

Gewässerschutz und Lufthygiene auf dem Sektor der Wegwerfpackungen [Fortsetzung]

Autor(en): **Vogel, H.E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme**

Band (Jahr): **25 (1968)**

Heft 2

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-783074>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

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

Gewässerschutz und Lufthygiene auf dem Sektor der Wegwerfpackungen

(Fortsetzung)

Der Einfluss der Wegwerfpackungen auf Gewässerschutz- und Lufthygieneprobleme

Heutige allgemeine Lage

Aus Informationen des Europarates kann entnommen werden, dass diese Institution für das Territorium der ihr angehörenden europäischen Länder, mit seinen 300 Mio Einwohnern, Untersuchungen über die häuslichen und gewerblichen Abfälle durchgeführt hat. Unter letzterer Kategorie werden Abfälle aus Läden, Büros, Märkten, Hotels, Spitälern, Vergnügungsplätzen sowie kleineren Fabriken miteinbezogen. Nimmt man als Basiswert $\frac{3}{4}$ Tonnen Kehrriecht pro 1000 Einwohner und Tag an, so gelangt man auf die enorme Zahl von 82 125 000 Tonnen pro Jahr. Man schätzt, dass bei gleichzeitiger Erhöhung des Lebensniveaus und der Bevölkerungsvermehrung diese Zahl sich noch um 50 % erhöhen wird. Die Frist, innerhalb deren sich diese Entwicklung vollziehen wird, hängt vor allem von der Intensität der Bevölkerungsvermehrung ab; man kann indessen annehmen, dass dies in den nächsten 10 bis 15 Jahren eintreten wird.

In zahlreichen Ländern hat das spezifische Gewicht des Kehrriechts sich sehr fühlbar gesenkt, woraus man schliessen kann, dass wohl der gewichtsmässige Anfall an Kehrriecht bisher fast gleich geblieben ist, das totale Kehrriechtvolumen sich hingegen beinahe verdoppelt hat.

Dies dürfte eine Folge der schon im ersten Teil beschriebenen, immer stärker werdenden Konkurrenz der Handelsbetriebe wie auch der Erhöhung des Lebensstandards sein, welche dazu führen, dass die verkauften Lebensmittel in immer gefälligeren Verpackungen präsentiert werden, was in hohem Masse beeinflusst wurde durch die ungeheuer schnelle Entwicklung und Entfaltung der Plasticindustrie.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass dort, wo die Menge an Altpapier und an Plastic sich erhöhte, die zum Abbau in der Deponie nötige Temperaturerhöhung verspätet einsetzte und auch nicht genügend hohe Werte erreichte.

Auch die Kompostierung begegnet immer grösseren Schwierigkeiten. Der Anteil an Kehrriecht, welcher nicht in Kompost umgewandelt werden kann, erreicht an manchen Orten und in vielen Regionen bis zu 50 %. Wie wir vorgehend feststellen mussten, werden aber

in Zukunft in noch viel stärkerem Ausmass Papier und Plasticmaterial anfallen.

Desgleichen ist, nach Angaben des Europarates, in den westeuropäischen Ländern, so z. B. auch in England, der Anteil an Glas im häuslichen Kompost in steter Zunahme begriffen. Zurzeit hat er 7 bis 8 % des Totalgewichtes des Kehrriechts erreicht, wird diese Quote aber voraussichtlich in den nächsten Jahren noch sehr wesentlich erhöhen. Schon heute erweist sich der Anteil an Glas, welches als fester Körper keine Feuchtigkeit enthält, im Hinblick auf die Verwendung des Komposts in Landwirtschaft und Gartenbau als zu hoch.

Moderne Kehrriechtverbrennungsanlagen arbeiten mit Temperaturen bis zu 1100 °C, so dass Kehrriecht dort auf etwa 10 % seines ursprünglichen Volumens reduziert werden kann, indessen ist bei Ablagerung der dabei anfallenden Schlacken aus Gründen des Gewässerschutzes sorgfältig vorzugehen.

Hinsichtlich einer allfälligen Gefahr der Luftverpestung hat man zwei Faktoren zu berücksichtigen. Einerseits stellen grössere und dichter anfallende, durch das Hochkamin ausgeworfene Staubpartikelchen eine mehr oder weniger starke Gefährdung dar; die für ihre Abfangung nötigen Filteranlagen kommen oft sehr teuer zu stehen.

Ueber einen zweiten Faktor, das Entweichen von Gasen, z. B. Chlorwasserstoff, Phosgen usw. durch das Kamin, besteht heute auch unter Fachleuten noch weitgehend Unklarheit. Wohl konnte bisher eine akute Gefährdung der Bevölkerung durch solche Gase nicht nachgewiesen werden, doch könnte sich diese Situation angesichts der rapiden Entwicklung der Abfallwirtschaft und insbesondere des ungeheuren Anwachsens des Plasticanfalles in kürzester Frist grundlegend ändern.

Abfallbeseitigung im Lichte der Polemik um Dr. Kutter

Die im zweiten Hauptteil «Wegwerfpackungen morgen» durchgeführten Analysen über die zukünftige Entwicklung der Produktion und des Konsums von Einwegbinden dürfte den Beweis erbracht haben, dass die Prognosen von Dr. Kutter anlässlich seiner Veröffentlichung in der NZZ einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit aufweisen.

Dr. Kutter hat in seinem Artikel klar dargelegt, welche prekäre Situation wir auf dem Sektor der Wegwerfpackung schon in wenigen Jahren zu begegnen haben. 500 000 Tonnen Wegwerfflaschen werden zu jenem Zeitpunkt von der Kehrichtabfuhr übernommen werden müssen. Überall dort, wo der Kehricht nicht nur auf eine Schutthalde geführt, sondern in modernen Anlagen vernichtet wird, wird das Glas im verrotteten Kehricht oder in Form von Schlacken wieder abgeführt werden müssen. Die vollständige Umstellung des schweizerischen Getränkekonsums auf Wegwerfflaschen aus Glas dürfte bei einem Umsatz von 10 Mio Hektolitern ein Abfalltransportvolumen von 2 Mio Tonnen zur Folge haben. Nach Dr. Kutter stellt sich die sicherlich berechtigte Frage, ob der Staat die Kosten für Transport und Vernichtung dieser Flaschen zu übernehmen habe.

Heute rechnet man in Zürich mit 170 kg Kehricht pro Einwohner und Jahr; die in diesem Abfall enthaltenen 10 kg Glas spielen praktisch noch keine Rolle. Würde jedoch eine radikale Umstellung auf Einwegflaschen erfolgen und diese zusätzlichen Packungen vor allem durch den Glassektor geliefert werden, so wären zusätzlich 300 Flaschen pro Kopf und Jahr zu zertrümmern. Die Kehrichtmenge würde dadurch nahezu verdoppelt, auch bestünde dann der Kehricht fast zur Hälfte aus Glas.

Nach Ansicht von Dr. Kutter sollten diese Einwegglas-Beseitigungskosten durch den Einwegglasverkäufer aufgebracht werden.

Würden anstelle von Glasflaschen PVC-Packungen eingeführt, so benötigte man für die 1,5 Mio Flaschen bei einem Flaschengewicht von 25 g rund 36 000 Tonnen Polyvinylchlorid. Da dieses zu 55 % aus Chlor besteht, würden nach Dr. Kutter bei der Verbrennung solcher PVC-Flaschen 20 000 Tonnen reine Salzsäure in den Luftraum abgeblasen. Selbstverständlich bleibt auch dann noch die Salzsäurekonzentration in der Atmosphäre relativ bescheiden; fällt aber Regen, wird die Salzsäure vom Regenwasser aufgenommen, gelangt auf die Dächer und wird über die eisernen Dachtraufen abgeleitet. Die Zeit, die es braucht, um eine solche Traufe oder ein Ablaufrohr zu korrodieren, ist schwierig zu bestimmen; auf jeden Fall genügen einige wenige Lochkorrosionen, um solche Installationen unbrauchbar zu machen.

Es wäre dringend notwendig, dass für Einweggebinde die zukünftige Produktionsausweitung erst in Betracht gezogen werden dürfte, wenn solche Plasticmaterialien verbrennbar sind, ohne dass dabei aggressive oder sonstwie schädliche Gase in den Luftraum abgeleitet werden. Hier nun wäre die Abgasreinigung von Kehrichtverbrennungsanstalten durch PVC-Verpackungsmateriallieferanten zu tragen.

In der Replik an Dr. Kutter waren sich Produzenten- und Verteilergremien darin einig, dass ein wider Erwarten starkes Überhandnehmen der Wegwerfpackungen sicherlich ernsthafte Gewässerschutz- und Lufthygieneprobleme mit sich bringen würde. Die meisten dieser Körperschaften waren indessen der Auffassung, dass die Lösung dieses Fragenkomplexes eine Aufgabe der öffentlichen Hand darstelle, dass also Produzenten- und Verteilerkreise des Konsumgütersektors die dadurch entstehenden Aufwendungen nicht einseitig zu tragen hätten. Verschiedene Vorschläge betreffend Abgasbehandlung bei Kehrichtverbrennungsanstalten, Eliminierung der Glasabfälle usw. wurden formuliert; da sie eher theoretischer

Natur sind, dürften sie zur Planung der zukünftigen Beseitigung von Wegwerfpackungen wenig beitragen.

Ein konstruktiver Vorschlag wurde von der Vetropack AG in Bülach unterbreitet: Die Glashütte Bülach ist daran interessiert, Altglas zurückzunehmen, und zwar, nach heutigen Ansätzen, z. B. zu Fr. 3.— pro 100 kg, franko Werk angeliefert. Allerdings müsste es nach Glasfarben aussortiert sein. Beim Glasproduktionsprozess wird dem «Glasmenge» 25 % Altglas beige mischt, um den Schmelzpunkt des verwendeten Quarzsandes herabzusetzen, womit Kalorien und Heizmaterial gespart werden können.

Dieser Vorschlag dürfte auf reges Interesse stossen; wir werden in der Folge sehen, dass indessen fast unüberwindliche Schwierigkeiten beim Aussortieren von Glas aus Kehricht entstehen, will man nicht in den Gemeinden einen speziellen Sammeldienst für Glasmaterial einrichten.

Der Standpunkt der Kehrichtbeseitigungsanstalten

Ein sehr grosses Problem dürfte sich bei der vermehrten Einführung von Einwegflaschen auf dem Sektor der Kehrichtabfuhr und -verwertung stellen. Dabei sind drei Phasen zu unterscheiden:

1. Das Abfuhrproblem: Bereits heute reicht vielfach ein Kehrichteimer im Haushalt nicht mehr aus. Bei einer weiteren relativ starken Zunahme der Einweggebinde müsste die Müllabfuhr wesentlich ausgedehnt werden.
2. Die Kapazität der Verbrennungsanlagen: Die heute bestehenden Verbrennungsanlagen sind vielerorts bereits überlastet und können den rapid steigenden Anfall gar nicht aufnehmen.
3. Die Ablagerung der Schlacke: Ein ganz besonderes Problem würde sich ergeben bei der Ablagerung von Schlacke aus Kehrichtverbrennungsanlagen.

Das Abfuhrwesen der Stadt Zürich befasst sich schon seit einiger Zeit mit dem Problem der Vernichtung von Einwegpackungen. Den Ausführungen des Chefs dieses Dienstes, Herrn M. Baltensperger, zufolge ist es die Pflicht jeder Gemeinde, den Hauskehricht aus den Haushaltungen, aus Gewerbe und Industrie, mit ihrem Fuhrwerk oder einem von ihr verpflichteten privat betriebenen Fuhrwerk abzutransportieren. Es ist gesetzlich festgelegt, dass dieses Material einem bestimmten Beseitigungsstandort zugeführt wird, handle es sich nun um eine Mülldeponie, eine Müllkompostierung oder eine Müllverbrennung.

Schon die Beseitigung innerhalb eines Hauses verunmöglicht öfters ein nachträgliches Aussortieren des Kehrichts, werden doch neuerdings in vielen Mehrfamilienhäusern Kehrichtschächte errichtet, in die Abfallstoffe jeglicher Art, u. a. auch Glas und Plastic, eingebracht werden. Waren bisher in der Stadt Zürich nur die 28-, 35- und 55-Liter-Eimer üblich, so wurden jetzt in den mit Abwurfschächten versehenen Gebäuden, z. B. im Triemlisplatz und im «Lochergut», 800-l-Behälter bewilligt.

Die Kehrichtabfuhr der Stadt Zürich bewältigt jährlich 11 Mio Tonnen Abfall. In einem gutgehenden Zürcher Hotel werden im Mittel 1000 Flaschen Wein täglich konsumiert; da die Flaschen nicht mehr vom Produzenten zurückgenommen werden, müssen diese Flaschen durch spezielle Maschinen zerkleinert werden,

damit der Kehricht-Fuhrpark die rund 500 bis 600 kg Glasscherben abholen kann. Bei starkem Anwachsen müsste für dieses Material ein besonderer Sammelbetrieb mit Spezialtouren eingeführt werden; auf alle Fälle rechnet man schon für die kommenden 3 bis 4 Jahre mit rund 10 000 kg Scherben täglich.

Wegwerfpackungen aus Plastic sollten leicht zusammendrückbar sein, zwecks Platzeinsparung im Eimer und im Müllwagen.

In den grösseren Städten, die für den Absatz von Kompost einen sehr beschränkten Markt darstellen, wird in der Regel schon heute der Hauskehricht in kommunalen Kehrichtverbrennungsanlagen beseitigt. Der Zug zum Bau von solchen Anlagen, zum Nachteil der Kehrichtkompostierwerke, wird sich mit steigendem Plasticschutt noch stark intensivieren, da bei hohem Anteil von Plastic der Kompostierungsprozess zum Stillstand und Erliegen kommt.

Man ist bestrebt, Wegwerfpackungen in der Müllverbrennungsanstalt möglichst ohne Zusatz von Brennstoff zu verbrennen, um möglichst wenig Aschenrückstände zu erzeugen.

Der Schmelzpunkt der Asche sollte hoch liegen, damit auf dem Verbrennungsrost keine Verbackungen entstehen, wodurch die Verbrennung gestört würde. Treten solche Störungen auf, muss in der Regel der Ofen ausser Betrieb genommen werden, was unliebsame und kostspielige Produktionsausfälle zur Folge hat. Leider stellt man bei der Kehrichtverbrennungsanstalt der Stadt Zürich in zunehmendem Ausmass fest, dass infolge vermehrtem Anfall von Plasticmaterial der Schmelzpunkt von Jahr zu Jahr sinkt.

Die Rauchgase, die bei der Verbrennung entstehen, sollten vor allem keine aggressive Säure enthalten. Nun entsteht aber bei der Verbrennung von Polyvinylchlorid (PVC) Salzsäure. Im Verbrennungsbetrieb sind diese Säuren für den Dampfkessel und die Elektrofilter sehr schädlich, rufen sie doch starke Korrosionen hervor. Eine Vorortsgemeinde von Zürich musste in dieser Hinsicht teures Lehrgeld bezahlen.

Die Tatsache, dass gerade PVC voraussichtlich in naher Zukunft einen sehr starken Aufschwung nehmen wird, gibt zu grossen Befürchtungen Anlass.

Andere Kunststoffe besitzen einen geringeren Gefährlichkeitsgrad, z. B. Polyäthylen, welches zu den ungefährlichen Gasen Kohlensäure und Wasserstoff verbrennt. Indessen sind darin gewisse Anteile von Pigmenten und Farbstoffen enthalten, welche unter Umständen sich stark toxisch auswirken können.

Beim Sammeldienst der Kehrichtverbrennungsanstalt Winterthur wurde festgestellt, dass der Anteil von Wegwerfbehältern, insbesondere von Joghurtgläsern, dann aber auch von Essigflaschen aus Kunststoff, in rapidem Anstieg begriffen ist.

Der Gesamtkehricht nahm von 1965—1967 von 0,8 auf 1,2 kg/Tag/Einwohner zu. Allerdings ist dabei das Sperrgut inbegriffen, indessen werden Glasflaschen, die nicht mehr zurückgegeben werden können, vielfach mit diesem letzteren Dienst beseitigt.

Seit der Einführung der Verbrennung in der zentralen städtischen Anlage ist Alteisen gesondert abzuliefern, zu welchem Zweck alle zwei Monate eine Gratis-Stadttour durchgeführt wird. Bei der ersten Tour wurden dabei 6 Tonnen, bei der zweiten Tour 8 Tonnen und bei der dritten Tour 11 Tonnen abgeführt.

Im heutigen Zeitpunkt stellt wohl die Beseitigung des Glases das dringlichste Problem dar. So hat die Zahl

der Wegwerfflaschen stark zugenommen, in vermehrtem Ausmass sind daran auch Weinflaschen beteiligt.

Die Winterthurer Verbrennungsanstalt fährt mit 900 °C, bei welcher Temperatur Glas in feinen Kies zerfällt, ohne aber schon zu schmelzen.

Polyvinylchlorid stellt im gegenwärtigen Zeitpunkt für Winterthur noch keine akute Gefahr dar, indessen wird der Rauchfilter der Verbrennungsanlage dauernd überwacht, ohne dass bisher Korrosionsansätze festgestellt wurden. Als Versuchsmaterial wurden Elex-Filter verwendet.

Das Kamin der Verbrennungsanlage ist 82 Meter hoch. Seitens der benachbarten Wohnsiedlung Gutschick trafen wegen störender Emissionen schon Reklamationen ein, speziell, wenn Gebinde von Flachmalern verbrannt wurden. Nach Ansicht der Direktion der Kehrichtverbrennungsanstalt würden sich diese Klagen bei zunehmendem Plasticschutt sicherlich sehr bald vervielfachen.

Infolge seines starken Chlorgehaltes brennt PVC mit sehr hohen Temperaturen. Stärkerer Anfall von PVC würde eine spezielle Feuerungstechnik, vielleicht auch spezielle Feuerungsaggregate erfordern. Anlässlich der Verbrennung einer grösseren Menge Celluloid geriet die Verbrennungsanlage Winterthur infolge der sich entwickelnden starken Hitze zeitweilig in eine schwierige Situation.

Abgesehen von den durch Wegwerfpackungen bedingten, möglichen Schäden empfindet die Direktion der Kehrichtverbrennungsanstalt Winterthur die heutige Abfallwirtschaft als eine ungeheure Verschwendung, welcher energisch ein Riegel gestossen werden sollte. Ihres Erachtens sollte die Industrie für die aus der Nichtzurücknahme von Packungen entstehenden Kosten aufkommen. Gleichermassen sollten dazu die grossen Verteilerorganisationen des Konsumgütersektors herangezogen werden, welche ja in der Regel genossenschaftlich organisiert sind und dadurch keine Steuern entrichten müssen.

Die Direktion der Kehrichtverbrennungsanstalt Bern war bisher bestrebt, Glas in möglichst kleinen Mengen in der Anlage anfallen zu lassen. Eine Aussortierung dieses Glases kommt indessen nicht in Frage, seitdem gebrauchte Glasflaschen von den grossen Verteilerorganisationen nicht mehr zurückgenommen werden. Damit werden aber die Öfen zunehmend unnötig belastet, die Schlackenmenge erhöht, für welche zusätzliche Ablagerungsplätze gefunden werden müssen.

Bern als Sitz der Bundesregierung ist eine ausgeprägte Beamtenstadt und weist dadurch einen überdimensionierten, aus alten Akten stammenden Anfall an Altpapier auf. Der prozentuale Anteil an Plasticmaterial, und insbesondere an PVC, tritt daher hier noch nicht so stark in Erscheinung wie in anderen schweizerischen Städten. Die zurzeit in Bern ausgestossene Menge an Salzsäure gibt, bei zweckmässiger atmosphärischer Verteilung, a priori noch keinen Anlass zu Besorgnis.

Besprechungen mit der Kehrichtverbrennungsanstalt Lausanne kann entnommen werden, dass volumemässig 80 % des Kehrichts aus Papier bestehen.

Seit der im Jahre 1958 durchgeführten Analyse des anfallenden Kehrichts durch die EMPA hat der Prozentsatz an Papier und Plastic bedeutend zugenommen, während der Anteil an Gemüseresten sich reduzierte.

Trotzdem mit der vermehrten Verwendung von Ölheizungen in Privathaushalten der Anfall an Kohlen- und Koksresten bei der Kehrichtabfuhr rapid abnahm, was automatisch bei der Kehrichtverbrennung zu einer Absenkung des Heizwertes hätte führen müssen, erhöhte sich bei der Kehrichtverbrennungsanstalt Lausanne dieser Heizwert von 1100 cal/kg im Jahre 1958 auf 2000 cal/kg im Jahre 1966, auch dies ein Zeichen der starken Zunahme des Papier- und Plasticabfalls.

Eisenabfälle, auch Blech, zeigen eine Tendenz zum Rückgang, während sich bei den Glaswaren noch nicht viel änderte, wiewohl der Zustrom an Wegwerflaschen anzieht. Eine ausgeprägte Zunahme erfuhren z. B. auch Milch- und Rahmpackungen aus Papier oder Karton, mit einer Beschichtung der Innenseite mit Paraffin oder einem andern Kunststoff, z. B. PVC. Unter anderem wird Honig so verpackt.

Der Anfall an Kehricht betrug in Lausanne im Jahre 1959 28 581 Tonnen, im Jahre 1966 53 745 Tonnen. Diese Zunahme ist einerseits dem natürlichen Wachstum des erfassten Bevölkerungsteils, andererseits der Aufnahme weiterer 38 waadtländischer Gemeinden in den Kehrichtverband zuzuschreiben. So wurden 1959 151 174 Einwohner, 1966 aber 235 659 Einwohner bedient.

Die Kehrichtmenge pro Einwohner und Jahr stieg von 185 kg im Jahre 1959 auf 210 kg im Jahre 1966. Das spezifische Gewicht des Kehrichts schwankt zwischen 200 und 600 kg/m³.

In der Kehrichtverbrennungsanstalt Lausanne wird alles in Kehrichtkübeln anfallende Glas zur Verbrennung angenommen, hingegen die in ganzen Wagenladungen gesammelten Flaschen zurückgewiesen; diese müssen auf öffentlichen Ablagerungsplätzen deponiert werden. Man füllt damit kleinere Talmulden im Innern der Stadt wie auch bei Chalet-à-Gobet.

Scherben für neue Glasflaschen können, nach Farben vorsortiert, zur Wiederverwendung für neue Glasflaschen, der Glashütte St. Prex angeliefert werden. Bisher stellte wohl weniger das bei Verbrennung von PVC anfallende Chlor, als vielmehr die relativ grosse SO₂-Last ein gewisses Problem dar.

Sollte der Anfall an Plastic stark ansteigen, würde der mittlere Heizwert absinken, da viele Plasticstoffe nicht verbrennen, sondern schmelzen. Man wäre gezwungen, einen Spezialofen mit beträchtlich erhöhten mittleren Temperaturen zu bauen.

Nötigen der heutige PVC-Anfall und die daraus resultierenden Chloremissionen noch zu keinen drastischen lufthygienischen Massnahmen, so dürften sich diese vielleicht für das Jahr 1974 aufdrängen, wenn die dann doppelt so grosse Bevölkerung noch an eine zweite städtische Kehrichtverbrennung angeschlossen sein wird.

Der Standpunkt der Industrie

Anlässlich der Sitzung der VGB-Arbeitsgruppe «Müllverbrennung» am 26. November 1963 in Rotterdam, hielt Obering. H. Leib, von den Badischen Anilin- und Sodafabriken Ludwigshafen einen Vortrag über das Thema: «Entstaubung und Zusammensetzung der Abgase bei der Industrie-Müllverbrennungsanlage der BASF».

Wie er ausführte, ist einem Von-Roll-Ofen für 200 Tagedonnen Müll mit 1500 WE/kg, mit zwei Rosten und einem Schlackengenerator, ein Babcock-La-Mont-Kessel nachgeschaltet, der Dampf von 420 °C und 30

at erzeugt. Der Durchschnittsheizwert des BASF-Fabrikmülls liegt bei etwa 2200 kcal/kg. Es treten jedoch Tagesmittelwerte bis zu 3500 kcal/kg auf, so dass der tatsächliche Tagesmengendurchsatz nur 110 bis 140 t/Tag beträgt, während die entbundene Wärmemenge über dem vorgesehenen Wert liegt. Dem Kessel ist eine Brennkammer für flüssige Abfälle vorgeschaltet, deren Abgase sich vor dem Ueberhitzer mit den Abgasen des Von-Roll-Ofens vereinigen. Die Rauchgase verlassen den Abhitzeessel mit 270 °C und gelangen in einen Elektrofilter, für welchen von der Lieferfirma ein Entstaubungsgrad von 97 % garantiert wurde.

In dieser Anlage wurden Versuche mit mengenmässig verschiedenen Zusammensetzungen von BASF-Müll, Hausmüll und Abfallöl durchgeführt.

Bei den Rauchgasen der Anlage wurden neben CO₂ im Vergleich zu einer normalen Kesselfeuerung viel O₂ und H₂O festgestellt. Ausserdem wurden noch folgende Gase gemessen:

- Schwefeldioxyd: Der Gehalt des Abgases an SO₂ wurde in vielen Messungen zu 0,15 bis 0,7 g/Nm³ ermittelt. Der Mittelwert liegt bei etwa 0,5 g/Nm³, der Gesamtwert bei 30 kg/h OS₂-Emission. Dieser Wert entspricht einem mittleren Schwefelgehalt von 0,3 % im Müll und liegt damit niedriger als der leichten Heizöls.
- Der Chlorwasserstoffgehalt der Rauchgase schwankt zwischen 1,1 und 2,9 g/Nm³. Der Mittelwert liegt bei 2,1 g/Nm³.

Auf Grund der darin zugrunde gelegten VDI-Richtlinien VDI-2106 «Maximale Immissions-Konzentration (MaK) — Chlorwasserstoff» und VDI 2108 «Maximale Immissions-Konzentration — Schwefeldioxyd» sowie der in Nordrhein-Westfalen geltenden «Zweiten Verordnung zur Durchführung des Immissionsschutzgesetzes (Errichtung und Betrieb von Müllverbrennungsanlagen)» vom 24. Juni 1963 wurden folgende höchstzulässige Emissionswerte als verbindlich genannt:

- Staub: 150 mg/Nm³
- Chlorwasserstoff: 4 g HCl/Nm³ bei einer gemessenen Vorbelastung von 0,35 mg HCl/m³ in der Umgebung
- Schwefeldioxyd: 1 g SO₂/Nm³ bei einer gemessenen Vorbelastung von 0,33 mg SO₂/m³ in der Umgebung

Der Auswurf der Müllverbrennungsanlage liegt somit noch weit unterhalb der zulässigen Emissionsgrenzen.

Indessen blieben die Chloride bis zu Rauchgastemperaturen von 450 °C praktisch flüchtig und schieden dann in zunehmendem Masse aus.

Bei diesen Konzentrationen saurer Reagenzien in den Ablagerungen waren Korrosionen die zwangsläufige Folge.

Infolge gemeinsamer Anwesenheit von Alkalisulfaten und Chloriden entstanden durch Austauschreaktion mit Natriumchlorid komplexe Metallsulfate des Eisens, des Natriums und des Kaliums, die besonders bei höheren Temperaturen die Korrosion wesentlich beschleunigten.

Allerdings weist Obering. H. Leib darauf hin, dass Fluorwasserstoff verglichen mit Chlorwasserstoff eine

noch weit grössere Aggressivität besitzt, die vor allem wirksam wird, wenn fluorhaltige Kunststoffe wie Teflon, Hostafon usw. verbrannt werden. Diese gelangen zwar jetzt, im Vergleich zu den anderen Kunststoffen, erst in verschwindender Masse in den Müll, doch ist der Angriff von Hostafon schon bei Temperaturen unter 300 °C etwa fünfmal so stark wie der von HCl.

Die Firma Von Roll AG, Zürich, liess uns ergänzende Ausführungen von Obering. Leib über diesen Fragenkomplex zugehen:

Die Rauchgase enthalten im M. 2,5 gr/Nm³ HCl, Spitzenwerte erreichen 20 gr/Nm³. Der in dieser Anlage verbrannte Abfall besteht zu etwa 50 % aus Kunststoff, wovon der vierte Teil PVC ist.

Wichtig scheinen der Firma Von Roll AG, Zürich, folgende Folgerungen aus den Betriebserfahrungen der BASF:

1. Bei noch so hohem Chlorgehalt der Rauchgase tritt dieser, nach einer PVC-Verbrennung bei höheren Temperaturen, ausschliesslich in Chlorwasserstoff (HCl) auf; es ist keine Spur von freiem Chlor, geschweige denn von anderen, äusserst unbeständigen Verbindungen oder gar von Kohle-Wasserstoffen, zu finden.
2. Nur etwa 15—20 % des mit PVC eingebrachten Chlors finden sich im HCl der Rauchgase wieder. Der Rest bildet vermutlich Chloride mit mineralischen Müllbestandteilen; diese Verhältnisse sind indessen noch zu wenig geklärt.
3. Laut den von H. Leib zitierten VDI-Richtlinien, die in Ludwigshafen befolgt werden, beträgt die zulässige Immissionskonzentration für HCl dauernd 0,7 mg/m³ Luft = etwa 0,5 ppm, kurzzeitig bis etwa 1 ppm. Die Vorbelastung ohne Verbrennungsanlage betrug am BASF-Areal bereits die Hälfte des dauernd zugelassenen Wertes. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der meteorologischen Verhältnisse, der vorgesehenen Kaminhöhe und der Gasgeschwindigkeit aus dem Kamin konnte dennoch eine Konzentration am Kaminaustritt von 4 g/Nm³ = etwa 3000 ppm zugelassen werden. Es durfte also mit Sicherheit eine etwa 12 000fache Verdünnung der Kamin-gase angenommen werden.

Ueber den allgemeinen kommunalen Abfall geben folgende Daten einen gewissen Anhaltspunkt:

Zürich, 1963/64: Gesamtkunststoffe 1,1 bis 2,7 %
(Monatsmittel)

München, 1960: Gesamtkunststoffe 0,8 bis 3,9 %
(Tagesproben)

Nürnberg (Annahme TUV): PVC 0,4 % i. M.

Wie die Firma Von Roll AG, Zürich, voraussetzt, ist also im städtischen Kehrriech vorläufig nicht mehr als etwa 0,5 % bis maximal 1 % an PVC zu erwarten. Sie ist überzeugt, dass die Einhaltung allgemein lufthygienischer Bedingungen automatisch auch die Bedingungen der HCl-Immissionskonzentration erfüllen werden, selbst wenn der PVC-Anteil der Abfälle auf das 10- bis 20fache des heutigen ansteigt.

Wir möchten zu diesen Ausführungen bemerken, dass einerseits die erwähnten lufthygienischen Bedingungen erst erarbeitet werden müssen und dass andererseits schon heute, vier bis sieben Jahre nach den Er-

hebungen in Zürich, München und Nürnberg, durch die rapide Entwicklung der Einwegpackungen, wesentlich höhere Anteile von PVC und anderen schädlichen Stoffen der Verbrennung zugeführt werden, ganz zu schweigen von der Lawine an Kunststoffen, die wir in einigen Jahren zu bewältigen haben werden.

Der Standpunkt der Hochschule

Die zuständige Abteilung der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Versuchsanstalt (EMPA) lässt sich über den Fragenkomplex wie folgt aus:

Die Gefährlichkeit von Chlorverbindungen für Verbrennungsanlagen, insbesondere deren Anlagenroste, ist erwiesen.

Will man zulässige Grenzwerte in Bodenwerten der Chlorwasserstoffe und des Chlors festlegen, hat man sowohl Kurzzeitwerte wie Dauerwerte zu berücksichtigen. Beim Dauerwert ist vor allem der Unbedenklichkeitsschwelle für die Bevölkerung Rechnung zu tragen; der sog. Gefährlichkeitswert liegt zwei Zehnerpotenzen höher.

Seit 100 Jahren arbeiten zuständige Wissenschaftler mit dem Begriff des sog. mak-Wertes, d. h. der maximalen Immissionskonzentration, bei der Arbeiter während acht Stunden ohne Gefährdung ihrer Gesundheit an ihrem Arbeitsplatz verbleiben können.

Bei vielen Immissionen wirkt sich für das Publikum der Geruch als das entscheidende Moment aus. Schmutz interessiert weniger, solange man ihn nicht riecht.

Als erstes Indiz einer gesundheitlichen Gefährdung können Schäden an Pflanzen in Erscheinung treten. Die sog. mik-Werte, die eine bis zwei Zehnerpotenzen höher liegen als mak-Werte, sind auf solche Pflanzenschädigungen ausgerichtet.

Kurzzeitwerte differieren in ihren Auswirkungen von Fall zu Fall, wobei vor allem durch meteorologische Verhältnisse bedingte Spitzenkonzentrationen zu beachten sind. Vom VDI wurden dafür Tolerierbarkeitsnormen herausgegeben.

Dauerwerte entsprechen unter Umständen dem mik-Wert. Kurzwert-Maxima dürfen nicht länger als eine halbe Stunde pro Mal andauern und nicht mehr als viermal pro Tag auftreten. Amerikanische Wissenschaftler messen zwischen Maximalwerten bei einer Minute Dauer und Minimalwerten bei fünf Minuten Dauer, d. h. mit sehr kurzfristigem Trend. Dieser mutet dem Publikum für kurze Zeit mehr zu, ist jedoch für längere Messperioden niedriger als bei der europäischen Messmethode. Diese Zahlen können indessen nur als statistische Kennzahlen, nicht aber als praktische Werte betrachtet werden.

Bei Immissionen handelt es sich um ein Phänomen, welches durch viele Variable beeinflusst werden kann. Ein seriöser Messtechniker kann nicht auf einzelnen Fällen aufbauen, sondern es sind eine genügende Zahl von Stichproben erforderlich.

Sehr wichtig sind Inversionslagen. Kombinationen verschiedener Abgase wirken sich dabei mehr als kumulierend aus.

Es bestehen folgende Möglichkeiten, um mik-Werte nicht zu überschreiten:

- Verbot der Emission derartiger Gase;
- Aenderung der Verfahrensweise, sei dies beim Rohstoff oder in der Technik; besteht diese Möglichkeit nicht;

— Erstellung von Anlagen, welche die schädlichen Abgase reduzieren.

Meistens sind solche Anlagen aber wirtschaftlich nicht tragbar.

Folgende Massnahmen können zur Verdünnung der Konzentrationen beitragen:

a) Einblasen von frischer Luft in den Kamin: Das Verfahren kostet Energie und erfasst das Uebel nicht an der Wurzel, da der Gesamtauswurf sich gleich bleibt. Solche Palliativmittel sind nur ausnahmsweise zu gestatten.

b) Erstellung hoher Kamine: Die Abluft wird dadurch in hohe Lagen mit besserem Auftrieb und grösserer Turbulenz eingeleitet. Gelangt das Abgas in Bodeninversionen zwischen 20 und 200 m, so müssen mik-Werte, die nur für Stunden andauern, auf Wohngebiete schon sehr bedenkliche Folgen haben. Lagert es sich in Mittellageninversionen in Höhen zwischen 200 und 500 m ein, so können aus tagelangen Immissionen Schäden für die Industrie entstehen. Inversionen in hohen Lagen, über 2000 m, sind für die Hygiene nicht mehr von grosser Bedeutung.

Bei Kehrlichtverbrennungsanlagen muss zuerst der Staub durch Elektrofilter beseitigt werden. Die anfallenden Abgase werden dadurch aber nicht beeinflusst.

Es stellt sich nun die Frage, welches Abgas in lufthygienischer Hinsicht die grösste Gefährdung darstellt. Heute werden 2 bis 4 % PVC im Kehrlicht nachgewiesen. Eine ordentliche Kehrlichtverbrennung findet in der Regel bei 800 bis 900 °C statt, bei welcher Temperatur sich PVC in Chlorwasserstoff, Phosgen und andere Gase zersetzt. PVC weist auf alle Fälle 57 Gewichtsprozent Chlor auf. Der ganze Fragenkomplex ist wissenschaftlich noch gar nicht überprüft.

Freiwerdendes Chlor ist ein aggressives und toxisches Gas. Es ist vor allem gefährlich, wenn der Taupunkt unterschritten wird, da es dabei in nasser Form, als Salzsäure, anfällt. Aus diesem Grunde musste z. B. in der Kehrlichtverbrennungsanlage Dübendorf schon nach kurzer Betriebsdauer das ganze Verbrennungsaggregat ausgewechselt werden.

Um eine in hygienischer Hinsicht einwandfreie Kehrlichtverbrennungsanlage erstellen zu können, ist ein genügend hohes Kamin notwendig. Sodann muss man wissen, wieviele kg Chlorwasserstoffe und Schwefelwasserstoffe ausgeworfen werden. Andererseits interessieren in hohem Masse die mik-Werte am Boden, und last but not least hat man den meteorologischen Verhältnissen, die gerade bei uns in der Schweiz, im Vergleich zu Deutschland, sehr ungünstig gelagert sind, Rechnung zu tragen.

Zuständig zum Erlass von Vorschriften über die Reinhaltung der Luft sind die kantonalen Arbeitsinspektorate. Sie haben dabei vom eidgenössischen Arbeitsgesetz und den zugehörigen Verordnungen auszugehen und unterstehen der Oberaufsicht des Bundes bzw. des Bundesamtes für Industrie, Gewerbe und Arbeit. Es können insbesondere Vorschriften über Kaminhöhe, Filteranlagen, aber auch Emissionsgrenzen festgelegt werden.

Bei der Beschaffung der notwendigen wissenschaftlichen Unterlagen für die Erstellung einer solchen Kehrlichtverbrennungsanlage können einerseits die EMPA, andererseits die Aerologische Station der Meteorologischen Zentralanstalt in Payerne herbeige-

zogen werden. Erstere prüft die Verbrennungsverfahren, die Rohgasmenge, die Temperaturen, die aufgeworfenen Mengen an Gasen. Letztere führt die erforderlichen meteorologischen Untersuchungen durch und kann auf Grund der technischen Unterlagen der Aufsichtsbehörde Vorschläge über die Kaminhöhe unterbreiten. Es sei daran erinnert, dass die Kosten für ein Kamin bei Erhöhung in stark exponentialer Progression anwachsen. Bei der heute üblichen Kaminhöhe beträgt die Sicherheitsmarge für den Anteil von PVC im Kehrlicht 5 %. Steigt dieser Anteil höher, müssen auch die Kamine entsprechend höher gebaut werden. Stellt man sich die vielleicht in zehn Jahren anfallenden Mengen an PVC vor, dürfte einen auch im Hinblick auf die dannzumaligen Aufwendungen für derartige Mammutkamine ein nicht gelinder Schrecken befallen. Im übrigen werden solche den Luftraum tangierenden Projekte stets zu Konflikten mit den schweizerischen Luftfahrtsbehörden führen.

Jahresdurchschnitte und Tagesdurchschnitte interessieren den Wissenschaftler weit weniger als Werte innerhalb einer Stunde. Wichtig erscheint u. a. die Tatsache, dass gewisse Gase, z. B. Schwefelwasserstoff, kumulieren können.

Andererseits greift das ebenfalls bei Verbrennung von PVC anfallende Phosgen — das berüchtigte Grünkreuzgas des Ersten Weltkrieges — Schleimhäute und Bläschen in der Lunge an. Niemand weiss bisher etwas Genaueres über seine Reaktionen bei Verbrennung im Kehrlicht. Das Phänomen sollte unter verschiedenen Verhältnissen überprüft werden, und zwar in drei verschiedenen Milieus: der Grosstadt, der Industrieregion und halbländlichen Verhältnissen.

Im Hinblick darauf, dass die beschriebenen schädlichen Gase als Niederschlag auf die Erdoberfläche gelangen und dort auch das Wasser verunreinigen können, drängt sich imperativ eine nahe Zusammenarbeit zwischen der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt (EMPA) einerseits, der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz andererseits auf.

Informationen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) zufolge kann in einem nicht durchlüfteten Raum von 30 m³ Inhalt schon durch das Verbrennen von 1,450 Kilo PVC-Plastic-Material die Gefahr einer Gasvergiftung heraufbeschworen werden, wenn auch die vorhandenen Mengen an HCl durch Verursachen von Hustenreiz ein gutes Warnmoment darstellen. Bei amerikanischen Versuchen wurden Ratten, Mäuse und Meerschweinchen 10-, 20-, 30- und 40volumenprozentigem Vinylchloriddampf ausgesetzt. Bewusstlosigkeit und Tod erfolgten bei Ratten und Mäusen nach 30-minütiger Einwirkung von 30volumenprozentigem Vinylchlorid. Meerschweinchen waren etwas weniger empfindlich.

Es fragt sich nun, ob bei Verbrennung grosser Mengen von PVC analoge Auswirkungen auf die in der Nähe von Kehrlichtverbrennungsanlagen wohnende Bevölkerung zu erwarten sind.

Im Herbst 1966 hatte die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) an der ETH in Zürich eine Anfrage von Bundesrat Prof. Dr. H. P. Tschudi betreffend die Wegwerfpackungen zu beantworten, welchem Schreiben die uns interessierenden Punkte entnommen seien:

Bis heute hat der Gasgehalt des Hauskehrichts zu keinen nennenswerten Störungen bei der Einsammlung, Abfuhr, Verarbeitung und Beseitigung geführt. Wohl erhöhen ganze Flaschen das Volumen des Kehrichts, so dass manche Haushaltungen gezwungen sind, grössere Eimer anzuschaffen, doch sind heute in Haushaltsgeschäften bereits Apparate erhältlich, mit deren Hilfe die Hausfrau Flaschen zertrümmern kann, wodurch das erforderliche Eimervolumen besser ausgenützt ist.

Bei der Verarbeitung des Hauskehrichtes in kommunalen Verbrennungsanlagen wirkte sich das Glas bisher nicht störend aus. Manche Betriebsleiter betrachten sogar die Glasscherben als positiv, weil sie das Feuerbett auflockern. Die in Verbrennungsanlagen üblichen Temperaturen zwischen 800 und 1000 °C führen zu keiner eigentlichen Glasschmelze, die zu Störungen Anlass gäbe.

Auch in neuzeitlichen Kompostierungsanlagen lässt sich das Glasproblem dadurch zufriedenstellend lösen, dass mit speziellen doppelrotorigen Hammermühlen Glas- und Keramikscherben pulverisiert werden, so dass sie im Kompost nicht mehr störend in Erscheinung treten.

Sie bilden dann im Kompost einen Ballaststoff in Form von Quarzsand, der jedoch nicht wesentlich ins Gewicht fällt. In Kompostwerken älterer Bauart ohne Scherbenvermahlung wirkt sich jedoch der Glasgehalt des Hauskehrichtes störend aus. Die auf dem Markt erhältlichen ballistischen Scherbenabscheider haben sich in der Praxis nicht bewährt. Schwierigkeiten dieser Art traten insbesondere in der Kompostierungsanlage Rüslikon auf, die jedoch nächstens stillgelegt werden soll, wenn das zentrale Kompostwerk der «Region linkes Zürichseeufer» seinen Betrieb aufnimmt.

Eine technisch und wirtschaftlich geeignete Anlage zur Ausscheidung von Glas aus Kehricht ist bis heute nicht bekannt. Nur durch Handauslese kann diese Ausscheidung erfolgen, was heute jedoch aus personellen Gründen kaum mehr durchführbar ist.

Im Hinblick darauf, dass in sehr naher Zukunft die Einwegflasche den Markt erobern wird, wird ein um ein Vielfaches erhöhter Anfall an Abfallglas im Hauskehricht zu erwarten sein, der zweifellos die Abfuhr und den Betrieb sowohl in Müllverbrennungs- als auch -kompostwerken in beträchtlichem Masse erschweren wird.

Mit der Einführung der Einwegflasche wird sich der Glasanteil im Hauskehricht, d. h. ohne Gewerbe- und Industrieabfälle, vermutlich um etwa das Zwei- bis Dreifache erhöhen. Eine separate Sammlung der Glasabfälle im Privathaushalt erscheint fragwürdig, da in modernen Wohnungen Küchen- und Kellerräume meist sehr knapp bemessen sind. Trotz dieser zu erwartenden Erhöhung des Glasanfalles im Hauskehricht wird dies noch nicht zu unhaltbaren Zuständen bei der Einsammlung, der Abfuhr und der Verarbeitung des Kehrichts führen.

Grundlegend anders stellt sich das Problem jedoch bei den Grosslieferanten von Glasabfällen, wie Industrie, Gewerbe, Hotels, Restaurants, Kantinen, Grossverkaufsunternehmungen (Migros, VSK usw.). Nach Einführung der Einwegflasche ist von dieser Seite ein Glasanfall zu erwarten, der unbedingt der kommunalen Abfuhr und Kehrichtverarbeitung ferngehalten werden sollte. Wenn man bedenkt, dass beispielsweise nur in einem mittelgrossen Hotel in Zürich pro

Tag bis zu 1000 Flaschen der städtischen Abfuhr übergeben werden sollen, erscheinen diese Bedenken gerechtfertigt.

Was nun die Gebinde aus Kunststoffmaterial, insbesondere aus PVC betrifft, spielt dieser Abfall im Kehricht bereits eine beachtliche Rolle und es ist mit Sicherheit vorzusetzen, dass die Kunststoffverpackung demnächst wie die Einwegflasche ihren Siegeszug auch in der Schweiz antreten wird.

Verbrennungstechnisch dürften die schweizerischen Ofenanlagen zwar mit diesem Abfallstoff für den Moment noch fertig werden, da ja Kunststoffe energiereiche Materialien sind. Auch die damit verbundene beträchtliche Erhöhung des Heizwertes dürfte gemeistert werden können.

Dagegen zeigen sich bereits Schäden in den Verbrennungsanlagen, insbesondere beim intermittierenden Betrieb, wo das Temperaturniveau unter den Taupunkt absinkt, wodurch Korrosionsschäden an den verschiedenen Anlageteilen eintreten können. In der Kehrichtverbrennungsanlage der Stadt Zürich z. B. führen diese Korrosionen dazu, dass insbesondere die Metallteile in einem viel rascheren Rhythmus ersetzt werden müssen, als dies noch vor kurzer Zeit der Fall war.

In Zusammenarbeit mit der EAWAG führten die linksufrigen Gemeinden am Zürichsee eine Analyse der stofflichen Zusammensetzung des Mülls durch, und zwar in einer zwölfmonatigen Versuchsreihe in den Jahren 1961 bis 1962, in den Gemeinden Rüslikon, Thalwil, Horgen, Wädenswil. Die Ergebnisse wurden in Mittelwerten dieser vier Gemeinden und in Gewichtsprozenten von zehn verschiedenen Abfallstoffen ausgedrückt.

%-Anteil der Abfallstoffgruppen	Minimum	Mittel	Maximum
Küchenabfälle	41,1	56,8	69,6
Papier	13,9	18,9	21,9
Asche, Schlacken	0,0	11,2	32,0
Eisenmetalle	2,1	3,7	4,6
Glas, Keramik, Steine	1,9	3,2	5,3
Kunststoffe, Gummi	1,3	2,5	4,6
Textilien	1,5	2,1	4,2
Leder, Knochen	0,6	1,0	1,6
Holz	0,0	0,5	0,9
Buntmetalle	0,0	0,1	0,5

Diese Ermittlungen aus dem Jahre 1962 dürften allerdings heute schon weitgehend überholt sein, da inzwischen ein massiver Einbruch sowohl der Einwegflasche wie der Plasticflasche erfolgte.

Die Zentralstelle für Abfallbeseitigung beim Bundesgesundheitsamt, Berlin-Dahlem, führte ihrerseits, für die Bundesrepublik Deutschland, eine Untersuchung über die Wegverpackungen durch (Sommer 1967):

In der Bundesrepublik Deutschland wird bei Bierflaschen im Mittel mit 40 Umläufen gerechnet. Würde im Laufe der Zeit die Erzeugung völlig auf Einwegflaschen umgestellt, so würde die 40fache Zahl der jetzt im Müll vorhandenen Pfandflaschen in den Hausmüll gelangen. Dies bedeutet eine Zunahme des Müllvolumens von etwa 400 l/Einwohner/Jahr oder, bezogen auf das Gesamtvolumen des Hausmülls von 750 l/Einw./Jahr, auf etwa 1150 l/Einw./Jahr.

Die Behälterglasindustrie hofft, in den nächsten Jahren zunächst 3% der Pfandflaschen für Bier durch Einwegflaschen ersetzen zu können. Es würden daher 200 Mio Einwegflaschen pro Jahr benötigt. Bei völliger Umstellung auf solche Einwegflaschen für Bier ergäbe dies demnach eine Jahresproduktion von 6,6 Mia Flaschen. Trotz einem auf 190 g verringerten Gewicht der Einwegbierflasche würde dies eine Glasmenge von 1,12 Mio t pro Jahr oder 1,8 Mio m³/Jahr ergeben. Allein die völlige Umstellung auf Einwegbierflaschen würde also das Müllgewicht um 12,5% oder das Müllvolumen um 6% steigern.

Der Uebergang zur Einwegflasche auch für Wein, Milch, Fruchtsaft usw. dürfte ebenfalls kaum aufzuhalten sein, da er erhebliche betriebliche Verbesserungen bringt.

Die Leerung einer 110-l-I kostet an Gebühren bis zu DM 1.—. Die Beseitigung einer 0,7-l-Flasche, mit einem Aussenvolumen von etwa 1 l, kommt auf etwa 1 Pfg. zu stehen. Für 6,6 Mia Einwegflaschen wäre folglich mit 66 Mio DM Beseitigungskosten zu rechnen.

Der Uebergang von der Glasflasche zur Kunststoffflasche bringt eine weitere Gewichtsverminderung für das Leergut. Eine 0-7-l-Kunststoff-Flasche wiegt z. B. 40 g gegenüber 600 g aus Glas, neuerdings sogar nur noch 20 g. Würden solche Einwegflaschen allgemein benützt, so würde das Volumen der Flaschen im Müll, sofern sie im Sammelfahrzeug nicht verdichtet werden, auf den 40fachen Wert steigen, das Gewicht jedoch nur auf den 2,7fachen Wert des bisherigen Glasanfalles.

Abfallart	Gewicht	Volumen
Hausmüllmenge gegenwärtig	250 kg/E/J	750 l/E/J
Glasanteil	8 %	
=	20 kg/E/J	30 l/E/J
davon Pfandflaschen (2/3) bei Verwendung von Glaseinwegflaschen anstelle von Pfandflaschen, unter Berücksichtigung eines um 25% verminderten Gewichtes der Einwegflasche (13,3 x 40 x 0,75)	13,3 kg/E/J	20 l/E/J
Gesamtfüllmenge dann in % der bisherigen Menge	400 kg/E/J	800 l/E/J
Kunststoffanteil gegenwärtig	2 %	
=	5 kg/E/J	
Bei Verwendung von Kunststoffeinwegflaschen anstelle von Pfandflaschen bei 90% Gewichtsersparnis an der Einzelflasche	53 kg/E/J	800 l/E/J (ohne Verdichtung)
Gesamtfüllmenge dann in % der bisherigen Menge	290 kg/E/J	1520 l/E/J
Kunststoffanteil dann in %	116 %	202 %
	58 kg/E/J	
	20 %	

Will man die Veränderungen von Müllgewicht und Müllvolumen bei Umstellung auf Einwegflaschen feststellen und rechnet man für den ungünstigsten Fall mit einem Anteil von 2/3 Pfandflaschen im Müll, so ergeben sich Werte gemäss vorstehender Tabelle.

Die Technik der Verbrennung von Müll ist noch nicht völlig ausgereift. Schwierigkeiten ergeben sich vor allem daraus, dass es sich um einen völlig fremden inhomogenen Brennstoff handelt, für den die geeignete Verbrennungstechnik zuerst entwickelt werden musste. Die erforderlichen Versuche in Anlagen für die Verbrennung kleinerer Müllmengen führten zu grossen Anlagen nach verschiedenen Bausystemen, ohne dass es möglich war, alle Einflussfaktoren, die sich aus der Zusammensetzung des Brennstoffes, des Verbrennungsablaufes und der Wärmeübertragungsbedingungen ergeben, unter allen Bedingungen zu erforschen.

Die Verbrennung von Kunststoffen wird allgemein dadurch erschwert, dass im Vergleich zu anderen typischen Bestandteilen des Hausmülls die Heizwerte höher und die Zündtemperatur tiefer liegen. Dadurch besteht die Gefahr, dass der Kunststoff bereits in der Trocknungszone in Brand gerät und dass die Feuerraumtemperatur über das konstruktiv vorgesehene Mass ansteigt. Um derartige Schwierigkeiten zu verhindern, sind besondere konstruktive Massnahmen nötig, welche eine gute Dosierung bei der Zugabe der Brennstoffe ermöglichen und die Verbrennung im Trocknungsteil verhindern.

Bei der Verbrennung von chlorhaltigen Kunststoffen (PVC) ist es denkbar, dass durch Chlor Schäden an den Müllverbrennungsanlagen entstehen.

Schwierigkeiten durch Korrosionen sind bisher nach den vorliegenden Informationen bei den Müllverbrennungsanlagen von Hamburg, Mannheim, Stuttgart, München, Ludwigshafen (BASF) und Rotterdam aufgetreten.

Betroffen von der Korrosion sind überwiegend die verkrusteten Rohre der Endüberhitzer, also die Teile der Wärmeaustauscher, die zuerst mit den heissen Rauchgasen in Berührung kommen und am stärksten erhitzt werden. Diese Schäden sind vor allem an den in den letzten Jahren in Deutschland gebauten Anlagen aufgetreten, weil hier, im Gegensatz zu Beispielen in der Schweiz, anstelle der bisherigen Nieder- und Mitteldruckkessel, erstmals Hochdruckkessel eingebaut wurden. Die Wärmeaustauscher werden also mit höheren Temperaturen betrieben, wodurch es möglich ist, den hoch erhitzten Dampf zur Krafterzeugung zu verwenden.

Auf Grund der bisherigen Erfahrungen in der Praxis des Betriebes von Müllverbrennungsanlagen scheinen sich folgende Möglichkeiten zur Verminderung der Korrosion zu ergeben:

a) Verminderung der Temperaturen der Endüberhitzung: Da die Korrosionen bisher vor allem an Rohren aufgetreten sind, die über 350 °C erhitzt werden, ist durch eine Herabsetzung der Rohrtemperatur eine Verminderung der Korrosion zu erwarten. Diese bedeutet den Verzicht auf Krafterzeugung und Beschränkung auf Heissdampfherzeugung, wenn nicht die Ueberhitzerstufe mit anderen Brennstoffen betrieben wird. So sieht die Planung einer neuen Müllverbrennungsanlage z. B. vor, den Endüberhitzer mit Oel zu beheizen.

b) Vermeidung von Verkrustungen an den Ueberhitzerrohren: Verschiedene, allerdings noch nicht ge-

sicherte Beobachtungen deuten darauf hin, dass die Verkrustungen sich vor allem beim Anheizen der Oefen mit Müll bilden. In dieser Betriebsphase bilden sich anscheinend besondere aschereiche Abgase. Eine Abhilfe wäre ein durchlaufender Betrieb oder die Aufrechterhaltung einer Mindest-Feuerraum-Temperatur von 800 °C. Eine andere Möglichkeit bestünde darin, die Oefen bis zu einer Feuerraumtemperatur von 800 °C nicht mit Müll, sondern z. B. mit Heizöl anzuheizen. Weiter werden die Auflockerung der Kesselzüge und Russblasen während des Betriebes, Kalkmilchanstrich an den Ueberhitzerrohren zur Neutralisation der Rauchgase und Verhinderung von Anbackungen sowie die Verwendung von korrosionsfesten Ueberzügen oder Werkstoffen erwogen.

c) Verminderung der Aggressivität der Rauchgase: Es besteht vielleicht die Möglichkeit, die saueren Bestandteile der Rauchgase an alkalischen Bestandteilen, z. B. Kohlenasche, zu binden. Entsprechende Beobachtungen liegen vor, über abgeschlossene Versuche ist jedoch bisher nichts bekannt geworden. Ob die technische Lösung in diesem Fall für die Bundesrepublik Deutschland eine gemeinsame Verbrennung von Kohle und Müll oder die Zugabe alkalischer Zusätze sein wird, ist ebenfalls noch nicht zu entscheiden und hängt auch von örtlichen Bedingungen ab.

Veröffentlichungen zum Thema Korrosionen, die über die Erwähnung der Korrosion und Mutmassungen über die Ursachen hinausgehen, sind bisher kaum bekannt. Fr.-J. Angenend vom RWE-Kraftwerk Essen-Karnap berichtet in «Brennstoff-Wärme-Kraft», Nr. 18 (1966) S. 79—81, über Laborversuche zur Einwirkung HCl-haltiger Rauchgase auf Kesselrohrwerkstoffe. Nach seinen Beobachtungen setzt die starke Korrosion erst oberhalb 300 °C ein und wird bei Gegenwart von Müllasche vermindert.

Neueste Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass vermutlich nur bei Temperaturen über 100 °C von PVC Chlorwasserstoff abgespalten wird. Später verkohlt das Material. Bei höheren Verbrennungstemperaturen soll keine Chlorwasserstoffbildung und damit auch keine anormale Korrosion stattfinden.

Den verschiedenen zitierten Beispielen dürfte entnommen werden, dass die heutige Lage auf dem Wegwerfsektor für Gewässerschutz und Lufthygiene äusserst dringlich geworden ist.

Zukünftige Gewässerschutz- und Lufthygieneaufgaben auf dem Sektor der Wegwerfpackungen

Die schon erwähnte Zentralstelle für Abfallbeseitigung beim deutschen Bundesgesundheitsamt in Berlin-Dahlem hat sich für die nächste Zukunft die Aufgabe gestellt, im Rahmen einer auch vom Bundesverband der deutschen Industrie, der chemischen Industrie, der Brauereien, der kunststoffverarbeitenden Industrie, der Rationalisierungsgemeinschaft Verpackung, dem Bundesverband der Glasindustrie sowie dem Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes beschickten Arbeitsgruppe die Aufgaben der Müllbeseitigung zu studieren.

Müllsammmlung, -abfuhr, und -beseitigung erfordern z. B. Fahrzeuge und Einrichtungen mit einer Lebensdauer von zehn und mehr Jahren. Ihre Auswahl, Konstruktion und Bemessung sollte die während der voraussichtlichen Lebensdauer des Gerätes zu erwarten-

den Aenderungen in Menge und Zusammensetzung des zu behandelnden Materials, d. h. des Hausmülls, soweit möglich berücksichtigen. Aufgabe der Arbeitsgruppe ist es zu prüfen, welche Entwicklungstendenzen in bezug auf Menge und Zusammensetzung des Hausmülls gegenwärtig erkennbar und welche Voraussagen für die Zukunft möglich sind.

Bei folgenden Faktoren ist das Studium der zukünftigen Entwicklung besonders wichtig:

- für Sammlung und Transport: Gewicht, Volumen, Verdichtbarkeit des Hausmülls;
- für die Ablagerung: Volumen des Hausmülls, Menge und Art der wasserlöslichen Bestandteile;
- für die Kompostierung: Anteil an kompostierbaren Stoffen, Anteil an Kunststoffen, Wassergehalt;
- für die Verbrennung: Heizwert, Korrosionsgefahr z. B. infolge von Cl, S, Luftverunreinigung z. B. durch Cl, S oder F, Wassergehalt.

Weiterhin interessieren die Fragen der Wiederverwertbarkeit.

Einzelfragen in bezug auf die verschiedenen Materialarten sind z. B.:

- bei Blechverpackungen: Zukünftige Bedeutung der Verzinnung von Konservendosen, zukünftige Bedeutung der Aluminiumfolien;
- bei Papier und Karton: zukünftige Menge in bezug auf Gewicht und Volumen, Entwicklung hinsichtlich Zerlegbarkeit der Packungen, Kleidung aus Papier, Verminderung der biologischen Anbaubarkeit durch Kaschierung mit Kunststoff;
- bei Glas: zukünftige Entwicklung für Flaschen und Milchbeutel, Anwendung für kohlesäurehaltige Getränke.

Neben der Verpackung muss vor allem auch auf die zunehmenden Mengen an Zeitschriften und kurzlebigen Wirtschaftsgütern, z. B. Blumen im Kehrlicht geachtet werden.

Die Kommission hat die Auffassung, dass die Entwicklung des Hausmülls in bezug auf Menge und Zusammensetzung nicht notgedrungen parallel mit der allgemeinen Wirtschaftsentwicklung verlaufen wird.

Möglichkeit der Wiederverwendung von Wegwerfpackungen

Vorschläge zur Wiederverwendung von Wegwerfpackungen werden, wenn auch meist in rudimentärer Form, in letzter Zeit ziemlich häufig geäussert.

So bedeutet es nach Ansicht des Europarates für jede Volkswirtschaft einen Verlust, wenn Altpapier nicht wieder eingesammelt wird, erfolge dies nun durch Altstoffhändler oder durch öffentliche Dienste. Infolge der heutigen Entwicklung ist indessen ein Grossteil des Papiers für eine derartige Zweckbestimmung nicht verwertbar, weil dieses Papier gewachst oder mit Plasticmaterial überzogen wurde. Viele dieser Materialien, die bei der Sortierung nicht leicht feststellbar sind, könnten bei Wiederverwendung den Fabrikationsprozess stören.

Auch die Vernichtung von Plastic, vor allem von hochwertigem PVC, wird von Wirtschaftsfachleuten als ungeheurer Raubbau empfunden. Ihrer Meinung nach können diese Materialien noch als Rohmaterial beim Strassenunterbau Verwendung finden.

In der Bundesrepublik Deutschland konnte beobachtet werden, dass von Grossabfüllbetrieben stammende Glas-Einwegflaschen für Wein von kleineren Keltereien und Abfüllbetrieben übernommen wurden. Auch in der Schweiz dürften kleinere Betriebe, die wenig automatisiert sind und vor allem die Detailhandels- und Wirtekundschaft bedienen, vielfach gerne die Einwegflaschen als Gratisrohstoff in Mehrwegflaschen verwandeln. Auch hier bestehen gewisse Möglichkeiten der Sammlung und Zusammenarbeit.

Die Firma Thommy & Franck entwickelte ein Twist-off-Glas mit aufgespritzter Gummidichtung, welches von der ländlichen Bevölkerung heute sehr oft als Einmachglas verwendet wird. Auch das Trinkglas von Roco kann für andere Zwecke verwendet werden. Man sollte daher darauf tendieren, solche Produkte mit doppeltem Zweck zu produzieren.

Die Verreries St-Prex S. A. bot Hand zu einem Versuch einer Bausteinfirma, beim Strassenbau Glas beizumischen. In der Glashütte von St-Prex wurde probe-weise der Fussboden mit derartigem Material belegt.

Vorschläge für gesetzliche und wirtschaftliche Regelungen

Nach dem Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer gegen Verunreinigung ist der Vollzug der Gewässerschutzvorschriften Sache der Kantone. Das Eidg. Amt für Gewässerschutz kann in seiner Funktion als eidgenössische Oberaufsichtsbehörde die Kantone auf andauernde Misstände in der Handhabung des Gesetzes aufmerksam machen und sie zur Behebung derselben anhalten. Das Eidg. Departement des Innern stellt unter Berücksichtigung der jeweiligen Bedürfnisse Richtlinien auf, die verbindlich erklärt werden können.

Die gesetzlichen Voraussetzungen sind nach Ansicht dieses Departements also durchaus gegeben, allfälligen Entwicklungen, die eine allgemeine Gewässerverschmutzung nach sich ziehen könnten, wirksam zu begegnen.

Da Glasabfall sowohl bei der Kompostierung als auch bei der Verbrennung und Ablagerung als eigentliches Ballastmaterial zu bezeichnen ist, kann von einer unmittelbaren Gefährdung der ober- und unterirdischen Gewässer hier nicht gesprochen werden. Auch bei der Verbrennung von PVC-Flaschen ist im gegenwärtigen Zeitpunkt noch keine unmittelbare Verschmutzung der Gewässer via Immissionen zu erwarten. Daher wurden bis heute über die Beseitigung von Flaschen und Gebinden keine besonderen gesetzlichen Bestimmungen aufgestellt.

Hingegen kann nicht bestritten werden, dass hier das privatwirtschaftliche Problem der Betriebsrationalisierung der Öffentlichkeit zugeschoben wird, indem zur Bewältigung der ständig zunehmenden Abfallmengen die Personalbestände und Werke ständig erweitert werden müssen. Diese Entwicklung darf selbstverständlich nicht unbeachtet bleiben.

Im Interesse des Gewässerschutzes sind alle Bestrebungen zu begrüßen, die darauf abzielen, einerseits die Menge häuslicher und industriell-gewerblicher Abfälle nicht unnötig anwachsen zu lassen und andererseits schwer abbaubare und nicht brennbare Abfälle oder Stoffe, welche die Gewässer mittelbar oder unmittelbar irgendwie gefährden könnten, vom Handel auszuschliessen.

Früher oder später wird man sich nach Ansicht des Eidg. Departements des Innern dazu entschliessen müssen, Mittel und Wege zu suchen, um die ständig wachsende Glasflut in die richtigen Kanäle zu leiten. Dabei ist in erster Linie auf die Notwendigkeit hinzuweisen, die Lieferanten von Getränken, Speiseölen und weiteren Flüssigkeiten zur Rücknahme der Glasgebinde zu verpflichten. Schon heute bestehen vertragliche Abmachungen, nach denen Glasfabrikationsunternehmungen, z. B. die Glashütte Bülach, die Gebinde ihrer Grossabnehmer wieder zurücknehmen und als Rohstoff im Glashüttenbetrieb weiter verwerten. Solche vertragliche Vereinbarungen sollten nach Auffassung der Bundesbehörden in grossem Ausmass angestrebt und von amtlicher Seite gefördert werden, selbst auf die Gefahr hin, dass für das zurückgenommene Glas nicht mehr eine Entschädigung ausbezahlt werden kann und die Rücklieferung mit einer Rücknahmegebühr belastet werden müsste. Sollte diese der Städte- und Gewässerreinigung dienende Massnahme zu zusätzlichen Kosten führen, so müssten diese wahrscheinlich in irgendeiner Weise den Produktionskosten zugeschlagen werden. Müsste durch derartige Massnahmen der Lieferpreis für Getränke und andere Flüssigkeiten zu stark erhöht werden, so würde möglicherweise aus wirtschaftlichen Gründen die Einwegflasche von selbst wieder verschwinden.

Es müsste weiter versucht werden, die Hersteller von Verpackungsmaterial zu veranlassen, die Weiterentwicklung der Verpackungen in der Richtung der chlor- und schwefelfreien Kunststoffe voranzutreiben, so wie z. B. bei den synthetischen Wasch- und Spülmitteln die Industrie von harten auf weiche Detergentien umzustellen hatte, ein Wunsch, der bei der rapiden Entwicklung der PVC-Produktion wahrscheinlich illusorisch bleibt.

Schlussbemerkungen

Wir begannen unseren Untersuchungsbericht mit dem Ausspruch eines Soziologen. Es sei uns gestattet, ihn zu beenden mit der Praxiserfahrung eines Psychoanalytikers, dessen Patient von einem allnächtlich wiederkehrenden Serientraum geplagt wurde: Der bedauernde Kranke befand sich jeweils in einem Raum, an dessen Decke ein «Mobile», ein Balancespiel riesenhaften Ausmasses, aufgehängt war. Die daran befestigten schweren Gewichte zeigten die Tendenz, sich kontinuierlich zu verschieben und dadurch das «Mobile» aus dem Gleichgewicht und zum Absturz zu bringen.

Unseres Erachtens befinden wir uns im Hinblick auf die Beseitigung der Wegwerfpackungen in einer ähnlichen Lage. Auf verschiedenen Ebenen, mit verschiedenen Gewichten und unterschiedlichen Hebelarmen müssen die einzelnen Sozialpartner dazu beitragen, ein im Moment äusserst labiles Gleichgewicht zu erhalten.

Sicherlich ist unsere Volkswirtschaft darauf angewiesen, eine konkurrenzfähige schweizerische Produktion zu besitzen, desgleichen eine leistungsfähige Konsumgüterorganisation. Das Recht des Konsumenten nach bestmöglicher Erfüllung seiner Bedürfnisse ist unbestritten. Dies darf jedoch nicht dazu führen, unsere wirtschaftliche Landesverteidigung zu schwächen, und vor allem dürfen die Belange des Gewässerschutzes und der Lufthygiene dadurch in keiner

Weise tangiert werden, steht (oder besser, im Hinblick auf das zitierte «Mobile», hängt) und fällt mit diesen letztgenannten beiden Faktoren doch die Gesundheit unseres ganzen Volkes.

Will man indessen diesen ganzen Mechanismus im Gleichgewicht erhalten, ist eine Abstimmung der verschiedenen Faktoren durch vergleichende Studien eine dringende Notwendigkeit.

Um in Zukunft Kehrichtbeseitigungsanlagen bauen zu können, benötigen wir genauen Aufschluss über die auf dem Konsumgütermarkt bestehenden Verhältnisse und die sich anbahnenden Tendenzen. Umgekehrt müssen Produzenten und Verteilorganisationen genau

über die negativen Auswirkungen gewisser Marktentwicklungen, und speziell der Verstärkung des Sektors der Wegwerfpackungen, auf die Belange des Gewässerschutzes und der Lufthygiene aufgeklärt und die rechtlichen und finanziellen Verpflichtungen, die ihnen daraus erwachsen, deutlich gezeigt werden.

Dies bedingt voraussichtlich, dass die verschiedenen interessierten Kreise in einem koordinierenden Gremium vertreten sind und dass sogar auf Hochschulstufe der ganze Fragenkomplex studiert und eventuell eine neue Studienrichtung, betreffend Marktpolitik im Hinblick auf Gewässerschutz und Lufthygiene, geschaffen wird.

Von Dr. med. vet. E. Fritschi,
Beauftragter des Bundesrates für Spezialfragen
des Veterinärwesens, Bern

Die Tierkörperbeseitigung nach neuem Recht

Mit dem 1. Januar 1968 trat die neue Tierseuchengesetzgebung (Gesetz und Verordnung) in Kraft. Darin ist der Tierkörperbeseitigung grosse Aufmerksamkeit geschenkt worden. Wenn auch die Gesetzesbestimmungen in erster Linie darauf ausgerichtet sind, der Verschleppung von Tierseuchen vorzubeugen, so stellen sie doch gleichzeitig eine grosse Hilfe für die Reinhaltung unserer Gewässer dar.

Im Abschnitt der Tierseuchenverordnung über die Tierkörperbeseitigung werden zuerst der Begriff «Tierkörper» und die den gleichen Vorschriften unterliegenden tierischen Abfälle eindeutig definiert.

«Als Tierkörper inklusive Teile von solchen im Sinne der nachstehenden Vorschriften gelten umgestandene, nicht zum Zwecke der Verwertung als Nahrungsmittel getötete oder tot geborene Haustiere jeder Gattung, ebenso in grösseren Mengen anfallende tote Fische sowie Fallwild.

Den gleichen Bestimmungen wie Tierkörper unterliegen:

Fleischschaukonfiskate, wie von der Fleischschau ungeniessbar erklärte Tiere und Teile von solchen, ungeniessbares Fleisch und ungeniessbare Fleischwaren sowie aus seuchenpolizeilichen Gründen beschlagnahmte Tierkörper;
ungeniessbare Schlachtabfälle, wie Samenstränge, Foeten, Gebärmutter usw.;

Schlachtnebenprodukte, wie Klauen, Borsten usw., sowie Knochen, soweit sie nicht sachgemäss gelagert, gesammelt und einer speziellen Verwertung zugeführt werden;

Metzgereiabfälle, das heisst während der Schlachtung und Fleischbearbeitung anfallende geniessbare Tier-

körperteile, deren Verwertung als Nahrungsmittel nicht mehr beabsichtigt ist oder aus anderen Gründen nicht mehr in Frage kommt, wie nicht entleerte und gereinigte Teile des Verdauungsapparates, nicht sauber aufgefangenes Blut, Fleischabfälle usw., soweit sie nicht sachgemäss gelagert, gesammelt und einer speziellen Verwertung zugeführt werden.»

Die Verordnung verlangt, dass keine Tierkörper in Seen, Wasserläufe, Sümpfe, Brunnen usw. geworfen oder im Freien liegengelassen werden, hingegen unschädlich zu beseitigen sind, sei es durch Behandlung unter hohen Hitzegraden bis zum Zerfall der Weichteile, durch Verbrennen oder Vergraben.

Die Verantwortungen über die Beseitigung und die Kostentragung sind genau festgelegt. Darnach sind alle Körper von Tieren der Pferde- oder Rindergattung sowie von über 20 kg schweren Tieren der Schaf-, Ziegen- oder Schweinegattung, die umgestanden oder abgetan werden mussten, vom Tierhalter unverzüglich dem Wasenmeister zu melden bzw. bei der Sammelstelle abzuliefern. Sie müssen vom Wasenmeister beseitigt oder einer Tierkörperbeseitigungsanlage zugeführt werden. Für die unschädliche Beseitigung der übrigen Tierkörper sind die Tierhalter verantwortlich; sie können sie aber dem Wasenmeister zur Beseitigung überbringen oder je nach der örtlichen Organisation der Sammelstelle abliefern, wo sie von der für die Region behördlich als zuständig bezeichneten Tierkörperbeseitigungsanlage abgeholt werden. Den Kantonen oder Gemeinden wurde die Kompetenz eingeräumt, vorzuschreiben, dass die unschädliche Beseitigung aller Tierkörper durch Tier-