig ist, was kompostierungsfähig ist und was der Verbrennung zugeführt werden muß.

Grundsätzlich jeder Methode ist zugänglich dem Hausmüll entsprechender Abfall, unbedenkliche Einstreu und Exkreme aus Tierställen und sicher desinfizierte Abfälle anderer Art. Hier beginnen aber bereits die Schwierigkeiten; denn die Materialien erlauben nicht in jedem Falle eine Ordnungsgemäße Desinfektion oder gar Behandlung im Autoklaven. Aus faktischer Sicht bin ich nicht bereit, hier den Vorschlägen des Merkblattes Nr. 8 des Bundesgesundheitsamtes zu folgen. Aber hierzu haben sich viel besser orientierte Fachleute geäußert. Es verbleiben eindeutig Wundverbände, Gipsverbände, Einwegwäsche und sonstige Einwegartikel, die tunlichst der Verbrennung zugeführt werden sollten. So hatte ich mich auch gegenüber dem Wirtschaftsminister bei der Planung einer Krankenhausabfallverbrennungsanlage geäußert. Wie ich den Unterlagen entnehme, war auch Herr Professor Bommer vom Hygiene-Institut der Universität Göttingen der gleichen Ansicht.

Getrennt von diesen genannten Abfällen zu behandeln sind Küchenabfälle, Abfälle aus dem Apothekenbereich und explosive oder brennbare Abfälle. Das hat zur Folge, daß eine getrennte Sammlung von Krankenhausabfällen erforderlich ist. Alle Erfahrung lehrt, daß eine nachträgliche Trennung unmöglich ist. Hinzuweisen ist auf das Problem der Behältnisse. Das Sammeln und Befördern in Plastikbeuteln ist unter Umständen gefährlich, weil scharfkantige und spitze Gegenstände durchspießen können, zu Verletzungen führen und die Behältnisse undicht werden lassen. Dennoch sind andere geeignete Behältnisse unbedingt zu kennzeichnen, weil, wie ausgeführt, eine getrennte Behandlung erforderlich ist. Kunststoffe sind nur bis zu einem Anteil von 10 % rußfrei zu verbrennen. Glasbestandteile zerstören die Ausmauerung und verkelben die Roste der Verbrennungsanlagen. In anderen Städten haben sich feste 2 cbm-Behältnisse bewährt, die abschließbar sind,

wodurch ein unbefugter Zugriff nicht möglich ist. Abgänge aus dem operativen Bereich machen mengenmäßig nur 5 % der Tagesabfälle in einem Krankenhausbereich aus und sind aus den verschiedensten Gründen wohl auch in Zukunft in hauseigenen speziellen Verbrennungsanlagen zu beseitigen, es sei denn, daß die Aufgabe aus besonderen Behältnissen in größere Verbrennungsanlagen so geschieht, daß weder hygienische noch ästhetische Bedenken entstehen können. Dasselbe gilt für die in dem Merkblatt angesprochene zentrale Beseitigung von Abfällen aus mehreren Krankenhäusern. Dies mag sich unter den Verhältnissen einer Großstadt, z.B. Berlins, gut anbieten, ist jedoch auf dem flachen Lande im allgemeinen nicht durchsetzbar.

Zu beachten ist außerdem die DIN-Vorschrift 58 990 über die Verbrennungsanlagen für Abfälle aus Kliniken, sonstigen Einrichtungen des Gesundheitswesens und Arztpraxen. In einem konkreten Beispiel im Lande Niedersachsen sind die beteiligten Stellen übereingekommen, Organteile und infektiöse Abfälle zu verbrennen. Man errechnete bei 3200 Betten einen Gesamtabfall von zu verbrennenden Abfällen in Höhe von 3,2 Tagestonnen, davon 150 kg Organteile pro Arbeitstag.

Auszunehmen sind pflegebetonte Krankenhäuser besonders mit Siechenabteilungen, aus denen die Weitergabe z.B. von Einwegmaterial an eine Mülldeponie unbedenklich sein kann. Abschließend ist auf evtl. Betriebsstörungen aufmerksam zu machen. Hier sollte man durch eine entsprechende Möglichkeit bei den Satzungen zur Müllabfuhr an den betreffenden Orten dafür sorgen, daß wenigstens vorübergehend die verbrennungspflichtigen Abfälle und die Sonderabfälle abgenommen werden können.

Über radioaktive Abfälle habe ich bewußt keine näheren Ausführungen gemacht, weil dies eine Spezialmaterie ist und besonderer Regelung unterliegt.

Meine Damen und Herren, ich bin am Ende meiner Ausführungen angelangt, ich habe Ihnen keine Patentlösungen anbieten können.

Die Dinge sind zu sehr im Fluß. Sicher scheint mir jedoch, daß nach dem erst zwei Jahre alten Merkblatt Nr. 8 des Bundesgesundheitsamtes nicht in allen Fällen verfahren werden kann. Für das weitere Vorgehen erscheint es auch mir zweckmäßig, die anfallenden Abfälle etwa so einzuteilen:

- I. hygienisch unbedenkliche Abfälle
- II hygienisch bedenkliche Abfälle,
- III hygienisch sehr bedenkliche Abfälle.

Unter der letzten Kategorie wären solche Stoffe zu führen, die nach dem Stand unserer technischen Möglichkeiten nicht oder nur unter großen Schwierigkeiten keimfrei zu machen sind. Ich denke dabei besonders an die mengenmäßig erheblichen Abfälle aus Dialysestationen, die überwiegend aus Kunststoff bestehen und einer Wärmebehandlung vor Ablagerung nur sehr bechränkt zugänglich sind und daher unter besonderen Vorsichtsmaßregeln direkt einer Verbrennung in geeigneten Anlagen oder unter Zugabe anderer Müllsorten zu beseitigen sind. Auf die Abfälle aus Arztpraxen bin ich im einzelnen nicht näher eingegangen. Beanstandungen hierzu haben sich aus meiner Sicht nicht ergeben. Die Zugabe kleinerer Mengen zu großen Volumen von Hausmüll stellt wahrscheinlich den wesentlichen Sicherheitsfaktor dar, und bei der Aufgabe vieler kleinerer Müllablagerungsflächen zugunsten großer Anlagen ist der sofortige Einbau des angelieferten Mülls und seine Abdeckung besser gewährleistet als früher, so daß auch Unbefugte kaum die Möglichkeit haben, sich an den Abfällen zu schaffen zu machen. Gut geführte Müllablagerungsstellen sollen eingezäunt und bewacht sein.

Hiermit darf ich schließen und danke Ihnen für die aufgebrachte Geduld gegenüber den Ausführungen eines Behördenvertreters.

Dr.med. Günther Terbeck  
Ministerialrat  
Sozialministerium  
Hinrich-Wilhelm-Kopf-Platz 2  
3000 Hannover 1

Wirtschaftliche Beseitigung von Krankenhausabfällen unter besonderer Berücksichtigung der Abfallklassifizierung

von Dr.-Ing. H. Börner

Dipl.-Ing. M. Schwartz

1. Historische Entwicklung

Seit alters her hat sich der Mensch zur Entledigung von Dingen, die er beseitigen wollte, des Feuers bedient.

Im Zeitalter der Feststofffeuerungen und bei Vorliegen relativ kleiner Abfallmengen wurden vor dem Hintergrund einer noch weitgehend sauberen Luft, auch in den Ballungsräumen, die Feuerstätten für Heiz- und Wirtschaftswärme zur Beseitigung der brennbaren Abfälle herangezogen.

Mit dem Rückgang der Festbrennstofffeuerungen zugunsten von Wärmeerzeugern mit Öl, Gas oder elektrischem Strom wurden, lieben Gewohnheiten in der Abfallbeseitigung folgend, eine Vielzahl kleiner Einrichtungen zur Verbrennung der Abfälle errichtet, die kaum anders aufgebaut waren als seinerzeit die Feststofffeuerungen der Nutzwärmeerzeuger. Mit der Zunahme der Umweltbelastung wurden Auflagen an die Abfallverbrennungsanlagen notwendig, die umfangreiche technische Entwicklungsarbeiten, aber auch erhebliche zusätzliche Investitionen durch den Betreiber der Anlage erforderten.

Mit dem Abfallbeseitigungsgesetz des Bundes (1) und den darauf aufbauenden Ausführungen des Gesetzes der Länder (2) wurde schließlich die Abfallbeseitigungspflicht der öffentlichen Hand begründet und die Abfallbeseitigung durch den Erzeuger der Abfälle auf sogenannten Sondermüll beschränkt. Ein Teil der Abfälle aus Krankenhäusern ist als Sondermüll anzusehen. Die Krankenhäuser müssen deshalb Zugang zu einer Abfallverbrennungsanlage haben. Es ist jedoch niemals und nirgends notwendig und ratsam,

sämtliche im Krankenhaus anfallenden Abfälle in der für einen Teil der Abfälle notwendigen Sondermüllverbrennungsanlage zu verbrennen.

Das heutige Kostenbewußtsein im Bereich des Gesundheitsdienstes sollte Anlaß geben, bestehende Lösungen zu überdenken und bei Planungen, abweichend von alten "Vorbildern" wirtschaftlich optimale Lösungen zu suchen.

2. Kostenrelation zwischen einer Beseitigung von Krankenhausabfällen mit der öffentlichen Müllabfuhr, dem Recycling und der Abfallbeseitigung in Kleinverbrennungsanlagen.

Die mit der neuen Gesetzgebung zur Abfallbeseitigung berücksichtigten Interessen des Umweltschutzes haben zu erhöhten Anforderungen an die Beseitigungsanlagen mit dem Ergebnis einer Konzentrierung vor allem der Deponien geführt. Gegenüber früheren Ermittlungen (3) haben sich damit die Kosten der Abfallbeseitigung durch die kommunale Müllabfuhr auf rd. 100 DM/t fast verdoppelt. An diesen Kosten ist der Transport mit rd. 50 % beteiligt. Da hierbei als Bemessungsgrundlage das Transportvolumen entscheidend ist, kann durch eine Verdichtung des Mülls vor dem Transport (geeignete Verfahren hierfür sind auf dem Markt) die Beseitigung des deponierbaren Mülls noch erheblich verbilligt werden.

Viele Abfälle bestehen aus Emballagen.

Papierabfälle und Kartons, vor allem im Bereich der Anlieferung, werden - verdichtet oder auch nicht verdichtet - vom Altpapierhandel abgeholt, wobei bei günstiger Marktlage ein kleiner Erlös zu erzielen ist, durchweg jedoch Kosten für die Beseitigung nicht anfallen.

Bei Glasabfällen sind ähnliche Regelungen möglich.

Die Sammlung all dieser Abfälle erfolgt in der Regel in größeren Containern, die ohne weiteren manuellen Einsatz seitens der Krankenhausverwaltung abtransportiert werden. Die Verbrennung des Sondermülls aus Krankenhäusern in Kleinanlagen erfordert in der Regel einen relativ hohen Personalaufwand. Auch wenn Anlieferung und Beschickung der Abfälle

voll automatisiert werden, so sind doch Bedienung und Instandhaltung wegen der kleineren Abmessungen bei gleichzeitig hoher Beanspruchung der Teile durch Schmutz und Wärme mit relativ hohen Kosten verbunden.

Erfahrungen mit bestehenden Anlagen zeigen, daß die Beschickung, vor allem die Aufgabemenge je Zeiteinheit, nach vorgegebenen Sollwerten zu steuern sind, besser-wegen des stark schwankenden Heizwertes-noch eine automatische Steuerung in Abhängigkeit von der Brennraumtemperatur erfolgen sollte. Der Kunststoffanteil kann u.U. sehr hoch werden. Für die Ausbildung des Brennkammerbodens bzw. -Rostes sind zur Erfüllung der Forderungen der DIN 58990 (4) Weiterentwicklungen zu erwarten, wobei dem berechtigten Wunsch des Anlagenbetreibers nach langer Reisezeit Rechnung getragen werden muß.

Die hohen Anforderungen an die Zusammensetzung der Abgase (5) bereiten in vielen Fällen wohl die größten Schwierigkeiten und können Investitionen auslösen, die über die für den Verbrennungsofen allein erforderlichen Aufwendungen hinausgehen. Während die Erzielung des geforderten Reingasstaubgehaltes in der Regel mit vertretbaren Mitteln erreichbar ist, kann - je nach Zusammensetzung der zu verbrennenden Abfälle - die geforderte Begrenzung des Auswurfs an Halogenverbindungen zu unüberwindbaren Schwierigkeiten führen. Während im ersten Fall sorgfältig ausgelegte Zyklonenabscheider in der Regel zufriedenstellende Ergebnisse bringen, sind zur Beseitigung der die zulässigen Werte überschreitenden Halogenverbindungen heute ausschließlich Naßreinigungsverfahren erforderlich. (Da reines PVC ca. 50 % Chlor enthält, wären derartige Verfahren bereits erforderlich, wenn im Verbrennungsgut stündlich mehr als 12 kg reines PVC enthalten sind).

Bereits VDI 2301 weist auf das technologische Problem hin, das durch den Einsatz von Wäscheranlagen ausgelöst wird:

"Bei der Planung der Abscheideanlage ist dem Korrosionsproblem für alle mit Waschflüssigkeit in Berührung kommenden Teile des Abscheiders, der Leitungen und des Schornsteins besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Die Frage der Wasseraufbereitung ist zu berücksichtigen".

Funktionierende Verfahren zur Beseitigung säurebildender Abgasanteile in Abfallverbrennungsanlagen sind mir bisher nicht bekannt geworden.

Neuere Erhebungen bei verschiedenen Krankenanstalten im Bundesgebiet ergaben, daß die Abfallbeseitigung in Kleinverbrennungsanlagen Kosten von 300 DM/t erfordert. Die eventuell notwendige Einrichtung von Naßreinigungsverfahren wäre geeignet, diesen Betrag erheblich höher zu treiben.

3. Klassifizierung der Krankenhausabfälle in Übereinstimmung mit dem Merkblatt 8 des Bundesgesundheitsamtes, Zentralstelle für Abfallbeseitigung.

Nach Erhebungen der WIBERA, Düsseldorf im Auftrag des Bundesministers des Innern (6) fallen z.Z. in den Krankenhäusern der Bundesrepublik jährlich ca. 4,3 Millionen cbm oder rd. 0,70 Millionen Tonnen hausmüllähnliche und krankenhausspezifische Abfälle an. Der Durchschnittswert beträgt rd. 5,2 cbm, das sind etwa 0,9 Mp je Bett und Jahr oder rd. 3 kg/Bett und Tag. Die Einzelwerte schwanken allerdings zwischen 2 und 3,5 (in einem Extremfall 10) kg/Bett und Tag.

In der Frage, welcher Beseitigungsart die verschiedenen Abfallarten aus dem Krankenhaus zugänglich waren, bestand keine einhellige Meinung. Zielvorstellungen und z.T. auch die Beseitigungspraxis hinsichtlich des zu verbrennenden Anteils am Krankenhausmüll schwankten zwischen 10 und 100 %.

Wenn man davon ausgeht, daß die Mehrkosten für eine Verbrennung der Krankenhausabfälle bei rd. 200 DM je Tonne liegen, bewegt sich die aus der vorstehenden Situation resultierende mögliche Mehrbelastung der Krankenhäuser der Bundesrepublik durch die Verbrennung aller Abfälle in der Grö-

Benordnung von 140 Millionen DM im Jahr. Hinzu kommen u.U. erhebliche Umweltprobleme für die nähere Umgebung des Krankenhauses und Eingriffe in eine vorhandene Bausubstanz. Es erschien deshalb notwendig und durchaus lohnend, Regeln zur Klassifizierung von Krankenhausabfällen hinsichtlich ihrer möglichen Beseitigungsart aufzustellen.

Im Auftrage des Bundesinnenministers wurde deshalb vom Bundesgesundheitsamt, Zentralstelle für Abfallbeseitigung ein Arbeitskreis einberufen, der sich mit dieser Frage beschäftigte. Der v.g. Arbeitskreis bestand aus Medizinern (den Leitern verschiedener Hygieneinstitute, Vertretern der Berufsgenossenschaften und des öffentlichen Gesundheitsdienstes), Verwaltungsfachleuten, Juristen und Ingenieuren.

Der Arbeitskreis legte als Arbeitsergebnis das <sup>Zentralstelle f. Abfall</sup> ZfA-Merkblatt Nr. 8 vor, das nach Billigung durch die Länderarbeitsgemeinschaft Abfallbeseitigung inzwischen in allen Ländern als Richtschnur für die Klassifizierung von Krankenhausabfällen hinsichtlich der Art ihrer Beseitigung bekanntgegeben wurde und inzwischen bei der Planung von Beseitigungsanlagen angewandt wird (7). Den Klassifizierungsvorschlägen des Merkblatts entgegenstehende Festlegungen von Ortssatzungen über die öffentliche Müllabfuhr werden zu ändern sein.

Bei der Beratung über das Merkblatt wurden die neueren Verfahren und gesetzlichen Festlegungen zur Abfallbeseitigung berücksichtigt. Es wurde davon ausgegangen, daß heute durch kein zugelassenes und damit praktiziertes Verfahren der Abfallbeseitigung im Normalfall eine Schädigung der Umwelt ausgelöst werden kann. Dies gilt sowohl für die Verbrennungsanlagen in Krankenhäusern, die DIN 58990 entsprechen müssen, als auch für geordnete Deponien und ggf. Kompostieranlagen. Die hierzu notwendige Grundvoraussetzung, daß die Anlage ordnungsgemäß errichtet ist und auch ihr Betrieb in dem erforderlichen Umfang regelmäßig überwacht wird, wurde als gegeben angesehen.

Bereits in der Einleitung zum Merkblatt Nr. 8 wird auf die Erfahrungen der Praxis hingewiesen, wonach festzustellen ist, (Zitat) "daß von Abfällen aus dem medizinischen Bereich bei sachgemäßer Handhabung keine größeren Gefahren ausgehen als von ordnungsgemäß beseitigtem Hausmüll und sonstigen Siedlungsabfällen. Insgesamt sind diese Gefahren als sehr gering einzuschätzen. Befürchtungen, wie sie gelegentlich in der Öffentlichkeit geäußert werden, sind nicht begründet".

Aus dieser Sicht erfolgte die Einteilung der Abfälle hinsichtlich der notwendigen Beseitigungsmethode.

So wurde z.B. festgelegt, daß auch Wundverbände, Gipsverbände, Einwegwäsche, Einwegartikel einschl. der Einwegspritzen (wenn diese unbenutzbar gemacht werden) zu den Abfällen gehören, die grundsätzlich jeder Beseitigungsmethode zugänglich sind.

Zu den Abfällen, die im allgemeinen verbrannt werden müssen, zählen neben den Organabfällen natürlich auch die Abfälle, die nach § 39 Abs. 3 Bundesseuchengesetz vernichtet werden müssen. Die Auslegung dieser Festlegung verursacht z.Z. noch einige Schwierigkeiten. Diese beruhen vor allem in der Auslegung des Bundesseuchengesetzes, insbesondere § 39 Abs. 1 und 3. Hier wird gefordert, daß in all den Fällen, in den anzunehmen ist, daß Gegenstände oder menschliche Ausscheidungen mit Erregern meldepflichtiger übertragbarer Krankheiten behaftet sind, diese entseucht, entwest oder vernichtet werden müssen.

Es ist für mich als Ingenieur nicht möglich, den Begriff "anzunehmen" aus medizinischer Sicht zu deuten; bei einer Auslegung aus technischer Sicht würde jedenfalls für den Fall, in dem eine bestimmte Situation "anzunehmen" ist, eine Eintrittswahrscheinlichkeit von wesentlich mehr als 50 % zugrunde zu legen sein.

Nach dem Merkblatt Nr. 8 wird jedenfalls, wie die bereits zitierten Festlegungen der Ziffer 5.1 aussagen, soweit es sich nicht um Abfälle aus den Isolierbereichen handelt, keine besondere Gefährdung gesehen durch Wundverbände, Ein-

wegwäsche und Einwegartikel einschl. der Einwegspritzen (sofern diese unbenutzbar gemacht wurden). Derartige Abfälle kommen ja auch aus den allgemeinen Lebensbereichen der Bevölkerung und werden mit dem Hausmüll abtransportiert.

Für den massierten Anfall an Wundverbänden, wie er z.B. in Chirurgischen Kliniken auftreten kann, wurde seitens der Gesundheitsaufsicht des Landes Niedersachsen ebenfalls die Verbrennung gefordert. Die hierdurch ausgelöste Mehrbelastung der Abfallverbrennung ist nicht groß.

Eine eventuelle Forderung nach Verbrennung aller Gegenstände, die mit den Patienten in Berührung gekommen sind oder möglicherweise auch nur in geringem Umfang mit Patientenblut, läßt sich über die Einteilung der Abfälle nach dem Merkblatt 8 nicht abdecken.

Nach einer solchen Klassifikation müßten fast 80 % aller Abfälle eines Krankenhauses verbrannt werden, während dieser Anteil bei einer Klassifizierung der Abfälle gem. Merkblatt 8 je nach Art des Krankenhauses nur rd. 10 % der Abfälle zu verbrennen sind. Der Ingenieur wird immer verlangen, daß bei solchen Entscheidungen zu höherer Sicherheit über den üblichen Rahmen hinaus stets auch die wirtschaftlichen Auswirkungen berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang muß daran erinnert werden, daß in der gesamten Technik ständig hinsichtlich der Gefährdung von Menschen Entscheidungen zu treffen sind und unter Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten getroffen werden.

Bei der Einteilung der Abfälle wird unter Ziffer 5.2 darauf hingewiesen, daß Versuchstiere, soweit deren Beseitigung nicht durch das Tierkörperbeseitigungsgesetz geregelt ist, zu verbrennen sind. Es ist leider nur wenig bekannt, daß nach der ersten Durchführungsverordnung zum Tierkörperbeseitigungsgesetz (8) auch Tiere aus wissenschaftlichen Anstalten den Tierkörperverwertungsanstalten zugeführt werden können, ja ihnen sogar zuzuführen sind. Die Beachtung dieser Regelung kann zu erheblichen Einsparungen an Investitionen und Folgekosten führen.

Eine Sonderstellung nehmen in diesem Zusammenhang die hochinfizierten Abfälle aus Stationen ein, die in der Regel unter Luftabschluß gegenüber der Atmosphäre gehalten werden, z.B. aus Pockenstationen oder bestimmten Forschungsbereichen der Virologie einschl. der Tierställe.

In DIN 58990 "Verbrennungsanlagen für Abfälle aus Kliniken, sonstigen Einrichtungen des Gesundheitswesens und Arztpraxen" wurde im Blatt 1 unter Ziffer 3 unmißverständlich festgestellt, daß Abfälle aus Pockenstationen sterilisiert werden müssen unabhängig von der nachfolgenden Verbrennung. Diese Aussage gilt generell für die v.g. Abfälle.

Nun noch ein Wort zu den Kunststoffen. Als Einwegartikel haben verschiedene Kunststoffe, vor allem Thermoplaste weitgehend Eingang in die Medizin gefunden. Soweit diese Einwegartikel - auf die Problematik der verschiedenen Einordnungs Gesichtspunkte habe ich vorhin hingewiesen - verbrannt werden müssen, spielt ihre Zusammensetzung, insbesondere der Gehalt an Halogenen, eine besondere Rolle. Am gebräuchlichsten sind in den Kunststoffen Fluor und Chlor; während Fluor-Kunststoffe vor allem wegen ihres hohen Preises für Einwegartikel seltener eingesetzt werden, ist das wesentlich billigere PVC sehr häufig anzutreffen. Während die Verbrennung von Kunststoffen wegen ihres ungewöhnlich hohen und von dem üblichen Hausmüll stark abweichenden Heizwertes bereits für die reinen Kohlenwasserstoffe (Polyäthylen, Polypropylen, Polystyrol etc.) erhebliche Schwierigkeiten bereitet, ist die Verbrennung von halogenhaltigen Polymeren mit vertretbaren Mitteln nicht zu verantworten, wenn dem Umweltschutz angemessen Rechnung getragen werden soll.

Es wird deshalb als unbedingt notwendig angesehen, daß seitens der Krankenhäuser und Institute auf die Hersteller von Einwegartikeln, die normalerweise zu verbrennen sind, Einfluß genommen wird, damit halogenhaltige Kohlenwasserstoffe nur in Ausnahmefällen zum Einsatz gebracht werden.

- (1) Abfallbeseitigungsgesetz (AbfG) vom 7. Juni 1972  
(BGBl. I S. 873) i.d. Fassung v. 15. März 1974  
(BGBl. I S. 721)
- (2) Nieders. Ausführungsgesetz zum Abfallbeseitigungsgesetz v. 9.4.73 (NGVBl. S. 109)
- (3) Über die Planung von Anlagen zur Abfall- und Müllverbrennung in Krankenhäusern ... Haan, Spangenberg, Börner, Z. Kommunalwirtschaft 1970, S. 145
- (4) DIN 58990 Bl. 1, Verbrennungsanlagen für Abfälle aus Kliniken ....., Begriffe, Anforderungen
- (5) VDI 2301 (11/75), Auswurfbegrenzung, Abfallverbrennungsanlagen, Durchsatz bis 750 kg/h
- (6) Beiheft 10 zu "Müll und Abfall", Schmidt-Verlag, Berlin
- (7) Rd.Erl. ML v. 17.2.75 Nr. 12/75, NMBL. S. 362
- (8) Gesetz über die Beseitigung von Tierkörpern, Tierkörperteilen und tierischen Erzeugnissen  
(Tierkörpergesetz/TierKBG) v. 2.9.1975 BGBl 75  
S. 2313

Dr.-Ing. Hans Börner  
Baudirektor  
Wirtschaftsministerium  
Friedrichswall 1  
3000 Hannover 1

Dipl.-Ing. Marcel Schwartz  
Dezernat für Betriebstechnik  
Regierungspräsident Hannover  
Niemeyer Straße 15  
3000 Hannover 91

Rechtsfragen zur Beseitigung von pathologischem Müll  
von F.W. Pammel, Hannover.

### 1. Einleitung

Seit 1972 vollzieht sich auf dem Gebiet der Abfallbeseitigung eine rasche Entwicklung, die auch die rechtliche und administrative Seite ergriffen hat. Dieser Bereich funktioniert überhaupt erst durch das Ineingreifen von Vorschriften des Bundes, der Länder und der Kommunen. Hinzu kommt, daß der Gesetzgeber in Bezug auf die Abfallbeseitigung nicht durchweg in der Lage ist, sicher und dauerhaft Recht zu setzen. Denn Art, Beschaffenheit, Menge und Anfallort der Abfälle können sich durch die wirtschaftliche und technische Entwicklung ständig ändern. Daher musste die Legislative die ihr an sich vorbehaltene Rechtssetzungsbefugnis in einem nicht stets genau zu umgrenzenden Umfang auf die Exekutive übertragen, die sie in Rechtsverordnungen umzusetzen hat.

### 2. Rechtsgrundlagen für die Beseitigung von pathologischem Müll

Die Abfallbeseitigung ist also in Gesetzen, Verordnungen Satzungen und Verwaltungsvorschriften geregelt, die sich nach Herkunft und Inhalt unterscheiden. Gemeinsame Grundlage ist das Gesetz über die Beseitigung von Abfällen vom 7.6.1972 - AbfG - (BGBl. I S. 873), das seiner Tendenz nach eine bundeseinheitliche Organisation und Planung für die Durchführung der Abfallbeseitigung gewährleisten soll.

#### 2.1. Grundsätze des Abfallbeseitigungsrechts

Angesichts der schweren und untragbaren Mißstände in der Abfallbeseitigung war es das erste Anliegen des Bundesgesetzgebers, die Abfallbeseitigung zur Aufgabe der öffentlichen Hand zu machen und sie durch leistungsfähige Träger erledigen zu lassen.

Zum anderen sollten die Abfallbeseitigung umfassend und überörtlich geplant und die notwendigen Anlagen nach besonderen Vorschriften errichtet werden.

Schließlich galt es, die Neuordnung durchzusetzen, die Erledigung der Aufgabe zu überwachen und Verstöße mittels Bußgeld oder Strafen zu sanktionieren.

Den Ländergesetzgebern blieb es im wesentlichen vorbehalten, den Träger der Abfallbeseitigung zu bestimmen, die Aufstellung und Verbindlichkeitserklärung von Abfallbeseitigungsplänen zu regeln sowie festzulegen, welche Behörden das Gesetz zu vollziehen haben.

Der kommunale Gesetzgeber schließlich konnte mittels Satzung darüber verfügen, wie er die Abfallbeseitigung im einzelnen durchführen wollte.

## 2.2. Auswirkungen auf den Problemmüll

In dieses System wird der Abfallbesitzer über § 3 Abs. 1 AbfG eingebunden. Diese Vorschrift ist die gesetzliche Ausprägung des Verursacherprinzips im weiteren Sinne. Sie verpflichtet den Abfallbesitzer (Verursacher), Umweltschäden dadurch zu vermeiden oder entstehende zu beseitigen, daß ihm ausdrücklich aufgegeben wird, die Abfälle der beseitigungspflichtigen Körperschaft zu überlassen. Die beseitigungspflichtige Körperschaft befreit den Abfallbesitzer von der Beseitigungspflicht. Nach dem Verursacherprinzip im eigentlichen (engeren) Sinne rechnet sie ihm dafür die Kosten zu.

Die Beseitigungspflicht der Körperschaften -in der Regel sind es Landkreise und kreisfreie Städte- erstreckt sich grundsätzlich auf sämtliche Abfälle und damit auch auf den pathologischen Müll.

Zugleich hat der Gesetzgeber verfügt, wie und wo die Abfälle beseitigt werden müssen, nämlich so, daß das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird (§ 2 AbfG) und nur in dafür zugelassenen Anlagen (§ 4 Abs. 1 AbfG).

Hier beginnen die Schwierigkeiten für den Abfallbesitzer. Die Kommunen verfügen im allgemeinen nur über Anlagen, die für die Ablagerung, Verbrennung oder Kompostierung von Hausmüll zugelassen sind und die im allgemeinen für die Beseitigung von pathologischem Müll ausscheiden. Unter der Voraussetzung, daß der Kommune die Beseitigung derartiger Abfälle nicht oder nur

mit unverhältnismässigem Aufwand möglich wäre, darf sie bestimmte Abfälle durch Satzung oder im Einzelfall mit Genehmigung übergeordneter Behörden von der Beseitigung ausschliessen (§ 3 Abs. 3 AbfG). Im Falle des Ausschlusses dieser Abfälle ist dann der Besitzer selbst zur Beseitigung verpflichtet (§ 3 Abs. 4 AbfG). Er trägt die Verantwortung dafür, daß dies nach den Grundsätzen des Abfallbeseitigungsgesetzes geschieht.

Pathologischer Müll gehört im allgemeinen zu derartigen ausgeschlossenen Abfällen, für die sich der Oberbegriff "Sonderabfälle" eingebürgert hat. Hinter dem Begriff "Sonderabfälle" steht aber keine feststehende Klasse von Abfallarten. Vielmehr soll damit die konkret getroffene Entscheidung ausgedrückt werden, daß diese Abfälle nach ihrer Art oder Menge in einer bestimmten Abfallbeseitigungsanlage nicht mit den in Haushaltungen anfallenden Abfällen beseitigt werden können.

In dem an sich durchdachten System von Vorschriften tut sich in einem entscheidenden und kritischen Punkt eine gefährliche Lücke auf. War es das Anliegen des Bundesgesetzgebers, die Abfallbeseitigung als Aufgabe der öffentlichen Hand durch leistungsfähige Träger erledigen zu lassen, hat nunmehr eine grosse Anzahl von Abfallbesitzern die Verantwortung für die Beseitigung von Abfällen, welche teilweise ungleich gefährlicher sind als Hausmüll.

Die Länder haben versucht, über Sondermüllgesellschaften privatwirtschaftliche Lösungen anzubieten oder anzuregen, in denen der Krankenhausbereich im allgemeinen keine herausragende Bedeutung hat.

Daraufhin hat der Bundesgesetzgeber auf der Grundlage einer Initiative der Länder mit einer kürzlich beschlossenen Novelle zum Abfallbeseitigungsgesetz die in der Selbstbeseitigung von Problem Müll liegenden Risiken nach zwei Seiten hin einzugrenzen versucht.

Er hat einmal die Überwachung der Beseitigung dieser Abfälle erweitert und wirksamer gemacht.

Zum anderen hat er die Zulassung von Abfallbeseitigungsan-

lagen erleichtert und dazu die Möglichkeit eingeräumt, mit der Errichtung von Abfallbeseitigungsanlagen beginnen zu können, bevor der Plan festgestellt oder die Genehmigung erteilt ist. Daß diese Seite auch den beseitigungspflichtigen Körperschaften zugute kommt, ist nur zu begrüßen. Denn jede neue Anlage verringert die Notwendigkeit der im Grunde unerwünschten Selbstbeseitigung von Abfällen.

Das gegenwärtige Fehlen von Trägern mit sicheren, leistungsfähigen und wirtschaftlichen Beseitigungsanlagen für Problemüll wirkt sich auf die länderseits durchzuführende umfassende Planung als einen weiteren Schwerpunkt der gesetzlichen Neuordnung der Abfallbeseitigung aus. Um nämlich die augenblickliche Entsorgungsanlage nicht noch mehr einzuengen, sind einer weiteren Konzentration von Anlagen derzeit Grenzen gesetzt, auch wenn ihr technischer Zustand die Durchsatzleistung sowie die Betriebsweise an sich eine Schliessung und den Anschluß an Gemeinschaftsanlagen angezeigt erscheinen lassen würden.

### 2.3. Sondergesetzliche Vorschriften für den pathologischen Müll

Ogleich beim pathologischen Müll die Abfalleigenschaft an sich kaum zweifelhaft sein dürfte, weil sich der Besitzer der Sache entledigen will (subjektiver Abfallbegriff) oder ihre geordnete Beseitigung zur Wahrung des Wohls der Allgemeinheit geboten ist (objektiver Abfallbegriff), kommen anstelle des eigentlichen Abfallrechts teilweise auch sondergesetzliche Vorschriften zum Tragen. Um das aufzeigen zu können, ist es notwendig, den pathologischen Müll im einzelnen anzusprechen.

Als pathologische Abfälle kommen in Betracht:

Körperteile einschl. Organabfälle aus Pathologie, Chirurgie, Gynäkologie, Geburtshilfe, Blutbanken, Labors, Gegenstände die mit Erregern meldepflichtiger, übertragbarer Krankheiten behaftet sind und die nach § 39 Abs. 3 Bundesseuchengesetz vernichtet werden müssen, Versuchstiere mitsamt infektiösem Streu und Exkrementen, sowie sonstige besondere Abfälle.

Es sind dies im wesentlichen die unter Nr. 5.2 und teilweise unter Nr. 5.3 des Merkblattes Nr. 8 (Krankenhausabfälle) auf-

geführten Abfälle. Zum pathologischen Müll gehören nicht diejenigen Abfälle, die grundsätzlich jeder Beseitigungsmethode zugänglich sind (Nr. 5.1 des Merkblattes Nr. 8). Mit Hilfe von innerbetrieblichen Maßnahmen lässt sich diese Abfallkategorie so sammeln und behandeln, daß sie regelmässig der kommunalen Müllabfuhr angedient werden kann. Der Bundesgesetzgeber hat dazu durch eine Klarstellung im Gesetz inzwischen sichergestellt, daß die beseitigungspflichtigen Körperschaften von der Möglichkeit des Ausschlusses bestimmter Abfälle nur nach eingehender Prüfung Gebrauch machen dürfen (BT-Drucksache 7/4716 S. 2).

Pathologische Abfälle können ausserdem radioaktive Stoffe enthalten oder durch sie verunreinigt sein.

### 2.3.1. Radioaktive pathologische Abfälle

Sind pathologische Abfälle radioaktiv, gilt nicht das Abfallbeseitigungsgesetz (§ 1 Abs. 3 Nr.2 AbfG), sondern das Atomgesetz einschl. der dazu ergangenen Rechtsverordnungen, insbesondere § 42 der Ersten Strahlenschutzverordnung.

Diese totale Abgrenzung soll nunmehr geändert werden. Nach dem Entwurf eines Vierten Gesetzes zur Änderung des Atomgesetzes sollen nicht als radioaktive Stoffe im Sinne des Atomgesetzes solche Abfälle gelten, die nicht an Landessammelstellen abzuliefern sind und für die wegen ihrer geringfügigen Aktivität keine besondere Beseitigung zum Schutz von Leben, Gesundheit und Sachgütern vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen durch Rechtsverordnung bestimmt, angeordnet oder genehmigt worden ist. Diese radioaktiven Abfälle sollen dann wie gewöhnliche Abfälle beseitigt werden dürfen, weil sie ungefährlich sind und ihre Beseitigung nach dem Schutzzweck des Atomgesetzes keiner radiologischen Überprüfung oder Kontrolle bedarf.

### 2.3.2. Beseitigung von Tierkörpern

In Bezug auf Tierkörper gilt noch das mit Ablauf des 6.9.1976 ausser Kraft tretende Tierkörperbeseitigungsgesetz vom

1.2.1939 (BGBl. III 7831/7). In Verbindung mit § 1 Abs. 1 der 1. Durchführungsverordnung sind Tierkörper gefallene, nicht zum Zwecke des Genusses für den Menschen getötete sowie totgeborene Einhufer, Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen und Hunde sowie in wissenschaftlichen Anstalten gehaltene Tiere. Auf alle Übrigen Tierkörper sowie auf Tierkörperteile und Erzeugnisse tierischer Herkunft ist das Abfallbeseitigungsgesetz anzuwenden. Für sie bestimmt § 4 Abs. 2 AbfG, daß sie in Tierkörperbeseitigungsanstalten entsprechend dem Tierkörperbeseitigungsgesetz zu verwerten sind, wenn und soweit sie von der kommunalen Beseitigung ausgeschlossen und nach ihrer Beschaffenheit für eine Verwertung in Tierkörperbeseitigungsanstalten geeignet sind.

Das am 7.8.1976 in Kraft tretende Tierkörperbeseitigungsgesetz vom 2.9.1975 (BGBl. I S.2313, ber.S. 2610), das § 4 Abs. 2 AbfG aufheben wird, gilt für alle Tierkörper, Tierkörperteile und Erzeugnisse im Sinne von § 1 Abs. 1 Nr. 1 - 3 TierKBG, die nicht nach dem Atomgesetz und den auf seiner Grundlage erlassenen Rechtsverordnungen zu beseitigen sind (§ 2 Abs. 1 TierKBG).

Soweit dieses Gesetz die Beseitigung von Tierkörpern, Tierkörperteilen und Erzeugnissen als Abfall zulässt, ist auch das Abfallbeseitigungsgesetz anwendbar. Dafür kommen einzelne Körper von Hunden, Katzen, Ferkeln, Kaninchen, unter vier Wochen alte Schaf- und Ziegenlämmer sowie einzelne Körper von Geflügel in Betracht. Sie dürfen auf geeigneten und zugelassenen Plätzen oder bedingt auch auf eigenem Gelände vergraben sowie in dafür zugelassenen Abfallbeseitigungsanlagen verbrannt werden.

### 3. Pflichten des Besitzers von pathologischem Müll

Nach dem Ausschluß des pathologischen Mülls von der Beseitigung durch die Kommune bleibt der Besitzer selbst zur Beseitigung dieser Abfälle verpflichtet. Er kann sich Dritter bedienen, behält aber die Verantwortung dafür, daß dabei das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt und die Abfälle erfolgreich beseitigt werden. Zur Unterstützung des Abfallbe-

sitzers kann behördlich verfügt werden, daß eine vorhandene Abfallbeseitigungsanlage gegen Entgelt für eine Mitbenutzung zur Verfügung gestellt wird (§ 3 Abs. 5 AbfG). Umgekehrt kann sich der Inhaber einer Abfallbeseitigungsanlage die Beseitigung bestimmter Abfälle übertragen lassen (§ 3 Abs. 6 AbfG). Beides soll ausserdem bewirken, daß die Anlagen möglichst konzentriert und dazu optimal ausgelastet werden.

### 3.1. Beseitigung in zugelassenen Anlagen

Nach § 4 Abs. 1 AbfG dürfen die Abfälle nur in den dafür - nämlich für die konkrete Beseitigungsmethode - zugelassenen Anlagen behandelt, gelagert oder abgelagert werden. Müssen oder wollen Abfallbesitzer die Abfälle in eigenen Abfallbeseitigungsanlagen beseitigen, benötigen sie dazu eine Anlageneignung nach § 7 AbfG (Planfeststellung oder Plangenehmigung).

Für Anlagen, die bereits bei Inkrafttreten des Abfallbeseitigungsgesetzes am 11.6.1972 betrieben wurden oder im Bau waren, gilt § 9 AbfG. Gegen solche alten Abfallbeseitigungsanlagen können beschränkende Maßnahmen angeordnet (§ 9 Abs. 2 Satz 1 AbfG), notfalls auch Betriebsstillegungen verfügt werden (§ 9 Abs. 2 Satz 2 AbfG), wenn Auflagen nicht mehr ausreichen.

### 3.2. Nachweise über anfallende Abfälle und ihre Beseitigung

Abfälle üben einen Anreiz zu einer möglichst billigen, im allgemeinen auch umweltschädlichen Beseitigung aus, weil sie für ihren Besitzer ohne Wert sind. Die Überwachung, welche dies verhindern will, ist dabei dem Maß der Versuchung wie auch dem Umfang der Gefährdung angepasst.

Für Abfälle mit besonders nachteiligen Eigenschaften muß der Besitzer von sich aus Nachweisbücher führen und Belege vorlegen. Pathologischer Müll aus Krankenhäusern gehört nach dem kürzlich beschlossenen und am 1.1.1977 in Kraft tretendem Gesetz zur Änderung des Abfallbeseitigungsgesetzes nicht dazu. Aufgrund von § 11 Abs. 3 AbfG in Verbindung mit der Abfallnachweisverordnung vom 29.7.1974 (BGBl I S. 1574) können die Überwachungsbehörden jedoch anordnen, daß für Abfälle, die nicht mit dem Hausmüll weggehen, Nachweisbücher geführt und Belege

vorgelegt werden. Diese Verpflichtung beginnt allerdings erst mit einer schriftlichen behördlichen Aufforderung. Sie wird sich regelmässig nur an diejenigen richten, die pathologischen Müll in eigenen Anlagen beseitigen.

### 3.3. Bestellung von Betriebsbeauftragten

Betreiber von eigenen Abfallbeseitigungsanlagen werden ab 1.1.1977 einen Betriebsbeauftragten für Abfall zu bestellen haben. Ihm soll es obliegen, die Einhaltung aller Vorschriften zu überwachen, auf Mängel zu achten und für ihre Abstellung zu sorgen, Betriebs-angehörige aufzuklären, auf Verfahrensverbesserungen hinzuwirken sowie vor Investitionsentscheidungen eine Stellungnahme abzugeben. Dazu erhält der Betriebsbeauftragte notfalls unmittelbaren Zugang zu den Verantwortlichen, ausserdem erstattet er einen jährlichen Bericht.

### 4. Schluß

In den lediglich in grösserem Zusammenhang aufgezeigten Rechtsfragen stecken noch zahlreiche juristische Teilprobleme, die jeweils sichtbar werden, wenn es um Methoden und Anlagen für die Beseitigung von pathologischem Müll im einzelnen geht. Es handelt sich insgesamt um ein nicht ganz einfaches Kapitel der Abfallbeseitigung, das juristisch und administrativ weiterhin Aufmerksamkeit verdient.

Dr. Friedrich Wilhelm Pammel

Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft  
und Forsten

Calenberger Str. 2

3000 Hannover

Formale und technische Voraussetzungen für die Zulassung  
von Müllverbrennungsanlagen

M. Tryzna

1. Abgrenzung des Referates

Als formelle Voraussetzungen für die Zulassung von Müllverbrennungsanlagen sollen die einschlägigen gesetzlichen Formvorschriften behandelt werden. Auf Belange des Wasserrechts wird nicht eingegangen, weil dieses Rechtsgebiet bei der Müllverbrennung von untergeordneter Bedeutung ist.

Anhand von Verwaltungsvorschriften zu Gesetzen, von Richtlinien, Regeln u.a. sollen die technischen Voraussetzungen einer Zulassung erörtert werden.

2. Formelle Voraussetzungen

2.1 Abfallbeseitigungsgesetz

Als Anlage zum Beseitigen von Abfällen unterliegt eine Müllverbrennungsanlage dem Abfallbeseitigungsgesetz (1). Die Zulassung ist nach diesem Gesetz die Planfeststellung, die für die Errichtung und den Betrieb einer solchen Anlage erforderlich ist (§ 7). Das Verfahren wird durch die §§ 21 bis 29 geregelt.

Zur Einleitung des Verfahrens hat der Träger des Vorhabens einen Plan für das Vorhaben bei der nach Landesrecht zuständigen Behörde einzureichen. Der Plan besteht aus den Zeichnungen und Erläuterungen, die das Vorhaben, seinen Anlaß und die von dem Vorhaben betroffenen Grundstücke und Anlagen erkennen lassen. Hierzu gehören u.a. topographische Karte, Bauvorlagen, Anlagen- und Betriebsbeschreibung, schematische Darstellung, Anlagenaufstellungsplan. Zusätzlich können noch Gutachten zur Sicherheit der Anlage oder zu Fragen der Luftreinhaltung und des Lärms u.a. erforderlich sein.

Nach vorheriger öffentlicher Bekanntmachung werden die Unterlagen in den betroffenen Gemeinden zur Einsicht ausgelegt. Anschließend erfolgt ein Erörterungstermin, auf dem die rechtzeitig erhobenen Einwendungen der betroffenen Bevölkerung gegen das Vorhaben und die Stellungnahmen der beteiligten Behördenbesprochen werden. Danach wird unter Würdigung des Planes, den Stellungnahmen der Behörden und der nicht erledigten Einwendungen der Plan beschlossen (Planfeststellungsbeschuß). Dieser Beschluß kann unter Bedingungen erteilt, mit Auflagen verbunden oder befristet werden. Der Beschluß wird den Beteiligten zugestellt und kann danach Rechtskraft erlangen. Mit dem Beschluß wird die Zulässigkeit des Vorhabens festgestellt,

Neben der Planfeststellung sind andere behördliche Entscheidungen, insbesondere öffentlich-rechtliche Genehmigungen, Erlaubnisse u.a. nicht erforderlich. Dies gilt jedoch nicht für atomrechtliche Entscheidungen.

## 2.2 Bundesimmissionsschutzgesetz

Eine Müllverbrennungsanlage stellt weiterhin eine Anlage dar, zu deren Errichtung und Betrieb eine Genehmigung nach § 4 des Bundesimmissionsschutzgesetzes - BImSchG - (2) erforderlich wäre. Diese Genehmigung wird jedoch durch die Planfeststellung ersetzt. Dies bedeutet nicht, daß die übrigen Anforderungen des BImSchG sowie die Durchführungsverordnungen und Verwaltungsvorschriften zu diesem Gesetz nicht beachtet zu werden brauchten. Nur in seinen Formvorschriften geht das Abfallbeseitigungsgesetz vor. Belange des Immissions- und Arbeitsschutzes können daher gegebenenfalls als Bedingung oder Auflage in den Planfeststellungsbeschuß aufgenommen werden.

### 2.3 Weitere gesetzliche Bestimmungen

Müllverbrennungsanlagen unterliegen auch dem Gesetz über technische Arbeitsmittel (5). Danach müssen sie nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik sowie den Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften so beschaffen sein, daß Benutzer oder Dritte bei ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung gegen Gefahren aller Art für Leben und Gesundheit soweit geschützt sind, wie es die Art der bestimmungsgemäßen Verwendung gestattet. Eine große Sicherheit, daß die Anlagen diesen Anforderungen genügen, bietet ein geprüftes, mit einer entsprechenden Plakette versehenes Arbeitsmittel.

Da bei Müllverbrennungsanlagen teilweise erhebliche Energien frei werden, die nicht ungenutzt in die Luft entlassen werden sollten, werden diesen Anlagen häufig Dampfesselanlagen nachgeschaltet, so daß hier die Bestimmungen der Dampfesselverordnung (3) von Bedeutung sind.

Weiterhin werden Bestimmungen des Baurechts durch die Planfeststellung abgedeckt. Hier sind insbesondere Anforderungen an den Brandschutz und an die Gestaltung des Aufstellungsraumes (Heizraum) zu beachten.

### 2.4 Atomrecht

Im Bereich der medizinischen Forschung oder der Diagnostik fallen sowohl Flüssigkeiten als auch Tierkadaver an, die langlebige radioaktive Elemente wie Wasserstoff 3 (Tritium) und Kohlenstoff 14 enthalten. Eine Deponie stößt auf erhebliche Schwierigkeiten, so daß eine Verbrennung vorteilhafter ist.

Für ein solches Vorhaben muß eine besondere Genehmigung nach § 3 der Ersten Strahlenschutzverordnung (4) erteilt werden. Diese Genehmigung wird nicht durch die Planfeststellung ersetzt.

## 2.5 Zuständigkeiten von Verwaltungsbehörden

Nach den Zuständigkeitsverordnungen des Landes Niedersachsen sind zuständig für

das Planfeststellungs- und Genehmigungsverfahren  
der Regierungs- bzw. Verwaltungspräsident

die Genehmigung nach der Ersten Strahlenschutzverordnung und die Aufsicht über das Gesetz über technische Arbeitsmittel

die Gewerbeaufsichtämter. (11)

## 3. Technische Voraussetzungen

Den Aufbau einer Müllverbrennungsanlage und die Wirkungsweise seiner Einrichtungen wird Herr Smidt als nächster Referent behandeln. Hier soll nur auf die Mindestanforderungen an diese Anlageteile bzw. die gesamte Anlage eingegangen werden. Diese ergeben als Ausfluß der vorgenannten Rechtsnormen und sollen nach ihrem Schutzziel untergliedert werden.

### 3.1 Reinhaltung der Luft

Als Verwaltungsvorschrift zum BImSchG enthält die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (9) allgemeine Vorschriften (u.a. Begrenzung der Emissionen, Festlegung, Feststellung und Beurteilung von Immissionen, Ermittlung der Mindesthöhe von Schornsteinen und Ausbreitungsrechnungen von Schadstoffen) und teilweise hiervon abweichende Anforderungen an bestimmte Anlagearten. Für Müllverbrennungsanlagen bestehen be-

sondere Bestimmungen, wobei zu differenzieren ist zwischen Anlagen, die dazu bestimmt sind, überwiegend Abfälle aus Haushaltungen und ähnliche Stoffe oder sonstige Abfälle durch Verbrennen zu beseitigen. In der Regel können Abfälle aus Krankenhäusern als dem Hausmüll ähnliche Abfälle angesehen werden. In der hierfür anzuwendenden Ziffer 3.2.1.1.1 wird hinsichtlich der Anforderungen unterschieden zwischen Anlage mit mehr oder weniger als 0,75 t Mülldurchsatz pro Stunde. Für die größere Leistung gelten z.T. verschärfte Anforderungen. So wird z.B. verlangt, daß bei einem Massenstrom über dieser Grenze die Luft aus dem Müllbunker abzusaugen und einer Feuerung zuzuführen ist. Generell wird vorgeschrieben, daß Müllverbrennungsanlagen mit einer Zusatzfeuerung, einer Nachverbrennung der Abgase und einem Schornstein auszurüsten sind. Für die Nachverbrennung wird eine Mindesttemperatur von  $800^{\circ}\text{C}$  mit einer Verweilzeit der Abgase von mindestens 0,3 s in dieser heißen Zone vorgeschrieben, um Geruchsstoffe zu beseitigen. Der Ausbrand vergärbare Bestandteile hat vollständig zu erfolgen, die staubförmigen Emissionen werden auf 100 mg pro  $\text{m}^3$  feuchtes Abgas begrenzt, und dies gilt auch für das Rußblasen. Der Grauwert der Abgasfahne muß heller sein als der Wert Nr. 1 der Ringelmann-Skala.

Weiterhin werden die Emissionen von Chlor und Fluor getrennt für "große und kleine" Anlagen angegeben. Dies kann z.B. bedeuten, daß neben einer Einrichtung zum Abscheiden von Staub auch eine Anlage zum Auswaschen dieser Gase notwendig wird. Hinsichtlich der Beseitigung der Rückstände aus der Waschanlage und der Gestaltung ist ein erheblicher Aufwand zu erwarten. Daher sollte durch früh einsetzende Organisation erreicht werden, daß Gegenstände oder Stoffe, die nach Gebrauch zu Abfall werden, weitgehend frei von diesen Schadstoffen sind.

Zusätzlich zu der vorgenannten Verwaltungsvorschrift bestehen VDI-Richtlinien: VDI 2301 für Anlagen unter, VDI 2114 für Anlagen über 0,75 t Durchsatz/h. Derartige Richtlinien sind bei der Beurteilung, ob Anlagen dem Stand der Technik entsprechen, herauszuziehen, insbesondere dann, wenn diese vom Bundesminister des Innern nach Abstimmung mit den für die Luftreinhaltung zuständigen obersten Landesbehörden veröffentlicht worden sind. Dann sind diese Vorschriften maßgebend, wenn sie schärfere Bestimmungen als die TA-Luft enthalten. Z.B. wird für Anlagen unter 0,75 t/h eine wesentlich längere Verweilzeit der Abgase in der Nachverbrennungszone - 0,5 bis 1.0 s - vorgeschrieben und ist daher maßgebend. Entsprechendes gilt auch für DIN-Normen, wie z.B. DIN 58990 Blatt 1 (7). Es ist darauf hinzuweisen, daß die VDI-Richtlinien und DIN-Normen nicht nur Angaben zum Immissionsschutz, sondern auch zur Technologie und zum Arbeitsschutz enthalten.

### 3.2 Schutz gegen Lärmeinwirkungen

Von Gebläsen und der Flamme im Verbrennungsraum kann erheblicher Lärm verursacht werden, der durch Öffnungen im Aufstellungsraum oder über den Schornstein nach außen gelangt. Richtwerte für zulässige Lärmeinwirkungen auf die Nachbarschaft sowie Meß- und Auswertungsverfahren enthält die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (10). In ihr werden Immissionsrichtwerte in Abhängigkeit von der Nutzung des vom Lärm betroffenen Gebietes festgelegt, wobei sich Tag- und Nachtrichtwerte um 15 bzw. 10 dB(A) (nachts muß es ruhiger sein) unterscheiden. So gelten z.B. für Krankenhäuser und Pflegeanstalten die Werte 45 bzw. 35 dB(A).

### 3.3 Arbeitsschutz, Sicherheit der Anlage

Belange des Arbeitsschutzes sind in den "Sicherheitsregeln für Abfallbehandlungsanlagen und Abfallverbrennungsanlagen in Einrichtungen des Gesundheitsdienstes und der Wohlfahrtspflege" (8) festgelegt. So sind z.B. Einfüllöffnungen von Abfallverbrennungsöfen so zu gestalten, daß das Hineinstürzen von Personen, das Herausfallen und -schleudern von eingefülltem Material infolge evtl. Explosionen oder Verpuffungen oder Verletzungen durch Flammen oder ausströmende heiße Gase verhindert werden. Weiterhin wird die Raumtemperatur für ständige Arbeitsplätze auf 32°C begrenzt. Diese Anforderung wird in der VDI 2301 übertroffen, hier wäre z.B. zu prüfen, ob sie durchführbar ist.

Weiterhin besteht die Notwendigkeit, die Asche aus dem Verbrennungsraum zu entfernen und staubfrei Abfallbehältern für die Deponie zuzuführen.

Der Lärm an den Arbeitsplätzen sollte auf maximal 85 dB(A) begrenzt bleiben.

### 3.4 Strahlenschutz

Bei der Verbrennung von Abfällen, die Tritium und Kohlenstoff 14 enthalten, stellt sich die Frage des Verbleibens der Aktivität. Die Erfahrung hat gezeigt, daß der wesentliche Teil ins Abgas gelangt und nicht in der Asche verbleibt. Die so freiwerdenden Aktivitäten brauchen aber nicht zu einer Erhöhung der "Umweltaktivität" zu führen.

Die Abluft von Feuerungen, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, gleiches gilt für Kunststoffe, die aus Erdöl hergestellt werden, ist von deutlich geringerer Aktivität als es der normalen Luft entspricht.

Dies liegt daran, daß diese Brennstoffe aufgrund ihrer langen Lagerung unter der Erdoberfläche abklingen konnten und nicht von der Höhenstrahlung u. a. reaktiviert wurden. Daher können radioaktive Abfälle, entsprechend dosiert, durch Verbrennen relativ gefahrlos beseitigt werden.

Es bestehen m. W. bisher unveröffentlichte Richtlinien, die eine Mindesthöhe für den Schornstein und einen maximalen Durchsatz radioaktiv angereicherter Abfälle in Abhängigkeit vom Durchsatz "nicht radioaktiver" Abfälle und weitere Anforderungen festlegen. Diese Grenzen werden für jeden Einzelfall von der zuständigen Aufsichtsbehörde festgelegt werden.

### 3.3 Meßstellen

Zur Prüfung, ob die Bedingungen und Auflagen zur Begrenzung von Emissionen eingehalten werden, sind Meßstellen von der obersten Landesbehörde bestimmt worden (6). Neben dem allgemein bekannten Technischen Überwachungsverein wurden auch andere Institutionen benannt.

M. Tryzna im Staatl. Gewerbeaufsichtsamt  
Hannover, Deisterstr. 17 A, 3000 Hannover 91

Bei Gesetzen, Verwaltungsvorschriften u.a. werden nur die gebräuchlichen Kurzbezeichnungen angegeben:

- (1) Abfallbeseitigungsgesetz vom 7.6.1972  
(BGBI. I S. 273)
- (2) Bundesimmissionsschutzgesetz vom 15.3.1974  
(BGBI. I S. 721)
- (3) Dampfkesselverordnung vom 8.9.1965  
(BGBI. I S. 1300)
- (4) Erste Strahlenschutzverordnung i.d.F. vom  
15.10.1965 (BGBI. I S. 1654)
- (5) Gesetz über technische Arbeitsmittel  
vom 24.6.1968 (BGBI. I S. 717)
- (6) Meßstellen, RdErl. d. MS vom 23.10.1975  
(Nds. MB1. S. 6)
- (7) Norm: DIN 58990 Blatt 1 "Verbrennungsanlagen  
für Abfälle aus Kliniken, sonstige Ein-  
richtungen des Gesundheitswesens und  
Arztpraxen"
- (8) Sicherheitsregeln von der Bundesarbeitsge-  
meinschaft der gemeindlichen Unfallver-  
sicherungsträger (GUV)
- (9) Technische Anleitung zur Reinhaltung der  
Luft vom 28.8.1974 (Gem. MB1. S. 426)
- (10) Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm  
vom 16.7.1968 (Bundesanzeiger Nr. 137  
vom 26.7.1968 (Beilage))
- (11) Zuständigkeitsverordnungen:  
1. VO vom 3.5.1971 (Nds. GVBl. S. 187)  
7. VO vom 29.7.1975 (Nds. GVBl. S. 221)

Methoden und Meßtechniken bei der Zulassung  
von Müllverbrennungsanlagen

H. Smidt, Hannover

Das zuvor genannte Thema bezüglich der Zulassung von Abfallverbrennungsanlagen umreißt die Tätigkeit der Technischen Überwachungs-Vereine im Prozeß der Genehmigung und Überwachung von Anlagen, nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz, zu denen auch Abfallverbrennungsanlagen gehören. Das Thema wurde dabei so abgehandelt, daß im Verlaufe der Beschreibung der TÜV-Tätigkeit im Rahmen dieses Arbeitsgebietes die gewonnenen Erfahrungen wiedergegeben und die Schlußfolgerungen dargestellt werden.

### 1. Beratung

Der Beginn der Tätigkeit der TÜV liegt bereits bei der Planung der Anlage. Aus der Kenntnis und Erfahrung heraus können dem zukünftigen Betreiber bereits im Planungsstadium wertvolle Ratschläge hinsichtlich der Auswahl des Anlagentyps abhängig von Abfallzusammensetzung, Abfallmenge und evtl. Abwärmeausnutzung gegeben werden.

Bei der Abfallbeseitigung in Krankenhäusern oder ähnlichen Instituten bedarf es bereits wegen der Abfallzusammensetzung - Stichwort infektiöser Müll, Kunststoffanteil - einer Spezialbehandlung im Hinblick auf die Verbrennung der Abfälle.

In der Regel sind heute im Bereich der Krankenhäuser Anlagen mittlerer Größe vorhanden, wenn auch der Zug zur Konzentration nicht übersehen werden darf.

Lassen Sie mich nur kurz das Problem der Abwärmeausnutzung ansprechen. Die Erfahrung hat hier gezeigt, daß Anlagen mit Leistungen von weniger als 300 kg/h und einschichtigem Betrieb für eine Abwärmeausnutzung kaum in Frage kommen. Die Betriebszeit dieser Anlagen ist in der Regel so gering und so unterschiedlich, daß sich die Investitionen für einen Wärmetauscher oder einen Abhitzeessel nicht auszahlen. Hinzu kommt die Störanfälligkeit infolge hoher Schadgasbelastung, insbesondere durch Flugstaub und aggressive Gase, daß nur ein mäßiger Wirkungsgrad verbunden mit hoher Reparaturanfälligkeit erwartet werden kann.

Es muß daher aus der Sicht des Beraters bei kleinen Anlagen mit geringen Betriebszeiten von einer Abwärmeausnutzung abgeraten werden.

Dies Beispiel sollte nur einmal zeigen, wo bereits die Tätigkeit der TÜV im Planungsstadium beginnt. Hier handelt es sich also um rein technische Beratung. Bereits jetzt werden für die später evtl. folgende meßtechnische Untersuchung die notwendigen Meßöffnungen angegeben, damit nicht bei bestehender Anlage unnötige Mehraufwendungen entstehen. Die Standardisierung der Meßgeräte hat es mitsichgebracht, daß den Anlageherstellern in der Regel die notwendigen Einzelheiten in einem Formblatt aufgegeben werden können. Die Beratung umfaßt weiterhin die Beurteilung im Hinblick auf die Angebote einzelner Lieferfirmen.

## 2. Beurteilung im Genehmigungsverfahren

Im weiteren Verfahren der Genehmigung und Zulassung von Abfallverbrennungsanlagen sind die TÜV's in der Regel tätig als neutrale Sachverständige und Gutachter der Genehmigungsbehörde.

Bei der Beurteilung von Abfallbeseitigungsanlagen ist dabei stets der Stand der Technik zu berücksichtigen. Dieser Stand der Technik ist in behördlichen Vorschriften, wie beispielsweise der TA Luft (1) niedergelegt und wird in der Regel in den entsprechenden VDI-Richtlinien fortgeschrieben, wie im vorliegenden Fall in der VDI-Richtlinie 2114 (2) bzw. 2301 (3). In einer gutachtlichen Stellungnahme im Hinblick auf den Immissionsschutz erfolgt nunmehr für die Genehmigungsbehörde die Beurteilung der jeweiligen Abfallverbrennung.

Anhand des Standes der Technik wird die Anlage, ihre technische, bauliche und sicherheitsbezogene Ausführung beurteilt. Des weiteren - dies ist eine der Hauptaufgaben des Gutachtens - muß die zu erwartende Emission und Immission abgeschätzt und mit den zulässigen Grenzwerten verglichen werden.

Die Erfahrung bei der Beurteilung von Abfallbeseitigungsanlagen in Krankenhäusern hat gezeigt, daß insbesondere noch Mängel in

der sicherheitstechnischen Konzeption, in der Art der Aufstellungs-  
räumlichkeit und verbrennungstechnisch in der Art und Größe des  
Brennraumes, verbunden mit dem Problem der Entstaubung bestehen.

Vielfach müssen bereits im Vorfeld der Genehmigung gegen ungenü-  
gende Wärmedämmung der Öfen und Abgasleitungen Bedenken erhoben  
werden, da hierdurch unerträgliche Arbeitsbedingungen für das Be-  
dienungspersonal geschaffen werden. Diese Mängel treten umso  
deutlicher hervor, wenn die Lufttemperatur und Raumverhältnisse  
an der Grenze des Zulässigen liegen.

Die Überprüfung der Sicherheitseinrichtung - Beschickungsschleu-  
sen, Temperaturregelung und Zusatzfeuerung - läßt dergleichen in  
vielen Fällen zu wünschen übrig. Die Schleusen sind bisweilen so  
gestaltet, daß vor der Beschickung bereits eine Überhitzung der  
Müllsäcke eintritt, oder die Schleusen durch einfache Griffe  
außer Betrieb gesetzt werden können. Das Gleiche gilt für die  
Einstellung der Temperaturen im Nachverbrennungsraum, die ebenfalls  
mit der Beschickung gekoppelt ist und oft auf einfache Weise  
umgangen werden kann. Als kritisch ist auch in zahlreichen  
Fällen die Größe und Ausführung der Brennräume anzusehen. Die  
meiste technische Erfahrung der letzten Jahre hat eindeutig gezeigt,  
daß die Feuerräume notwendigerweise größer werden müssen, um die  
sich ständig erhöhenden Kunststoffanteile verbunden mit der stark  
wechselnden Feuchtigkeit des Materials einwandfrei zu verbrennen, d.h.  
die Verweilzeit der Gase im Ofen ist zu erhöhen.

Die zunehmend kritische Beurteilung von Abfallverbrennungen in  
Krankenhäusern geht einher mit der Erkenntnis, daß sich nur wenige  
Anlagenhersteller auf die sich verändernde Abfallzusammensetzung  
einstellen. Es ergibt sich daher die Frage, ob manche Anlagentypen  
überhaupt noch den Stand der Technik entsprechen. Dies gilt insbe-  
sondere auch in Bezug auf die eingesetzten Abscheider. Die im Ein-  
satz befindlichen Anlagen in Krankenhäusern bedienen sich praktisch  
ausschließlich der Fliehkraftabscheider. Diese sind in wachsendem  
Umfang bei der Erhöhung des Kunststoffanteiles und der Tendenz zu  
größeren Durchsatzleistungen kaum noch in der Lage den steigenden  
Feinstaubanteil soweit zurückzuhalten, daß die verschärften Grenz-  
werte der neuen TA Luft bzw. VDI-Richtlinien sicher unterschritten

werden. Die Probleme der Feurraumbildung und Verweilzeit sowie der Flugstaubzusammensetzung und Abgasreinigung hängen, wie gezeigt wurde, sehr eng miteinander zusammen.

Die Tätigkeit der Beurteilung der Anlage im Hinblick auf die Vorschriften des Immissionsschutzes stellen somit den zweiten Schritt der TÜV-Tätigkeit dar, wobei bereits die wichtigsten Kriterien und die besonderen Probleme berücksichtigt wurden.

### 3. Meßtechnische Überprüfung

Die dritte und letzte Stufe ist die Überwachung der errichteten und in Betrieb gegangenen Anlagen in der Regel aufgrund von Auflagen der Genehmigungsbehörde. Auch sind es die Grenzwerte der TA Luft und die technischen Anforderungen der entsprechenden VDI-Richtlinien, welche die Beurteilungsgrundlagen darstellen.

Die zuvor erwähnte sogenannte Genehmigungsurkunde enthält im wesentlichen als Auflagen die Grenzwerte der TA Luft und - sofern es sich um Sonderfälle handelt - zusätzliche Auflagen, welche zu überprüfen sind.

Ich möchte nicht die einzelnen Punkte der TA Luft hier aufzählen und auch nicht die Kriterien der VDI-Richtlinien.

Im wesentlichen handelt es sich um folgende Untersuchungen an Abfallverbrennungsanlagen, wobei jeweils bei der Erläuterung der Meßmethoden auf die wesentlichen Ergebnisse und Erfahrungen unserer letztjährigen Untersuchungen, sofern sie repräsentativ sind, und die daraus folgenden Konsequenzen eingegangen wird.

- a) Beurteilung der allgemeinen Situation, Aufstellungsraum, Zugänglichkeit, Müllagerung, Lüftungsverhältnisse;
- b) Prüfung der Sicherheitseinrichtungen - Beschickungsschleuse, thermische Verriegelungen, Schaltautomatik -
- c) Wägung des Abfalls und Probenahme;

d) Meßtechnische Untersuchungen

Bestimmung der Abgasmenge hinter dem Entstauber

Bestimmung der Abgastemperatur hinter dem Entstauber und der

Temperatur im Nachverbrennungsraum

Überprüfung der Betriebsgeräte

Bestimmung der Abgaszusammensetzung,

O<sub>2</sub>-Gehalt

CO<sub>2</sub>-Gehalt

CO-Gehalt

wenn erforderlich

HF-Gehalt

SO<sub>2</sub>/SO<sub>3</sub>-Gehalt

HCl-Gehalt

Kohlenwasserstoff als Gesamt-C

Staubgehalt der Abgase und Untersuchung des Verbrennlichen im  
Staub,

Überprüfung der Ölfeuerung nach Bacharach,

Beurteilung der Schwärzung der Rauchfahne nach Ringelmann

Probenahme der festen Rückstände und Analyse auf Verbrennliches

Kalibrierung von laufend aufzeichnenden Staub oder Gasemissions-  
geräten,

Einstellung von Rauchdichtemeßgeräten mit evtl. Abschaltauto-  
matik.

Die vorangegangene Aufzählung umfaßt ein breites Spektrum an  
meßtechnischen Untersuchungen, das kaum jeweils in seiner Ge-  
samtheit durchgeprüft wird, es zeigt jedoch, welchen schar-  
fen und intensiven Kontrollen Abfallverbrennungen unterworfen  
werden können.

Im einzelnen ist zu den Untersuchungen folgendes festzustellen:

zu a)

Die Überprüfung der allgemeinen Situation und technologischen  
Ausführung mit Beurteilung der Lüftungsverhältnisse sowie der  
Temperatur im Aufstellungsraum dient im wesentlichen der Kenn-  
zeichnung des Arbeitsplatzes und hat in der Vergangenheit in  
manchen Fällen zu Beanstandungen geführt, wenn Abfallver-

brennungen z. B. räumlich beengt untergebracht werden.

zu b)

Die Beurteilung der Sicherheitseinrichtungen, wie Funktionsfähigkeit der Beschickungsschleusen, der Schaltautomatik bei thermischen Verriegelungen oder thermisch gesteuerten Nachverbrennungseinrichtungen hat nach den vorliegenden Erfahrungen wenig Sinn, wenn vorgefundene technische Primitivlösungen nach vorheriger Lieferfirmeneinstellung im Anschluß an die TÜV-Untersuchung durch den Betreiber mit wenigen Handgriffen außer Betrieb genommen oder umgangen werden können. Oft werden durch hohe thermische Beanspruchung von Beschickungsschleusen Verformungen beobachtet, die gleichfalls dazu geeignet sind, diese Einrichtungen weitgehend unbrauchbar zu machen. Dieses unbefriedigende Ergebnis hat seine Ursache offensichtlich darin, daß bei kleineren Anlagen, diese behördlich vorgeschriebenen Einrichtungen aus Kostengründen mit sparsamstem Aufwand ausgeführt werden und im späteren Dauereinsatz dann versagen. Bemängelt werden muß auch, daß die thermischen Verriegelungen d. h. Beschickungsmöglichkeit nur bei Vorliegen einer bestimmten Temperatur, desgl. Ansprechen der Zusatzfeuerungen, im allgemeinen nicht gegen nachträgliches Verstellen d. h. Plombieren gesichert werden. Nur zu gern sind Betreiber aus Gründen der Brennstoffersparnis und das Bedienungspersonal aus Gründen des Zeitgewinnes zu nachträglichen Manipulationen geneigt.

zu c)

Die Wägung des Abfalls macht im allgemeinen keine Schwierigkeit, umso mehr jedoch die Probenahme oder Beurteilung der Abfallzusammensetzung, da es sich in Krankenhäusern um geschlossene oft auch mit infektiösem Material gefüllte Behältnisse handelt, ganz abgesehen von dem sonstigen im allgemeinen nicht zur üblichen Probenahme geeigneten Stoff. Grundsätzlich ist die Tendenz zu beobachten, daß die Abfälle in Krankenhäusern etwa zu 70 % aus Hausmüll-ähnlichen Stoffen und zu ca. 30 % aus Krankenhausspez. Müll bestehen, wobei je nach Größe und Art der Häuser starke Schwankungsbreiten bestehen. Die Krankenhausspez. Abfälle unterliegen einer steigenden Tendenz, insbesondere durch vermehrte Verwendung von Einwegartikeln,

wobei hier die Zunahme von Glas- und Kunststoffartikeln hervorzuheben ist, da diese Stoffe oft zu Schwierigkeiten bei der Verbrennung führen. Das gilt auch für Pharma-Abfälle.

zu d)

#### Meßtechnische Untersuchungen

Hier ist zunächst die Messung der Abgastemperaturen in verschiedenen Bereichen des Ofens, z. B. in der Nachverbrennungszone und hinter der Gasreinigungsanlage zu nennen. Die Untersuchung erfolgt mit laufend aufzeichnenden Temperaturschreibgeräten. Diese Methode erlaubt es, jede Phase beim Betrieb der Anlage genau zu verfolgen und auch die Betriebsgeräte zu überprüfen. Zu letzterem ist festzustellen, daß die Betriebsgeräte für die Temperatur in der Nachverbrennungszone oft an ungeeigneter Stelle, d. h., z. B. im Flammenbereich der Zusatzfeuerung, liegen und somit falsche Werte vortäuschen, was wiederum zur frühzeitigen Freigabe von Verriegelungssystemen und damit zu einer unvollkommenen Verbrennung führt. Nachträgliche Umbauten sind oft nicht zu umgehen.

Über das Problem zur Vermeidung von nachträglichen Verstärkungen wurde schon gesprochen. Dennoch soll der Vollständigkeit halber erwähnt werden, daß oft durch Einbau von größeren Düsen bei den Ölzusatzfeuerungen höhere Brennstoffdurchsätze und damit oft die geforderten Nachverbrennungstemperaturen erreicht werden. Nach der Messung durch den TÜV werden sie dann wieder ausgebaut und gegen kleinere ausgetauscht.

An weitere Untersuchungen sind zu nennen die Feststellung des  $O_2$ - bzw.  $CO_2$ -Gehaltes in den Abgasen. Diese Untersuchungen dienen im wesentlichen der Beurteilung der Verbrennung und der späteren Umrechnung der Staubgehalte auf die vorgeschriebenen Bezugswerte.

Die Messung dieser Gaskomponenten wird ebenfalls mit laufend aufzeichnenden Geräten vorgenommen und gestattet eine genaue Verfolgung der einzelnen Phasen der Ofenführung. Die Messung des  $O_2$ -Gehaltes erlaubt dabei weitgehend eine eindeutige Zu-

ordnung zum Verbrennungszustand und ist praktisch von der Elementarzusammensetzung des Verbrennungsgutes unabhängig.

Da diese Untersuchungen wegen der unterschiedlichen Abfallqualität nicht ausreichen, um unverbrannte Abgase, d. h. CO-Gehalte mit Sicherheit ermitteln zu können, muß diese Gaskomponente zusätzlich bestimmt werden, da auch hier Grenzwerte der TA Luft einzuhalten sind bzw. nicht überschritten werden dürfen. Nach einer orientierenden Vormessung mit Dräger-Prüfröhrchen werden hier gleichfalls laufend aufzeichnende Meßgeräte eingesetzt, wenn es erforderlich erscheint.

In diesem Zusammenhag sollte auch die Messung der Kohlenwasserstoffgehalte im Abgas erwähnt werden, die nach der Gesamt-C-Methode durchgeführt wird.

Das Vorhandensein derartiger Stoffe in den Abgasen von Abfallverbrennungsanlagen ist denkbar, wenn beispielsweise die Abfälle einem Schwelprozeß unterworfen werden und die Nachverbrennung nicht ordnungsgemäß arbeitet. In diesem Fall kommt es zu Geruchsbildung und damit zu belästigender Wirkung in der Umgebung solcher Anlagen.

Diese gasanalytischen Messungen werden bei entsprechender Abfallzusammensetzung ergänzt durch Messungen des  $\text{HF}^-$ , - $\text{HCl}$ - und des  $\text{SO}_2/\text{SO}_3$ -Gehaltes in den Abgasen. Von den erwähnten Messungen ist in Krankenhäusern in erster Linie wegen des Kunststoffanteiles die  $\text{HCl}$ -Messung interessant.

Die Untersuchung der zuvor genannten Abgaskomponenten erfolgt nach entsprechenden VDI-Richtlinien, die hier nicht im einzelnen aufgezählt und erläutert werden können. Ich möchte nur kurz auf die Probenahme eingehen.

Als Entnahmeverrichtung dient eine Sicromal- oder Quarzglassonde. Die Sonde ist beheizt, damit keine Taupunktunterschreitung auftreten kann, Keramikfilter dienen zur Vorabscheidung von Verunreinigungen, danach erfolgt die weitere Aufbereitung der zu untersuchenden Abgase je nach Einzelkomponente.

Zu den gefundenen Meßergebnissen ist grundsätzlich festzustellen, daß im Bereich von Krankenhaus-Abfallverbrennungsanlagen die  $\text{SO}_2$ -Gehalte kaum zu Besorgnis Anlaß geben, was aus dem Fehlen von Schwefel in nennenswerter Menge im Verbrennungsgut erklärlich wird.

Bei HCl läßt sich in den letzten Jahren eine stetige Aufwärtsentwicklung der Gehalte im Abgas feststellen, was mit dem Anstieg der PVC-Anteile im Abfall zusammenhängt. Im Mittel liegen die HCl-Gehalte bei ca.  $0,5 - 1 \text{ g/m}^3$  (Normzustand).

Einen entscheidenden Punkt bei den Untersuchungen nehmen die Staubgehaltsmessungen ein. Auch hier erfolgt die Messung nach festgelegten einheitlichen Verfahren meist mit einem sogenannten Filterkopfgerät. Bei diesen Untersuchungen wurden die häufigsten Überschreitungen der Grenzwerte ( $100 \text{ mg/m}^3$  bezogen auf  $11 \% \text{ O}_2$ ) festgestellt. Diese Überschreitungen können im wesentlichen auf unzureichendes Ausbrandverhalten und unzulängliche Entstaubungseinrichtungen zurückgeführt werden. Der Gehalt an brennbaren Substanzen im Staub lag oft bei mehr als  $30 \%$ , das Gleiche gilt für die Gehalte an brennbaren Substanzen in der Asche. Auch hier werden die behördlichen Vorschriften somit oft nicht erfüllt.

Die Staubabscheidung in den untersuchten Einzelanlagen erfolgt fast ausschließlich mittels Fliehkraftabscheider. Mit zunehmender Durchsatzleistung steigt die Staubemission an. Dies ist wohl offensichtlich darauf zurückzuführen, daß der Feinkornstaubanteil durch die Fliehkraftabscheider nicht ausreichend erfaßt wird und dementsprechend proportional zur Durchsatzleistung die Staubkonzentration im Abgas zunimmt.

Die bei den vorliegenden Untersuchungen festgestellten Mängel, beginnend vom Organisationsablauf, der Wartung bis hin zum eingesetzten Aggregat, zeigen, daß der derzeitige Zustand von Einzelabfallverbrennungsanlagen in Krankenhäusern oft nicht den zu stellenden Anforderungen genügt.

Damit die Anforderungen der Luftreinhaltung im Dauerbetrieb auch erfüllt werden, müssen die Anlagen hinsichtlich der Betriebsweise und Entstaubungseinrichtungen entsprechend ausgelegt sein.

Als kritisch ist zunächst das Ausbrandverhalten der Gase, das im wesentlichen von der Temperatur und von der Verweilzeit abhängt, anzusehen. Um einen möglichst vollständigen Ausbrand und damit eine Verringerung der Staubemissionen zu gewährleisten, wird außer der im nachgeschalteten Nachverbrennungsraum einzuhaltenden Mindesttemperatur eine Mindestverweilzeit vorgegeben.

Einen weiteren kritischen Punkt zur Einhaltung der Emissionsbegrenzung stellen die Reinigungsverfahren für die Abgase dar. Die nach der TA Luft erforderlichen Emissionsverminderungen können praktisch nur durch Entstaubungssysteme von Naßwäschern oder Gewebefiltern erreicht werden, obwohl auch bei Anlagen bis zu 750 kg/h auch der Einsatz von hochwertigen Fliehkraftabscheidern (Zyklonen) genügen kann.

Der wirkungsvolle Einsatz eines Entstaubungsaggregates, d. h. die Erreichung eines möglichst hohen Abscheidegrades der im Abgas befindlichen Staubpartikel, wird im wesentlichen durch die Korngröße und die Durchsatzleistung bestimmt. Des Weiteren ist für eine optimale Abscheidung im Zyklon eine möglichst gleichmäßige Beaufschlagung notwendige Voraussetzung.

Bei der Verbrennung von Abfällen, die immer schubweise, also nicht kontinuierlich aufgegeben werden, ist im Rohgas ein großer Anteil an Stäuben mit Korngrößen kleiner als  $10 \mu\text{m}$  enthalten, so daß die Einhaltung der Staubemissionsgrenzwerte bei Einzel-Abfallverbrennungsanlagen in Krankenhäusern durch den Einsatz von Zyklonen oft sehr zweifelhaft erscheint. Dagegen hat sich der Einsatz von Gewebefiltern hinter Abfallverbrennungsanlagen für Krankenhäuser bewährt.

Eine Lösungsmöglichkeit, zumindest des Entstaubungsproblems, bietet sich an nach dem System der Verschmelzung des Abfalls mit anschließender Nachverbrennung der brennbaren Gase. Hier

kann sogar die Entstaubungsanlage wegfallen, ohne daß die zulässigen Emissionsgrenzwerte überschritten werden. Schadgase wie  $\text{SO}_2$ ,  $\text{HCl}$  oder  $\text{HF}$  werden jedoch auch hier nicht beseitigt.

Zur Vermeidung von gasförmigen Schadstoffemissionen, insbesondere von Chlorwasserstoffemissionen - kommen bei Anlagen mit einer Durchsatzleistung von mehr als 750 kg/h hauptsächlich naß arbeitende Abscheider zum Einsatz.

Die Folgerungen im Hinblick auf den Betrieb von Abfallverbrennungsanlagen in Krankenhäusern, die sich aus dem bisherigen Erkenntnisstand ableiten, umfassen mehrere Punkte.

Die Untersuchungen ergeben, daß gerade Abfallverbrennungsanlagen in Krankenhäusern, deren Durchsatzleistung üblicherweise bis zu 300 kg/h reicht, die Emissionsbegrenzungen oft nicht einhalten und zum großen Teil Überschreitungen aufweisen. Als Hauptursachen sind einerseits unvollständiger Ausbrand und andererseits unzureichende Entstaubungseinrichtungen anzusehen.

In sehr vielen Fällen wird ein hoher Anteil an brennbaren Bestandteilen im gereinigten Abgas festgestellt, der nicht auf eine zu geringe Verbrennungstemperatur, sondern vielmehr auf zu geringe Verweilzeiten in der Nachverbrennungszone zurückzuführen ist. Auch zeigt sich, daß die eingesetzten Fliehkraftabscheider für eine wirkungsvolle Staubabscheidung z. T. nicht geeignet sind.

Bei allen diesen Überlegungen ist die mögliche Emission gasförmiger Schadstoffe, wie Verbindungen des Chlors, Fluors und Kohlenoxids, zunächst unberücksichtigt. Die Beseitigung dieser Schadstoffe bedingt den Einbau von Naßwäschern. Aufgrund des diskontinuierlichen Betriebes der zahlreichen, kleinen Abfallverbrennungsanlagen in den einzelnen Krankenhäusern ist überwiegend eine Nutzung der Abwärme für den Eigenbedarf nicht möglich.

Alle diese Gesichtspunkte zeigen, daß die Erfüllung der Anfor-

derungen entsprechend der Zielsetzung nur durch kostenaufwendige Umrüstungen an den bestehenden Anlagen zu erzielen ist. Als Lösung für den Krankenhausbereich empfiehlt sich die Einrichtung zentraler Verbrennungsanlagen als Gemeinschaftsanlagen, was sicherlich auch zu einer Kosteneinsparung führt.

Nach diesen Ausführungen und Schlußfolgerungen, die sich aufgrund unserer meßtechnischen Erfahrungen an Krankenhausabfallverbrennungsanlagen ergeben haben - insgesamt liegen in meinem Hause ca. 200 Untersuchungen aus den letzten Jahren vor - soll der Problembereich der Einstellung und Kalibrierung von laufend aufzeichnenden Meßgeräten zur Emissionsüberwachung nur kurz angeschnitten werden.

Es handelt sich im Bereich von Krankenhäusern in erster Linie um Rauchgasdichtemeßgeräte und in selteneren Fällen bei größeren Anlagen um Staubkonzentrationsmeßgeräte. Diese Geräte gestatten neben der behördlich vorgeschriebenen Überwachung auch eine sehr gute Eigenüberwachung hinsichtlich der Feuerführung der Anlage und sollten daher im Eigeninteresse der Betreiber eingesetzt werden. In Verbindung mit optischen oder akustischen Signalen geben sie dem Bedienungspersonal eine gute Möglichkeit, die Anlage optimal im Sinne des Umweltschutzes zu fahren. Die Einstellung der Geräte macht, nach den gewonnenen Erfahrungen keine Schwierigkeiten.

Die vorausgegangenen Ausführungen verdeutlichen die Probleme der Abfallbeseitigung in Krankenhäusern, die sich aufgrund der TÜV-Tätigkeit gut aufzeigen lassen.

Obwohl die Verbrennung der Abfälle in Krankenhäusern offensichtlich die Probleme optimal lösen kann, zeigen sich jedoch erhebliche Schwierigkeiten, beginnend bei der Zusammensetzung des Abfalls, der Sortierung, der technischen Konzeption der Anlage, der Wartung und auch in nicht zu unterschätzender Weise im personellen Bereich. Die Tätigkeit der TÜV's beginnend bei der Beratung, fortgeführt bei der Beurteilung von Anlagen bis zur meßtechnischen Überprüfung hat mit zu der wesentlichen Erkenntnis geführt, daß im Bereich der Abfallbeseitigung in Krankenhäusern aus Gründen des Umweltschutzes die Konzeption der Einzelverbrennung kaum noch haltbar ist.

Eine abschließende Betrachtung hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit sowie der finanziellen Auswirkungen bei der Errichtung und Inbetriebnahme derartiger Gemeinschaftsanlagen drängt sich auf. Im wesentlichen lassen sich hierbei die Vorteile gegenüber Kleinanlagen folgendermaßen zusammenfassen:

- a) Einsparung an Bedienungspersonal, damit ausgewogene Betriebsfahrweise durch qualifiziertes Personal,
- b) Investitionskosten sind im Verhältnis zum Kostenaufwand für die überwiegend erneuerungs- oder verbesserungsdürftigen Altanlagen geringer einzuschätzen,
- c) Ausnutzung freiwerdender Energie,
- d) optimale Wahrnehmung des Umweltschutzes.

Auch die vom Arbeitsausschuß "Beseitigung krankenhausspezifischer Abfälle" der Zentralstelle für Abfallbeseitigung und des Institutes für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes aufgezeigten Möglichkeiten zur Beseitigung von Krankenhausabfällen - Merkblatt Nr. 8 - (4) widersprechen ebenfalls nicht der Errichtung von Gemeinschaftsanlagen.

Literaturhinweise

- (1) Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionschutzgesetz - TA Luft - vom 28. 8. 1974
- (2) Auswurfbegrenzung . Abfallverbrennungsanlagen mit einem Durchsatz mehr als 0,75 t/h - VDI-Richtlinie 2114, Entwurf Dez. 1974
- (3) Auswurfbegrenzung . Abfallverbrennungsanlagen mit einem Durchsatz bis zu 0,75 t/h - VDI-Richtlinie 2301, Entwurf April 1974
- (4) Die Beseitigung von Abfällen aus Krankenhäusern, Arztpraxen und sonstigen Einrichtungen des medizinischen Bereichs - Merkblatt Nr. 8 der Zentralstelle für Abfallbeseitigung, Bundesgesetzblatt Nr. 23 vom 15. 11. 1974, S. 355/57.

Dipl.-Ing. Harm Smidt  
Oberingenieur  
TÜV Hannover e.V.  
Hauptabteilung für Wärme-  
und Kraftwirtschaft  
Loccumer Straße 63  
3000 Hannover-Wülfel

## Probleme bei der Beseitigung von infektiösem Müll aus der Sicht des Leiters der Verwaltung eines Großklinikums

von H. H e y e r, Medizinische Hochschule Hannover

Die Bestimmungen und Empfehlungen der Bundes- und Landesgesetzgebung, wie das Bundesseuchengesetz, das Merkblatt 8 über die Beseitigung von Abfällen aus Krankenhäusern, Arztpraxen und sonstigen Einrichtungen des medizinischen Bereichs sowie das Abfallbeseitigungsgesetz und die hierzu ergangenen Erlasse und Verordnungen lösen für ein Klinikum eine Reihe von Problemen aus bei der Beseitigung von Krankenhausmüll im allgemeinen und bei der Beseitigung von infektiösem Müll im besonderen. Die Probleme verschärfen sich noch in einem Großklinikum durch das Volumen des zu beseitigenden Mülls und die Besonderheiten des Großklinikums.

Zunächst ergeben sich Schwierigkeiten durch die Definition "infektiöser Müll". Zwar regelt das Merkblatt 8 in Ziff. 5.2, welche Abfälle im allgemeinen verbrannt werden müssen - und diese Aufstellung ist identisch mit dem Begriff des infektiösen Mülls - sie reicht jedoch für die Praxis nicht für eine eindeutige Klassifikation des entstehenden Mülls aus.

Im hiesigen Klinikum - der Medizinischen Hochschule Hannover - wurde durch den für die Hochschule bestellten Hygienebeauftragten der Begriff "infektiöser Müll" im Interesse der Sicherheit für Patienten und Personal des Hauses zunächst sehr weitgehend gefaßt. So wurde u.a. sämtlicher Abfall, der in irgendeiner Form mit Patienten der Klinik in Berührung gekommen war, als infektiös eingestuft. Nach einigen Betriebsjahren stellte sich jedoch heraus, daß der Anteil des infektiösen Mülls im Verhältnis zum Gesamtmüllanfall unverhältnismäßig hoch war und seine Beseitigung beim Sammeln, Transportieren und Vernichten nahezu kaum lösbare Probleme brachte. Daher wurde in einer Fassung vom April 1975 der Begriff des infektiösen Mülls weniger extensiv gefaßt - jedoch den Bestimmungen des Merkblattes 8 immer noch entsprechend - und wie folgt gefaßt:

a) Körperteile und Organabfälle aus dem Bereich der Pathologie, Chirurgie, Gynäkologie und Geburtshilfe, Blutbank u.a.

b) Abfälle, die nach § 39 Abs. 3 Bundesseuchengesetz (BSeuchG) vernichtet werden müssen.

Hierunter fallen, falls nicht zuvor desinfiziert:

aa) alle mit menschlichem Blut in Berührung gekommenen Gegenstände,

bb) alle mit Patienten in Berührung gekommenen Gegenstände folgender Stationen:

Intensivpflegeeinheiten und Aufnahmestation

(bei der Aufnahmestation handelt es sich um eine Krankenstation, die zur Aufnahme von Patienten aller klinischen Disziplinen mit Ausnahme von Infektionskranken vorgesehen ist),

cc) der gesamte Müll der Infektionsstationen (Kinder und Erwachsene), der Hämodialyseeinheit und der Nierentransplantationseinheit,

c) Versuchstiere, soweit deren Beseitigung nicht durch das Tierkörperbeseitigungsgesetz geregelt ist.

d) Streu und Exkremente aus Tierversuchsanstalten, durch die eine Übertragung von Krankheitserregern zu besorgen ist,

e) Medikamente.

Diese Begriffsbestimmung ermöglicht es, Gegenstände, mit denen Patienten in Berührung gekommen sind, mit Ausnahme der Intensivpflegeeinheiten, Aufnahmestation, Infektionsstationen, Hämodialyseeinheit und Nierentransplantationseinheit als normalen Hausmüll zu behandeln. Dadurch braucht ein grosser Teil der in den normalen Krankenzimmern anfallenden Abfälle, wie Getränkeflaschen, Verpackungsmaterial u.ä. nicht mehr der Verbrennung zugeführt werden.

Die Behandlungsvorschriften sind in einer Dienstweisung über die Müllentsorgung zusammengefaßt. Für die Einhaltung der Vorschriften ist ein Betriebsbeauftragter für Abfall be-

stellt.

Aus der Sicht der Verwaltung wird angestrebt, einen möglichst hohen Anteil des anfallenden Mülls auf der Deponie ablagern zu können, um den Anteil des in der eigenen Verbrennungsanlage zu verbrennenden Mülls möglichst niedrig zu halten. Die Möglichkeit hierzu ergäbe sich durch die Desinfektion solchen Mülls, der primär als infektiöser Müll anzusehen ist, z.B. Wundverbände, Gipsverbände, Einwegwäsche, Einwegartikel einschl. Einwegspritzen, desinfizierbare Abfälle aus Infektionsstationen, Mikrobiologischen Instituten und anderen medizinischen Einrichtungen, in denen mikrobiologisch gearbeitet wird, sowie Streu und Exkremente aus Tierversuchsanstalten, durch die eine Übertragung von Krankheitserregern zu besorgen ist. Derzeit stehen jedoch entsprechende technische Einrichtungen hierfür noch nicht ausreichend zur Verfügung.

Besondere Probleme ergeben sich an den Entstehungsorten des infektiösen Mülls. Dazu gehören insbesondere die Krankenstationen des Klinikums, weil in der Praxis in allen Stationen Müll anfallen kann, der vorher mit menschlichem Blut in Berührung gekommen ist. Dieser Müll ist aber nicht von gleicher Beschaffenheit, sondern es handelt sich bei ihm sowohl um festen verbrennbaren, trockenen Müll, wie auch um festen nichtverbrennbaren Müll trockener oder feuchter Beschaffenheit. Die Klassifizierung nach verbrennbarem und nichtverbrennbarem sowie nach infektiösem und nichtinfektiösem Müll mit einer Kreuzung der Begriffe untereinander kompliziert die Sortierprobleme noch weiter. Hier beginnt dann für das auf den Stationen tätige Personal die Schwierigkeit, die Klassifizierungs- und damit Sortiermerkmale zu beachten, insbesondere gilt das für die ausländischen Hilfskräfte.

Bei Außerachtlassung der Probleme des nichtinfektiösen Mülls wäre zunächst eine Unterscheidung nach infektiösem verbrennbarem und infektiösem nichtverbrennbarem Müll sinnvoll. Das würde bedingen, daß an den Entstehungsorten zweierlei Behäl-

ter für das Sammeln des Mülls bereitstehen müßten. Gleichzeitig müßte mindestens ein weiterer Behälter zur Aufnahme des nichtinfektiösen Mülls aufgestellt werden. Die Praxis hat jedoch ergeben, daß die Aufstellung von 3 verschiedenartigen Behältern schon aus Raumgründen nicht möglich ist, weil die Nebenräume dafür zu klein sind, zum anderen sprechen aber auch die Sortiergewohnheiten des Personals dagegen, das aus Unwissenheit, Zeitmangel oder Gleichgültigkeit die gegebenen Sortierkriterien nicht einhält. Da alle organisatorischen Maßnahmen, wie wiederholte Belehrungen, Kontrollen und Disziplinarmaßnahmen auf die Dauer nicht zum Erfolg führten, wurde beschlossen, auf eine Trennung des infektiösen verbrennbaren und nichtverbrennbaren Mülls zu verzichten und grundsätzlich sämtlichen anfallenden infektiösen Müll der Verbrennung zuzuführen. Diese Lösung ist sicher aus der Sicht der Verbrennung nicht optimal, da die zu verbrennenden Müllmengen auf diese Weise mit einem hohen Anteil unverbrennbarer Bestandteile belastet werden, sie schien jedoch die einzige Möglichkeit, die Hygieneanforderungen zum Schutz von Patienten und Personal durchzuführen.

Die Frage der Auswahl der richtigen und zweckmäßigen Behälter für die Sammlung des Mülls hat im Hause eine längere Zeit und mehrere Versuche gefordert. Die Behältnisse entsprechen heute den Forderungen des Merkblattes 8. Es werden rot eingefärbte Kunststoffsäcke verwandt, die dicht auch gegen hochfeuchten Müll sind, ferner relativ haltbar und im Preis günstig, dazu problemlos in der Verbrennung. Ihr Nachteil ist, daß Glasbruch, scharfkantiges Metall u.a. beim Einfüllen in die Säcke diese zerschneidet, so daß die genannten Müllbestandteile vorher in Kartons oder eine geeignete Hülle gegeben werden müssen.

Die Verwendung von Papiersäcken, auch Kraftpapiersäcken oder Papiersäcke mit Bitumen ausgelegt, hat sich nicht bewährt, weil durch den oft hohen Feuchtigkeitsanteil des infektiösen Mülls (Blut- und sonstige Flüssigkeiten) die Säcke durchweich-

ten. Ihr Vorteil bestand in der höheren Reibfestigkeit gegenüber scharfkantigem Inhalt.

Die Verwendung von Tonnen wurde ebenfalls versucht; brachte jedoch neben dem hohen Kostenaufwand Probleme der Reinigung und Desinfektion der Sammel- und Transportbehälter. Außerdem hätten die Aufzüge der Verbrennungsanlage geändert werden müssen, so daß Versuche mit Mülltonnen wieder aufgegeben wurden.

Der Transport der gefüllten Müllsäcke bereitet im Hause keine Schwierigkeiten. Der Müll wird von Mitarbeitern des Hol- und Bringdienstes von den Stationen bzw. Entstehungsorten abgeholt und auf verschlossenen speziellen Mülltransportwagen zur Verbrennung mit einem Elektrozug gefahren.

Die Transportzeiten des infektiösen Mülls sind so gelegt, daß der Patienten- und Publikumsverkehr nicht gestört wird.

Die Gefährdung des Transportpersonals hat sich erfreulicherweise als gering erwiesen. In 5 Jahren sind bisher außer drei Verletzungen durch unsachgemäßen Abwurf von Kanülen und Skalpellern, die die Kunststoffsäcke durchstießen, keine Komplikationen aufgetreten.

Wenn in den bisherigen Ausführungen der Frage der Klassifizierung, des Sortierens und des Sammelns des Mülls größere Aufmerksamkeit als der Frage der Vernichtung des Müllanfalls geschenkt wurde, so ist das für dieses Klinikum damit zu erklären, daß die erstgenannten Aufgaben in den Verantwortungsbereich der Klinikverwaltung gehören, während die Vernichtung (= Verbrennung) Aufgabe der fachlich und organisatorisch selbständigen Technischen Verwaltung ist. Dennoch muß auch die Klinikverwaltung dem Mengenanfall des infektiösen Mülls sowie seiner Mischung, dem Anteil an unverbrennbaren Bestandteilen sowie der Höhe des Kunststoffanteiles, der z.B. mit 5 % geplant war und derzeit 40 % beträgt, ständig Beachtung

schenken. Sie kann ggf. durch gezielten Einkauf von Verbrauchsmaterial zur Steuerung beitragen.

Zum Mengenproblem mögen einige Zahlen Auskunft geben:

In der Planung war ausgegangen von einem GesamtMüllanfall von 3,8 kg je Tag und Bett, davon wurden 31 % infektiöser Müll veranschlagt, das würde einem Anfall von 1,18 kg je Tag und Bett entsprechen.

Der derzeitige Anfall an infektiösem Müll aus den Kliniken beträgt jedoch zwischen 1,6 und 2,0 kg pro Tag und Bett; das sind rd. 2.000 kg täglich. Dazu kommen aus den nichtklinischen Bereichen rd. 500 kg täglich, so daß sich eine Gesamtmenge von 2.500 kg ergibt. Mit dem Endausbau der Kliniken wird ein Gesamtanfall von 3.300 kg je Tag erwartet.

Berücksichtigt man, daß in diesen Mengen ein Glasanteil von 10 % d.h. von z.Z. rd. 250 kg pro Tag enthalten ist und daß allein der Bereich Dialyse einen Anteil von 40 kg Kunststoff pro Tag erzeugt, so ist erklärlich, daß auch die Klinikverwaltung darauf achten muß, ob und in welchem Umfange sich Gesamtanfallmenge und Anteil von verbrennbarem und nichtverbrennbarem Müll gegeneinander verschieben.

Im Rahmen der zur Verfügung stehenden Zeit sind in diesen Ausführungen die Fragen der Vernichtung flüssigen Infektionsmülls (Abwässer) und der radioaktiven (kontaminierten) Abfälle nicht behandelt worden.

Aus den Erfahrungen von 5 Betriebsjahren dieses Hauses kann gesagt werden, daß der ordnungsgemäßen Vernichtung infektiösen Mülls große Aufmerksamkeit geschenkt wurde und daß trotz aller Schwierigkeiten die gestellten Anforderungen erfüllt werden konnten. Wie aus anderen Referaten dieser Arbeitstagung hervorgeht, bleibt jedoch die Vernichtung infektiösen Mülls durch eine eigene Großverbrennungsanlage wohl nur in Großklinik möglich. Bei Krankenhäusern der unteren

und mittleren Größenordnung wird der hierfür erforderliche technische Aufwand, wie er an einer Universitätsklinik möglich ist, nicht vertretbar und realisierbar sein. M.E. ist hier die Frage der zentralen Verbrennung von infektiösen Abfällen aus Krankenhäusern ernsthaft zu prüfen. Die gegen die Zentralverbrennung vorgebrachten Argumente, insbesondere der Gefährdung von Menschen und Umwelt durch Transportzwischenfälle sollten dabei ernsthaft geprüft aber nicht überbewertet werden. Auch hier werden die Feststellungen des Merkblattes 8 Ziffer 1 zu unterstreichen sein, "daß von Abfällen aus dem medizinischen Bereich bei sachgemäßer Handhabung keine größeren Gefahren ausgehen als von ordnungsgemäß beseitigtem Hausmüll und sonstigen Siedlungsabfällen. Insgesamt sind diese Gefahren als sehr gering einzuschätzen. ...."

Die Untersuchungen und Versuche der Münchener Städt. Krankenhäuser Harlaching und Schwabing, die den in Plastiksäcken gesammelten infektiösen Müll verschlossen in Containern transportieren und dem Heizkraftwerk zur Verbrennung zuführen, könnten hier wichtige Erkenntnisse vermitteln, insbesondere zu der Frage, für welchen Regionalbereich eine zentrale Verbrennung praktikabel und wirtschaftlich ist. Bis zum Vorliegen gesicherter Erkenntnisse werden jedoch für dieses Haus und auch andere Großkliniken die Probleme der Beseitigung infektiösen Mülls noch weitere Anstrengungen zu ihrer Bewältigung erfordern.

Hermann Heyer  
Verwaltungsdirektor  
Medizinische Hochschule Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 9  
3000 Hannover 61

## Planungsgrundlagen für die Müllverbrennungsanlage der MHH und neue Erkenntnisse.

---

von Lothar Pollak, Hannover.

### 1. Einleitung.

Die Planungen für die Müllentsorgung der Medizinischen Hochschule Hannover und damit die Konzeption der Müllvernichtung auf dem Hochschulgelände reichen in das Jahr 1965 zurück, dem Zeitpunkt des Baubeginns der Zentral-klinik der MHH. Wie bei vielen Programmstellungen und Planungsgrundlagen für diese Hochschule, die in der Bundesrepublik Modellcharakter hat, konnte auch auf dem Gebiet moderner Müllentsorgung auf Erfahrungen anderer Uni-versitätsneubauten nicht zurückgegriffen werden, weil es vergleichbare Objekte ähnlicher Grössenordnung als Neugründung zum damaligen Zeitpunkt nicht gab. Auch erbrachte ein Vergleich mit vorhandenen Grosskliniken nur bedingt befriedigende Werte, weil in einer Hochschule, in der ausser der Patientenversorgung vorrangig Lehre und Forschung betrieben wird, spezielle Grundlagen die Planung bestimmen.

### 2. Planungsgrundlagen der vorhandenen Verbrennungsanlage.

Im September 1968 waren die Planungen soweit abgeschlossen, dass für die Müllverbrennungsanlage ein Ideenwettbewerb ausgeschrieben werden konnte. Da-nach sollten in der Verbrennungsanlage vernichtet werden:

1. der pathologische Müll aus dem gesamten Bereich der MHH,
2. Tierkadaver aus dem Zentralen Tierlabor,
3. Tiereinstreu aus dem Zentralen Tierlabor.

Der anfallende Hausmüll und insbesondere das Verpackungsmaterial aus Ein-kauf und Anlieferungen sollten der städtischen Mülldeponie zugeführt werden und blieben demnach für die Kapazitätsbestimmung der Verbrennungsanlage unberücksichtigt.

Die Grösse der Verbrennungsanlage war auf eine Gesamtbettenzahl von 1.800 auszuliegen.

Hiernach ergab sich eine anfallende Müllmenge / Tag, die aus Vergleichen mit Grosskrankenhäusern abgeleitet wurde zu:

1. pathologischer Müll und Tierkadaver	2 000 kg/Tag
2. Tiereinstreu	8 cbm/Tag

Die Anlage war so zu konzipieren, dass eine Betriebszeit von 5 Stunden / Tag nicht überschritten werden sollte. Sie sollte aus zwei Öfen bestehen mit nachgeschalteten Wärmetauschern zur Verwertung der freiverdenden Energie.

Als weitere Planungsgrundlagen wurden den Wettbewerbsteilnehmern nachstehende Angaben bekanntgegeben:

#### Beschickung

##### 1) path. Müll und Tierkadaver

Die Müllanfuhr erfolgt in 15 Müllwagen pro Tag. Der Inhalt der Wagen sowie der Kunstsacksäcke, in denen der Müll angefahren wird, ist noch unbekannt. Die maximal mögliche Sackabmessung ist anzugeben.

Die Wagen kommen auf der Ebene 02 an und müssen dort direkt in die Beschickungseinrichtung des Ofens entladen werden. Etwas oberhalb des VerbrennungsOfens erforderliche Lagerflächen sind vorzusehen.

Die Beschickung des VerbrennungsOfens erfolgt über ein automatisches Beschickungsprogramm unter Verwendung von Transportbändern, Hubwagen oder dergl.. Der Aufgabetrichter ist mit einer Schleusen-aufgabe zu versehen.

##### 2) Tiereinstreu

Auf pneumatischem Weg erfolgt die programmgesteuerte Beschickung des Ofens ab vorhandenem Lagerbehälter. Eine gleichzeitige Aufgabe von verseuchtem Tiereinstreu, Kot und dergl. in Plastiksäcken muss möglich sein.

Die Förderung ab Lagerbehälter ist einschl. des entsprechenden Verschlusses am Lagerbehälter mit anzubieten.

#### Entstaubung

Die in den Wärmetauschern bzw. durch Kaltluft abgekühlten Rauchgase werden für jede Anlage getrennt, mit einem Reingas-Staubgehalt von

max.  $150 \text{ mg/Nm}^3$  (VDI 2301), über entsprechende Entstaubungsanlagen den erforderlichen Schornsteinzügen zugeführt.

#### Entaschung

Die Entaschung hat grundsätzlich luftdicht abgeschlossen zu erfolgen. Sämtliche anfallende Asche ist in Mülltonnen von 110 l Inhalt aufzufangen. Der Abtransport der Mülltonnen geschieht auf der Ebene O2.

Eventuelle Vertiefungen unter den Verbrennungsöfen und den Entstaubern um ca. 1,5 m sind möglich. Dadurch benötigte zusätzliche Hubeinrichtungen sowie 15 Mülltonnen a. 110 l Inhalt sind mit anzubieten.

#### Schornstein

Die Schornsteinhöhe über Ebene O2 beträgt ca. 43 m. Die getrennten Schornsteinsüge werden in Plewa oder als Schiedel-Rundschornstein ausgeführt.

Die Rauchgasanlagen sind anzugeben.

#### Brennstoff

Als Heizmedium steht z.Zt. Stadtgas mit einem unteren Heizwert  $H_u = 4\ 000 \text{ kcal/m}^3$  zur Verfügung.

Die notwendigen Armaturen, Zwischenstücke usw. der Gasregelgruppe ab Absperrventil sind einzeln mit Preisangabe anzubieten.

Der Fließdruck am Absperrventil ist 400 - 450 mmWS.

Die spätere Verwendung von Erdgas mit  $H_u = 7\ 500 \text{ kcal/m}^3$  bei gleichem Druck muss möglich sein.

#### Strom

Drehstrom 220/380 V.

Schaltung der Motore ab 5 kW in Stern dreieck.

Als Bedingungen der Genehmigungsurkunde des Ordnungsamtes für den Betrieb der Anlage waren nachstehende Forderungen zu erfüllen:

1. Der Staubgehalt der Abgasfahne darf an der Schornsteinmündung  $200 \text{ mg/Nm}^3$ , bezogen auf einen  $\text{CO}_2$ -Gehalt von 7 %, nicht überschreiten.

2. Der Schwärzungsgrad der Rauchfahne aus dem Abgaskamin darf im Dauerbetrieb den Wert Nr. 2 der Ringelmann-Skala nicht überschreiten.
3. Sowohl in der Hauptbrennkammer als auch in der Nachbrennkammer ist eine Mindesttemperatur von 900° C ständig zu gewährleisten. Die Füllschleusen sind elektrisch so zu verriegeln, dass eine Befüllung nur dann möglich ist, wenn 900° C in den Kammern erreicht sind.

Zur Ausführung gelangte eine Anlage bestehend aus zwei Öfen mit einer Soll-Leistung von je 500 kg/h, wobei die anteiligen Kunststoffabfälle " 5 % durchmischt" betragen durften.

### 3. Kritik der Planungsvorgaben.

Bei allen genannten Planungsvorgaben und -grundlagen fehlten leider genaue Angaben über die Müllstruktur, die im Hochschulbereich anfallen würde. Niemand konnte damals voraussehen, dass der Anteil der Kunststoffabfälle viel zu gering angesetzt war. Gerade auf dem Gebiet der Kunststoffe haben diese Erzeugnisse in den letzten Jahren auch für die Medizin gewaltig Marktanteile gewonnen. Die Menge der zu vernichtenden Kunststoffe im infektiösen Müll erreicht gegenwärtig nach einer sehr genauen Erhebung in der MHH rd. 40 %. Hinzu kommt, dass die Forderung einer guten "Durchmischung" der Kunststoffe mit anderem brennbarem Müll praktisch nicht erfüllt werden kann. Auch blieb der in den infektiös/pathologischen Müll einfließende Anteil von unbrennbarem Müll (Glas, Metalle) bei den Planungsvorgaben unberücksichtigt. Man setzte hier eine Aussortierung voraus, zu der es jedoch aus innerbetrieblich-organisatorischen Gründen nicht kam. Tatsächlich beträgt der Glasanteil etwa 10 % Gewichtsanteil der Sackmüllmenge.

### 4. Erkenntnisse aus dem Betrieb.

Aus den Erfahrungen mit der Müllverbrennungsanlage der MHH ergeben sich Erkenntnisse, die für Neuprojektierungen oder Sanierungen von Verbrennungsanlagen repräsentativ sein können. Sie bestehen als Planungsgrundlagen in:

1. Größen über den voraussichtlich zukünftigen Verbrennungs-Müllanfall;

2. Kunststoffanteile im Verbrennungsmüll;
3. Tierkadaver und Körperorgan-Mengen, sowie Tiereinstreu-Vernichtung.

#### 4.1 Verbrennungs-Müllfall.

Sehr genaue Erhebungen über den in der MHH anfallenden infektiös/pathologischen Müll zu Beginn dieses Jahres haben nicht erwartete Ergebnisse erbracht. Bei einer Belegung von 1.336 Betten fielen als Sackmüllmenge 2 000 kg infektiös/pathologischer Müll pro Tag zur Verbrennung an. Hiernach ergeben sich für die MHH folgende Planungsgrundlagen für die anstehende Sanierung der Verbrennungsanlage.

##### Bettensahl

a) zur Zeit der Erhebung:	1.336	=	68 %
b) der im Bau befindlichen Kliniken:	150	=	8 %
c) geplanter Gebäude:	476	=	24 %
Endausbau:		1.962	= 100 %

##### Pathologischer Müll

a) gemessene Menge zum Zeitpunkt der Erhebung:	2.000 kg / Tag
b) erwartet für die im Bau befindlichen Kliniken:	250 kg / Tag
zusätzlich durch Neubau der Theoretischen Institute II mit Rechtsmedizin:	250 kg / Tag
c) erwartet für die noch geplanten Kliniken:	750 kg / Tag
Endausbau: 3.250 kg / Tag	

Dieser Wert entspricht dem eines zu vernichtenden Sackmüllfalls von 1,65 kg / Tag und Bett an infektiös/pathologischem Müll unter der Voraussetzung gleichbleibender Tendenz im Verbrauch der Hochschule.

#### 4.2 Kunststoffanteile im Verbrennungsmüll

Der im Verbrennungsmüll anfallende Kunststoffanteil konnte bei der Erhebung nicht an der Verbrennungsanlage ermittelt werden. Da aus hygienischen

Gründen die gefüllten Müllsäcke vor der Verbrennung auch nicht geöffnet werden durften, erfolgte die Ermittlung über die Ausgabelisten des Medizinischen Zentrallagers der MHH.

Danach wurden zum Zeitpunkt der Erhebung an die verschiedenen Klinik- und Institutsbereiche Artikel ausgegeben, die nach Gebrauch der Verbrennung wieder zugeführt werden und in die Gruppe der Kunststoffe einzuordnen sind, in einer Grössenordnung von

13.500 kg/Monat.

Bezogen auf 20 Verbrennungstage / Monat ergibt sich hieraus ein durchschnittlicher Gesamtkunststoff-Anfall von rd. 675 kg/Tag.

Bei einer täglich anfallenden Sackmüll-Menge von rd. 2.000 kg/Tag entspricht dieser Kunststoffanteil einem Durchschnittswert von 34 %. Dieser Wert muss, weil es sich nur um einen mittleren Durchschnittswert handelt, auf 40 % erhöht werden. Zudem werden Kunststoffe der Verbrennung zugeführt, die nicht über das Zentrallager abgegeben werden.

Für die technische Auslegung einer Müllverbrennungsanlage genügt der oben genannte korrigierte Durchschnittswert nicht, denn hier interessiert der stündliche Spitzenwert. Dieser Spitzenwert ist grösser anzusetzen, als der mittlere Durchschnittswert. Er ist um rd. 75 % erhöht, wenn die tatsächlichen betrieblichen Gegebenheiten berücksichtigt werden sollen. Dieses führt zu folgenden Feststellungen:

- der Anfall der zu verbrennenden Kunststoffartikel in den verschiedenen medizin. Fachbereichen und einzelnen Institutsabteilungen ist mengenmässig keinesfalls gleichmässig, sondern es bestehen in dieser Beziehung ausgesprochene Schwerpunktbereiche, u.a. Zentrallabor, Dialysebereiche, Op-Abteilung, Intensivpflege, Forschungsinstitute, Nuklearmedizin usw.
- die zu verbrennenden Kunststoffartikelmengen fallen in zeitlicher Folge nicht stetig oder kontinuierlich, sondern besonders in den verschiedenen Schwerpunktbereichen zeitweise schlag- oder stossartig und dadurch in z.T. sehr hoher Sackkonzentration an. Stichpunktartige Prüfungen einzelner Säcke ergaben einen Kunststoffinhalt von 80 - 100 %!

- die in der MVA vom zentralen Hol- und Bringedienst in Wagenzügen angelieferten Müllcontainer und deren roter Sackinhalt sind bisher nicht gekennzeichnet, aus welchen speziellen Klinik- oder Institutsbereichen sie im einzelnen kommen.

Daher verfügt das Personal der MVA über keine Möglichkeiten, besondere Problemmüllarten (insbesondere hohe Kunststoff- und Glaskonzentrationen) in den Säcken zu erkennen und vor der Beschickung in die Öfen durch eventl. Verteilung auf andere Container etwas gleichmäßiger zu "mischen".

Aus diesen Erkenntnissen errechnet sich der Kunststoff-Anteil an der Sackmüllmenge bei Endausbau der MHH mit 1.962 Betten und einem Sackmüllanfall von 3.250 kg/Tag:

Mittlerer Durchschnittswert 40 % = 1.300 kg / Tag  
Stündlicher Spitzenwert bei  
10 Stunden Brennzeit (1,75 fach) = 225 kg / Std.

Da jedoch der Verbrauch von Kunststoffserzeugnissen noch ansteigen dürfte, sollte der mittlere Durchschnittswert statt mit 40 % besser mit 50 % angesetzt werden.

#### 4.3 Tierkadaver-, Tiereinstreu- und Körperorgan-Mengen.

Aus den Bereichen der Versuchstierhaltung erbrachten die Erhebungen folgende Werte:

##### Tierlabor

Kleintiere 100 kg / Tag

Großtiere 140 kg / Tag

---

240 kg / Tag

künftige Zunahme 40 kg / Tag

---

280 kg / Tag

##### Radiologie

Kleintiere 25 kg / Tag

künftige Zunahme 5 kg / Tag

---

30 kg / Tag

Übertrag:	310 kg/Tag
<u>Theoretische Institute</u>	
Pathologie	250 kg/Tag
Rechtsmedizin	50 kg/Tag
Experimentelle Chirurgie	75 kg/Tag
<u>Frauenklinik</u>	100 kg/Tag
Zusammen	<hr/> 785 kg/Tag
Spitzenwert:	<hr/> 800 kg/Tag
<u>Tiereinstreuungen</u>	
Gemessene Menge	375 kg/Tag
künftige Zunahme 20 %	75 kg/Tag
Gesamtanfall	<hr/> 450 kg/Tag
davon	
Trockenes Streumaterial	32 %
Nasses Streumaterial	64 %
Hühnerkot	4 %

5. Zusammenfassung.

Aus den Ergebnissen der Erhebungen vor Ort und erforderlichen Hochrechnungen ergibt sich bei einer Verbrennungszeit von täglich 10 Stunden im Zweischichtenbetrieb für den Endausbau der MHH mit 1.962 Betten eine erforderliche Ofenleistung für :

Infektiös/pathologischer Sackmüll rot + gelb	ca. 325 kg/Std.
Davon Kunststoffanteil im mttl. Durchschnitt (50 %) = 165 kg/Std. im Spitzenanfall (85 %) = 275 kg/Std.	
Tierkadaver und Körperorgane	ca. 80 kg/Std.
Tiereinstreu	ca. 45 kg/Std.
Voraussichtliche erforderliche Ofenleistung:	<hr/> ca. 450 kg/Std. <hr/>

Aus den ermittelten Werten lässt sich die Erkenntnis ableiten, dass bislang bei allen Planungsvorgaben der Kunststoffanteil im infektiös/ pathologischen Müll zu gering angesetzt wurde. Es ist insbesondere der Kunststoff, der durch seine sehr hohen Verbrennungstemperaturen den Betreibern von Verbrennungsanlagen Schwierigkeiten bereitet. Wie dieses Problem gelöst werden kann, ist als Fragestellung an die Vertreter der einschlägigen Industrie bei dieser Tagung zu richten.

Dipl.-Ing. Lothar Pollek  
Baudirektor  
Dezernat für Bauaufgaben der MHE  
Bissendorfer Str. 9

3000 Hannover 61

Betriebserfahrungen mit der Abfall-Verbrennungsanlage der Medizinischen Hochschule Hannover.

---

von W. Wawra, Hannover

Die Abfallverbrennungsanlage besteht aus zwei Öfen mit nachgeschaltetem Kessel zur Wärmeausnutzung. Jeder Ofen ist als Zweikammerofen mit Stufenrost und Schürvorrichtung ausgerüstet und besitzt für schwer verbrennbare Stoffe (Tierkadaver, pathologische Abfälle) eine rostlose Schamotteplattenform. Die Beschickung der Öfen für den normalen Müll erfolgt durch Aufzüge in Zwischenbunkern. Von hier wird der Abfall mittels eines Schiebers auf den Rost geschoben. Die Tierkadaver werden über eine separate Schleuse manuell aufgegeben. Die Haupt- und Nachverbrennungskammern sind mit Erdgasbrennern versehen. Die Entstaubungsanlage ist mit Zyklonen ausgerüstet.

Der Hersteller hat folgende technische Daten pro Ofen angegeben:

Verbrennungsleistung: ca.  $10 \text{ m}^3 = 450 - 500 \text{ kg/h}$ , bezogen auf Papierabfälle mit einem Heizwert von  $2000 - 2500 \text{ kcal/kg}$  und einer Wärmeleistung von  $1.000.000 \text{ kcal/h}$ .

Die Öfen sind vorgesehen für Abfälle: Papier, Tiereinstreu, Kadaverteile, 5 % Kunststoffabfälle gut durchmischt mit den anderen Abfällen und pathologischem Müll.

Abgasmenge am Schornsteineintritt  $3800 \text{ Nm}^3/\text{h}$ .

Abgastemperatur  $300^\circ\text{C}$ .

Entsprechend der Genehmigungsurkunde sind die Anlagen weiterhin für folgende Angaben vorzusehen:

Der Staubgehalt der Abgasfahne darf an der Schornsteinmündung  $200 \text{ mg/Nm}^3$ , bezogen auf einen  $\text{CO}_2$ -Gehalt von 7 %, nicht überschreiten.

Der Schwärzungsgrad der Rauchfahne aus dem Abgaskamin darf

im Dauerbetrieb den Wert von Nr. 2 der Ringelmann-Skala nicht überschreiten.

Es ist sicherzustellen, daß in der Nachverbrennungskammer mindestens 900°C herrschen.

Im Frühjahr 1971 wurde die Abfallverbrennungsanlage von der Herstellerfirma zur Verbrennung freigegeben.

Eine einwandfreie Funktionsprüfung durch die Technische Verwaltung der Medizinischen Hochschule war zu diesem Zeitpunkt noch nicht möglich, da das Krankenhaus noch nicht in Betrieb war und somit noch keine entsprechenden Abfälle anfielen. Die ersten Brennversuche wurden nur mit normalem Hausmüll durchgeführt.

Mit steigender Patientenzahl im Krankenhaus und der Inbetriebnahme der Wissenschaftlichen Institute wurden der Verbrennungsanlage auch immer mehr entsprechende infektiöse Abfälle zugeführt. Bei der Verbrennung dieser Abfälle traten erhebliche Schwierigkeiten auf:

Im Universitätsklinikbetrieb ist es nicht möglich, die Abfälle in den einzelnen Bereichen einwandfrei zu sortieren. In den Abfällen befinden sich daher auch unverbrennbare Fremdkörper wie Glas und Metallteile. Außerdem beträgt der Kunststoffanteil rd. 40 % des Müllanfalls. Bei dem vorhandenen festen Rostsystem mit geringem Rostabstand, treten hierdurch Verstopfungen auf. Durch diese Verstopfungen der Roste wird die Zufuhr von Unterwind und Sekundärluft zum Verbrennungsgut verhindert. Hierdurch fehlt der notwendige Sauerstoff für die weitere Verbrennung. Es bildet sich ein Kuchen aus Asche, Schlacke, unverbranntem Kunststoff, zersprungenem Glas und Metallteilen auf der Roste, der nach 4 - 5 Std. Verbrennungszeit in noch heißem Zustand manuell beseitigt werden muß.

Die Verbrennungsleistung von ca. 500 kg/h wird bei weitem nicht erreicht.

Beim Verbrennen von Tierkadavern und pathologischen Abfällen

auf der rostlosen Schamotteplattform staut sich die Hitze unter dem Füllschacht. Außer den zuvor genannten Nachteilen im Verbrennungssystem wurden weitere Mängel festgestellt:

Durch die relativ hohen Temperaturen in der Hauptbrennkammer wird die Zusatzfeuerung automatisch abgeschaltet. Hierdurch erfolgt in der Nachbrennkammer ein ungenügender Ausbrand der Staubteile. Die Nachbrennkammer hat außerdem ein zu kleines Volumen und einen zu kleinen Querschnitt. Die Folgen hiervon sind eine zu hohe Gasgeschwindigkeit, eine zu geringe Verweilzeit und damit auch ein ungenügender Ausbrand. Die Reparaturanfälligkeit an der Ausmauerung und Eisenamierung der Öfen ist sehr groß. Es wird nur mit einem Ofen verbrannt. Der 2. Ofen wird entweder repariert oder muß zur Reserve bereitstehen.

Die Entaschungsanlage für die Verbrennungsöfen besteht aus einem blechverkleideten Kettenförderband, das unter den Rosten montiert ist. Voraussetzung war hierbei, daß durch die festen Rosten eine sehr feinkörnige Asche gewonnen wird, die mit der Aschenförderungsanlage gut zu beseitigen ist. In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, daß in dem Müll auch Metallteile wie Scheren, Skalpelle und ähnl. vorhanden sind. Diese Metallteile fallen durch die Roste hindurch und blockieren die Asche-Transporteinrichtung. Hierdurch sprechen die zur mechanischen Sicherung der Anlage eingebauten Scherbolzen an und setzen die Anlage außer Betrieb.

Im Juni 1972 wurden im Auftrage des Herstellers, von dem Technischen Überwachungsverein Hannover, Flugstaubmessungen an der Abfall-Verbrennungsanlage durchgeführt. Es wurde festgestellt, daß der Staubgehalt an der Schornsteinmündung im Mittel  $800 \text{ mg/Nm}^3$ , bezogen auf ein  $\text{CO}_2$ -Gehalt von 7 %, betrug.

Die Schwärzung der Rauchfahne war während des Beschickens des Ofens stoßweise über dem Wert III der Ringelmann-Skala.

Nach 2-jähriger Betriebszeit der Verbrennungsanlage mußten

Die Schornsteine gründlich überholt werden. Die Schornsteine bestehen aus dem Innenrohr, der Isolierung und dem Mantelstein. Durch das Fehlen von Dehnungsfugen sind die Innenrohre zum Teil zerstört. Die Isolierung ist durch die Risse durchgerieselt und hat die Schornsteine verstopft. Die Instandsetzungsarbeiten an den Schornsteinen nahmen mehrere Wochen in Anspruch. Während dieser Zeit stand jeweils nur ein Ofen zur Verfügung. Bei der Störanfälligkeit der Müllverbrennungsanlage mußte der Ofen zeitweise am Wochenende wieder repariert werden, um die Müllbeseitigung sicherzustellen.

Die Arbeitsplatzbedingungen in der Müllverbrennungsanlage sind durch mehrere Faktoren unzureichend. Die Mitarbeiter beschwerten sich über erhebliche Rauch-, Geruchs- u. Hitzebelästigungen. Von dem Institut für Arbeitsmedizin, wurde ein deutlich über dem Mak-Wert liegender Kohlenmonoxyd-Gehalt festgestellt. Die direkt zur Feuerwehr durchgeschalteten Ionisations-Feuermelder haben mehrfach infolge der Rauch- u. Hitzeentwicklung angesprochen. Der unmittelbare Einsatz der Feuerwehr erfolgte hierdurch, ohne das eine direkte Gefahr bestand. Die Rauch- u. Hitzeentwicklung ist auf die bereits genannte manuelle Beseitigung der Aschenrückstände von der Roste, in noch heißem Zustand, zurückzuführen.

Die Geruchsbelästigung hat zwei Ursachen. Die Müllverbrennungsanlage ist in den Gebäuden für das zentrale Tierhaus untergebracht. Als Zuluft für die Müllverbrennungsanlage wird die Abluft aus dem Futterspeicher und der Lüftungszentrale verwandt.

Eine weitere erhebliche Geruchs- u. Rauchbelästigung entsteht bei dem manuellen Beschicken der Öfen mit Formalin getränkten Tierkadavern und pathologischen Abfällen. Das Formalin verdampft auf dem heißen Boden der Einfüllschleuse. Eine Beschickung der Öfen mit Tierkadavern ist z. Zt. nur durch Tragen einer Gasmaske möglich.

Die aufgezählten Mängel sollen eine Übersicht über die anstehenden Probleme in Müllverbrennungsanlagen in Krankenhäusern geben. Hierdurch sollen dem Planer für den Neubau oder Umbau von Müllverbrennungsanlagen nützliche Anregungen gegeben werden.

In der Medizinischen Hochschule Hannover wird z.Zt. der Umbau der Müllverbrennungsanlagen geplant. Hierbei müssen gegenüber der alten Anlage auch die wesentlich verschärften Bedingungen zur Reinhaltung der Luft (TA-Luft) berücksichtigt werden.

Nach dem Endausbau der Medizinischen Hochschule wird folgender Verbrennungs-Müllanfall erwartet:

Bei insgesamt 1962 Betten = 3250 kg/Tag. Dieser Wert entspricht einer spezifischen infektiös/pathologischen Sackmüllmenge von 1,65 kg/Tag und Bett. Der Kunststoffanteil hiervon wird auf 40 % = 1.300 kg/Tag geschätzt.

Aus dem Tierlabor, der Rechtsmedizin und der Pathologie werden folgende Mengen an Tierkadavern u. Körperorganen zusätzlich erwartet:

Tierlabor: Klein- und Großtiere 300 kg/Tag  
Rechtsmedizin und Pathologie: 475 kg/Tag.

Werner Wawra  
Technische Verwaltung der MHH  
Karl-Wiechert-Allee 9  
Postfach 610180  
3000 Hannover 61

Verbesserung vorhandener Verbrennungsanlagen für infektiöse Abfälle unter Berücksichtigung der gültigen Vorschriften

von H.-J. Giese, Bergisch Gladbach

Nach welchen Vorschriften Neuanlagen gebaut werden müssen und welche Anforderungen diese an die Hygiene und den Umweltschutz zu erfüllen haben, enthält die DIN 58 990 "Verbrennungsanlagen für Abfälle aus Kliniken, sonstigen Einrichtungen des Gesundheitswesens und Arztpraxen".

Da nicht mehr so viele neue Krankenhäuser gebaut werden wie bisher, aber eine sehr große Zahl vorhandener Verbrennungsanlagen in Krankenhäusern unbefriedigend arbeitet, empfiehlt sich folgendes Vorgehen:

- Analyse des Ist-Zustandes
- Analyse des Soll-Zustandes früher und heute
- Erarbeitung der möglichen Verbesserungen

#### Die Analyse des Ist-Zustandes

muß eine Untersuchung mindestens folgender Kriterien enthalten:

##### 1) Betriebstüchtigkeit:

Funktioniert die Anlage überhaupt?  
Arbeitet sie zuverlässig?  
Ist sie sehr reparaturanfällig?

##### 2) Unfallsicherheit:

Ist das Personal ausreichend geschützt?

##### 3) Hygiene:

Ist eine Keimverschleppung im Hause oder aus dem Hause heraus möglich?

##### 4) Schornsteinauswurf:

Werden bei den Schornsteinabgasen Rauch, Ruß oder Geruch festgestellt?

##### 5) Durchsatzleistung:

Kann die täglich zu verbrennende Abfallmenge in einer angemessenen Zeit beseitigt werden?

##### 6) Bedienungsaufwand:

Steht der für die Anlagenbedienung nötige Zeitaufwand in einem angemessenen Verhältnis zur erbrachten Leistung?

Die Reihenfolge dieser 6 Punkte kennzeichnet zugleich auch ihre Wertigkeit und die Reihenfolge des zweckmäßigsten Vorgehens bei der Analyse des Ist-Zustandes.

Selbstverständlich sind wir uns alle darüber klar, daß - wie bei jeder maschinentechnischen Anlage - die einwandfreie Gesamtfunktion vom Zusammenwirken vieler Einzelelemente abhängt.

Diese Bestandsaufnahme wird eine ziemlich genaue Antwort geben auf die Frage:

a) Was ist unbefriedigend?

Die daran anzuschließenden Fragen lauten:

b) Welche Verbesserungen sind aufgrund der gültigen Vorschriften unbedingt notwendig?

c) Was ist darüber hinaus wünschenswert?

d) Welche Verbesserungen sind praktisch durchführbar?

Die letzte Frage vor dem Füllen einer Entscheidung wird dann lauten:

e) Wie ist das durch die Verbesserung erreichbare Endergebnis bezogen auf die Gegenwart und die überschaubare Zukunft - und welche Unternehmergarantien werden gegeben?

Und damit wollen wir die etwas theoretischen Anfangsüberlegungen beenden und das Thema mehr von der Praxis her betrachten.

#### Was ist unbefriedigend?

Die in der Praxis am meisten auftretenden Beanstandungen und möglichen Ursachen sind

- Austreten von Gasen aus dem Füllschacht:

zu geringer Unterdruck im Brennraum,

zu kleiner Brennraum

Überfüllung des Brennraumes

- zu hohe Abgastemperatur:

zu kleine Brennkammern und/oder zu kleiner Abgasventilator

- Ruß in den Schornsteinabgasen:

zu kleine Brennkammern, zu geringe Verweilzeit der Gase in der heißen Zone, Luftmangel,

zu niedrige Nachverbrennungstemperatur

- zu hohe Staubemission:  
zu kleine Brennkammern, schlechter Staubabscheider
- zu viel Unverbranntes in der Asche:  
zu kleiner Brennraum, kleiner oder ungünstiger Rost,  
fehlender Sauerstoff im Brennstoffbett,  
kein mechanisches Schüren oder Umwälzen des heterogenen  
Abfallgutes bei kontinuierlicher Verbrennung und bei etwas  
größeren Durchsatzleistungen

Aufgrund der gültigen Bestimmungen müssen alle diese Mängel beseitigt werden.

Damit kommen wir zum wichtigsten Abschnitt, zur  
Problemlösung.

Alle vorangegangenen 5 Punkte mit den meistvorkommenden Beanstandungen enthielten als eine der möglichen Ursachen eine zu kleine Kammergröße.

Rostbauart und Größe, Brennraumgestaltung und Größe, Nachverbrennungskammer in Form und Größe bilden in Verbindung mit der Luftführung eine funktionstechnische Einheit.

Viele Verbrennungsanlagen sind zu klein, um die in sie gesetzten Erwartungen zu erfüllen; manche waren von vorneherein zu klein, bei anderen sind die Abfallmengen gestiegen, und fast in jedem Fall ist im Laufe der Zeit durch einen höheren Kunststoffanteil der Heizwert gestiegen.

In diesen Fällen gibt es nur 2 Möglichkeiten:  
entweder die stündliche Durchsatzleistung senken oder die Brennkammern vergrößern.

Die "Verweilzeit" hat in diesem Zusammenhang eine besondere Bedeutung. Sie ist die Strömungszeit der Verbrennungsgase durch die heiße Zone von mindestens 800 °C. In der TA Luft wird die Verweilzeit mit mindestens 0,3 s gefordert. Da dieser Wert jedoch mehr für Großanlagen bestimmt ist, enthält die VDI-Richtlinie 2301 für Anlagen bis 750 kg/h als empfohlenen Wert 0,5 bis 1 s. Ob der Wert 1 s in der Praxis ausreicht, hängt in hohem Maße von der Anlagenkonstruktion und dem

Kunststoffgehalt der Abfälle ab.

Dem Staubabscheider kommt nicht die Bedeutung zu, die ihm meist beigemessen wird. Ein auf dem Zentrifugalprinzip beruhender Trockenabscheider in neuzeitlicher Hochleistungsausführung wird dann genügen, wenn die Abfallverbrennungsanlage davor günstige Voraussetzungen besitzt.

Es kann an dieser Stelle festgestellt werden, daß bei INCITHERM-Abfallverbrennungsanlagen mit Fliehkraftabscheidern Mittelwerte einer Maßreihe bis  $8,4 \text{ mg/Km}^3$  bezogen auf 17  $\text{t O}_2$  erreicht wurden und daß der Mittelwert von 17 Krankenhaus-Abfallverbrennungsanlagen in der letzten Zeit bei ca.  $40 \text{ mg/Nm}^3$  lag. Diese Werte können auch durch Sanierung alter Anlagen erreicht werden.

Von besonderer Wichtigkeit sind ein ausreichend großer Abgasventilator und ein ausreichender Schornsteinquerschnitt.

Da sich der Schornsteinquerschnitt meist nachträglich nicht mehr vergrößern läßt, bietet sich als Abhilfe die indirekte Abgaskühlung mit gleichzeitiger Wärmenutzung an. Diese Wärmenutzung ist bei INCITHERM-Abfallverbrennungsanlagen ohnehin seit 15 Jahren ein bewährtes Verfahren mit zugleich technischen und wirtschaftlichen Vorteilen.

Der technische Vorteil der Wärmenutzung liegt vor allem in der viel geringeren Abgasmenge mit einer ganzen Reihe positiver Einzelauswirkungen. Wegen dieser technischen Vorteile ist bei der Sanierung mancher überlasteten Abfallverbrennungsanlage der nachträgliche Einbau einer Wärmenutzung unumgänglich.

Hinzu kommt selbstverständlich stets der wirtschaftliche Vorteil der Wärmenutzung, wodurch die Wärme nicht zum Schornstein hinausgeht, sondern durch Nutzung zur Heizung oder Dampferzeugung viel Öl erspart.

Die Rostausführung nach DIN 58 990

Ein Bauteil muß bei der Sanierung von Altanlagen noch angesprochen werden: der Rost.

Wenn eine Abfallverbrennungsanlage durch Umbau verbessert

wird, sollte auch der Rost auf den heutigen Stand der Technik gebracht werden, sowohl in seiner Leistung als auch in seiner hygienischen Funktion.

Es darf nichts durch den Rost hindurchfließen oder hindurchtropfen und es darf nichts Unverbranntes hindurchfallen können. Außerdem muß eine staubfreie Entaschung in DIN-Behälter möglich sein.

Diese Forderungen hinsichtlich der Rostausführung und der staubfreien Behälterentaschung sind mitunter nur schwierig zu erfüllen, sind aber aus hygienischen Gründen unabdingbar.

### Zusammenfassung

Fast alle Abfallverbrennungsanlagen in Krankenhäusern, die unbefriedigend arbeiten, lassen sich verbessern. Da die Verbesserung natürlich Geld kostet, müssen Kosten und Nutzen gegenübergestellt werden. Jedoch zunächst gilt es

- eine Analyse des Ist-Zustandes vorzunehmen
- diesen den Soll-Zustand gegenüberzustellen und
- schließlich die möglichen Verbesserungen zu erarbeiten.

Die technische Erarbeitung der Verbesserungsmöglichkeiten ist meistens durch folgendes Vorgehen möglich:

1. Ändern der Beschickung, falls diese unfallträchtig ist
2. Ändern des Rostes unter dem Gesichtspunkt der Leistung und der Hygiene
3. Überprüfen der Entaschung
4. Vergrößern der Brennkammern, falls erforderlich
5. Austausch des Staubabscheiders, falls dieser technisch überholt ist
6. Austausch des Abgasgebläses, falls dieses zu klein ist
7. Umbau der Anlage auf Wärmenutzung, falls technische und/oder wirtschaftliche Gesichtspunkte dafürsprechen.

Selbstverständlich wird die Durcharbeitung nach diesem 7-Punkte-Programm oft nicht erschöpfend genug sein, und in keinem Fall wird die Verbesserung gemäß einem der sieben Punkte ausreichen.

Entscheidend für den Erfolg ist immer die Beurteilung einer vorhandenen Anlage aus technischer Gesamtschau und die

Verbesserung dieser Anlage durch alle die Maßnahmen, die ein technisch harmonisches Zusammenwirken verursachen.

Auf einen Punkt möchte ich noch besonders hinweisen:

Der Bau von Abfallverbrennungsanlagen ist Anlagenbau, besonders wenn es sich um eine weitgehend automatisch arbeitende Anlage handelt. Die Entwicklung auf diesem Spezialgebiet ist in Deutschland seit über 15 Jahren in Gang und hat bis heute eine beachtliche technische Reife erlangt, z.B. mit Vollautomation im Betrieb und Staubemissionen von  $8 \text{ mg/Nm}^3$ .

Eine serienmäßig zu fertigende Normausführung ist bei dem heterogenen Material "Abfall" und bei unterschiedlichen Raumverhältnissen am Aufstellungsort leider nicht möglich.

#### Literatur

- (1) DIN 58990: Verbrennungsanlagen für Abfälle aus Kliniken, sonstigen Einrichtungen des Gesundheitswesens und Arztpraxen. Begriffe, Anforderungen. Febr. 1975
- (2) Richtlinie VDI 2301: Auswurfbegrenzung. Abfallverbrennungsanlagen, Durchsatz bis 750 kg/h. Nov. 1975
- (3) Giese, H.J.: Verbrennungsanlagen für Medizinabfälle. Wasser, Luft und Betrieb 19 (1975) Nr. 4, Seite 171/173
- (4) VDMA-Einheitsblatt 24203: Abfallverbrennungsanlagen
- (5) Selbach, H.J.: Abfallverbrennungsanlagen nach dem VDMA-Einheitsblatt 24203
- (6) Giese, H.J.: Verbrennungsanlagen für Klinikabfälle. U - das technische Umweltmagazin Heft 2/April 1975
- (7) Giese, H.J.: Entscheidungshilfen für die Planung von Abfallverbrennungsanlagen in Krankenhäusern. Das Krankenhaus Heft 8/1975
- (8) Giese, H.J.: Die Wirtschaftlichkeit mittelgroßer Abfallverbrennungsanlagen. Müll, Abfall, Abwasser Nr. 7/1968
- (9) Giese, H.J.: Wärmegewinnung aus Krankenhausabfällen. Öl und Gas Heft 1/65

Dipl.-Ing. Hans-Joachim Giese  
Amselweg 50  
5070 Bergisch Gladbach

Beseitigung von pathologischen bzw. infektiösen Abfällen  
sowie solchen mit hausmüllähnlichem Charakter in zentralen  
Verbrennungsanlagen

von P. Reichelt

Dem Problem der Umweltverschmutzung wurde gerade in den letzten Jahren - unter Aufwendung erheblicher finanzieller Mittel - mit allem Nachdruck entgegengetreten. Dies gilt in besonderem Maße für den Bereich der Müll- bzw. Abfallverbrennung, wie z.B. für Sondermülle, Klärschlämme, Geweremülle, Hausmülle usw..

Heute und in naher Zukunft geht es darum, die Probleme unseres Bereichs zu lösen, d.h. die Entsorgung von Krankenhäusern, Arztpraxen sowie anderen medizinischen Bereichen einschl. der Beseitigung von Pharmaabfällen.

Sinnvoll erscheint es, die einzelnen Krankenhäuser von Aufgaben der gesamten Abfallbeseitigung zu entbinden, wie dies im Merkblatt Nr. 8 "Die Beseitigung von Abfällen aus Krankenhäusern, Arztpraxen und sonstigen Einrichtungen des medizinischen Bereichs" -herausgegeben von der Zentralstelle für Abfallbeseitigung des Bundesgesundheitsamtes Berlin- als Empfehlung ausgesprochen wird. Die Abfälle sollten vielmehr zentralen, mehreren Einrichtungen dienenden Beseitigungsanlagen zugeführt werden, die entweder von der jeweiligen beseitigungspflichtigen Körperschaft des öffentlichen Rechts, von einem Schwerpunktkrankenhaus ( z.B. einer Universitätsklinik), oder auch von einem privaten Träger betrieben werden können. Diese Empfehlung berührt alle Krankenhäuser mit relativ geringen Betten bzw. Bettenfrequenzen; Krankenhäuser und Klein-Kliniken also, die unter wirtschaftlichen Aspekten den Betrieb von mittelgroßen bzw. großen Verbrennungsanlagen - mit einer Durchsatzleistung größer 1t pro Std. - aufgrund der täglich anfallenden Abfallmenge nicht zulassen.

In diesem Zusammenhang sei angemerkt, daß das Land NRW dieser Empfehlung folgt und den Bau von zentralen "Klinik-Sondermüll-Verbrennungsanlagen" bzw. "Verbrennungsanlagen für Krankenhausmüll" vorantreibt. Für den Regierungsbezirk Münster soll beispielsweise in Münster eine derartige Anlage

- Leistung 1t pro Std. - entstehen.

In einer "Kleinen Anfrage" des Abgeordneten Dr. Engelhardt an die Landesregierung des Landes NRW erklärt diese: "Das Land errichtet darüber hinaus bei den in Planung und Bau befindlichen Universitätskliniken zentrale Verbrennungsanlagen für Krankenhausmüll, die die zu verbrennenden Krankenhausabfälle auch für die umliegende Region mit beseitigen; dies geschieht seit 1970 in Aachen und demnächst in Münster. Aufgrund kommunaler Initiative ist ein entsprechendes Objekt mit Förderung durch das Land für den Raum Dortmund in Vorbereitung."

Natürlich wäre es wirtschaftlich nicht vertretbar, wenn diese Zentralanlagen lediglich pathologische Abfälle und Sondermülle "vernichteten". Um eine optimale Auslastung -also einen kontinuierlichen Betrieb- zu gewährleisten, ist die Gruppe der Abfälle mit "hausmüllähnlichem Charakter" in jedem Fall mit einzubeziehen.

Zentrale Verbrennungsanlagen für Krankenhausabfälle stellen eine Forderung der Zeit dar, zumal die Abfallmenge im Krankenhausbereich durch die zunehmende Einführung von Einwegartikeln in den kommenden Jahren weiter steil ansteigen wird. 1975 lag die Abfallmenge -bezogen auf den gesamten Krankenhausmüll- bei ca. 4,4 Millionen m<sup>3</sup> pro Jahr; 1980 rechnet man mit ca. 6 Millionen m<sup>3</sup> pro Jahr. Die durch die Zahlen wiedergespiegelte mengenmäßige Steigerungsquote macht das auf uns zukommende Problem gewiß deutlich.

Grundsätzlich sei festgestellt, daß für die Vernichtung von Krankenhausmüll nur die Verbrennung in Frage kommt! Sowohl die Kompostierung wie auch die Ablagerung der Abfälle auf geordneten Deponien ist als überaus bedenklich anzusehen. Diese Aussage gilt besonders für die Gruppe der "krankenhausspezifischen Abfälle und Sonderabfälle"; also für "pathologische bzw. infektiöse Abfälle". Zu bedenken ist ferner, daß -und dies trifft gerade für den Krankenhausbereich zu- eine absolute Trennung der "Abfälle mit krankenhausspezifischem Charakter" von den Abfällen mit "krankenhausspezifischem Charakter sowie Sonderabfällen" trotz gewissenhafter

Sammlung im Krankenhaus- und Klinikbereich erfahrungsgemäß nicht immer sichergestellt werden kann. Es kann also ohne weiteres vorkommen, daß "hausmüllähnliche Abfälle" ggf. auch "infektiöse Abfälle" enthalten. Eine Keimverschleppung ist in solchen Fällen bei Ablagerung auf Deponien oder bei Kompostierung nicht auszuschließen.

Eine in jeder Beziehung befriedigende Lösung stellt somit -aus den zuvor verdeutlichten Gründen- die Verbrennung sämtlicher Abfallsorten in zentralen Verbrennungsanlagen dar. Die Vorteile liegen auf der Hand:

1. optimale Wäsche der Verbrennungsgase - verwirklicht durch die "Renneberg-Technologie",
2. den hygienischen Anforderungen wird in jeder Beziehung Rechnung getragen,
3. optimale Wärmenutzung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten, wobei einerseits Wärme und Strom abgegeben werden können und andererseits der Heiß- und Naßdampf zur thermischen Desinfektion der Abfallcontainer einzusetzen ist. Sollte die Verbrennungsanlage beispielsweise mit einer Universitätsklinik gekoppelt sein, so ließe sich ohne weiteres auch die gesamte thermische Desinfektion des Hauses mittels Dampf, Heißwasser und Warmluft lösen,
4. kontinuierlicher Betrieb und somit Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Anlagenkapazität bei Einsatz von geschultem Personal.

Zentrale Verbrennungsanlagen sollten so konzipiert sein, daß alle anfallenden klinischen Abfallprodukte so verbrannt werden können, daß keinerlei Umweltbelastungen durch Schadstoffe im Verbrennungsgas entstehen können. Diese Forderung kann jedoch nur erfüllt werden, wenn

1. hohe Verbrennungstemperaturen -mit einer Brennkammertemperatur von etwa 1400° C bis etwa 1500° C - gefahren werden können. Diese extrem hohen Betriebsbedingungen stellen

sicher, daß der Ascherückstand auf ein Minimum herabgesetzt wird. Gleichzeitig wird die Staubkörnung im Verbrennungsgas wesentlich verkleinert und zu Feinstaub zersetzt,

2. wenn sichergestellt ist, daß der Verbrennungsanlage eine "chemische Gasreinigung" nachgeschaltet ist. Hierbei wird davon ausgegangen, daß wir keinerlei Problemverschiebung von der Luft zum Wasser haben, wie dies bei allen bisher bekannten chemischen Gasreinigungsverfahren in Form der Gaswäsche der Fall ist. Das "Renneberg-Verfahren" erfüllt diese Forderung! Es ist z.Z. das einzige Gasreinigungsverfahren, welches einen Wirkungsgrad von 96% bis 99,9% erreicht.

Die "Renneberg-Technologie" stellt sicher

- a) daß alle im Verbrennungsgas enthaltenen Schadstoffe eliminiert werden und
- b) daß kein mit Schadstoffen angereichertes Waschwasser über Neutralisationsanlagen und Nachklärbecken in das Abwasser abgeführt werden muß, wie dies bei allen bisher bekannten Verfahren der Fall ist
- c) daß alle Schadstoffe - entsprechend dem jeweils eingesetzten Neutralisationsmittel- als lösliche oder auch unlösliche anorganische Verbindungen alkalisch gebunden werden. Über spezielle Verdampfungssysteme werden die gebundenen Stoffe als trockenes Produkt ausgeschieden, welches dann -entsprechend dem eingesetzten Neutralisationsmittel- bedenkenlos deponierfähig ist.

Durch diese neue Technologie des "Renneberg-Verfahrens" ist eine optimale Schadstoffausscheidung aus jeglichen Verbrennungsgasen gewährleistet, sodaß die Verbrennung von klinischen Abfällen wie auch den Sondermüllern der Industrie -einschl. dem chemischen Bereich- heute kein Problem mehr darstellt.

Es ist selbstverständlich, daß mit dem "Renneberg-Verfahren" sowohl die neuen Emissionswerte der "TA-Luft" wie auch die Normen des "Bundesemissionsschutzgesetzes" voll eingehalten werden.

### Standort

Um eine ökonomisch sinnvolle Anlage zur Verbrennung von klinischen Abfällen zu projektieren und zu erstellen, muß man sich die Frage nach dem abzudeckenden Einzugsgebiet einer solchen Anlage stellen. Hierbei sind folgende Gesichtspunkte zu bedenken:

1. Der Transportweg von der Anlage zur Klinik sollte 50 km nicht übersteigen.
2. Der Standort sollte so gewählt werden, daß der Müllanfall der Gesamt-Bettenzahl nicht unter einer Tonne pro Stunde liegt.
3. Um die Anlage wirtschaftlich zu betreiben, ist zu empfehlen, den Standort möglichst so zu wählen, daß in dem Einzugsgebiet auch die chemische Industrie ansässig ist, um deren Lösungsmittel als Brennstoff für die Stützfeuerung der Haupt- und Nachverbrennungskammer gegen Bezahlung zu verwerten. Diese Lösung bietet sich an, um hohe Heizkosten durch Öl oder Gas zu vermeiden! Die Lohnverbrennung von Lösungsmitteln - auch wenn es sich um chlorierte handelt - dürften die Betriebskosten auf ein Minimum senken.

Bei einer Anlagengröße von 1t/Std. Klinikmüll werden etwa 500 kg/h Lösungsmittel mit einem Heizwert von ca. 7500kcal pro kg für die Stützfeuerung der Haupt- und Nachverbrennungskammer benötigt. Hieraus resultiert, daß allein durch eine derartige Maßnahme ein Sonderabfallprodukt - welches auf Mülldeponien nicht abgelagert werden kann - in erheblichem Maße zur Kostensenkung der zentralen Verbrennungseinrichtung beiträgt und gleichzeitig - ohne jegliche Umweltbelastung - sinnvoll vernichtet wird.

Auf technische Details -bezogen auf die Verbrennung, die chemische Gasreinigung sowie die Wärme-Rückgewinnung- soll in diesem Zusammenhang nicht näher eingegangen werden, obwohl hierdurch die ausgereifte Technologie des "Renneberg-Verfahrens" noch deutlicher werden würde. Eine ausführ-

liche Abhandlung wird jedoch in Kürze in der Zeitschrift "Müll und Abfall" erscheinen.

### Entsorgung

Durch eine systemgerechte Entsorgungseinheit soll das Klinikpersonal weitgehend entlastet werden. Ein für alle Bereiche einheitlicher Kleincontainer (Hygienecontainer), der mit einer luftdichten Einwurfschleuse ausgestattet ist, soll sicherstellen, daß kein Vorsortieren mehr notwendig ist. Seine Funktion: Der Container ist fahrbar und leicht gängig. Beim Öffnen des Verschlußdeckels schließt sich die Einwurfschleuse luftdicht. Mit einem Fußhebel wird der Verschlußdeckel luftdicht geschlossen; im gleichen Augenblick öffnet sich die Einwurfschleuse und das eingebrachte Müllgut gelangt in den Füllraum.

Mit dieser Form der Müllentsorgung -kombiniert mit dem "Renneberg-Verfahren" und beginnend auf der Station-werden die hygienischen Grundvoraussetzungen eingehalten, die im Krankenhaus- und Klinikbereich unerläßlich sind. Als wichtiges Kriterium muß in diesem Zusammenhang auch die Entlastung des Personals genannt werden, da die einzelnen Abfallprodukte nicht mehr vorzusortieren sind.

Um dem Krankenhaus jedoch unnötige Investitionskosten im Hinblick auf die Anschaffung solcher Hygiene-Container zu ersparen, wäre ein Mietverfahren zu empfehlen. Die Vermietung der Behälter hätte den Vorteil, daß die Miete in den Preis pro Bett und Tag mit einbezogen werden könnte, d.h. in den Tagespauschalpreis mit integriert werden kann.

In diesem Mietpreis kann ferner -eine private Verbrennungsgesellschaft beispielsweise vorausgesetzt- auch die gesamte Kostenbelastung der Verbrennung, die Sterilisierung der Behälter sowie der Transport der vollen Behälter und das Ausliefern der gereinigten, sterilisierten und leeren Behälter

mit eingeschlossen sein.

Die Höhe einer solchen Gesamt-Mietpreisbasis konnte im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsberechnung mit DM 2,52 pro Bett und Tag ermittelt werden, wobei sämtliche Kapital- und Betriebskosten mit einbezogen wurden. Die Wirtschaftlichkeit einer derartigen Anlage ist in jeder Beziehung gegeben!

Die Planung sieht vor, die Hygiene-Container im Kreislaufprozeß vom Vorrats-Auslieferungslager der Verbrennungsanlage mit einem Container-Transporter mit je 64 Hygiene-Containern auf Einzelpaletten zu den Krankenhäusern zu transportieren. Die gefüllten Container werden dann der Verbrennungsanlage im Umtauschverfahren zugeführt.

Jeder Container-Transporter faßt zwei Einzelpaletten mit je 64 Kleincontainern; d.h., daß je Transporter 2400 kg Klinikmüll je Tour anfallen.

Setzt man voraus, daß ein Transporter zwei Touren pro Tag ausführt, so ist ein Fahrzeugpark von sechs Fahrzeugen notwendig, um eine Verbrennungsanlage zur Verbrennung von 1t pro Std. Klinikmüll zu versorgen.

Ein Einlagerungslager in der Verbrennungsanlage sollte ein Fassungsvermögen von drei Tages-Verbrennungs-Leistungen haben, d.h., daß eine Vorrathaltung von 3840 Stück Hygienecontainern gegeben sein muß. Dies entspricht einer Palettenzahl von 30 Stück, Für das Ausgangslager als Bereitstellungslager ist die gleiche Lagerkapazität vorzusehen. Die benötigte Lagerfläche beträgt jeweils 375 qm.

Der gesamte Klinik-Kleincontainer-Umlauf darf mit 8960 Stück angenommen werden. Er stellt eine reibungslose Entsorgung des zuvor genau zu fixierenden Entsorgungsgebietes (max. Radius 50 km) sicher.

Anschrift des Verfassers:

Ulandstr. 5, 437 Marl 1

Öfen mit automatischer Verbrennungsregelung

R. Moller, C.T. Chamberlain, Leeds

## 1. Einführung

Es bestehen verschiedene Methoden der Beseitigung von Krankenhausmüll wovon die üblichsten sind: Verbrennung an Ort und Stelle, Kippen auf Schüttabladeplätzen, Mazeration und das Autoklav-Verfahren. Kippen ist jetzt im allgemeinen missfällig, und die damit verbundenen Gefahren sind unverkennbar. Mazeration kann angewandt werden und zwar zur Beseitigung von solch nicht infiziertem Müll, der in einer Sielanlage organisch zersetzt wird. Dadurch wird jedoch die Sielanlage so schwer überlastet, dass Mazeration ausser für ganz kleine Krankenhäuser im allgemeinen nicht in Frage kommt. Einiges, aber nicht alles infizierte Material kann durch das Autoklav - Verfahren sterilisiert werden, aber wegen der begrenzten Anwendungsmöglichkeit dieser Methode ist sie bis jetzt nicht sehr verbreitet. Die einzige Methode, die sich seit Jahren konstant bewährt hat, ist Verbrennung.

Während der letzten Jahre haben die in der Verbrennungstechnologie gemachten Fortschritte zu immer weiter verbesserter Konstruktion von Verbrennungsöfen geführt, obgleich die Entwicklung von Öfen für Krankenhausmüll durch Fortschritte in der Industrie in gewissem Grade überholt worden ist. Die Einführung von strengen Massnahmen gegen Emission und im Gesundheitswesen zusammen mit steigenden Löhnen haben neuerdings eine Nachfrage nach Öfen für Krankenhäuser geweckt, die nicht nur so wenige Arbeitskräfte wie möglich benötigen, sondern auch diesen Bestimmungen entsprechen.

## 2. Produktion von Krankenhausmüll und Verbrennungskapazität

Verschiedene Typen von Krankenhausmüll produzieren diverse Arten Müll die in 6 Gruppen eingeteilt werden können:

1. Krankensaalmüll
2. Plastikstoffe und schmutziges Papier
3. Müll von Operationssälen und Laboratorien
4. Müll von Entbindungssälen
5. Küchenabfall
6. reines Papier

Die von Krankenhäusern produzierten Müllquantitäten variieren bedeutend je nach Art des Krankenhauses und sind auch in verschiedenen Ländern anders. In Grossbritannien z.B. hat es ziemlich weit-schweifende Schätzungen über die Produktion von Krankenhausmüll gegeben.

Tafel 1 setzt die Zahlen aus dem Jahre 1972 den noch nicht veröffentlichten Zahlen für 1975 gegenüber. Dies beweist, dass sich die Menge von Krankenhausmüll innerhalb von 3 Jahre fast verdoppelt hat.

Tafel 1

	<u>Abfallzahlen</u>	
	<u>kg pro Bett pro Tag</u>	
	(1)	
	1972	1975
Hochschule-Krankenhaus	3,5	6,8
Entbindungs- "	2,8	6,4
Allgemeines "	1,0	1,0
Psychiatrisches "	0,5	1,1

Diese Entwicklungsrichtung findet man auch in anderen Ländern, obwohl in Skandinavien zum Beispiel die produzierten Quantitäten geringer sind und selten 3Kg pro Bett pro Tag übersteigen. Es ist nicht möglich, die benötigte Grösse für einen Ofen für ein gegebenes Krankenhaus lediglich auf der Basis vom Gewicht des pro Bett und Tag produzierten Mülls festzusetzen, da die erforderliche Grösse in Wirklichkeit auch von der Müllart abhängig ist. Jeglicher Ofen wird für eine bestimmte Thermalkapazität entworfen, obgleich solche Angaben im allgemeinen in den Verkaufsprospekten der Fabrikanten nicht erscheinen. Die Gewichtskapazität, die eine Maschine zu behandeln imstande ist, wird errechnet, indem die Wärmekapazität durch den Wärmewert des Mülls geteilt wird.

$$\text{Gewichtskapazität (kg/h)} = \frac{\text{Wärmekapazität (kcal/h)}}{\text{Wärmewert (kcal/kg)}}$$

Also verringert sich bei einer gegebenen Ofengrösse die Gewichtskapazität in dem Masse, wie der Wärmewert steigt, und es ist unbedingt notwendig, den Wärmewert so genau wie möglich zu errechnen, um die Ofengrösse für einen besonderen Zweck zu bestimmen.

Traditionellerweise werden die Wärmewerte von Müll durch Verwendung einer kalorimetrischen Bombe ermittelt. Diese Methode hat jedoch einen Nachteil, da nur eine kleine Probe benutzt werden kann, und es liegt in der Natur der Sache, dass eine kleine Probe

von Krankenhausmüll nicht charakteristisch sein kann. Es ist aber möglich, den Ofen selbst zu verwenden, um die Wärmewerte zu messen, und einige auf diese Weise gewonnene Resultate stehen in Tafel 2. Diese Messungen wurden auch im Jahre 1972 vorgenommen, und seit dieser Zeit hat sich das Verhältnis der verschiedenen Bestandteile im Krankenhausmüll verändert. Der Hauptunterschied liegt in einer Steigerung im Inhalt von Kunststoffen, die einen sehr hohen Wärmewert haben. In Grossbritannien nimmt man jetzt normalerweise an, dass Krankenhausmüll unter Umständen 30% Plastikstoff enthalten kann. Es trifft allgemein zu, dass Krankenhäuser heutzutage eine grössere Verbrennungskapazität als im Jahre 1972 benötigen, zum Teil weil der Umfang des Abfalls grösser geworden ist und zum Teil wegen einer Steigerung im Anteil von Plastikstoff im Abfall.

Tafel 2 (2)

Typische Wärmewerte  
k cal/kg

Hochschule-Krankenhaus	2 800	
Entbindungs-	"	2 100
Allgemeines	"	2 100
Geriatrisches	"	2 500

3. Ofenentwurf und Automatische Regulierung

Der Hauptmassstab beim Entwurf eines jeden Krankenhausofens ist, dass der Müll total vernichtet werden kann, und dass die Asche steril sein soll. Zur Zeit gibt es auf dem Markte zwei verschiedene Ofentypen - solche mit festem Herd und solche mit Feuerrost. Beim Ofen mit festem Herd bleibt die Asche in der Verbrennungskammer. Beim Modell mit Feuerrost fällt die Asche in eine separate Aschenkammer, die in bestimmten Zwischenräumen entleert werden muss. Der Feuerrostofen hat gewöhnlich einen kleinen festen Herd mit seinem eigenen Brenner für die Verbrennung von pathologischem Abfall, da dieser auf einem Rost nicht hinreichend verbrannt werden kann. Neuerdings ist es den Fabrikanten zum Bewusstsein gekommen, dass der hohe Inhalt von Plastikstoff im heutigen allgemeinen Krankenhausabfall ein ähnliches Problem darstellt. So wie der Plastikstoff verbrennt, schmilzt er und tropft durch den Rost in die kalte Aschenkammer. Dabei trägt er

infiziertes Material mit. Also kann man nicht garantieren, dass die Asche von einem Feuerrostofen vollkommen steril ist. Der andere Vorteil des Ofens mit festem Herd ist, dass er über 8 oder sogar 16 Stunden in Betätigung sein kann, ohne dass die Asche entfernt werden muss. Da die Asche lange Zeit in dem heissen Ofen bleibt, bietet dies eine weitere Garantie, dass die Asche steril ist.

In der Vergangenheit mag es gestimmt haben, dass die Überwachung von Krankenhausöfen gewöhnlich Arbeitern überlassen wurde, die nicht recht in der Lage waren, komplizierte Maschinen zu bedienen. Aus diesem Grunde waren die Öfen verhältnismässig einfach, oder wenn sie in einer besseren Ausführung waren, dann erreichten sie bei weitem nicht ihre Höchstleistung. Wenn der Müll eine konstante Zusammensetzung und ebensolchen Wärmewert hat, ist es möglich, die Luftzufuhr vorzuwählen, den Ofen mit Abfall gleichmässig zu versorgen und die Höchstkapazität zu erreichen. Es liegt jedoch gerade in der Natur von Krankenhausmüll, dass dieser eine sehr unterschiedliche Zusammensetzung hat, und die Kontrollen müssen verstellt werden, wenn Höchstleistung und Höchstkapazität erreicht werden sollen. An einem modernen Ofen gibt es bis zu 6 Luftregulierventile, und etwas Geschicklichkeit und Erfahrung sind notwendig, diese mit der Hand zu bedienen. Der traditionelle Weg, einen Ofen zu beladen, war, dass man dieses mehr oder weniger fortlaufend tat, was für automatische Wärmeregulierung nicht geeignet ist. Eine alternative Methode ist, den kalten Ofen auf einmal vollkommen mit Abfall zu beladen. Wenn dies geschieht, ist es möglich, die ganze Ablaufphase vollständig automatisch zu regulieren, da der Abfall verschiedene Verbrennungsstufen durchläuft. Die Kontrollen bringen die Maschine gleichmässig auf die Betriebstemperatur, modulieren die Luft, um die Temperatur konstant zu halten und zum Schluss die Maschine für die nächste Ladung abzukühlen. Die Kontrollen ermöglichen optimalen Brennstand und gewährleisten, dass die Rauchverbrennungskapazität der Nachbrennkammer nie überschritten wird. Dadurch wird Rauchemission aus dem Ofen vermieden. Bei einem grossen Ofen kann der Müll-einsatz bis zu 500 kg sein und der Verbrennungsprozess bis zu 3 Stunden dauern. Im ersten Augenblick mag es erscheinen, als ob die Brenngeschwindigkeit wegen der für

die Aufheizung und Abkühlung des Ofens benötigten Zeit herabgemindert würde. In der Praxis wird dies in hohem Masse dadurch ausgeglichen, dass am Ende vom Arbeitstag noch eine Ablaufphase begonnen werden kann. Aufsicht durch einen Maschinenwärter ist überhaupt nicht notwendig, und die einzig nötige Arbeit besteht darin, den Ofen alle 2 oder 3 Stunden aufzufüllen. Ein weiterer Vorteil dieser Lösung ist, dass es verhältnismässig leicht ist, müllbehandelnde Verfahren in Massenladungsöfen zu integrieren. Dieses Problem wird oft gar nicht oder kaum beim Entwurf von einer Verbrennungsanlage beachtet. Bei Massenladung wird der Müll nur eingefüllt, solange der Ofen kühl ist und das Problem der Schirmung des Maschinenwärters vor dem heissen Innern wird durch Benutzung von einer mechanischen Einrichtung vermieden. Mehrere Systeme können gebraucht werden, aber eine sehr übliche Lösung sieht zwei kleinere Ofen einem grossen Ofen vor. Während der eine brennt, kann der andere mit Abfall beladen werden. Andererseits kann bei grösserer Planung ein Aufsatztrichter mit demselben Volumen wie dem der Hauptkammer benutzt werden, so dass wenn der Ofen kühl ist, der volle Einsatz von dem Trichter in die Hauptkammer durchgeladen werden kann. In beiden Fällen kann eine einfache Hilfseinrichtung wie z.B. ein Fördergerät benutzt werden, um das Beladen zu vereinfachen und Menschenkraft auf ein Minimum zu beschränken.

#### 4. Ofenemission

Bei diesem Reguliersystem können niedrige Niveaus von Staubemission erreicht werden ohne eine Zusatzausrüstung für Gasreinigung. Leistungsfähige Nachbrenner und die Verwendung von keramischen Venturi-Filtern zusammen mit ruhigem Verbrennungszustand in einem massenbeladenen Ofen ermöglichen Emissionsniveaus von weniger als  $100 \text{ mg/Nm}^3$  bei 17%  $\text{O}_2$ . Hierbei kann man Heizmaterial sparen, da das Brennverfahren einen bestimmten Arbeitsgang durchläuft, wobei flüchtige Anteile und Rauch hauptsächlich am Anfang freigegeben werden und das Verkockte mit verhältnismässig wenig Raucherzeugung gegen Ende ausbrennt. Deshalb braucht die Nachbrennerkammer während des Arbeitsgangs nicht auf voller Kapazität zu laufen, und es ist möglich, die Brenngeschwindigkeit der Raucherzeugung anzupassen.

Was die Emission von Säuregas wie z.B. HCl anbelangt, kann die Regulierung vom Verbrennungsverhältnis dieses kaum auf ein Mindestmass herabdrücken. Somit steht die Emission von HCl in direktem Verhältnis zu dem Chlorinhalt vom Müll. In Krankenhäusern stammt Chlor gewöhnlich von PVC. Nach unseren Erfahrungen ist die Quantität von PVC kaum genügend, um ein Mittelniveau über  $18 \text{ mg/Nm}^3$  bei 17%  $\text{O}_2$  zu ergeben. Es ist jedoch bei den fortlaufend beladenen Öfen immerhin möglich, eine einzelne Ladung mit sehr hohem PVC-Inhalt zu haben. Das momentane Emissionsniveau von HCl kann daher in der Tat sehr hoch sein. Bei einem Massenschmelzofen jedoch ist der Abfall ständig gut vermischt, und dieses Problem dürfte nicht entstehen. Es heisst manchmal, dass HCl-Probleme bei der alten Methode von Gasreinigung unter Verwendung von einfachen Wasserzerstäubern oder Wassertrögen vermieden werden. In der Praxis, wenn viel HCl emittiert wird, ist ein besonders angefertigter Gasskrubber nötig. Gasskrubber kosten jedoch viel und sind auch teuer im Gebrauch. Wenn es erscheint, als ob das PVC-Niveau auf lange Sicht hinaus sich sehr erhöhen würde, schlagen wir gewöhnlich vor, die Anlage so zu planen, dass ein Skrubber späterhin installiert werden kann.

##### 5. Schlussfolgerung

Verbrennung ergibt eine umfassende Lösung zum Problem von der Beseitigung von Krankenhaus-abfall. Mit modernen Einrichtungen unter Benutzung von automatischen Kontrollen sind viele Schwierigkeiten und Nachteile entfernt worden, die in der Vergangenheit zur Suche nach anderen Lösungen geführt haben. Nichtsdestoweniger sollte man nicht annehmen, dass Verbrennung an und für sich wünschenswerter als irgendeine andere Abfallbeseitigungsmethode ist. Man müsste mit aller Kraft danach streben, die Erzeugung von Abfall zu verringern. Es stimmt, wie in der Einführung beschrieben, dass es andere Methoden von Müllbeseitigung gibt, und aus diversen Gründen könnte ein Käufer eine dieser Methoden in Verbindung mit Verbrennung verwenden wollen. Verbrennung mag anziehender wirken wo Rückgewinn entweder als Heisswasser oder Dampf möglich ist. Automatische Verbrennungsregelung ist hierfür sehr geeignet.

LITERATUR

- (1) Kensett R.G., Hospital Engineer, 26, p.1, (1972).
- (2) Chamberlain C.T., Cooke D.F., Coulson, G.S.,  
'Disposal of Hospital Wastes', One Day Symposium,  
'Progress in the Incineration of Industrial and  
Domestic Wastes', Paper 4, Institute of Fuel, London  
and Home Counties Section, (1973)

---

Universal Machinery & Services Limited,  
Millshaw,  
LEEDS,  
LS11 8EQ,  
ENGLAND.

Verfahren zum Einsammeln, Befördern und Verbrennen von infektiösen Abfällen aus Krankenanstalten und Arztpraxen in zentralen Verbrennungsanlagen, System Fecht.

Von P. Fecht

Menschen, die durch eine vorsorgliche und vernünftige Lebensweise sich ihre Gesundheit bis in das hohe Alter erhalten könnten, sind durch infektiöse Krankheitskeime in ihrer Gesundheit gefährdet und kränkelnde Menschen sind besonders bedroht. Eine sichere, von technischen und menschlichen Fehlern befreite Vernichtung von infektiösen Abfällen kommt der - angesichts der stetig wachsenden Kosten der Krankheitsbehandlung - neuerdings stark geförderten Gesundheitsvorsorge entgegen.

Während der hausmüllähnliche Abfall aus Krankenanstalten und Arztpraxen auf herkömmliche Weise eingesammelt, befördert, zwischengelagert und verbrannt, kompostiert oder deponiert werden kann, muß der infektiöse Abfall gesondert behandelt werden. Anzustreben ist, daß der infektiöse Abfall am Entstehungsort in Einwegbehältern verpackt und zumindest äußerlich desinfiziert, in kürzester Zeit und auf dem kürzesten Weg, ohne Handarbeit, sicher und behutsam in einen, immer zuverlässig mit hohen Temperaturen arbeitenden Verbrennungsöfen gebracht und dort vernichtet wird. Zweckmäßig ist es, an zentralen Stellen größere Verbrennungsanlagen aufzustellen, die den speziellen Erfordernissen der Verbrennung von infektiösen Abfallstoffen, und ggf. auch für die Verbrennung der hausmüllähnlichen Abfällen, ausgelegt sind, und die unter der Leitung von erfahrenen Fachleuten mit Betriebsbedingungen gefahren werden können, die eine vollständige Verbrennung gewährleisten und wobei die Abgase der neuen TA-Luft entsprechen. Nicht als zweckmäßig erwiesen sich eine Vielzahl von Anlagen mit kleinerer Leistung, die nur zeitweise und nicht immer mit der genügenden Sachkenntnis betrieben werden.

Die infektiösen Abfälle werden wie üblich an den Entstehungsorten in Plastikbeutel gesammelt und soweit wie mög-

lich desinfiziert. Anschließend werden die Beutel verschlossen und auch äußerlich desinfiziert. Unter der Überwachung des Hygiene-Beauftragten kommen die so behandelten Beutel zur Weiterbeförderung in brennbare Behälter - folgend kurz BB benannt - die dicht verschlossen werden können und die bei der Beförderung keine Verformungen erleiden. Dazu eignen sich z.B. gut Papptrommeln mit Durchmessern von 380 bis 400 mm und Höhen von 400 bis 750 mm. Die BB befinden sich außerhalb des Infektionsbereiches in speziellen Sammelboxen, die unter Verschluss stehen. Nach Füllung eines BB wird dieser mit dem Deckel verschlossen und die Verschlussfuge mit einem Klebeband verklebt. Vom Hygiene-Beauftragten wird auf dem Deckel noch der Ursprungsvermerk aufgeklebt. Die Farbe des Ursprungsvermerkes dient gleichzeitig als Information für den Steuermechanismus der Beförderungseinrichtungen zwischen dem Durchlaufleger und der Einschubvorrichtung in die Feuerungsanlage. Die nun zur Beförderung fertigen BB werden anschließend in die Abholbahn der Sammelboxen geleitet; von wo sie täglich vom Fahrer des Beförderungsfahrzeuges abgeholt werden. Dabei wird der gefüllte BB vom Fahrer mittels eines mitgeführten, leichten Lastenhebers in das Fahrzeug mit angetriebenen Rollenbahnen eingeschoben.

Ab den Sammelboxen werden die BB von Menschenhand nicht mehr berührt. Die gesamte Beförderung bis in die eigentliche Verbrennungszone geschieht mit verschiedenen und miteinander verbundenen Beförderungseinrichtungen. Bei jeder Verladung von gefüllten BB wird auch die gleiche Anzahl leerer BB an die Sammelboxen angeliefert. Eine sinnreiche Einrichtung sorgt dafür, daß die Beförderung der BB in den Sammelboxen in der Ein- und Ausrichtung abläuft.

Das Fahrzeug zur Beförderung der BB besteht aus einem kräftigen Fahrgestell mit einem bewährten, stoßsicheren Kasten-  
aufbau. Letzterer besteht aus 115 mm starken Wänden, welche aus kräftigen Metallrahmen mit Sperrholzverstärkung bestehen und innen und außen mit einer dampfsperrenden, kräftigen Metallhaut versehen sind. Die Hohlräume sind dicht mit

Kunststoff ausgeschäumt, so daß die Wände auch gut gegen Wärme isoliert sind.

Der innere Ausbau des Kastenaufbaues zur Aufnahme der BB besteht aus einem kräftigen, selbsttragenden Gestell, das fertig montiert, einfach in den Kastenaufbau eingeschoben und an Haltern befestigt wird. Das Gestell hat einen Querschnitt von 2000 x 2000 mm, welcher in sechs Fächer aufgeteilt ist. Jedes Fach erhält eine angetriebene Rollenbahn, welche die BB aufnimmt. Damit die BB in der Fahrtrichtung sich nicht hin und her bewegen können, besitzt jede Rollenbahn einen Rückenschild, welcher auf der Rollenkette der Rollenbahn befestigt ist. Die Länge des Gestelles und damit des Kastenaufbaues kann je nach Bedarf bis auf etwa acht Meter variiert werden. Je nach Bedarf kann jedes Fahrzeug noch mit einem Lastenheber versehen werden.

Hat der Fahrer des Fahrzeuges seinen vorgeschriebenen Sammelweg abgefahren, und das Fahrzeug mit vollen BB gefüllt, steuert er den Standort der Verbrennungsanlage an. Dort angekommen wird die Entladung des Fahrzeuges in etwa drei Minuten erledigt. Die angetriebenen Rollenbahnen des Fahrzeuges befördern die BB in einem Schub in das am Standort der Verbrennungsanlage vorhandene, beliebig große Durchlaufregal, das ebenfalls mit Rollenbahnen ausgerüstet ist. Nach der Entladung des Fahrzeuges wird dasselbe wieder mit leeren BB aus einem Durchlaufregal beschickt. Das Durchlaufregal für leere BB wird genau nach einem Sammelplan mit BB verschiedener Höhe, je nach Bedarf des einzelnen Anlieferers, vorbereitet.

Im gleichen Verbrennungsofen, wo die festen oder quasi festen infektiösen Abfälle in BB verbrannt werden, können auch Verbrennungsstellen eingerichtet werden, auf denen infektiöse, teigige oder flüssige Abfälle in BB aus Kunststoff verbrannt werden. Letztere Abfälle fallen meistens in geringen Mengen an. Sie werden über Wannen verbrannt. Auch diese BB werden mit Informationen für die Steuerung

versehen, und über das Durchlauflager und dem Kreisförderer zur Verbrennungsstelle befördert, wo sie automatisch zur Verbrennung eingeschoben werden. Der Verbrennungsvorgang wird in der Steuerzentrale über einen Monitor beobachtet und gesteuert.

Die vollen BB verbleiben nur kurze Zeit im Durchlaufregal. Sie werden automatisch, je nach dem Wärmebedarf des Kessels, welcher der Feuerung nachgeschaltet ist, abgerufen. Über einen Kreisförderer beliebiger Trassenführung und Länge gelangen die BB auf die Bereitschaftsplätze vor der Einschuböffnung zum Vorraum der Verbrennungsanlage, wo sie mechanisch eingeschoben werden. Aus dem Vorraum werden die BB unbeschädigt in die eigentliche Verbrennungszone behutsam eingeschoben. Erst in der Verbrennungszone mit hohen Temperaturen verbrennen die Umhüllungen der Inhalte und die Keime werden frei, wo sie unmittelbar sofort zerstört werden.

Dem Hausmüll ähnliche Abfälle und Sperrmüll können in der gleichen Anlage verbrannt werden. Da die Abfälle in den BB meistens längere Brennzeiten benötigen, als die hausmüllähnlichen Abfälle, können die beiden Abfallsorten nicht immer gleichzeitig verbrannt werden. Die infektiösen Abfälle in den BB werden aber immer mit Vorzug verbrannt.

Die in den Verbrennungsöfen zur Anwendung gelangenden Kasten-, Düsen- und Schlackenvorschubroste sind mit ihren Gliedern dicht nebeneinander gelagert, so daß der Rostdurchfall nur sehr gering ist. Der Unterwind wird auf etwa 200 °C aufgewärmt, so daß in der Unterwindzone dauernd eine Temperatur von 190 bis 200 °C herrscht. In dieser Temperatur werden mit absoluter Sicherheit etwa durch den Rost fallende Krankheitskeime getötet. Bei der für die BB gewählten Beschickungs- und Verbrennungsweise ist es aber ausgeschlossen, daß Krankheitskeime durch den Rost fallen können.

Gegenüber dem Einsammeln und Befördern der infektiösen Abfälle in BB ist das Verfahren mit Rücklaufbehälter - fol-

gend kurz RB benannt - mit viel mehr Arbeit und damit Risiken verbunden. Die RB haben beispielsweise 110 oder 220 Liter Inhalt. Das Be- und Entladen der RB ist schwieriger zu handhaben, als bei den BB und eine Mechanisierung aller Arbeitsgänge würde wesentlich aufwendiger werden, da die Deckel dabei noch zu manipulieren wären. Für die Arztpraxen wären die normalen RB meistens auch viel zu groß. Die BB können in der Höhe besser dem Bedarf angepaßt werden.

Die RB unterliegen Abnutzungserscheinungen mit allen damit verbundenen Fehlerquellen. Zum Beispiel können die Deckel der RB undicht werden. Die RB müssen deshalb bei jedem Durchgang einer Kontrolle, und wenn notwendig, einer Reparatur unterworfen werden.

Die Entleerung der RB geschieht durch Einschütten der Inhalte in den Vorraum der Verbrennungsanlage, wo noch keine hohen Temperaturen herrschen. Bei dem Einschütten können die in die Plastikbeutel gelangten Spritzen, Skalpelle und Glassplitter usw. mit ihren Spitzen Durchlöcherungen verursachen, durch welche Krankheitskeime entweichen und den Vorraum verseuchen können. An den Spitzen entstehen bei der Einschüttung hohe spezifische Drücke. Aus diesem Grund werden Doppelsäcke, die schon während der Handhabung und der Beförderung wie beschrieben beschädigt werden können, zur außerbetrieblichen Beförderung von infektiösen Abfällen von den meisten Behörden nicht zugelassen.

Die Waschung und Desinfektion von RB ist aufwendig und mit besonderen Risiken verbunden. In Zusammenarbeit mit namhaften Fachfirmen planten wir im Verlauf der vergangenen dreißig Jahren eine größere Anzahl automatischer Waschanlagen für die Industrie. Wir können mit Fug und Recht behaupten, daß wir auf diesem Gebiet genügende Erfahrungen haben sammeln können. Es liegt in der Natur der Sache, wenn solche Anlagen, die viele Funktionsstellen haben, durch welche z.T. wechselnd verschmutzte und verstopfende Medien fließen, viele Fehlerquellen haben, die eine dauernde Überwachung durch gute Fachkräf-

te erfordern. Solche Fehlerquellen können sein: Verstopfung eines Teiles der Waschdüsen, nachlassen des Pumpendruckes, mangelnde Funktion der Zudosierung der Desinfektionsmittel, schlechtes Funktionieren der verschiedenen Filter usw. Da in solchen Anlagen oft Schmutzarbeiten anfallen, welche die Gesundheit der damit beschäftigten Arbeiter gefährden, sind dafür heute kaum geeignete Fachkräfte zu bekommen. Bei der Anwendung einer chemischen Desinfektion der RB sind auch Fehlerquellen möglich. Auch nach dieser Entkeimungsart ist eine Waschung der RB notwendig. Die Nachbehandlung der Abwässer aus einer automatischen Waschanlage für RB ist bei der Anwendung höherer Temperaturen - und solche sind notwendig, wenn die Waschwirkung gut sein soll - von den Behörden vorgeschrieben.

Bei der Betrachtung der Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Entsorgungsmöglichkeiten für infektiöse Abfälle, muß auch der verschieden große Aufwand für die Überwachung durch die Hygiene-Beauftragten, Gewerbeaufsichtsämter, technische Überwachungsvereine und Lieferfirmen in die Kalkulation einbezogen werden. Eine Vielzahl z.T. schlecht geführten, kleinen Verbrennungsanlagen verlangt einen wesentlich größeren Überwachungsaufwand, als eine zentrale Anlage, die von Fachleuten betrieben wird. Ein wesentlich größerer Überwachungsaufwand entsteht auch bei der Anwendung von RB, anstelle von BB.

Das Material von BB, z.B. in Form von Papptrommeln, wird aus Altpapier hergestellt. Der innewohnende Heizwert kann bei der Verbrennung gewonnen werden. Eine Papptrommel mit etwa 85 bis 90 Liter Brutto-Inhalt kostet dem Verbraucher etwa 3,60 bis 3,80 DM.

Aus den vielen vorerwähnten Gründen, ist das Beseitigungsverfahren für infektiöse Abfälle mit Hilfe von BB das bestmögliche Verfahren. Es ist auch am sichersten für die damit beschäftigten Personen.

Aus Sicherheitsgründen wird man in den meisten Fällen am Standort der Verbrennung zwei komplette Anlagen erstellen. Man hat dann bei längeren Revisionen und Reparaturen keine Probleme mit der Beseitigung der infektiösen Abfälle.

Die hier beigelegten acht Schemazeichnungen - Anlagen 01 bis 08 - zeigen für das Verfahren mit BB mögliche Aufstellungen der Verbrennungsanlagen mit den Durchlaufregalen und den zugeordneten Beförderungseinrichtungen. Die beliebig großen Durchlaufregale können an verschiedenen Stellen in der Nähe der Verbrennungsanlage Aufstellung finden. Wie schon vererwähnt wurde, verbindet ein Kreisförderer mit beliebiger Trassenführung und Länge auf einfache Weise die beiden Anlagen. Auf diese Weise kann man nach den gegebenen Verhältnissen in der Raum- und Platzaufteilung sehr beweglich sein.

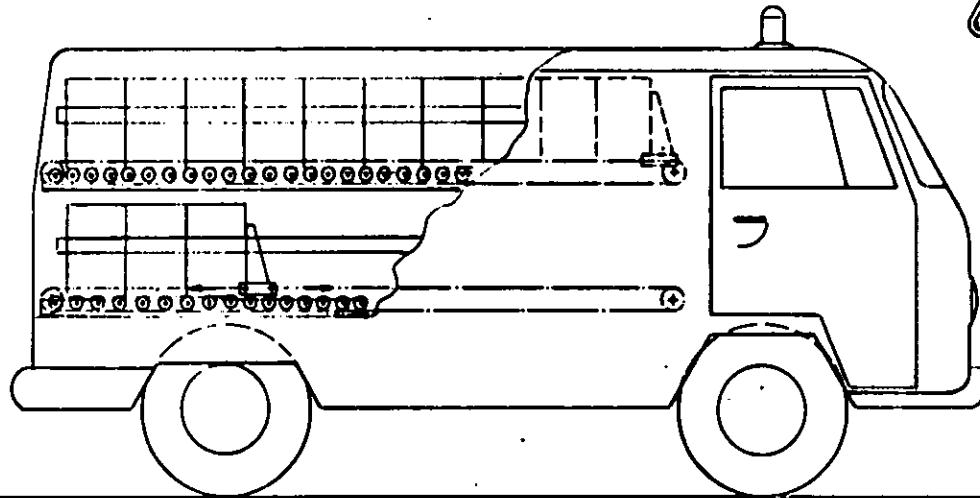
Die Lieferung der erforderlichen Anlagen und Einrichtungen einschließlich der Verbrennungsanlagen mit Wärmeverwertung wird von namhaften Spezialfirmen durchgeführt. Nach Wunsch kann ein gesamtes Projekt auch von einem kapitalkräftigen Generalunternehmer geplant und ausgeführt werden.

#### Literaturhinweis:

1. Zentralstelle für Abfallbeseitigung-Bundesgesundheitsamt Berlin, ZfA-Merkblatt Nr. 8/74, Die Beseitigung von Abfällen aus Krankenhäusern, Arztpraxen und sonstigen Einrichtungen des medizinischen Bereiches.
2. WIBERA-Bericht im Auftrag des Bundesministers des Innern, Untersuchung über die Erfassung und Beseitigung von Abfällen aus Krankenhäusern und ähnlichen Einrichtungen einschließlich Pharma-Abfällen, Müll und Abfall 10/74.
3. P. Fecht, DT-Patentanmeldung P 22 435.6-13.

Autor: P. Fecht,  
Hans-Thoma-Straße 47  
D-6900 Heidelberg 1  
Telefon: 06221/41998

Anlagen: acht



**Fahrzeug mit selbsttätiger Be- und Entladeeinrichtung mit Sicherheitscollierung ca. 115 mm.  
(Seitenansicht)**

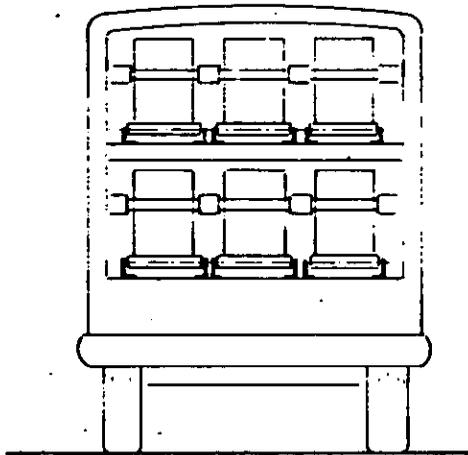
**Entsorgung von infektiösem Abfall System Fecht-Heidelberg**

**Zeichng. Nr. 7600-000.01.00**



**Fahrzeug mit selbsttätiger Be- und Entlade-  
einrichtung mit Sicherheitsisolierung ca. 115 mm**

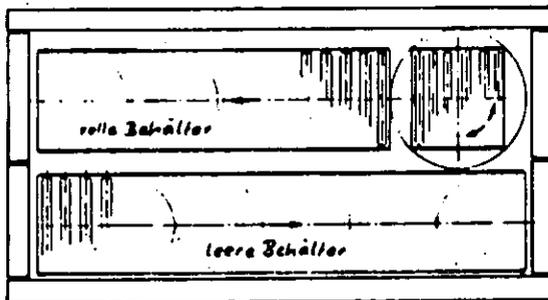
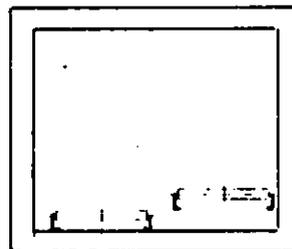
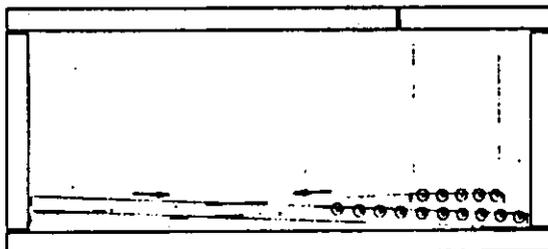
**(Querschnitt)**



**Entsorgung von infektiösem Abfall**

**System Fecht-Heidelberg**

**Zeichng. Nr. 7600.000.02.00**



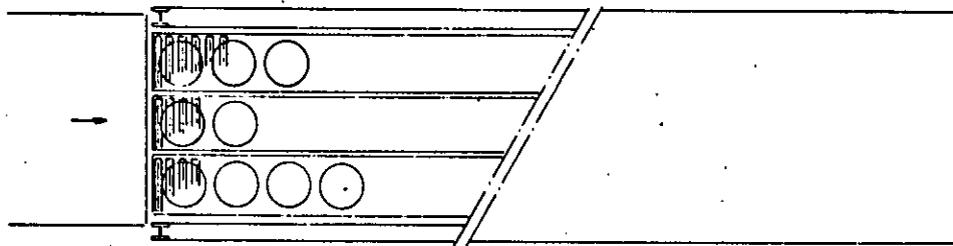
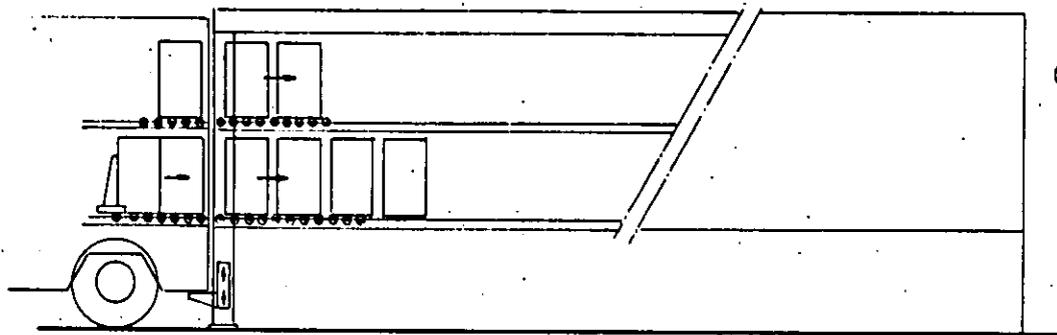
Sammelschrank für leere und volle Behälter mit Einfüllstelle, mit Sicherheitsisolierung ca. 80 mm



Entsorgung von infektiösem Abfall

System Fecht - Heidelberg

Zeichng.Nr. 760000Q03.00

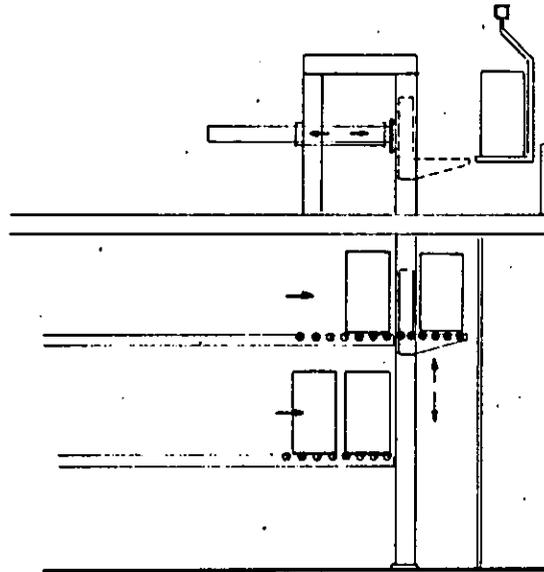


Selbsttätige Entladung des Fahrzeuges ins Durchlaufregal mit 6 Fächern. Ein weiteres - hier nicht abgebildetes - Durchlaufregal mit 6 Fächern für ca. 2 Fahrzeugladungen zur selbsttätigen und schnellen Beladung des Fahrzeuges ist zweckmäßig.

Entsorgung von infektiösem Abfall

System Fecht - Heidelberg

Zeichng.Nr. 7600.000.04.00



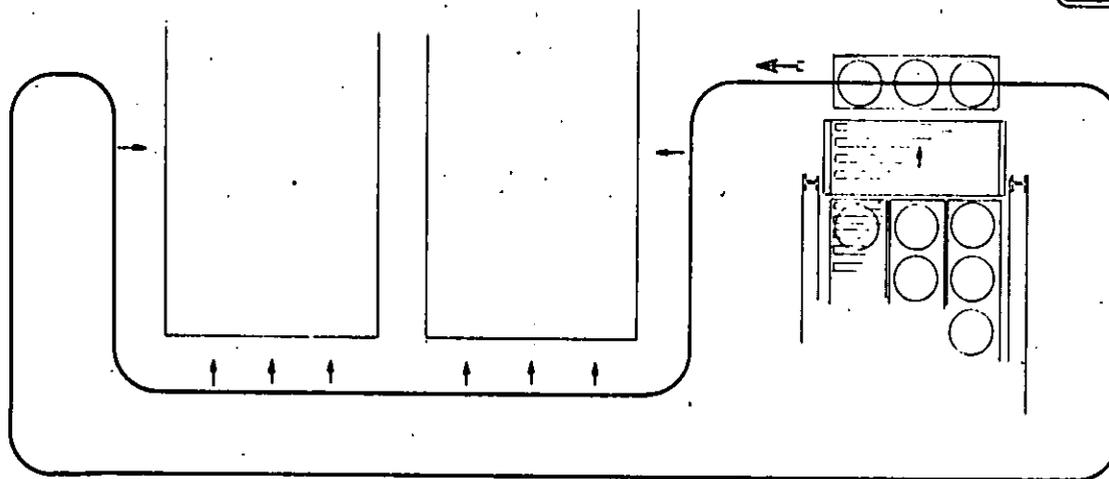
**Selbsttätige Entnahme der vollen Behälter aus dem Durchlaufregal mit Übergabe auf Kreisförderer und Beförderung vor den Verbrennungsöfen.**

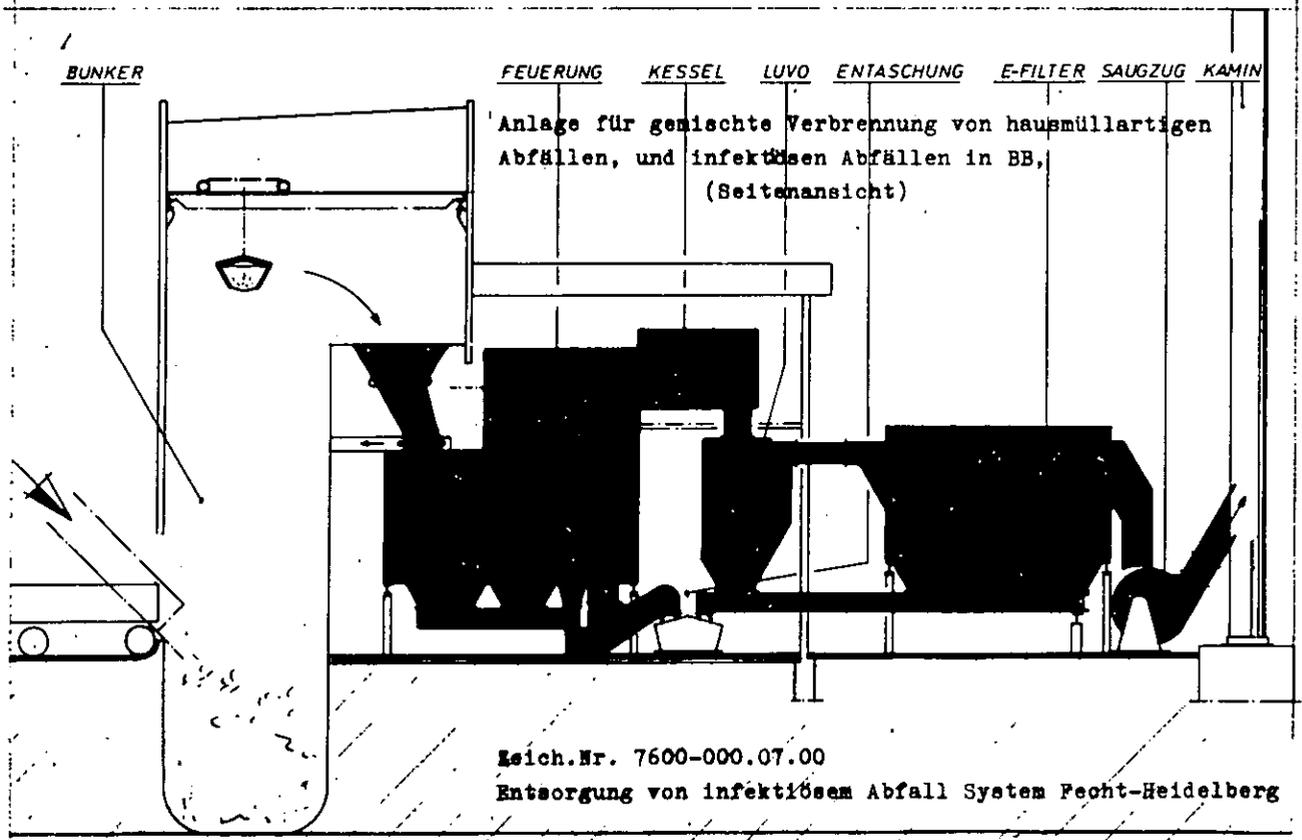
**Entsorgung von infektiösem Abfall**

**System Fecht - Heidelberg**

**Zeichnung Nr. 7600.000.05.00**

**Kreisförderer mit selbsttätiger Abgabe der Behälter auf die Einschubstelle in den Verbrennungs-  
ofen. Linienführung des Kreisförderers dem Durchlaufregal und der Verbrennungsöfen angepasst.  
Beschickungsart, wenn nur klinischer Abfall in Behältern verbrannt werden soll.**





BUNKER                      FEUERUNG    KESSEL    LUVU    ENTASCHUNG    E-FILIER    SAUGZUG    KAMIN

Anlage für gemischte Verbrennung von hausmüllartigen  
Abfällen, und infektiösen Abfällen in BB,  
(Seitenansicht)

Zeich.Nr. 7600-000.07.00  
Entsorgung von infektiösem Abfall System Fecht-Heidelberg

- 110 -



**LAMBION**  
Abfalltechnik & Anlagenbau - Industrie-Abfallanlagen - Sonderanlagen  
 Telefon: 04203 24-0, 24-1

Nr.

P 76 052

Blatt 1

Aufgabestation des infektiösen Abfalls

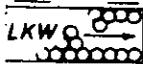
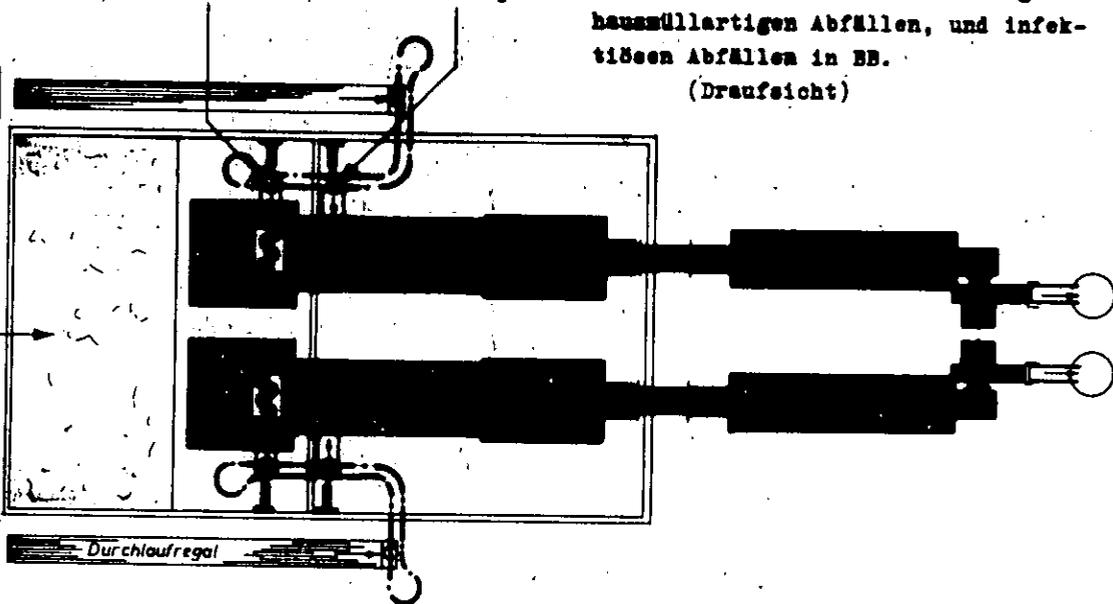
fest

flüssig

Anlage für gemischte Verbrennung von  
hausmüllartigen Abfällen, und infek-  
tiösen Abfällen in BB.  
(Draufsicht)



allgemeiner  
Abfall



Durchlaufregal

Entsorgung von infektiösem Abfall System Pecht-Heidelberg. Zeich.Nr. 76.000.08.00

- 111 -



**LAMBION**

Hersteller für Feuerlöscher - Industrie-Klimatisierung - Desinfektion  
Postfach 100000, D-4000, Düsseldorf

1000  
1000  
1000

Nr.

P 76 052

Blatt 2

## Transport krankenhausspezifischer Abfälle mit Sauganlagen

von M. Jaehn, Hamburg

### 1. Einleitung

Die im folgenden beschriebenen Anlagen dienen - da sie so besonders wirtschaftlich sind - sowohl der Sammlung der krankenhausspezifischen als auch der hausmüllartigen Abfälle im Krankenhaus.

Millsauganlagen in Krankenhäusern sind hauptsächlich während der letzten fünf Jahre gebaut worden, die meisten in Schweden und den USA. Verteilt auf 6 Länder sind heute 28 Millsauganlagen im Bau oder im Betrieb, etwa die Hälfte davon hat zusätzlich Einrichtungen zum pneumatischen Transport von Schmutzwäsche. Die Anlagen befinden sich in Krankenhäusern mit 300 bis 2.000 Betten; insgesamt handelt es sich um die Entsorgung von Häusern mit zusammen etwa 20.000 Betten. In Deutschland sind zwei Anlagen in Betrieb und zwar im Universitätsklinikum in Köln und im Allgemeinen Krankenhaus in Hamburg-Wandsbek.

### 2. Aufbau und Funktion

Eine Millsauganlage besteht im wesentlichen aus den Fallschächten (Durchmesser meist 500 mm), die über Schachtventile mit dem Transportrohr (üblicherweise NW 500) verbunden sind und der Maschinenzentrale (Bild 1). Die Fallschächte mit besonderen konstruktiven und funktionsbedingten Merkmalen sind nicht zu verwechseln mit herkömmlichen Müllabwurfanlagen, von denen in Krankenhäusern aus hygienischen Gründen bekanntlich abgeraten wird. Der Müll wird meist in Säcken gesammelt. Das Reinigungspersonal beschickt die Anlage über Sackeingabetüren, die sich in jedem Geschos befinden. Ist eine Eingabetür geöffnet, so werden die übrigen Türen des betreffenden Schachtes elektrisch verriegelt. Die Müllsäcke werden im unteren Teil der Fallschächte oberhalb der Schachtventile gesammelt. Üblich sind Stauhöhen von 2 bis 4 m, entsprechend etwa 5 bis 10 Müllsäcken. Ausgelöst durch Zeitprogramme oder Niveaumelder werden die Schächte einzeln nacheinander entleert und die Müllchargen mit einem Luftstrom, der durch jeweils ein Transportluftventil eintritt, zur Maschinenzentrale (Bild 2) gesaugt. Im Müllrohr können sich mehrere Chargen gleichzeitig befinden.

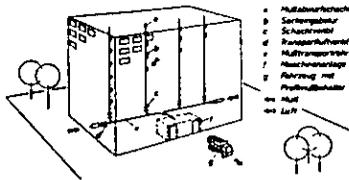


Bild 1, Schema einer Müllsauganlage für Krankenhäuser

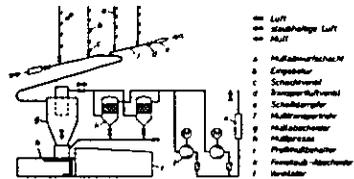


Bild 2, Vereinfachtes Funktionsschema einer Müllsauganlage

Während des Mülltransportes lassen sich die Fallschächte weiter beschreiben. Nur die Eingabetüren des Schachtes, dessen Schachtventil gerade geöffnet ist, werden elektrisch verriegelt. In der Zentrale wird in einem Abscheider der Müll vom Luftstrom getrennt. Der Müll fällt anschließend in eine Presse und wird in einem dicht angeschlossenen Container komprimiert. Bei Verbrennung im Krankenhaus selbst gelangt der Müll vom Abscheider in ein Silo, aus dem er nach Zwischenlagerung z.B. mit Förderschnecken direkt in eine Verbrennungsanlage ausgetragen wird. Die zunächst noch staubhaltige Transportluft gelangt danach in die Feinstaubabscheider zur Reinigung. Der abgeschiedene Staub wird von Zeit zu Zeit der Müllpresse zugeführt. Die Ventilatoren saugen die entstaubte Luft an und fördern sie über einen Schalldämpfer ins Freie.

Die Wirtschaftlichkeit von Müllsauganlagen in Krankenhäusern läßt sich durch Kombination mit anderen Entsorgungssystemen verbessern. Verbreitet sind Kopplungen mit Schmutzwäschanlagen und/oder zentralen Staubsauganlagen für die Fußbodenreinigung. Hierfür werden separate Fallschächte und Rohrsysteme vorgesehen. Eine großer Teil der Maschinen- und Elektroanlage wird jedoch gemeinsam benutzt. Auf den Bildern 3 und 4 sind das Funktionsschema und der Lageplan für eine derartige kombinierte Müll-, Schmutzwäsche- und Staubsauganlage dargestellt. Die Anlage befindet sich im Allgemeinen Krankenhaus Hamburg-Wandsbek; sie wurde kürzlich in Betrieb genommen. Die Sammlung des hausmüllähnlichen Abfalls und des zu verbrennenden Mülls geschieht hier getrennt, wobei der letztere im Krankenhaus selbst beseitigt wird. Der hausmüllähnliche Abfall wird verdichtet und in Großcontainern der städtischen Müllabfuhr übergeben.



### 3. Zur Bewertung von Müllsauganlagen

#### 3.1 Informationssammlung

Für das Erreichen einer optimalen Lösung ist wichtig, daß die Fragen der Ver- und Entsorgung und damit der Müllsammlung bereits im frühen Planungsstadium bedacht werden. Es sind unter anderem folgende Fragen zu beantworten, und zwar möglichst für den gesamten Nutzungszeitraum, also für mehrere Jahrzehnte:

- Wann und wo entsteht wieviel Abfall und wie setzt er sich zusammen?
- Welche Abfallarten sollen gesondert gesammelt werden?
- Welche Möglichkeiten für die Müllsammlung gibt es?
- Soll der krankenhausspezifische Abfall im Hause selbst beseitigt werden?
- Welcher Abfall wird der städtischen Müllabfuhr übergeben?
- Wie groß ist die Flexibilität der einzelnen Lösungen in Bezug auf die Architektur, den Betrieb, eventuelle Erweiterungen?
- Wie gut werden die betrieblichen Erfordernisse des Krankenhauses erfüllt?
- Welchen Umweltbeiwert haben die einzelnen Lösungen?

Krankenhausabfall wird bekanntlich nach dem ZfA-Merkblatt Nr. 8 des Bundesgesundheitsamtes im wesentlichen in zwei Gruppen eingeteilt:

- Abfälle, die grundsätzlich jeder Beseitigungsmethode zugänglich sind, also vor allem hausmüllartige Abfälle. Sie sollen durch die zuständige Körperschaft des öffentlichen Rechts beseitigt werden.
- Abfälle, die im allgemeinen verbrannt werden müssen. Sie sollen in einer zentralen, mehreren Krankenhäusern dienenden Anlage beseitigt werden, die entweder von der Körperschaft des öffentlichen Rechts oder einem größeren Krankenhaus betrieben wird.

Dazu kommen einige mengenmäßig unbedeutende Sonderabfälle, für die andere Bestimmungen gelten. Allgemein besteht bei Einsatz von Müllsauganlagen in Krankenhäusern sowohl die Möglichkeit der Trennung in hausmüllartigen und zu verbrennenden Abfall als auch der gemeinsamen Sammlung des gesamten Mülls. Beide Lösungen werden zur Zeit praktiziert. Bei getrennter Sammlung werden zwei separate Rohrsysteme sowie Müllsäcke unterschiedlicher Farbe vorgesehen. Da die getrennte Sammlung krankenhausspezifischen, also zu verbrennenden Abfalls erhebliche organisatorische Schwierigkeiten macht, wird man künftig wohl entweder den gesamten Abfall des Kranken-

hauses gemeinsam sammeln und verbrennen oder aber bei getrennter Sammlung ganze Abteilungen des Krankenhauses zu Erzeugern von ausschließlich zu verbrennendem Abfall deklarieren.

### 3.2 Flexibilität und Funktion

Im Vergleich zu anderen Methoden der Müllsammlung haben Müllsauganlagen einen hohen Grad an Flexibilität. Schon während der Planung lassen sie Architekten und Organisatoren wegen des Transportes in Rohrleitungen mehr Freiheit als andere Verfahren. Zusammen mit den zahlreichen zur Verfügung stehenden mechanischen Transportsystemen für Güter der unterschiedlichsten Art und Größe läßt sich so für jedes Bauvorhaben eine günstige Kombination für die komplette Ver- und Entsorgung finden, wobei dem Wunsch nach Trennung der reinen und unreinen Seite leicht entsprochen werden kann. Der Platzbedarf für Sauganlagen ist gering. Auch Erweiterungen der Anlagen bei Vergrößerung oder Umbau von Krankenhäusern sind wegen der modularen Bauweise und der weitgehenden Standardisierung der Anlagenkomponenten immer leicht möglich.

Müllsauganlagen entsprechen sowohl bei heutigen Gegebenheiten als auch langfristig allen denkbaren Organisationsformen bei der Nutzung sowie den wachsenden Müllmengen. Besonders im Hinblick auf die Unsicherheiten bezüglich der Personalbeschaffung und -kosten ist dieser Punkt wichtig. Insgesamt wird die Entsorgung mit einem Minimum an Personal durchgeführt. Sauganlagen haben eine hohe Disponibilität. Jede anfallende Menge an Abfall oder Schmutzwäsche kann praktisch sofort beseitigt werden. Spitzenzeiten bedeuten kein Problem. Ein guter Arbeitsfluß ist gewährleistet. Die Einfügung in die sonstigen Arbeitsabläufe ist sehr zufriedenstellend.

### 3.3 Umweltbeitrag

Müllsauganlagen bieten aus hygienischer Sicht erhebliche Vorteile. Das gesamte Transportsystem ist geschlossen und dicht. Es steht ständig unter Unterdruck. Überdrücke treten bei keinem Betriebszustand auf. Die Ventilatoren für die Vorhaltung des permanenten Unterdrucks sind an die Notstromversorgung angeschlossen. Die Anzahl der Flanschverbindungen wird auf ein Minimum beschränkt. Rohrleitungen werden soweit wie möglich geschweißt. Es wird alterungsbeständiges Dichtungsmaterial benutzt. Bei

Wartungsarbeiten können Dichtungen auch präventiv ausgetauscht werden.

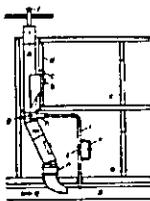
Die Eingabetüren für die Millsäcke sind in geschlossenem Zustand dicht, sonst arbeiten sie als Luftschleusen. Hier kann Luft nur in das System ein-, nicht aber austreten. Dies gilt sowohl für die Makro- als auch für die Mikroströmungen. Auch an den Schachtventilen und den Transportluftventilen, durch die die Luft für den Transportvorgang in die Rohrleitung gelangt, tritt keine Luft aus. Eine Überfüllung der Fallschächte wird dadurch praktisch ausgeschlossen, daß sich unterhalb der untersten Sackeingabetür ein Niveauanzeigegerät befindet. Ist der Stauraum mit Säcken gefüllt, so werden die Türen dieses Schachtes elektrisch verriegelt und der Transportvorgang wird eingeleitet.

Alle Innenflächen, die vom Mill berührt werden können, z.B. wenn beim Transport ein Sack zerplatzt, sind glatt und ohne Vorsprünge. Durch den Transportvorgang ergibt sich überdies eine selbstreinigende Wirkung, so daß die Transportrohre innen metallisch blank sind. Der durch Glas und Metall hervorgerufene Verschleiß der Rohre tritt sehr gleichmäßig auf. Er ist natürlich z.B. in Krümmern stärker als im geraden Rohr. Es handelt sich aber immer um größere Flächen. Riefen, in denen sich Schmutz sammeln könnte, kommen so kaum vor. Unvorhergesehene Lochbildung in der Rohrleitung durch Abrieb ist praktisch ausgeschlossen. Einfache Wanddickermessungen vor dem Millabscheider, wo zwangsläufig der stärkste Verschleiß auftritt, erlauben eine sichere Kontrolle. Erscheint es wünschenswert, z.B. vor Reparaturen, so können Fallschächte, Transportrohre und Behälter mit einem Hochdruck-Sprühgerät zuvor gereinigt und desinfiziert werden.

Eine Zwischenlagerung des Mills an den Entstehungsstellen wird vermieden; die Verweilzeit für den Mill ist gering. Die Säcke werden nur auf kurzen Wegen innerhalb eines Geschosses offen transportiert. Ist der Mill einmal abgeworfen, so bleibt er ständig unter Verschluss: im Fallschacht, im Transportrohr, im Silo vor der Verbrennung oder im Preßmillbehälter. Die Risiken von Staub- und Aerosolbildung sind also auf ein Minimum begrenzt. Außerdem ist es sehr vorteilhaft, daß die Säcke z.B. am Ende eines Transportvorganges nicht erneut in die Hand genommen werden müssen. Einerseits wird damit Personal gespart, andererseits wird das Verletzungs- und Infektionsrisiko verringert.

Zur Aufrechterhaltung des permanenten Unterdruckes auch in den Fallschächten werden Bypassleitungen an den Schachtventilen vorgesehen. Durch Belüftungsöffnungen oben in den Fallschächten wird so ständig ein leichter Luftstrom zur Maschinenzentrale aufrechterhalten. Wird in einem Abwurfschacht eine Eingabetür geöffnet und damit ein größerer Querschnitt freigegeben, so öffnet sich im Bypass ein zusätzliches Ventil und es entsteht ein entsprechend stärkerer Luftstrom (Bild 5).

Wenn es wünschenswert erscheint, können die Sackeingabetüren sich jeweils in separaten kleinen Räumen befinden, so daß sie zusätzlich von der Umgebung abgeschirmt sind. Die Schachtventile werden im allgemeinen in separaten Ventilräumen untergebracht. Aber auch eine zum Raum hin dichte Ventilkonstruktion ist möglich. Die aus der Anlage austretende Luft wird weitgehend entstaubt. Außer Textilfiltern für die Feinentstaubung werden gelegentlich zusätzlich Schwebstofffilter zur Beseitigung von Keimen und Aktivkohlefilter zur Geruchs-beseitigung vorgesehen.



- a Müllschacht
- b Sauggehäuse mit Vorregulierung
- c Gekörnte Ansaugung
- d Schachtmauerung
- e Vorraum (Inhaltsraum)
- f Luftleitl. über Dach
- g Nebelabzug
- h Rückschlageventil (Überdruckicherung)
- i Bypassleitung für ständige Abblaugung
- j ständige Abblaugung mit Überdruck
- k Ventil für vorübergeh. Abblaugung
- l im größeren Sauggehäuse
- m Saugraum für den Müll
- n Schachtwand
- o Schachtwandraum
- p Luftregulierungsventil
- q Temperaturregler

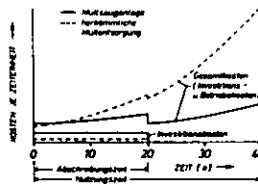


Bild 5, Fallschacht und Ventilraum

Bild 6, Kosten von Sauganlagen

### 3.4 Kosten

Die Gesamtkosten, d.h. die Bau- und Betriebskosten von Müllsauganlagen im Vergleich zu denen konventioneller Lösungen verhalten sich meist wie in Bild 6 dargestellt. Die Kosten für die herkömmliche Müllsammlung steigen wegen des hohen Personalkostenanteils besonders stark an. Nach wieviel Jahren der Schnittpunkt der Kostenkurven erreicht wird, hängt von dem jeweiligen Bauvorhaben, insbesondere seiner Größe ab.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Manfred Jaehn, Drösselweg 25, 2110 Buchholz

## Sterilisation infektiöser Abfälle in speziellen Dampfdruckbehältern-

Konzeptstudie unter Einsatz von Mikroprozessorsystemen  
von H. Klie, Hannover

---

### 1. Vorbetrachtung

Die Beseitigung von Krankenhausabfällen wird seit Jahren als Problem der Hygiene und Gesundheitsvorsorge diskutiert, jedoch sind zufriedenstellende Lösungen nur selten zu finden.

Nach dem Bundesabfallgesetz AbfG vom 7. 6. 72, geändert am 15. 3. 74, in Verbindung mit den Ausführungsgesetzen der jeweiligen Länder sind für die Beseitigung von Abfällen Gebietskörperschaften des öffentlichen Rechts zuständig. Ausnahmen gelten für Sonderabfälle, für deren Vernichtung der Erzeuger nach dem Verursachungsprinzip selbst verantwortlich ist. Der Verantwortliche, in unserem Fall das Krankenhaus, hat nach § 7 in Verbindung mit § 4 Abs. 1 AbfG Sorge zu tragen, daß die anfallenden infiziösen Abfälle zugelassenen Verbrennungsanlagen bzw. Sonderanlagen auf dem Krankenhausgelände zugeführt werden.

#### 1.1. Gegenwärtige Lösung

Das z. Zt. ausgeübte Verfahren besteht darin, auf dem Krankenhausgelände eigene kleinere Verbrennungsanlagen zu betreiben. Diese entsprechen in der Regel nicht den Anforderungen der Hygiene, sind sehr störanfällig, stellen eine starke Umweltbelastung dar und können keinesfalls als technisch ausreichend angesehen werden. Folgende Mißstände sind als besonders auffallend hervorzuheben:

1. Der Ausbrand ist nicht vollständig, die Verbrennungsrückstände weisen hohe Anteile von brennbaren Substanzen auf. Dies liegt an den zu kurzen Verweilzeiten, der ungenügenden Zufuhr von Verbrennungsluft, der mangelhaften Durchmischung des Brenngutes mit Sauerstoff und vor allem an den in den kleinen Öfen herrschenden, zu niedrigen Verbrennungstemperaturen. Die Verbrennungsrückstände sind nicht gefahrlos zu deponieren.

Hinzu kommt, daß der hohe Kunststoffanteil von 40 % bei steigender Tendenz zu zusätzlichen Störungen des Verbrennungsvorgangs führt.

2. Wegen der in der Regel nicht funktionsfähigen Nachverbrennung ist oft eine starke Rauchentwicklung festzustellen. Die Gefahr von Emissionen, wie z. B. von Chlorgas sei hier nur angedeutet.
3. Aufgrund mangelhafter Betriebsbedingungen ist das Betriebspersonal teilweise unzumutbaren Belastungen am Arbeitsplatz ausgesetzt.

Überprüfungen von Verbrennungsanlagen in Krankenhäusern einer Großstadt durch das Gesundheitsamt in Verbindung mit dem TÜV ohne Voranmeldung ergaben z. B. nachfolgendes Bild:

- 12 % der Anlagen waren nicht in Ordnung
- 18 % waren noch nicht abgenommen
- 30 % hatten mehr oder weniger große Mängel
- 40 % waren nicht mehr tragbar
- 100 %

An der Medizinischen Hochschule Hannover liegen die Verhältnisse ähnlich. Laut TÜV-Gutachten vom 4. 11. 74 ist auch diese Anlage in einem betriebsunwürdigen Zustand. Hinzu kommen die hohen Betriebskosten von z. Zt. DM 0,50/kg Abfall.

## 2. Ein neues Konzept

Diese Problematik hat zu der Überlegung geführt, den infektiösen Abfall zu sterilisieren, um ihn danach wie normalen Hausmüll weiterbehandeln zu können. Hierbei ist es zunächst erforderlich, die anfallenden Abfälle grob in Kategorien einzuteilen:

1. gewöhnliche, in der Regel nicht infektiöse Abfälle mit hausmüllähnlichem Charakter,
2. spezifische Krankenhausabfälle, welche durch die Gefahr einer Keimverschleppung sowie wegen ihrer speziellen Struktur und Zusammensetzung nicht gemeinsam mit dem Hausmüll behandelt und beseitigt werden können.

3. Abfälle, die aufgrund ihrer besonderen Charakteristik weder unter Gruppe 1 noch unter Gruppe 2 einzuordnen sind und auch nicht mit diesen beseitigt werden können.

Für das Sterilisationsverfahren kommen die Abfälle der Kategorie 2 in Betracht mit der Einschränkung, daß Organteile sowie Versuchstiere besonderen Öfen, Krematorien bzw. Tierverwertungsanstalten zuzuführen sind.

### 2.1 Auswahl des Sterilisationsverfahrens

Bei den Sterilisationsverfahren unterscheidet man zwischen den chemischen und den physikalischen Methoden. Aus Gründen der Wirksamkeit und der Kosten scheiden die chemischen Methoden sowie die physikalischen Methoden mittels Strahlung aus, ebenso die Verfahren Verbrennung und Ausglühen. Es verbleiben die thermischen Verfahren mittels Heißluft von mindestens 180° C sowie mittels gesättigtem Dampf von 134° C bei 3 atm. Voruntersuchungen haben gezeigt, daß die Heißluftsterilisation durch die hohe geforderte Betriebstemperatur und die dadurch auftretenden Kunststoffverschmelzungen sowie die lange Abtötungszeit (bei 180° C = 20 Min.) hier nicht brauchbar ist. Die Sterilisation mittels Dampf bietet sich dagegen wegen ihrer Sicherheit und kurzen Abtötungszeit an. (Bei 3 atm  $\hat{=}$  133,9° C beträgt die Abtötungszeit unter opt. Bedingungen 2 Min.) Eine sichere Abtötung von Keimen bis zur Resistenzstufe III -mesophile native Erds sporen, Chlostridien- ist so gewährleistet. Die thermophilen Bakterien der Resistenzstufe IV sind apathogen und im medizinischen und pharmazeutischen Bereich ohne Bedeutung.

### 2.2 Aufbau des Sterilisators

In der Abtlg. für Biomed. Technik der MHH wurde das nachfolgend erläuterte Prinzip eines Sterilisierautoklaven mit rotierendem Innenteil für dieses spezielle Problem der Sterilisation entwickelt. Grundlegende Gedanken bei der Konzeption des Systems waren größtmögliche Betriebssicherheit, geringe Wartung sowie kostengünstiger Betrieb und das Aufstellen einer Typenreihe. Der Autoklav kann in der Größenordnung von 3 - 14 m<sup>3</sup> hergestellt werden. Er besteht aus einem

waagerechten Zylinder, dem Außenmantel, beiderseits mit angeschraubten Stirnwänden, einerseits mit einem Bajonettverschluss einschließlich Deckeldrehvorrichtung und Fangvorrichtung für die Zu- und Abfuhr des Sterilisationsguts und enthält im Inneren eine rotierende Trommel mit eingebauten Misch- und Transportschaufeln. Der Dampf einlaß findet über die Antriebswelle und gegenüberliegende Stirnseite statt, während die Kondensatabsaugung nur über die Antriebswelle erfolgt. Zu- und Abfuhr des Sterilisationsguts erfolgen durch Veränderung der Laufrichtung der Innentrommel.

Das ganze System läßt sich bei entsprechender Steuerung weitgehend automatisch von nur einer Person bedienen.

### 2.3 Wirkungsweise, physikalische Grundlagen

Der Sterilisateur arbeitet nach dem Dampf-Strömungs-Verfahren unter Ausnutzung des Gravitationsprinzips, evtl. auch mit zusätzlicher Vakuumeinrichtung. Messungen an einem Versuchsmodell (Bild 1) haben gezeigt, daß der optimale Füllgrad der Trommel bei ca. 75 % liegt. Bei diesem Nutzvolumen erzielt man gegenüber 100 % Beladung einen Aufheizzeitgewinn von ca. 30 - 40 %. Eine weitere Verringerung des Füllgrades, z. B. bis auf 50 % bringt dagegen keinen nennenswerten Zeitgewinn und ist auch vom betriebstechnischen Aspekt abzulehnen.

Nach der Beschickung des Autoklaven erfolgt der Aufheizvorgang durch Einblasen von Dampf und nachträglichem Expandieren in mehreren Schüben, dabei finden reversierende Drehbewegungen der Innentrommel statt. Bild 2 zeigt, wie durch die Druckwechsel während der Aufheizphase die Aufheizzeit beachtlich gesenkt wird.

Dies liegt einmal an der damit verbundenen und nachfolgend noch erörterten beschleunigten Austreibung der Restluft aus der Charge. Hinzu kommt, daß bedingt durch die Druckwechsel, eine erzwungene Strömung des Dampfes mit starken Turbulenzen vorliegt, so daß der Wärmeübergang weiter wächst. Ein ähnlicher Effekt wird durch die reversierende Drehbewegung erzielt (siehe dazu Bild 3). Sie bewirkt durch die dauernde Umwälzung

*Von Konvektion und Wärme der Trommel  
kann man*

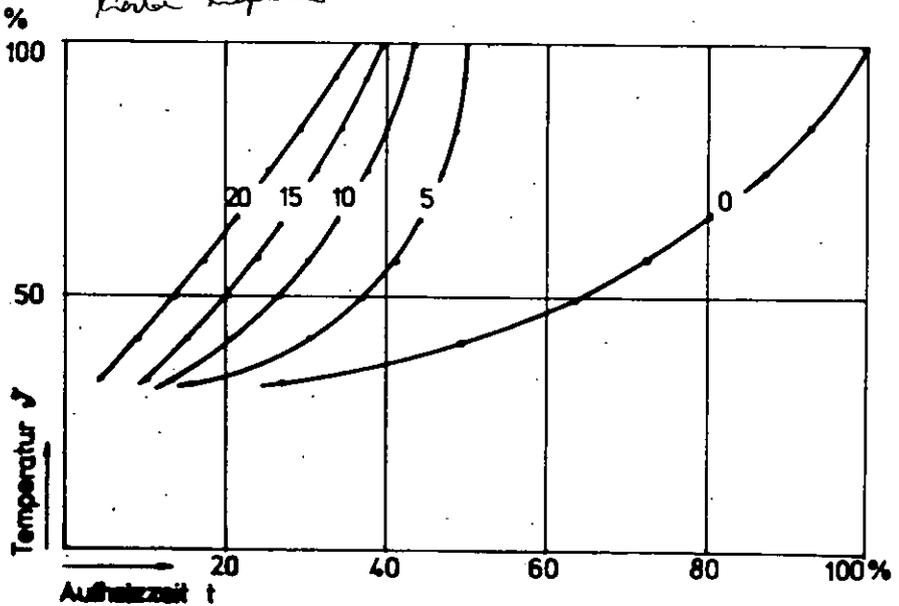


Bild 3: Temperatur-Zeitverhalten in der Aufheizphase in Abhängigkeit von der Anzahl der Umdrehungen der Innentrommel  
Parameter: 0, 5, 10, 15, 20 Umdr./Min.

Regel größer als bei ähnlichen Vorgängen ohne Aggregatzustandsänderung. Die auftretenden Turbulenzen des strömenden Dampfes aufgrund der erzwungenen Druckunterschiede im Sterilisator und der Drehbewegung der Trommel führen zu einer zusätzlichen Erhöhung der Wärmeübergangszahl und damit zu einem schnelleren Temperaturanstieg. Allerdings beeinflusst die Stärke der Kondensathaut entscheidend die Wärmeabgabe des Dampfes, da die Wärme durch diese Schicht nur durch Leitung übertragen werden kann und die Wärmeleitfähigkeit von Wasser gering ist. Eine weitere Beeinflussung der Wärmeleitfähigkeit tritt durch das Vorhandensein von Inertgasen auf, da durch deren Anwesenheit der Partialdruck und die Sättigungstemperatur des Dampfes sinken. So senkt bereits ein Luftanteil von 4 % die Wärmeübergangszahl auf 61 %. Diese Erscheinung ist deutlich in Bild 2 erkennbar. Die Wärmeübergangszahlen derartiger Wärmeübertragungs-Vorgänge mit

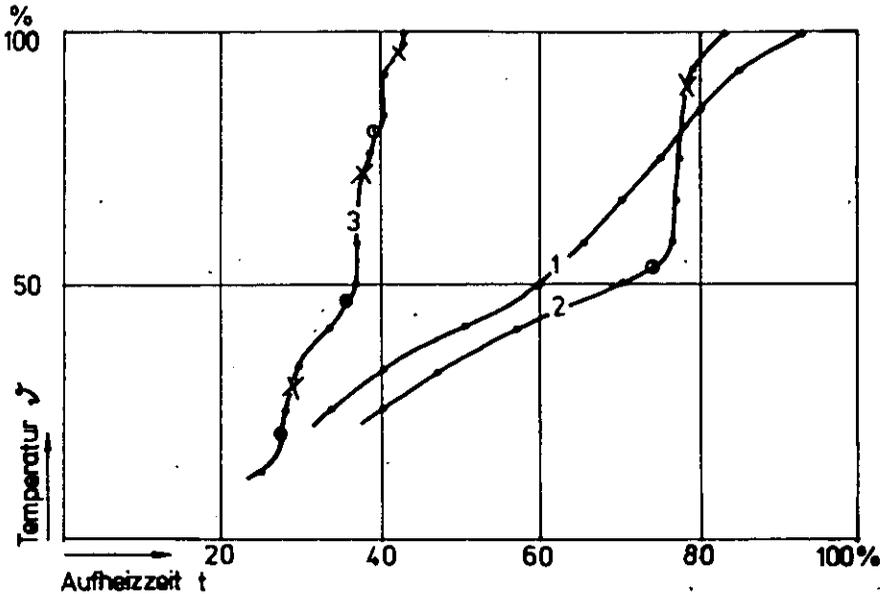


Bild 2: Temperatur-Zeitverhalten in der Aufheizphase in Abhängigkeit von der Anzahl der Druckwechsel  
Kurve 1: keine Expansion  
Kurve 2: einmalige Expansion  
Kurve 3: dreimalige Expansion  
•: Meßpunkt  
○: Ventil geöffnet  
X: Ventil geschlossen

Der in der Trommel ablaufende Wärmeübergang während der Aufheizphase ist relativ komplex. Trotzdem soll an dieser Stelle eine kurze Darstellung der Problematik erfolgen, um auf diese Weise nochmals den Gedankengang bei der Systemkonzeption des speziellen Rotationsautoklaven zu verdeutlichen. Es handelt sich um einen Wärmeübergang in einer Schüttung, vergleichbar etwa mit dem Aufheizvorgang bei Regeneratoren. Die Wärmeübertragung findet vorwiegend zwischen den Medien Wasserdampf und Sterilisationsgut statt, wobei während der Aufheizphase aufgrund der Temperaturdifferenzen der beiden Medien eine Aggregatzustandsänderung des Wasserdampfes auftritt. Die Wärmeübergangszahl ist hierbei in der

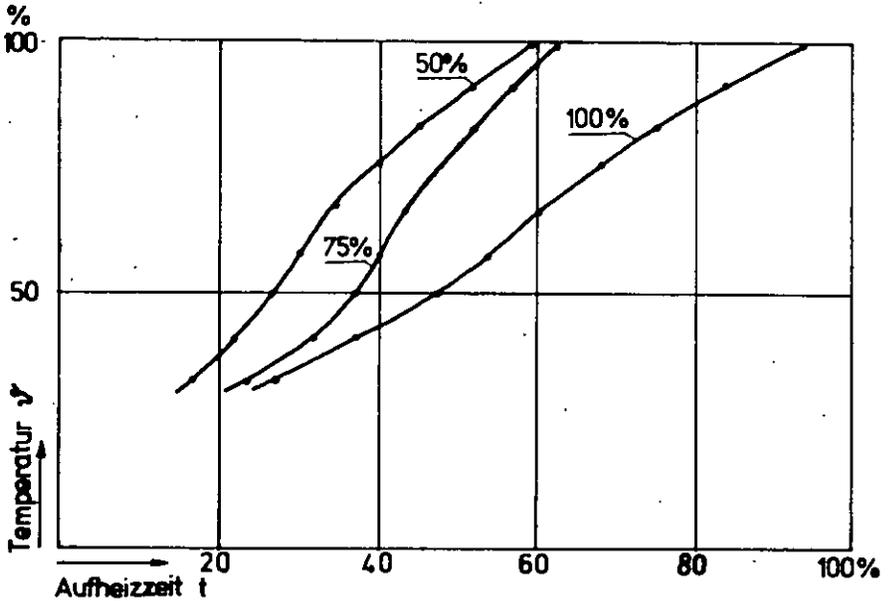


Bild 1: Temperatur-Zeitverhalten in der Aufheizphase in Abhängigkeit vom Füllgrad der Trommel - gemessen bei konstanter Umdrehungszahl von 5 Umdr./Min.

und Umschüttung des Sterilisationsguts eine intensive Durchmischung und Entlüftung und sorgt somit für ein rasches Nachströmen des Dampfes in das Innere der Charge. Darüber hinaus verhindert sie die Ausbildung eines geschlossenen Kondensatfilms auf der Oberfläche des Sterilisationsguts. Dies hat eine starke Erhöhung der Wärmeübergangszahl  $\alpha$  zur Folge. Für die Drehgeschwindigkeit der Trommel ist allerdings vom Hersteller eine obere Grenze von ca. 20 Umdr./Min. gesetzt.

Für die Aufheizphase bedeutet die Kombination dieser beiden Verfahren einen erheblichen Zeitgewinn. Werte über Verluste während der Sterilisationszeit liegen noch nicht vor; diese dürften aber bei ausreichender Isolation des Behälters gering sein.

Kondensation lassen sich weitgehend nach den von Nußelt theoretisch entwickelten Gleichungen berechnen. Darauf soll an dieser Stelle aber nicht näher eingegangen werden.

### 3. Zielsetzung und Schlußbetrachtung

*Gefahrenzone des MW*

Für das konzipierte Sterilisationsprinzip in speziellen Rotationsautoklaven sollen die optimalen Betriebsbedingungen durch Versuchsreihen und durch Berechnung festgelegt werden, damit das System unter optimalen Bedingungen betrieben werden kann. Erste Versuche an einem Simulationsmodell sind bereits durchgeführt worden, wie die vorangehenden Meßwerte zeigen. Weiterhin ist an den Aufbau einer Pilotanlage gedacht, die in einem Krankenhaus mittlerer Größenordnung eingesetzt werden soll. Für die Versuchsläufe ist ein Meßsystem geplant, das von einem Microprozessor-System gesteuert wird und Daten auswertet sowie abspeichert. Gleichzeitig soll der Einsatzwert derartiger Systeme hinsichtlich einer Systemoptimierung getestet werden. Die Sterilisation nach vorgenanntem Prinzip bietet eine echte Alternative zur Müllverbrennung. Sie wird außerhalb des kritischen Bereiches betrieben, in dem Schädigungen der Umwelt auftreten können und verursacht weniger Kosten. Hinzu kommt, daß im Verbund mit Dampf abnehmenden Einheiten auf dem Klinikgelände wie z. B. Wäscherei eine optimale Nutzung der ohnehin schon vorhandenen Dampferzeugungs-Anlage möglich wird. Mit diesem Prinzip wird Krankenhäusern, die ihren infektiösen Müll bisher unzureichend verbrennen mußten, eine Lösung angeboten, ihre Abfälle entsprechend der Rechtsnorm zu beseitigen.

#### Literatur:

Bei dem Verfasser

Helmut K l i e

Tannengrund 2

3016 Seelze 2

## Betrieb von Sterilisatoren zur Beseitigung krankenhausspezifischer Abfälle

Betrachtungsweise, Systemplanung, Anwendungsbereiche  
von Rolf H. Rupp, Hösel

---

### 1. AUFGABENSTELLUNG

Wie die bisherigen Erfahrungen aus der Praxis zeigen, sind wenig voll befriedigende Lösungen zur Beseitigung von krankenhausspezifischen Abfällen vorhanden.

Die Praxis zeigt weiter, daß die vom Gesetzgeber erlassenen Gesetze, Vorschriften und Richtlinien nur bedingt eingehalten werden können.

Es muß also eine vordringliche Aufgabe der Wissenschaft sowie der planenden und ausführenden Industrie sein, technisch-wirtschaftlich vertretbare Lösungen zu entwickeln und zu erproben, die den gesteigerten Anforderungen an das Umweltbewußtsein und den gesetzlichen Auflagen gerecht werden.

### 2. ZIELSETZUNG

Aufgrund der gemachten Erfahrungen und vorliegenden Untersuchungsergebnisse von Instituten, Krankenhäusern u. ä. m. ist es notwendig, eine Methode zur Beseitigung infektiöser Abfälle zu finden, die im einzelnen den folgenden Zielsetzungen gerecht wird:

- o hygienisch einwandfreie Beseitigung
- o ökologisch unbedenkliches Gesamtsystem
- o einfache Einordnung in bestehende Entsorgungsstrukturen
- o Erfüllung aller gesetzlichen und sonstigen Auflagen
- o Einordnung in bestehende Versorgungsnetze wie Verbundsysteme ENERGIE
- o wirtschaftliche Investitionen und Betriebskosten
- o einfache Umrüstung oder Nachrüstung

Eine besondere Priorität hat allerdings die praktische Handhabung innerhalb von Krankenhauseinrichtungen und Arztpraxen wie die Sammlung von infektiösem Müll, die auf einfache Art praxistgerecht erfolgen sollte.

### 3 ISTWERTDARSTELLUNG

#### 3.1 Entsorgungsbereiche

Bei der Entsorgung von Gesundheitseinrichtungen in der bisherigen Art und Weise sind 3 Entsorgungsbereiche der Müllbeseitigung zu berücksichtigen:

1. die Sammlung des Mülls beim Verursacher
2. der Transport vom Entstehungsort zu der Behandlungs-  
anlage bzw. Beseitigungsanlage und
3. Behandlung bzw. Beseitigung des Mülls.

#### 3.2 Abfallarten

Folgt man der bisherigen Klassifizierung (nach Prof. Knoll und Christmann) der Abfälle im Gesundheitswesen unter Ausklammerung von Abwässern, so sind 3 Gruppen charakteristisch:

1. Abfälle mit hausmüllähnlichem Charakter
2. Abfälle, die eine Keimverschleppung verursachen können und die aus
  - 2.1 krankenhausspezifischen Abfällen (MHH-Gruppe 2) und
  - 2.2 Sonderabfällen bestehen
3. Abfälle mit besonderer Charakteristik, die getrennt von Gruppe 1 + 2 zu beseitigen sind.

##### 3.2.2 Zukünftige Entwicklung

Vorauszusehen ist eine quantitative Zunahme der Müllmenge als auch die qualitative Veränderung der Zusammensetzung.

Besonders die Gruppe 2.1 wird in erster Linie von Einwegartikeln beeinflusst.

### 3.3 Kosten der Müll-Beseitigung

Genaus verwertbare Angaben liegen auch hier nicht vor.

Allgemein gilt durch die Praxis als gesichert, daß die Müllbeseitigung durch Verbrennung beim Verursacher selbst d. h. im Krankenhaus (Eigenverbrennung) zu erheblichen höheren Kosten führt, als bei einer Zentralisierung der MVA.

### 3.4 Mengen von infektiösem Müll.

3.4.1 Hier kann nur wiederholt werden, was Gutachten betonen und die Praxis zeigt.

Genaus detaillierte und statistisch gesicherte Mengenangaben sind nicht vorhanden.

Ein Beispiel aus der Praxis, das jedoch keineswegs typisch für andere Krankenanstalten sein muß, zeigt folgendes Ergebnis (MHH)

Pathologische Müllmengen pro Tag: 1 Sack = 60 l.

Bereich	morgens	mittags	abends
Chirurg. Poliklinik	10	8	20
Lehrgebäude	nur wenn die Kurablässe in Betr. sind		
Zentrallabor	8	-	15
Kliniken West	6	-	6
UNF-Bau Ebene 4, Block 1+2 u. Stationen 14 u. 24	12	40	15
UNF-Bau Ebene 4, Block 3+4 u. Station 34	-	10	5
UNF-Bau Obige Ebenen	-	-	12
Bettenhaus Ost	70	50	70
Bettenhaus West	20	10	20
Radiolog. Institut	4	3	2
Kinderklinik	25	-	20
Psychiatrie	2	-	2
Theor. Institute I	20	25	25
	177	136	212 = 525 Mülls.

Das entspricht bei einem Durchschnittsgewicht von ca + 6 kg etwa 3000 kg/Tag und einem Durchschnittsvolumen von ca .30 m<sup>3</sup>/Tag.

#### 4 SOLLWERT-FORMULIERUNG

##### 4.1 Spezielle Forderungen

Für die Entsorgungsbereiche von Gesundheitseinrichtungen sind praktikable Lösungen zu schaffen, die sowohl für neu zu schaffende aber insbesondere für bestehende Einrichtungen technisch-wirtschaftlich gültig sind. Um nicht für jedes Krankenhaus ein "subjektives" Beurteilungsprofil von Kriterien erarbeiten zu müssen, ist eine Objektivierung der Sachlage notwendig.

##### 4.2 Sammelbereich beim Verursacher

Nur eine einfache praxisgerechte und damit problemlose Sammlung führt zur Lösung, d. h. für den Planer oder Projektteur es ist davon auszugehen, daß die zu transportierenden Müllsäcke mit gebotener Vorsicht zu behandeln sind (insbesondere wenn der Anteil an Spritzen zunimmt).

##### 4.3 Müll-Behandlung

Hierbei ist eine zuverlässige und einwandfreie hygienisch unbedenkliche Methode zu fordern.

Die ökologischen Auswirkungen dieser Methode sollten das Gesamt-System der Müllbeseitigung entlasten, ohne zusätzlichen technischen und organisatorischen Aufwand zu erfordern.

#### 5 SYSTEMPLANUNG

##### 5.1 Vorgehen

Ausgehend von den vorgegebenen Sollwerten ergeben sich für die Systemplanung die Dimensionierung von Beseitigungseinrichtungen entsprechend dem Aufbau des Systems nach dem Prinzip "Sterilisation infektiöser Abfälle in speziellen Dampfdruckbehälter" (s. STIM\*) folgende

\*) Patent angemeldet

Schwerpunkte:

- o Zu-Transport des i Müll
- o Beschicken des STERILIS
- o STERI
- o Leeren d. ST.
- o Abtransport alternativ
  - über Müllpresse
  - oder direkt zur MVA

5.2 Sammlung des infizierten Mülls, d. h. der Einsatz von Fördermitteln, Behältern, Kunststoffsäcken.

Sämtliche vom Verursacher der Gruppe 2.1 (MHG Gruppe 2) kommender Müll ist zu sterilisieren. Damit ist dieser Müll über die bekannten Fördermittel den Fördermitteln bzw. Transportsystemen der Behandlung zuzuführen.

5.3 Behandlung nach der Methode: STIM

Das Prinzip und der Aufbau der Anlage ist im Aufsatz "Sterilisation infektiöser Abfälle in speziellen Dampfdruckbehältern" von H. Klie eingehend beschrieben.

Für die verschiedenen Leistungsanforderungen der Krankenhäuser je nach Müllmengenanfall steht folgende Typenreihe zur Verfügung.

	Fassungsvermögen	Gewicht
STIM 3	3 m <sup>3</sup>	ca 5400 kg
STIM 7	7 m <sup>3</sup>	ca 9300 kg
STIM 14	14 m <sup>3</sup>	ca 16000 kg

Die Baugröße je Typ einschließlich der notwendigen Nebenflächen und Räume ist bei der Planung zu berücksichtigen um beim Einbau und bei Reparaturen die Zugänglichkeit sicherzustellen.

#### 5.4 Standortfragen

Hier ist zu unterscheiden in eine Neubauplanung bzw. in eine Nachrüstung in bestehende Häuser, d. h. die Einordnung innerhalb der bestehenden Entsorgungsstrukturen.

Hierbei ist die Optimierung von

- o Behandlung mit der STIM-Anlage
- o hoher Auslastungsgrad der Anlage
- o des Zu- und Abtransports des Mülls und
- o die Minimierung der Energiekosten (im Verbundsystem m. a.) anzustreben.

#### 5.5 Auslegung und Betrieb

##### 5.5.1 Leistungsanforderungen

Der leistungsgerechte Einsatz von Stim wird weitgehend von der benötigten Typenreihe und dem dazu notwendigen geräte-technischen Aufwand und Energiebedarf abhängen.

##### 5.5.2 Baureihe

Die Leistung der Typen kann durch zusätzliche Pufferung des Mülls in Bereitstellungsräumen erhöht werden. Damit wird folgende Baureihe möglich, die einen gezielten Einsatz von Stim und einen hohen Auslastungsgrad gewährleisten.

##### 5.5.3 Betriebszeiten und Energiebedarf

Eine zusätzliche Möglichkeit Dampfenergie-Verbundsystem in Zeiten geringen Energiebedarfes durch Verbraucher höherer Priorität zu nutzen, besteht ebenfalls. Die relativ kurze Sterilisationszeit  $t_{STIM}$  der einzelnen Typen bei 0,5 Stunden Aufheizzeit

	$t_{STIM}$ min	$t_{STIM}$ max	bei 75% Volumennutzung
STIM 3	ca 50	ca 65	
STIM 7	ca 50	ca 65	
STIM 14	ca 50	ca 65	

läßt den Einsatz in Zeiten freier Energiekapazitäten zu. Somit ist eine zusätzliche Nutzung von Energieerzeugern möglich.

$$t_{\text{STIM}} = (t_{\text{Be}}; t_{\text{STER}}; t_{\text{Ab}}; t_{\text{Le}})$$

$t_{\text{Be}}$  = Zeit für Beschickung

$t_{\text{STER}} = t_{\text{Auf}} + t_{\text{Abtöt}}$

$t_{\text{Auf}}$  = Aufheizzeit

$t_{\text{Abtöt}}$  = Abtötungszeit

$t_{\text{Ab}}$  = Abkühlungszeit

$t_{\text{Le}}$  = Leerungszeit

## 6 WIRTSCHAFTLICHKEITSBETRACHTUNG

Vergleiche, die auf der Erfahrung beruhen, liegen zur Stunde noch nicht vor.

Am konkreten Beispiel der MHH wurde eine Vergleichsrechnung aufgestellt.

Bei einer Nutzmenge von

ca. 572 000 kg/Jahr ergeben sich

nominal ca. 0.30 DM/kg Müll (1 Mann Bedienung)

in der Praxis ca. 0.49 DM/kg Müll (6 Mann Bedienung)

ohne Abschreibungsanteile der Anlage

Geht man davon aus, daß, wie im Fall der MHH ca. 50 % Müll gleich infektiöser Müll sind, so könnte für ca. 50 % Müll eine direkte Kostensenkung durch die Verfahrensänderung erreicht werden.

Eine weitere Kostensenkung wird indirekt durch die zu erwartende Senkung der Reparaturkosten eintreten.

Die Kosten bei STIM liegen bei

$\frac{572 \text{ 000}}{2}$  kg/Jahr = 286 000 kg/Jahr bei ca. 0,23 DM/kg

ebenfalls ohne Abschreibungsanteile der Anlage.

## 7 ANWENDUNGSBEREICHE

Aufgrund der in der Systemplanung herausgestellten Systemtypen und Baureihen ist ein wirtschaftlicher und zuverlässiger Einsatz von STIM\* bei Gesundheitseinrichtungen zu erwarten.

Insbesondere sprechen folgende Argumente für den Einsatz von STIM

- o Günstige Einordnung von STIM in bestehende Versorgungsstrukturen wie z. B. in Großstädten, in Ballungsgebieten mit mehreren Kliniken.
- o Problemlose Mehrfachnutzung der Anlage, z. B. durch Ankoppeln von weiteren Entsorgungssystemen z. B. Arztpraxen.
- o Absolute Umweltentlastung wegen fehlender Emission und fehlender Belastung des Grundwassers.
- o Einwandfrei kontrollierter hygienischer Krankenhausmüll zur Weiterbehandlung in Müllverbrennungsanlagen.
- o Wirtschaftliche Nutzung durch Verwendung bestehender Anlagen z. B. Verbundsysteme zur Dampferzeugung.
- o Anpassung an die Betriebserfordernisse durch Typenreihen nach Baukastensystem, an die Betriebszeit und Müllanfall.
- o Hygienisch unbedenkliche Wartungsmöglichkeiten und Reparaturen.
- o Anwendung bekannter Technologien für die sowohl Betriebspersonal als auch Wartungspersonal vorhanden ist. Dadurch kurze Einweisungszeit.
- o Geringere Raumgröße und Nebenräume, damit wenig problematische Umrüstung innerhalb bestehender Krankenhausysteme.

Außerdem wird der volkswirtschaftliche Nutzen wesentlich zu Buch schlagen, der auf die

günstigen Investitionskosten und  
kalkulierbaren Betriebskosten  
zurückzuführen ist.

8 Literatur beim Verfasser.

Rolf H. Rupp  
Ingenieurbüro RUPP  
Am Rennbaum 8

4030 Ratingen 6 - Hüssel

"KRANKENHAUSABFALLBESEITIGUNG -  
VERGLEICH ZWISCHEN KLEIN- UND ZENTRALANLAGEN"  
von A. Christmann, Leverkusen

---

## 1. EINLEITUNG

In allen Bereichen der Abfallbeseitigung - gleich welches System zur Anwendung kommt - ist die Bemessung und Festlegung einer sinnvollen Anlagengröße und in gleichem Maße die Standortbestimmung ein entscheidendes Kriterium. Dabei sollte neben einer "umweltfreundlichen" Abfallbeseitigung die wirtschaftliche Betriebsführung mit dem Ziel der Minimierung der Verarschungskosten Priorität haben. Bei Anlagen zur Behandlung und Beseitigung von Hausmüll und industriellen Sonderabfällen können diese Anforderungen nur bei größeren Verbrennungseinheiten erfüllt werden, so daß hier der Trend zur Zentralisierung eindeutig ist. Unterstützt wird dies zusätzlich durch die verschärften gesetzlichen Auflagen wie z. B. in den Bereichen Luftreinhaltung, Lärmschutz, Vermeidung von Geruchsemissionen etc. Die Einhaltung dieser in den verschiedenen Gesetzen vorgegebenen Auflagen und Grenzwerte erfordert einen immer aufwendiger werdenden maschinellen und baulichen Aufwand, so daß eine wirtschaftliche Betriebsführung nur ab Anlagen mit bestimmten Durchsätzen sichergestellt werden kann.

## 2. ANLAGENMODELLE

### 2.1 KLEIN- ODER EINZWECKANLAGEN

Für die Beseitigung von Krankenhausabfällen wurden in der Vergangenheit fast ausschließlich sogenannte Kleinanlagen oder EINZWECKANLAGEN eingesetzt, d.h. das jeweilige Krankenhaus betreibt eine eigene Anlage, in der die Verbrennung der in diesem Krankenhaus anfallenden infektiösen Abfälle sporadisch an wenigen Stunden pro Woche erfolgt.



fektiösen Krankenhausabfälle, an der Kliniken eines entsprechenden Ballungsgebietes angeschlossen werden.

Die hausmüllähnlichen Abfälle sämtlicher Kliniken werden dabei wie bei der Einzweckanlage über die örtliche kommunale Müllabfuhr abgefahren und einer entsprechenden Beseitigung zugeführt (siehe Bild 2).

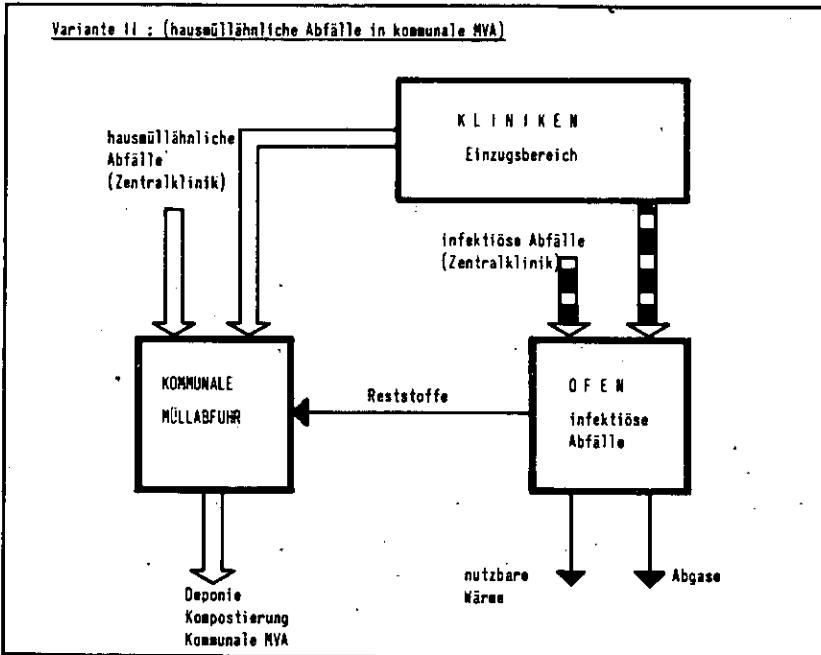


Bild 2: Schematische Darstellung der Krankenhausabfallbeseitigung als Teilzentralanlage (für infektiöse Abfälle)

Aufstellungsorte solcher Teilzentralanlagen könnten z. B. sein:

- ein Zentralklinikum (Universitätsklinik)
- eine kommunale Hausmüllverbrennungsanlage
- ein zentraler Sondermüllplatz.

### 2.2.2 Zentralanlage für infektiöse und hausmüllähnliche Abfälle (TOTALE ZENTRALANLAGE)

Diese Anlage ist sowohl hinsichtlich der Beseitigung der infektiösen als auch der hausmüllähnlichen Abfälle als Zentralanlage anzusehen, d.h. infektiöse und hausmüllähnliche Abfälle der Kliniken eines Einzugsbereiches werden zur Zentralanlage transportiert und hier in voneinander getrennten Ofeneinheiten beseitigt. Als Aufstellungsort käme hier ein Zentralklinikum (Universitätsklinik) infrage.

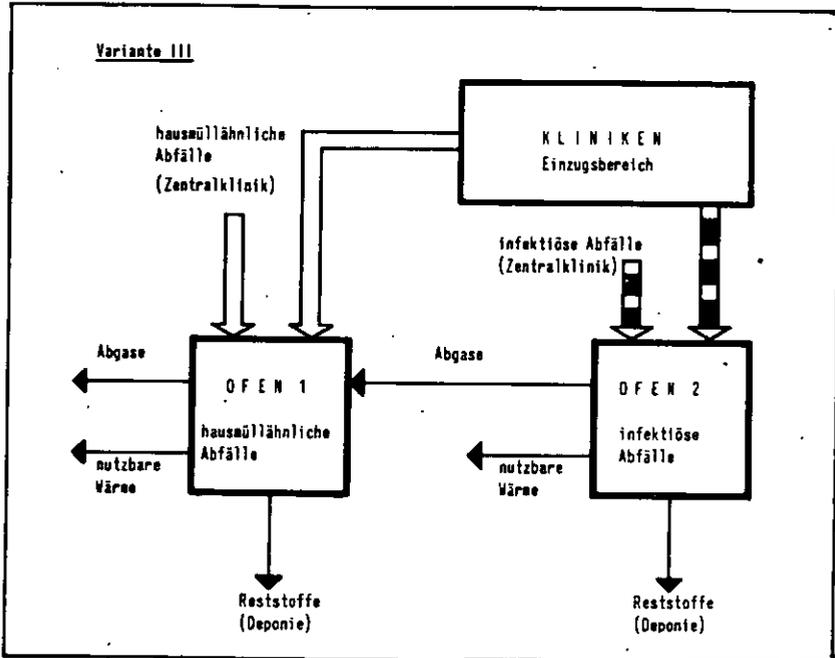


Bild 3: Schematische Darstellung der Krankenhausabfallbeseitigung als totale Zentralanlage

### 3. VERGLEICH VON EINZWECK- UND ZENTRALANLAGEN

Bei der Beurteilung von Klein- und Zentralanlagen zur Krankenhausabfallbeseitigung sind in erster Linie folgende Kriterien zu durch-

leuchten:

- konstruktiver Aufbau und damit Beeinflussung einer hygienischen und umweltfreundlichen Betriebsführung
- Beseitigungskosten

### 3.1 konstruktiver Aufbau und Betriebsführung

Wie bereits eingangs hingewiesen, werden die Kleinanlagen aufgrund der anstehenden geringen Abfallmengen sporadisch an wenigen Stunden pro Tag oder aber sogar pro Woche betrieben. Dies hat natürlich auf Betriebsführung und Reparaturanfälligkeit sehr negative Auswirkungen. Die Erfahrungen zeigen, daß solche Kleinanlagen überwiegend von nicht fachmännisch ausgebildetem Personal, oft sogar von Hilfskräften, betrieben und gewartet werden. Darüberhinaus sind derartige Anlagen nicht - wie dies bei Zentralanlagen selbstverständlich ist - mit ausreichenden Meß- und Registriergeräten ausgestattet, die letztendlich allein eine Kontrolle des Betriebspersonals ermöglichen und damit eine wesentliche Voraussetzung einer umweltfreundlichen Betriebsführung sind. Im wesentlichen können die Nachteile einer Kleinanlage wie folgt dargestellt werden:

- schlechter Ausbrand durch einfache starre Rost- bzw. Herdkonstruktionen ohne effektive Schürwirkung
- manuelle Entaschung mit den damit verbundenen Staubbelastigungen
- manuelle und stoßartige Beschickung und dadurch ungleichmäßige Feuerführung; damit verbunden ist eine Erhöhung des Rohgasstaubgehaltes in den Abgasen
- einfache mechan. Entstauber und damit die Gefahr der sporadischen Überschreitung der zulässigen Staubemissionen, die aufgrund fehlender Meßgeräte nicht erfaßt werden
- zum Teil hohe Spitzenwerte hinsichtlich der Emissionen von Schadgasen (z. B. HCL) zumal vorher keine Mischung der Abfälle erfolgen kann
- oftmaliger Kontakt des Betriebspersonals mit den Abfällen und damit Gefahr der Infizierung (manuelle Beschickung; manuelle

Schürung; manuelle Entaschung)

- hohe Reparaturanfälligkeit durch stoßartige, diskontinuierliche Betriebsführung
- großer Verschleiß durch hohe thermische Belastung der Anlage (spezif. Rost- und Feuerraumbelastung).

Vorteile einer Zentralanlage demgegenüber sind:

- Möglichkeit einer sinnvollen Wärmenutzung durch Einbindung der Abfallverbrennung in die Heizzentrale eines Zentralklinikums
- die nutzbare Wärme (Dampf, Warmwasser etc.) kann kontinuierlich bereitgestellt werden, da bei diesen Anlagen auch ein durchgehender Betrieb möglich ist
- zur Nutzung der Abwärme werden Kesselkonstruktionen eingesetzt, mit denen hohe Reisezeiten erreichbar sind (Strahlungsheizfläche und kontinuierlich arbeitende Reinigungseinrichtungen wie Rußbläser, Klopfvorrichtungen, Kugelregen etc.)
- Bedienung durch Fachpersonal
- optimale Abgasreinigung durch Nachschaltung einer Schadgasreduzierung
- hoher Kapazitätsnutzungsgrad aufgrund der Möglichkeit einer kontinuierlichen Betriebsführung
- automatischer Asche- u. Staubaustrag ohne Belästigungen und Beanspruchungen des Bedienungspersonals
- optimaler Ausbrand der Abfälle durch automatische Schürung und gezielte Verbrennungsluftführung sowie ausreichende Verweilzeit für die Abfälle in der Feuerung in Verbindung mit einer entsprechenden Schichthöhe auf dem Rost bzw. Herd
- kontinuierliche Beschickung und damit kein stoßartiger Verbrennungsbetrieb
- Möglichkeit der Entsorgung von Apotheken und Arztpraxen
- kein Kontakt des Bedienungspersonals mit den infektiösen Abfällen,

wie dies bei Kleinanlagen aufgrund der vielen manuellen Eingriffe gegeben ist.

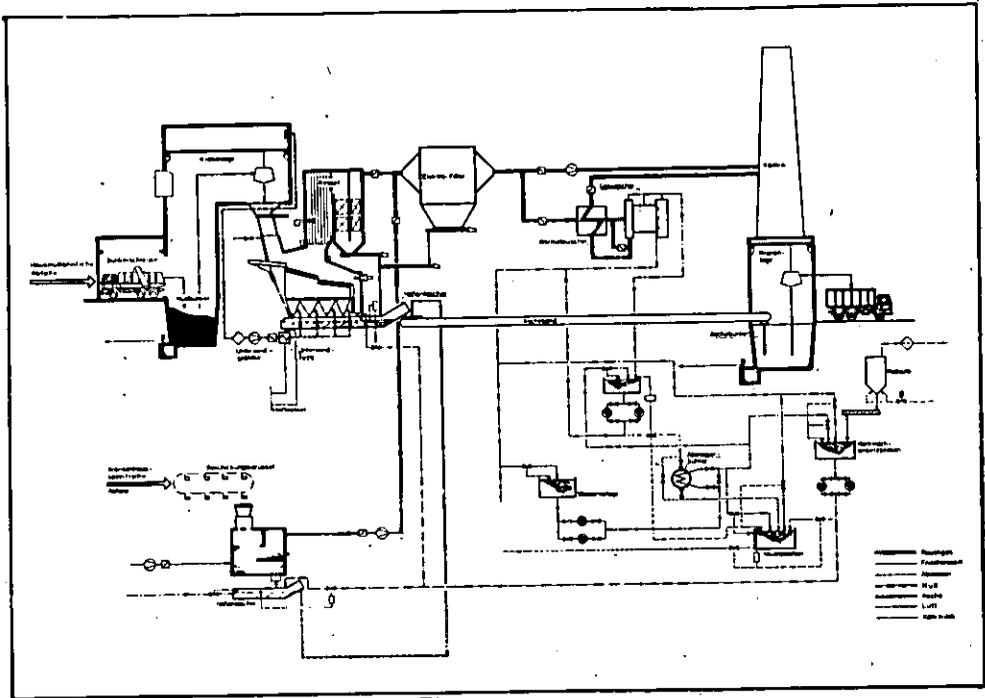


Bild 4: Fließschema der zentralen Verbrennungsanlage für die Uni-Klinik Aachen

Nachstehend sind tabellarisch die wesentlichsten konstruktiven Merkmale, unterteilt in die einzelnen Funktionsbereiche der Anlage, gegenübergestellt, wobei hier als Zentralanlage das Modell der TOTALEN ZENTRALANLAGE zugrundegelegt wurde. Eine ähnliche Anlage wird z. Zt. für die Technische Universität in Aachen erstellt, die voraussichtlich Ende 1976 den Betrieb aufnehmen wird. (Siehe Bild 4 und 5) Die Anlage wird dann das gesamte Ballungsgebiet des Großraumes Aachen hinsichtlich Krankenhausmüll entsorgen.

Diese grobe Gegenüberstellung zeigt bereits, daß der Zentralanlage eine Technik und Ausstattung zugrunde liegt, die mit der der Kleinanlagen nicht vergleichbar ist.

FUNKTIONSBEREICH	ZENTRALANLAGE		KLEINANLAGE
	hausmüllähnliche Abfälle ( Ofen 1 )	infektiöse Abfälle ( Ofen 2 )	
Übernahme und Stapelung	Entladeschleuse und Müllbunker	Beschickungsmagazin mit Speicherkapazität	Stapelung manuell im Beschickungsraum
Beschickung	Krananlage	autom. über Beschickungsmagazin	von Hand
Zuteilung in Feuerung	über Aufgabetrichter, Einlaufschacht u. kontinuierlicher Speisevorrichtung	Einlaufschacht als Schleuse über Beschickungsmagazin	Aufgabetrichter von Hand (diskontinuierlich)
Feuerung	mech. bewegtes Rostsystem z. B. Vorschubrost	Schamotteherd mit Vorschub- u. Entschungsstößel	Schamotteherd mit manueller Schürung
Ascheustrag	vollautomatisch über Vorschubrost und Naßentschlacker	vollautomatisch über Entschungsstößel und Naßentschlacker	von Hand über Entschungsstür
Rauchgaskühlung	aufgesetzter Wasserröhren-Strahlungskessel mit automatischer Reinigung	nachgeschalteter Kessel oder Luftbeimischung	Luftbeimischung (evtl. Warmwassererzeugung)
Rauchgasreinigung	a) Staubabscheidung in E-Filter oder mech. Entstauber Staub 100 mg/Nm <sup>3</sup>  b) Schadgasreduzierung mittels Gaswäsche HCL 100 mg/Nm <sup>3</sup> HF 5 mg/Nm <sup>3</sup>	Rauchgase werden mit Ofen 1 gemeinsam auf eine Entstaubung und Gaswäsche geschaltet	mech. Entstaubung; keine Schadgasreduzierung; Reingasstaubgehalt abhängig von Staubkonzentration auf der Rohgasseite

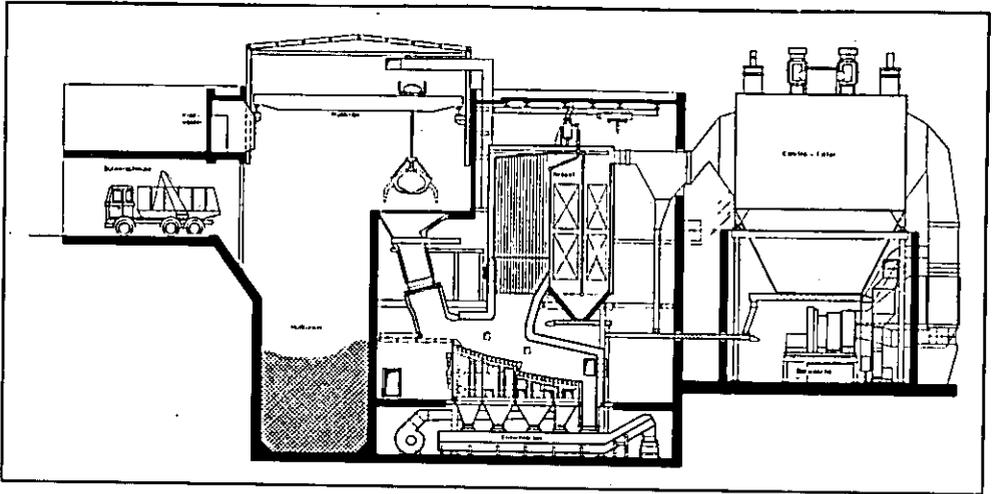


Bild 5: Längsschnitt der Anlage für die Uni-Klinik Aachen;  
Bereich hauswüllähnliche Abfälle

### 3.2 Beseitigungskosten

Neben der Erfüllung und Einhaltung sämtlicher bestehenden Auflagen und Vorschriften sowie der Sicherstellung einer hygienischen Beseitigung der Abfälle ist die Frage der Wirtschaftlichkeit von entscheidender Bedeutung. Die kostenverursachenden Faktoren bei der Abfallbeseitigung sind im wesentlichen:

- Kosten für Einsammlung und Verpackung
- Kosten für den Transport innerhalb und außerhalb des Krankenhauses (in- und externer Transport)
- Kosten für die Beseitigung (Verbrennung)
- Kosten für die Verbringung und Deponierung der Reststoffe (Asche und Stäube).

Um die Forderungen nach einer kostengünstigen Abfallbeseitigung erfüllen zu können ist es erforderlich, im Stadium der Planung nach Möglichkeiten zu suchen, die Kostensenkungen mit sich bringen.

Maßnahmen dieser Art sind u. a. :

- sinnvolle Festlegung des Aufstellungsortes bei Zentralanlagen mit dem Ziel einer Verringerung der Transportkosten
- optimale Nutzung der Anlagenkapazitäten, d.h. hoher Auslastungsgrad der Anlage.

Neben diesen Maßnahmen ist vor allem das Bestreben der wirtschaftlichen Nutzung der Überschußwärme aus der Abfallverbrennung eine Möglichkeit erhebliche Kostensenkungen zu erzielen. Dies wird in dem in Bild 6 ersichtlichen Beispiel der Kostendarstellung deutlich.

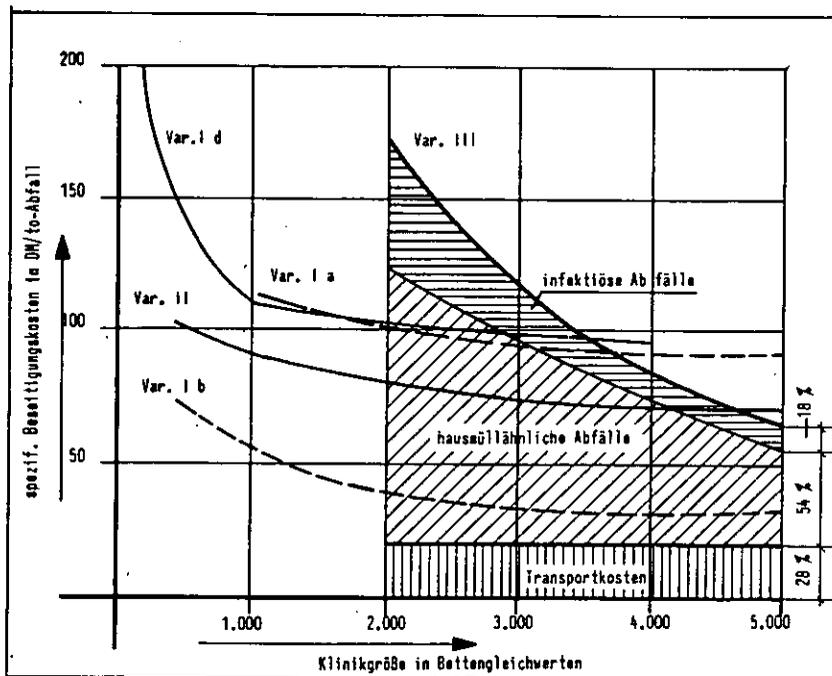


Bild 6: Graphische Darstellung der spezif. Beseitigungskosten von Krankenhausabfällen bei verschiedenen Anlagenkonzepten und Beseitigungsmethoden

#### 4. SCHLUSSBETRACHTUNG

Die bei der Beseitigung von Krankenhausabfällen möglichen Anlagenkonzepte können in drei Hauptgruppen gegliedert werden:

- Beseitigung der infektiösen Abfälle in dezentralen Verbrennungsanlagen (Einzweckanlagen) und Entsorgung der hausmüllähnlichen Abfälle über die kommunale Müllabfuhr
- Beseitigung der infektiösen Abfälle in zentralen Verbrennungsanlagen (Teilzentralanlagen) und Entsorgung der hausmüllähnlichen Abfälle über die kommunale Müllabfuhr
- Beseitigung sowohl der infektiösen als auch der hausmüllähnlichen Abfälle in gemeinsamen zentralen Verbrennungsanlagen (Totale Zentralanlagen).

Die graphische Kostendarstellung (Bild 6) zeigt deutlich, daß eine dezentrale Verbrennung der infektiösen Abfälle bei Kliniken normaler Größenordnungen nicht sinnvoll ist. Lediglich bei Großkliniken mit Bettengleichwerten von mehr als 1.000 BGW könnte der Betrieb einer klinikeigenen Anlage gerechtfertigt werden, wobei dann jedoch auch der Anschluß der umliegenden Kleinkliniken sinnvoll wäre, um auch diesen die Möglichkeit einer umweltfreundlichen und kostengünstigen Abfallbeseitigung zu geben. Damit wäre auch hier wiederum die Charakteristik einer Zentralanlage gegeben.

Neben den hohen Beseitigungskosten sprechen auch sehr fragwürdige hygienische Zustände gegen dezentrale Kleinanlagen, die hier in erster Linie durch die manuellen Bedienungsvorgänge und die Kontaktgefahr für das Personal mit den infektiösen Abfällen hervorgerufen werden. Auch hinsichtlich der Emissionen sowohl von Stäuben als auch von Schadgasen wie HCL sind durch den Einsatz einfacher mechanischer Entstauber ohne nachgeschaltete Schadgasreduzierung in Verbindung mit der primitiven Ausstattung an Meß- und Registriergerten Bedenken anzumelden. Diese werden u.a. verursacht durch die Tatsache, daß der Krankenhausmüll in Säcken gesammelt und in diesen

unmittelbar dem Verbrennungssofen zugeführt wird. Eine Mischung der Abfälle mit dem Ziel der Vergleichmäßigung, wie dies bei Hausmüllverbrennungsanlagen üblich ist, kann hier aus den bekannten Gründen nicht erfolgen. Dadurch ist die Gefahr gegeben, daß über längere Zeitphasen Abfälle zur Verbrennung kommen, bei denen die in der neuesten TA-Luft zulässigen Schadgas-Emissionen überschritten werden.

Bei Abwägung und Auswertung der in diesem Referat angesprochenen verschiedenen Beurteilungsmomente können die Empfehlungen bei der Beseitigung von Krankenhausabfällen nur zur Errichtung von zentralen Anlagen gehen, d.h. zu Einheiten mit großen Durchsatzleistungen. Bei der Gestaltung solcher Zentralanlagen sollten zwei Konzeptionen angesteuert werden. In Entsorgungsgebieten, in denen kommunale Hausmüllverbrennungsanlagen existieren, ist die Errichtung von Zentralanlagen für infektiöse Abfälle, d.h. Teilzentralanlagen sinnvoll. In Gebieten ohne kommunale Hausmüllverbrennungsanlagen sollte der Betrieb von totalen Zentralanlagen gewählt werden, in denen die infektiösen und hausmüllähnlichen Krankenhausabfälle verbrannt werden.

Literaturverzeichnis:

- |              |   |                                |   |
|--------------|---|--------------------------------|---|
| Doedens, H.  | "Kosten der Müllbeseitigung - Grobräumige Planungen";<br>Institut für Stadtungswasserwirtschaft der Techn. Universität Hannover | Knoll, K.-H.<br>Christmann, A. | "Grundlagen für Planungen von Beseitigungsanlagen für Abfälle aus Krankenhäusern und ähnlichen medizinischen Einrichtungen sowie Beispiele ausgeführter Anlagen"  |
| Giese, H. J. | "Verbrennungsanlagen für Klinikabfälle";<br>→ U - das technische Umweltmagazin ←<br>Vogel-Verlag, Würzburg<br>Heft 2/April 1975 | WIBERA -<br>Düsseldorf         | "Untersuchungen über die Erfassung und Beseitigung von Abfällen aus Krankenhäusern und ähnlichen Einrichtungen einschl. Pharma-Abfällen"<br>Beiheft 10 zu "Müll u. Abfall"<br>E. Schmidt-Verlag, Berlin |

Anschrift des Verfassers:

A. Christmann, Fa. Keller-Peukert GmbH  
5090 Leverkusen 1, Postfach 100760

Beseitigung von pathologischen Abfällen und festem Hausmüll in  
Krankenhäusern

von P. Reichelt

Zwei Faktoren werden in den nächsten Jahren die Zusammensetzung und die Menge des Hausmülls im Krankenhaus- und Klinikbereich - und dies nicht nur hier - wesentlich beeinflussen. Gemeint ist hiermit die Entwicklung des Papier- und Kartonaufkommens bzw. deren Verbrauch sowie die weitere Einführung von Einwegartikeln.

Veränderungen der Lebensgewohnheiten, Konsumsteigerung und rasche Produktionszunahme, Erhöhung des Lebensstandards schlechthin, mehr und nicht zuletzt aufwendigere Verpackungen sowie die bereits erwähnte Umstellung auf Einwegbehälter sind Faktoren, die für die starke Zunahme des Hausmülls in allen Bereichen unserer Wirtschaft sprechen.

Einige Zahlen mögen diese Aussage für den Klinik- und Krankenhausbereich bekräftigen. Krankenhäuser mit einer Bettenfrequenz bis zu 150 Betten beziffern ihren Müllabfall - bezogen auf ; Abfälle mit hausmüllähnlichem Charakter " auf ca. 3 m<sup>3</sup> pro Bett und Jahr; bei Häusern mit einer Bettenfrequenz zwischen 150 und 600 Betten liegt dieser Größe im Schnitt bei ca. 2,4 m<sup>3</sup> Müll pro Bett und Jahr und in Häusern über 600 Betten wurden Werte um 4,9 bis 5,0 m<sup>3</sup> Müll pro Bett und Jahr genannt.

Der voraussichtliche Trend weist - bezogen auf diese Abfallgruppe - eindeutig nach oben! Dennoch sollte - um das Gesamtbild nicht zu verzerren - darauf hingewiesen werden, daß der Anstieg des Abfallvolumens bei "krankenhausspezifischen Abfällen und Sonderabfällen" wesentlich steiler emporschnellt. Man rechnet hier mit einem jährlichen Volumenanstieg von ca. 5%.

Nach dem Abfallbeseitigungsgesetz - in Verbindung mit den Ausführungsbestimmungen der einzelnen Länder - sind für die Beseitigung von jeglichem Müll die Gebietskörperschaften des öffentlichen Rechts zuständig und verantwortlich; in der Praxis also die Gemeinden, die Kreise, wie auch die Zweckverbände.

Welcher Weg ist nun der richtige, wenn es darum geht, den Müll zu sammeln und für die Entsorgung "aufzubereiten". Die Lösung - um den voluminösen Abfall kostengünstig abtransportieren zu lassen - ist die Verdichtung!

Gehen wir davon aus, daß ein Krankenhaus mit 450 Betten täglich fünf 7 m<sup>3</sup> Container benötigt, um die Entsorgung der Abfälle mit "hausmüllähnlichem Charakter" sicherzustellen, so bedeutet dies, einen täglichen Kostenaufwand von DM 150,-; in 5 Tagen kämen DM 750,- zusammen; pro Jahr müssen somit DM 39.000,- veranschlagt werden.

Verdichtet man den Müll lediglich um 1:5, so kommt man täglich - um bei dem Beispiel zu bleiben - mit einem Container anstatt mit fünf 7 m<sup>3</sup> Einheiten aus. Von der Kostenseite her entspricht dies einem Entsorgungsaufwand pro Jahr von DM 7.800,-, anstatt von DM 39.000,-.

Das vollautomatische Müllpressen-System MPP 20 bietet sich für die Problemstellung im Krankenhausbereich geradezu an, da nahezu jede Abfallsorte mit "hausmüllähnlichem Charakter" problemlos zu verdichten ist und das Pressgut gleichzeitig hygienisch in Plastik-Müllsäcke eingebracht wird. Aufgrund der geringen Abmessungen und der konsequent eingehaltenen Baukastenkonzeption, läßt sich die Anlage jederzeit nachträglich überall einbauen; enge Gänge, Räume oder Türen sind kein Hindernis!

Ein zentrales und vor allem nicht immer leicht zu lösendes Problem stellt für die meisten Häuser die Vernichtung bzw. Beseitigung der "krankenhausspezifischen- und Sonderabfälle" dar, zumal diese Abfallgruppe einen überdurchschnittlichen Volumenanstieg aufweist und weitere Steigerungsraten - wie eingangs ausgeführt - zu erwarten sind.

Das Abfallbeseitigungsgesetz gibt vor, daß die Müllentsorgung jeder Art der Gemeinde, dem Kreis, usw. zufällt, daß aber die beseitigungspflichtige Behörde - gemäß § 3.4 des Abfallbeseitigungsgesetzes - das Recht hat, einzelne Abfallsorten aus ihrer Beseitigungspflicht auszuschließen. In diesem Fall gilt dann das Verursacherprinzip, nachdem der Betreiber des Krankenhauses selbst für die Entsorgung und somit für die Vernichtung der anfallenden Abfälle Sorge zu tragen hat.

Die zuständigen Ministerien der Länder Bayern, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Niedersachsen und Bremen, sowie die Regierungspräsidien in Düsseldorf, Detmold, Kassel, Darmstadt, Koblenz usw. bestätigen, daß in ihrem jeweiligen Land bzw. Bezirk "Abfälle aus Krankenanstalten die nicht hausmüllähnlich sind" also zur Gruppe der "krankenhausspezifischen Abfälle und Sonderabfälle" gehören, aus der Beseitigungspflicht der beseitigungspflichtigen Körperschaft ausgenommen sind, bzw. in Kürze ausgenommen werden.

Aufgrund dieser Aussage ist die Basis dafür geschaffen, in Zukunft Verbrennungsanlagen für "pathologische bzw. infektiöse Abfälle und Sonderabfälle" jeder Leistung zu planen, zu bauen, und zu betreiben. Das jeder Genehmigung vorausgehende Planfeststellungsverfahren dürfte in diesem Zusammenhang lediglich eine Formsache sein!

Im Bereich der Kunststoffe nimmt die Gruppe der Einwegartikel eine Sonderstellung ein.

Ohne den Wert bewährter konventioneller Textilien in ihrer ästhetischen, psychologischen und hygienischen Bedeutung zu mindern, ist sich die Fachwelt heute darüber einig, daß sich die Einwegwäsche als Freund erfolgreicher Krankenhaushygiene auch in Zukunft weiterhin behaupten wird. Für die Vernichtung der Einwegwäsche gilt - in Hinblick auf die Ausschaltung einer möglichen Infektionsgefahr - die Verbrennung als optimale Problemlösung. Von Verbrennungsprozeß her sind keine Schwierigkeiten zu erwarten, da die Qualitäts- bzw. Verarbeitungskombinationen - z.B. Vliesstoff / Polyäthylen / Zellstoff - leicht zu verbrennen sind.

Es wird berichtet, daß bei konsequenter Verwendung von Einwegwäsche - schon bei einem Einsatz von 20% an Gesamtwäschebedarf eines Krankenhauses - das Volumen des Krankenhausmülls über das vierfache der übrigen Abfallmengen in einem Krankenhaus ausmacht.

Hieraus kann nur resultieren, daß schon bei der Planung neuer Anlagen diese Überlegungen voll einzubeziehen sind, um interne Entsorgungseingänge von vorn herein auszuschließen.

Die Gruppe der medizinischen Hilfsgüter, die uns als Einweg- oder Einzelartikel bekannt sind, ist ebenfalls recht umfassend. Das Angebot reicht über Spritzen, Sonden, Kathetern, über Spülbecken, Nierenbecken, Urinbeuteln, Infusionsflaschen, Mullkompressen, Verbände bzw. Wundverbände, Einweghandschuhe bis hin zum kompletten Standard- und Operations-Set.

All diese Einwegartikel können Infektionsträger sein und gehören somit neben Wund- und Gipverbänden, Pharmaabfällen, Abfüllen aus Blutbanken, TBC-Stationen, mikrobiologischen Instituten, Infektionskliniken bzw. Stationen ebenso zur Gruppe der "krankenhausspezifischen Abfälle und Sonderabfälle" wie Körperteile und Organabfälle aus dem Bereich der Geburtshilfe, Gynäkologie, sowie der Pathologie und Chirurgie usw.

Verbrennungsanlagen - dem Stand der Technik entsprechend und aufgrund eindeutiger Aussagen der zuständigen Landesministerien bzw. Regierungspräsidien erlaubt - lösen sämtliche Probleme, die sich um die Entsorgung des "nicht hausmüllähnlichen Abfalls" ranken.

Klinikmüll-Kleinverbrennungsanlagen nach der "Renneberg-Technologie" sind so konzipiert, daß alle im Krankenhausbereich anfallenden Abfälle einschließlich Kunststoffe und PVC voll verbrannt werden können. Von Bedeutung ist, daß seitens des Betriebspersonals nicht darauf geachtet werden braucht, wie hoch der Kunststoffanteil (PVC) im Verbrennungsgut ist; die prozentuale Müllzusammensetzung ist gleichgültig! In den Verbrennungsanlagen nach dem "Renneberg-Vorfahren" kann der Klinikabfall so verbrannt werden, wie er vorliegt.

Um jedoch eine absolute Verbrennung gewährleisten zu können, ist es notwendig, daß die Brennkammertemperatur zwischen  $1.400^{\circ}\text{C}$  und  $1.500^{\circ}\text{C}$  liegt.

Der Kunststoff unseres Verbrennungsgutes hat die Eigenschaft beim Verbrennen zu verkrusten - d.h., er verklebt nach außen und bildet eine harte Kruste; nach innen bleibt er jedoch unverbrannt. Um dies zu vermeiden, ist es von Nutzen, das Verbrennungsgut während des Verbrennungsvorganges einem kontinuierlichen Zerreißprozeß zu unterwerfen.

In diesem Zusammenhang ist von Interesse, daß - bedingt durch die hohen Brennkammertemperaturen ( $1.400^{\circ}\text{C}$  -  $1.500^{\circ}\text{C}$ ) einerseits, und durch den Zerreißprozeß andererseits - ein Verflochten bzw. Verknüpfen des Kunststoffmülls ausbleibt, wie dies bei der Verbrennung mit Temperatur um  $1.300^{\circ}\text{C}$  und ohne Zerreißvorrichtung der Fall ist. Die Hochtemperatur-Verbrennung stellt vielmehr sicher, daß sich der gesamte Müll in Gase mit einer relativ kleinen Staubkörnchen zerlegt.

Nur dann, wenn man die oben geschilderten Voraussetzungen erfüllt, ist man in der Lage, Sondermüll und Klinikmüll so zu verbrennen, daß ein voller Ausbrand gewährleistet ist und nicht etwa ein großer unverbrenzener Ascheanteil zurückbleibt.

Es ist zu erwägen, von welcher Klinikgröße an man die Verbrennungsgase chemisch reinigen muß, um die Voraussetzungen der TA-Luft zu erfüllen. Entsprechend dieser Norm darf eine Anlage mit einer Verbrennungsleistung bis zu  $0,75 \text{ t/h}$   $6 \text{ kg/h}$  Chlorverbindungen und  $0,2 \text{ kg/h}$  Fluorverbindungen abgeben.

Wenn man diese Aussage trifft, ist natürlich die Immissionsgrenze der Zulässigkeit mit zu berücksichtigen, also auch die Schwefeldioxid- und Stickoxid-Anteile und nicht allein die Chlor- und Fluorkomponenten im Abgas.

Wenn man davon ausgeht, daß eine Klinik mittlerer Größe von 600 Betten aufwärts, in einem eng erschlossenen Gebiet liegt, sollte man - unberücksichtigt der TA-Luft - die Immissionsrate durch die Aufsichtsbehörde feststellen lassen, um abzuklären, ob eine chemische Eliminierung der im Abgas befindlichen Schadstoffe vorgenommen werden muß, oder nicht.

Zur Lösung des Entsorgungsproblems im Klinikbereich bieten sich 3 Verbrennungsanlagen an:

1. Anlagen für Kliniken ab 600 Betten mit chemischer Reinigung und voller Wärmenutzung in Form von Heißwasser. Dies ist möglich, da bei diesem Anlagensystem aufgrund des optimalen Ausbrandes in der Brennkammer eine maximale Wärmenutzung in Form von Heißwassererzeugung erreicht wird.
2. Anlagen für Kliniken ab 600 Betten mit chemischer Gas-Reinigung, jedoch nur Teil-Wärmenutzung,
3. Anlagen für Kliniken unter 600 Betten mit chemischer Gas-Reinigung und Teil-Wärmenutzung,
4. Anlagen für Kliniken unter 600 Betten ohne chemische Gas-Reinigung mit voller und teilweiser Wärmenutzung,
5. Anlagen für Kliniken unter 600 Betten ohne chemische Gas-Reinigung und ohne Wärmenutzung; hierbei handelt es sich in erster Linie um Kleinstanlagen mit einer Verbrennungsleistung von 40 - 50 kg/h.

Unter der "Teil-Wärmenutzung" ist die zwangsläufige Wärmenutzung am Kessel zu verstehen, da der Kessel nicht ummauert ist, sondern mittels Kühlwasser gekühlt wird. Dieses Kühlwasser dient im selben Fall als Heißwassernutzung und ist somit gegeben.

Zur chemischen Reinigung der Verbrennungsgase wird das "Renneberg-Verfahren" eingesetzt, es ist z. Zt. das einzige Gasreinigungsverfahren, dessen Wirkungsgrad bzw. Ausscheidungsquote an Schadstoffen zwischen 96 und 99,9% liegt. Abwasserprobleme - wie dies bei allen anderen Verfahren - im hohen Maße der Fall ist, entstehen nicht, da die Schadstoffe als lösliche oder unlösliche Trockenprodukte ausgeschieden werden und bedenkenlos deponiert werden können.

### Entsorgung

Durch eine systemgerechte Entsorgungseinheit soll das Klinikpersonal weitgehend entlastet werden. Ein für alle Bereiche einheitlicher Kleincontainer (Hygienecontainer), der mit einer luftdichten Entsorgungsschleuse ausgestattet ist, soll sicherstellen, daß kein Vortriebsbehälter mehr notwendig ist. Seine Funktion: der Container ist fahrbar und leicht zugänglich. Beim Öffnen des Verschlußdeckels schließt sich die Einwurfschleuse luftdicht. Mit einem Fußhebel wird der Verschlußdockel luftdicht geschlossen; im gleichen Augenblick öffnet sich die Einwurfschleuse und das eingebrachte Müllgut gelangt in den Fullraum.

Mit dieser Form der Müllentsorgung - gekoppelt mit einer Klinikmüll-Kleinverbrennungs-Anlage nach dem "Renneberg-System" und beginnend auf der Station - werden die hygienischen Grundvoraussetzungen eingehalten, die im Krankenhaus- und Klinikbereich vorläufig sind. Als wichtiges Kriterium muß in diesem Zusammenhang auch die Entlastung des Personals genannt werden, da die einzelnen Abfallprodukte nicht mehr vorzusortieren sind.

### Chemische Gasreinigung

Ausgehend von einer Anlage mit einer Leistung von 150 kg/h werden durch die Verbrennung ca. 3.372 mg/N<sup>3</sup> an Schadstoffen, wie SO<sub>2</sub>/SO<sub>3</sub>, HCl, HF, NO<sub>x</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> freigesetzt. D.h., daß jede Stunde ohne eine chemische Gasreinigung etwa 6,8 kg/h Schadstoffe an die Abluft - die wir alle einatmen - abgegeben werden.

Wir sind jedoch mit dem "Renneberg-Verfahren" in der Lage, die Schadstoffe SO<sub>2</sub>/SO<sub>3</sub>, HCl und HF mit einem Ausscheidungsgrad von 98% und NO<sub>x</sub> sowie P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mit einem Ausscheidungsgrad von 96% aus dem Verbrennungsgas zu entfernen. D.h., daß nach dem Gas-Reinigungs-Prozess lediglich 89 mg an Schadstoffen pro N<sup>3</sup> - anstatt: 3.372 mg/N<sup>3</sup> - in Rauchgas enthalten sind. Die Umwelt wird somit lediglich mit 0,179 kg/h

- statt 6,8 kg/h - an Schadstoffen belastet. Der Ausscheidungsgrad beträgt aufgrund der Berechnungen im Mittel 95,4%. Betrachten wir diesen Wert unter dem Gesichtspunkt, daß bei der chemischen Gasreinigung nach dem "Renneberg-Verfahren" nicht einmal ein Tropfen Wasser anfallt, der die Abwasserseite belasten würde, so muß man zu dieser neuen Technologie einfach Stellung beziehen.

### **Wärmenutzung**

Der Verbrennungskessel ist so ausgelegt, daß ein Wasserraum als Kühlmantel für die Strahlungsfläche der Brennkammer vorhanden ist. Die Strahlungsfläche ist so berechnet, daß 5.990 l Wasser/h von 10 °C auf 95 °C aufgeheizt werden. Zusätzlich werden über einen Gegenstrom-Wärmeaustauscher 2.788 l Wasser/h von 10 °C auf 95 °C aufgeheizt.

Die weitere Wärmenutzung erfolgt durch die Waschlaugeverdampfung, um die darin gebundenen Schadstoffe als Trockenprodukt ausscheiden zu können.

### **Wirtschaftlichkeitsaspekt**

Bei der Zusammensetzung des Mülls wurde von den statistischen Werten der "Müll- und Abfall-Beseitigung" von Kumpf / Maas / Straub ausgegangen, wobei allein auf "krankenhausspezifische- und Sonderabfälle" Gewicht gelegt wurde; die Gruppe der "gewöhnlichen Abfälle mit hausmüllähnlichem Charakter" wurden ausgeklammert.

Von besonderem Interesse dürfte die Wirtschaftlichkeit einer derartigen Anlage sein - vorausgesetzt, die Anlage ist täglich 8 Stunden in Betrieb -. Bezieht man in die Wirtschaftlichkeitsberechnung sämtliche Kapital- und Betriebskosten mit ein, und beachtet den Effekt der Wärmenutzung, so errechnet sich ein Effektiv-Aufwand pro Bett und Tag von DM 0,86. Diese Aussage dürfte überraschen, da in der Regel wesentlich höhere Werte angegeben werden.

Die Technologie des "Renneberg-Verfahrens" stellt auf dem Sektor der Verbrennung, der Wärmerückgewinnung, sowie der chemischen Gasreinigung den Stand der Technik dar. Die Einstellung des Gesetzgebers, sowie die wirtschaftlichen Aspekte sprechen im Hinblick auf "krankenhausspezifische Mülle und Sondermülle" für den Einsatz von Kleinanlagen, zumal das Abfallaufkommen dieser Sparte in den nächsten Jahren überproportional steigen wird.

### **Anschrift des Verfassers**

Uhlandstraße 5, 4370 Marl 1

Verbrennungstechniken von Einwegartikeln aus Krankenhäusern

von Heinrich Skowronek, Frankfurt am Main

Sehr verehrte Damen! Sehr geehrte Herren!

Die Verbrennung von Einmalartikeln - im allgemeinen Sprachgebrauch Kunststoffabfälle genannt - bereitete schon immer Schwierigkeiten. Durch die neuen Bestimmungen, wonach die als Hausmüll klassifizierten Krankenhausabfälle abgefahren werden müssen, finden wir nun in den zur Verbrennung kommenden Abfällen einen wesentlich höheren Anteil dieser Einmalartikel.

Nach den einschlägigen Gesetzen und Bestimmungen müßte der größte Teil dieser Einmalartikel dem Hausmüll zugerechnet werden, also für die Verbrennung kein Problem mehr darstellen; aber tatsächlich kommen diese Abfälle zur Verbrennungsanlage und sind der eigentliche Problemmüll. Insbesondere kleineren Anlagen bereitet die Verbrennung dieser Abfälle ungleich mehr Schwierigkeiten als größeren Anlagen. Darauf wird noch einzugehen sein.

Das Dezernat für Bauaufgaben der Medizinischen Hochschule Hannover hat Erhebungen angestellt um die zukünftigen Anlagen richtig auszulegen.

Die Auswertung dieser Erhebungen der Einmalartikel einschließlich der Müllsäcke ergaben folgende Unterteilung:

- ca. 9 % PVC
- ca. 81 % andere Kunststoffe und Latex
- ca. 7 % Cellulose
- ca. 3 % Glas und Stahl

Der durchschnittliche Heizwert dieser Einmalartikel beträgt ca. 8.400 kcal/kg. Der Anteil der Einmalartikel am Müllanfall außer OP-Teilen

und Kadavern beträgt ca. 32 % vom Gewicht aber 59 % vom Heizwert. Damit ist bereits ein Teil des Problems aufgezeigt.

Kann man die Zusammensetzung der Einmalartikel als repräsentativ für alle Großkliniken und auch mit Einschränkung für die Krankenhäuser betrachten, so hängt ihr Anteil von dem zur Verbrennung kommenden Müll weitgehend von dem Hygieniker oder von dem mit dieser Aufgabe betrauten Arzt ab.

Was sind nun die Schwierigkeiten, die uns diese Abfälle bei der Verbrennung bereiten? Nun, meine Damen und Herren, jeder von uns weiß, daß ein nicht richtig eingestellter Ölbrenner qualmt und rußt und dabei haben wir es beim Brenner mit einer Maschine zu tun, bei der die chemische Zusammensetzung und die Heizwertanalyse sowie die Durchsatzmenge bekannt sind.

Anders ist es aber bei der Verbrennung der Einmalartikel. Hier haben wir es mit zwei Unbekannten zu tun:

1. die Zusammensetzung der Abfälle ist nicht bekannt
2. die zum Beschicken bereitliegende Menge, sei es in Säcken einzeln oder in Containern gesammelt, ist nicht bekannt.

Wenn wir die alten Bücher über Verbrennungstechniken studieren, so läßt sich feststellen, daß wir bei der Verbrennung von Abfällen die gleichen Probleme haben, die Generationen vor uns hatten, als sie feste Brennstoffe raucharm verbrennen wollten. Man hatte damals noch keine automatischen Beschickungsanlagen. Es fehlte also die Möglichkeit, den Brennstoff exakt dosiert aufzugeben. Der aufzugebende Brennstoff in seiner Zusammensetzung war jedoch bekannt. Man hatte sogar für jeden Brennstoff entsprechende Roste. Es wurden sogar Roste für Kohlen von einzelnen Zechen bzw. für Kohlenreviere entwickelt.

Unser Problem besteht nun darin, daß wir einen oder zwei Roste für eine Vielzahl Brennstoffe haben, deren Zusammensetzung und aufzugebene Menge nicht bekannt sind. Hinzu kommt, daß die zur Verbrennung kommenden Kunststoffe eine große Oberfläche haben, so daß der Entgasungsvorgang rasch

erfolgt. Findet der als Gas ausgetriebene Kohlenwasserstoff nicht den zu seiner Verbrennung notwendigen Sauerstoff, so entweicht der nicht verbrannte Kohlenstoff als dunkler Rauch und Ruß.

Welches sind nun die Faktoren, die eine einwandfreie Verbrennung der Einmalartikel voraussetzen?

- 1) Die Verbrennungsluft und zwar die Menge und die Art der Zuführung
- 2) Die Konstruktion des Ofens, d. h. in diesem Fall die Art des Rostes, die Feuerraumbelastung und die Rauchgasnachverbrennungszone
- 3) Organisation
- 4) Das Bedienungspersonal

Zu 1) Verbrennungsluft

Die Verbrennungsluft muß in ausreichender Menge zugeführt werden und zwar ausgehend von dem notwendigen Luftbedarf der Einmalartikel. Es muß daher eine Regelung der Luftzuführung erfolgen, die sich dem Heizwert der Abfälle anpaßt.

In welcher Form die Regelung zu erfolgen hat, läßt sich jetzt noch nicht abschließend sagen. Rauchgasanalysen dürften nach dem jetzigen Stand der Technik nicht in Frage kommen, da die Totzeiten, also die Zeit zwischen Rauchgasentnahme und Analyse sowie Anzeige und Signalgebung zu lange dauern. Außerdem muß die Verbrennungsluft so zugeführt werden, daß sie sich gut mit den zur Verbrennung führenden Gasen vermischt.

Zu 2) Ofenkonstruktion

Es muß ein Rost vorhanden sein, um die Möglichkeit zu haben, Verbrennungsluft unterhalb des Rostes einzublasen. Die Feuerraumbelastung sollte niedrig angesetzt werden, damit diese nicht zu hoch

ansteigt wenn die Abfälle mit einem hohen Heizwert verbrannt werden. Es soll dabei nicht gesagt werden, daß mit einem extrem niedrig belasteten Feuerraum einwandfreie Verbrennungsergebnisse zu erzielen sind; denn schließlich haben wir auch Feucht- und Naßabfälle bzw. Fleichteile, die eine entsprechende Feuerraumbelastung beanspruchen, um einwandfrei zu verbrennen. Eine hohe Temperatur im Feuerraum hat sich für eine gute Verbrennung der Einmalartikel als schädlich erwiesen, da dann der Entgasungsvorgang der Abfälle zu rasch eintritt und der notwendige Luftsauerstoff in ausreichender Menge nicht vorhanden ist.

Durch die Nichtkenntnis der aufgegebenen Abfallmenge und der Zusammensetzung der Abfälle kann es nicht ausbleiben, daß unverbrannte Rauchgase aus dem Feuerraum gesogen werden. Daher kommt eine ausschlaggebende Bedeutung der Rauchgasnachverbrennungszone zu. Zu einer Zeit, als überwiegend - vom gesamten Heizwert der zur Verbrennung kommenden Abfälle her gesehen - Papier, Pappe, Blumen u. ä. verbrannt wurden, genügte eine Nachverbrennungszone, in der wir die Rauchgasgeschwindigkeit beschleunigten und Verbrennungsluft hinzufügten. Da, wie wir wissen, der größte Teil der Einmalartikel aus Petrochemie bzw. aus Steinkohlenteer gewonnen werden, genügt die Art der Nachverbrennung nicht mehr. Neben der unbedingt notwendigen zusätzlichen Verbrennungsluft haben wir einen oder bei größeren Anlagen auch zwei Brenner installiert und die Rauchgasgeschwindigkeit herabgesetzt. Wir tragen dabei dem Anteil an schweren Kohlenwasserstoffen Rechnung, die erst oberhalb von  $750^{\circ}\text{C}$  verbrennen und eine längere Verweilzeit in der Nachverbrennungszone zum Ausbrand benötigen. Gewiß kann ein Gewebefilter oder eine Naßwäsche den unverbrannten Kohlenstoff abscheiden, so daß ein einwandfreier Rauch dem Kamin entweicht. Zu berücksichtigen haben wir aber, daß in vielen Fällen ein Kessel dazwischengeschaltet ist, der ohne Nachverbrennung zwangsläufig sehr stark verschmutzt wird. Der Wirkungsgrad des Kessels wird dann stark gemindert und die Abgase treten mit zu hoher Temperatur in die Entstaubungsanlage ein. Bei einem Gewebefilter macht sich dies besonders nachteilig bemerkbar.

Der Organisation kommt eine besondere Bedeutung zu. Sie muß in der Entsorgung für die zur Verbrennung kommenden Abfälle das ihrige beitragen. Es ist nicht durchführbar, daß jeder einzelne Sack gewogen wird; es ist auch nicht durchführbar, den Sack auf seinen Inhalt zu prüfen. Aber es sollte durchführbar sein, Säcke aus Abteilungen, aus denen überwiegend

Kunststoffabfälle kommen, besonders zu kennzeichnen; dann nämlich könnten diese Abfälle zu Beginn des Verbrennungsbetriebes verbrannt werden. Wir haben gute Erfahrungen damit gemacht, daß die Abfälle bei einer heißen Nachverbrennungszone aber bei kaltem Feuerungsraum verbrannt werden. Gezündet werden sie durch den Zündbrenner, der bald wieder ausgeschaltet wird. Das Fehlen der Strahlungswärme verzögert den Entgasungsvorgang und er ist damit auf einen längeren Zeitraum verteilt. Die Aufgabe der gemischten Abfälle erfolgt, wenn die Verbrennung der reinen Kunststoffabfälle fast abgeschlossen ist. Ein teilweise vorhandenes Aschebett vom Vortag hat sich als wesentlicher Vorteil erwiesen.

Die Bewältigung der besprochenen Probleme ist beim Betrieb kleiner Verbrennungsanlagen besonders schwierig. Die zur Verbrennung kommenden Einmalartikel sind in ihrer Größe und in ihrer Zusammensetzung die gleichen und auch die Müllsäcke haben den gleichen Inhalt. Der Feuerraum ist aber dafür wesentlich kleiner, er beträgt manchmal weniger als einen Kubikmeter. Man sollte daher den Inhalt der Säcke kleiner halten und wie bereits vorher besprochen, Säcke mit reinen Kunststoffabfällen oder solche, deren Inhalt überwiegend aus Kunststoffen besteht, besonders kennzeichnen. Dies sollte an und für sich kein Problem sein, da es sich meistens - je nach Art des Krankenhauses - um ein bis drei Säcke handelt.

An den Heizer werden bei kleinen Anlagen aber größere Anforderungen gestellt.

Nun zur PVC-Verbrennung. Die TA-Luft besagt, daß Anlagen mit einer Leistung bis 750 kg/h 6 kg HCL/h und Anlagen ab 750 kg/h 200 mg/m<sup>3</sup> auswerfen dürfen. Der Anteil von HCL bei PVC beträgt 45 - 60 %, also können pro Stunde zwischen 13 und 10 kg verbrannt werden. HCL selbst verbrennt nicht, es wird bei Verbrennung gasförmig. Inwieweit es von der Asche, die ja teilweise basisch ist, absorbiert wird, ist nicht bekannt. Die Meinungen gehen hier auseinander. Fest steht jedoch, daß in der Asche absorbiertes HCL wieder als Gas ausgetrieben wird, wenn die Temperatur der Asche mehr als 500°C beträgt. Diese Information ist von Herstellern von Naßstaubungsanlagen. Welche Einmalartikel sind nun aus PVC? Eine Unterteilung ergibt:

Überschuhe	ca. 18 %
Urinauffangbeutel	ca. 9 %
Absaugschläuche	ca. 12 %
Dialyse	ca. 27 %
Sonden	ca. 2 %
Katheder	ca. 9 %
Teile der Infusions- geräte, Redovacflaschen	ca. 14 %
Bluttransfusionsbeutel	ca. 9 %

Die Zahlenangaben erfolgten von der MH Hannover und könnten für alle Krankenhäuser in etwa gelten. Die Frage ist hier, ob nicht z. B. die Überschuhe, die 18 % der ermittelten PVC-Abfälle ausmachten, gesondert gesammelt und als Hausmüll abgefahren werden könnten.

Unsere Kraftfahrzeuge sind heute, das kann man ruhig sagen, gut und sicher konstruiert. Durch schlechte, wenig verantwortungsbewusste Fahrer können Mitmenschen gefährdet und in Mitleidenschaft gezogen werden. Darüber hinaus können die Betriebs- und Reparaturkosten über Gebühr hoch sein.

Das gleiche trifft auch für den Betrieb einer Verbrennungsanlage zu. Nicht ausreichend geschultes, dauernd wechselndes und wenig verantwortungsbewusstes Personal kann auch bei einer Anlage, die sehr gut konzipiert und gebaut wurde, viel zur Umweltverschmutzung und zu erhöhten Betriebskosten beitragen.

Gestatten Sie, daß ich Ihnen aus einem Buch zitiere, daß im Auftrag des VDI geschrieben wurde:

"Man wird aufhören müssen, einen beliebigen Tagelöhner zum Heizer zu verwenden; man wird vielmehr nur solche Leute zu Heizern nehmen dürfen, welche dazu angelernt sind, das nötige Verständnis, die erforderliche Geschicklichkeit und vor allem die Charaktereigenschaften der Gewissenhaftigkeit, Zuverlässigkeit und der Ausdauer besitzen. Daß man solche Leute auch entsprechend zu bezahlen hat, liegt auf der Hand."

Dieses Zitat stammt aus dem Jahre 1899, entnommen dem Buch "Dampfkessel-Feuerung zur Erzielung einer möglichst rauchfreien Verbrennung". Im Auftrag des VDI bearbeitet von F. Hauer. Der VDI veranstaltete 1890 und 1895 Preisausschreiben. Preise wurden nicht vergeben. Das Preisgericht hat aber folgendes über die Ursache von nachbarschaftsbelästigenden Feuerungen, so

lautete der Begriff früher, wir sagen heute Umweltverschmutzung, hervor-  
gehoben:

"Die hauptsächlichsten Ursachen der Rauchbelästigung sind:

- a) ungeeignete Feuerung für ein gegebenes Brennmaterial oder unge-  
eigneter Brennstoff für die gegebene Feuerung,
- b) übermäßige oder nicht ausreichend gleichmäßige Beanspruchung der  
Feuerung,
- c) ungenügender Zug
- d) schlechte Bedienung"

Ich habe dem Zitat nichts hinzuzufügen. Es ist nur festzustellen, daß sich  
nach 77 Jahren Fortschritt, was das Bedienungspersonal an betrifft, wenig  
geändert hat und was die übrigen Probleme betrifft, sind trotz stürmischen  
technischen Fortschritts in der Verbrennungstechnik für Abfälle die Pro-  
bleme die gleichen geblieben wie damals.

Diese zu bewältigen, ist unser Hauptanliegen. Dazu bedarf es aber der Mit-  
hilfe Ihrer Organisation und zur Bedienung der Anlage guten Personals.  
Die Erbauer von Verbrennungsanlagen werden ihr gesamtes know-how zur  
Verfügung stellen.

Heinrich Skowronek

in Firma INIERSNO Verbrennungsanlagen GmbH  
Frankfurt am Main, Vilbeler Straße 36

Schrifttum:

Dampfkessel-Feuerungen zur Erzielung einer möglichst rauchfreien  
Verbrennung. Im Auftrag des VDI, bearbeitet von F. Haier.

Verlag: J. Springer, Berlin, v. 1899

## Ein Verfahren zur Müllverbrennung unter

### Ausnutzung der Pyrolyse

von H. Schreiber, Essen

#### 1. Einleitung

Zunehmende Sorgen bereitet den Verantwortlichen das für die Umwelt schadlose Beseitigen immer größerer Müllmengen. Darüber hinaus macht ständig wachsender Kostendruck insbesondere im Krankenhausbereich es notwendig, Wege zur Kostensenkung zu suchen. Eine Möglichkeit dieser Situation zu begegnen ist, Abfälle zu verbrennen und gleichzeitig die in ihnen enthaltene Wärmeenergie wiederzugewinnen und für Heiz- oder andere Zwecke zu nutzen.

Bislang war es lediglich mit Anlagekapazitäten von mehr als 2 t/h möglich, Abfälle wirtschaftlich und umweltfreundlich zu vernichten. Allerdings ist der Investitionsaufwand hierfür erheblich.

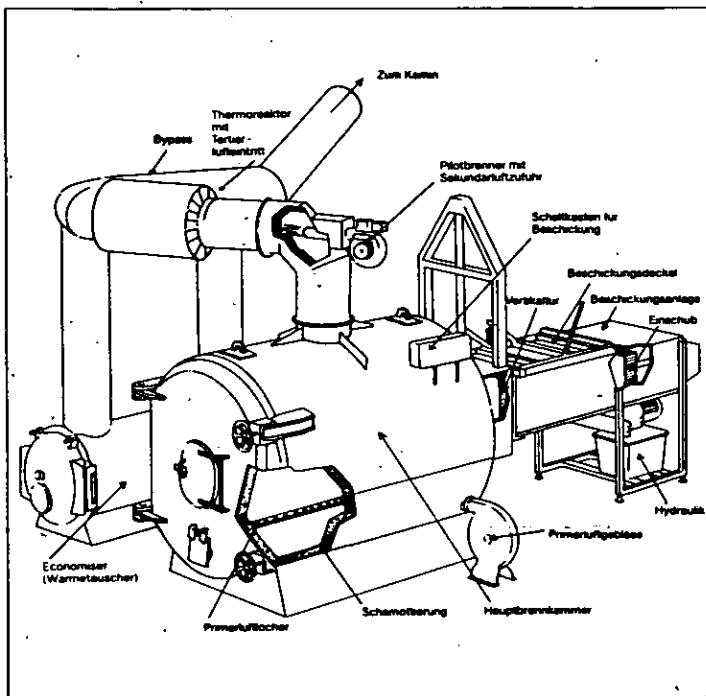
#### 2. Beseitigung von Krankenhausabfällen in Kleinanlagen

Der Krupp Stahlhandel, Essen, liefert Abfallverbrennungsanlagen (System Hoval/Kelley) nach einem variablen Baukastenprinzip in vier Typen für 100 bis 600 kg/h Abfall, die bereits bei geringen Mengen von 1500 bis 2000 kg wöchentlich rationell eingesetzt werden können. Davon zeugen mehr als 350 Anlagen, die seit ca. 6 Jahren in Betrieb sind.

##### 2.1.8 Aufbau und Funktion der Anlagen

Gemäß nachstehendem Bild bestehen die Abfallverbrennungsanlagen System Hoval/Kelley aus vier variablen Bauteilen für Beschickung, Verbrennung und Wärmerückgewinnung: einer automatisch gesteuerten hydraulischen Beschickungseinrichtung,

einer Hauptbrennkammer mit nachgeschalteten Thermoreaktor zur Verbrennung der Pyrolysegase und einem thermostatisch gesteuerten Economiser (Wärmeaustauscher).



In die Hauptbrennkammer wird durch Zuluftöffnungen am Kammerboden eine Primärluftmenge eingeblasen, die lediglich ca. 15 % der stöchiometrisch notwendigen Menge zur Verbrennung des gesamten Abfalls ausmacht. Als Folge davon kommt es lediglich im Bereich der Primärluftöffnungen zu einer örtlichen Verbrennung. Die dabei freiwerdende Wärme wird zur thermischen Zersetzung (Pyrolyse) des darüber liegenden Abfalls in brennbares Gas (vorzugsweise Kohlenmonoxid) und Wasserdampf genutzt. Die Temperatur in der Hauptbrennkammer beträgt dabei ca. 500 bis 600° C. Staubförmige Bestandteile bleiben bei

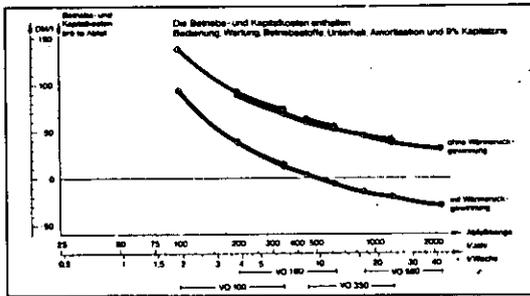
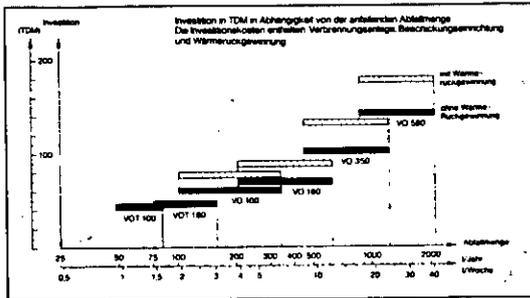
der Verschmelzung infolge der geringen Gasgeschwindigkeiten nahezu vollständig zurück. Die Pyrolysegase werden in einem nachgeschalteten Thermoreaktor unter Zufuhr zusätzlicher Luft oberhalb  $800^{\circ}\text{C}$  vollständig verbrannt. Bei dieser Temperatur werden sämtliche Aromate zersetzt, so daß lediglich geruchlose Gase wie Kohlendioxid und Wasserdampf den Schornstein verlassen.

Die Bedienung der Anlage ist unkompliziert. Zunächst füllt man losen, unsortierten Abfall in die Ladekammer der Beschickungseinrichtung, schließt den Ladedeckel und löst durch Knopfdruck den automatischen Beschickungsvorgang aus. Dabei verriegelt sich der Ladedeckel, die Brennkammer-Vertikaltür öffnet sich und ein Hydraulikzylinder schiebt den Abfall in die Brennkammer. Anschließend fährt der Zylinder zurück, die Vertikaltür schließt sich und der Ladedeckel wird entriegelt. Da man den Ofen nur bei geschlossenem Ladedeckel beschicken kann, bildet die Ladekammer mit Deckel und Vertikaltür eine Schleuse, die den Bedienungsmann vor Feuer, Rauch und Verpuffungen schützt. Diese Schleuse ist immer dann automatisch verriegelt, wenn die Temperatur im Thermoreaktor niedriger als  $800^{\circ}\text{C}$  ist oder der Ofen einmal überlastet sein sollte. Der vor dem Thermoreaktor angeordnete Pilotbrenner, der ebenso wie der bei Heizwerten unter  $8\text{ MJ/kg}$  notwendige Stützbrenner wahlweise mit Öl oder Gas betrieben werden kann, hat zwei Funktionen. Er erwärmt den Thermoreaktor vor der ersten Beschickung auf  $800^{\circ}\text{C}$  und dient zur Zündung der Pyrolysegase. Darüber hinaus geht er nur dann in Betrieb, wenn infolge verzögerter Abfallbeschickung die Thermoreaktortemperatur unter die vom Gesetzgeber festgelegte Grenze von  $800^{\circ}\text{C}$  abzusinken droht. Durch diese Maßnahme ist der Bedarf an Fremdenergie wesentlich geringer als bei konventionellen Anlagen. Nach der letzten Beschickung schaltet der Nachbrenner selbsttätig nach einer bestimmten einstellbaren Zeit ab. Das Gebläse für Primär- und Sekundärluft bleibt bis zum vollständigen Auskühlen des Ofens in Betrieb.

## 2.2. Wirtschaftlichkeit

Wie wirtschaftlich dieses System arbeitet, demonstriert bereits der kleinste Typ dieser Anlagen. Ausgelegt für eine Kapazität von 100 kg/h Abfall werden bei wöchentlich 48 Betriebsstunden jährlich bis zu 250 t Abfall verbrannt. Die jährlich rückgewinnbare Wärme entspricht der Energie von etwa 60.000 Liter Heizöl, d.h. ca. 50 % der freiwerdenden Wärmeenergie kann in das Heizsystem geleitet oder zur Warmwasserbereitung genutzt werden.

Durch Einsparen von Kosten für Abfallagerung, von Abholgebühren und Brennstoffkosten amortisieren sich diese Kleinanlagen in 3 bis 5 Jahren. Hierzu ein Beispiel aus der Praxis: In einem Krankenhaus mit 600 Betten fallen ca. 8.400 kg/Woche Mischabfälle mit einem mittleren Heizwert von 12,6 MJ/kg an, die an 6 Tagen der Woche in jeweils 8 h verbrannt werden. Die Verbrennungsleistung beträgt 175 kg/h, die nutzbar gemachte Wärme 932 MJ/h. Infolge der Heizölsparsparnis von ca. 86.000 Liter/Jahr amortisierte sich die Anlage in 3 1/2 Jahren. Nähere Angaben über Investitionskosten sowie die Kapital- und Betriebskosten können den nachstehenden Diagrammen entnommen werden. Dabei sind im 2. Diagramm nicht die Kosten für die Beseitigung der Verbrennungsasche, die ca. 5 bis 10 % des Einsatzvolumens ausmacht, enthalten, die sich kostenerhöhend auswirken. Ebenfalls nicht enthalten sind jedoch die Kosten, die bei Abfuhr zu einer zentralen Anlage anfallen würden und sich entsprechend kostensenkend auswirken.



### 2.3. Schadstoffemissionen

Vom Technischen Überwachungsverein München wurden Messungen an verschiedenen Abfallverbrennungsanlagen System Hoval/Kelley durchgeführt, unter anderem beim Landesunfallkrankenhaus Feldkirch in Vorarlberg/Österreich. Dabei sollte festgestellt werden, ob diese Anlagen der Richtlinie VDI 2301, dem Arbeitsblatt VdMA 24203 und der DIN 58990 entsprechen.

Die Meßergebnisse ergaben im einzelnen folgende Werte:  
"CO-Gehalt im Abgas < 0,002 % (zulässig: 1000 mg/m<sup>3</sup>),  
Staubgehalt der Abgase (bezogen auf feuchtes Abgas mit  
17 % O<sub>2</sub>) zwischen 11 und 26 mg/Nm<sup>3</sup> (zulässig: 100 mg/Nm<sup>3</sup>)  
und Grauwert der Rauchfahne nach Ringelmann < 1 (zulässig:  
1). Die Verbrennungsrückstände im Brennraum waren nach der  
an der Anlage durchgeführten Nachbrenn- und Nachlaufzeit  
von etwa 6 Stunden sehr gut ausgebrannt."

Messungen des TÜV an anderen Anlagen ergaben folgende Staub-  
emissionen, ebenfalls bezogen auf feuchtes Abgas mit 17 % O<sub>2</sub>:  
für Hausmüll < 10 mg/Nm<sup>3</sup>, für Holzabfälle mit Resopal  
5 mg/Nm<sup>3</sup>, für Polyesterabfälle < 5 mg/Nm<sup>3</sup> und für Altreifen  
40 mg/Nm<sup>3</sup> (zulässig: 100 mg/Nm<sup>3</sup>).

Es sei darauf hingewiesen, daß alle Anlagen ohne nachgeschaltete  
Rauchgasreinigungseinrichtungen arbeiteten.

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Helmut Schreiber  
c/o Krupp Kesselfabrik  
Ostfeldstraße 7  
4300 Essen

**"ZERKLEINERUNGS- UND DESINFEKTIONSANLAGE  
FÜR EINWEGSPRITZEN UND ZUBEHÖR"**

von P. Lueders, Hamburg.

**EINFÜHRUNG:** Verbindung von allgemeiner Abfallbeseitigung  
zur Konfrontierung mit infektiösem Problemmüll

Gebrauchte Einweg-Kunststoffspritzen mit Kanülen, med. Einwegartikel aus Kunststoff, z. B. Infusionsflaschen und -schläuche, Reagenzröhrchen, Petrischalen etc. wurden bisher in Müllsäcke geworfen und gesammelt. Dabei durchstoßen die Kanülen die Kunststoff-Säcke und bilden somit eine ständige Gefahr. Es kommt zu bösen Verletzungen oder Infektionen beim Krankenhauspersonal beim Transportieren der gefüllten Säcke. Außerhalb des Hauses sind weitere Personen betroffen, nämlich die, welche für den Abtransport und Beseitigung der Abfälle zuständig sind. Auf der Deponie besteht die Gefahr, daß sich Kinder oder Süchtige der Einweg-Kunststoff-Spritzen bedienen. Diese ständige Gefahrenquelle für das Krankenhauspersonal und Dritte, die energisch zu bekämpfen alle in dieser Hinsicht Verantwortlichen sich verpflichtet fühlen dürfen, kann nunmehr ausgeschaltet werden.

Einweg-Kunststoffspritzen und Kanülen bzw. med. Einwegartikel können jetzt mit Hilfe einer Zerkleinerungs- und Desinfektionsanlage einfach und sicher zerkleinert und desinfiziert werden. Wir haben hierfür ein System entwickelt. An zentraler Stelle wird die Zerkleinerungs- und Desinfektionsanlage aufgestellt. Das Sammeln der Abfälle in den Stationen erfolgt in Spezialbehältern, die entsprechend gekennzeichnet sind. Der Transport der Abfälle kann anschliessend gefahrlos zur Zerkleinerungs- und Desinfektionsanlage erfolgen. Der Behälterinhalt wird in den Trichter der Anlage entleert. Erst wenn der Trichter mit dem Deckel und der eingebauten Sicherheitsvorrichtung geschlossen ist, kann die Anlage in Betrieb genommen werden.

Der Zerkleinerungsprozeß wird über eine Zeitschaltuhr gesteuert. Die eingebaute Desinfektionsanlage stellt sicher, daß die infizierten Abfälle mit handelsüblichem Desinfektionsmittel mit dreiprozentiger Desinfektionslösung desinfiziert werden. Je nach Grad der Verschmutzung der Abfälle wird nach unterschiedlicher Einwirkzeit eine Desinfektion erreicht, diese Einwirkzeit läßt sich nicht pauschalieren.

Ebenso werden der Einfülltrichter und Auslauftrichter und das Mahlwerk desinfiziert.

Ein Auffangbehälter in der Anlage nimmt die zu Granulat zermahlene Reste und die verbrauchte Desinfektionslösung auf. Das Granulat kann nunmehr der Müllabfuhr zugeführt werden.

Maschinenteile, die mit den Spritzen und der Desinfektionslösung Kontakt haben, sind aus nichtrostendem Material oder Kunststoff gefertigt. Das Gehäuse der Anlage besteht ebenfalls aus nichtrostendem Stahl.

Die Aufstellung und Inbetriebnahme der Zerkleinerungs- und Desinfektionsanlage dürfte keine Probleme verursachen. Es ist lediglich ein Drehstromanschluß mit 220/380 Volt und ein Wasseranschluß mit 1/2" Schlauchverbindung erforderlich. Jeder zugelassene Installateur kann die Anlage in Betrieb nehmen.

Der Platzbedarf ist gering. Die Anlage der Type JZD 55 hat folgende Ausmaße:

Breite	800 mm
Höhe	1125 mm
Tiefe	700 mm

Die Anlage wird auch in kleinerer Ausführung als Type JZD 15 zur dezentralen Aufstellung geliefert. In diesem Fall ergibt sich folgender Platzbedarf: Breite 650 mm, Höhe 850 mm, Tiefe 550 mm.

Außerdem kann das Gerät in einer Spezialausführung mit einem besonderen Messersatz für extrem lange Kanülen geliefert werden.

Die Preise belaufen sich für die Type

JZD 15	auf DM 6.850,--
JZD 55	auf DM 8.800,--
JZD 55Spezial	auf DM 10.300,--

jeweils zuzügl. MWSt.

Überzeugender jedoch als alle noch so eingängigen theoretischen Argumente ist bekanntlich die Praxis. Im Hinblick auf bisher bereits gesammelte praxisnahe Erfahrungen fügen wir eine Referenzliste bei, die Ihnen eine eindrucksvolle Zahl von Häusern nennt, in denen schon mit unserer Zerkleinerungs- und Desinfektionsanlage für Einwegspritzen zur vollen Zufriedenheit aller daran Beteiligten gearbeitet wird.

#### PRAKTISCHE VORFÜHRUNG

SCHLUSSWORT: Zukunftsprognose

Peter Lueders  
Dorotheenstr. 10  
2000 Hamburg 60

Anhang zum Vortrag "ZERKLEINERUNGS- UND DESINFEKTIONSANLAGE  
FÜR EINWEGSPRITZEN UND ZUBEHÖR"

Referenzliste

Marien-Hospital Borghorst	4330 Borghorst Mauritiusstraße 6	JZD 55
Elisabeth-Hospital Beckum	4720 Beckum Elisabethstraße 10	JZD 55
Pflegeanstalt St. Georgsstift	4451 Thuine	JZD 55
Evang. Krankenhaus Oldenburg	2900 Oldenburg Marienstraße 2-14	JZD 55
Dr. med. Paul Hans Wachter	4790 Paderborn Liboryberg 33	JZD 55
Marienhospital Papenburg	2990 Papenburg 1 Hauptkanal rechts 75	JZD 55 spezial
Bundeswehrkrankenhaus Detmold	4930 Detmold Heldmannstr. 24	JZD 55
Blutspendedienst DRK-Landesverbände Nordrhein-Westfalen-Lippe	4400 Münster Sperlichstraße	JZD 55 spezial
Städt. Krankenanstalten Krefeld	4150 Krefeld Lutherplatz 40	JZD 55
Krankenhaus Ludmillen-Stift	4470 Meppen Ludmillenstraße	JZD 55 spezial

Städtische Kliniken Osnabrück	4500 Osnabrück Bahnhofstr. 15	JZD 55 spezial
Dr. med. Richard Körbling	6720 Speyer Bahnhofstraße 15	JZD 15
Maria-Josef-Hospital Greven	4402 Greben Lindenstraße 39	JZD 55 spezial
Hamburgisches Seehospital Nordheim-Stiftung	2190 Cuxhaven	JZD 55
Kreiskrankenhaus Bretten	7518 Bretten Virchowstr. 15	JZD 55
Evang. Johannesstift Berlin-Spandau	1000 Berlin 20 Schönwalder Allee	JZD 55
Deutsches Herz-Zentrum München	8000 München 2 Lothstraße 11	JZD 55
Zweckverband Kranken- anstalten der Stadt und des Kreises Düren	5160 Düren Roonstraße 30	JZD 55
Krankenanstalten der Stadt Heilbronn	7100 Heilbronn/Neckar Am Gesundbrunnen 20	JZD 55
Kreiskrankenhaus Gifhorn	3170 Gifhorn Bergstr. 30	JZD 55
Marienhospital Kevelaer	4178 Kevelaer Basilikastraße 55	JZD 55
St-Johannes-Hospital Duisburg	4100 Duisburg 7 An der Abtei 7-11	JZD 55

Klinik Taubertal der BfA	6990 Bad Mergentheim Löffelstelzer Str. 17-19	JZD 55
Med.-Techn.Unter- suchungsstelle d.BfA	8730 Bad Kissingen Kurhausstraße 23-25	JZD 55
Kurklinik Utersum der BfA	2270 Wyk auf Föhr	JZD 55
Taunus-Klinik der BfA	6350 Bad Nauheim Goethestr. 4 - 6	JZD 55
Werra-Klinik der BfA	3437 Bad Sooden-Allendorf Berliner Straße 3	JZD 55
Klinik Berlin der BfA	3490 Bad Driburg Brunnenstr. 11	JZD 55
Klinik Wendelstein der BfA	8202 Bad Aibling Kolbermoorer Straße 56	JZD 55
Klinik Föhrenkamp der BfA	2410 Mölln/Kr.Lauenburg Birkenweg 24	JZD 55
Klinik Lipperland der BfA	4902 Bad Salzuflen Am Ostpark 1	JZD 55
Weser-Klinik der BfA	3280 Bad Pyrmont Schulstraße 2	JZD 55
Klinik Wetterau der BfA	6350 Bad Nauheim Zanderstraße 30/32	JZD 55
Klinik Hochstausen der BfA	8232 Bayerisch Gmain Herkommer Straße 2	JZD 55
Klinik Franken der BfA	8675 Bad Steben Berliner Straße 18	JZD 55

Kurklinik Hüttenbühl der BfA	7737 Bad Dürrhein Wittmannstalstraße 5	JZD 55
Kurklinik Römerwall der BfA	6478 Nidda 11 Im Park 2	JZD 55
Hartwald-Klinik der BfA	8788 Bad Brückenau Schlüchterner Str. 4	JZD 55
Klinik Wingertsberg der BfA	6380 Bad Homburg v.d.H.1 Am Wingertsberg 11	JZD 55
Josef-Krankenhaus Neuss	4040 Neuss Augustinusstraße 23	JZD 55
Firma Wolfgang Brückner	8000 München 81 Waffenschmiedstraße	JZD 55
Marienhospital Osnabrück	4500 Osnabrück Johannisfreiheit 2-4	JZD 55 spezial

## MÜLLBESEITIGUNG MIT AWT-ANLAGEN

O.-D. Fats

### 1. EINFÜHRUNG

Das Krankenhaus stellt heute, und mehr noch in der Zukunft immer größere Anforderungen an den effizienten Transport von Versorgungsgütern, Akten und allen weiteren, für den Krankenhausbetrieb wichtigen Materialien. Diese fließen in einem nicht endenden Strom von den Zentralstellen zu den Pflegebereichen sowie von dort zu den Verwaltungsbereichen und retour.

Die Industrie hat diesen allgemeinen Bedarf der Materialförderung erkannt und im Laufe der Jahre eine Anzahl verschiedener Fördersysteme entwickelt und vorgestellt. Wenige dieser Systeme entsprechen jedoch den besonderen Erfordernissen des Krankenhauses. Zwar hat man Industrieanlagen so gut wie möglich dem Krankenhaus angepaßt, aber erst nach einigen kostspieligen Experimenten ist es gelungen, bedeutende Fortschritte in der Technologie und im Kozept zu erzielen.

Im Krankenhaus treten zwei völlig unterschiedliche Transportprobleme auf:

Erstens das Befördern von Großgebinden, wie Wäsche, Speisen, Sterilgüter, Müll, usw., wobei der Versand dieser Großbinde in den meisten Fällen programmiert werden kann.

Zweitens, und dies ist weit problematischer, ist die Er-

füllung aller Spontananforderungen, wie Krankengeschichten, Medikamente, Röntgenaufnahmen und -kassetten, Entlassungspapiere, Post, etc.

Wir haben diese Probleme bereits vor Jahren erkannt und uns eingehend mit der Krankenhaus-Organisation befaßt, so daß heute zwei Produkte angeboten werden, die diese Aufgabenstellung in optimaler Weise lösen.

Für Spontantransporte kommt heute in vielen Hospitälern bereits TELELIFT K 500 als Kleinförderanlage zum Einsatz. Zur Ver- und Entsorgung wird TRANSCAR eingesetzt. Dieses System ist selbstverständlich besonders für die Entsorgung von Müll geeignet. Sollten weitere Transportaufgaben mit einem solchen System bewältigt werden, so können aufgrund der Flexibilität jederzeit weitere Schlepper verwendet werden.

## 2. TELELIFT-TRANSCAR

Das TELELIFT-TRANSCAR System, das eigens für den Krankenhausbereich entwickelt wurde, besteht hauptsächlich aus folgenden Bausteinen:

TRANSCAR-Schlepper

Container

passive Leitbänder

Aufzüge

Ladestationen

Bedienungsgeräte

(evtl. Ein- und Ausschubvorrichtungen für Container vor und im Aufzug)

Die selbstfahrenden TRANSCAR's (Schleppfahrzeuge) verbinden sich durch eine Zwei-Bolzen-Kupplung mit dem jeweiligen Container. Eine verhältnismäßig geringe Anzahl von

TRANSCAR-Schleppern kann dadurch eine Vielzahl von Containern befördern.

## 2.1.

Die horizontalen Transportwege sind vorhandene Gänge oder Flure, welche auch von Personen benutzt werden können. TRANSCAR fährt mit einer Geschwindigkeit von 0,5 m/sec.

## 2.2.

Der vertikale Transport kann in zwei verschiedenen Versionen erfolgen:

2.2.1. TRANSCAR fährt mit dem Container vor den Aufzug, ruft und programmiert ihn mittels Infrarotlicht.

Der Container wird von TRANSCAR entkoppelt und über eine Ein-/Ausschubvorrichtung automatisch in den Aufzug eingefahren und bis zum richtigen Geschoß transportiert.

Im jeweiligen Stockwerk angekommen, übergibt die Ein-/Ausschubvorrichtung im Aufzug den Container an die Geschoß-Staustrecke, welche mehrere Container aufnimmt. Von dort wird die Verteilung des Transportgutes vom Personal manuell übernommen.

2.2.2. Im 600-Betten-Krankenhaus Velbert/Rheinland ruft TRANSCAR ebenso den Aufzug, programmiert ihn und fährt jedoch als Einheit mit dem Container in den Aufzug ein und wird im richtigen Stockwerk automatisch entlassen.

Sodann erfolgt der horizontale Weitertransport bis zur angesteuerten Zielstelle; ein optisches bzw. akustisches Signal meldet das Eintreffen.

Bei dieser Möglichkeit des vertikalen Transportes können Aufzüge benutzt werden, welche zu Zeiten, in denen sie nicht von TRANSCAR benötigt werden, dem Personenverkehr zur Verfügung stehen.

Das TRANSCAR-Fahrzeug selbst enthält folgende Komponenten:

Mikroprozessor

Fahrtregler

Antriebe mit Lenkung  
Notabschaltung  
Batterien mit Ladekontrolle  
optische Anzeige  
Kupplung  
optische Kommunikationseinrichtung

Das Fahrzeug erkennt mit seinen Sensoren das auf- oder unter dem Fußbodenbelag angebrachte Metallband - Leitlinie (40 mm Breite x 0,3 mm Dicke) und fährt diesem entlang.

Bodencodierungen, (ebenfalls durch Leitband) lösen vorprogrammierte Entscheidungen wie Abzweigungen und Vorfahrtsregelung aus.

Das passive Band führt weder Strom noch irgendwelche Steuerfrequenz.

Die im TRANSCAR installierten Batterien erlauben einen horizontalen Aktionsradius bis 9 km und werden automatisch überwacht. Bei Absinken der Kapazität fährt TRANSCAR selbständig zu einer Ladestation.

Um dem Sicherheitsbedürfnis eines solchen Systems Rechnung zu tragen, hat jeder TRANSCAR-Schlepper eine Notabschaltung. Sollte ein Hindernis im Weg sein, so greifen die Schnellstoppfühler direkt in die Steuerung ein und bringen den Schlepper sofort zum Stillstand.

Eine Gefahr für Patienten oder Krankenhauspersonal ist somit völlig ausgeschlossen.

### 3. PERIPHERE GERÄTE

#### 3.1.

Ladestationen können beliebig im Gebäude installiert werden. Normalerweise erfolgt die Ladung der Batterien bei Nacht, so daß die Fahrzeuge morgens für die erforderlichen Trans-

portaufgaben bereitstehen. Sollte dennoch eine bestimmte Batterie-Kapazität während des Arbeitstages unterschritten werden, so fährt TRANSCAR selbständig zur Ladestation. Der Anschluß an die Fußboden-Kontakte erfolgt selbständig, somit wird die Verbindung mit dem Ladegerät hergestellt.

### 3.2.

Sollten in einem Krankenhaus mehrere Schwerpunktstationen sein, wo zu bestimmten Zeiten eine größere Anzahl von Schleppern benötigt wird, so kann dort ein Bahnhof je nach Anforderung eingerichtet werden.

### 3.3.

Um den hygienischen Anforderungen eines Krankenhauses gerecht zu werden, ist die Installation einer vollautomatischen Desinfektionsanlage möglich.

TRANSCAR und/oder Container fahren in die geöffnete Kammer ein und werden durch den Eigenantrieb der Waschstraße oder von TRANSCAR durch die Kammer befördert. Die Aufnahme der Kammer kann auf mehrere Transporteinheiten ausgelegt werden. Im Innenraum sind rotierende sowie stationäre Düsen installiert, welche die Transporteinheit reinigen und desinfizieren.

### 3.4.

Die Zieleingabe erfolgt mittels eines Programmiergerätes mit Tastatur, welches entweder stationär oder tragbar ist. Die Befehlsübermittlung erfolgt kontaktlos an das jeweilige TRANSCAR-Fahrzeug.

Jeder Transporter hat sein eigenes "Gehirn", einen kompletten Mikro-Prozessor, der auf der modernsten Computertechnik basiert und speziell für diesen Anwendungsbereich entwickelt wurde. Der Prozessor speichert alle möglichen Fahrtrouten, so daß beim Absenden eines Containers, z.B. von der Küche aus, auch gleich das Rückfahrtprogramm mit einprogrammiert wird. Dadurch ist die Stationschwester entlastet. Nicht autorisierte Personen können das Programm des Systems keineswegs beeinflussen.

Verfasser: O.-D. Fats  
Vertriebsleiter

Firma

TELELIFT GMBH & CO  
FÖRDERTECHNIK KG

Siemensstraße 1

8031 Puchheim/München

Autorenverzeichnis

- Anna, Otto, Prof.Dr.-Ing., Abt. f. Biomedizinische Technik speziell Krankenhaustechnik, Medizinische Hochschule, 3 Hannover 61, Postfach 610180
- X Börner, Hans, Dr.-Ing., Baudirektor, Wirtschaftsministerium, Friedrichswall 1, 3 Hannover 1
- Christmann, A., Keller-Peukert GmbH, Feuerungsbau Wärmetechnik, Postfach 100760, 5090 Leverkusen
- Drescher, Joachim, Prof.Dr.med., Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610180, 3 Hannover 61
- Fats, O.D., Vertriebsleiter, Telelift GmbH & Co Fördertechnik KG, Siemensstraße 1, 8031 Puchheim
- Fecht, Peter, Ing., Hans-Thoma-Str. 47, 69 Heidelberg 1
- Giese, H.-J., Dipl.-Ing., Amselweg 50, 5070 Bergisch Gladbach
- Heyer, Hermann, Verwaltungsdirektor, Medizinische Hochschule Hannover, Postfach 610180, 3 Hannover 61
- Jaehn, Manfred, Dipl.-Ing., Centralsug GmbH, Wandsbeker Stieg 37/39, 2000 Hamburg 76
- Klie, Helmut, Dipl.-Ing., Abt. f. Biomedizinische Technik speziell Krankenhaustechnik, Medizinische Hochschule, 3 Hannover 61, Postfach 610180
- Lueders, Peter, Emil Deiss OHG, Kreuzbrook 7, 2 Hamburg 26
- Muller, R., Dr., Universal Machinery & Services Ltd. Viceroy Works, Ring Road, Beeston, Leeds 11 8 EQ England
- X Pammel, Friedrich Wilhelm, Dr., Nieders. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Calenberger Straße 2, 3000 Hannover 1
- X Pollak, Lothar, Dipl.-Ing., Dezernat für Bauaufgaben der Medizinischen Hochschule, Bissendorfer Straße 9, 3000 Hannover 61
- Reichelt, Peter, Chem.-Ing., Prokurist, Metaplast GmbH, Postfach 1364, 4370 Marl 2

- Rupp, Rolf H., Ing.(grad.), Am Rennbaum 8,  
4030 Ratingen 6 - Hösel
- Schreiber, Helmut, Dipl.-Ing., F. Krupp GmbH Kesselfabrik,  
Ostfeldstraße 7, 4300 Essen
- X Schwartz, Marcel, Dipl.-Ing., Dezernat für Betriebstechnik,  
Regierungspräsident Hannover, Niemeyer Straße 15,  
3000 Hannover 91
- Skowronek, Heinrich, Intersko Verbrennungsanlagen GmbH,  
Vilbeler Straße 36, 6000 Frankfurt
- Y Smidt, Harm, Dipl.-Ing., Obering., TÜV Hannover e.V.,  
Hauptabteilung für Wärme- und Kraftwirtschaft,  
Loccumer Straße 63, 3000 Hannover - Wülfel
- X Terbeck, Günther, Dr.med., Ministerialrat, Sozialministerium,  
Hinrich-Wilhelm-Kopf-Platz 2, 3000 Hannover 1
- X Tryzna, Manfred, Dipl.-Ing., Obergewerberat, Staatl.  
Gewerbeaufsichtsamt Hannover, Deisterstr. 17A,  
3000 Hannover 91
- X Wawra, Werner, Technischer Leiter, Technische Verwaltung,  
Medizinische Hochschule, Postfach 610180,  
3000 Hannover 61

1. Fachsymposium Krankenhaustechnik  
"Einsatz computergesteuerter Leitsysteme im Krankenhaus"  
Medizinische Hochschule Hannover  
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung u. R. Kerl  
1974. Format DIN A 5. Kartoniert. 119 Seiten.  
12 Vorträge inklusive Autorenverzeichnis.  
DM 20,--

2. Fachtagung Krankenhaustechnik  
"Sicherheit im Krankenhaus"  
Medizinische Hochschule Hannover  
Herausgeber: O. Anna, C. Hartung u. R. Kerl  
1975. Format DIN A 5. Kartoniert. 123 Seiten.  
13 Vorträge inklusive Autorenverzeichnis.  
DM 20,--

Zusammenfassung wissenschaftlicher Vorträge  
der 3. Jahrestagung für Biomedizinische Technik  
sowie des Fachsymposiums "Störunterdrückung  
bei Biosignalen"  
Medizinische Hochschule Hannover  
Herausgeber: O. Anna u. C. Hartung  
1974. Format DIN A 4. Kartoniert. 253 Seiten.  
102 Vortragszusammenfassungen inklusive Autoren-  
verzeichnis.  
DM 30,--

Zu beziehen durch:

Abteilung für Biomedizinische Technik  
speziell Krankenhaustechnik  
Medizinische Hochschule Hannover  
Postfach 610 180  
3 Hannover 61