

# Probleme der Abfallbehandlung

STELLUNGNAHME  
des Deutschen Rates für Landespflege  
und  
BERICHTE  
von Sachverständigen

Heft 13 – 1970  
der Schriftenreihe des DEUTSCHEN RATES FÜR LANDESPFLEGE

Für den Inhalt verantwortlich: Prof. Dr. Gerhard Olschowy  
im Auftrage des Deutschen Rates für Landespflege  
Druck: Buch- und Verlagsdruckerei Ludw. Leopold KG, 53 Bonn, Friedrichstr. 1

## INHALTSÜBERSICHT

1. Graf Lennart Bernadotte: Stellungnahme des Deutschen Rates für Landespflege zum Problem der Behandlung von Abfällen . . . . .	5
2. F. Höffken: Probleme der Müllbeseitigung und -behandlung . . . . .	9
3. H. H. Schönborn: Probleme der Abfallbeseitigung unter besonderer Berücksichtigung der Kunststoffe . . . . .	16
4. K. Bürger: Zur Problematik der Einwegflasche . . . . .	21
5. H. E. Klotter: Probleme der regionalen Abfallbeseitigung aus der Sicht des Landes Rheinland-Pfalz . . . . .	23
6. H. W. Leonhardt: Möglichkeiten der Verwertung von Abfällen . . . . .	25
7. G. Olschowy: Behandlung von Abfallplätzen . . . . .	35
8. J. Vogl: Möglichkeiten und Grenzen der Verbrennung von Abfällen . . . . .	42
9. C. Tietjen: Möglichkeiten und Grenzen der Kompostierung von Siedlungsabfällen . . . . .	46
10. O. Andres: Die wirtschaftliche Beurteilung der Abfallkompostierung, des Kompostabsatzes und der Kompostanwendung . . . . .	49
11. H. E. Klotter und E. Hantge: Abfallbeseitigung und Grundwasserschutz . . .	54
12. B. Beßling: Wohin mit dem Müll? . . . . .	60
13. Anschriften der Autoren . . . . .	63
14. Bildnachweis . . . . .	63
15. Gesamtverzeichnis der bisher erschienenen Hefte . . . . .	64
16. Verzeichnis der Ratsmitglieder . . . . .	65



Abb. 1 und 2: Die Gefährdung der Umwelt durch unsachgemäße Abfallbeseitigung macht eine baldige und gründliche Lösung dieses Problems in hygienischer, ökologischer und optischer Hinsicht erforderlich

Der Sprecher

An den  
Kanzler der Bundesrepublik Deutschland  
Herrn Willy Brandt  
53 Bonn  
Bundeskanzleramt

Betr.:

## Zum Problem der Behandlung von Abfällen

– Stellungnahme des Deutschen Rates für Landespflege –

Sehr geehrter Herr Bundeskanzler!

Der Deutsche Rat für Landespflege hat sich auf seinen Sitzungen im vergangenen Jahr mit dem vielseitigen Problem der Abfallbeseitigung befaßt. Die Ratsmitglieder haben sich dabei von Sachverständigen über die komplexen Fragen der Abfallwirtschaft unterrichten lassen. So haben folgende Herren den Ratsmitgliedern einen Bericht vorgetragen:

Erster Dir. u. Prof. Dr. Höffken, Berlin, über „Probleme der Abfallbeseitigung und -verwertung“

Priv.-Dopz. Chemiedirektor Dr. Klotter, Mainz, über „Probleme der regionalen Abfallbeseitigung aus der Sicht des Landes Rheinland-Pfalz“

Direktor Dr. Schönborn, Ludwigshafen, über „Probleme der Abfallbeseitigung unter besonderer Berücksichtigung der Kunststoffe“

Prof. Dr. Olschowy, Bad Godesberg, über „Behandlung von Abfallplätzen“

Dipl.-Gtn. Bürger, Bad Godesberg, „Zur Problematik der Einwegflasche“.

Weitere Sachverständige legten dem Rat schriftliche Berichte vor, die ihn mit den Problemen, Aufgaben und Zielen der Abfallbeseitigung vertraut machten.

Die Beseitigung von Abfallstoffen aus Haushaltungen, Gewerbe und Industrie ist in der letzten Zeit, besonders in den dicht besiedelten Gebieten, zunehmend schwieriger geworden. Die Gefährdung der Umwelt durch unsachgemäße Abfallbeseitigung macht eine baldige befriedigende Lösung des Problems in hygienischer, ökologischer und optischer Hinsicht dringend erforderlich.

**1. Zur Situation der Abfallbeseitigung in der Bundesrepublik**  
Die Menge des anfallenden Mülls nimmt laufend zu. Nach Schätzungen des ehemaligen Bundesministers für Gesundheitswesen fielen im Jahre 1967 in der Bundesrepublik 25 Mio. m<sup>3</sup> Klärschlamm und etwa 200 Mio. m<sup>3</sup> Abfallstoffe aller Art an. Darin sind nicht nur Haus- und Industrielmüll, sondern auch Bauschutt, Altautos, Altöle und andere Abfallstoffe enthalten. In den Großstädten kann je Einwohner bereits mit einem jährlichen Hausmüllanfall von

einem Kubikmeter bzw. 250 kg gerechnet werden. Für die nächsten Jahre wird eine Zuwachsrate von etwa 5 bis 10 % angenommen. In den großen Ballungsgebieten der Bundesrepublik dürfte dieser Zuwachs noch höher liegen. Sobald etwa 90 % der häuslichen Abwässer in Kläranlagen geleitet werden, werden jährlich etwa 37 Mio. m<sup>3</sup> Klärschlamm verbleiben, die beseitigt werden müssen.

Der volumenmäßige Anstieg des Müllanfalls ist insbesondere auf den Wandel der Verbrauchergewohnheiten zurückzuführen, der eine zunehmende Verwendung von Verpackungsmaterialien, wie Papier, Pappe und Kunststoffe, gebracht hat. Nach einem Bericht der Bundesanstalt für Vegetationskunde, Naturschutz und Landschaftspflege wurden in der BRD im Jahre 1967 etwa 9,2 Mrd. DM für Verpackungsmaterialien ausgegeben; für 1970 wird eine Steigerung auf 12–13 Mrd. DM erwartet. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes Wiesbaden stieg dabei der Anteil an Kunststoffen von 1,6 % im Jahre 1958 auf 13,2 % im Jahre 1967. Diese Entwicklung wurde noch dadurch gefördert, daß ein großer Teil der Haushalte anstelle der Kohle- oder Koksheizung Öl-, Gas- und Fernheizungen bevorzugt; dadurch haben sich die Möglichkeiten, eigene Abfälle zu verbrennen, verringert.

Die veränderte Zusammensetzung des Mülls und auch das Auftreten neuer, nicht leicht zu beseitigender Stoffe stellt die Abfallwirtschaft vor große Schwierigkeiten. Der größte Teil der über 24 400 Gemeinden, von denen 96,3 % weniger als 10 000 Einwohner haben, ist unter diesen Gegebenheiten mit den Problemen der Abfallbeseitigung überfordert, zumal auch die Kosten für Sammlung, Transport, eventuelle Vorbehandlung und geordnete Ablagerung erst bei einer gemeinschaftlichen Behandlung der Abfälle für Bereiche von über 15 000 Einwohnern finanziell verantwortet werden können.

Die Zersplitterung der ohnehin unzureichenden gesetzlichen Vorschriften zur Müllbeseitigung in einer Vielzahl von Gesetzen erschwert eine befriedigende Entwicklung und hindert auch die Verwirklichung regionaler Lösungen. Desgleichen sind die Bund und Ländern zustehenden Kompetenzen auf verschiedene Ressorts, wie Finanzen, Inneres, Baubehörde, Landwirtschaft, Arbeit, Soziales usw., verteilt; dadurch werden die Schwierigkeiten noch vergrößert.

Die aufgrund eines Abkommens zwischen Bund und Ländern errichtete Zentralstelle für Abfallbeseitigung, die dem

Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamtes in Berlin angegliedert ist, kann als ein erfreulicher Anfang der gemeinsamen Anstrengungen zur Lösung des Problems erachtet werden. Die von dieser Stelle in Zusammenarbeit mit Sachverständigen bislang erarbeiteten Merkblätter haben die Zustimmung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfallbeseitigung gefunden und sind eine wertvolle Hilfe für Gemeinden, Gemeindeverbände und Industriebetriebe.

## 2. Über die Problematik der Methoden zur Abfallbeseitigung und -verwertung

Von allen bisher bekannt gewordenen Methoden, Abfallstoffe zu beseitigen, kommen die Ablagerung in Form der Deponie, die Kompostierung und die Verbrennung sowie die Kombination dieser Möglichkeiten in Betracht:

Die in der Regel einfachste und wirtschaftlich günstigste, jedoch flächenaufwendigste Art, feste Abfallstoffe zu beseitigen, ist die Ablagerung in Form der geordneten Deponie. Bisher hat die Abfallablagerung zu vielfachen Beeinträchtigungen der Umwelt geführt, weil die Abfallstoffe zumeist ungeordnet abgelagert wurden. Die hohe Zahl der „wilden Deponien“, die in stillgelegten Entnahmestellen oder anderen Erdgruben, in kleinen Taleinschnitten, an Steilhängen, Böschungen an Ortsrändern und im Walde anzutreffen sind, trägt wesentlich zu den bekannten Mißständen in der Landschaft bei. Diese Lagerstätten können seuchenhygienische Gefahrenherde sein. Ungeziefer und Schädlinge können sich ausbreiten und Schwelbrände auftreten. Infolge durchsickernden Niederschlagwassers kann es zu Auslaugungen der Abfallstoffe kommen, die das Grundwasser verunreinigen, ganz abgesehen von dem ästhetisch unbefriedigenden Bild einer unsachgemäß vorgenommenen Ablagerung. Bei 50 000 Müllplätzen in der BRD, die zumeist in der freien Landschaft liegen, kann nur ein sehr kleiner Teil als geordnet angesprochen werden.

Für die Anlage von Abfallplätzen wirkt sich das Fehlen geeigneter Flächen, besonders im Einzugsbereich vieler Städte, nachteilig aus. Hier konzentrieren und überschneiden sich die vielfältigen Nutzungsansprüche an den Raum, so daß es häufig schwierig ist, ausreichende Deponieflächen bereitzustellen. Steigende Grund- und Bodenpreise und strengere wasser- und lufthygienische Vorschriften tragen ebenfalls dazu bei.

Bei der Beurteilung der Müllkompostierung, deren Vorteile im geringeren Flächenbedarf, einer Hygienisierung der Abfallstoffe und der Erzeugung verwendbaren Kompostes liegen, darf nicht übersehen werden, daß der Vorgang teurer als die Ablagerung ist, und die Verwendung des Kompostes von dem örtlichen Bedarf abhängig ist. Durch den Verrottungsvorgang wird das Volumen verringert. Es werden etwa 20–40 Vol.% Kompost gewonnen, während je nach Verfahren 15–30 % Reststoffe verbleiben, die verbrannt oder geordnet abgelagert werden müssen.

Durch die Verbrennung von Abfallstoffen läßt sich die größte Volumenreduktion erreichen. Die Verbrennung ist jedoch zweifellos die teuerste Methode der Müllbeseitigung. Trotz des steigenden Heizwertes des Abfalls haben sich die Erwartungen bezüglich des Ertrages der Anlagen aus der Abgabe von Dampf und Wärme nur teilweise erfüllt. Die Uneinheitlichkeit der Abfälle erfordert aufwendige Verbrennungsverfahren; dadurch liegen die Kosten für die erzeugte Wärme an der Grenze der Wirtschaftlichkeit.

Durch die Verbrennung wird der Abfall auf 8 bis 15 Vol.% reduziert. Diese Reststoffe müssen, falls sie nicht verwertet werden können, geordnet abgelagert werden; sie

enthalten wasserlösliche Salze, die durch Auswaschung in das Grundwasser gelangen können.

Die Gefahr der gasförmigen Luftverschmutzung durch Müllverbrennungsanlagen hängt vom Anteil bestimmter Abfallstoffe ab. In besonderem Maße gilt das für Materialien aus Polyvinylchlorid (PVC). Bei der Herstellung von PVC können große Mengen des bei anderen Herstellungsprozessen anfallenden Rohstoffes Chlor weiterverarbeitet werden. Gelangen PVC-Kunststoffe in die Müllverbrennung, so können sie die Verbrennungsanlage gefährden. Wenn sich auch das Problem der Kesselkorrosion in Müllverbrennungsanlagen lösen läßt, so darf nicht übersehen werden, daß große Mengen an Chlorwasserstoff in die Luft gelangen. Obgleich der freigesetzte Chlorwasserstoff in der Luft verdünnt wird, können dennoch Schäden an der Vegetation, an Gebäuden und Fahrzeugen auftreten. Sollte der Anteil chlor- und fluorhaltiger Kunststoffe im Müll weiter ansteigen, müssen zwangsläufig zum Schutz von Mensch, Tier und Pflanzen technische Maßnahmen zur Abgasreinigung ergriffen werden, die die Betriebskosten dieser Anlagen weiter erhöhen werden.

## 3. Folgerungen und Empfehlungen

Der wachsende Anfall von Abfällen der Zivilisation und Industrieproduktion, ihre Uneinheitlichkeit und die Gefahr von Beeinträchtigungen der Umwelt haben ein Ausmaß erreicht, das die bisherigen Methoden der wenig geordneten und oft planlosen Abfallbeseitigung als nicht mehr vertretbar erscheinen läßt. Die Abfallbeseitigung ist zu einer öffentlichen Aufgabe geworden, die als bedeutsamer Teil der Umwelthygiene im Rahmen einer Zusammenarbeit des Gesundheitswesens, der Wasserwirtschaft, der Gewerbeaufsicht, der Wirtschaft, der Raumordnung und der Landespflege gelöst werden muß.

### 3.1 Zur Wahl der Methoden

Die Wahl der Art der Müllbeseitigung oder -verwertung muß von der Art und Menge der anfallenden Abfallstoffe, den Standortgegebenheiten, den zur Verfügung stehenden Flächen und dem Bedarf zu verwertender Endprodukte abhängig gemacht werden.

Bei objektiver Beurteilung der heute gegebenen Möglichkeiten wird auch in Zukunft der weitaus größte Teil der Abfallstoffe abgelagert werden müssen. Sollen die bisherigen Nachteile vermieden werden, so müssen die Grundsätze der geordneten und kontrollierten Deponie künftig streng beachtet werden. Das Merkblatt „Die geordnete Ablagerung (Deponie) fester und schlammiger Abfälle aus Siedlung und Industrie“, herausgegeben von der Zentralstelle für Abfallbeseitigung beim Bundesgesundheitsamt Berlin, enthält die erforderlichen Anleitungen zur Planung, Erschließung, Einrichtung und zum Betrieb einer geordneten Deponie. In den Anlagen zu diesem Merkblatt und in Heft 4 der „Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz“, herausgegeben von der Bundesanstalt für Vegetationskunde, Naturschutz und Landschaftspflege, Bonn-Bad Godesberg, sind nähere Angaben über die Flächenauswahl, Nutzung, Gestaltung und Bepflanzung von Deponien zu finden.

Die vorgenannten Veröffentlichungen lassen erkennen, daß sich eine Anzahl von Möglichkeiten für geeignete Deponieflächen bietet, die genutzt werden müssen. Mit Hilfe einer sachkundigen Gestaltung, möglichst aufgrund eines Landschafts- oder Grünordnungsplanes und, soweit erforderlich, auch mit Hilfe eines Bebauungsplanes, ist es durchaus möglich, Deponien auch vorteilhaft zu nutzen, sei es für Zwecke des Landbaus oder auch zunehmend als Grün- und Erholungsflächen in Ortsnähe.

Die Kompostierung von Abfällen sollte grundsätzlich überall dort angewandt werden, wo die Möglichkeit des Kompostabsatzes besteht. Vor allem müßte die Landwirtschaft über die Vorteile der Kompostanwendung aufgeklärt werden, weil dieser für die Versorgung der Böden mit Humus gerade bei zunehmender Mineraldüngung bedeutungsvoll ist. Im übrigen zeigt die Entwicklung in den Niederlanden, wo heute bereits 50 % des erzeugten Müllkompostes für städtische Erholungsanlagen verwendet werden, daß für Grünflächen aller Art Kompost in zunehmendem Maße verwendet werden kann. Der Bedarf sollte ermittelt und die Errichtung von Kompostwerken darauf abgestellt werden.

Für Großstädte – nach den derzeit vorliegenden Erfahrungen ab etwa 100 000 Einwohner – wird die Verbrennung von Abfällen zunehmen, weil Transportprobleme und Flächenmangel in vielen Fällen zu dieser zusätzlichen Lösung führen werden. Hier müssen jedoch gründliche Erhebungen über die Wirtschaftlichkeit, Vor- und Nachteile vorausgehen; auch muß Vorsorge getroffen werden, um schädliche Immissionen auszuschließen und Beeinträchtigungen auf ein Mindestmaß zu beschränken.

Im übrigen sollte in Zukunft mehr als bisher die Möglichkeit der Kombination von Methoden der Abfallbeseitigung und -verwertung angestrebt werden. Schon jetzt sind Verbrennungsanlagen gezwungen, die nicht in die Gasphase zu überführenden Teile der Abfälle, die bis zu 45–50 Gew.% betragen können, als Restposten (Asche, Schlacke, Restmetalle) zu deponieren. Auch Kompostanlagen müssen die nicht kompostfähigen Müllanteile entweder verbrennen oder ablagern. Es gibt bereits Anlagen, als Beispiel sei hier die in Schweinfurt genannt, die alle drei Möglichkeiten miteinander verbinden. Solche Kombinationsanlagen werden so erbaut, daß der Verbrennungsteil ausreichend groß dimensioniert ist, um im Falle mangelnden Kompostabsatzes oder fehlender Deponiefläche einen entsprechend höheren Anteil des anfallenden Mülls aufnehmen zu können.

Im Vordergrund aller Überlegungen sollte die erwünschte Umwelthygiene stehen. In bestimmten Fällen darf nicht das Maximum an Wirtschaftlichkeit angestrebt werden, wenn sich z. B. wegen besonderer Standortverhältnisse erhebliche Umweltbeeinträchtigungen ergeben.

### 3.2 Zur rechtlich-organisatorischen Seite

Grundsätzlich sollten kleine Gemeinden ihren Abfall im Rahmen einer regionalen Zusammenarbeit beseitigen, weil nur auf diese Weise wirtschaftlich tragbare Lösungen gefunden werden können. Hier sei z. B. an Regelungen im Rahmen von Regional- und Nahbereichsplanungen gedacht. So müssen insbesondere auch übergemeindliche Abfallplätze mit einem Einzugsgebiet von 15 000 bis 20 000 Einwohnern ausgewiesen und geordnete, kontrollierte Deponien sichergestellt werden. Regionale Lösungen setzen allerdings auch eine Planung der Abfallbeseitigung auf Landesebene voraus. So sieht das Land Rheinland-Pfalz z. B. eine Gliederung in sogenannte Müllkreise vor; hier zeichnet sich eine wegweisende Lösung des Problems ab. Die Bereitschaft zur regionalen Zusammenarbeit kann auch durch Vergabe von Zuschüssen seitens des Landes gefördert werden. Ein Teil solcher Zuschüsse sollte gezielt für beispielhafte Anlagen vergeben werden, die durch ihre Demonstrationswirkung fördernd auf die allgemeine Entwicklung wirken. So sollten besonders kombinierte Anlagen als Demonstrationsobjekte für eine überregionale Planung mit öffentlichen Mitteln gefördert werden.

Die vorgenannte Zentralstelle für Abfallbeseitigung in Berlin müßte als eine von Bund und Ländern getragene In-

stitution durch ausreichende Personal- und Fachmittel in den Stand gesetzt werden, zur Lösung der schwierigen Abfallprobleme wirksam beizutragen. Eine solche Stelle sollte in der Lage sein,

Planungsgutachten über Beseitigungsmethoden und geeignete Standorte überregionaler Beseitigungsanlagen zu erarbeiten,

Grundsatzfragen, die sich z. B. aus der PVC-Verbrennung oder dem Anfall von Altfahrzeugen und Altreifen ergeben, zu beantworten,

Forschungsaufgaben und -mittel zu koordinieren und schwerpunktmäßig auch solche Aufgaben in Zusammenarbeit mit bestehenden Forschungsinstituten (z. B. dem Institut für Boden-, Wasser- und Lufthygiene) zu übernehmen,

Merkblätter und Richtlinien aufzustellen und

die Dokumentation auf dem Gebiet der Abfallbehandlung umfassend zu bearbeiten.

Die derzeitige Situation auf rechtlichem Gebiet in Bund und Ländern machte eine bundeseinheitliche Gesamregelung der Abfallbeseitigung dringend erforderlich. Die vorhandenen Regelungen in einzelnen Gesetzen des Bundes und der Länder reichen angesichts der unhaltbaren Situation nicht aus. Hinzu kommt, daß die Auflagen und Bedingungen für die Abfallbeseitigung in den Ländern aus Gründen gleicher Wettbewerbsfähigkeit der Industrie nicht verschieden sein dürfen. Auch im Hinblick auf europäische Regelungen wird eine bundeseinheitliche Lösung für erforderlich erachtet. Durch bundeseinheitliche Regelungen oder Bundesgesetz müßten Grundsätze für eine gefahrlose Beseitigung und Verwertung der Abfälle aufgestellt und gleichzeitig damit in Zusammenhang stehende Regelungen für

die Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanze,

die Reinhaltung der Gewässer,

die Reinhaltung der Luft und

die Landespflege

getroffen und entsprechende Verpflichtungen festgesetzt werden. Weiter sollte das Gesetz im einzelnen die Grundlagen für ein Gebot

zum Zusammenschluß von Beseitigungspflichtigen (Müllverbände, regionale Müllbereiche, Müllkreise),

die Schaffung und den Betrieb von Gemeinschaftsanlagen,

die Festsatzung von Auflagen und Bedingungen für die Genehmigung neuer Anlagen und den Betrieb bestehender Anlagen, die nach Inhalt und Ausmaß genau zu umschreiben ist,

die Schließung von Anlagen, die gegen die Grundsätze verstoßen, und

die Verhinderung von „wildem Deponieren“ festlegen.

Die Auflagen für die Genehmigung von Anlagen sollen auch die Aufstellung von Plänen (Betriebspläne, Landschaftspläne, Grünordnungspläne), die die spätere Nutzung und Gestaltung zum Inhalt haben, einschließen.

### 3.3. Zur Forschung, Ausbildung und Öffentlichkeitsarbeit

Zur Zeit werden in den verschiedensten Wissenschaftsbereichen Forschungsbeiträge zu dem Komplex der Abfallstoffe und ihrer Beseitigung erarbeitet. Um Doppelarbeit zu vermeiden, sollte eine bessere Koordination, z. B. unter Einschaltung der Zentralstelle für Abfallbeseitigung in Berlin, erreicht werden.

Die zunehmende Bedeutung der geordneten Abfallbeseitigung und -verwertung sollte in Deutschland zu einem Vertiefungsstudium oder aber Teil einer eigenen Studien- und Ausbildungsrichtung führen, wie dieses z. B. in den USA als „Sanitary Engineering“ oder „Environmental Engineering“ der Fall ist.

Die Öffentlichkeit sollte stärker als bisher über die Gefährdung der Umwelt durch nicht einwandfreie Beseitigung von festen, schlammigen und flüssigen Abfallstoffen aufgeklärt werden. Es wäre zu prüfen, ob beim Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene in Berlin in Zusammenarbeit mit der Zentralstelle laufend Fachseminare abgehalten werden könnten. Presse, Rundfunk und Fernsehen sollten sich in den Dienst der Öffentlichkeitsarbeit stellen. Das Europäische Naturschutzjahr 1970 sollte ein Anlaß sein, in den Ländern, besonders in den Landkreisen und Gemeinden, Maßnahmen gegen die wilde Ablagerung von Abfällen vorzunehmen und so einen Beitrag zur Ordnung der Landschaft leisten.

Präsident Nixon hat sich in seiner Botschaft über die Lage der Nation am 23. Februar 1970 ausführlich mit den Umweltproblemen seines Landes auseinandergesetzt. Er führte u. a. aus:

„Ich werde diesem Kongreß ein gesamtamerikanisches Zehn-Milliarden-Dollar-Programm zur Reinerhaltung des Wassers vorschlagen, um moderne städtische Müllbeseitigungsanlagen überall dort in Amerika zu errichten, wo sie notwendig sind, um unser Wasser wieder sauber zu machen und um dies jetzt zu tun.“

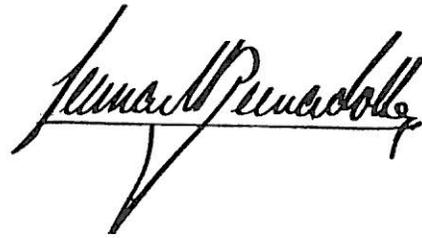
Auch für die Bundesregierung und die Länderregierungen wird es eine der vordringlichen Aufgaben der nahen Zukunft sein, der geordneten Entwicklung unserer Umwelt besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Sehr dankbar wäre ich Ihnen, sehr geehrter Herr Bundeskanzler, wenn Sie die Stellungnahme des Rates auswerten, seine Vorschläge prüfen und im Rahmen Ihrer Möglichkeiten verwirklichen würden.

Der Bundesminister des Innern, Herr Hans Dietrich Genscher, und die Herren Ministerpräsidenten der Länder haben ein Schreiben gleichen Inhalts erhalten.

Mit freundlichen Grüßen

Der Sprecher



(Graf Lennart Bernadotte)

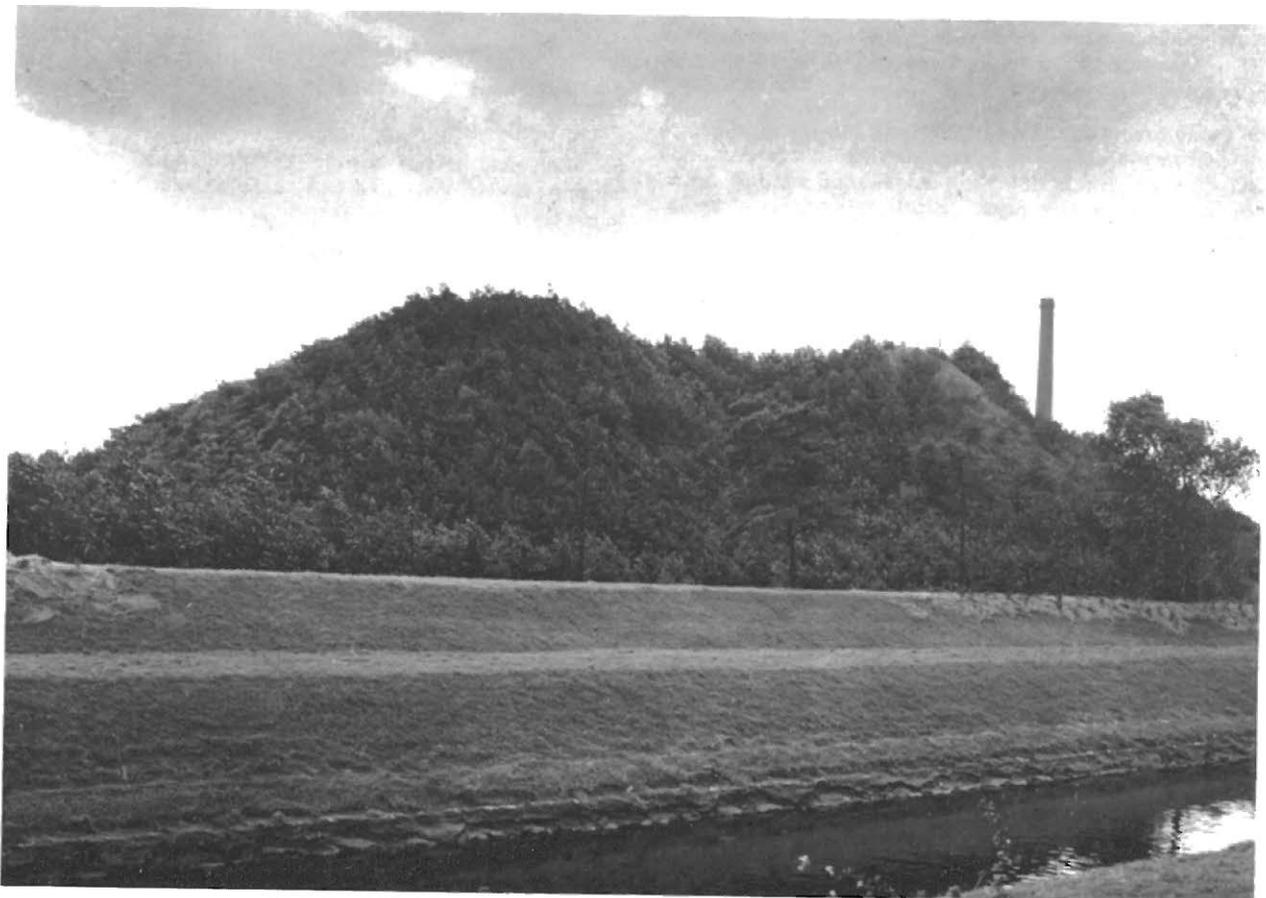


Abb. 3: Eine Abraumhalde zwischen Essen und Bottrop, die eine befriedigende Form erhalten hat und vollständig bepflanzt wurde

## Probleme der Müllbeseitigung und -behandlung

### 1. Allgemeines:

Das Problem der Abfallbeseitigung ist so alt wie die städtische Kultur überhaupt. In einer interessanten Studie von H. Erhard „Aus der Geschichte der Städtereinigung“ ist aus den Annalen der Geschichte das Wissenswerte über diese Frage zusammengetragen worden. Erwähnenswert scheint mir, daß nach Kachulle vor mehr als 3000 Jahren die Unschädlichmachung der tierischen und pflanzlichen Abfälle durch Kompostierung bereits gesetzlich vorgeschrieben war. Hierdurch sollte die Humifizierung aller Abfallstoffe zur Herstellung von Dünger erreicht werden.

Die Müllsammlung, -behandlung und -beseitigung wirft in den Ballungsgebieten der modernen Industriegesellschaft u. a. hygienische, technische und landschaftsgestalterische Probleme auf. Was Hausmüll, Sperrmüll, gewerblicher und industrieller Müll, gutartiger und schwieriger industrieller Abfall, geordnete Ablagerung usw. sind, wird verschieden ausgelegt. Daher ist es zu begrüßen, daß sich ein Ausschuß für „Begriffsbestimmung“ der ehemaligen „Arbeitsgemeinschaft für kommunale Abfallwirtschaft (AkA)“ mit Fragen der Definition der verschiedenen Begriffe auseinandersetzt. Auch nehmen Vertreter der „Internationalen Arbeitsgemeinschaft für Müllforschung (IAM)“ an den Ausschußsitzungen teil.

### 2. Gesetzliche Vorschriften:

Bund und Länder haben in den letzten Jahren Gesetze zum Schutz der Bevölkerung vor gesundheitlichen Gefahren erlassen, die durch die Ablagerung oder sonstige Behandlung von Abfallstoffen entstehen können. Seuchenzüge, mit katastrophalen Bevölkerungsverlusten in den vorigen Jahrhunderten, haben zu der Erkenntnis geführt, daß neben einwandfreier Wasserversorgung die ordnungsgemäße Städtereinigung zu den zwingenden Voraussetzungen für eine erfolgreiche Seuchenabwehr gehört. Auf die um die Jahrhundertwende erlassenen Gesetze soll in diesem Zusammenhang nicht eingegangen werden; von den jetzt gültigen Gesetzen des Bundes seien indessen die wichtigsten erwähnt:

Das „Wasserhaushaltsgesetz“ von 1957<sup>1)</sup> in der Fassung von 1964<sup>2)</sup> dient dem Schutz der oberirdischen Gewässer und des Grundwassers.

Das „3. Gesetz zur Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes“ von 1967<sup>3)</sup> soll den Schutz der Küstengewässer sicherstellen.

Nach dem „Gesetz zur Änderung des § 16 der Gewerbeordnung“ von 1959<sup>4)</sup> und seiner DurchführungsVO von 1960<sup>5)</sup> sind Anlagen zur Verwertung, Verbrennung oder zum biologischen Abbau von Müll oder ähnlichen Abfällen in der gewerblichen Wirtschaft genehmigungspflichtig.

Nach dem „Bundesbaugesetz“ von 1960<sup>6)</sup> sind im Flächennutzungsplan und Bebauungsplan Flächen für die Verwertung oder Beseitigung von festen und flüssigen Abfallstoffen darzulegen.

Nach dem „Bundesseuchengesetz“ von 1961<sup>7)</sup> haben die Gemeinden darauf hinzuwirken, daß die festen und flüssigen Abfallstoffe in einer die menschliche Gesundheit nicht gefährdenden Weise beseitigt werden.

Im „Raumordnungsgesetz“ von 1965<sup>8)</sup> sind u. a. die Erhaltung, der Schutz und die Pflege der Landschaft ein-

schließlich des Waldes sowie die Sicherung und Gestaltung von Erholungsgebieten angesprochen; ebenso die Reinhaltung des Wassers und der Luft und die Sicherung der Wasserversorgung. Der Zusammenhang zwischen Raumordnung und einer einwandfreien Abfallbehandlung bzw. -beseitigung ist gegeben.

Die Behandlung radioaktiver Abfälle ist in der „1. StrahlenschutzVO“ von 1960<sup>9)</sup> in der Fassung von 1965<sup>10)</sup> geregelt. Das „Altölgesetz“ von 1968<sup>11)</sup> sichert aus Mitteln eines Rückstellungsfonds die Altölbeseitigung, wenn die Altöle gewässer- und bodenunschädlich beseitigt werden und Luftverunreinigungen, von denen die Allgemeinheit und die Nachbarschaft zu schützen sind, nicht entstehen.

### 3. Die Zusammensetzung der häuslichen und industriellen Abfälle

Infolge des steigenden Wohlstandes der Bevölkerung und der Steigerung der industriellen Produktion hat sich die Zusammensetzung des Mülls stark geändert und dessen Menge erheblich zugenommen.

Hausmüll enthält – je nach Herkunft – zwischen

15–60 % Asche und Schlacke

10–35 % Papier und Pappe

10–50 % Organische Abfälle

10 % Glas

bis 5 % Metall

bis 5 % Kunststoffabfälle

bis 5 % Sonstige Abfälle

In München ist der Müllanfall innerhalb von 10 Jahren fast auf das Dreifache gestiegen, in Hamburg innerhalb von 20 Jahren auf das Vierfache. Der Anteil an Speiseresten ist stark schwankend und nimmt bei zunehmender Verwendung von Konserven u. ä. ständig ab. Infolge der vielfachen Umstellung der Koks- und Kohleheizung auf Ölheizung geht der Gehalt an Asche und Schlacke zurück.

Die vielseitigen neuen technischen Errungenschaften haben auch eine Steigerung von Verpackungsmaterial bewirkt. Als solches kommen vor:

Papier, Pappe,  
Wachstüten, kunststoffbeschichtetes Papier,  
Holz- und Papierwolle, Holz,  
Kunststoffverpackung: Polyäthylen,  
Polyvinylchlorid, Schaumstoffe,  
Verpackungsgläser, Flaschen,  
Blechbüchsen, Konservendosen,  
Tuben, Sprayflaschen.

Der Wert der Verpackungsmaterialien betrug in den Jahren:

1951 . . . . .	1,3 Milliarden DM
1955 . . . . .	3,1 Milliarden DM
1963 . . . . .	4,9 Milliarden DM
1967 . . . . .	9,2 Milliarden DM

Er wird 1970 voraussichtlich betragen: 12–13 Milliarden DM.

<sup>1)</sup> BGBl. I, S. 1110

<sup>2)</sup> BGBl. I, S. 611

<sup>3)</sup> BGBl. I, S. 909

<sup>4)</sup> BGBl. I, S. 781

<sup>5)</sup> BGBl. I, S. 690

<sup>6)</sup> BGBl. I, S. 341

<sup>7)</sup> BGBl. I, S. 1012

<sup>8)</sup> BGBl. I, S. 306

<sup>9)</sup> BGBl. I, S. 430

<sup>10)</sup> BGBl. I, S. 1653

<sup>11)</sup> BGBl. I, S. 1419

Auf anteilige Umsatzsteigerung der Verpackung aus Kunststoff sei hingewiesen. Der Anteil stieg von 4,8% im Jahre 1955 auf 16,1% im Jahre 1966. Hierauf wies H. O n a s c h in einer Studie „Ist die Umstellung auf Einwegflaschen aus Kunststoff verantwortbar?“ hin. In diesem Bericht über die Hamburger Stadtreinigung wurde der zusätzliche Bedarf an Mülltonnen, Müllfahrzeugen und Arbeitskräften angegeben, wenn für Bier und Milch die Kunststoff-Einwegflasche anstelle der bisherigen Verpackungsart eingeführt werden sollte. Weiterhin sind die Investitions- und die jährlichen Betriebskosten berechnet. In der BRD liegt heute der Verbrauch an Kunststoffen bei 38,9 kg/E und Jahr höher als in den USA. Er soll in der BRD von 2,08 Mio. t im Jahre 1967 auf 3,94 Mio. t im Jahre 1975 ansteigen (VDI-N-30. 10. 1968).

Auch der Anteil an Behältergläsern im Müll ist sehr stark gestiegen. Bei der erheblichen Zunahme des Alkoholverbrauchs und der Verwendung von Glaskonserven im Haushalt ist dies nicht verwunderlich. Die Produktion von Behältergläsern und Flaschen geht in die Milliarden.

Der Müll aus kleinen und mittleren gewerblichen Betrieben gelangt ebenso in die Mülltonnen der kommunalen Müllabfuhr. Die Abfälle aus Geschäften, Handwerksbetrieben, Gaststätten, Hotels und Büros haben eine ähnliche Zusammensetzung wie der Hausmüll und sind in hygienischer Hinsicht gleich zu behandeln. Dagegen bedürfen die Abfälle aus größeren Industriebetrieben und Abfallöle einer besonderen Behandlung. Das gleiche gilt auch für Ölemulsionen (Schmieröle, Heizöle) oder Abfälle aus chemischen Gewerbebetrieben, wie z. B. Galvanisieranstalten, Reinigungsanstalten und Färbereien, oder aus Be- und Verarbeitungsbetrieben tierischer Produkte, z. B. aus Gerbereien, Molkereien, Tierkörperbeseitigungsanstalten, Schlachthöfen und nicht zuletzt aus Krankenhäusern, Kliniken, Arztpraxen. Bei der Behandlung und Beseitigung sind aus seuchenhygienischen Gründen besondere Vorschriften zu beachten. Die chemischen Großindustrien, z. B. Farnefabriken Bayer, Badische Anilin- und Sodafabrik, Farbwerke Hoechst und Chemische Werke Hüls haben eigene Spezialverbrennungsanlagen oder spezielle Deponien eingerichtet. Das gleiche gilt für das Volkswagenwerk.

Je Einwohner und Jahr fallen in einer Großstadt heute etwa 1 cbm oder 250 kg Hausmüll an.

#### 4. Die Sammlung der festen Abfälle

##### 4.1 Häuslicher Müll

Der vielseitig zusammengesetzte Hausmüll wird normalerweise in Mülleimern und Mülltonnen gesammelt. Diese sind nach DIN 6628 und DIN 6629 genormt. Es gibt 25-, 35- und 50-l-Eimer und 60-, 90- und 110-l-Tonnen. In den Städten ist meistens eine staubfreie Müllabfuhr garantiert, auch wird meistens eine Desinfektion der Mülltonnen vorgenommen. In den Kerngebieten unserer Großstädte wird die Müllabfuhr in Zukunft vor einem besonderen Problem stehen. Zur Zeit sind 14 Millionen Pkws, Lieferwagen und Lkws zugelassen. 1980 werden es bereits 24 bis 27 Millionen Fahrzeuge sein. Es ist jetzt bereits vorauszusehen, daß in der City unserer Großstädte wegen der starken Zunahme des Autoverkehrs die Entsorgung des Mülls dann nicht mehr möglich sein wird. Bereits jetzt erfolgt die Entsorgung in vielen Großstädten der USA, in Paris und London nachts. Als bahnbrechend auf dem Gebiet des nichtfahrzeuggebundenen Mülltransportes wurde in Schweden schon im Jahre 1966 ein in die Zukunft weisendes pneumatisches Verfahren entwickelt. In Sundbyberg bei Stockholm ist derzeit eine solche zentrale Mülltransportanlage mit Druckluft für rund 5000 Wohneinheiten in Betrieb. Die Abfälle werden über Müllabwurfsschächte der einzelnen Gebäude in die Haupttransportleitung eingeleitet und in einen separaten

Bunker einer Müllverbrennungsanlage befördert. Alle Gebäude sind an ein in der Nähe gelegenes Fernheizwerk einschließlich Verbrennungsanlage angeschlossen und werden mit Fernwärme versorgt. In der Müllverbrennungsanlage wird die Transportluft selbst anschließend über Grob- und Feinfilter von den Müllstäuben befreit und ins Freie geleitet. Bei der zu erwartenden Zunahme von Büro- und Wohnhochhäusern in den Großstädten wird eine einwandfreie hygienische Entsorgung dieser Gebäudekomplexe von besonderer Bedeutung sein.

Zunehmend bereitet der Abtransport von Sperrmüll Sorge. Es fallen alte Möbel, Kisten, Teppiche, Kühlschränke, Kühltruhen, Gas- und Elektroherde, Radio- und Fernsehapparate usw. an. Alles, was für den Haushalt und Wohnkomfort produziert wird, erscheint doch irgendwann einmal im Haus- oder Sperrmüll. Die Städte haben sich dadurch geholfen, daß sie zusätzlich eine Sperrmüllabfuhr eingeführt haben.

##### 4.2 Industrieller Müll usw.

Diejenigen Industrieabfälle, die hausmüllähnlichen Charakter haben, wird man natürlich wie Hausmüll behandeln können. Das gilt jedoch nach R a s c h nicht für toxische Abfälle der chemischen und galvanischen Industrie, wie z. B. Quecksilbersalze, Cyan-, Cadmium-, Chrom- und Fluorverbindungen,

für Abfälle, die beim Verbrennen gesundheitsschädliche Gase entwickeln, z. B. Chlor, Chlorwasserstoff, Nitrose und Fluor,

für alle explosiven Abfälle, wie Äther, Nitrobenzol und konzentrierte Laugen und Säuren.

Ebenso unterliegen Krankenhaus- und dergleichen Abfälle (Wundverbände, Rückstände aus Operations- und Entbindungsabteilungen, Präparate aus der Pathologie und bakteriologischen Instituten, Tierkadaver aus Versuchslaboratorien usw. und vor allem auch radioaktive Abfälle) einer gesonderten Behandlung. Was im einzelnen bei Behandlung radioaktiver Abfälle (Abwässer, Fällschlämme, Verdampferkonzentrate, Rauchgasbehandlung usw.) zu beachten ist und welche Methoden bei der Endbeseitigung radioaktiver Rückstände angewandt werden, wird in der Studie „Endlagerung radioaktiver Rückstände“ dargelegt. Danach wird der Gesamtanfall an hochaktiven wärmentwickelnden Abfällen 1970 rd. 3 m<sup>3</sup>, 1975 fast 20 m<sup>3</sup> und 1980 55 m<sup>3</sup> betragen.

Die Unschädlichmachung dieser Abfallstoffe muß dem Unternehmen auferlegt werden, in dem sie anfallen. Auch wird man das direkt verkippungsfähige Haldenmaterial vom Betreiber selbst ablagern lassen, so z. B. Abraum, Flotationsschlämme, Siebrückstände, Hüttenschlacke, Steinkohlensinterschlacke usw. Beim Verkippen von Haldenmaterial aus Salzbergwerken sind die Grundwasserverhältnisse zu berücksichtigen. Die Schlacke aus industriellen Verbrennungsrückständen muß durchgesintert sein, erst dann wird man eine nennenswerte Beeinträchtigung des Grundwassers nicht zu befürchten brauchen. Ein Aufhärten des Grundwassers durch das Lösen von Kalk- und Magnesiumsalzen kann bei der Schlackenablagerung in begrenztem Umfang möglich sein.

Klotter wies darauf hin, daß Karbidschlamm in Verbindung mit anderem Haldenmaterial für das Grundwasser völlig unbedenklich ist. Beim Aufhärten von Schlamm, z. B. Flotationsspülschlamm, Flugasche, muß die Standfestigkeit jeder Hochkippe sorgfältig geprüft werden. Eine Zusammenstellung der Beseitigungsmöglichkeiten einiger Gewerbe- und Industrieabfälle ist in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben.

## Beseitigung von Gewerbe- und Industrieabfällen nach R a s c h

Art der Beseitigung	Voraussetzung und Ziel	Beispiel
Verkippen	keine grundwasserentschädigenden Anteile	Abraum, Waschberge, Schlacken, Flugaschen, Bau- und Trümmerschutt, sterile Müllschlacke
Veraschen	keine löslichen giftigen Anteile in der Asche	Siedlungsmüllartige Abfälle, Kunststoff, Gummi, Altöl
Verbrennen und Schlackensinterung	Durch Zusätze Erzielung einer wasserunlöslichen Sinterschlacke mit chemischer Bindung der toxischen Komponenten	Galvanikschlämme, Fällungsschlämme der chem. Industrie, chromhaltige Lederabfälle
Sonderverbrennung mit Abgaswäsche	Entfernung giftiger Bestandteile aus den Abgasen	Fluor- und chlorhaltige Kunststoffe und Chemikalien
Sonderverbrennung	Explosive Stoffe	Äther, Nitrobenzol usw.
Sonderverbrennung	Seuchenschutz	Krankenhausabfälle, Kadaver usw.
Sondervernichtung	Strahlenschutz	Radioaktive Abfälle

### 5. Abfallbehandlung

#### 5.1 Geordnete Ablagerung

Die uralte Methode der Ablagerung von häuslichen Abfällen ist die Müllkippe. Diese Art der ungeordneten Ablagerung führte zu mannigfachen Unzuträglichkeiten für die Nachbarschaft (starke Geruchsbelästigung, Auftreten von Schwelbränden und von Ungeziefer, vor allem von Ratten, Fliegen usw., Verschmutzung von Oberflächen- und Grundwasser durch Chloride, Sulfate, Nitrate, Karbonate).

Anstelle der wilden Müllkippen wurde als neue Beseitigungsmethode die geordnete Ablagerung (= Deponie) eingeführt. Das Kennzeichen der geordneten Deponie ist das Einbringen des Mülls in dünnen Schichten von etwa 2 m Stärke und seine Verdichtung durch die Planierdraht und das Befahren mit den Müllfahrzeugen. Gegebenenfalls sind Abdichtung des Untergrundes und Ableitung des aus der Deponie austretenden Sickerwassers zum Schutz des Grundwassers notwendig. Dies erfolgt durch Dichtungen aus Schlamm aus Papierfabriken, Zementmörtel, Kalkschlamm, Kunststoff-Folien und durch den Einbau von Dränleitungen. Kontrollbrunnen können vorgesehen werden, um die Grundwasserverhältnisse zu überwachen.

Die Ablagerung von schlammigen Abfällen, insbesondere von Klärschlamm mit einem Wassergehalt bis zu 75 % zusammen mit anderen Abfällen auf Deponien, ist durchaus möglich; ebenso das Ablagern von ölhaltigen Abfällen. Daß bei der Deponie von Klärschlamm seuchenhygienische Fragen anstehen, wurde bereits erwähnt. Bei der Lagerung dieser Stoffe sind selbstverständlich besondere betriebstechnische Erfordernisse zu beachten. In 3 von 19 zur Zeit in der BRD in Betrieb befindlichen Müllverbrennungsanlagen kann auch Klärschlamm verbrannt werden. All das erfordert eingearbeitetes Personal.

In einer Großstadt des Ruhrgebietes war es sogar möglich, in der Nachbarschaft eines Krankenhauses den Müll geordnet abzulagern, ohne daß es zu Geruchsbelästigung, zu Rattenbefall, zu Aufwirbelung von Staub oder Papier kam. Über die „Eignung von Flächen, die Nutzung, Gestaltung und Bepflanzung von Deponien“ wird im einzelnen Herr Prof. O l s c h o w y von der Bundesanstalt für Vegetationskunde, Naturschutz und Landschaftspflege berichten.

#### 5.2 Kompostierung

Als weitere Methode hat sich die Kompostierung bewährt. Es handelt sich dabei nicht um eine Beseitigungsmethode, wie sie die Deponie darstellt, sondern um eine Volumenreduzierungsmethode; das gleiche gilt auch für die

Müllverbrennung. Bei der Kompostierung und Verbrennung bleiben immer Reststoffe übrig, die in jedem Falle deponiert werden müssen.

Bei der Kompostierung sollen fördernde Bedingungen für die Umwandlung organischer Stoffe pflanzlicher und tierischer Herkunft durch das Einwirken von Mikroorganismen und Kleinlebewesen geschaffen werden. Das Ziel der Kompostierung ist die Hygienisierung des Mülls. Durch aerobes Verrotten des Mülls in Mieten, die regelmäßig umgesetzt werden müssen, sollen die organischen Anteile in Humus, die Abfallstoffe insgesamt aber möglichst schnell in verwertbares Bodenverbesserungsmaterial umgewandelt werden. Durch die Abbauprozesse werden Krankheitserreger und z. B. Wurmeier vernichtet. Die Kompostierung eignet sich besonders für Abfälle mit einem hohen Anteil an organischer Stoffe, wie Hausmüll und Klärschlamm, der bei mehreren Kompostwerken zusätzlich beigemischt wird. Von den 11 in der BRD eingerichteten Kompostwerken verwerfen 7 Anlagen auch Klärschlamm; 5 Kompostwerke haben zusätzlich eine Verbrennungsanlage.

Der Gehalt an organischen Substanzen in der Trockenmasse beträgt bei

Hausmüll zwischen	25 und 45 %
frischem Klärschlamm	60 bis 70 %
ausgefaultem Schlamm	35 bis 55 %.

Der Kompost dient zur Bodenstrukturverbesserung und Wasserbindung auf der Bodenoberfläche.

Müllkompost wird u. a. in Weinbaugebieten und im Hopfenbau mit Erfolg eingesetzt.

Bei der Kompostierung von Hausmüll fallen — bezogen auf das Gewicht des Rohmülls — je nach Verfahren 40 bis 80 Gewichtsprozent an verwertbarem Kompost, ferner 5 bis 30 Gewichtsprozent Reststoffe an. Diese Reststoffe müssen verbrannt oder geordnet abgelagert werden. Als Nebenprodukte fallen Schlacke, Schrott und Buntmetalle an, die verkauft werden können. Über die Anwendung des Müllkompostes im Landbau hat die „Zentralstelle für Abfallbeseitigung beim Bundesgesundheitsamt“ in Zusammenarbeit mit Sachverständigen und Wissenschaftlern eine Informationsschrift: „Der Landbau und die Komposte aus Siedlungsabfällen“ herausgegeben. Gewisse Schwierigkeiten bei der Anwendung von Kompost dürfen allerdings nicht übersehen werden. Es ist bisher technisch nur mit großem Aufwand möglich, aus einem Kompost die lästigen Scherben oder Grobstoffe, wie Schlacke, Holzstücke, Obstkerne, zu entfernen. Man muß also die unerwünschten



Scherben in Kauf nehmen, wenn man dicht lagernde Böden durch grobe Komposte auflockern will. Scherben im Kompost, die in der Regel ihre Schärfe schnell verlieren, Kunststoffe oder Gummireste u. dgl. stören im allgemeinen in den bisher anfallenden Mengen weder im Ackerbau noch im Wald und im Obst- oder Weinbau. Dagegen sollten sie für die Kompostanwendung im Grünland, im Gartenbau oder auch in Grünanlagen und auf Sportplätzen u. dgl. weitgehend entfernt werden. Außer dem Problem der schwer abbaubaren Stoffe (Kunststoffe, Gummi u. ä.) ist die Zunahme des Salzgehaltes nach Kick im Boden zu beachten. So wurde beobachtet, daß der Salzgehalt der Böden proportional zur aufgebrauchten Müllmenge gestiegen ist. Die Auswaschungen in den verschiedenen Bodenarten (Tonböden, Löß- und Sandböden) sind unterschiedlich. Lößböden sind besonders empfindlich. Das Auftreten von Spurenelementen, wie Zink, Kupfer, Blei, Bor, Chrom, Nickel usw. ist ebenfalls zu beachten, damit eine Minderung der Bodenfruchtbarkeit durch Schwermetallanreicherung im Boden infolge dauernder und langwährender Anwendung künftig vermieden wird, eine Anregung, die u. a. von N o s b e r s gegeben wurde. Weiterhin muß auch den verschiedenen Resten aus der pharmazeutischen Industrie, Detergentien und anderen chemischen Lösungsmitteln, Pestiziden, Pflanzenschutzmitteln usw. Aufmerksamkeit geschenkt werden.

### 5.3 Müllverbrennung

Die erste Müllverbrennungsanlage auf dem Kontinent ist in Hamburg errichtet worden. Schon Ende des vorigen Jahrhunderts gab es auf dem Hamburger Stadtgebiet kaum Müllgruben. Die Kieslöcher lagen auf dem preußischen Nachbarland. Besondere Schwierigkeiten traten auf, als 1892 die verheerende Cholera-Epidemie Hamburg heimsuchte und die umliegenden Gemeinden die Abnahme des choleraerseuchten Mülls verweigerten.

Nach dem Stand vom 1. 1. 1968 gibt es nach L e o n h a r d t in der Bundesrepublik 19 Müllverbrennungsanlagen, denen 8,3 Mio Einwohner angeschlossen sind (14% der Bevölkerung). Für 3,4 Mio Einwohner sind 7 weitere Anlagen im Bau, die bis Ende 1970 fertiggestellt sind. 5 Verbrennungsanlagen sind mit Kompostierungsanlagen kombiniert.

Die Zunahme der Verbrennungsanlagen ist die Folge des starken Müllanfalls und des Mangels an geeigneten Ablagerungsplätzen. Der „Brennstoff“ Müll wird u. a. für die Strom- und Wärmeerzeugung verwertet. Die Abfälle werden in Schlacke, Flugasche und Gase umgewandelt; in jedem Falle bleibt eine Restmenge übrig, die abgelagert werden muß. Die Müllschlacke ist geordnet abzulagern; es können unverbrannte organische Substanzen je nach dem Grad des Ausbrandes darin enthalten sein. Diese „vergärbaren“ Stoffe wiederum führen je nach der Deponiermöglichkeit zur Geruchs- und Ungezieferbelästigung. Daß aber durch faulende Anteile in den Verbrennungsrückständen das Grundwasser verunreinigt wird, ist nach R o l l i é wenig wahrscheinlich.

Die Abgasreinigung bereitet besondere Schwierigkeiten, da die Menge der Rauchgase sehr groß ist. Zur Verbrennung von je 1 kg Müll werden 2,5 bis 4 m<sup>3</sup> Luft benötigt. Bei der Verbrennung von Hausmüll mit viel feiner Hausbrandasche entstehen 20 bis 100 kg Flugstaub je t Müll. Dies erfordert eine wirksame Entstaubung, die mit großem technischen Aufwand betrieben werden muß.

Abb. 4, 5 und 6: Ungeordnete Abfallablagerungen in stillgelegten Abbaustellen oder anderen Erdgruben, in Taleinschnitten, an Böschungen und in Wäldern können seuchenhygienische Gefahrenherde sein

Hygienisch bedenkliche Stoffe, wie z. B. Krankheitserreger oder Wurmeier, werden durch Verbrennen unschädlich gemacht. Auch können neben dem Hausmüll Ölabfälle und geeignete Industrieabfälle verbrannt werden. In den letzten Jahren ist das Korrosionsproblem in den den Verbrennungsöfen nachgeschalteten Kesselanlagen aufgetreten. Dies wird einmal darauf zurückzuführen sein, daß die Menge von Polyvinylchlorid (PVC), das etwa 50 % gebundenes Chlor enthält, deutlich zugenommen hat, zum anderen ist dies auf die bei der Dampfgewinnung zur Energieversorgung erforderlichen Überhitzungstemperaturen und damit hohen Rohrwandtemperaturen zurückzuführen. Über das Problem der Abfallbeseitigung unter besonderer Berücksichtigung der „Kunststoffe“ wird im einzelnen Herr Dr. Schönborn von der BASF ergänzend berichten.

Bei einem hohen Chlor- und Fluorgehalt des Mülls wird daher zusätzlich eine Rauchgaswäsche erforderlich sein. Die Reststoffe sind abzulagern oder können zum Wegebau oder als Zusatzstoffe für Baumaterial dienen. Manche Abfälle erfordern besondere technische Einrichtungen der Müllverbrennungsanlage. Geruchsbelästigungen – vor allem durch Zersetzungen der Abfälle beim Lagern im Bunkerraum – sind möglich. Außerdem können Geruchsstoffe auch mit den Abgasen ins Freie gelangen, wenn die Verbrennung unvollständig ist oder wirksame Nachverbrennungsanlagen fehlen. Selbstentzündung von Müll im Bunkerraum ist ebenso möglich.

Von den 19 Müllverbrennungsanlagen sind 7 für eine zusätzliche Altöl- und 3 für eine zusätzliche Klärschlammverbrennung eingerichtet. Die fortschreitende Technisierung und Motorisierung sowie die Umstellung auf Heizöl haben auch die Rückstände an Mineralöl, Treibstoffen und Schmierölstoffen entsprechend vermehrt. An Altöl sind im Jahre 1966 etwa 400 000 t angefallen. Hinzu kommen noch die Rückstände aus mehr als 2 Millionen Brennstofftanks, deren Menge etwa 40 000 t betragen hat. Durch das bereits erwähnte Altölggesetz ist eine umfassende Neuregelung zur wirtschaftlichen Sicherung der Altölbeseitigung erfolgt. Bislang wurden nur für die Aufarbeitung von Altöl zu Zweit- raffinaten Beihilfen des Bundes gewährt. Viele Altöle, insbesondere solche, deren Aufarbeitung nicht möglich war, wurden deshalb oft zum Schaden der Gewässer und des Bodens auf unkontrollierte Weise beseitigt. Nach dem neuen Gesetz ist sichergestellt, daß das Altöl ohne Gefahr für Wasser, Boden und Luft beseitigt werden kann.

#### 5.4 Massentierhaltungen

Nicht übersehen werden darf das Problem der Beseitigung von Abfallstoffen aus Massentierhaltungen, wie sie bereits heute bei Hühnern, Schweinen und Kälbern durchgeführt werden und in Zukunft sogar in sogenannten „Kuhhotels“ geplant sind.

Nach Strauch beträgt der Kotanfall pro Tag bei

1 000 Hühnern	350 kg
1 000 Schweinen	1,5 t
1 000 Kälbern	
(bis 3 Monate alt)	6 t
1 000 Kühen	30 t

Neben seuchenhygienischen Problemen sind vor allem die Fragen der Beseitigung und Behandlung dieser Abfallmengen und -stoffe und die der Geruchsbelästigung zu beachten. Vielfach sind die Klagen über die Geruchsbelästigung sehr groß.

Abb. 7: Abfalldeponie, die geordnet aufgebaut ist, deren Böschungen jedoch zu steil ausgebildet sind

Abb. 8: Geordnete Deponie, die in Schichten von 2 m Mächtigkeit aufgebaut wird

Abb. 9: Kompostwerk Duisburg-Huckingen



### 5.5 Verwendung von ausgefaultem Klärschlamm für Düngezwecke in der Landwirtschaft

In menschlichen und tierischen Fäkalien und im Urin ist im unbehandelten Zustand stets mit dem Vorkommen zahlreicher pathogener Keime, Viren und Parasiten zu rechnen, die beim Menschen Erkrankungen hervorrufen und damit die menschliche Gesundheit schädigen können. Die Lebensfähigkeit dieser Keime und Parasiten hängt von verschiedenen Faktoren ab, u. a. vom Bakterienantagonismus, von physikalisch-chemischen und klimatischen Einflüssen (Sonnenbestrahlung, Temperatur und Niederschläge). Am widerstandsfähigsten sind die Sporenbildner, wie z. B. Milzbranderreger, deren Sporen im Erdboden jahrzehntelang lebensfähig bleiben können. Lebensfähige Typhuskeime, die von infiziertem Müll stammen, halten sich etwa 40 Tage, Tuberkelbakterien 5–6 Monate (maximal 2 Jahre), Poliomyelitisviren 3 Monate; Askarideneier sind sogar jahrelang im Boden als lebensfähig erkannt worden.

An Klärschlamm, der aus den bereits erwähnten Gründen ebenso schadlos vernichtet werden muß, fielen im Jahre 1967 rund 22 Mio m<sup>3</sup> an. Über die schadlose Verwendung von ausgefaultem Klärschlamm für Düngezwecke in der Landwirtschaft wird ein sachverständiges Gremium, das aus Human- und Veterinärhygienikern, Abwasser- und Landwirtschaftsexperten besteht, noch eingehend beraten müssen.

### 5.6 Autowracks, Altautoreifen

Die stark zunehmende Motorisierung stellt nicht nur die Straßenbauer und Verkehrsexperten, wie auch die Fachleute für Luftreinhaltung und Lärmbekämpfung vor neue Probleme, sondern es sind auch große Schwierigkeiten bei der Beseitigung von Autowracks und Altautoreifen zu erwarten. Das Bundesgesundheitsministerium hat vom Bat-

telle-Institut in Frankfurt a. M. eine „Untersuchung über den Stand der Beseitigung von Autowracks in der BRD, Betrachtungen der Auswirkungen für die Zukunft und Ausarbeitung von Vorschlägen für die Rationalisierung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten“ durchführen lassen. Danach steigt der Altautoanfall

von 718 000 im Jahre 1968  
auf 1,356 Mio im Jahre 1975  
und auf 1,617 Mio im Jahre 1980

an. Zur Zeit sind etwa 2000 Altautosammelplätze in der BRD vorhanden.

Um einen brauchbaren Schrott für den Verhüttungsprozeß herzustellen, müssen die Autowracks ausgeschlachtet werden. Kunststoffe, Buntmetalle und Lacke sind zu entfernen. In jedem Auto befinden sich etwa 30 kg Kunststoffe. Insgesamt sind für die Beseitigung der Autowracks in der BRD 20 besondere Verschrottungsanlagen erforderlich, deren Einrichtung 100 Mio DM kostet.

Ebenso sind in der Studie Angaben über den Altreifenanfall und deren Beseitigung enthalten. Der Altreifenanfall in der BRD beträgt für Pkw und Kombi, Nutzfahrzeuge und Anhänger 30,5 Mio im Jahre 1970, 35,8 Mio im Jahre 1975 und 38,5 Mio Stück im Jahre 1980.

Die Altautoreifen werden nur z. T. — ungefähr 15% von der anfallenden Menge — noch regeneriert werden können. Ein Teil wird nach Zerkleinerung auf einer geordneten Deponie abgelagert, der größere Teil verbrannt werden müssen. Im Hinblick auf die Rauchgaswäsche der Müllverbrennungsanlagen sollte auch dies beachtet werden. In den USA werden Altautoreifen auch zu Gummimehl verarbeitet und, mit Bitumen vermischt, im Straßenbau zum Bau von Asphaltstraßen eingesetzt.

### 5.7 Bauschutt

Auf die sehr großen Mengen von Bauschutt, die bei der Städtensanierung in den nächsten Jahren anfallen werden, sei schon jetzt besonders hingewiesen. Nach neueren statistischen Untersuchungen sind in der BRD von 7,25 Mio Wohngebäuden etwa 1,35 Mio vor 1870 und 1,83 Mio zwischen 1870 und 1918 erbaut worden.

### 5.8 Schlachthofabfälle

Der Anfall von Schlachthofabfällen ist ebenfalls beachtlich. Zur Zeit fallen jährlich 265 000 t Schlachthofabfälle an und eine Kotmenge von Rindern, Schweinen und Geflügel von insgesamt 135 Mio t. Daß damit auch seuchenhygienische Probleme anstehen, ist bereits oben im einzelnen ausgeführt worden.

## 6. Zentralstelle für Abfallbeseitigung beim Bundesgesundheitsamt (ZfA)

Um das Problem der Abfallbeseitigung und -behandlung zu lösen, haben mehrjährige Verhandlungen zwischen Bund und Ländern und den kommunalen und industriellen Verbänden dazu geführt, eine Zentralstelle für Abfallbeseitigung (ZfA) beim Bundesgesundheitsamt einzurichten, die dem Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene angegliedert ist. Die ZfA wird aufgrund eines Vertrages von Bund und Ländern finanziert (jährlich 300 000 DM). Das Bundesgesundheitsamt hat den Auftrag, die Länder auf dem Gebiet der Abfallbeseitigung zu beraten. Zu diesem Zweck hat das Bundesgesundheitsamt

- Grundsätze und Richtlinien auszuarbeiten und in Form von Merkblättern zusammenzufassen;
- Vorschläge für die Koordinierung, Auswahl und Vergabe von Forschungsmitteln zu unterbreiten;

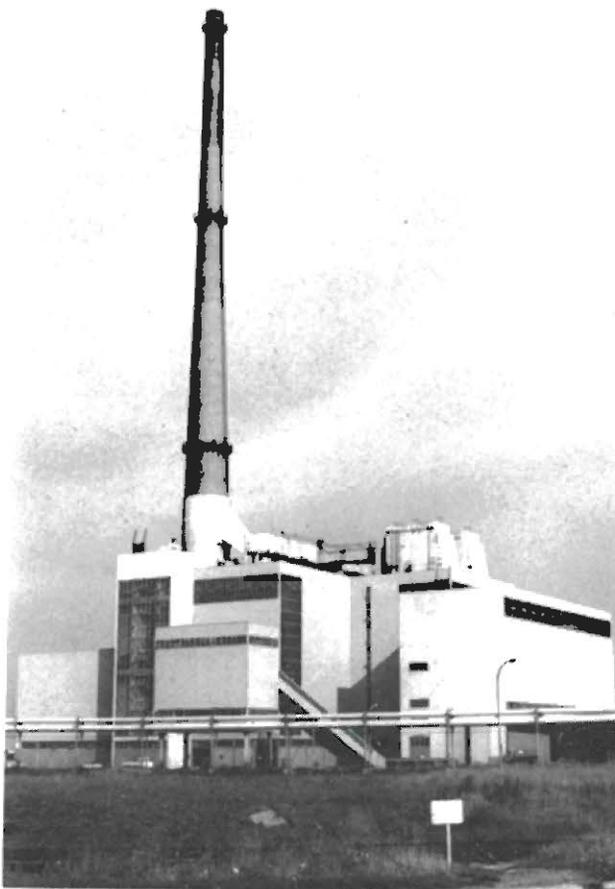


Abb. 10: Müllverbrennungsanlage Mannheim

- c) eine umfassende Dokumentation zu Fragen der Abfallbeseitigung durchzuführen und
- d) Statistik auf dem Gebiet der Abfallbeseitigung zu betreiben.

Diese Aufgaben können nur in Zusammenarbeit mit den auf diesem Spezialgebiet arbeitenden kommunalen und industriellen Spitzenverbänden erfolgreich in Angriff genommen werden. Ebenso wird man den Rat der auf diesem Gebiet tätigen Praktiker und Wissenschaftlichen Sachverständigen nicht entbehren können. Auf freiwilliger Basis arbeiten etwa 120 Praktiker und Wissenschaftler in den verschiedenen Fachausschüssen mit. Neben den Fachausschüssen „Ablagerung“, „Kompostierung“, „Verbrennung“ mit ihren Unterausschüssen ist der Hauptausschuß „Allgemeines“ beratend tätig. Der Hauptausschuß „Allgemeines“ hat u. a. die Aufgabe, alle Entwürfe der Fachausschüsse über Richtlinien und Merkblätter zu koordinieren. Daß in diesem Hauptausschuß auch Juristen aus den verschiedensten Verbänden mitarbeiten, sei ferner anerkennend erwähnt.

### 7. Folgerungen

1. Die in Zukunft zu erwartende weitere Zunahme der festen und flüssigen Abfallstoffe aus Siedlung und Industrie zwingt dazu, dieser Entwicklung mehr Beachtung zu schenken als bisher. Da in den kommenden Jahrzehnten die Bewohner der industrialisierten Länder zunehmend in einer verstädterten Welt leben, sollte das Problem der Entsorgung solcher zentralen Ballungsgebiete vorausschauend bearbeitet werden, um sie hygienisch und gesundheitstechnisch einwandfrei zu gestalten.

2. Diese Forderung sollte zu der Überlegung führen, ob nicht der Aufgabenkatalog der ZfA erweitert werden muß.

3. Ferner ist die Forschung auf diesem Gebiet sowohl an geeigneten Instituten der Hochschulen als auch an staats-eigenen Instituten anzuregen bzw. zu fördern. Staatliche Einrichtungen erscheinen besonders förderungswürdig, weil sie die Kontinuität im Gegensatz zu denen anderer Wissenschafts- und Forschungsstätten wahren können.

4. Die Koordinierung der Forschungsthemen und die Abstimmung über deren Durchführung ist sowohl aus haushaltsmäßigen als auch aus personellen und apparativen Gründen empfehlenswert. Doppelarbeit wird sich zwar nicht vermeiden lassen und ist in Sonderfällen auch durchaus gerechtfertigt.

5. In dem Entwurf des Bundesgesetzes über die „Beseitigung von Abfallstoffen“ wird die bundeseinheitliche Regelung vorgeschlagen, die angestrebt werden sollte. Dabei sollte die Beseitigung des Mülls aus Siedlung und Industrie als ein komplexes Ganzes angesehen werden. Der Grundsatz, daß der Verursacher von Müll für die Kosten der Beseitigung aufzukommen hat, sollte ebenso wie bei der Reinhaltung der Gewässer und der Luft beachtet werden. Die Beschaffung von geeignetem Deponiegelände unter erleichterten Bedingungen sollte durch gesetzliche Maßnahmen erstrebt werden. Da grundsätzlich alle festen Abfallstoffe durch Lagerung beseitigt werden können, sind nur in Sonderfällen, in denen wertvolle Grundwasservorkommen zu schützen sind und in denen besondere geohydrologische Verhältnisse dies erforderlich machen, weitgehende Schutz- und Abdichtungsmaßnahmen zu treffen. Aufwendige Maßnahmen sind nur dann notwendig und volkswirtschaftlich vertretbar, wenn die Beschaffenheit des Grundwassers nachteilig verändert wird.

Das Abladen von Bauschutt  
an der Aussenböschung  
ist verboten !  
Kein Müllabladepplatz  
Stadtbaumeist

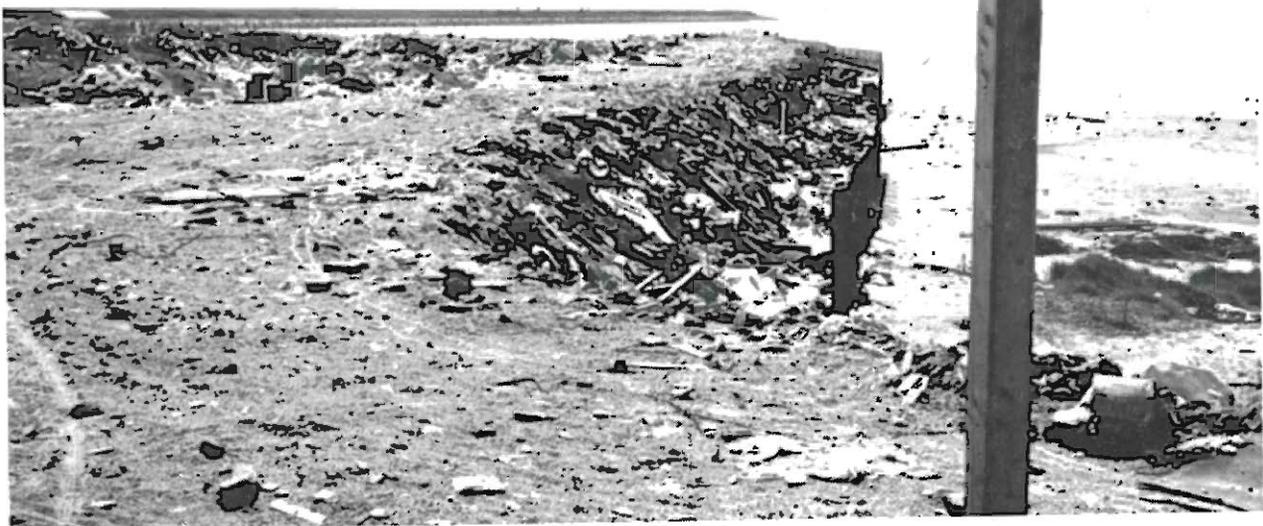


Abb. 11: Müllabladepplatz auf einer ostfriesischen Insel; der Abfall gelangt in das Wattienmeer

## Probleme der Abfallbeseitigung unter besonderer Berücksichtigung der Kunststoffe

Herr Professor Hoeffken hat in sehr anschaulicher Weise einen Überblick über das gesamte Gebiet der Abfallbeseitigung gegeben und die wichtigen Punkte genauer erläutert. Zu diesen Punkten gehören auch Kunststoffabfälle und deshalb wurde ich ja auch aufgefordert, dieses Thema zu behandeln. Bei der Vorbereitung mußte ich berücksichtigen, daß in der letzten Zeit in der Tagespresse, aber auch in Fachblättern dazu wichtige Aspekte nicht nur einseitig, sondern oft sogar falsch dargestellt wurden.

### 1. Größenordnung und Grenzen der heutigen Kunststoffe

Hierbei sollen einige wichtige Stoffe aufgezählt werden, denen wir in unserem Leben begegnen. Letzten Endes haben sie alle etwas mit den Abfallproblemen zu tun. Ein zusammengefallenes Haus oder ein Autowrack am Rande der Straße bringen ebenso ihre Probleme mit sich wie die Müllberge der Gemeinden. Tabelle 1 zeigt die Zahlen für die BRD. Man muß betonen, daß es sich um ein hoch-industrialisiertes Land handelt. Man erkennt, daß die Kunststoffe durchaus respektable Zahlen aufweisen. Man darf ihre Mengen nicht bagatellisieren, aber auch nicht überbewerten. Während die meisten Stoffe vorwiegend in bestimmten Gebieten verwendet werden, haben es die Eigenschaften der Kunststoffe mit sich gebracht, daß sie in die verschiedensten Anwendungen gehen. Sie können für Verpackungen und Konsumgüter, im Maschinenbau und im Bauwesen nutzbringend verwendet werden. Die Kunststoffe ersetzen also entweder Papier oder Glas oder Holz. Sie werden aber nie in der Lage sein, alle Anwendungsgebiete von Glas oder alle Anwendungsgebiete von Holz auszufüllen. Das schnelle Wachstum der Kunststoffe ist also die Summe des Wachstums in vielen Einzelgebieten.

Aber die Kunststoffe haben auch Grenzen.

Ich möchte als erste Eigenschaft die Steifigkeit anführen, die etwa 100 mal kleiner ist als bei Stahl und auch gegenüber Holz beachtlich tiefer liegt. Damit fallen alle Anwendungen für tragende Bauelemente im Maschinenbau und Bauwesen aus, denken Sie an Brückenträger, Stahlbau, Fahrzeugrahmen etc. Sicher wird der Verbund von Kunststoffen mit Glasfasern in diesen Gebieten Fuß fassen. Allerdings werden es im Reigen der gesamten Technik vorläufig keine sehr großen Gebiete sein. Überhaupt wird die Verbundbauweise stärker kommen, doch werden dabei die Kunststoffe — z. B. in Verbindung mit Stahl — nicht das tragende Element sein.

Die zweite Eigenschaft ist die Wärmebeständigkeit, die beispielsweise bei Metall und Glas viel höher ist. Es ist daher kaum denkbar, daß Kochgefäße, Öfen oder gar Rohre für Hochdruckheißdampfessel jemals aus den heutigen Kunststoffen gemacht werden.

Nun ist die Chemie wirklich eine forschungsfreudige Industrie, die mit Recht stolz auf ihre Erfolge sein kann. Vielleicht werden in 5 oder 10 Jahren synthetische Stoffe da sein, die viel mehr leisten. Sie werden aus ganz anderen Bausteinen sein und man wird sie ganz anders verarbeiten müssen. Ob einzelne Baustoffe aus der Raketenforschung schon die Vorboten sind, kann man noch nicht mit Sicherheit sagen.

Ich wies schon auf den Stand der Industrialisierung hin. Mein Kollege Dr. Holzer hat neulich in einem Vortrag in Wolfsburg den Weltverbrauch der Werkstoffe diskutiert. Wenn man diese Zahlen in Tabelle 2 ansieht, sind die Kunststoffe wirklich noch Zwerge. Die Erklärung ist einfach: In den entwicklungs-fähigen Ländern werden noch viel mehr Holz, Steine und ähnliches verwendet. Die Kunststoffe dringen zuerst in den Industriestaaten vor, ebenso wie früher Stahl und später Aluminium.

### 2. Welche Kunststoffe sind es und wie ist ihr Wachstum?

Abgewandelte Naturprodukte sind der Menge nach nicht mehr groß.

Der Anteil der Duroplaste, denken Sie an den Schalter aus Bakelit, geht ebenfalls zurück. Sie haben nur noch weniger als 30%. Zu dieser Klasse zählen auch die modernen Duroplaste mit Glasfasern (Polyester- und Epoxidharze). Sie wachsen sehr schnell, sind in der Menge jedoch noch klein.

Den größten Anteil stellen die Thermoplaste. Je nach Land erreichen sie nach und nach mehr als 60%. Von den Thermoplasten wiederum machen die drei großen Produkte, Polyolefine ca. 28%, PVC ca. 21% und Polystyrol ca. 12% (Weltverbrauch für 1967), ca. 80% aus. Diese drei Großen sind auch die Träger des Wachstums, da entsprechend den Marktanforderungen immer mehr Sonder-einstellungen entstehen. Tabelle 4 zeigt die voraussichtlichen Zuwachsraten der Kunststoffe im nächsten Jahrzehnt. Wieweit sie über- oder unterschritten werden, ist wie bei der Schätzung des Wachstums aller anderen Stoffe, schwer zu sagen.

Wenn man nun des öfteren liest, daß ganz großartige neue Kunststoffe entwickelt wurden, dann haben diese meist eine überragende Eigenschaft; dafür sind andere Eigenschaften weniger gut. Daher haben diese Produkte nur ganz spezielle Anwendungsgebiete, das heißt, die Mengen sind klein. Dies gilt auch für Teflon bzw. Hostaflon, also Produkte mit Fluorkomponenten. Die fluorhaltigen Kunststoffe werden 1970 nur ca. 0,5 pro mille (!) des PVC-Verbrauchs ausmachen, zumeist als langlebige technische Teile. Sie sind daher bei der Abfallverwertung sicher kein Problem.

### 3. Die Verpackungen im Müll und die Müllzusammensetzung

In der letzten Zeit sind die Einwegverpackungen immer wieder unter die Lupe genommen worden, nicht zuletzt als zunehmend wichtiger werdende Komponente des Mülls. Man kann dieses Phänomen sicherlich nicht allein den Verpackungsherstellern oder den Kunststoffen zur Last legen. Dieser Trend hat meiner Ansicht nach ganz andere Ursachen, die in der Wohlstandsgesellschaft unserer Zeit begründet sind. Die Einwegverpackung wird wirklich von den Verbrauchern begrüßt und nicht nur von denen, die „schön bedruckte und teure Verpackungen“ verkaufen wollen.

Betrachtet man die Zahlen des Verpackungsgebietes, so stellt man fest, daß man bei fast jedem Stoff nicht genau weiß, wieviel nun wirklich in dieses Gebiet hineingeht. Sie werden verzeihen, wenn auch ich nicht alle Zahlen genau

angeben kann. Sie können aber sicher sein, daß nicht irgendwo aus Versehen doppelt so große Zahlen stehen. Das gilt auch für alle anderen statistischen Angaben.

Tabelle 5 zeigt, daß Papier und Pappe mit ca. 50 % den größten Anteil ausmachen. Fast alle Veröffentlichungen über den Stand der Verpackungsindustrie legen den Umsatzwert zugrunde: Papier, Metall und Kunststoffe stehen dann weit vorne. Der Wert der Verpackungen ist jedoch bei den verschiedenen Stoffen unterschiedlich. Der Veredlungsfaktor bei Kunststoffen und Metall ist sehr hoch. Wenn wir bei Papier 1 annehmen, liegt er bei Kunststoffen und Metall mehr als dreimal höher, während Holz und Glas mit 0,5 sehr preiswerte Verpackungen sind. Das heißt, bei Kunststoffen ist die Aufmachung der Verpackung z. B. mit bunter Bedruckung etc. besser. Wenn wir einen echten Vergleich bekommen wollen, welchen Anteil die einzelnen Stoffe an den Verpackungen haben und mit welchen Mengen wir bei der Beseitigung zu tun haben, dann sind die Volumina der Stoffe das richtige Maß. Das gilt für das Fassungsvermögen der Mülltonnen und den Platzbedarf zur geordneten Deponie. Man muß dabei sogar noch den Leerraum mit einrechnen, der bei nicht zusammendrückbaren Verpackungen bestehen bleibt.

Papier und Kunststoffe ergeben ein kaum vergrößertes Müllvolumen. Sie dürften nur in wenigen Fällen nicht zusammendrückbar sein. Metall und Glas dagegen haben ein größeres Leervolumen. Bei dieser Schätzung muß man noch berücksichtigen, welche Verpackungen immer wieder verwendet werden und daher erst nach und nach in den Müll kommen. Hierfür muß man bei Stahl die größten und bei Glas auch noch deutliche Abstriche machen. Dies ist in der Rubrik „Müllvolumen“ geschätzt worden. Zum Vergleich ist in Tabelle 5 noch die Aufteilung unter Zugrundelegung des Gewichts festgehalten. Sie sagt für die hier behandelten Probleme weniger aus, Volumen und Müllvolumen stehen im Vordergrund.

In Tabelle 6 ist das Wachstum der Verpackungen bis 1975 dargestellt: Papier und Glas ca. 30 %, Metalle ca. 50 %, Kunststoffe 150 %. Die absolute Zunahme, Papier 600 000 m<sup>3</sup>, Kunststoffe 300 000 m<sup>3</sup>, Glas 200 000 m<sup>3</sup>, zeigt, daß die Prozentzahlen einen falschen Eindruck über die wirklich hinzukommenden Mengen geben.

Ich habe das Verpackungsgebiet ausführlich beschrieben, da es einen wesentlichen Teil des heutigen Mülls ausmacht. Wir dürfen jedoch nicht vergessen, daß auch andere Dinge, wie z. B. Zeitungen und Spielzeug, weggeworfen werden. Das Beispiel Auto soll zeigen, daß es auch ganz anders gelagerte Beseitigungsprobleme gibt. Am Auto sind auch beträchtliche Mengen Kunststoff. Der größte Teil ist jedoch Stahl und Eisen und kann – als Schrott zusammengepreßt – wieder eingeschmolzen werden. Ob man damit gleichzeitig auch den Kunststoffanteil beseitigen kann, wird man untersuchen müssen.

Noch ein kurzer Blick auf die Müllzusammensetzung. Sie ist (Tab. 7) sehr unterschiedlich und eine systematische Analyse schwierig und teuer. Fest steht, daß die Umstellung der Hausheizungen den Ascheanteil im Müll stark zurückgehen ließ. Die anderen Müllanteile variieren durch die Lebensgewohnheiten in den verschiedenen Gegenden und zwischen Stadt und Land. Die Kunststoffe wurden bisher nur selten speziell erfaßt. Zur Zeit liegt der gewichtmäßige Anteil bei 2 bis 3 %. Von den Polyolefinen und den Polystyrolen geht ein größerer Anteil als vom PVC in das Verpackungsgebiet und damit später in den Hausmüll. Aus den Anteilen ergibt sich, daß im Hausmüll etwa 0,6 % PVC enthalten sind. In 10 Jahren ist mit 1,5 % zu rechnen.

#### 4. Die Müllverbrennung und ihre Probleme in den Anlagen

Nach den ersten Anlagen in Hamburg und Essen wurden ab 1964/65 viele Müllverbrennungsanlagen gebaut. Man hatte damals mit dem Verbrennen des veränderten Mülls – weniger Asche und Schlacke durch den Rückgang der Kohlefeuerungen – noch keine Erfahrung. Die Anfänge waren daher von verschiedenen Verbrennungsverfahren und -konstruktionen gekennzeichnet, z. B. Stützfeuer aus Ölbrennern oder als Mischbetrieb im normalen Kohlekraftwerk (z. B. Essen mit 20 % Müll). Durch den starken Rückgang der Asche sowie durch den vermehrten Anfall von Papier, aber auch Kunststoff, wurde der Nutzheizwert des Mülls immer höher. Man hoffte sogar, durch den Anschluß einer Dampferzeugung, die Energie an Kraft- oder Heizwerke lieferte, mit der Müllverbrennung keine Zusatzkosten zu haben, evtl. sogar noch Geld zu verdienen.

Bei den am Anfang aufgetretenen Schäden in den Verbrennungsanlagen überwogen Korrosionserscheinungen, die man aufgrund der ersten Belagsanalysen den Kunststoffen, und zwar dem PVC, zuschrieb. Das PVC gehört, wie vorher gezeigt, zu den drei großen Kunststoffen und hat als einziger dieser Stoffe ca. 50 % Chlor inkorporiert. Man dachte daß eine Chlorwasserstoffbildung die Hauptursache der Korrosionen sei, vergaß aber, daß Schwefelanteile sicher mindestens ebenso mitwirken. Dies ergaben zahlreiche Verbrennungsuntersuchungen. Man vergaß auch, daß die Kraftwerke auf Kohlebasis ebenfalls große Mengen Chlor aus den Salzen der Lagerstätten mitbringen, ja, daß es in den 20er Jahren bei der Verbrennung der mitteldeutschen Salzkohle (in England hatte man ähnliche Bedingungen) große Schwierigkeiten mit Korrosionen durch HCl gab und daß man diese Probleme lösen konnte.

Während der Zeitungsleser noch lange Zeit später sehr einseitig über die Wirkung des PVC informiert wurde, waren die Probleme von den Fachleuten, die nach technischen Lösungen suchten und ihre Erfahrungen austauschten, bereits erkannt. Die Technik ist inzwischen soweit fortgeschritten, daß auf die Anfrage von Herrn Dr. Imle im Deutschen Bundestag – Juli 1968 – das Gesundheitsministerium antworten konnte: „... Inzwischen ist es den Verbrennungsfachleuten gelungen, die Korrosion durch betriebstechnische Maßnahmen zu beherrschen ...“

Die Erfahrungen und Messungen an den städtischen Müllverbrennungsanlagen in Stuttgart und München wurden veröffentlicht und beschreiben, welche Änderungen in den Anlagen den besten Schutz gegen Korrosion geben.

Die Vorgänge bei der Korrosion sind noch nicht restlos geklärt. Fest steht jedoch, daß sich im Feuerungs- und Abgasraum eine Schutzschicht bildet. Sie ist zwar sauer und enthält Chloride sowie Sulfide, verlangsamt jedoch, wie zahlreiche Messungen zeigen, den Korrosionsvorgang deutlich.

#### 5. Die Müllverbrennung und ihre Wirkung nach außen: Staub und Abgase

Während die Probleme des vorherigen Abschnitts in erster Linie den Betriebsmann der Müllverbrennungsanlagen interessierten, sind die Wirkungen der Müllverbrennung nach außen für die ganze Bevölkerung von Wichtigkeit. Sie sollen daher hier im Vordergrund stehen. Fragen, die mit der Lagerung des Mülls vor der Verbrennung zusammenhängen, z. B. Geruchsbelästigung etc., ähneln den Fragen bei der geordneten Deponie und werden bei diesem Thema von Professor Dr. Olschowy behandelt.

Auf die Reinigung der Abgase von Staub möchte ich nicht näher eingehen, da sie kaum noch Schwierigkeiten

bereitet. Hierüber sind sich die Experten in ganz Deutschland einig. Die Vorschriften und die hierfür notwendigen technischen Lösungen sind erarbeitet und können durchgeführt werden.

Was geschieht nun beim Verbrennen der Kunststoffe? Grundsätzlich unterscheiden sich die Kunststoffe im Aufbau nur wenig von den organischen Naturstoffen. Beide entstehen im Prinzip durch Aneinanderreihen vieler kleiner Bausteine (der Monomeren) zu Makromolekülen (Polymeren).

Die Vermutung, Kunststoffe würden bei der Verbrennung Pyrolyse oder Verschwelung lediglich in ihre Monomeren, d. h. ihre Einzelbausteine, aufgespalten, ist falsch. Niemand wird z. B. annehmen, daß dabei aus Holz Zucker oder aus Eiweiß Aminosäuren entstehen. Stets entstehen eine Fülle von Spalt- oder Oxydationsprodukten.

Ich nannte drei Arten der Verbrennung, von denen z. B. die Verschwelung bei Bränden eine große Rolle spielt, während sie bei der Müllverbrennung nicht auftritt. Hier wird mit einem großen Sauerstoff-, d. h. Luftüberschuß gearbeitet, und als Verbrennungsgase der Kunststoffe entstehen ebenso wie bei organischen Naturstoffen in der Hauptsache  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$ , denn die Einzelbausteine der Makromoleküle sind Kohlenstoff C und Wasserstoff H. Bei stickstoffhaltigen Kunst- oder Naturstoffen, die in der Minderzahl sind, entstehen außerdem nitrose Gase. Bei der Müllverbrennung ist durch den Luftüberschuß (1,5–2) und die starke Feuchtigkeit im Müll viel  $\text{O}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  in den Abgasen enthalten.

Weiterhin ist in den Abgasen  $\text{SO}_2$ , das z. B. aus schwefelhaltigen Brennstoffen (Stützfeuer oder Mischbetriebe), aus Gummi oder organischen Stoffen stammt, und HCl aus dem chlorhaltigen PVC enthalten.

Man weiß also, welche luftfremden Stoffe emittiert werden und geht dann bei der Planung einer Müllverbrennungsanlage wie folgt vor: Auf der einen Seite benötigt man die zulässigen Konzentrationen an luftfremden Stoffen, die in Bodennähe, also dort, wo Menschen, Tiere und Pflanzen geschädigt werden können, auftreten dürfen. Man nennt diese Werte  $\text{MIK}_D$ , d. h. maximale Immissionskonzentration für die Dauer.

Auf der anderen Seite entwirft man die Daten der Anlage: Sie soll eine bestimmte Leistung haben, d. h. eine bestimmte Menge Müll verbrennen. Daraus kann man das Abgasvolumen errechnen. In den VDI-Richtlinien ist eine Ausbreitungsrechnung erarbeitet worden, mit der man Durchmesser und Höhe des Kamins sowie die notwendige Strömungsgeschwindigkeit ausrechnen kann, um eine große Ausbreitung der Abgase und damit die zulässigen  $\text{MIK}$ -Werte am Boden zu erreichen. In diese Rechnung gehen sehr viele Einflußgrößen ein: Die Beschaffenheit des Geländes – hügelig oder eben –, der Bewuchs und die Bebauung, die atmosphärischen Verhältnisse, Windgeschwindigkeiten, Wetterlagen sowie technische Forderungen wie kontinuierliche Emission, keine zu großen Staubpartikel im Abgas u. a.

Der zulässige  $\text{MIK}_D$ , der also bei Einwirkung über Tage und Nächte keine Schädigung hervorruft, beträgt bei  $\text{SO}_2$   $0,5 \text{ mg/m}^3$  und bei HCl  $0,7 \text{ mg/m}^3$ . Außerdem wird noch ein Kurzzeitwert  $\text{MIK}_K$  vorgeschrieben, bei dem angegeben ist, wie oft und für welche Zeit der Langzeitwert überschritten werden darf. Es ist auch erforderlich, die maximale Bodenkonzentration, die in einer bestimmten Entfernung vom Fußpunkt des Schornsteines auftritt, und die den zulässigen Dauerkonzentrationswert  $\text{MIK}_D$  nicht überschreiten darf, zu errechnen. Durch die Ausbreitung der Abgase in der Luft findet noch eine sehr starke Verdünnung statt. Es handelt

**Tabelle 1: Werkstoffe in der BRD 1967**

	Menge in Gewicht Mio t	Menge in Volumen Mio t	Spez. Gewicht Mio t
Zement	35	12	3,0
Mörtel/Beton <sup>1)</sup>	130	60	1,9–2,8
Holz <sup>2)</sup>	15	20	0,6–0,7
Stahl u. Gußeisen	41	6	7,8
Kunststoffe	3	3	0,9–1,1
Papier	6	6	0,9–1,1
Glas	2,5	1	ca. 2,5
NE-Metalle	1,1	0,2	verschieden
Kautschuk	0,4	0,3	ca. 1,1
Textilfasern	0,9	0,8	ca. 1,1

<sup>1)</sup> Im Fertigteile, d. h. dem Gebäude, ist durch Mischung mit Sand oder Kies diese Menge vorhanden. Ziegelsteine etc. sind nicht mit aufgeführt, so daß das Bauvolumen noch deutlich größer ist.

<sup>2)</sup> Diese Zahlen entsprechen etwa dem Holzeinschlag.

**Tabelle 2: Einfluß der Industrialisierung auf den Verbrauch von neuen Werkstoffen (Mio m<sup>3</sup>)**

	Kunststoffe	Stahl	Holz
Welt			
1967	16 1 %	67 4 %	2000 100 %
2000	80 4 %	200 10 %	2000 100 %
BRD			
1967	2,6 10 %	5 25 %	23 100 %

Der Vergleich zeigt, daß in einem industrialisierten Land die „neuen Werkstoffe“ Stahl und Kunststoffe gegenüber Holz schon jetzt stärker vertreten sind als im Jahre 2000 in der gesamten Welt (überschlägige Schätzungen).

**Tabelle 3: Die Hauptarten der Kunststoffe**

1. Abgewandelte Naturprodukte (Zellulose-Derivate)  
z. B. Vulkanfiber, Zellglas
2. Duroplaste (härten aus)  
z. B. Bakelite etc.  
glasfaserverstärkte Harze wie Palatal
3. Thermoplaste (erweichen wieder)  
Polyolefine (z. B. Polyäthylen, Hostalen, Lupolen)  
Polyvinylchloride (PVC)  
Polystyrole (z. B. Luran, Styropor)  
Polyamide <sup>1)</sup>  
Polymethacrylate (z. B. Plexiglas)

<sup>1)</sup> Der größte Teil dieser Produkt-Klassen geht in den Sektor Textilfasern und ist z. B. als Nylon oder Perlon bekannt.

Als Beispiele sind in der Öffentlichkeit bekannte Namen gewählt worden; man kann daher aus der Nennung nicht herleiten, daß es sich unbedingt um die wichtigsten Marken handelt. Nicht genannte Marken können durchaus eine größere Bedeutung, z. B. auf dem technischen Sektor, haben.

**Tabelle 4: Kunststoffe Welt**

		1967	1968		
(Anteile)	Polyolefine	28 %	29 %		
	PVC	21 %	22 %		
	Polystyrol	12 %	13 %		
	Sonstige	39 %	36 %		
		1965	1970	1975	1980
Welt		15,0	25,5	42,0	60,0
Zuwachs pro Jahr		+ 14 %	+ 10 %	+ 7 %	
BRD		2,3	4,1	6,5	8,5
Zuwachs pro Jahr		+ 16 %	+ 10 %	+ 5,5 %	

(Überschlägige Schätzungen)

**Tabelle 5: Verpackungen 1966 (in 1000 t, 1000 m<sup>3</sup>, 1000 DM)**

	Papier	Kunststoffe	Metall	Glas	Holz	Summe
Gewicht	2500 46 %	250 5 %	650 12 %	1500 28 %	500 9 %	5400
Volumen	2500 60 %	250 6 %	100 3 %	600 15 %	650 16 %	4100
Müllvolumen	2700 49 %	300 6 %	500 9 %	1000 18 %	1000 18 %	5500
Wert	4210 48 %	1380 16 %	1980 23 %	790 9 %	280 3 %	8700

(Nach RGV Nr. 303 im RKW 1968 und vergleichenden Schätzungen)

**Tabelle 6: Wachstum Verpackungen (Volumen in 1000 m<sup>3</sup>)**

	1966		1975		Zuwachsrate/ Jahr
	Menge	Anteil	Menge	Anteil	
Papier	1 900	55 %	2 500	55 %	ca. 3 %
Kunststoffe	200	6 %	500	11 %	ca. 16 %
Metall	100	3 %	150	3 %	ca. 5 %
Glas	600	17 %	800	17 %	ca. 3 %
Holz	650	19 %	650	14 %	0
Summe	3 500	100 %	4 600	100 %	

(Nach DIVO-Institut, Ffm. und vergleichenden Schätzungen)

sich ungefähr um das 3000- bis 5000fache, so daß im Kamin je nach den örtlichen Verhältnissen und der Größe der Anlage 1 bis 5 g/m<sup>3</sup>, also einige Gramm/m<sup>3</sup>, zugelassen werden können.

Die Ausbreitungsrechnungen sind wegen der vielen veränderlichen Einflußgrößen mit großen Sicherheitskoeffizienten versehen. Dies bestätigt sich z. B., wenn später in der Umgebung der Emittenten laufende Messungen der tatsächlich verursachten Bodenkonzentration gemacht werden. Die Messungen im Falle der BASF, die z. T. vom Bundesgesundheitsministerium durchgeführt wurden, ergaben z. B. weit niedrigere Werte als die zugelassenen, oft sind sie gar nicht mehr meßbar.

In den Listen der MIK-Werte werden immer die MAK-Werte, d. h. die zulässige maximale Arbeitsplatzkonzentration, zum Vergleich mit angegeben. Die MAK bezieht sich auf eine Arbeitsdauer von 8 Stunden pro Tag und darf daher höher sein als die MIK. Sie beträgt z. B. bei SO<sub>2</sub> 13 mg/m<sup>3</sup> gegenüber der MIK<sub>D</sub> von 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

Wenn man sich die Gesamtproblematik ansieht, dann muß man sagen, daß die Grundlagenforschung diesem Gebiet in Zukunft verstärkte Beachtung schenken sollte. Um so höher ist die Initiative des VDI einzuschätzen, der bereits sehr früh die Vertreter von 28 Fachgremien in der VDI-Kommission „Reinerhaltung der Luft“ zusammengebracht hat. Für die Festlegung der zuzulassenden Werte sind die Aufsichtsbehörden der Länder und der örtliche TÜV verantwortlich. Da die wissenschaftlichen Unterlagen noch ziemliche Lücken aufweisen, ist eine zusammengefaßte oder wenigstens koordinierte Grundlagenforschung, die beispielsweise vom Bund getragen wird, dringend notwendig. Das kann nicht zu Zahlenangaben führen, die allgemein und überall gelten. Die örtlichen Verhältnisse müssen nach wie vor in den Berechnungen berücksichtigt werden. Doch können die regionalen Zulassungsstellen dann mit viel größerer Sicherheit an ihre Aufgaben herangehen.

## 6. Ein Blick in die Zukunft

Von den Massenmedien werden häufig Schwierigkeiten vorausgesagt, die mit dem Anwachsen der Bevölkerung und der immer stärker perfektionierten Zivilisation zusammenhängen. Pauschale Aussagen dieser Art sind zwar publikumswirksam, halten aber einer kritischen Nachprüfung selten stand. So auch, wenn es um die Kunststoffe geht, die jetzt oft als Sündenbock herhalten müssen. Auch auf dem Gebiet der Müllbeseitigung ist in der Öffentlichkeit auf diese Art ein schiefes Bild von den Kunststoffen entstanden. Darum möchte ich an einem kleinen Rechenbeispiel zeigen, wie in 10 Jahren, also ca. 1980, die Situation bei einer großstädtischen Müllverbrennungsanlage aussehen wird.

Wir gehen dabei von den heutigen Zahlen aus: 3 % Kunststoffe im Müll, PVC-Anteil im Müll 0,6 %. Rechnet man in den nächsten 5 Jahren eine Verdoppelung und in 10 Jahren eine Verdreifachung (also die zweiten 5 Jahre Zuwachsraten von jeweils 10 %), dann würde der Kunststoffanteil im Müll auf 9 % steigen. Um sicher zu gehen, habe ich das Wachstum der Kunststoffverpackungen doppelt so hoch angesetzt wie die in Tabelle 4 enthaltene Schätzung des Wachstums der gesamten Kunststoffe. Nun wachsen die übrigen Müllmengen auch, zum Beispiel ist dies für Papier, aber auch für Blech und Glas gut vor auszurechnen, so daß der Kunststoffanteil im Müll in 10 Jahren bei ca. 6 % liegen wird. Der PVC-Anteil beträgt dann 1,5 % (ich habe zusätzlich einen von 20 auf 25 % steigenden PVC-Anteil an den Kunststoffverpackungen angenommen). Rechnen wir nun, daß 60 t Müll/h verbrannt werden, so sind ca. 0,9 t PVC/h, also 500 kg Chlor, dabei. Die Betriebskontrolle der Müllverbrennungsanlagen ergibt einen Ascheanteil von 20 %, also 12 t/h. Die Asche besteht zu ca. 2 % aus Chlorverbindungen, z. B. Salzen, so daß ca. 120 kg/h Chlor mit der Asche an einem geeigneten Ort deponiert werden. 480 kg/h gehen in die Abgase.

Man rechnet bei der Verbrennung von 60 t Müll/h mit ca. 480 000 m<sup>3</sup> Abgasen. Dann ergibt sich eine HCl-Konzentration von 1 g/m<sup>3</sup> im Abgas.

Zum Vergleich möchte ich noch angeben, daß bei der BASF-Müllverbrennung ca. 10 % PVC im Müll enthalten sind, also gegenüber der städtischen Anlage von 1980 mit 1,5 % etwa das 6fache. Jedoch sind städtische Großanlagen ca. 10–12-

**Tabelle 7: Müllzusammensetzung**

(nicht repräsentativ für ganz Deutschland, da große Unterschiede)

	Deutschland	Ludwigshafen	USA
Asche	20–50 %	24 %	10 %
Papier	10–35 %	20 %	42 %
Organisches	10–50 %	35 %	30 % <sup>1)</sup>
Glas	10 %	9 %	6 %
Metall	5 %	12 %	8 %
Sonstiger Kehrricht	5 %	—	4 %
1) davon Lebensmittel 12 %			
Gartenabfälle 14 %			
Lumpen, Kunststoffe, Leder, Gummi etc. 4 %			

**Quellen**

Deutschland: Batelle-Institut/Frankfurt / Zeitschrift „Verpackung“ 1968

Ludwigshafen: Analysen 1960

USA: Batelle-Institut/Chikago (Report of the role of plastics in solid waste)

mal größer als die BASF-Anlage, so daß die Belastung des Luftraumes etwa vergleichbar ist.

In beiden Fällen gibt es daher weder mit der Korrosion in den Anlagen noch mit der Beeinträchtigung der Nachbarschaft Schwierigkeiten. In einem Fall – BASF – ist es erwiesen, im anderen – so hoffe ich – ist alles in der Größenordnung richtig berechnet. Die Emission von HCl wird also auch in 10 Jahren noch in einer zu bewältigenden Größenordnung liegen und man kann daher der weiteren Entwicklung doch optimistisch entgegensehen.

Ich habe dabei nicht berücksichtigt, daß auch später noch gewisse Prozentsätze des Mülls deponiert werden, denn in einigen Ballungsräumen und Großstädten wie z. B. Hamburg wird man sicher später allen Müll zu 100 % verbrennen.

Nun noch einige kurze Bemerkungen zur Bierflasche aus PVC. Hier sind der Öffentlichkeit sehr falsche Prognosen präsentiert worden. Da die BASF als erste vor ca. 4 Jahren in einer Münchner Molkerei eine „Milchstraße“ mit Polyäthylenflaschen einzuführen begann, glauben wir, auch ein objektives Urteil über die Einführung der PVC-Bierflasche abgeben zu können. Die technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen bringen es mit sich, daß die Markteinführung der Bierflasche noch eine geraume Zeit beanspruchen und auch nicht den Anteil erreichen wird, der heute manchmal überoptimistisch angenommen wird. Selbst wenn alles viel schneller kommt als wir aufgrund unserer Erfahrungen auf dem technisch sehr ähnlich gelagerten

**Tabelle 8: Grenzwerte luftfremder Stoffe (mg/m<sup>3</sup>)**

	MIK <sub>D</sub>	MIK <sub>K</sub>	MAK	
SO <sub>2</sub>	VDI 0,5	0,75	13	
	TAL 0,4	0,75	—	
HCl	0,7	1,4	7	
HCl				Reiz noch ertragbar 16
HCl				unerträglich 70
SO <sub>2</sub>				unerträglich 60
SO <sub>2</sub>				gefährlich 1 500

MIK<sub>D</sub> = Maximale Immissionskonzentration in der allgemeinen Atmosphäre, die dauernd von Mensch und Tier vertragen wird und zu keinen Schädigungen führt

MIK<sub>K</sub> = Kurzzeitwert in der allgemeinen Atmosphäre, der in dieser Höhe für bestimmte kurze Zeiten in gewissen Zeitabständen ungefährlich ist

MAK = Maximale Arbeitsplatzkonzentration. Dieser Wert ist auf die Normaldauer von 8 Std. ausgerichtet

TAL = Technische Anleitung gem. § 16 der Gewerbeordnung

Molkereisektor erwarten, werden keine größeren PVC-Mengen, als die in unserem Beispiel errechneten in den Müll kommen; sie werden höchstens etwas früher vorhanden sein. Der weiteren Entwicklung könnte man dann in einer Stadt wie Hamburg dadurch Rechnung tragen, daß man eine zweite Müllverbrennungsanlage in einer ausreichenden Entfernung von der heutigen baut.

Mein Referat hat Ihnen gezeigt, daß es sehr schwierig ist, sich durch die gesamte Problematik dieses Gebietes durchzuarbeiten. Je mehr man in die Einzelheiten geht, um so mehr stellt man fest, wieviele Lücken noch vorhanden sind, sei es in der Vorausschau, welche Mengen zu erwarten sind, sei es in der Erarbeitung der wissenschaftlichen und technischen Unterlagen. Es wird daher höchste Zeit, daß die grundlegende Bearbeitung des gesamten Müllgebietes koordiniert, ich glaube, besser wäre sogar zusammengefaßt wird.

Vom Techniker aus gesehen, ist es wirklich schade, wenn man von dem Ende letzter Woche getroffenen Beschluß des Bundesrates hört, daß z. B. die Probleme der Bildungsplanung, der Luftreinhaltung, der Lärmbekämpfung etc. nicht vom Bund zusammengefaßt werden sollen. Man braucht kein Fachmann zu sein, um festzustellen, daß die Grundprobleme auf diesen Gebieten, z. B. in Bayern und in Niedersachsen sicher die gleichen sind. Schade, daß der Bundesrat keinen positiven Alternativvorschlag zu den Plänen der Bundesregierung gegeben hat, um die Lösung dieser Probleme besser voranzutreiben. Ich könnte mir einen vorstellen.

## Zur Problematik der Einwegflasche

In den letzten Jahren ist eine deutliche Volumenzunahme des Mülls vor allem in den Großstädten festgestellt worden. Diese Entwicklung ist von den mit der Abfallbeseitigung befaßten Stellen mit Besorgnis registriert worden. Der Grund für diese Volumenzunahme ist die immer mehr um sich greifende Verwendung von Verpackungen aus Papier, Pappe, Blech, Glas und Kunststoff, die vor allem im Lebensmittelhandel zu beobachten ist.

Hier war insbesondere die Einführung des Selbstbedienungsladens ein entscheidender Faktor. Eine Ware, die sich ohne mündliche Anpreisung selbst verkaufen soll, muß in konsumgerechter und handlicher Verpackung bereitliegen. Daneben sind die Ansprüche des Verbrauchers hinsichtlich der Auswahl und der Qualität und nicht zuletzt auch die hygienischen Anforderungen an die angebotene Ware gestiegen. Der Konsument ist auch aus Gründen der Bequemlichkeit von der mehrmaligen Verwendung von Verpackungen abgekommen. Dieser Trend in den Verbrauchsgewohnheiten ist von einer schnell wachsenden Verpackungsindustrie genutzt worden und soll noch weiter ausgebaut werden. Die Tatsache, daß jährlich 100 Millionen DM für die Entwicklung von neuartigen Verpackungen aufgewendet werden, zeigt dies deutlich.

Der Verbraucher steht diesen Vorgängen zwar mit einem gewissen Unbehagen gegenüber, ist aber trotz alledem bereit, die Verpackungskosten zu übernehmen. In den Vereinigten Staaten wurden 1960 insgesamt 25 Mrd. Dollar, das sind 500 Dollar pro Familie und Jahr, aufgewendet. In der Bundesrepublik waren es im Jahre 1967 9,2 Mrd. DM, das sind ca. 150 DM pro Kopf der Bevölkerung. Daneben haben die Gemeinden jährlich 700 Millionen DM für die Abfallbeseitigung auszugeben.

Die Einführung der Einwegflasche aus Glas oder Kunststoff ist an dieser Entwicklung in der letzten Zeit immer mehr beteiligt gewesen. Es ist zu erwarten, daß ihr Anteil an der Menge des Abfalls in den nächsten Jahren noch zunehmen wird.

### Die Glasflasche

Bisher haben Glasflaschen die Müllabfuhr und -beseitigung in geringerem Maße belastet, da sie sich in ständiger Zirkulation befanden. Man braucht sich aber nur zu verdeutlichen, daß dieser Kreislauf an einer Stelle aufgetrennt wird und sich vom Glashersteller über Abfüllbetriebe, Verteilerorganisationen und Verbraucher nahezu ungehindert auf die Müllhalden ergießt, um eine Vorstellung von dem möglichen Ausmaß der schon begonnenen Entwicklung zu bekommen. Dabei wird der normale Hauskehricht noch nicht einmal in allzu starkem Maße von Glasabfällen belastet sein. Alarmierend wird die Situation dagegen bei einem bestimmten Kreis von Großverbrauchern, wie Industrie, Großverkauf, Hotels, Restaurants u. ä. sein.

Die Gründe für die Einführung der sogenannten „Wegwerf“- oder „Einweg“-flasche und der seit Jahren mehr und mehr geübten Praxis, auch Konfitüren, Honig und Essigkonserven in Glas verpackt zu verkaufen, sind einleuchtend. Die Zirkulationsflasche hatte ein ziemlich großes Gewicht (ca. 80 % des darin enthaltenen Getränks), und dieses Gewicht mußte zweimal transportiert werden. Sowohl beim Abfüllbetrieb als auch beim Handel beanspruchten die leeren Flaschen viel Lagerraum und mußten gereinigt und sortiert werden. Für den Handel, vor allem aber auch für den Abfüller, ist die Einwegflasche billiger, und so ist es verständ-

lich, daß auch die Einführung der Leichtglasflasche, die 25 % Gewichtsparsnis brachte, die Entwicklung zur Einwegflasche nicht aufhalten konnte.

Die Nachteile liegen auf der Hand: der Verbraucher muß für den ständigen Ersatz der inzwischen weggeworfenen Flaschen aufkommen, die nun die Müllbeseitigung als Ballast (z. B. bei Kompostierung und Verbrennung) behindert.

### Die Kunststoffflasche

In den letzten Jahren haben sich die Rohstoffe für die Kunststoffherstellung wesentlich verbilligt. Der Grund ist darin zu suchen, daß auch im europäischen Raum eine größere Zahl von Ölraffinerien gebaut wurde, um den Markt mit Heizöl und Fahrbenzin zu versorgen. Dabei entstanden größere Überschüsse an Benzin, die trotz der wachsenden Motorisierung im Treibstoffsektor nicht unterzubringen waren und sich damit der Chemie als preisgünstiger Rohstoff anboten. Davon haben insbesondere die Polyolefine, an der Spitze das Polyäthylen, profitiert. Aber auch Polystyrol und PVC konnten dadurch preisgünstiger hergestellt werden. Zur Herstellung von PVC benötigt man auch noch Chlor. Dieses wird meist durch die Steinsalz-Elektrolyse hergestellt, wobei fast gleiche Mengen Natronlauge und Chlor entstehen. Beide gehören zu den wichtigsten Grundchemikalien, die in zahlreichen Industrien gebraucht werden. Bis ca. 1955 war Chlor in Europa im Überschuß vorhanden, inzwischen ist der Verbrauch größer als der von Natronlauge.

Das PVC fand aus 2 Gründen erst verhältnismäßig spät Verwendung auf dem Verpackungssektor. Der erste ist die schwierige Verarbeitbarkeit, der zweite, damit zusammenhängende, die Notwendigkeit, Hilfsstoffe zur Stabilisierung zu finden, die dem Lebensmittelgesetz entsprechen. Die Fortschritte in der Verarbeitungstechnik und der Produktentwicklung ermöglichen es, aus dem sogenannten Hart-PVC auch Getränke-Flaschen herzustellen. Besonders interessant ist dabei die Eignung des PVC für kohlenstoffhaltige Getränke, z. B. Bier, die bei den anderen heutigen Kunststoffen nicht vorliegt. Das leichte Gewicht und die Zusammendrückbarkeit der leeren Flasche begünstigt die Verwendung von Kunststoff-Flaschen allgemein. Allerdings läßt der heutige Preis der PVC-Flasche gegenüber der Glas-Einwegflasche erwarten, daß keineswegs der gesamte Getränkeflaschen-Markt auf die PVC-Flasche übergehen wird.

Das übliche Verfahren bei der Synthese von Kunststoffen ist die Polymerisation, die durch regulierend wirkende Hilfsstoffe gesteuert und bei der gewünschten Molekülgröße durch sogenannte Inhibitoren abgebrochen wird.

Schließlich müssen bei der Vielfalt der Verwendungsmöglichkeiten den Kunststoffen bestimmte Eigenschaften mitgegeben werden, die ebenfalls durch Hilfsstoffe (Weichmacher, Alterungsschutzmittel, Ultraviolettabsorber, Antistatika, Pigmente usw.) erreicht werden. Das Zuviel an Hilfsstoffen wird schließlich ausgewaschen oder – soweit die Zusätze flüchtiger Natur sind – abgelüftet. Das bedeutet, daß diese Stoffe, wenn sie toxisch sind, Luft und Gewässer belasten. Gelangen die Kunststoffe schließlich in die Müllverbrennung, so gefährden sie, zumindest was das PVC angeht, schon die Verbrennungsanlagen. PVC enthält ja, wie schon dargelegt wurde, einen großen Anteil Chlor, das als reine Salzsäure bei der Verbrennung frei wird und Korrosionen hervorruft. Inzwischen ist das Korrosionsproblem in den Verbrennungsanlagen zwar weitgehend ge-

löst, die Auswirkungen des in die Luft gelangenden Chlorwasserstoffs dürfen aber nicht übersehen werden. In den letzten Jahren ist allgemein eine steigende Azidität der Niederschläge festgestellt worden, die hauptsächlich auf den Schwefelanteil der Abgase von Öl- und Kohleverbrennung zurückzuführen ist. Ein steigender Anteil von PVC im Müll dürfte sich jedoch zumindest lokal auswirken. Wenn der freigesetzte Chlorwasserstoff sich auch in relativ geringen Konzentrationen in der Luft verteilen wird, so sind auf lange Sicht Korrosionsschäden an Gebäuden und Fahrzeugen zu befürchten.

Ob darüber hinaus bei der Verbrennung von PVC neben Chlorwasserstoff bei ungünstigen Bedingungen auch geringe Mengen Phosgen entstehen können, ist noch nicht eindeutig geklärt. Neueste Untersuchungen in England konnten kein Phosgen nachweisen. Daher sollten neben PVC auch alle anderen Stoffe, die Kohlenstoff und Chlor enthalten (wie Kohle, Küchenabfälle und Papier) daraufhin untersucht werden, ob bei der Verbrennung Phosgen entstehen kann. Dies ist notwendig, wenn auch die vermuteten geringen Mengen Phosgen nicht die Wirkungen hervorrufen können, wie sie aus dem Einsatz dieses Gases als Kampfmittel im 1. Weltkrieg (Schädigung der Schleimhäute und Lungenbläschen) bekannt sind.

Ähnliches gilt – wenn auch in beschränktem Maße – für den Kunststoff Teflon (Polytetrafluoräthylen), dessen Fluorgehalt ebenfalls bei der Verbrennung frei wird und eine Gefahr für Pflanzen, Tiere und Menschen darstellen kann.

#### Folgerungen

Um eine allzu starke Belastung der Abfallbeseitigung durch Glasabfälle zu vermeiden, müssen Abmachungen über die Rücknahme der Glasgefäße getroffen werden. Dabei muß eine annehmbare Lösung der Kostenfrage gefunden werden.

Um eine weitere Gefährdung der Öffentlichkeit durch gesundheitsschädliche Immissionen zu vermeiden, sollten nur Kunststoffe, die sich ohne nennenswerte Nebenwirkungen verbrennen lassen, in die Müllbeseitigungsanlagen gelangen. Ein solcher Kunststoff, der sich als Verpackungsmaterial eignet und dessen Verbrennungsgase relativ unschädlich sind, ist z. B. Polyäthylen.

Für die Anpassung der Müllbeseitigungsanlagen an die derzeitigen und zukünftigen Anforderungen sind gründliche Erhebungen über die auf dem Konsumgütermarkt bestehenden Verhältnisse und Tendenzen anzustellen.

Produzenten, Verteilerorganisationen und Verbraucher müssen über die negativen Auswirkungen gewisser Marktentwicklungen auf die Gewässer- und Lufthygiene aufmerksam gemacht werden. Dazu wird es notwendig sein, gründliche Untersuchungen über das Verhalten aller Verpackungstoffe in den Verbrennungsanlagen und die dabei auftretenden Emissionen anzustellen.

Die betroffenen Kreise sollten bei der Lösung der anstehenden Probleme in einem koordinierten Gremium vertreten sein.

Auf Hochschulen sollte eine Studienrichtung Marktpolitik, die sich an den Belangen des Gewässerschutzes und der Lufthygiene orientiert, geschaffen werden.

Die Einrichtung von Rohstoffkreisläufen sollte nicht nur unter wirtschaftlichen Aspekten gesehen werden. Es zeigt sich, daß gewisse Verfahren der Abfallbeseitigung nicht unbedenkliche hygienische Gefährdungen mit sich bringen. Diese Gefährdungen können bei der Müllverbrennung durch Einhaltung der maximalen Konzentrationswerte in den Abgasen nur relativiert werden, da angesichts der Belastung der Biosphäre durch eine Unzahl anderer Schadstoffe an dem Nutzen derartiger Grenzwerte gezweifelt werden kann.



Abb. 12: Von einer Gemeinde betriebener Müllabladeplatz im Rheintal

## Probleme der regionalen Abfallbeseitigung aus der Sicht des Landes Rheinland-Pfalz

Die Beseitigung fester und schlammiger Abfallstoffe ist nach den bisherigen gesetzlichen Bestimmungen mehr oder weniger eine Aufgabe der Gemeinden, und zwar nicht nur hinsichtlich der Beseitigung häuslicher Abfallstoffe, sondern auch hinsichtlich der Beseitigung industrieller Abfälle, für die die Gemeinden Flächen auszuweisen haben.

Die bislang übliche Art der Abfallbeseitigung besteht in einem „Abkippen“ der Abfallstoffe an mehr oder weniger einsehbar Stellen in der Gemarkung. Mangels Aufsicht und ungenügender Wartung der Abfallplätze sind diese Ursache von Geruchs- und Qualmbelästigungen sowie einer Rattenplage. Zwar trat nach Veröffentlichung des gemeinsamen Runderlasses vom 29. 10. 1965 (Min.Bl. S. 3 Sp. 1165) eine spürbare Verbesserung ein. Die Plätze werden in kürzeren Zeitabständen planiert und abgedeckt, auch ist die Zahl der brennenden Müllkippen erheblich zurückgegangen, doch kann man nur in ganz wenigen Fällen von einer geordneten Deponie sprechen. Somit ist die gegenwärtige Situation bereits dargestellt, und sie kann noch dadurch verdeutlicht werden, daß für die 2920 Gemeinden des Landes Rheinland-Pfalz derzeit mehr als 3000 Abfallplätze bestehen. Hinzu kommen weitere 2000 Abfallplätze von Industriebetrieben.

Will man aber die Abfallbeseitigung so betreiben, daß die seuchenhygienischen und wasserwirtschaftlichen Belange sowie die des Landschaftsschutzes gewahrt werden, so ist

dies mit Kosten verbunden, die von kleinen Gemeinden nicht aufgebracht werden können. Nimmt man eine Einwohnerzahl von 10 000 Einwohnern als Grenze an, ab der erst die Abfallbeseitigung einigermaßen wirtschaftlich gestaltet werden kann, so bedeutet dies für das Land Rheinland-Pfalz mit 2894 Gemeinden mit weniger als 10 000 Einwohnern (= 99,1%), daß eine geordnete Abfallbeseitigung lediglich von 26 Gemeinden des Landes (= 0,9%) durchgeführt werden kann. Diese Erkenntnis muß Anlaß für den Versuch regionaler Lösungen der Abfallbeseitigung sein. Erste Ansätze hierzu lassen sich im Lande bereits finden, erwähnt seien der Zweckverband Südpfalz, die Planungsarbeiten der Planungsgemeinschaft Westpfalz, sowie die Bildung von 7 Müllkreisen.

In den nachstehenden Ausführungen wird deshalb versucht, aufgrund eigener Erhebungen die Möglichkeiten regionaler Lösungen der Abfallbeseitigung aufzuzeigen, wobei auf die Darstellung von Einzeluntersuchungen verzichtet wird. Leider besteht vielfach Unkenntnis über die einzelnen Verfahrensmöglichkeiten der Abfallbeseitigung, so daß, durch geschickte Werbung veranlaßt, sehr oft Vorstellungen über die „totale Abfallbeseitigung“ oder „vollständige Abfallbeseitigung“ geweckt werden, die, würden sie realisiert, unweigerlich zu schwerwiegenden finanziellen Einbußen führen müssen. Immer noch herrscht die Vorstellung, daß die Abfallverbrennung die wirkungsvollste Art der Abfallbeseitigung ist. Eine Abfallverbrennung ist nur dort ange-



Abb. 13: Wilde Müllkippe in einer aufgelassenen Abbaustelle

Reg. Bez.	Zahl der Gemeinden	Einwohnerzahl	Zahl der Gemeinden mit Müllabfuhr	v. H.	Einwohnerzahl mit Müllabfuhr	v. H.
Pfalz	627	1 277 500	236	37,6	985 901	77,4
Rhein Hessen	166	475 320	64	38,6	394 336	83,0
Trier	734	511 255	162	22,4	313 437	62,0
Koblenz *)	448	515 353	130	29,0	409 797	79,5

\*) ohne die Kreise Ahrweiler, Altenkirchen, Birkenfeld, Kreuznach und Neuwied.

zeigt, wo die hohen Kosten der Verbrennung durch verkaufte Energie gemindert werden können. Das bedeutet, daß eine Abfallverbrennung nur für 100 000 und mehr Einwohner anwendbar ist. Die Kompostierung als die erstrebenswerteste Form der Abfallverwertung und von volkswirtschaftlicher Bedeutung wird immer wieder mit dem Argument des mangelnden Kompostabsatzes belastet, obwohl eindeutig bewiesen ist, daß praktisch keines der bundesdeutschen Müllkompostwerke unter ernststen Absatzschwierigkeiten zu leiden hat, die Nachfrage oft sogar das Angebot übersteigt.

Überlegungen, ob Verbrennung oder Kompostierung, sind aber erst dann möglich, wenn Klarheit über den Müllanfall besteht. Erhebungen im Lande Rheinland-Pfalz ergaben, daß im allgemeinen eine geregelte Müllabfuhr nur in Gemeinden ab 1000 Einwohner durchgeführt wird, also der Müll in 75 % aller Gemeinden nicht erfaßt werden kann. Aufgrund einer durchgeführten Fragebogenaktion lassen sich für einige Regierungsbezirke Zahlen angeben:

Der prozentuale Anteil der Einwohner, die an eine geregelte Müllabfuhr angeschlossen sind, ist selbstverständlich beeinflusst durch die Zurechnung größerer Städte und Ballungsgebiete. So sind im Landkreis Simmern nur 39,1 %, im Landkreis Rockenhausen 39,4 % und im Landkreis Prüm nur 35 % der Einwohner an die Müllabfuhr angeschlossen. Wesentlich höhere Werte ergeben sich dagegen etwa für den Landkreis Speyer mit 90,8 %, den Landkreis Ludwigshafen mit 93,1 % oder den Landkreis Koblenz mit 99,6 % der Einwohner.

Man erkennt in Deutlichkeit, daß es zunächst erforderlich ist, die geregelte Müllabfuhr einzuführen, denn erst dann, wenn der Abfall effektiv vorhanden ist, kann man die Möglichkeiten der Abfallbehandlung erwägen. Würde man dagegen eine Abfallbehandlungsanlage planen und bauen, ohne daß alle bei der Planung berücksichtigten Einwohner überhaupt den Müll anliefern, müßten die wenigen an die Müllabfuhr angeschlossenen Einwohner die gesamten Bau-

und Betriebskosten der Abfallbehandlungsanlage tragen. Als Beispiel sei eine Müllverbrennungsanlage in einem anderen Bundesland erwähnt, die für eine Müllmenge von 54 000 Einwohnern gebaut wurde, an die aber nur 6000 Einwohner den Müll anliefern. Um einigermaßen die Kosten zu senken, sammelt man nunmehr den Müll über eine Woche und verbrennt ihn dann innerhalb weniger Stunden. Dieses lehrreiche Beispiel zeigt, daß man auf dem Gebiet der Abfallbeseitigung schrittweise vorgehen muß, was nach den Befragungsergebnissen in Rheinland-Pfalz bedeutet, daß zunächst die geregelte Müllabfuhr organisiert und daneben ein zentraler, für mehrere Gemeinden gemeinsamer Abfallplatz nach den Regeln der geordneten Deponie (gem. RdErl. v. 29. 10. 1965, Min.Bl. 53) betrieben wird. Erst dann, wenn fast aller Müll angeliefert wird, können Überlegungen angestellt werden, welche weitergehenden Behandlungsarten wie Zerkleinerung, Teilkompostierung, Kompostierung mit Restverbrennung angewandt werden sollen. In der Regel sollte in Rheinland-Pfalz der Abfall zusammen mit Abwasserschlämme kompostiert werden, um die landwirtschaftlich genutzten Flächen ausreichend mit Humus versorgen zu können.

Da alle Maßnahmen der Abfallbeseitigung mit nicht geringen Kosten verbunden sind, ist es schon aus wirtschaftlichen Erwägungen angezeigt, daß sich mehrere Gemeinden und größere Industriebetriebe regional zu Zweckverbänden oder ähnlichem (Müllkreisen) zusammenschließen und zunächst an zentraler Stelle gemeinsam einen Abfalllagerplatz errichten und betreiben. Soweit bereits Abfallbehandlungsanlagen vorhanden sind (Landau, Ludwigshafen, Bad Kreuznach, Alzey), ist für die Reststoffablagerung sinnig gleich zu verfahren.

Bei Realisierung dieses Planes bestehen dann in Rheinland-Pfalz nicht 5000 mehr oder weniger häßliche Müllkippen, sondern nur noch rd. 100 geordnete Abfalldeponien, die bei der geringen Zahl nunmehr unschwer von den zuständigen Behörden überwacht werden können.

## Möglichkeiten der Verwendung von Abfällen

### Was ist Abfall?

Abfall ist eine Sache, die unter gegebenen Umständen (Ort, Zeit, technische Möglichkeiten) von ihrem Besitzer als wertlos angesehen und aufgegeben wird oder zu deren Aufgabe er bereit ist. Was als Abfall angesehen wird, hängt also vom Standpunkt des einzelnen ab; denn eine absolut wertlose Sache gibt es nicht.

In der heutigen Gesellschaft, in der man den Konsum künstlich anreizen muß, um die Produktion in Gang zu halten, ist man eher geneigt, Dinge als Abfall anzusehen als in früheren Zeiten. Besonders die hohen Lohnkosten bringen es mit sich, daß häufig auf die Reparatur von Maschinen und Geräten oder Teilen davon verzichtet wird und auf die in größerer Stückzahl produzierten neuen Teile zurückgegriffen wird. Gebrauchsgüter sind einer schnell wechselnden Mode unterworfen, so daß beim Verbraucher die Bereitschaft gefördert wird, sich noch, bevor diese durch Abnutzung oder Verschleiß unbrauchbar geworden sind, von diesen zu trennen. Es kann beobachtet werden, daß Industrieerzeugnisse, z. B. Kraftfahrzeuge, so konstruiert werden, daß sie nur ein geringes Alter erreichen, damit auch der Absatz in den folgenden Jahren gesichert ist. Unser Wirtschaftssystem fördert den an Verschwendung grenzenden Konsum; dennoch übertrifft die Produktion häufig noch den Verbrauch. Es sei nur an den sogenannten Butterberg und an das „Aus-dem-Markt-nehmen“ von landwirtschaftlichen Produkten erinnert, was häufig nichts anderes als die Vernichtung dieser Erzeugnisse bedeutet.

Unter den bestehenden Voraussetzungen zur Massenproduktion, der weltweiten Rohstoffgewinnung und -versorgung, sowie unter den technischen Möglichkeiten für den Massentransport durch Massengutfrachter und Pipelines und wegen der hohen Lohnkosten ist die Verwendung von Abfällen in unserem Land sehr eingeschränkt.

Man mag darauf hinweisen, daß auch die Rohstoffquellen unserer Erde nicht unerschöpflich sind und wir im Interesse folgender Generationen die in unseren Abfällen befindlichen Rohstoffe gewinnen sollten, um nicht die natürlichen Rohstofflager vorzeitig zu erschöpfen. Es hat sich aber gezeigt, daß mit steigendem Abbau zumeist auch die Exploitationsverfahren soweit verbessert wurden, daß trotzdem die Versorgung für eine ständig wachsende Zahl von Jahren gesichert ist. Außerdem kann man darauf vertrauen, daß, sofern sich tatsächlich die Erschöpfung einiger Rohstoffe anzeigt, andere Stoffe diese ersetzen. Wir können beobachten, wie heute Kohle in einem noch vor wenigen Jahren nicht vorhersehbaren Maße durch Erdöl ersetzt wird und, obgleich Erdöl einen immer noch steigenden Marktanteil erobert, ist eine Zunahme des Energieanteils aus Erdgas und Kernspaltung oder -verschmelzungsprozessen vorauszusehen. Auch ist zu beobachten, wie Kunststoffe an die Stelle von Metall- oder Holz- und Baumwoll-Produkten treten.

### Welche Abfälle und Abfallarten gibt es?

Zur Unterscheidung und Bezeichnung der Abfälle benutzt man verschiedene Einteilungen nebeneinander. Man unterteilt die festen und schlammigen Abfälle nach den Bereichen ihres Anfalls und unterscheidet den Müll aus Haushaltungen, der beim privaten Endverbraucher anfällt, den Geschäftsmüll, der in Geschäftshäusern und Verwaltungen entsteht, sowie die Industrieabfälle, die bei der industriellen

und handwerklichen Produktion anfallen und eine durch den Herstellungsprozeß bedingte Zusammensetzung haben, und den Klärschlamm, der bei der Abwasserreinigung in mechanischen und biologischen Anlagen anfällt.

Eine andere Einteilung geht von der Art der Einsammlung aus und unterscheidet zwischen Hausmüll, Sperrmüll und Straßenkehricht. Hausmüll wird im allgemeinen wöchentlich ein- bis zweimal in dafür bereitgestellten Gefäßen gesammelt. Sperrmüll (Gerümpel) gelangt auf Grund seiner Sperrigkeit nicht in die üblichen Hausmüll-Sammelgefäße und wird häufig von den für die Hausmüllsammmlung zuständigen Stadtreinigungsbetrieben in größeren Abständen anläßlich einer sogenannten Sperrmüllaktion, zumeist unter Einsatz offener Lastkraftwagen, gesammelt; andere Stadtreinigungsbetriebe oder private Unternehmen fahren Sperrmüll nur auf Anforderung ab. Straßenkehricht ist der bei der Straßenreinigung anfallende Abfall, der hauptsächlich Laub, Abrieb von Gummireifen und Straßenbelägen, Markt- abfälle, Tabakreste und Papier enthält. Ferner ist der Müll von sogenannten Eigenanlieferern, also der nicht von den mit der regelmäßigen Hausmüllabfuhr betrauten Unternehmen antransportierte Müll zu unterscheiden. Dieser setzt sich meist aus Verpackungsmaterial, alten Autoreifen, Bauschutt und Bodenaushub zusammen.

Eine dritte Einteilung versucht die Abfälle nach ihrer Zusammensetzung genauer zu unterscheiden. Dabei bietet sich zur allgemeinen Charakterisierung für bestimmte Abfallgemische aber nur die Herkunft oder die Art der Einsammlung an. Für den praktischen Gebrauch hat sich deshalb eine Kombination aus beiden Ordnungssystemen herausgestellt, wobei dann aber, je nach den örtlichen Gegebenheiten (vorhandene Müllgefäße, Sammelsysteme, Ortsatzung usw.), gleiche Begriffe nicht unbedingt gleiche Abfallarten bezeichnen. Z. B. kann in einer Stadt der Abfall eines Gewerbebetriebes, einer Großküche oder eines Selbstbedienungsladens durchaus noch als Hausmüll abgefahren werden, woanders jedoch schon zum Geschäftsmüll zählen. Zu den Abfällen, die auf Grund ihrer Zusammensetzung besondere Eigenschaften haben und die wegen ihrer besonderen Probleme bei der Beseitigung eine über die oben angeführten Gruppen hinausgehende Erwähnung verdienen, gehören die mit der Motorisierung zusammenhängenden Abfälle, wie Autowracks, Gummireifen und Altöl, die bei Tierhaltung und -verwertung entstehenden Abfälle wie Tierexkremate, Schlachtabfälle, Konfiskate, Tierkörper und Kadaver, ferner die bei ärztlicher Behandlung anfallenden Abfälle, radioaktive Abfälle und zahlreiche unter dem Sammelbegriff „Industrieschlämme“ zusammengefaßte schlammige bis flüssige Abfälle, wie Bohr- und Schleifemulsionen, verbrauchte organische Lösungsmittel, Neutralisations- schlämme sowie Bauschutt und Bodenaushub.

### Wie groß ist die Menge der Abfälle?

Die Gesamtmenge aller festen Abfälle in der Bundesrepublik wird heute auf jährlich über 200 Millionen m<sup>3</sup> geschätzt. Wie kommt diese Schätzung zustande und was bedeutet sie für die Abfallbeseitigung und Verwertung?

Die einzelnen Teilmengen lassen sich nur mit sehr unterschiedlicher Genauigkeit vermitteln. Verhältnismäßig genaue Zahlen liegen über Hausmüll und Straßenkehricht auf Grund der Buchführung von Sammelunternehmen vor, wobei auch dort nur ein geringer Anteil exakt gewogen wird,

ZUSAMMENSETZUNG DES HAUSMÜLLS IN GEWICHTSPROZENTEN

Ort	England	England	Deutschland	Deutschland Pforzheim	Deutschland Pinneberg	Deutschland Elmshorn	England Birmingham				England Birmingham				England Birmingham					
Zeit	vor 1939		1962	vor 1955		1959/1960	1963/1964		1963/1964		Okt. 65, Jan. 66, April 66, Juli 66				Okt. 65, Jan. 66, April 66, Juli 66					
Charakter des Sammelgebietes	nationaler Mittelwert		nationaler Mittelwert	nationaler Mittelwert		Mittelwert d. Stadt	Mittelwert d. Stadt		Mittelwert d. Stadt		Arbeiterbezirk				Mietwohnungen Mittelklassenbezirk					
Probenmenge				4 Müllwagen ca. 15 t		12x5x2 m <sup>3</sup> ca. 40 t	12x5x2 m <sup>3</sup> ca. 40 t		100 Grundstücke á 1 Woche ca. 1,5 t				100 Grundstücke á 1 Woche ca. 1,5 t				100 Grundstücke á 1 Woche ca. 1,5 t			
Müllmenge pro Einwohner u. Jahr kg/E a	270	235	167	223	210	214	230	244	235	210	184	237	234	144	300	370	346	280		
Raumgewicht kg/m <sup>3</sup>	270	230		350	340	470	200	200	176	167	178	195	171	142	206	182	160	170		
Nr.	13 mm		13 mm	30 mm		8 mm	8 mm		13 mm				13 mm				13 mm			
1 Sieblochdurchmesser	13 mm		13 mm	30 mm		8 mm	8 mm		13 mm				13 mm				13 mm			
1 Feinmüllanteil	36	30	} 60	45	35	34	18	30	27	18	22	30	22	11	22	33	27	14		
Asche, Schlacke																				
2 Steine, Ton, Porzellan	22	13	} 8		2 *)	2 *)	3	9	4	2	4	11	5	1	3	6	5	1		
Schlacke																				
3 Glas (davon Getränkeflaschen Industrie-Konserven- glas Medizin- u. Verpack- glas)	3	8	3		8	7	7	6	6	8	7	8	7	10	8	8	9	10		
4 Metall (davon Eisen)	4	7	3	6	5	4	7	7	6	7	8	9	10	9	5	6	4	6		
5 Papier, feine Pappe	14	21	5	22	(s.Nr. 9)	(s. Nr. 9)	30	28	28	32	30	29	31	37	35	33	35	44		
6 Textilien, Lumpen	2	3	1		(s.Nr. 9)	(s. Nr. 9)	2	1	2	4	2	2	1	6	2	1	2	2		
7 Sonstige brennbare Abf. Holz, Leder, Gummi grobe Pappen, Knochen	6	7	10	2			3	2	2	4	2	1	5	6	2	1	2	4		
8 Kunststoffe, Plastiks	-	-	-		3	3														
9 Vegetabilisch organ. Küchenabfälle	13	11	18	17	48 **)	50 **)	0,6	0,5	0,7	1,1	0,8	0,7	0,9	0,7	0,9	0,5	0,6	0,7		
					(s.a.Nr.2,5 u.6)		29	17	24	24	24	9	18	20	22	12	15	18		

\*) Nr. 2 enthält nicht den abgesiebten Mittelmüll von 8 bis 40 mm  
 \*\*) Nr. 9 hier als „Kompostierbares“ definiert, enthält vegetabilische Abfälle, Textilien, Papier und den Mittelmüll von 8 bis 40 mm

zumeist werden Schätzungen unter Berücksichtigung der zulässigen Nutzlast der Sammelfahrzeuge angestellt. Danach beträgt die Hausmüllmenge in Gemeinden über 10 000 Einwohner 250 kg oder 1 m<sup>3</sup> pro Einwohner und Jahr. Aus Hamburg werden sogar 1,6 m<sup>3</sup> berichtet. Die Menge des Straßenkehrrechts ist 50 kg oder 0,05 m<sup>3</sup> pro Einwohner und Jahr. Die Bestimmung der Sperrmüllmenge bereitet größere Schwierigkeiten; sie ist von Ort zu Ort sehr verschieden und von der Größe der Sammelgefäße, von der Häufigkeit und Art der Einsammlung und sogar von der Art der Gebührenberechnung abhängig. Sie beträgt in Großstädten schätzungsweise 40 kg oder 0,2 m<sup>3</sup> pro Einwohner und Jahr.

Bei der Multiplikation der spezifischen Hausmüll-, Sperrmüll- und Kehrichtmenge mit der Anzahl der Einwohner der Bundesrepublik darf aber nicht übersehen werden, daß nur 30 % der Bevölkerung überhaupt an eine geregelte Abfallsammlung angeschlossen sind und danach nur 30 % dieser Abfälle für eine geregelte Beseitigung oder gar Verwertung erfaßbar sind (1).

Über die Müllmengen, die von sogenannten Eigenanlieferern oder Spezialunternehmen zu den kommunalen Abfallbeseitigungsanlagen transportiert werden, lassen sich nur rohe Schätzungen machen, da die Werte von Ort zu Ort sehr verschieden sind. Von Duisburg beispielsweise liegen Schätzungen vor, wonach von der Gesamtabfallmenge, die auf den städtischen Müllplatz gelangt, etwa 30 % Haus- und Sperrmüll sowie Straßenkehrrecht sind und 70 % von Eigenanlieferung stammen, also Geschäftsmüll, Bodenaushub und Bauschutt darstellen. Aus einem Gutachten für Offenbach Stadt und Land ist zu entnehmen, daß das Verhältnis von Haus- und Sperrmüll zu allen nicht im regelmäßigen Hausmüll-Sammelndienst erfaßten Abfällen etwa 1 : 1 beträgt. Zu den Angaben aus Duisburg ist zu ergänzen, daß unmittelbar neben dem städtischen Müllplatz ein Abfallplatz eines großen Industrieunternehmens liegt, dessen Abfallmengen in dem Zahlenverhältnis noch nicht berücksichtigt sind. In verschiedenen Einzelgutachten liegen bisher Mengenangaben über Industrieabfälle einzelner Planungsräume vor, die meist nicht mehr als einige wenige Städte und Landkreise umfassen. Auf Grund unterschiedlicher Struktur der Planungsräume und unterschiedlicher Befragungsweise sind die Angaben sehr verschieden und nur bedingt übertragbar.

Mengenmäßig bedeutsam sind ferner der Klärschlamm mit 25 Millionen m<sup>3</sup>, dessen Menge bei fortgesetztem Klärwerksbau bis auf 37 Millionen m<sup>3</sup> anwachsen wird, wenn die Abwässer von 90 % aller Einwohner der Bundesrepublik gereinigt werden (2), außerdem die Autowracks mit 718 000 Stück im Jahre 1968, die Altreifen mit 22 Millionen Stück oder 215 000 t im Jahre 1965 (3) und die Öl-abfälle mit 370 000 t im Jahre 1966.

Die Kotmengen aus Nutztierhaltungen können auf Grund ihrer Menge und ihres konzentrierten Anfalls ebenfalls bedeutsam werden und erhebliche Schwierigkeiten bei der Beseitigung hervorrufen. Es fallen in der Bundesrepublik jährlich 135 Millionen t Kot und Harn aus Rinder-, Schweine- und Geflügelhaltungen an. Ein großer Teil dieser Abfälle wird heute noch innerhalb des Betriebes beseitigt, so daß nicht die gesamte Abfallmenge hier aufgeführt werden muß. Lediglich die Kotmengen aus hochspezialisierten Betrieben, aus sogenannten Massentierhaltungen, gehen vorerst in die Problematik der Abfallbeseitigung ein.

#### Wie ist die Zusammensetzung des Hausmülls?

Nicht nur die Menge, auch die Zusammensetzung des Hausmülls ist vom Lebensstandard, dem Klima und der Verbreitung der Heizungsarten abhängig. Die in der Tabelle 1

aufgeführten 9 Stoffgruppen des Hausmülls sollen unterschieden werden. Der Anteil des Feinmülls, Siebdurchgang durch ein 8- oder 13-mm-Sieb, bestehend aus Asche und Schlacke, schwankt sehr mit den Heizungsarten und der Jahreszeit. Bei 12 Untersuchungen, die über ein Jahr gleichmäßig verteilt waren, wurde eine Feinmüllmenge (Siebdurchgang 8 mm) von 2–2,5 kg pro Einwohner und Woche im Winter und von 0,5 kg pro Einwohner und Woche im Sommer gemessen bei einem Gesamtüllanfall von 3 bis 4 kg pro Einwohner und Woche im Sommer und ca. 5 kg pro Einwohner und Woche im Winter (4).

Verhältnismäßig konstante Anteile an Glas, Metall und Lumpen (Gruppen 3, 4 und 6) lassen sich im Müll nachweisen.

#### Welche Stoffe aus den Haushaltsabfällen können verwendet werden?

Verschiedene im Müll enthaltene Stoffe, sogenannte Altstoffe, stellen noch einen gewissen Wert dar und wurden oder werden vereinzelt noch heute ausgelesen und einer Verwendung oder Verwertung zugeführt. Art und Menge der im Müll enthaltenen Altstoffe, die mit Gewinn aus dem Müll ausgelesen werden können, hängen sehr von den wirtschaftlichen Umständen, wie Rohstoffversorgung und Arbeitskräfteangebot ab. Im folgenden soll auf die Verwertungsmöglichkeit von einigen Abfallstoffen eingegangen werden.

Von verhältnismäßig großer Bedeutung ist die Altpapierverwertung; einige Zahlen sollen das belegen. Das Altpapieraufkommen beträgt 24 kg pro Einwohner und Jahr in der Bundesrepublik. Das sind 26 % des gesamten Papierverbrauchs. Nur knapp 10 % des Altpapiers stammen allerdings aus Haushaltungen, der Rest kommt von Verarbeitungsbetrieben, wie Druckereien, Buchbindereien und aus Bürobetrieben. Der Anteil des Altpapiers an den Rohstoffen in der Papier- und Pappenproduktion in der Bundesrepublik beträgt etwa 43 %. Der Rest der Rohstoffe setzt sich zusammen aus Papierzellstoff, Holzschliff und Lumpen.

In jüngster Zeit zeichnen sich allerdings zahlreiche Schwierigkeiten bei der Altpapierverwertung ab, da immer mehr imprägnierte und schwer oder nicht auflösbare Bestandteile in das Altpapier gelangen. Dadurch werden Spezialverfahren zur Regenerierung der wertvollen Fasern und zum Abtrennen und Ausscheiden der nicht auflösbaren Bestandteile erforderlich. Da die Hersteller in den seltensten Fällen darauf Rücksicht nehmen, ob ihre Produktionen nach Gebrauch einer Altstoffverwertung zugeführt werden können und eine Regenerierung möglich ist, besteht die Gefahr, daß die Kosten für Aussortierung und Aufarbeitung von Altpapier bald so hoch werden, daß eine Verwertung unrentabel wird. Sofern zweckmäßige technische und organisatorische Maßnahmen es nicht mehr erlauben, die störenden Anteile im Altpapier auszuschneiden, wäre eine Vereinbarung über die beschränkte Verwendung oder Kenntlichmachung von nicht mehr regenerierbarem Papier der einzige Ausweg, weiterhin Altpapier als Rohstoff für die Papierherstellung zu verwenden.

Bei der Aufarbeitung von Textilien sind infolge des Aufkommens der modernen Kunststoffasern die Verwertungsmöglichkeiten sehr eingeschränkt. Eine Zeitlang konnten Lumpen noch aus dem Ostblock importiert werden, bis auch dort die modernen Kunstfaserprodukte sich durchsetzen und eine Altstoffverwertung unmöglich machten. Eine Aussortierung von störenden Geweben ist, wie Fachleute versichern, nicht möglich, da es erhebliche Schwierigkeiten bereitet, Textilien mit Kunstfaserprodukten zu erkennen.

Im Hausmüll ist gegenwärtig ein Glasanteil von etwa 8 % enthalten. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes

## Kompostierungsanlagen

Stand September 1969

Standort	Inbetriebnahme	angeschl. Einwohner 1000	System	Hersteller (Hauptteil der Anlage)	Anzahl der parallelen Einheiten	Theoret. Kapazität je Einheit t/h	Betriebszeit je Woche d x h	Behandelte Abfallarten	Jahresdurchsatz 1000 t	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Baden-Baden	1953	50	Mieten, Nachzerkleinerung (Baden-Bad. Verf.)	Passavant	1 Mischer	...	5 x 9	HM, KS	11	
2 Blaubeuren	1953	20	Raspel, Mieten (Atmungsverf.)	Dorr-Oliver	1 Raspel	5	3 x 8	HM, KS, SM	4	
3 Heidelberg	1954	60	Raspel, Rotteturm, Mieten	Dorr-Oliver	1 Raspel, 1 Rotteturm	10	5 x 8	HM	...	
Heidelberg-Wieblingen	ca. 1970	180	Raspel, Rotteturm, Mieten	Voith, Hazemag	4 Raspeln, 6 Rottetürme	12	5 x 8	HM, KS	50	
4 Duisburg-Huckingen	1957	120	Drehtrommel, Mieten	Dano	2 Drehtrommeln	6	5 x 8	HM, KS	15	
5 Bad Kreuznach	1958	45	Drehtrommel, Mieten	Dano	1 Drehtrommel	5	5 x 8	HM, KS	9	
6 Stuttgart-Möhringen	1961	60	Raspel, Hammerschleuder, Mieten	Dorr-Oliver	1 Raspel	7	5 x 8	HM	14	
7 Kehl	1961	20	Mieten	Herbold	1 Mischer	5	5 x 8	HM, KS, SM, GM, IA	4,2	
8 St. Georgen	1963	11	Vorzerkleinerung, Mieten	Bühler	1 Mühle	10	2 x 8	HM, KS	...	
9 Schweinfurt	1965	85	Raspel, Presslinge (Brikollare)	Dorr-Oliver	1 Raspel	10	5 x 8	HM, KS	...	
10 Landau	Feb. 1966	80	Vorzerkleinerung, Rotzelle, Mieten	Diefenbacher	2 Mühlen	10	5 x 9	HM, KS, GM	23 *)	
11 Eberbach	1967	15	Vorzerkleinerung, Mieten	Herbold	1 Mühle	3	1 x 8	HM, SM, GM	2,5	
12 Auhagen-Niedersachsen	1969	180		Bühler	1 Mühle	...	5 x 8	HM	...	
13 Heidenheim-Mergelstetten	Dez. 1969	80	Raspel, belüftete Halden (HDH-Verf.)	Voith	1 Raspel	12	5 x 8	HM, KS, GM	14 *)	
14 Geiselbullach/Fürstenfeldbr.	Juli 1970	80	Raspel, Mieten	Voith	1 Raspel	12	5 x 8	HM	...	
15 Alzey	1970	60	Vorzerkleinerung, Mieten	Hazemag	1 Prallmühle	30	5 x 8	HM, SM, GM	...	
16 Wiesloch/Landkr. Heidelberg	1970	80	Raspel, belüftete Halden (HDH-Verf.)	Voith	1 Raspel	12	5 x 8	HM, KS, GM	...	

\*) Gesamtmenge aus Kompostierung und Verbrennung

## Verbrennungsöfen in Kompostierungsanlagen

Stand September 1969

Standort	Inbetriebnahme	angeschl. Einwohner 1000	System	Hersteller (Hauptteil der Anlage)	Verbrennungseinheiten	Theoret. Kapazität je Einheit t/h	Betriebszeit je Woche d x h	Behandelte Abfallarten	Jahresdurchsatz 1000 t	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 Stuttgart-Möhringen	Sept. 1961	60	Kippstufenrost	Maschinenfabrik Esslingen	1	1	5 x 7,5	KR, GM	1,5	
2 Baden-Baden	Jan. 1964	50	Fester Schrägrast	Vemap-Skowronek	1	0,3	6 x 16	KR, SM, GM, IA	1,5	
3 St. Georgen	März 1967	11	Vorschubrost	Vemap-Skowronek	1	1,2	2 x 6	KR, IA	...	
4 Landau	Feb. 1966	80	Drehrohrofen	Schmitz u. Apelt	1	3,2	5 x 9	KR, IA, AO	23 *)	
5 Schweinfurt	März 1968	85	4-Stufen-Wanderrost	Babcock	1	2,0-3,5	5 x 16	KR, SM, GM, IA	14 *)	
6 Heidenheim-Mergelstetten	Dez. 1969	80	Rückschubrost	Martin	1	2	5 x 24	KR, SM, GM, IA, AO, SA	...	
7 Geiselbullach/Fürstenfeldbr.	Juli 1970	80	...	Keller & Peukert	...	...	...	KR, SM, GM	...	
8 Heidelberg-Wieblingen	1970	180	...	...	...	5	5 x 11	KR, SM, GM, IA	14	

\*) Gesamtmenge aus Kompostierung und Verbrennung

## Abfallarten

HM Hausmüll  
 KS Klärschlamm  
 SM Sperrmüll  
 GM Geschäftsmüll

IA Industrie- u. Gewerbeabfälle  
 (produktionsspezifische Abfälle)  
 AO Altöl  
 KR Kompostierungsrückstände  
 SA Schlachthausabfälle

... unbekannt  
 — nicht vorhanden

Müllverbrennungsanlagen

Stand September 1969

Standort	Inbetriebnahme	angeschl. Einwohner 1000	System	Hersteller Feuerung / Kessel	Verbrennungseinheiten	Theoret. Kapazität je Einheit t/h	Betriebszeit je Woche d x h	Behandelte Abfallarten	Jahresdurchsatz 1000 t	Wärmenutzung		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	Hamburg	1958/63	700	Vorschubrost	von Roll/Walther	5	8,3	7 x 24	HM	260	SE	
		1967		Rückschubrost	Martin/Walther	1	12	7 x 24	HM,	70	SE	
2	Essen-Karnap	1960	1328	Wanderrost	Babcock/Dürr	7	20	7 x 24	HM, SM, GM, IA, KS, AO	350	SE	
3	Ebingen	Aug. 1962	22/46*)	Etagenofen	Lurgi/-	1	1,2/1,1	5 x 24	HM, GM, IA, KS	6	KT	
4	Glückstadt	Nov. 1963	18	Vorschubrost	Claudius Peters/-	1	2,5	5 x 8	HM, KS	...	KT	
5	Neustadt/Holstein	April 1964	15	Kippstufenrost	Maschinenfabrik Esslingen/-	1	3,0—4,5	5 x 8	HM, GM	...	—	
6	Mannheim	Nov. 1965	325	Wanderrost	KSG/KSG	2	11	7 x 24	HM, SM, GM, IA, AO	135	SE, FH	
7	Rosenheim	Sept. 1964		Walzenrost	VKW/VKW	1	4,5	7 x 24	HM, SM, GM, IA, AO	27	SE, FH	
		Ende 1969		Walzenrost	VKW/VKW	1	6	7 x 24	HM	...	SE, FH	
8	München Nord Block I	April 1964	1300	Rückschubrost	Martin/Babcock	2	25	6 x 15	HM, GM	}	310	SE, FH
	München Nord Block II	April 1966		Rückschubrost	Martin/Babcock	1	40	6 x 15	HM, GM		57	SE, FH
	München Süd Block V	Jan. 1969		Rückschubrost	Martin/VKW-Babcock	1	40	6 x 15	HM, GM		...	SE, FH
	München Süd Block IV		Herbst 1971	Rückschubrost	Martin/VKW-Babcock	1	40	—	HM	...	SE, FH	
9	Stuttgart-Münster	Juli 1965	664	Rückschubrost	Martin/KSG	1	20	7 x 24	HM, SM, GM, IA	}	168	SE, FH
		1965		Walzenrost	VKW/VKW	1	20	7 x 24	HM, SM, GM		...	SE, FH
		1971		Walzenrost	VKW/KSG	1	20	7 x 24	HM		...	SE, FH
10	Düsseldorf	Nov. 1965	793	Walzenrost	Dürr-VKW/Dürr-VKW	4	10	7 x 24	HM, SM, GM, IA	257	SE	
11	Frankfurt	Jan. 1966	1032	Vorschubrost	von Roll/Baumgarte	4	12,5	7 x 24	HM	270	SE, FH	
12	Braunschweig	1966	232	Brennkegel	IfB-Ing. Büro für Brenn-Technik/-	1	0,6	5 x 8	SM	...	—	
13	Eutin	Sept. 1966	28	Schrägrohrofen	Skorstensbolaget/-	1	3	5 x 12	HM, SM, GM	...	—	
14	Bad Godesberg	Dez. 1966	77	Völund	Koppers-Wistra/Buckau	2	10	5 x 16	HM, SM, GM, IA, AO	...	FH	
15	Bln.-Ruhleben	Anf. 1967	1100	Walzenrost	Dürr-Borsig/Borsig	4	12,5—16	5 x 24	HM, SM, GM	171	SE	
16	Hagen	Jan. 1967	270	Walzenrost	VKW/VKW	3	6	5 x 24	HM, SM, GM, IA, AO	...	FH	
17	Ludwigshafen	Febr. 1967	200	Vorschubrost	von Roll/Baumgarte	2	10	7 x 24	HM, SM, GM, IA, AO	50	SE, FH	
18	Darmstadt	Mai 1967	140	Vorschubrost	von Roll/MAN	2	8,5	7 x 24	HM, AO	...	SE, FH	
19	Klausdorf/Kiel	1968	30	Schrägrohrofen	Skorstensbolaget/-	1	3	...	HM	...	—	
20	Landsweiler-Reden	Mai 1968	...	Brennkegel	IfB-Ing. Büro für Brenn-Technik/-	1	1,8	...	HM	...	—	
21	Nürnberg	Sept. 1968	480	Vorschubrost	von Roll/MAN	3	15	7 x 24	HM, SM, GM, IA, AO	140	SE, FH	
22	Kassel	Okt. 1968	250	Walzenrost	Dürr/Dürr	2	10	7 x 24	HM, SM, IA, AO	90	SE	
23	Solingen	Nov. 1969	242	Vorschubrost	von Roll/MAN	2	10	7 x 24	HM, SM, GM, IA, AO	82	SE, FH	
24	Bremen	Ende 1969	750	Walzenrost	Dürr-Bremer Vulkan/Bremer Vulkan	3	12,5—15	7 x 24	HM, SM, IA, AO	250	FH	
25	Leverkusen	Dez. 1969	270	Vorschubrost	von Roll/MAN	2	10	7 x 24	HM, SM, GM, IA, AO	80	SE, FH	
26	Iserlohn	Jan. 1970	280	Wanderrost	Babcock/Babcock	2	8	5 x 24	HM, SM, GM, IA, AO	...	SE, FH	
27	Offenbach	Ende 1970	360	Walzenrost	VKW/VKW	3	10	7 x 24	HM, SM, GM, IA, AO	...	SE, FH	
28	Neunkirchen	1970	80	Rückschubrost	Martin/...	1	5	5 x 24	HM, GM, KS	...	FH	
29	Landshut	1971	60	Vorschubrost	von Roll/...	1	3	7 x 24	HM, GM, AO	...	SE	
30	Oberhausen-Lirich	Mitte 1971	1000	Walzenrost	VKW/Babcock	3	22	7 x 24	HM, SM	300	...	

\*) angeschl. Einwohner für Müll 22 000/für Klärschlamm 46 000; (theoret. Kapazität für Müll 1,2 t/h/für Klärschlamm 50%/ig 1,1 t/h)

Abfallarten

HM Hausmüll  
 SM Sperrmüll  
 GM Geschäftsmüll  
 IA Industrie- u. Gewerbeabfälle (produktionspezifische Abfälle)  
 KS Klärschlamm  
 AO Altöl

Wärmenutzung

SE Stromerzeugung  
 FH Fernheizung  
 KT Klärschlamm-trocknung  
 ... unbekannt  
 — nicht vorhanden

## Stationäre Anlagen zur Müllzerkleinerung vor der Ablagerung

Stand September 1969

0	1	2	3	4	5	6	7			8	9	10
							t/h	oder	m <sup>3</sup> /h			
1	Neckarsulm	März 1965		Hammermühle	Gondard	1	10					
2	Wuppertal 1	Sept. 1965	} stillgelegt 1969	Prallmühle	Hazemag	1			100	5 x 4	HM, GM	7
	Wuppertal 2	Jan. 1966		Prallmühle	Hazemag	1			100	5 x 6	SM, GM	
3	Bischofsheim/Groß Gerau	Nov. 1965		Hammermühle	Gondard	1	10			5 x 6	SM, GM	
4	Wetzlar	April 1966		Hammermühle	Gondard	1	8			5 x 6,5	HM	13
5	Wiesbaden 1	1967	}	Hammermühle	Gondard	4	12,5			5 x 4,5	HM, GM	9
	Wiesbaden 2	1968		Hammermühle	Bühler	1	9				5 x 6	HM
6	Trier	1968		Prallmühle	Hazemag	1	30		100	5 x 7	SM, GM	10
7	Mönchengladbach	1969		Prallmühle	Hazemag	1			100	5 x 7	HM, SM, GM, IA	...
8	Fürth	Mai 1969		Prallmühle	Hazemag	1			100	5 x 7	SM, GM	...
9	Neuß	1969		Prallmühle	Hazemag	1	80			5 x 8	SM, GM	35
10	Lüdenscheid	1969		Hammermühle	Bühler	2			100	5 x 7	HM, SM, GM	...
11	Bruchköbel/Hanau	1969		Prall-Hammermühle	Herbold	1	18		100	5 x 7	HM, SM, GM, IA	...
12	Hochrhein-Dinkelberg	1969		Prallmühle	Hazemag	1		75		5 x 7	HM, SM, GM	...
13	Fallerleben	1969		Prallmühle	Hazemag	1		100		5 x 7	HM, SM, GM	...
14	Weilbach/Main-Taunus	Nov. 1969		Prallmühle	Hazemag	1		100		5 x 4	HM, SM, GM	...
15	Plettenberg/Westf.	1969		Prall-Hammermühle	Herbold	1	12			5 x 4	HM, SM, GM	50
16	Gießen	Jan. 1970		Prallmühle	Hazemag	1		100		5 x 4	HM, SM, GM	9
17	Koblenz	Anfang 1970		Prallmühle	Hazemag	1		20		5 x 7	HM, SM, GM	...
18	Minden	Juni 1970		Prallmühle	Hazemag	1			100	5 x 6	HM, SM, GM	35
19	Mainz	1970		Prallmühle	Hazemag	1			100	5 x 7	HM, SM, GM, IA	30
						2			100	5 x 7	HM, SM, GM, IA	270

## Abfallarten

HM Hausmüll

SM Sperrmüll

GM Geschäftsmüll

IA Industrie- u. Gewerbeabfälle  
(produktionspezifische Abfälle)

KS Klärschlamm

... unbekannt

wurden 1967 1,2 Millionen t Hohlglasverpackungen (Getränkeflaschen, Medizin- und Verpackungsglas) hergestellt. Durch die Umstellung auf Einweg-Flaschen ist die Zunahme der Produktion und dementsprechend ein gesteigerter Glasanteil im Hausmüll zu erwarten. Eine Glasverwertung gibt es praktisch heute nicht mehr.

Für die Herstellung von Getränkeflaschen wird kein Altglas benutzt, da es die Qualität der Produktion beeinflussen würde. Lediglich nach dem Kriege, als Rohstoffknappheit herrschte, wurde ein gewisser Anteil Altglas mitverarbeitet. Eine dem Bemühen zur Verwendung von Abfällen entgegengesetzte Entwicklung ist bei der Getränkeindustrie durch die Einführung der Einwegflaschen eingetreten. Die bisher übliche Pfandflasche, die z. B. bei Bier im Durchschnitt vierzigmal benutzt wurde, wird z. Z. von der Einweg-Flasche verdrängt, obgleich bei Einführung der Einweg-Flasche für zusätzliche Mülltonnen, Fahrzeuge usw. bei der Umstellung fast 2 Pfennig Investitionskosten erforderlich werden und die Beseitigungskosten je 0,3-l-Flasche etwa 1 Pfennig kosten werden.

Weitere Altstoffe, die nutzbar gemacht werden können, sind Knochen, Küchenabfälle, der aschereiche Feinmüllanteil und Metalle. Von der Müllsortierungsanlage Tottenham/England wird berichtet, daß dort Müllasche zusammen mit Ton gemischt und gepreßt und zu Ziegelsteinen gebrannt wurde. Küchenabfälle werden bei genügender Reinheit nach Aufbereitung durch Erhitzen und Quetschen als Schweinefutter abgegeben. Knochen werden gemahlen und entölt. Metall, insbesondere Eisenschrott, ist im Hausmüll zu einem Anteil von ca. 6 % enthalten. Vielfach wird eine Gewinnung und Abgabe an Eisenhüttenwerke noch als lohnend erachtet, wobei die Rentabilität sehr von dem Gewinnungsverfahren und von den Verhältnissen auf dem Schrottmarkt abhängt. Der Schrottmarkt der Bundesrepublik unterliegt den durch die Gesetze der „Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl“ geschaffenen Verhältnissen. Durch Festsetzung von Höchstpreisen, Ausfuhrverbot gegenüber Drittländern und Kontingentierung der Ausfuhr wird der Schrottpreis hiernach niedriger gehalten. Auf Grund verminderter Zuwachsraten bei der Rohstahlerzeugung und moderner Herstellungsverfahren (Sauerstoffaufblas-Verfahren), bei denen nur geringe Schrottmengen eingesetzt werden, besteht in letzter Zeit eine geringere Nachfrage nach Schrott. Eine Prognose, die im Rahmen der Planung der Autowrack-Beseitigung aufgestellt wurde, stellt fest, daß durch Verminderung des Schrottverbrauchs im Hochofen für Schrott mittlerer Qualitäten der Bedarf zurückgeht, innerhalb der EWG von 4 Millionen t im Jahre 1955 auf 1 Million t in den Jahren 1970 bis 1980. Für Schrott mit guter Qualität, wie er bei der Verschrottung von Altfautos unter Einsatz von Spezialanlagen, sogenannten Shreddern, anfällt, besteht dagegen bis 1980 noch gute Absatzmöglichkeit (3).

#### **Wie können die nutzbaren Stoffe gewonnen werden?**

Für die Abscheidung einzelner Abfallstoffgruppen aus dem Müll gibt es verschiedene Möglichkeiten. Es ist zu unterscheiden zwischen einer getrennten Sammlung der einzelnen Stoffgruppen und der gemeinsamen Müllsammlung. Für die getrennte Sammlung von Flaschen, Lumpen, Papier, Speiseresten und dem Restmüll spricht, daß die unhygienische und unsaubere Sortierarbeit an Fließbändern, die nur von Hand durchgeführt werden kann, wegfällt und die Qualität der Abfallstoffe durch Verunreinigung weniger beeinträchtigt wird. Gegen die getrennte Sammlung spricht jedoch, daß die Sammelkosten dadurch sehr hoch werden. An jedem Standplatz für Müllgefäße muß dann eine entsprechende Anzahl von deutlich unterscheidbaren Sammelgefäßen stehen. Ferner muß eine entsprechend größere Anzahl von Sammelfahrzeugen für die einzelnen Abfallarten

vorhanden sein. Praktische Versuche, im gleichen Turnus mit der regelmäßigen Müllabfuhr Speisereste für Schweinemast und Altpapier abzuholen, sind zahlreich gemacht worden. Sie sind fast alle gescheitert, da die Kosten zu hoch waren und die Bereitschaft der Bevölkerung zu einer Trennung der Abfälle im Haushalt nicht zu erreichen war. Bei Nichtbeachtung der Trennung der Abfälle durch nur wenige Prozent der Bevölkerung kann der Erfolg aber schnell zu nichts gemacht werden. Gerade die hohen Reinheitsgebote der Abnehmer lassen fast alle Bemühungen für Altstoffverwertung scheitern. Heute sind nur einige wenige Städte in den USA bekannt, wo Küchenabfälle von privaten Unternehmern aus den Haushaltungen zur Schweinemast abgeholt werden. In England mit einem sehr hohen spezifischen Papierverbrauch hat sich die getrennte Einsammlung von sauberem und gebündeltem Altpapier in den Haushaltungen noch aus der Zeit der großen Rohstoff- und Devisenknappheit während und nach den Weltkriegen erhalten. Übereinstimmend wurde jedoch versichert, daß sich mit der arbeitsaufwendigen separaten Einsammlung, der Sortierung und dem Pressen des Altpapiers aus Haushaltungen keine Gewinne erzielen lassen. Man hat diese Einrichtung der Abfallbeseitigung lediglich beibehalten und betrachtet sie als eine Maßnahme der Reduzierung des Müllvolumens. Außerdem verspricht man sich davon eine Einschränkung der von Müllplätzen unter Umständen ausgehenden Belästigungen durch Papierflug und eine Verringerung der Brandgefahr. In Städten, in denen moderne Müllverbrennungsanlagen stehen, z. B. in Birmingham, hat man die separate Altpapiersammlung aufgegeben.

Eine andere Möglichkeit, die in den Haushalten anfallenden Altstoffe zu gewinnen, besteht darin, diese aus dem Hausmüll in sogenannten Sortieranlagen auszulesen. Dazu wird der Müll über Bunker und Sortierbänder geleitet und von Hand werden die nutzbaren Anteile ausgelesen. Aus hygienischen Gründen wurde der Hausmüll, bevor er auf die Sortierbänder gelangte, zumeist gesiebt. Aus dem Feinmüllanteil wurden lediglich die Eisenanteile durch Magnete abgeschieden. Aus der Literatur sind viele Müllsortieranlagen bekannt. Genannt seien hier nur Mailand, München, Lütich-Rocour und Tottenham. Alle diese Anlagen arbeiteten teilweise recht erfolgreich und konnten sogar, wenn man das jeweils in den Haushalten erhobene Entgelt für die Beseitigung des Mülls mit einbezieht, Gewinne erzielen. Die Mailänder Anlage wurde z. B. von einer privaten Gesellschaft errichtet, später von der Stadt übernommen und an Private verpachtet.

Abschließend ist jedoch festzustellen, daß heute weder eine separate Abfallsammlung in den Haushalten noch ein manuelles Auslesen von verwertbaren Altstoffen in Sortierwerken in Frage kommt. Fast alle Sortierwerke in Westeuropa sind inzwischen stillgelegt worden.

#### **Beseitigung und Verwertung von Industrieabfällen**

Besondere Probleme bereitet heute die Beseitigung von Industrieabfällen. Hier hat der Gedanke der Abfallverwertung zunehmend deshalb an Bedeutung gewonnen, da immer mehr Abfälle auf immer dichter besiedeltem Lande anfallen und der Schutz von Wasser, Boden und Luft große Anstrengungen erfordert und häufig Flächen für die Abfallablagerung nicht mehr in ausreichendem Maße und in tragbarer Entfernung zur Verfügung stehen. In dieser Situation wird nun häufig eine Lösung gesucht, die darin besteht, schon das Entstehen von Abfällen am Ort der Produktion nach Möglichkeit durch deren geplante Weiter- oder Wiederverwendung zu verhindern. Insbesondere bei der Betrachtung der Wasserwirtschaft innerhalb eines Betriebes ergeben sich häufig erhebliche Rationalisierungsmöglichkeiten, indem ein innerbetrieblicher Wasserkreislauf vorgesehen wird und so die nach außen abgegebenen Ab-

wassermengen auf ein Minimum reduziert werden. Eine Verbesserung der Abwassersituation tritt auch dann ein, wenn die als Abfall anfallende Wärme dem Kühlwasser entzogen wird und das rückgekühlte Wasser erneut benutzt werden kann. Häufig wird Wasser auch als Transportmittel benutzt, so daß nach Absetzen des Transportgutes ein stark verschmutztes Abwasser zurückbleibt. In solchen Fällen kann durch entsprechende Umstellung im Betrieb die Abfallmenge reduziert werden, indem von Naßtransport auf Trockentransport umgestellt wird.

Ein gutes Beispiel für die Verwendung von Abfällen oder überhaupt für die Verhinderung des Entstehens von Abfällen bietet die Acetylenherstellung. Acetylen wird aus Karbid und Wasser gewonnen. Im Löschprozeß fällt außer Acetylen auch Karbidkalk anscheinend als Abfallstoff an. Je nach dem Verfahren sind das im Trockenentwickler anfallende Kalkhydrat mit 0–10 Gewichtsprozent Wassergehalt oder der aus dem Naßentwickler stammende Kalkteig mit 35–75 Gewichtsprozent Wasser zu unterscheiden. Bei Einsatz eines gewisse Reinheitsanforderungen erfüllenden Karbides und sorgfältigem Betrieb des Trockenentwicklers entsteht ohne weitere Maßnahmen verwendungsfähiger Baukalk, der als Weißkalk oder Kalkhydrat überall eingesetzt werden kann, z. B. beim Bau als Kalkmörtel oder Putzmörtel sowie bei der Abwasserneutralisation und Entgiftung.

Weitere Beispiele für die Verwendung von Abfällen können aus der Holzverarbeitenden Industrie genannt werden, wo ursprünglich unter dem Gesichtspunkt der Abfallverwertung Holzreste zu Preßspanplatten und Hartfaserplatten verarbeitet wurden. Für diese Erzeugnisse hat sich heute längst ein eigener Markt gebildet, und durch Vervollkommnung der Herstellungsverfahren sind diese Produkte in vieler Hinsicht dem Naturprodukt überlegen. Andere Beispiele für Abfallverwertung liegen aus dem Bergbau vor, wo Abraummassen als Baustoffe eingesetzt werden oder aus der Eisenhüttenindustrie, wo durch entsprechende Behandlung der Schlacken hochwertige Bausteine (Schlackensintersteine) hergestellt werden. Aus allen Industriezweigen gibt es eine Fülle von Beispielen, wo durch zweckmäßige Prozeßführung die anfallenden Neben- oder Abfallprodukte in ihrem Wert so gesteigert werden, daß sie nutzbar sind und häufig den Produktionsprozeß so erst wirtschaftlich machen. Ja, es gibt Fälle, wo sich die Gewichte so weit verschoben haben, daß die ursprünglichen Neben- oder Abfallprodukte in der wirtschaftlichen Bedeutung die Hauptprodukte verdrängten. Interessant ist auch die Tatsache, daß man heute an einigen Stellen Erze nochmals aufarbeitet, die schon Jahrzehnte auf Halde gelegen haben, weil man mit den damaligen technischen Möglichkeiten nicht in der Lage war, das gesamte im Erz enthaltene Metall zu gewinnen. Heute ist ein Aufarbeiten dieser alten Abfallhalden durchaus wieder lohnend. Was also damals Abfall war, ist heute Rohstoff und lohnt eine erneute Bearbeitung. Andererseits gibt es eine Fülle von Materialien, die wir heute als Abfall beseitigen und die in früheren Zeiten einen begehrten Rohstoff darstellten.

Zwei Motive bestehen also, insbesondere im industriellen Bereich, für die Untersuchung der Möglichkeiten zur Abfallverwertung. Einmal die in dem Abfall enthaltenen Werte als Rohstoff zu nutzen und zweitens die heute mehr in den Vordergrund tretende Tatsache, daß Abfallverwertung einen Teil der Abfallbeseitigung darstellt. Während Rohstoffe heute immer billiger aus immer größeren Entfernungen herangebracht werden können, wird die Abfallbeseitigung auf Grund unserer Anforderungen an die Umwelt und die bestehenden Gesetze immer teurer. Es ist daher der Abfallverwertung als Teil der Abfallbeseitigung eine immer größere Bedeutung beizumessen. Neben das produktions-technische Denken ist heute vielfach schon das abfall-

technische Denken getreten. Es ist bekannt, daß bei der Standortwahl einer Produktionsstätte nicht zuletzt die Frage der Abfallbeseitigung eine Rolle spielt.

### **Moderne Methoden der Verwertung und Beseitigung**

Moderne Abfallverwertung und -beseitigungsmethoden müssen von den heutigen Gegebenheiten des weltweiten wirtschaftlichen Verbundes, dem Arbeitskräftemangel und den verschärften Forderungen an die Umwelthygiene ausgehen. Lösungen dafür können nur durch ingenieurmäßige Planung unter Erfassung aller Abfälle großer zusammengefaßter Planungsgebiete unter Berücksichtigung aller Umweltfaktoren erarbeitet werden. Es soll an dieser Stelle auf die an sich simple Tatsache verwiesen werden, daß Beeinträchtigungen der Umwelt, wie Luft- und Wasserverunreinigungen, nicht an den Verwaltungs- oder Landesgrenzen haltmachen und daß es wiederum für die betroffenen Menschen völlig gleichgültig ist, ob nahezu unerträgliche Belästigungen, wie manche Wasser- und Luftverunreinigungen, von kommunalen oder industriellen Anlagen ausgehen. Dem Verfasser ist eine Stadt bekannt, die über einen gut geführten Abfallablagerungsplatz verfügt. Von den Verantwortlichen aus der Verwaltung wurde ihm gleichsam als Kontrast dazu ein von einem Privatunternehmer nur mangelhaft betriebener Müllplatz für Gewerbeabfälle gezeigt. Auf den Vorschlag, beide Plätze – nicht zuletzt auch mit wirtschaftlichem Vorteil – zusammenzulegen, wurde aber argumentiert, daß man wegen der unter Umständen wassergefährdenden Gewerbeabfälle für diese Abfälle nicht die Verantwortung übernehmen wolle.

Moderne Abfallbeseitigung und -verwertung ist nur im Rahmen einer weitreichenden Umweltplanung möglich. In den USA spricht man von Environmental Systems Engineering. In diese Planung sind alle Fragen der Landesplanung, wie Erschließung von Siedlungs- und Industriegebieten, Erhaltung von hochwertigen Gebieten für die Landwirtschaft, Einzugsgebiete von Trinkwasserfassungsanlagen, Straßenverkehrsplanung, zulässige Beanspruchung des Wassers und der Luft durch Ableitungen und künftige Flächen-nutzung unter Berücksichtigung der vorübergehenden Inanspruchnahme zur Abfallablagerung einzubeziehen. Alle diese Faktoren hängen eng miteinander zusammen.

Im einzelnen ergeben sich folgende Beziehungen:

Abfallbeseitigungsanlagen sollen aus wirtschaftlichen Gründen in noch tragbarer Entfernung von den zu entsorgenden Gebieten liegen. Bei heute gebräuchlichen Sammelsystemen und Fahrzeugen sollte die Beseitigungsanlage vom Rand des täglichen Sammelgebietes nicht wesentlich weiter als 12 km entfernt liegen, da sonst täglich nur noch zwei Sammelfahrten möglich sind oder Umladestationen erforderlich werden. Die Entsorgung zukünftiger Siedlungsgebiete ist in die Planung mit einzubeziehen. — Bei der Straßenverkehrsplanung ist die durch die Müllsammelfahrzeuge gegebene zusätzliche Straßenverkehrsbelastung zu berücksichtigen oder umgekehrt muß die Planung von Beseitigungsanlagen auf die bestehenden Straßenverkehrsverhältnisse Rücksicht nehmen. Z. B. wurden in Birmingham/England rund um die Stadt mehrere Müllverbrennungsanlagen errichtet, obgleich ein oder zwei zentrale Anlagen baulich und betrieblich günstiger gewesen wären, wenn nicht die großen innerstädtischen Verkehrsschwierigkeiten beständen.

Im unmittelbaren Bereich von Trinkwasserfassungsanlagen sollten keine Abfallablagerungsplätze angelegt werden. In Erholungsgebieten ist die Abfallablagerung dagegen nicht grundsätzlich auszuschließen. So besteht, wie in der Planung von Grün- und Erholungsgebieten im Bereich des Ruhr-Siedlungsverbandes verwirklicht, eine enge Wechsel-

beziehung zwischen Abfallablagerung und Grünflächenplanung. Dort wurde ein ehemaliges Zechengelände aufgekauft und von jeder Bebauung freigehalten. Durch Abfallablagerung wird das Gelände heute landschaftlich vorteilhaft gestaltet und später als Erholungsgebiet innerhalb eines ganzen Grünzuges genutzt werden. Eine zusätzliche Belastung der Luft muß bei der Errichtung von Müllverbrennungsanlagen bedacht werden. Dadurch findet auch diese an sich hochentwickelte Methode der Abfallbeseitigung ihre Grenzen. Beispiele dazu liegen vor. Aus Los Angeles/USA, wo besondere klimatische Gegebenheiten herrschen, wird berichtet, daß man aus diesem Grunde auf die Errichtung von Müllverbrennungsanlagen verzichtet. Auch in New York bemüht man sich, die allerdings zumeist unzureichend konstruierten und gewarteten Klein-Müllverbrennungsanlagen aus Gründen der Luftreinhaltung stillzulegen. Im Flächennutzungsplan sind Flächen für die Abfallablagerung auszuweisen. Damit wollte der Gesetzgeber dahingehend wirken, daß bei der Planung die Abfallbeseitigung zu berücksichtigen ist und Fehlplanungen vermieden werden. Dennoch kann von einer norddeutschen Stadt berichtet werden, daß ein aus den Jahren 1964/67 stammender Müllplatz schon heute wieder beseitigt werden muß und rd. 600 000 m<sup>3</sup> in Zersetzung befindliche Abfälle, die bei Luftzutritt u. U. zu Schwelen beginnen, wegen einer Hafenerweiterung abgefahren werden müssen.

Durch die zuvor genannten Beispiele sollte ausdrücklich auf die Notwendigkeit einer langfristigen und umfassenden Planung hingewiesen werden. Ferner sollte daraus die Vielfalt der mit der Abfallbeseitigung und -verwertung zusammenhängenden Fragen hervorgehoben werden. An dieser Stelle soll auch darauf eingegangen werden, warum in den bisherigen Ausführungen nicht der Versuch gemacht wurde, die Begriffe *Abfallbeseitigung* und *-verwertung* zu trennen. Eine Unterscheidung wurde deshalb nicht vorgenommen, weil entsprechend der Definition für Abfall die Beseitigung für diese Stoffe im Vordergrund steht. Wenn dennoch auf Grund sorgfältiger Planung und Untersuchungen ein Nutzen bei der Beseitigung entsteht, so bleibt das Beseitigungsproblem weiterhin im Vordergrund. Auch in wirtschaftlicher Hinsicht kann das nur unterstrichen werden; denn Abfallsortierungsanlagen haben zumeist nur einen Ertrag abgeworfen, wenn die Beseitigungsgebühren, d. h. die in den Haushalten erhobenen Müllgebühren, mit eingerechnet wurden. Auch mit modernen Kompost- und Verbrennungsanlagen ist kein echter Ertrag zu erwirtschaften, obgleich in Kompostanlagen ein wertvolles Bodenverbesserungsmittel und in Müllverbrennungsanlagen aus wertlosem Material Energie erzeugt wird. Eine Faustregel besagt, daß im günstigsten Fall in der Müllverbrennungsanlage durch Dampf- und Schlackenverkauf die Betriebskosten erwirtschaftet werden können, nicht jedoch die Kapitalkosten.

Aus der beiliegenden Tabelle 2 geht die Verbreitung der einzelnen Beseitigungsmethoden hervor. In der Tabelle sind nur kommunale Anlagen enthalten und solche, die die in den Haushalten und Geschäften anfallenden Abfälle beseitigen, nicht jedoch reine Industrie-Abfallverbrennungsanlagen, die heute in fast allen großen Werken stehen, z. B. bei Opel/Bochum, Bayer/Leverkusen, BASF/Ludwigshafen. Es fällt auf, daß zumeist Großstädte sich für die Müllverbrennung entscheiden und Kompostwerke, mit Ausnahme von Duisburg-Huckingen und Ahagen, in Weinbaugebieten liegen. Die an sich heute sehr ausgereiften Anlagen zur Komposterstellung aus Hausmüll haben fast alle — zumindest zeitweilig — Schwierigkeiten, den Kompost abzusetzen. Absatzchancen bestehen für Kompost bei landwirtschaftlichen Intensivkulturen, z. B. im Weinbau. Es ist deshalb diese Methode der Abfallbeseitigung, obgleich sie eine optimale Verwertungsmöglichkeit eines großen Anteils des Mülls darstellt, nur sehr wenig verbreitet. Nur

ca. 1 % der Bevölkerung der Bundesrepublik ist an eine Kompostanlage angeschlossen, wobei zu bedenken ist, daß die meisten Kompostanlagen auch über Verbrennungsanlagen verfügen, in denen die nicht kompostierbaren Abfälle verbrannt werden und heute die Tendenz besteht, sogenannte Kombinationsanlagen zu bauen, d. h. den Verbrennungsteil möglichst groß zu dimensionieren, so daß im Falle mangelnden Kompostabsatzes ein großer Teil des Mülls verbrannt werden kann. Ein großer Vorteil der Abfallbeseitigung durch Kompostierung besteht allerdings darin, daß bei diesem Verfahren besonders günstig Klärschlamm, zusammen mit Hausmüll, beseitigt werden kann. Für eine optimale Umsetzung bei der Kompostierung ist ein bestimmter Wassergehalt und ein günstiges C/N-Verhältnis (Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis) erforderlich. In beiden Fällen ergänzen sich Klärschlamm und Hausmüll. So wertvoll der Hausmüll- oder Hausmüll-Klärschlamm-Kompost auch sein mag, muß vor übertriebenen Erwartungen beim Kompostabsatz gewarnt werden. Als ein gutes Beispiel für die Abfallverwertung durch Einsatz von Kompost aus Siedlungsabfällen kann auf Bad Kreuznach hingewiesen werden, wo der Träger des Kompostwerkes eine Winzergenossenschaft ist und die Abnahme des Kompostes durch die Genossen im Weinbau gesichert ist. In Blaubeuren ist ein großes Zementwerk der Betreiber der Kompostanlage. Hier wird Kompost für die Rekultivierung der Steinbrüche und Abraumhalden des Zementwerkes eingesetzt.

Bei den Müllverbrennungsanlagen soll besonders auf die Anlage Rosenheim/Bayern hingewiesen werden. Hier ist die Verbrennungsanlage unmittelbar im Siedlungsgebiet benachbart zu einem Lebensmittelbetrieb errichtet worden. Von Vorteil sind dabei die geringen Entfernungen für den Antransport des Mülls aus seinem Einzugsgebiet und der gesicherte Dampfabsatz bei geringen Transportverlusten durch den nahen Lebensmittelbetrieb. Eine hygienische Gefahr stellt die Nachbarschaft der Verbrennungsanlage auf Grund ihrer ausgereiften Konstruktion und des sorgfältigen Betriebes nicht dar. Zum Beispiel werden die den Müll anliefernden Fahrzeuge erst in dem unter leichtem Unterdruck stehenden Bunker entleert, so daß kein Staub nach außen dringt.

Bei der Konstruktion der Müllverbrennungsanlage Berlin-Ruhleben hat man außer auf die Dampfverwendung großen Wert auf die Verwendbarkeit der Schlacken gelegt. Der Dampf wird hier an ein nahegelegenes Kraftwerk abgegeben, die Müllschlacke wird gebrochen, unter Zugabe von Koks- und Kohle gesintert, in verschiedene Fraktionen gesiebt und als hochwertiger Baustoff, z. B. als Betonzuschlagstoff, im Asphaltstraßenbau und bei der Herstellung von Hohlblocksteinen, verwertet. Das Verfahren ist einmalig in dieser Art. Es muß jedoch dazu vermerkt werden, daß sich ein derartiger Aufwand für die Aufarbeitung von Müllschlacken nur dann lohnt, wenn natürliche Rohstoffquellen nicht in günstiger Transportentfernung vorhanden sind. Für Berlin mit seiner politischen Insellage stellt dieses Verfahren einen interessanten Beitrag zur Rohstoffversorgung dar.

Der Vollständigkeit halber sei hier auch auf das Müllvergassungsverfahren verwiesen, das seit längerer Zeit in Kolding/Dänemark erprobt wird. Hier wird Müllgas gewonnen, das in seiner Qualität etwa Stadtgas entspricht. Das Verfahren hat jedoch noch keine Verbreitung gefunden.

In der Tabelle ist als weiteres Aufbereitungsverfahren die Müllzerkleinerung vor der Ablagerung aufgeführt. Entsprechende Anlagen sind in letzter Zeit zahlreich gebaut oder in Auftrag gegeben worden. Dabei sind bei den in der Bundesrepublik verbreiteten Anlagen zwei Typen zu unterscheiden: die Hammermühle mit einem kleinen Rotor und den daran befindlichen gelenkig gelagerten Hämmern und ferner die Prallmühle mit ihrem wesentlich größeren Rotor

mit starren Schlagleisten. Die kleineren Hammermühlen mit einem Durchsatz von ca. 10 t/h zerkleinern zumeist nur Hausmüll, während die größeren Prallmühlen auch Geschäftsmüll und Sperrmüll zerkleinern. Der Vorteil der Müllzerkleinerung vor der Ablagerung gegenüber dem sonst verbreiteten Verfahren der Ablagerung besteht vor allem darin, daß die hochwertigen Sammelfahrzeuge nicht mehr auf das schwierige Gelände des Müllplatzes fahren müssen, sondern ihren Inhalt von einer befestigten Plattform aus in einen Bunker entleeren können. Weiterhin läßt sich zerkleinerter Müll einfacher geordnet ablagern als unbehandelter Müll, auch ist die Gefahr von Bränden und Ungezieferplagen wesentlich vermindert.

Häufig wird auch behauptet, daß sich durch Zerkleinern eine erhebliche Volumenreduktion erreichen ließe. Tatsächlich tritt diese Volumenreduktion, d. h. eine dichtere Lagerung des zerkleinerten Gutes, auch ein, wenn man von dem locker in den Bunker geschütteten Müll ausgeht und danach das Volumen des zerkleinerten Gutes nach Passieren der Mühle mißt. Jedoch ist diese Vergleichsmessung nicht maßgeblich. Insbesondere darf diese Messung nicht zu dem Schluß verführen, daß durch Zerkleinern das zur Verfügung stehende Deponie-Volumen durch größere Lagerungsdichte besser ausgenutzt würde, daß also ein bestimmtes Deponie-Volumen eine größere Gewichtsmenge von Abfällen aufnehmen könnte.

In einem Versuch, wie er von der ZfA durchgeführt wurde, ergab sich nämlich, daß bei der Einbringung von zerkleinertem und unzerkleinertem Hausmüll nach der Methode der geordneten Deponie (2 m dicke Schichten, Befahren mit Raupe und Sammelfahrzeug, Abdecken) und der Überlagerung mit einer Auflast, wie sie einer weiteren Müllschicht entspricht, sich bei beiden Müllsorten fast die gleiche Lagerungsdichte ergab. Der durch Zerkleinern bereits dichter liegende Müll wurde anschließend in der Deponie weniger verdichtet, als der unzerkleinert aus den Sammelfahrzeugen direkt in die Deponie eingebrachte. Eine Volumenreduktion, die zur besseren Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Deponieraumes führen würde, findet bei der Hausmüllzerkleinerung nicht statt. Trotzdem ist die Errichtung von Zerkleinerungsanlagen zu begrüßen, da dadurch eher eine geordnete Deponie gewährleistet ist als durch die bisher zumeist nur mangelhafte Beachtung der Vorschriften für die geordnete Ablagerung. Nur wenn die Müllablagerung aber tatsächlich geordnet durchgeführt wird, erschließen sich für sie weitere Möglichkeiten, bei denen wiederum Abfallbeseitigung und Abfallverwertung zusammenfallen.

Die Müllzerkleinerungsanlagen der Städte Wiesbaden, Mainz, Koblenz und Wuppertal z. B. stehen an Steinbrüchen und Gruben, deren Auffüllung durchaus wünschenswert erscheint. An dieser Stelle seien noch weitere konkrete Fälle erwähnt, in denen durch zweckmäßige Müllablagerung ein sonst nur schwer erreichbarer Nutzen erzielt wurde. Zum Beispiel hat man in Bochum an einem schrägen Hang durch Auffüllen mit Müll ebene Parkplätze gewonnen. In Birmingham wurden an einem sehr steilen Berg-

hang durch terrassenförmige Aufschüttung mehrere ebene Sport- und Spielfelder errichtet. Zahlreiche weitere Fälle sind bekannt, wo Übergänge von Dämmen in das umliegende Gelände mit Müll gestaltet wurden oder andere verbliebene Restflächen und Einschnitte zweckmäßig aufgefüllt wurden. In Liverpool/England und Osnabrück werden systematisch tiefliegende vernähte Wiesen durch Ablagerung von Müll einige Meter aufgehöhht mit der Folge, daß danach bessere Grünland-Erträge erzielt werden.

Im großen Maßstab in Verbindung mit Schiffstransport und einem sehr zweckmäßigen Müll-Spülverfahren ist eine Aufhöhung und Grünland-Melioration auch von Berlin aus im Golmer Luch durchgeführt worden. Dazu wurde 1932 in Magdeburg ein Probeversuch gemacht und seit 1933 der Betrieb in Berlin durchgeführt. Seit dieser Zeit wurde Berliner Müll von Lichterfelde aus und seit 1936 auch von der Müllverladehalle Berlin-Charlottenburg in Schiffen ins Golmer Luch gefahren und dort im Spülverfahren auf die Felder gebracht. Erschließung, Kultivierung und Nutzbarmachung von vernähten Ödlandflächen durch Aufhöhung findet auch in Pitsea in England an der Themsemündung seit Jahrzehnten statt. Dort wird der Müll per Schiff aus London antransportiert und mit Kränen auf Lkw umgeladen, die ihn dann an die Ablagerungsstelle fahren.

Ein weiteres Einsatzgebiet, in dem Müll von großem Nutzen sein kann, ist bei der Hinterfüllung von Deichen gegeben, z. B. am Rheindeich in Duisburg oder bei der Neulandgewinnung am Meer. In Dublin und Liverpool hat man dazu im Wattgebiet Flächen eingepoldert und in vielen Jahren mit Müll bis über höchstes Hochwasser aufgefüllt. In Liverpool ist daraus eine sehr ansprechende Parkanlage und Strandpromenade entstanden.

Weitere Hinweise auf Möglichkeiten, die geordnete Abfallablagerung so zu planen und durchzuführen, daß über den Zweck der Beseitigung hinaus ein positiver Beitrag zur Gestaltung unserer Umwelt und zur Nutzbarmachung von bisher unbrauchbaren Flächen daraus erwächst, enthalten die Anlagen zum Merkblatt „Die geordnete Ablagerung fester und schlammiger Abfälle aus Siedlung und Industrie“<sup>5)</sup>. Abschließend sei festgestellt, daß eine sorgfältige und umfassende Planung der Abfallbeseitigung die Möglichkeiten der Abfallverwendung, sei es unter vorheriger Aufbereitung durch Kompostieren, Verbrennen, Zerkleinern oder durch einfaches geordnetes Ablagern, stets berücksichtigt werden.

#### Schrifttum

- (1) Pöpel: Vortrag auf der VKF-Bundestagung 1968, Saarbrücken
- (2) Raumordnungsbericht 1968 der Bundesregierung
- (3) Beseitigung von Autowracks in der Bundesrepublik Deutschland, Bericht für das Bundesministerium für Gesundheitswesen vom Battelle-Institut Frankfurt a. M., 1968
- (4) Jäger: Vorschlag für den Aufbau einer zentralen Abfalltransport und Aufbereitungsorganisation im Kreis Pinneberg, Gutachten 1965
- (5) Merkblatt „Die geordnete Ablagerung (Deponie) fester und schlammiger Abfälle aus Siedlung und Industrie“ Zentralstelle für Abfallbeseitigung beim Bundesgesundheitsamt.

## Behandlung von Abfallplätzen \*)

### 1. Vorbemerkung:

Die befriedigende Einfügung einer Mülldeponie in die umgebende Landschaft und ihren Haushalt setzt die richtige Wahl eines geeigneten Standortes für den Abfallplatz voraus, denn davon hängt wesentlich ab, wie weit die Deponie ihrer Umgebung angepaßt werden kann oder einen Fremdkörper in der Landschaft bildet. Dies mußte auch die vom Verfasser geleitete „Arbeitsgruppe Nutzung und Gestaltung von Abfall-Ablagerungsplätzen“ der Zentralstelle für Abfallbeseitigung beim Bundesgesundheitsamt in Berlin erkennen, als sie den Auftrag übernahm, ein Merkblatt über die Nutzung und Gestaltung von Abfallplätzen zu erarbeiten. Weiter muß bereits vor Beginn des Betriebes überlegt werden, wie die Deponie später genutzt werden soll, weil dies die Formgebung und sonstige Gestaltung beeinflusst.

### 2. Zur Standortwahl

In der Wahl des Standortes einer Deponie muß zwischen ungeeigneten, beschränkt geeigneten und solchen Plätzen unterschieden werden, die unbeschränkt geeignet sind und daher bevorzugt genutzt werden sollten. Zur Gruppe der für die Müllablagerung ungeeigneten Standorte gehören zunächst alle Schutzgebiete, wie Wasserschutzgebiete, Waldschutzgebiete, Naturschutzgebiete und die Umgebung von geschützten Naturdenkmälern und Bodendenkmälern. Ferner gehören hierzu Überschwemmungsgebiete, schutzbedürftige Grundwassergebiete, Restwasserflächen des Tagebaues und selbstverständlich alle Flächen, für die bereits durch eine verbindliche Planung eine andere Nutzung festgelegt ist.

Beschränkte Möglichkeiten zur Ablagerung von Müll ergeben sich für folgende Standorte: In großflächigen Landschaftsschutzgebieten, die auf Grund der §§ 5 und 19 des Reichsnaturschutzgesetzes geschützt sind, kann es für eine Gemeinde unumgänglich sein, Abfallplätze auszuweisen. Diese Plätze müssen hier jedoch der Sicht entzogen sein, abseits der Wanderwege liegen und durch landschaftspflegerische Maßnahmen so gestaltet werden, daß die Natur nicht geschädigt und das Landschaftsbild nicht beeinträchtigt wird. Als beschränkt geeignet müssen auch großflächige Erholungsgebiete bezeichnet werden, zu denen z. B. Naherholungsgebiete im Bereich von Städten und Verdichtungsräumen und auch Naturparke zählen. Das gleiche gilt grundsätzlich für wertvolle Waldgebiete und landwirtschaftliche Vorranggebiete. Auch in Tälern oder in Steinbrüchen ist eine Ablagerung nur dann möglich, wenn dadurch der Landschaftshaushalt und das Landschaftsbild nicht beeinträchtigt werden. Moor- und Sumpfbereiche können nur insoweit als Abfallplätze in Betracht kommen, als sie landschaftsökologisch bedeutungslos, völlig undurchlässig und ausreichend standsicher sind. Gruben, in denen Wasser in geringer Höhe ansteht und die nicht für Erholungszwecke geeignet sind, können dann mit geeigneten Abfallstoffen aufgefüllt werden, wenn eine Erlaubnis der Wasserbehörde vorliegt.

Welche Flächen verbleiben nun noch, auf denen uneingeschränkt Müll abgelagert werden kann? Hier sind zunächst wertloses Ödland und auch Grenzertragsböden zu nennen, die aus der landwirtschaftlichen Nutzung ausscheiden. Weiter sind Sand-, Kies- und Tongruben ohne anstehendes Wasser und nicht meliorationsfähige Grünlandflächen, soweit das Grundwasser nicht gefährdet ist; das gleiche gilt für Bergsenkungsgebiete des Untertagebaues. Mehr als

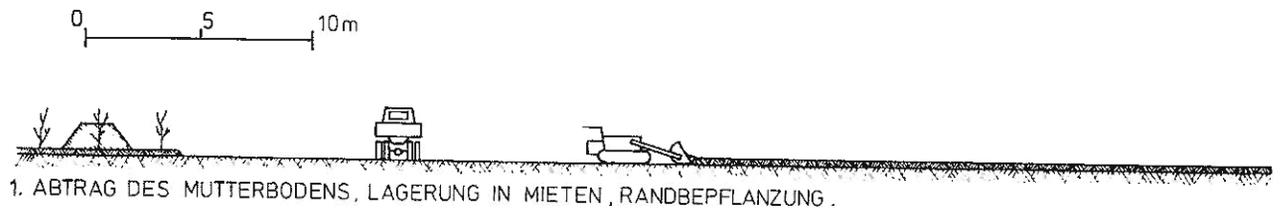
bisher sollten angeschnittene Hangflächen, aus denen Bodenmassen für den Straßen- oder Wasserbau entnommen wurden, dazu benutzt werden, Müll abzulagern, mit dessen Hilfe die Bodenoberfläche wieder landschaftsgerecht ausgeformt und rekultiviert werden kann. Auch kann es durchaus erwünscht sein, Deiche und Dämme zu hinterfüllen, wenn z. B. ihre Standsicherheit durch Hochwasser, Niederschläge oder Baumaßnahmen gefährdet ist. Beim Aus- und Neubau von Straßen verbleiben häufig große Restflächen, oft sogar unter Geländeneiveau, die zur Ablagerung von Müll gut geeignet sind; als „bauliche Anlage“ bedarf die Deponie allerdings dann der Zustimmung der Straßenbaubehörde, wenn sie in einer Entfernung von 40 m vom äußeren Rand der befestigten Fahrbahn angelegt wird. In zunehmendem Maße werden heute Schutzwälle gegen Lärm- und Abgasimmissionen und auch gegen Sicht – z. B. an Schnellverkehrsstraßen, Flugplätzen und emittierenden Industriebetrieben – zum Schutz von Wohngebieten erbaut und mit Gehölzen bepflanzt. Hier kann es zweckmäßig sein, Müll als Kernbaustoff zu verwenden. Schließlich können auch weniger wertvolle Waldgebiete oder kaltluftgefährdete Geländemulden in Betracht kommen, um mit Müll aufgefüllt zu werden. Es gibt somit eine ganze Reihe von Möglichkeiten, Abfallstoffe an geeigneten Stellen geordnet abzulagern. Diese Plätze müssen ermittelt und genutzt werden.

### 3. Zur Nutzung von Abfallplätzen

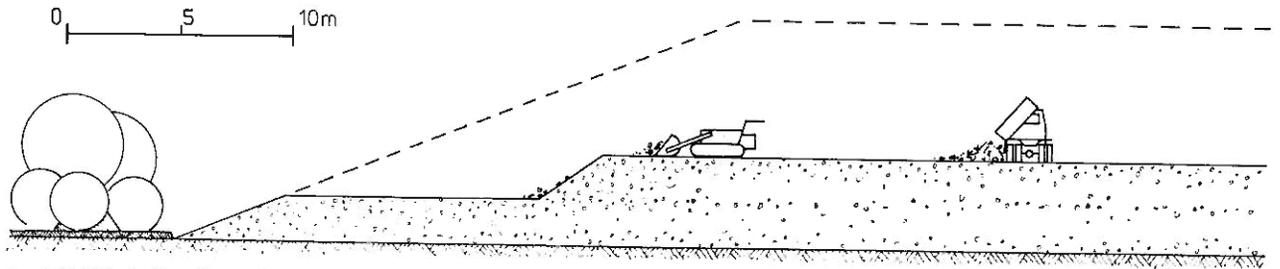
Soll eine Deponie später landwirtschaftlich oder gartenbaulich genutzt werden, so kann auf den Mutterboden nicht verzichtet werden. Er ist vor der Anlage der Deponie sorgfältig abzutragen und – getrennt von anderen Bodenarten – so in Mieten zu lagern, daß er für den Pflanzenwuchs verwendungsfähig bleibt. Vor dem Aufdecken von Boden sind stark verdichtete Oberflächen aufzureißen, oder aber die oberste Abfallschicht ist in einer Dicke von mindestens 1,5 m locker zu schütten. Es ist in diesem Falle auch darauf zu achten, daß in die oberste Müllschicht auf keinen Fall pflanzenschädliche Stoffe eingebracht werden. Die Oberfläche ist dann sorgfältig zu planieren, alle störenden Unebenheiten sind zu beseitigen. Nach Abschluß dieser Arbeiten ist kulturfähiger Boden in einer Mächtigkeit von mindestens 75 cm und anschließend Mutterboden in einer Höhe von mindestens 25 cm aufzubringen. Anstelle des Mutterbodens kann auch Kompost, z. B. Müll-Klärschlamm-Kompost, verwendet werden. Die Flächen können mit Hilfe geeigneter Vorkulturen wie Leguminosen und durch andere bodenverbessernde Maßnahmen für spätere Hauptkulturen vorbereitet werden. Je nach den örtlichen Gegebenheiten sollten die neu gewonnenen Kulturflächen durch bewährte Methoden gegen nachteilige Wind- und Wassereinflüsse geschützt werden, wie Anlage von Schutzpflanzungen und Kulturterrassen.

Die Abdeckung einer Deponie mit Boden muß die Bildung von Methangas in der Deponie berücksichtigen. Deshalb soll entweder nur verrotteter Müll abgedeckt oder eine sehr dicke Bodenschicht aufgetragen werden. Es ist jedoch besser, den Boden mit der obersten Müllschicht zu vermischen. Im übrigen sollte in Zukunft die Rottedeponie angestrebt werden, d. h. die jeweils aufgetragene Müll-

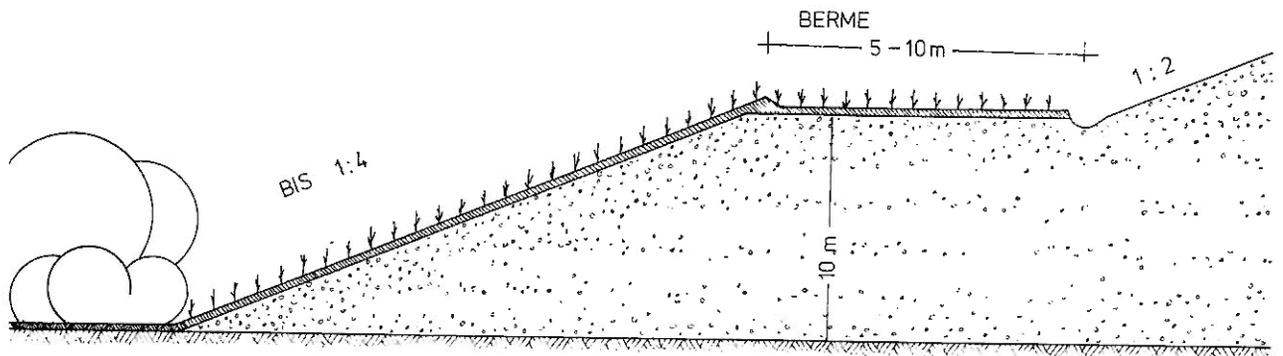
\*) Bericht anläßlich einer Sitzung des Deutschen Rates für Landespflege am 5. Februar 1969 in Bonn. Weitergehende Angaben zur Behandlung von Abfalldeponien können dem Heft 4 der „Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz“ (Landwirtschaftsverlag Hiltrup/Westfalen) entnommen werden.



1. ABTRAG DES MUTTERBODENS, LAGERUNG IN MIETEN, RANDBEPLANZUNG.



2. BEGINN DER ABLAGERUNG



3. MUTTERBODENAUFTRAG UND BEPFLANZUNG DES FERTIGGESTELLTEN ABSCHNITTES.

Abb. 14

Schicht von 2 m Dicke soll erst verrotten, bevor die nächste Schicht aufgedeckt wird. Das setzt zwar eine größere Deponiefläche voraus, schließt aber weitgehend die Bildung von Methan aus.

Von den Sonderkulturen kommen für den Anbau auf einer Deponie Weinreben eher in Betracht als Obstbäume, deren tiefreichende Wurzeln Verdichtungshorizonte im Untergrund nur schwer durchdringen können. Da Sonderkulturen besonders empfindlich gegen Kaltluft sind, sollen diese Flächen zum Abfluß von Kaltluft eine Neigung von mindestens 4‰ erhalten, um Kaltluftstau zu vermeiden. Gegebenenfalls sind Schutzpflanzungen oberhalb der Kulturen anzulegen.

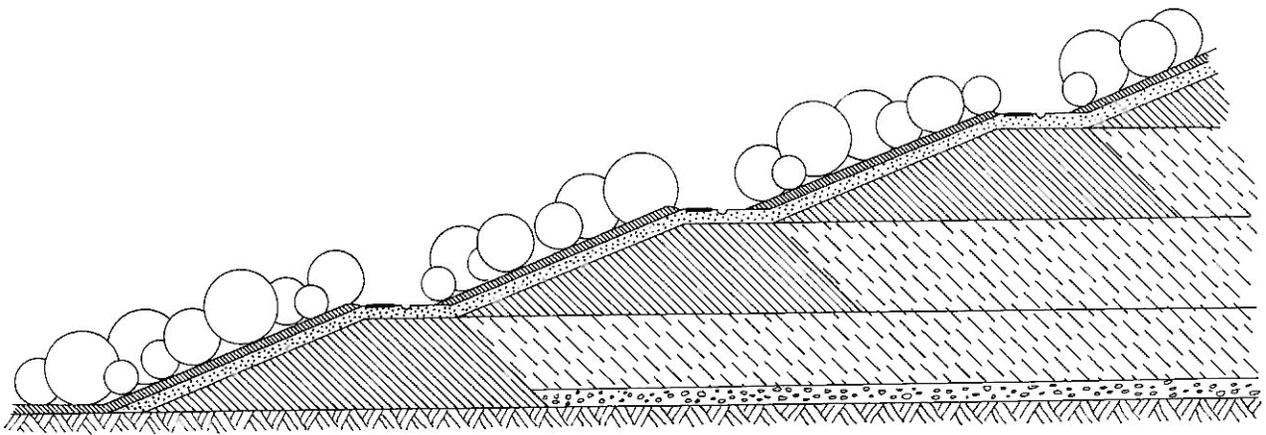
Auch forstliche Kulturen bevorzugen lockere Böden, weshalb angestrebt werden muß, die oberste Schicht der Abfallschüttung nicht zu stark zu verdichten. Im Gegensatz zu den sonstigen landbaulichen Nutzungsmöglichkeiten kann bei der forstlichen Nutzung auch eine geringe Bodenabdeckung ohne aufwendige Planierarbeiten in Kauf genommen werden. In bestimmten Fällen, in denen kein geeignetes Bodenabdeckmaterial zur Verfügung steht, kann auch ausnahmsweise nach entsprechender Ablagerungszeit in die Abfallstoffe gepflanzt werden; jedoch kann dann mit größeren Ausfällen gerechnet werden.

Es kann zweckmäßig sein, einen Vorwald aufzubauen oder Pionierholzarten beizumengen, um den Standort für an-

spruchsvollere Hauptholzarten vorzubereiten. Auch Vorkulturen mit Leguminosen, vor allem Lupine, haben sich bewährt.

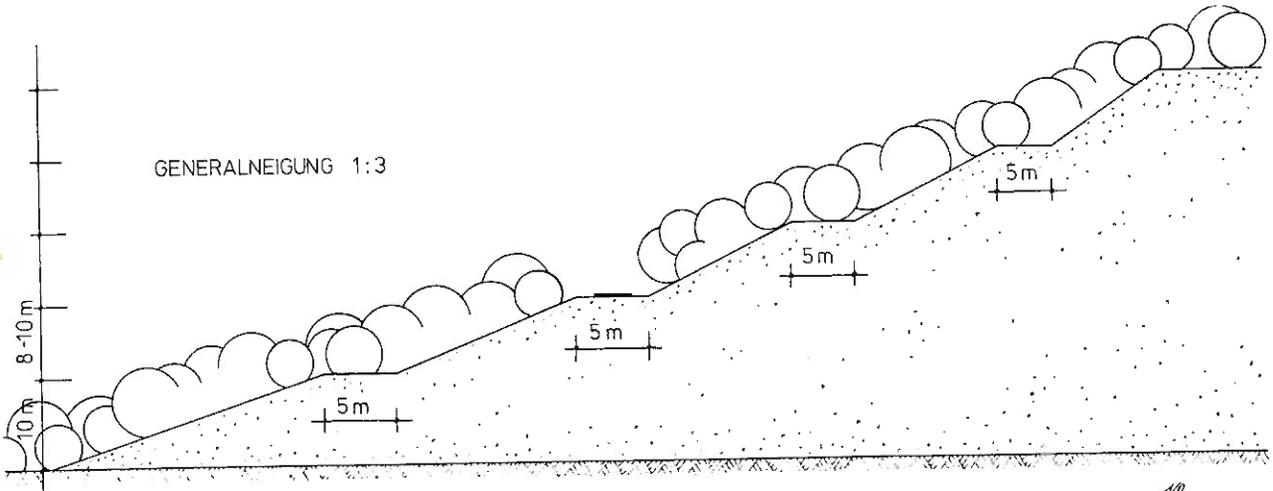
Mehr als bisher sollte angestrebt werden, Mülldeponien und besonders Abfallberge als Erholungs- und Grünflächen zu nutzen. Besonders im Bereich von Stadt- und Verdichtungsgebieten sollte geprüft werden, ob es im Interesse des Gemeinwohls vorteilhaft ist, die Abfallberge für Zwecke der Naherholung zu nutzen und entsprechend zu gestalten. Der Teufelsberg in Berlin – um nur ein Beispiel zu nennen – läßt erkennen, welche große Bedeutung eine künstliche Aufschüttung als stadtnahes Erholungsgebiet für die Bevölkerung gewinnen kann. Der Benutzungswert von Grünflächen wird vornehmlich durch ihre Entfernung zu den Wohngebieten, aber auch vom Umfang und der Art ihrer Erholungseinrichtungen bestimmt. Mit welchen Einrichtungen begrünte Deponien im einzelnen ausgestattet werden, hängt von den örtlichen Erfordernissen ab. Spiel- und Sportplätze, Wintersporteinrichtungen, Camping- und Jugendzeltplätze, Liegewiesen, Freilichtbühnen, Bürger- und Sondergärten, Ruheplätze, Aussichtspunkte, Gasthäuser, sanitäre Einrichtungen und dergleichen mehr kommen in Betracht. In jedem Fall müssen Schutzhütten aufgestellt und am Fuße des Berges eine ausreichende Anzahl von Parkplätzen eingerichtet werden.

Eine Verbindung mit den Wäldern und Feldgehölzen der Landschaft und den vorhandenen Wanderwegen ist stets



MUTTERBODEN  
 KIESAUFFÜLLUNG  
 AUFFÜLLMASSE  
 CHEMIEBODEN  
 HAUSMÜLL ALS GRUNDWASSERSCHUTZ  
 VORHANDENER UNTERGRUND  
 SCHNITT DURCH DIE ABFALLDEPONIE DER FARBENFABRIKEN BAYER AKTIENGESELLSCHAFT, LEVERKUSEN

Abb. 15



SCHNITT DURCH DIE FERTIGGESTELLTE UND BEPFLANZTE DEPONIE

18.

Abb. 16

anzustreben. Sofern eine künstliche Aufschüttung als Erholungsanlage bestimmt ist, muß sie wegemäßig erschlossen werden. Ein Netz von Fuß- und Wanderwegen ist erforderlich, wobei auch solche mit geringer Steigung und wenigen Stufen für ältere Leute vorgesehen werden müssen. Wieweit eine Anlage dem Verkehr für Personenkraftwagen erschlossen werden soll, hängt vom Einzelfall ab. Hier sind Steigungen bis zu 10% ohne weiteres möglich; Parkplätze sind dann anzulegen. Für den Verkehr mit Wirtschaftsfahrzeugen sollen 8% Steigung möglichst nicht überschritten werden. Alle Wege und Straßen am Hang sollen bergseits geneigt und mit Entwässerungsgräben ausgestattet werden. Eine geringe Neigung der Wege- und Straßenoberflächen zum Hang hin ist aus Gründen der Entwässerung und der Verkehrssicherheit zu empfehlen.

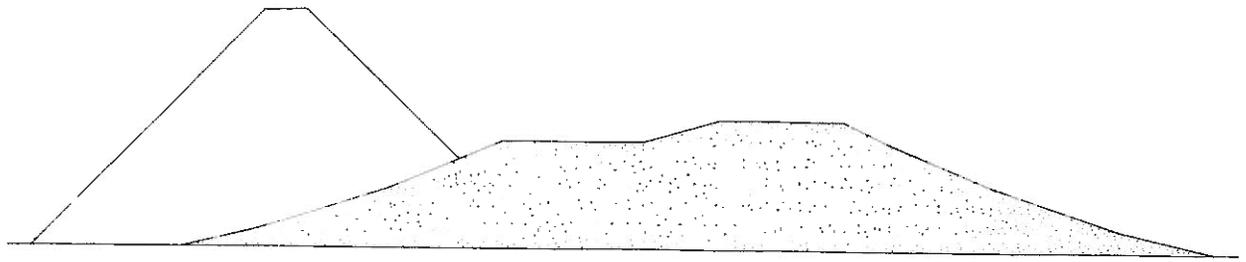
Die Oberfläche der Deponie, die für Grünanlagen bestimmt ist, soll eine Deckschicht von etwa 50 cm kulturfähigem Mineralboden und etwa 25 cm Mutterboden erhalten. Auch hier kann der Oberboden wieder mit Müll-Klärschlamm-Kompost oder ähnlichem verbessert werden. Falls pflanzenfeindliche Stoffe abgelagert worden sind, muß die Abdeckschicht mindestens 1 m dick sein. Soll die Deponie zur Anlage eines Sportplatzes genutzt werden, so sollte die Fläche ausreichend groß sein, damit sie die erforderlichen Ein-

richtungen aufnehmen und auch den geltenden Richtlinien des „Goldenen Planes“ entsprechen kann. Hier ist auch besonders darauf zu achten, daß das Oberflächenwasser beseitigt wird.

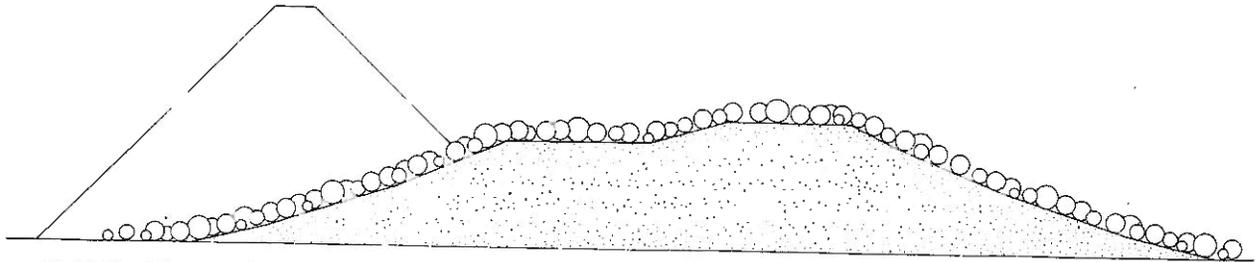
Vor der Planung von Camping- und Zeltplätzen auf einer Deponie ist zu prüfen, ob die Versorgung mit Trink- und Brauchwasser, ein Strom- und Fernsprechananschluß und eine einwandfreie Abwasserbeseitigung sichergestellt sind. Die Größe einer solchen Fläche soll nicht unter 1 ha betragen, um die erforderlichen Einrichtungen wirtschaftlich nutzen zu können. Außerdem muß hier darauf geachtet werden, daß das abgelagerte Material nicht selbst entzündbar ist, sich keine Gase in schädlicher Konzentration entwickeln können – bei Hausmüll besteht diese Gefahr – und das Oberflächenwasser durch ein Gefälle von mindestens 2% unschädlich abgeleitet werden kann. Im übrigen sollen Camping- und Zeltplätze von geschlossenen Gehölzpflanzungen umgeben und auch im Innern durch Pflanzungen ausreichend gegliedert sein.

#### 4. Zur Gestaltung von Abfallplätzen

Die Mehrzahl der Mülldeponien wird aufgeschüttet, weshalb auf die Formgebung und Gestaltung von Abfallbergen etwas näher eingegangen werden soll. Das kipptechnische

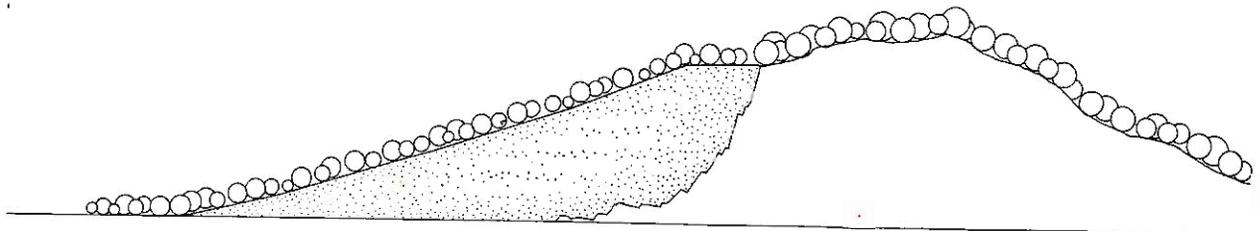


LINKS EINE UNGUNSTIGE KEGELFORM, DEREN STEILE HÄNGE SICH NUR SCHWER BEPFLANZEN LASSEN. RECHTS EINE TAFELBERGÄHNLICHE AUFSCHÜTTUNG MIT FLACH AUSLAUFENDEN BÖSCHUNGEN (GENERALNEIGUNG 1:3).



DIE GESTALTUNG UND DIE BEPFLANZUNG ERLEICHTERN DIE EINGLIEDERUNG DER DEPONIE IN DIE UMGEBUNG.

Abb. 17



ANLEHNUNG EINER DEPONIE AN DEN HANG EINER ABBAUSTELLE

Abb. 18

Verfahren zur Anlage einer „geordneten Deponie“ kann hier nicht näher behandelt werden. Es soll hier nur darauf hingewiesen werden, daß der Abfall gleich nach der Anlieferung schichtweise einplanirt, durch Befahren mit Fahrzeugen verdichtet und die frisch geschütteten Abfälle mit Erde abgedeckt werden sollen. Die geordnete Deponie muß schadlos für das Wasservorkommen und mit nicht mehr Belästigungen verbunden sein als sie nach den jeweils örtlichen Umständen vertretbar sind. In der Nähe von Baugebieten, insbesondere Wohnsiedlungen, Schulen und Krankenhäusern, aber auch Erholungsgebieten kann es daher notwendig sein, ausreichend wirksame Maßnahmen gegen den Abtrag durch Wind zu treffen. In besonderen Fällen und an Deponien, deren Aufschüttung sich über längere Zeiträume erstreckt, sollte geprüft werden, ob durch den Anbau von schnellwachsenden Gehölzarten, z. B. Hybridpappeln, ein Sicht-, Wind- und Lärmschutz geschaffen werden kann.

Für die Einordnung eines Abfallberges in die Landschaft ist die Wahl eines geeigneten Standortes von besonderer Bedeutung. In einem bewegten Gelände wird es leichter sein, eine Deponie landschaftsgerecht einzufügen als in ebenem Gelände. Eine enge Anlehnung an vorhandene Erhebungen soll – wenn irgend möglich – angestrebt werden, weil dann eine gute Verbindung mit der gewachsenen Landschaft möglich ist. Wo Bodenwellen, Hügel und Berge fehlen, muß eine Anlehnung an vorhandenen oder neu zu begründenden Hochwald oder eine hochwaldähnliche Kulisse gesucht werden.

Auch die Formgebung eines Abfallberges trägt wesentlich dazu bei, ihn in die Umgebung einzufügen. Kegelförmige

Aufschüttungen sind fast immer landschaftsfremd, abgesehen davon, daß der natürliche Schütt- und Böschungswinkel des Materials eine befriedigende Anpflanzung sehr erschwert. Aufschüttungen in Form eines Tafelberges lassen sich bereits besser einfügen, obwohl auch hier der aufgeschüttete Körper nicht allzu gleichförmig ausgebildet werden sollte. Das läßt sich erreichen, wenn die Oberfläche mit Niveauunterschieden ausgeführt wird und die Deponieränder mit verschiedenen Neigungen und unterschiedlich breiten Bermen ausgebildet werden. Grundsätzlich sollen steile Randböschungen vermieden werden. Selbst in Fällen, in denen die Menge des Schüttmaterials und die verfügbare Fläche in einem ungünstigen Verhältnis zueinander stehen, sollten keine Böschungen entstehen, die steiler als 1:2 ausgelegt sind. Wo es irgend möglich ist, soll eine General- oder Grundneigung von 1:3 oder noch flacher angestrebt werden, da sich solche Deponien am besten in die Umgebung einfügen und leichter bepflanzen lassen. Bei einer Generalneigung von 1:3 ist es möglich, die oberen Teile der Deponieränder steiler, z. B. 1:2, die mittleren etwa 1:3 und die unteren flacher, etwa 1:4, auszuformen, so daß die Deponie in die anstehende Geländeoberfläche ohne auffallende Bruchkante übergehen kann. Eine solche Ausbildung kommt dem Idealbild, nämlich einer parabelförmigen Böschung, schon sehr nahe.

In der Anlage von Zwischenbermen verschiedener Breite sind gute Möglichkeiten gegeben, auch mit den kipptechnischen Schwierigkeiten fertig zu werden. Solche Bermen oder Terrassen erlauben es, kleine Böschungsfelder auch einmal steiler aufzuschütten, ohne daß die Standfestigkeit des Randes gefährdet wird und der Eindruck einer steilen

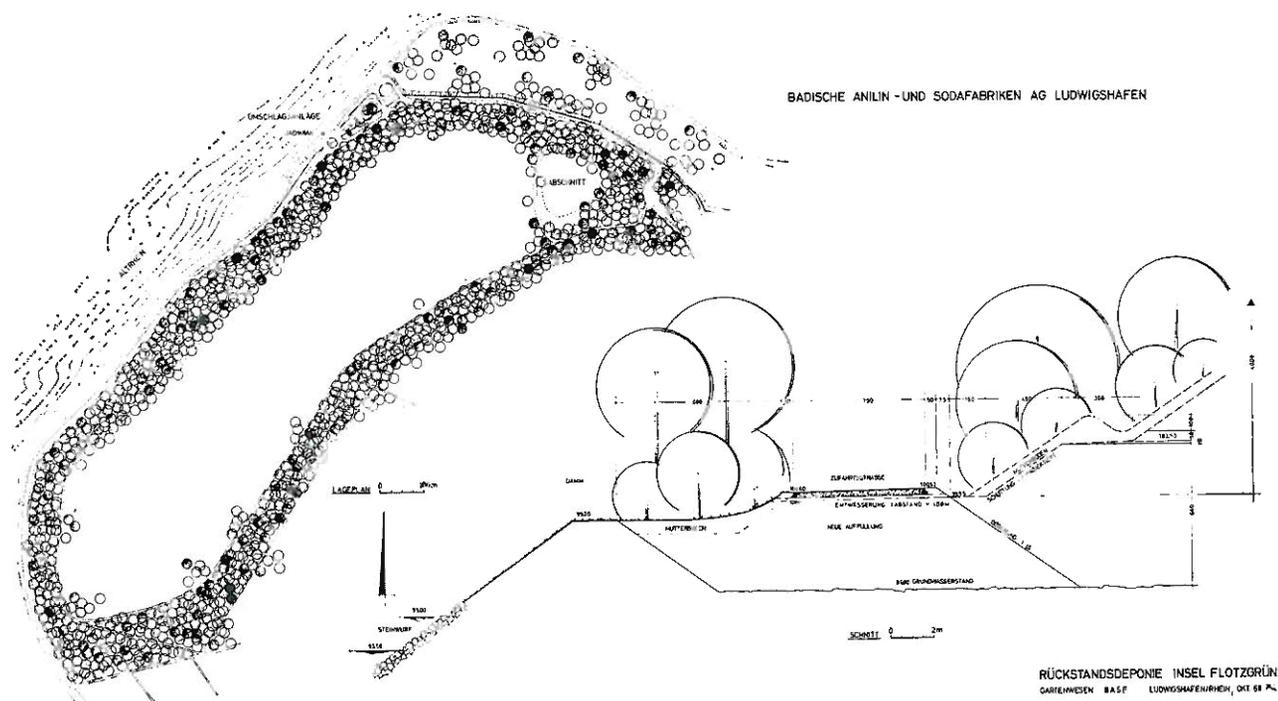


Abb. 19: Rückstandsdeponie der BASF Ludwigshafen auf der Rheininsel Flotzgrün

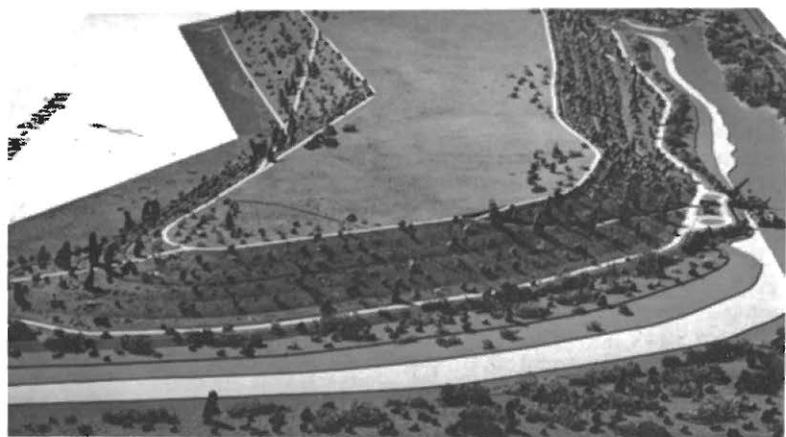
Deponie entsteht. Im übrigen lassen sich Bermen gut mit einem Entwässerungssystem und mit etwaigen Erschließungs- und Wanderwegen verbinden und außerdem besonders günstig aufforsten. Je nach der Länge und Höhe des Deponierandes werden die Bermen mit 2 bis 10 m Breite ausgelegt. Die vertikalen Abstände der Bermen betragen bei niedrigen Deponien 4–5 m und bei hohen bis zu 10 m. Für die richtige Höhe eines Abfallberges lassen sich kaum allgemeingültige Maße angeben, da dies ausschließlich von den örtlichen Gegebenheiten abhängt. In der Ebene wird es zweifellos besonders schwierig sein, eine hohe Aufschüttung befriedigend zu gestalten und einzubinden. Als Grundsatz kann gelten, daß eine Deponie um so höher sein kann, je flacher die Randböschungen ausgebildet sind, d. h. je weniger steil sie empfunden werden. Die Höhe kann auch von der Benachbarung mitbestimmt werden. Gegenüber einem angrenzenden Wohngebiet muß beachtet werden, daß der Lichteinfall nicht beeinträchtigt werden darf. Andererseits kann es gegenüber einer störenden Industrie- und Verkehrsanlage erwünscht sein, eine besonders hohe Abschirmung zu errichten.

Die Ränder von Abfallbergen werden im allgemeinen mit Gehölzen bepflanzt. Hierdurch wird die Standsicherheit der Böschungen erhöht und die Deponie besser in die Umgebung eingefügt. Das Bepflanzen setzt voraus, daß die Flächen mit Feinerde oder kulturfähigem Boden in einer Mächtigkeit von etwa 50 cm, wenn möglich auch mehr, abgedeckt werden. Diese Schicht muß zunächst gegen Abrutschen, Abspülen und Abwehen gesichert werden.

Mit wasserführenden Zwischenschichten, auf denen das Wasser am Rande austreten kann, dürfte nur dann zu rechnen sein, wenn wasserundurchlässiges Material schichtweise aufgeschüttet wurde. In diesem Fall ist es erforderlich, das Wasser an den Austrittsstellen zu fassen und so abzuleiten, daß keine Schäden entstehen können. Im übrigen sollen auf Bermen oder Terrassen hangseits Wasser auffanggräben angelegt werden, die an Ableitungsgräben anzuschließen sind. Auf diese Weise können jeweils nur geringe Mengen Oberflächenwasser auf den untergliederten Böschungsflächen zusammenströmen.

Je erosionsempfindlicher das Material gegen Wasser oder Wind ist, desto rascher muß die Oberfläche eine schützende Decke erhalten. Sofern eine Begrünung nicht sofort möglich ist, kann ein Abdecken der gefährdeten Flächen mit Reisig oder anderem verfügbarem Material in Betracht kommen. Um bei windgefährdeten Flächen eine relative Windruhe zu erreichen, können in Abständen Reisigzäune und dergleichen aufgestellt werden. Eine baldige Begrünung der Oberfläche durch Gras-, Klee- oder andere Leguminosenansaat oder durch Abdecken mit Rasenboden ist anzustreben. Die zu verwendenden Ansaaten hängen von der Art des Bodenmaterials ab. Von den Leguminosen kommen auf sandigen und leicht sauren Böden Lupine und Serradella, auf bindigen und tonhaltigen Böden Luzerne, Bokharaklee, Pferdebohnen und Wickgemenge, auf kalkreichen Böden Wicken und Kleearten und auf kalkreichen Schotterböden Steinklee in Betracht. Gegen Abrutsch- und Wassererosionsschäden können Maßnahmen des Lebendverbaues erforderlich sein. Außer Flechtzäunen und Faschinen kommt in erster Linie der Einbau von Buschlagen in Betracht. An Horizontal- und Diagonalgeflechten werden die Zwischenflächen mit feinerdehaltigem Material angefüllt und dann angesät oder gleich angepflanzt.

Wenn die Standortbedingungen ungünstig sind — z. B. schwieriges Material, steile Böschungsflächen, strahlungs- und windexponierte Flächen —, kann es erforderlich sein, sie zu verbessern. Die Erfahrungen, die mit der Verwendung von Mutterboden gemacht wurden, sind sehr unterschiedlich. Es steht fest, daß ein Abdecken des Deponiematerials mit einer geschlossenen Mutterbodenschicht für den Gehölzwuchs wenig Erfolg verspricht und mitunter auch nachteilig sein kann. Es konnten sogar gute Anwuchserfolge ohne jegliche Verwendung von Mutterboden erreicht werden, sobald eine ausreichende Menge Feinerde vorhanden war und die Pflanzenauswahl gut auf den Standort abgestimmt wurde. Hier sind Pionierpflanzen verwendet worden, die dazu bestimmt sind, den Boden aufzuschließen und für die anspruchsvolleren Holzarten der späteren Entwicklungsstufen vorzubereiten. Andere Beispiele wiederum lassen erkennen, daß mit Hilfe einer richtigen Verwendung von Mutterboden eine rasche Be-



grünung möglich ist und gewisse Glieder in der natürlichen Sukzessionskette der Vegetation vom Pionierstadium bis zum Endstadium übersprungen werden können. So ist es auf einem mit Mutterboden verbesserten Standort möglich, neben den Pionierholzarten gleichzeitig auch schon anspruchsvollere Arten der Folgegesellschaften mit anzupflanzen. Eindeutig vorteilhaft ist eine Beimengung von Mutterboden für Ansaaten jeglicher Art. Für die Anpflanzung von Gehölzen wird es darauf ankommen, den Pflanzen zwar eine gewisse Starthilfe zu geben, in jedem Fall aber zu vermeiden, daß verschiedenartige Horizonte entstehen, die ein Eindringen der Wurzeln in die Tiefe erschweren..

Soweit Gruben des Kleintagebaues nicht mehr rekultiviert oder als Erholungsanlage genutzt werden können, vielleicht sogar als störende Wunden das Landschaftsbild beeinträchtigen, kann ihre Auffüllung mit Abfällen nur erwünscht sein. Sollen Gruben, in denen Wasser ansteht, mit Abfallstoffen gefüllt werden, so liegt eine Gewässerbenutzung vor, und es ist eine entsprechende Erlaubnis oder Bewilligung gemäß §§ 3 und 4 des Wasserhaushaltsgesetzes einzuholen. — Durch die Ablagerung von Stoffen darf die Beschaffenheit des Grundwassers nicht nachteilig verändert werden. Deshalb müssen organische Stoffe, z. B. Hausmüll, die einem mikrobiellen Abbau unterliegen oder wasserlösliche Anteile enthalten, hierfür ausscheiden. Zur Auffüllung bis etwa 1 oder besser 2 m über dem höchsten Grundwasserspiegel darf daher nur anorganisches Material verwendet werden, das auch durch seine löslichen Anteile das Grundwasser nicht nachteilig verändern darf und ausreichend verdichtet werden muß. Darauf können dann auch andere Abfallstoffe abgelagert werden. Hierbei ist zu bedenken, daß solche Gruben in der Regel keine Vorflut zu einem Oberflächengewässer besitzen. Das bedeutet, daß Niederschläge und mögliche Sickergräber gesammelt und in einen Vorfluter gepumpt werden müssen, und zwar so lange, bis der Anschluß der aufgefüllten Flächen an die natürliche Oberfläche wiederhergestellt ist und keine Sickergräber mehr das Grundwasser beeinträchtigen können.

Werden Gruben, in denen kein Grundwasser ansteht, mit Abfallstoffen aufgefüllt, so muß auch hier sichergestellt werden, daß keine verunreinigten Sickergräber in das Grundwasser gelangen. Dies kann erreicht werden, wenn eine etwa 1 m dicke wasserundurchlässige Bodenschicht ansteht oder aber der Untergrund mit Ton ausreichend abgedichtet wird. Soweit erforderlich muß auch hier ein Brunnen zur Förderung verunreinigter Sickergräber angelegt werden. In jedem Fall muß verhindert werden, daß das Oberflächenwasser der Umgebung in die Deponie einfließen kann.

Eine geordnete Deponie schließt ein, daß die Bevölkerung der Umgebung nicht durch Papierflug, Staub, Rauch und Geruch belästigt wird. Das soll u. a. damit erreicht werden, daß die oberste Abfallschicht täglich nach Abschluß der Arbeiten übererdet wird. Wo Mineralboden oder andere geeignete Abdeckmaterialien fehlen, kann heute bereits die chemische Industrie helfen. Es sei hier an künstliche Schaumstoffe, z. B. an synthetisch-organischen Harnstoffharzschäum, gedacht, wie er in Bochum versuchsweise mit Erfolg verwendet wurde. Eine 3 bis 5 cm dicke Harzschäumsschicht verdeckt die frisch geschütteten Abfallstoffe, verklebt die verweharen Teile, ist verrottbar und spart im

Abb. 20: Mit Rheinschiffen wird der Industriemüll zur Insel Flotzgrün gebracht

Abb. 21: Die oberste Müllschicht wird mit Feinerde und Mutterboden überdeckt und vermisch. Die Böschungen werden mit standortgemäßen Gehölzarten bepflanzt

Abb. 22 Modell der fertigen Deponie auf der Insel Flotzgrün

Gegensatz zur Erdabdeckung Deponieraum ein. Die Schaumschicht ist wasser- und luftdurchlässig und fördert so den aeroben bakteriellen Abbau. Zur Herstellung von 1 m<sup>3</sup> (1000 l) Harzschaumstoff werden nur ca. 27 l Ausgangssubstanzen benötigt, das ist nur etwa 1/40 des endgültigen Volumens. Die Abdeckung von Abfallstoffen mit einem künstlichen Schaumstoff ist zweifellos ein weiterer Schritt zur geordneten Deponie.

##### 5. Abschließende Bemerkung

Da insbesondere die kleineren Gemeinden mit dem Abfallproblem überfordert sind — hier ist auf den Abfallplätzen weder eine dauernde Aufsicht noch der ständige Einsatz einer Planierdraupe möglich —, müssen hier im Rahmen von Regional- oder Nahbereichsplanungen übergemeindliche Abfallplätze mit einem Einzugsgebiet von etwa 15 000 bis 20 000 Einwohnern angeboten werden. Eine befriedigende Lösung des Abfallproblems erfordert daher eine enge Zusammenarbeit von Regional- und Bauleitplanung und zum anderen auch zwischen den Gemeinden und der Industrie. So wie sich heute immer mehr durchsetzt, die Genehmigung zum Abbau von Steinen und Erden von der Vorlage und späteren Durchführung eines Rekultivierungsplanes abhängig zu machen, so sollte auch für Mülldeponien ein entsprechender Gestaltungsplan, und zwar vor der Anlage der Deponie ausgearbeitet werden. Für große Abfallplätze kann es im Ausnahmefall zweckmäßig sein, einen Landschaftsplan zu erstellen. In ihm werden die erforderlichen Maßnahmen zur Einfügung der Deponie in die Landschaft dargestellt, so vor allem die Nutzung, die Oberflächen- und Randgestaltung die wegemäßige Erschließung der Deponie, die Entwässerung der Oberfläche, Maßnahmen des Lebendverbauens gegen Wasser- und Winderosion und gegen Abrutschungen und schließlich die Art der Bepflanzung oder Ansaat. Für kleinflächige Deponien und insbesondere im Einzugsbereich von Siedlungsgebieten wird es richtig sein, einen sogenannten Grünordnungsplan aufzustellen, dem unter Umständen die Rechtswirksamkeit eines Bebauungsplanes verliehen werden kann. Dieser Plan sollte in erster Linie die Maßnahmen zur Gestaltung des als Grünfläche oder Erholungsgebiet zu nutzenden Abfallplatzes wiedergeben, so Grünanlagen, Wege und Sitzplätze, Parkplätze, Erholungseinrichtungen, Maßnahmen zur Bepflanzung, Ansaat und ähnliches mehr.

Die Einordnung einer Mülldeponie in die Umgebung darf nicht nur im optischen Sinne, etwa als ein Einfügen in das Landschaftsbild, verstanden werden. Vielmehr muß diese Aufgabe auch landschaftsökologisch als ein Einbinden in den Landschaftshaushalt und in die natürliche Landschaftsstruktur sowie im Sinne einer tatsächlichen Rekultivierung, also eines „Wieder-in-Kultur-nehmens“, gesehen werden.



Abb. 23: Abdeckung einer Abfalldeponie mit Harzschaumstoff. Mit einem auf der Ladepritsche eines Fahrzeugs installierten Gerät wird der Schaum an Ort und Stelle erzeugt und über eine Schlauchleitung aufgetragen

Abb. 24: Auf der Versuchsfläche der BASF in Bochum werden verschiedene starke Schaumdecken — hier 3 cm und 8 cm — aufgetragen

Abb. 25: Eine nur wenige Zentimeter dicke Schaumdecke verklebt die Abfallstoffe an der Oberfläche und verhindert Papierflug, Staub und Rauch

# Möglichkeiten und Grenzen der Verbrennung von Abfällen

## 1. Allgemeines

Der konsumorientierte Charakter unserer Marktwirtschaft in Verbindung mit einer tiefgreifenden Veränderung der Lebensgewohnheiten und einem gewissen Verpackungskult sind die Ursache für die von Jahr zu Jahr steigenden Abfallmengen. Besonders deutlich ist diese Entwicklung in den städtischen Verflechtungsräumen mit ihrer großen Bevölkerungsdichte und ihrem hohen Industriebesatz ausgeprägt (Bild 1). Die bisherige Entwicklung läßt erkennen, daß die Menge der Abfälle in Zukunft noch stark ansteigen wird und dieser Trend voraussichtlich noch lange keiner Sättigung zustreben wird. Für die Verdichtungsgebiete ist damit zu rechnen, daß sich das Volumen der Abfälle in den nächsten 10 Jahren etwa verdoppeln wird. Da jedoch das spezifische Gewicht der Abfälle infolge der sich zugunsten der spezifisch leichten Papier-, Pappe- und Kunststoffanteile ändernden Zusammensetzung abnimmt, dürfte das Gewicht der Abfälle nicht in gleichem Maße zunehmen wie ihr Volumen. Diese Entwicklung und die zunehmende erhebliche Beeinträchtigung von Luft, Wasser und Landschaft durch die bisher vorwiegend geübte Methode der Beseitigung

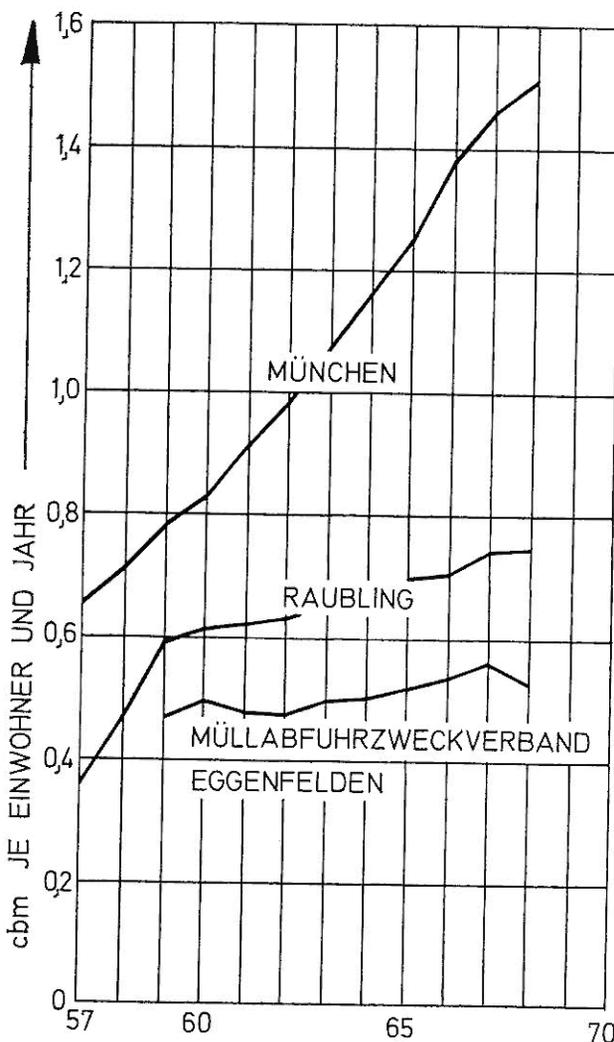


Abb. 26: Spezifischer Müllanfall in einem ländlichen Gebiet einer mittleren Gemeinde und einer Großstadt

durch ungeordnete Ablagerung der Abfälle zwingen dazu, künftig in stärkerem Maße Beseitigungsmethoden anzuwenden, die eine weitgehende Verringerung des Volumens möglichst bei gleichzeitiger Mineralisierung und Entseuchung der Abfälle erlauben. Diese Anforderungen an eine ordnungsgemäße Abfallbeseitigung erfüllt neben anderen Beseitigungsmethoden auch die Methode der Abfallverbrennung.

Im nachstehenden Beitrag soll versucht werden, die Möglichkeiten der Abfallverbrennung aufzuzeigen und gleichzeitig auf die Grenzen dieser Beseitigungsmethode hinzuweisen.

## 2. Abfall als „Brennstoff“

Die Beseitigung von Abfällen in Verbrennungsanlagen weckt durch die Möglichkeit der Abwärmeverwertung häufig Hoffnungen auf wirtschaftliche Nutzung, die sich in der Praxis wegen der Inhomogenität der Abfälle und der großen Schwankungen, denen der Heizwert der Abfälle unterliegt, nur vereinzelt realisieren lassen. Grundsätzlich sollte deshalb bei Abfallverbrennungsanlagen das Schwergewicht auf der Beseitigung der Abfälle und nicht etwa auf der Energiegewinnung liegen.

Die zur Verbrennung geeigneten Abfälle bestehen im wesentlichen aus Hausmüll und hausmüllähnlichem Gewerbe- und Industriemüll. Die Zusammensetzung dieser Abfälle ist in Abhängigkeit von den strukturellen Gegebenheiten einzelner Gebiete starken Schwankungen unterworfen.

Der Hausmüll, ein Spiegelbild der sozioökonomischen Struktur eines Gebiets, besteht im wesentlichen aus Zeitungspapier, Kunststoffen, Glas, Textilien, Asche, Blechdosen und vegetabilischen Abfällen. Sein Heizwert ( $H_{\mu}$ ) liegt in Mitteleuropa heute zwischen 700 und 2500 kcal/kg und steigt etwa mit 80 bis 100 kcal je Jahr an. Der Heizwertanstieg, der insbesondere in städtischen Ballungsgebieten zu beobachten ist, rührt sowohl von der Verringerung des Ascheanteils in den Abfällen durch die Umstellung des Hausbrandes auf rückstandsfreie Energieträger wie Öl, Gas oder Elektrizität als auch von der Vergrößerung des Anteils heizwertreicher Bestandteile wie Papier und Kunststoffe her. Die bisherige Entwicklung läßt vermuten, daß der Heizwert des Hausmülls weiter ansteigen und sich asymptotisch einem Wert von etwa 4500 kcal/kg nähern wird.

Hausmüllähnlicher Gewerbemüll, der im wesentlichen aus Papier, Pappe und Kunststoffen, herrührend aus Verpackungsabfällen, besteht, weist heute bereits Heizwerte von 3000 kcal/kg und mehr auf. Hier sind es vor allem die Kunststoffe, die wegen ihrer hohen Heizwerte besondere Beachtung verdienen. Bei der Beseitigung von größeren Mengen an Polyäthylen mit einem Heizwert ( $H_{\mu}$ ) von 11 000 kcal/kg und chlorhaltigen Kunststoffen mit einem durchschnittlichen Heizwert von 8000 kcal/kg in Hausmüllverbrennungsanlagen besteht die Gefahr von Schlackenfluß. Hierdurch kann es zu einer Abdeckung des Verbrennungsrostes oder des Brennstoffbetts kommen.

Industriemüll, soweit er aus organischen Stoffen wie Altölen, Kunststoffen, Gummi, Lacken oder organischen Lösungsmitteln besteht, besitzt einen Heizwert von 8000 kcal/kg und mehr. In der Regel kann dieser Abfall wegen seiner hohen Heizwerte in größeren Mengen nicht in Hausmüllverbrennungsanlagen beseitigt werden, sondern muß in

speziellen Anlagen unter besonderer Berücksichtigung des Immissionssschutzes verbrannt werden.

Abfälle sind demnach, auch wenn der heizwertreiche Kunststoffanteil noch weiter zunimmt, ein minderwertiger Brennstoff, der nur in besonders konstruierten Anlagen, die einer künftigen Änderung von Art und Menge der Abfälle Rechnung tragen müssen, verbrannt werden kann. Wegen der fehlenden Möglichkeit, Abfälle durch Parameter wie Heizwert, Brenngeschwindigkeit, Back- und Verkokungsverhalten zu charakterisieren, können diese nicht mit konventionellen Brennstoffen verglichen werden.

### 3. Emissionen und Rückstände bei der Abfallverbrennung

Durch die Verbrennung der Abfälle, die zu einer Volumenreduzierung bis auf etwa 10 % des Ausgangsvolumens führt, wird ein Teil der Abfälle größtenteils durch Oxydation mit Luftsauerstoff in gas- oder dampfförmige Stoffe wie Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid und Wasserdampf umgewandelt und als Rauchgase über den Schornstein in die Atmosphäre abgeführt. Der nicht in die Gasphase überführbare Teil der Abfälle, der bis zu 40 Gewichtsprozent betragen kann, fällt bei der Verbrennung in Form von Asche, Schlacke und Altmetallen an. Ein Teil der Asche wird als sogenannte Flugasche von den Rauchgasen mitgerissen und in einer Entstaubungsanlage zum großen Teil ausgeschieden. Der übrige Ascheanteil, die Schlacke und die Altmetalle müssen aus dem Feuerraum ausgetragen werden und entweder einer Verwertung zugeführt oder geordnet abgelagert werden. Hierzu ist es erforderlich, daß Asche und Schlacke nicht mehr als 0,3 Gewichtsprozent an vergärbare Substanz enthalten.

Die Rauchgase von Abfallverbrennungsanlagen enthalten, herrührend von der heterogenen Zusammensetzung der Abfälle, neben den bei jeder Verbrennung entstehenden Produkten Kohlendioxid und Wasserdampf, Staub und eine Reihe von Schadgasen, die in der Umgebung dieser Anlagen zu erheblichen Belästigungen oder Schäden führen können.

Die von den Rauchgasen mitgeführten Stäube können durch Einrichtungen zur elektrischen Gasreinigung auf Reingastaubgehalte von 100 mg/Nm<sup>3</sup> und weniger entstaubt werden. Diese Einrichtungen verhindern erhebliche Belästigungen oder Schäden durch Staubemissionen, erfordern jedoch aus wirtschaftlichen Gründen eine Mindestdurchsatzleistung der Abfallverbrennungsanlagen von 2 bis 3 t Abfall je Stunde.

Die Emission von Schadgasen aus Abfallverbrennungsanlagen wird bestimmt von der Art der zu beseitigenden Abfälle. Bei der Verbrennung von Hausmüll und hausmüllähnlichem Gewerbemüll stehen die Emissionen von Kohlenwasserstoffen und Chlorwasserstoff im Vordergrund. Kohlenwasserstoffe, die vornehmlich für Geruchsbelästigungen verantwortlich sind, werden aus Abfallverbrennungsanlagen dann emittiert, wenn die Rauchgase mit einer Temperatur von weniger als 800° C den Feuerraum verlassen. Durch geeignete Feuerraumgestaltung, durch günstige Feuerführung oder durch eine gesonderte Nachverbrennung der Rauchgase lassen sich Kohlenwasserstoffemissionen weitestgehend vermeiden. Demgegenüber steht bisher noch kein technisch erprobtes und wirtschaftlich zumutbares Verfahren zur Verfügung, um Chlor oder Chlorwasserstoff, die durch die Verbrennung von chlorhaltigen Kunststoffen und durch die Spaltung von Natriumchlorid im Feuerraum von Abfallverbrennungsanlagen entstehen, aus den Rauchgasen zu entfernen. Die spezifische Konzentration dieser Schadstoffe in den Rauchgasen wird in dem Maße steigen, wie der Anteil von chlosubstituierten Kohlenwasserstoffen in den Abfällen zunimmt. Die Einführung der Einwegflasche

aus Polyvinylchlorid (PVC) wird erhebliche Immissionschutzprobleme bei Hausmüllverbrennungsanlagen aufwerfen, deren technische und wirtschaftliche Auswirkungen heute noch nicht abzusehen sind. Die Freisetzung von Chlor und Chlorwasserstoff aus den Abfällen führt durch höhere Korrosion an den metallischen Teilen der Verbrennungsanlage auch zu innerbetrieblichen technischen Schwierigkeiten.

Bei der Verbrennung von Industriemüll treten entsprechend der chemischen Zusammensetzung dieser Abfälle eine Vielzahl von Schadgasen auf. Von besonderer Bedeutung sind hier Schwefeldioxid, nitrose Gase, Halogenwasserstoffe und Phosgen. Wegen der relativ geringen Rauchgasmengen besteht bei diesen speziellen Verbrennungsanlagen im Gegensatz zu den Hausmüllverbrennungsanlagen die Möglichkeit, einzelne Schadstoffe durch eine sogenannte Naßwäsche aus den Rauchgasen zu entfernen. Wenn Gasreinigungsverfahren nicht zum Erfolg führen oder unlösliche Abwasserprobleme aufwerfen und eine Emission in die Atmosphäre bewohnter Gebiete wegen der Gefährlichkeit der Schadgase nicht in Betracht kommt, werden diese Stoffe z. B. fluorhaltige Kohlenwasserstoffe auf hoher See verbrannt.

### 4. Verbrennungssysteme

Die starke Inhomogenität der Abfälle war die Ursache für die Entwicklung einer Reihe von technisch sehr unterschiedlichen Verbrennungssystemen, mit deren Hilfe Abfälle heute mehr oder weniger gut verbrannt werden können. Allen diesen Systemen ist gemeinsam, daß die Abfälle im Verlaufe ihrer Verbrennung hintereinander eine Trocknungs-, Zünd-, Abbrenn- und Ausbrandzone durchlaufen. In den verschiedenen Verbrennungssystemen wird dieser Materialfluß in Abhängigkeit von der chemischen Eigenart und physikalischen Beschaffenheit der Abfälle mit sehr unterschiedlichen technischen Mitteln bewerkstelligt.

Im einzelnen lassen sich die für die Abfallbeseitigung angewandten Verbrennungssysteme entsprechend den Konstruktionsmerkmalen ihrer Roste oder Brennräume in folgende Gruppen einteilen:

#### a) Wanderroste

Auf einer mit einem Förderband vergleichbaren Rostkonstruktion werden die Abfälle in gleichbleibender Schichtdicke mit konstanter Geschwindigkeit ohne Schürwirkung durch den Feuerraum transportiert. Durch die inhomogene Zusammensetzung der Abfälle ergeben sich unterschiedliche Abbrandgeschwindigkeiten, als deren Folge sich häu-

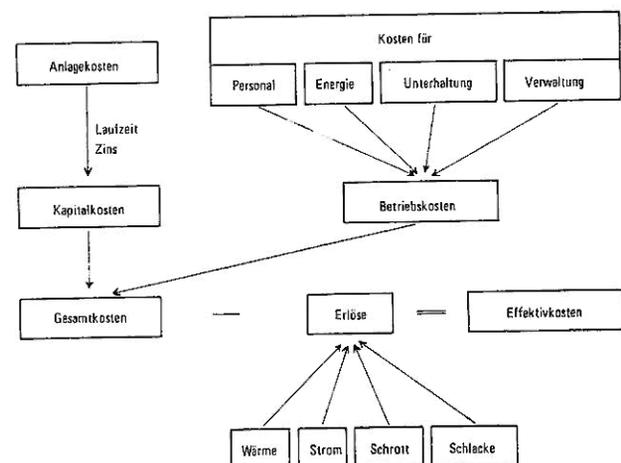


Abb. 27: Kostenschema für Abfallverbrennungsanlagen

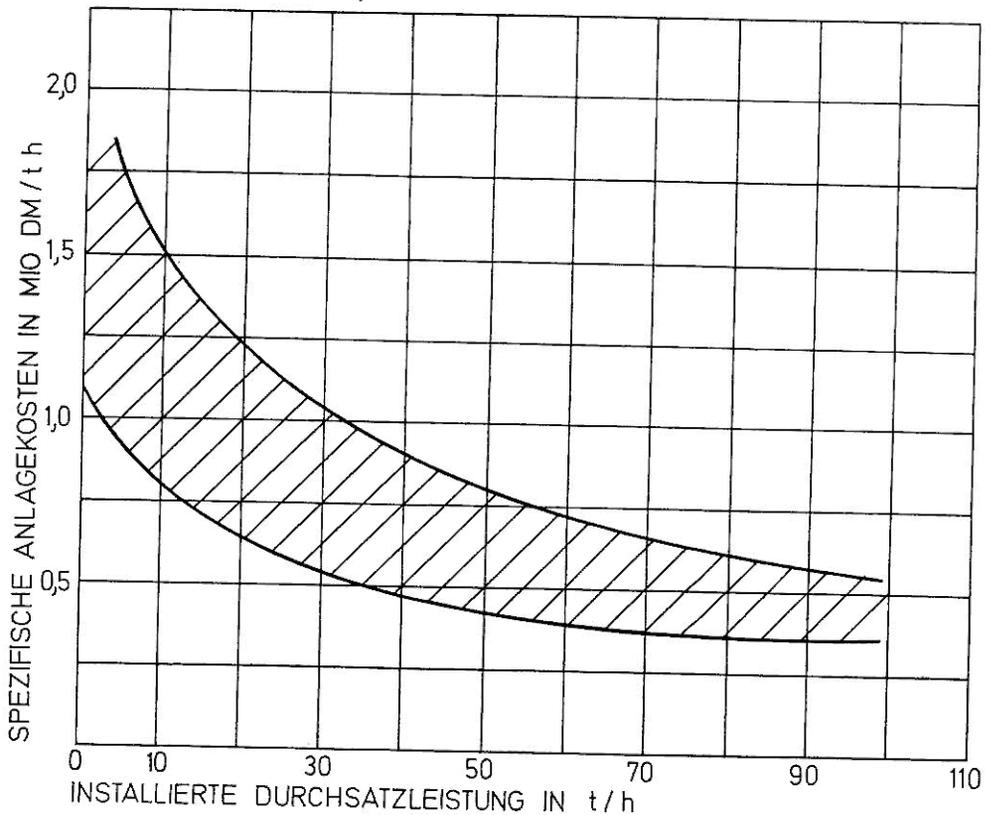


Abb. 28: Spezifische Anlagekosten von Müllverbrennungsanlagen

fig eine ungleichmäßige Verteilung der Verbrennungsluft einstellt. In diesen Fällen ist der erzielte Ausbrand in der Regel nicht befriedigend.

**b) Vor- und Rückschubroste**

Die Abfälle werden bei Vor- und Rückschubrosten von schuppen- oder stufenförmigen beweglichen Rostelementen geschürt und in Bewegung gehalten. Unterschiedliche Verbrennungsgeschwindigkeiten führen durch die Schürwirkung des Rostes zu keiner Lochbildung im Brennstoffbett und ermöglichen so eine gleichmäßige Beaufschlagung des Rostes mit Verbrennungsluft. Bei diesen Rosten ist ein gleichmäßig guter Ausbrand erzielbar. Gewisse Nachteile liegen in der relativ hohen mechanischen und thermischen Beanspruchung der bewegten Rostelemente.

**c) Walzenroste**

Die Abfälle werden bei diesem Verbrennungssystem auf stufenförmig angeordneten um eine horizontale Achse drehbaren Walzenelementen durch den Feuerraum transportiert. Durch die Schürwirkung der mit unterschiedlicher Geschwindigkeit drehbaren Walzen kann ein guter und gleichmäßiger Ausbrand erzielt werden.

**d) Kipproste**

Bei Kipprosten werden die Abfälle durch Ausschwenken geneigt angeordneter segmentartig ausgebildeter Rostteile geschürt und weitertransportiert. Insbesondere bei Papier- und Pappeabfällen kann ein guter und gleichmäßiger Ausbrand erzielt werden.

**e) Korbroste**

In korbförmigen Rosten, die um eine in einem Winkel von etwa 45° gegen die Horizontale geneigten Achse gedreht

werden, können die Abfälle bei ausreichender Verweilzeit im Rostkorb gut ausgebrannt werden. Nachteile dieses Systems liegen in der sehr starken thermischen Belastung des Rostes und in der ungleichmäßigen Beaufschlagung mit Verbrennungsluft.

**f) Drehrohrofen**

In einer um eine leicht gegen die Horizontale geneigten Achse drehbaren kegel- oder trommelförmigen Brennkammer werden insbesondere Industrieabfälle mit schwierigen Brenneigenschaften behandelt. Da der Drehrohrofen keinen Rost besitzt, können in ihm auch flüssige und pastöse Abfälle verbrannt werden. Bei geeigneter Beaufschlagung des Ofens und zweckmäßiger Feuerführung ist ein gleichmäßig hoher Ausbrand sowohl der Rauchgase als auch der Schlacke zu erzielen.

**g) Etagenofen**

Die Abfälle werden in einem zylinderförmigen Ofen mit einem – um die Ofenachse rotierenden – Raumgerät von der obersten Etage im Gegenstrom zu den Rauchgasen über mehrere Etagen durch die Brennzonen geführt. Die wärmetechnisch günstige Gegenstromführung von Abfällen und Rauchgasen kann zu einer Beladung der Rauchgase mit Geruchsstoffen führen, die in der Trockenzone aus den Abfällen freigesetzt werden. Die begrenzte lichte Höhe der einzelnen Ofenetasen läßt die Aufgabe der Abfälle nur in relativ geringen Stückgrößen zu. Dieses System eignet sich besonders für die Verbrennung von Schlämmen.

**h) Schachtofen**

Im senkrecht stehenden oder schräg liegenden Schachtofen erfolgt die Verbrennung der Abfälle ohne besondere Schür-einrichtungen. Die Abfälle rutschen selbsttätig in dem Maße nach wie Asche abgezogen wird.

Bei Anlagen dieser Art können je nach Art und Weise der Beschickung Schwierigkeiten durch die Emission von Geruchsstoffen und durch schlechten Ausbrand auftreten. Mit einer intensiven manuellen Schürftätigkeit lassen sich diese Auswirkungen im Umfang beschränken.

## 5. Die Kostenstruktur bei Abfallverbrennungsanlagen

Die Wirtschaftlichkeit von Abfallverbrennungsanlagen wird bestimmt durch die Kapital- und Betriebskosten und die Erlöse, die aus dem Verkauf von Wärme, Strom, Schlacke oder Schrott erzielt werden.

Die Kapitalkosten, die bei Müllverbrennungsanlagen zwischen 46 und 56 % der Gesamtkosten betragen, werden bestimmt von den Anlagekosten, von der Nutzungsdauer der Anlage und dem jeweiligen Kapitalmarktzins. Die in Bild 3 dargestellten spezifischen Anlagekosten in Abhängigkeit von der installierten Durchsatzleistung zeigen die große Kostendegression bei Anlagen mit hohen Durchsatzleistungen.

Die Nutzungsdauer für den maschinentechnischen Teil dieser Anlagen liegt zwischen 15 und 20 Jahren. Für die baulichen Anlageteile wird in der Regel eine Nutzungsdauer zwischen 40 und 50 Jahren angesetzt. Werden die Anlagekosten auf die Zahl der angeschlossenen Einwohner (E) bezogen, so liegen diese Kosten zwischen 20 und 60 DM/E. Die relativ große Spanne bei den einwohnerbezogenen Anlagekosten ist bedingt durch die große Kostendegression zu großen Anlagen hin und die bei Anlagen mit Abwärmeverwertung auftretenden zusätzlichen Anlagekosten.

Die Betriebskosten setzen sich aus Aufwendungen für Personal, Energie, Unterhaltung und Verwaltung zusammen. Im einzelnen sind diese Kostengruppen mit folgenden prozentualen Anteilen an den Gesamtkosten beteiligt:

Personalkosten	15 bis 21 %
Energiekosten	14 bis 17 %
Unterhaltungskosten	12 bis 14 %
Verwaltungskosten	2 bis 4 %

Insgesamt belaufen sich somit die Betriebskosten auf 44 bis 56 % der Gesamtkosten. Die einwohnerbezogenen Betriebskosten liegen zwischen 2 und 6 DM je Einwohner und Jahr, die mengenbezogenen Kosten betragen zwischen 8 und 25 DM je Tonne Abfall. Bei speziellen Industriemüllverbrennungsanlagen können die Betriebskosten bis auf etwa 90 DM je Tonne Abfall ansteigen.

Die Betriebs- und Kapitalkosten der Abfallverbrennungsanlagen verringern sich in starkem Maße mit steigender Durchsatzleistung einer Anlage und zunehmender Zahl ihrer Jahresbenutzungsstunden. Beide Parameter ergeben die gesamte je Jahr durchgesetzte Abfallmenge. Die Gesamtkosten der Abfallverbrennung in DM je Einwohner und Jahr oder in DM je Tonne und Jahr liegen demnach um so niedriger je höher die je Jahr durchgesetzte Abfallmenge ist. Diese Gesamtkosten, also die Summe von Kapital- und Betriebskosten, bewegen sich zwischen 18 und 50 DM je Tonne Abfälle, oder, entsprechend einer mittleren Abfallmenge von 250 kg je Einwohner und Jahr, zwischen 4,5 und 12 DM je Einwohner und Jahr.

Wenn die Abfallverbrennung ohne Wärmeverwertung durchgeführt wird und auch Schrott nicht ausgesondert und ver-

äußert wird, sind die Gesamtkosten gleich den Effektivkosten, die zur Gebührenbemessung herangezogen werden müssen (Bild 3). Besteht jedoch am Standort der Abfallverbrennungsanlage die Möglichkeit, die anstehende Wärme durch die Erzeugung von Fernwärme oder von elektrischem Strom zu nutzen, dann lassen sich die Gesamtkosten um die Erlöse aus der Veräußerung von Wärme, elektrischem Strom, Schrott oder Schlacke senken. Hierbei kann mit spezifischen Erlösen von 8 DM je Tonne Dampf, von 45 DM je Tonne Schrott und unter Umständen von 1 DM je Tonne Schlacke gerechnet werden. Insgesamt dürften im Augenblick selbst unter günstigsten Voraussetzungen die Erlöse lediglich die Betriebskosten der Abfallverbrennung decken. In diesem Fall wäre die Höhe der Kapitalkosten gleich der Höhe der Effektivkosten, die vom Verursacher der Abfälle zu tragen wären.

## 6. Zusammenfassung

Abfallverbrennungsanlagen, die dem Stande der Technik entsprechend errichtet und betrieben werden, sind heute in der Lage, das Volumen insbesondere von Hausmüll und hausmüllähnlichem Gewerbemüll bei gleichzeitiger Mineralisierung und Entseuchung dieser Abfälle weitestgehend zu verringern.

Wegen der relativ hohen Kapital- und Betriebskosten sollte die Abfallverbrennung unter Ausnutzung der Kostendegression zu großen Anlagen nur in Gebieten durchgeführt werden, in denen Abfälle in einer für Großanlagen ausreichenden Menge und in hierfür geeigneter Zusammensetzung zur Verfügung stehen. In der Regel ist das in städtischen Verflechtungsräumen der Fall, in denen auch die Möglichkeit einer wirtschaftlich sinnvollen Abwärmeverwertung besteht.

Grenzen für die Anwendung der Abfallverbrennung bestehen in wirtschaftlicher und technischer Hinsicht dort, wo wie in strukturschwachen Gebieten Abfälle hinsichtlich ihrer Menge und Zusammensetzung nicht für die Verbrennung geeignet sind und dort wo die Verbrennung etwa von Industriemüll Immissionen verursacht, die zu erheblichen Belästigungen des Menschen oder zu Schäden in der Tier- und Pflanzenwelt führen. Wenn die bisherige Entwicklung der Zusammensetzung des Hausmülls und des hausmüllähnlichen Gewerbemülls in Richtung einer Zunahme der chlorhaltigen Kunststoffe anhält, sind auch bei der Verbrennung dieser Abfälle schädliche Immissionen zu besorgen.

## Schrifttum

- F. Heigl: Moderne Müllverbrennungsanlagen Müll und Abfall Nr. 1
- A. Kuhlmann: Städte und Gemeinden dürfen sich der Notwendigkeit zur Müllverbrennung nicht entziehen. Brennstoff — Wärme — Kraft Bd. 20 Nr. 9 (1968)
- O. Jenfer: Müll als Brennstoff. Aufbereitungstechnik 7 (1966)
- H. Onasch u. T. Rossi: Anfall von Hausmüll und Kosten seiner Beseitigung. Der Städtetag 1 (1969)
- T. Rauter u. K.-G. Maurer: Das Kostenproblem der Müllbeseitigung. Kommunalwirtschaft 9 (1966)
- F. Rüb: Müllverbrennung und Wärmenutzung. Wasser, Luft und Betrieb 12 (1968) Nr. 6
- J. Vogl u. M. Thümmel: Abfallbeseitigung in Bayern — Bestandsaufnahme und Ziele. Die Wasserwirtschaft 7 (1969)

## Möglichkeiten und Grenzen der Kompostierung von Siedlungsabfällen

Abfall stört unser Empfinden für Schönheit, Ordnung, Sauberkeit; er birgt Gefahr für die Gesundheit. So wird Müll seit eh und je abseits gelagert, kompostiert und verbrannt. Das wilde Brennen auf dem Abfallplatz vermindert den Müll und verlängert die Möglichkeit, dort Abfälle zu beseitigen.

Das Kompostieren ist ein unaufhaltsamer Naturprozeß. Wie das abgefallene Laub am Boden vergeht, so werden die organischen Müllteile von Mikroben und Kleintieren umgewandelt; sie verlieren ihre Struktur und werden zu krümelnder Erde. In Mangelzeiten, wie vor zweieinhalb bis drei Jahrzehnten, wurde diese Komposterde aus dem Altmüll gesiebt und – mit unterschiedlichem Erfolg – zur Förderung der pflanzlichen Produktion verwendet. Nicht immer reichten die Kenntnisse von den Bestandteilen aus, um die Applikationsmenge und den Zeitpunkt dem Bedarf der Kulturpflanze optimal anzupassen. Ehe sich ein Erfahrungsschatz bilden konnte, ersetzten Düngemittel mit definiertem Nährstoffgehalt die Komposterde aus Altmüll als Vermittler von Pflanzennährstoffen.

In unserer Zeit wächst der Müllanfall, sowohl absolut als auch relativ, bezogen auf den Einwohner. Dabei eilt das Volumen dem Gewicht voraus. Stärker als der anorganische nimmt der organische Anteil zu, allerdings auch das sehr beständige Kunststoffmaterial.

Dem Entstehen großer Räume mit hoher Einwohnerdichte steht ein wachsender Bedarf an Erholungsgebieten gegenüber.

Die Abfallbeseitigung auf Müllplätzen alter Art steht den Ansprüchen der Bevölkerung ebenso entgegen wie eine schrankenlose Zersiedlung der Landschaft (6). Eine Raumordnung ist notwendig, um die Ansprüche des Menschen und die Nutzung des Raumes in Einklang zu bringen.

Bei der Abfallbeseitigung sind die Gesichtspunkte der Hygiene vor die – scheinbaren – Wirtschaftlichkeitsargumente zu stellen. Die entscheidenden Gremien sollten nur Verfahren prüfen, die für die Sauberhaltung von Luft, Wasser und Boden als hygienisch unbedenklich einzustufen sind. Es sind die Verfahren zu bevorzugen, die eine direkte und indirekte Gefährdung der Bevölkerung durch eine Kontakt- oder Trägerinfektion am sichersten ausschließen.

Der Hygieniker fordert, daß folgende Regeln beachtet werden:

1. Alle Siedlungsabfälle können menschen- und tierpathogene wie auch phytopathogene Bakterien, Viren und Parasiten enthalten.
2. Sie können giftige, cancerogene und radioaktive Substanzen mit sich führen.
3. Sie ziehen schädliches Ungeziefer an, das zum Überträger von Krankheitskeimen werden kann.
4. Sie gefährden Oberflächen- und Grundwasservorkommen.
5. Sie erzeugen belästigende, unästhetische Gerüche und Gase, die giftig wirken können (3).

Die Prüfung durch den Hygieniker ergab, daß die Kompostierung der Abfälle eine Möglichkeit zur Entseuchung auf wirtschaftlich tragbarer Grundlage bietet (4).

Die Anwendung der Müllkompostierung hat in den europäischen Ländern eine unterschiedliche Entwicklung genommen.

Übersicht 1: Kompostwerke in einigen europäischen Ländern (2)

Land	Jahr	Zahl	Ange-schlossene Einwohner	Kompost t/Jahr	Ldw. Nutzfläche je t Kompost
BR Deutschland	1968	12	838 000	80 000	173
Dänemark	1968	20	768 000	73 000	41
Frankreich	1967	43	1 730 500	165 000	206
Großbritannien	1967	21	1 449 000	138 000	142
Italien	1967	9	2 179 000	208 000	98
Niederlande	1968	16	2 124 000	202 000	11
Schweiz	1967	12	511 000	49 000	44
Spanien	1967	7	975 000	93 000	374

Italien und die Niederlande stehen mit der Zahl der Einwohner, deren Abfall in Kompostwerken aufbereitet wird, und mit der Kompostproduktion an der Spitze. Da der Kompost vornehmlich zur pflanzlichen Erzeugung verwendet wird, ist die Relation zwischen landwirtschaftlicher Nutzfläche und Komposterzeugung ein interessantes Kriterium. Während z. B. in Holland 11 ha auf 1 t Kompost kommen, ist das Verhältnis bei uns 178 ha je 1 t Kompost. Man muß diesen Vergleich fortsetzen: Holland nimmt auch in der Anwendung mineralischer Düngemittel in der Welt den ersten Platz ein und überflügelt uns in der Produktion je ha.

Bei der Vielfalt der Einflüsse auf die pflanzliche Produktion wird man dem Beispiel Holland in der Kompost- und in der Mineraldüngeranwendung nicht gern den anderen ausschließenden ersten Platz einräumen. Jedoch ist das Sträuben angesichts der Tatsachen vergeblich. Holland begann 1931 mit der Anwendung von Müllkompost im Landbau im großen Stil, als das Kompostwerk in Wijster errichtet wurde, das auch heute noch der Welt größtes ist. Um diesen Vorsprung im planmäßigen Aufbau ertragsfähiger Böden einzuholen, sind zielbewußte Maßnahmen erforderlich.

Nicht nur in der Beziehung von Kompostanwendung und Flächenproduktivität kann Holland uns Hinweise geben, beachtenswert ist auch die Änderung der Kompostanwendung im Verlauf der Zeit.

Übersicht 2: Kompostlieferung an die verschiedenen Verbrauchergruppen

Angaben der VAM, % der Gesamtlieferung

	1959	1963	1967
Acker- und Weideland	48	22	9
Hühner- und Schweinehaltung	2	1	2
Gemüsebau	18	23	21
Blumenzwiebelkultur	4	14	15
Obstbau	3	10	4
Forstwirtschaft	3	—	—
Landschaftspflege	22	30	49
Gesamtproduktion t	194 300	205 600	182 700

Die wesentliche Veränderung betrifft die Kompostanwendung auf Acker- und Weideland: eine starke Abnahme von 48 % auf 9 % der Gesamtkompostauslieferung im Zeitraum von 1959 bis 1967, während gleichzeitig der für die Landschaftspflege beanspruchte Anteil von 22 auf 49 % anstieg.

Angesichts dieser Entwicklung könnte man Bedenken haben, der Landwirtschaft heute die Kompostanwendung zu empfehlen. Man würde dann jedoch übersehen, daß Holland durch jahrzehntelange Kompostzufuhr einen großen Vorsprung in der Bodenpflege erworben hat und somit heute einen großen Teil der Kompostproduktion für die Landschaftspflege zur Verfügung stellen kann.

Folgende Zweige des Landbaues und der Landschaftspflege können Kompost nutzbringend anwenden:

Landbau: Zierpflanzenbau, Gartenbau, Grünlandwirtschaft, Ackerbau, Weinbau, Obstbau u. a. Spezialkulturen, Forstwirtschaft;

Landschaftspflege: Erholungsflächen (Parks, Grünflächen, Spiel-, Sport- und Zeltplätze), Straßenbepflanzung, Wiederherstellen von Bauflächen, Abdecken von Abfallplätzen, Steinbrüchen, Kiesgruben, Industrieabfallhalden, Bergbaufolgen (Abbauflächen, Senkungen, Kippen und Halden) u. a. extreme Standorte (5). Auch die Sozialbranchen des Landbaues sind hier zu nennen.

Die Beschaffenheit des Kompostes muß dem Anwendungszweck entsprechen; gemeinsam stellen alle Gebiete folgende Forderungen (12, 13):

Hoher Gehalt an biologisch umsetzbaren organischen Stoffen, hoher Gehalt an pflanzenverfügbaren Haupt- und Spurennährstoffen in zuträglicher Konzentration, frei von schädlichen Stoffen, arm an nutzlosen Ballaststoffen.

Auch diese Forderungen sind entsprechend dem Anwendungsgebiet zu differenzieren. So genügen z. B. für Wald-, Obst- und Weinbau einfache Aufbereitungsverfahren, dagegen ist für Baumschulen, Rebschulen, Gartenbau, Grünanlagen, Sport- und Spielplätze ein größerer Aufwand erforderlich.

Komposte aus normalen Haushaltsabfällen sind im allgemeinen frei von pflanzenschädlichen Stoffen; sie sind für Flächen geeignet, die der Ernährung von Mensch und Tier dienen. Komposte aus Industrieabfällen oder mit Zusätzen von Industrieschlammern können Stoffe enthalten, die zwar die Kompostierung nicht oder wenig beeinträchtigen, für die Ernährung von Nutzpflanzen aber ungeeignet sind. Sie sollten im Landbau nicht verwendet werden (1).

Weder im Landbau, noch in der Landschaftspflege werden Komposte benötigt, für deren Herstellung ein kostspieliger Perfektionismus betrieben wurde.

Eine Anreicherung mit Torf oder anderen organischen Stoffen kann für spezielle Zwecke sinnvoll sein. Ein Zusatz von Nährstoffen ist nicht erforderlich. Kompost bewirkt in erster Linie eine Verbesserung der physikalischen Bodeneigenschaften, die Nährstoffversorgung der Pflanzen erfolgt einfacher, preiswerter und gezielter durch Handelsdüngemittel (7).

Die aufgezählten Anwendungsgebiete im Landbau und in der Landschaftspflege können nach der Häufigkeit der Kompostzufuhr in zwei Gruppen geteilt werden: einmalige Kompostgabe zur ersten Melioration oder Rekultivierung der Fläche und wiederholte Kompostzufuhr in ein- oder mehrjährigen Abständen zur Erhaltung und weiteren Verbesserung des Kulturzustandes des Bodens.

Die wiederholte Kompostzufuhr soll zusammen mit anderen Maßnahmen der Düngung und Bodenbearbeitung eine bestimmte Wirkung hervorrufen. Das ist nur möglich, wenn die Eigenschaften des Kompostes bekannt sind, so daß er in richtiger Menge und zum richtigen Zeitpunkt appliziert wird. Aus diesem Grund sollen die Kompostwerke eine Standardisierung ihrer Komposte anstreben.

Komposte verschiedener Herkunft besitzen unterschiedliche Eigenschaften; Komposte gleicher Herkunft – aus dem Einzugsgebiet eines Werkes – unterliegen den jahreszeitlichen Abweichungen der Abfallzusammensetzung, sowie den langsamen Änderungen der Verbrauchsgewohnheiten. Den jahreszeitlichen Schwankungen in der Zusammensetzung können Mischvorgänge in einem gewissen Umfang entgegenwirken. Ohne erheblichen Aufwand sollten Standardkomposte hergestellt werden, deren Eigenschaften sich über das ganze Jahr nur wenig ändern.

Die Standardisierung erleichtert die landbauliche Bewertung des Kompostes durch den zeitaufwendigen, aber unentbehrlichen Pflanzenversuch über mehrere Vegetationsperioden (10).

In der Landwirtschaft begegnet der Kompost aus Siedlungsabfällen Konkurrenzprodukten aus landwirtschaftlichen Abfällen. Stallung, Ernterückstände auf der Ackerfläche (Stroh, Rübenblatt) und Gründüngung stehen dem Landwirt als innerbetriebliche Quellen organischer Substanz für die Bodenpflege zur Verfügung. Der Umgang mit ihnen ist ihm vertraut. Siedlungsabfallkompost ist ihm unbekannt. Niemand kann erwarten, daß er Lehrgeld für ein entbehrliches Produkt zahlt.

Trotzdem sollten auch diese Landwirte für die Kompostanwendung gewonnen werden. Weil sie die Wirkung der organischen Düngung auf den Boden kennen und schätzen und weil sie die Handhabung der innerbetrieblichen Humusquellen verstehen, werden sie schneller als andere die Verwertung des Siedlungsabfallkompostes lernen.

Es gibt bei uns noch keinen breit gestreuten Erfahrungsschatz und keine Tradition in der Kompostanwendung. Das Wirkungsspektrum der Abfallkomposte ist vielfältig. Zeit und Gelegenheit sind erforderlich, um es kennenzulernen. Erfahrungen sind notwendig, um eine Regelmäßigkeit in der Abnahme von Abfallkomposten zu erreichen. Erst die regelmäßige Kompostabnahme sichert dem Verfahren den Anteil an der Lösung des Abfallproblems.

Das Kompostieren ist ebenso wenig wie das Verbrennen ein Verfahren der Abfallbeseitigung. Beide Verfahren dienen der Aufbereitung eines Teils der Abfälle zu Zwischenprodukten, deren Verwendung, Verwertung oder Beseitigung in der Verfahrensplanung zu berücksichtigen ist.

Verbrennen: Wärme, nicht brennbare und nicht verbrannte Rückstände (Schrott), Asche, Schlacke, Rauch, Staub, Geruchsstoffe;

Kompostieren: Kompost, Schrott, nicht kompostierbare Rückstände, Geruchsstoffe.

Bei beiden Verfahren bleiben Reststoffe übrig, die etwa die Hälfte des angelieferten Rohmülls ausmachen; sie müssen einem Abfallplatz zugeführt werden.

Ein Teil der Reststoffe aus der Kompostierung kann verbrannt werden, die Asche wird dem Kompost zugesetzt. Die abzulagernde Reststoffmenge wird dadurch kleiner.

Für die Auswahl des Verfahrens oder einer Verfahrenskombination sollte die Struktur des Einzugsgebietes und die Beschaffenheit der Abfälle ausschlaggebend sein. Aber „die Beurteilung der verschiedenen Abfallbeseitigungsverfahren ist eine Frage der Anschauung. Je nach Herkunft und Nei-

gung wird der Betrachter das Problem von der pragmatischen, von der dogmatischen, von der kommerziellen oder von der betriebswissenschaftlichen Seite her anpacken ...“ (11).

Häufig wird schon bei den ersten Überlegungen die Frage nach den Kosten gestellt. Sie kann jedoch erst beantwortet werden, wenn alle Detailprobleme erkannt sind und einen Lösungsvorschlag erhalten haben.

Die Kosten einer Verbrennungsanlage werden als sehr hoch bezeichnet. Dann ergibt sich folgende Reihe:

Verbrennen > Kompostieren > geordnete Ablagerung > bisheriges Verfahren.

Ein Kostenvergleich auf Grund von Ermittlungen an zwölf Kompostwerken und acht Verbrennungsanlagen in Europa ergibt folgendes Bild (2, 8):

Verfahren	Jahr der Ermittlung	Spez. Kosten DM/t Abfall bei gegenwärt. Leistung			Spezif. Baukosten DM/Jahrestonne Normalkapazität
		Betrieb	Kapital	Gesamt	
Verbrennen	1961—67	16,36	24,15	40,51	199,—
Kompostieren	1964—66	12,45	7,55	20,—	65,—

Da die bisherige, zumeist ungeordnete Ablagerung der Abfälle nur einen Bruchteil der Kosten erforderte, ist das Streben nach hohen Erlösen für die Aufbereitungsprodukte verständlich. Das betrifft insbesondere das Verbrennen setzt aber Anlagen mit großem Durchsatz voraus, d. h. mindestens 150 000—200 000 angeschlossene Einwohner. Die erforderliche Einwohnerzahl für ein Kompostwerk ist 40 000 bis 50 000.

Die Abfallkompostierung ist im Vergleich zur Verbrennung eine junge Technik. Eine stürmische Entwicklung mechani-

sierter Systeme hat zu unserer Zeit begonnen. Sie ist noch nicht abgeschlossen und wird durch die Beurteilung des Aufbereitungsproduktes, des Kompostes, beeinflusst. Durch Schulung und Beratung des potentiellen Abnehmerkreises kann die Zahl der Kompostnutzer gesteigert werden, so daß der Beitrag der Kompostierung zur Lösung des Abfallproblems in hygienisch unbedenklicher Form größer wird.

#### Literatur

1. von Hirschheydt, A.: Mineralische Industrieschlämme und Kompostierung. — ISWA Informationsblatt 1, 1969, 29—30, Zürich.
2. Jäger, B., Ferber, M.: Beispiele ausgeführter Kompostwerke. Hdb. Müll und Abfall, 5805—5842, E. Schmidt Verlag Berlin 1967.
3. Knoll, K.-H.: Die Forderungen der Hygiene. — Hdb. Müll und Abfall, 5105, E. Schmidt Verlag Berlin 1965.
4. Knoll, K.-H.: Aufgabe der Kompostierung in hygienischer Hinsicht. — Hdb. Müll und Abfall, 5152, E. Schmidt Verlag Berlin 1968.
5. Olschowy, G.: Gestaltung und Begrünung von Abfallplätzen und extremen Standorten. — IAM 4. Internat. Kongreß Basel 1969.
6. Olschowy, G.: Glück auf kleiner Parzelle. Zeit Nr. 3, S. 27, 1970.
7. Sauerlandt, W., Tietjen, C.: Humuswirtschaft des Ackerbaues. — DLG-Verlag Frankfurt a. M. 1970.
8. Schmidt-Tegge, J. D., Lauer, H.: Beispiele ausgeführter Verbrennungsanlagen. — Hdb. Müll und Abfall, 7705—7739, E. Schmidt Verlag Berlin 1966, 1969.
9. Teensma, B.: Veränderungen in Herstellung und Anwendung von Müllkompost in den Niederlanden. — IAM 4. Internat. Kongreß Basel 1969.
10. Tietjen, C.: Methoden zur Beurteilung von Kompost, Pflanzenversuche. — Hdb. Müll und Abfall 6642, E. Schmidt Verlag Berlin 1968.
11. Wuhrmann, K.: Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Abfallbeseitigungsverfahren. — IAM 3. Internat. Kongreß Trient 1965.
12. Richtlinien für die Anwendung von Müll- und Müllklärschlammkomposten im Weinbau. — Deutscher Weinbauverband, Bonn, 1966.
13. Der Landbau und die Komposte aus Siedlungsabfällen. — Informationsschrift d. Zentralst. f. Abfallbeseitigung, Berlin, 1968.



Abb. 29: Unkontrollierte Ablagerung von Abfällen an einer Bundesstraße

## Die wirtschaftliche Beurteilung der Abfallkompostierung, des Kompostabsatzes und der Kompostanwendung

### Einleitung

In den nordischen Ländern hat der Landbau aus klimabedingten Gründen keinen Bedarf an Kompost. An einen Kompostverkauf ist kaum zu denken. Wenn dort trotzdem eine große Anzahl von Kompostierungsanlagen im Betrieb ist, dann war für die Wahl dieser Methode der schadlosen Abfallbeseitigung in erster Linie die vergleichsweise billige Arbeitsweise maßgeblich.

In den Niederlanden dagegen mit ihren anderen Erzeugungsbedingungen besteht ein großes Interesse des Landbaues an einer Belieferung mit Kompost. Er ist dort verkäuflich, und die Errichtung von Kompostierungsanlagen wurde wesentlich unter dem Aspekt der Versorgung des Landbaues mit Kompost gefördert.

Es ist offensichtlich, daß in der Vergangenheit die Betrachtungsweise der Abfallkompostierung in Mitteleuropa mehr von dem Vorbild der Niederlande als dem der nordischen Länder geprägt worden ist. Daher auch die weit verbreitete aber irrige Vorstellung, allein ein gesicherter Kompostabsatz rechtfertige die Errichtung einer Kompostierungsanlage. Erst langsam bricht sich die Erkenntnis Bahn, daß eine solche Anlage durchaus in der Lage sein kann, auch ohne Kompostverkauf wirtschaftlicher zu arbeiten als eine Verbrennungsanlage. Wir werden sehen, in welchem beträchtlichem Ausmaß das der Fall sein kann.

Andererseits haben wir aber auch im vergangenen Jahrzehnt gelernt, daß die Kompostierung – von Ausnahmen abgesehen – allein nicht in der Lage ist, das gesamte Abfallproblem zu lösen. Es gibt Abfälle, die nicht oder doch nur schwer zu kompostieren sind und besser verbrannt oder abgelagert werden. Eine grundsätzliche Forderung muß jedoch bleiben, daß Lösungen gefunden werden, die erlauben, alle Abfälle einer Region in möglichst wirtschaftlicher Weise zu beseitigen. In Zukunft wird daher in aller Regel nur noch eine Kombination von Kompostierung, Verbrennung und Ablagerung als Alternative zur Kombination Verbrennung und Ablagerung zu verantworten sein. Diese Entwicklung findet natürlich auch ihren Niederschlag in der Wirtschaftlichkeit der Anlagen und damit in den Kosten, die der Bürger als Abfallerzeuger aufzubringen hat. Aber auch beim Kompostabnehmer hat sich die Situation im letzten Jahrzehnt geändert. Dort, wo man früher zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit auf die Zufuhr organischen Materials von Herkünften außerhalb des Betriebes angewiesen war, erzeugt man heute in weiten Bereichen die organischen Stoffe zunehmend billiger am Ort des Bedarfs. Das beeinflusst natürlich die Wirtschaftlichkeit der Kompostanwendung und damit die Bereitschaft zur Kompostabnahme. Die Bedingungen, unter denen eine Kompostabnahme für den Landbau noch tragbar ist, bedürfen einer Überprüfung.

### Wirtschaftlichkeit der Komposterzeugung

Versuchen wir nun, uns zunächst einmal ein Bild über die Wirtschaftlichkeit der Komposterzeugung im Rahmen der Abfallwirtschaft zu machen. Es ist nicht leicht, auf einem so komplexen Gebiet zu vergleichbaren Unterlagen zu kommen, denn die Ausgangssituation der einzelnen Anlagen nach Abfallarten und deren Mengen wie die Verwertungsmöglichkeit der entstehenden Produkte differieren natür-

lich beträchtlich. Aber es kommt ja schließlich nicht so sehr darauf an, für globale Betrachtungen die letzten Stellen hinter dem Komma zu kennen. Es genügt, Tendenzen aufzuzeigen.

Kostentendenzen sind von Schmitt-Tegge in seinen Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen sehr genau herausgearbeitet worden, sie werden sichtbar, wenn man die spärlichen Berichte über die Betriebsergebnisse von Einzelanlagen der Kompostierung wie der Verbrennung durchrechnet, und sie finden ihren Niederschlag in behördlichen Stellungnahmen, Richtlinien und Erlassen. Sie besagen, daß in der Regel die Investitionskosten und damit die Kapitalkosten wie auch die Betriebskosten bei den Kompostierungsanlagen niedriger liegen als bei den Verbrennungsanlagen. Nach dem Abzug der möglichen Erlöse für Dampf, Schlacke, Kompost und Sonstigem bleiben bei den Kompostierungsanlagen beachtlich niedrigere Verluste zu Lasten der Bürger als bei der Verbrennung.

Nach dem Merkblatt „Methoden der Abfallbeseitigung und ihre Fragen“, herausgegeben von der Zentralstelle für Abfallbeseitigung beim Bundesgesundheitsamt in Berlin, liegen die Investitionskosten je t jährlich zu verarbeitendem Abfall

bei der Verbrennung zwischen 100 DM und 500 DM  
und bei der Kompostierung zwischen 80 DM und 200 DM.

Und die von Schmitt-Tegge in seinen „Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bei verschiedenen Verfahren zur Beseitigung kommunaler Abfälle“ errechneten Verlustzahlen betragen

bei der Verbrennung 11 DM bis 26 DM  
und bei der Kompostierung 8 DM bis 18 DM

je t verarbeiteter Abfälle.

Damit wir die Größenordnung dieser Verlustzahlen richtig erkennen: sie bedeuten bei einem Projekt für 200 000 Einwohner – das entspricht ungefähr der Größe einer Reihe z. Z. in der Bundesrepublik Deutschland diskutierter Projekte – eine mögliche jährliche Einsparung zwischen 200 000 DM und 1 200 000 DM, oder auf den Einwohner bezogen zwischen 1 DM und 6 DM.

Die Werte von Schmitt-Tegge sind das Resultat von Untersuchungen an einer großen Zahl von im Betrieb befindlichen Anlagen. Sie finden ihre Bestätigung in den Ergebnissen konkreter Planungsgutachten, die von regionalen Zusammenschlüssen auf kommunaler Ebene an renommierte Ingenieurbüros mit dem Ziel in Auftrag gegeben wurden, in den jeweiligen Räumen die Gesamtsituation sinnvoll zu lösen.

Die dabei gefundenen Zahlen sind deshalb besonders wertvoll, weil sie von den gleichen Gegebenheiten ausgehen, vom gleichen Raum, von der gleichen Gebietsstruktur und von den gleichen Abfallarten und -mengen.

Ich möchte hier aus einer Reihe von Beispielen die Planungsergebnisse der zentralen Abfallbeseitigungsorganisation für den Kreis Pinneberg, über die der zuständige Oberkreisbaurat Graeber berichtet hat, anführen.

Tabelle 1:

**Planungsergebnis Pinneberg in DM  
nach Oberbaurat Graeber**

	Verbrennung	Kombination Kompostierung/ Verbrennung	Ersparnis der Kombination
Gesamtinvestitionen	14 100 000	11 700 000	2 400 000
Jährliche Kapitalkosten	1 400 000	1 150 000	250 000
Jährliche Betriebskosten	2 290 000	1 360 000	930 000
Jährliche Gesamtersparnis			1 180 000

Es werden dort bei der Wahl der Kombination Kompostierung – Verbrennung – Ablagerung gegenüber der Kombination Verbrennung – Ablagerung an Baukosten 2,4 Millionen DM und an jährlichen Aufwendungen 1 180 000 DM gespart.

Dieses Resultat wurde erzielt, obwohl – in der Annahme, daß im dortigen Raum kein Interesse an Kompostbelieferung besteht – die Ablagerung des gesamten Kompostes an der gleichen Stelle, an der im Falle der Verbrennung die Schlacke abzulagern war, einkalkuliert ist.

Den Berechnungen lagen die detaillierten Unterlagen der führenden europäischen Firmen für den Bau von Verbrennungsanlagen wie von Kompostierungsanlagen zu Grunde. Der Kreis Pinneberg hat sich auf Grund des Gutachtens inzwischen zum Bau der Kombinationsanlage mit dem Schwerpunkt Kompostierung entschlossen.

Weitere Beispiele weisen die gleiche Tendenz aus. Bei Einwohnerzahlen von 100 000 bis 250 000 Einwohnern liegen die jährlichen Ersparnisse zwischen 300 000 und 800 000 DM. Man kann also davon ausgehen, daß im allgemeinen bei der modernen Art der Kompostierung – d. h. der Kombination von Kompostierung, Verbrennung und Ablagerung – das Ziel der restlosen Beseitigung aller Abfälle einer Region erreicht und dabei das Kriterium der größeren Wirtschaftlichkeit gegenüber der Verbrennung in vollem Umfang erfüllt wird. Das gilt selbst dann, wenn kein Kompost verkauft werden kann.

Freilich – das muß an dieser Stelle gesagt werden – ist die Wirtschaftlichkeit nicht das einzige Kriterium, das bei der Wahl zwischen Kompostierung und Verbrennung zu berücksichtigen ist. Auch Platzfragen, Verkehrsverhältnisse und andere Gesichtspunkte müssen geprüft und bei den Überlegungen in Betracht gezogen werden. So schließen in Großstädten die örtlichen Verhältnisse im allgemeinen die Wahl der Kompostierung als Schwerpunkt-Methode für die Abfallbeseitigung aus. Man wird sich dort in der Regel für die Verbrennung als Schwerpunkt-Methode entscheiden müssen, selbst dann, wenn die Wirtschaftlichkeitsrechnung ergeben sollte, daß sie teurer ist.

#### **Wirtschaftliche Bedeutung des Kompostabsatzes**

Untersucht man, wie weit eine Kompostabgabe gegen Entgelt das wirtschaftliche Ergebnis der Abfallbeseitigung zu beeinflussen vermag, so wird man schnell feststellen, daß die Zahlen je nach Standort der Anlage und damit auch je nach dem Schwerpunkt ihrer Aufgabenstellung stark streuen. Wir haben gehört, daß in Nordeuropa der Entschluß zur Abfallkompostierung als Alternative zur Abfallverbrennung betont aus wirtschaftlichen Gründen erfolgt. Die Kompostierungsanlagen dienen dort der Homogenisierung und Hygienisierung der Abfälle, und mit dem Kompost werden in der Regel Bodenvertiefungen aufgefüllt, neues Kulturland gewonnen und dergleichen. Ein Verkauf von Kompost findet nur gelegentlich statt, dementsprechend spielen die Erlöse daraus eine ganz nebensächliche Rolle und beeinflus-

sen das wirtschaftliche Ergebnis der Abfallbeseitigung nur unwesentlich. Sie vermindern die Kosten nach den mir erreichbaren Unterlagen um 0–5 %.

Ganz anders ist das Bild in den Niederlanden: dort hat die Anwendung von Stadtkompost schon im Mittelalter eine große Rolle gespielt, und die verstärkte Intensivierung des dortigen Landbaus durch Übergang zu Sonderkulturen hat in den letzten Jahrzehnten die Nachfrage nach Kompost gefördert.

Die Niederlande hatten aber auch noch das große Glück, daß gleichzeitig mit der ersten modernen Kompostierungsanlage unter Führung staatlicher und kommunaler Spitzenorganisationen eine gemeinnützige Gesellschaft, die VAM, zu deutsch „Müllabfuhrgesellschaft“ gegründet wurde. Sie hat sich seitdem zielstrebig und mit außerordentlichem Erfolg der Förderung der Kompostanwendung und des Kompostabsatzes im ganzen Land und darüber hinaus angenommen. Die VAM wurde später ergänzt durch eine weitere gemeinnützige Einrichtung, die Stichting Compost, zu deutsch „Arbeitsgemeinschaft Kompost“, die ebenfalls der Propagierung des Kompostierungsgedankens dient.

So wurden die Niederlande nicht nur zum klassischen Land der Abfallkompostierung und der Kompostanwendung. Sie sind vielmehr meines Wissens bis heute auch das einzige Land, das über eine zentrale Erfassungs- und Absatzorganisation mit allen Möglichkeiten der Förderung und Lenkung, mit einer gezielten Produktion spezieller Kompostsorten, mit einheitlichen Qualitätsrichtlinien, mit regionalem Ausgleich und mit einer bewußten Preispolitik verfügt. Es kann nicht Wunder nehmen, daß hier auch der höchste Deckungsgrad der Gesamtkosten erreicht wird, wobei die VAM-eigenen Werke an der Spitze liegen.

In den Niederlanden deckt der Erlös aus Kompostverkauf die Gesamtkosten in einer Streuung von 15–43 %. Dabei muß aber berücksichtigt werden, daß an diesem günstigen Ergebnis in stark zunehmendem Maß der Kompostverkauf an öffentliche und private Grünanlagen zu hohen Preisen beteiligt ist. Der Durchschnitt dürfte bei 20–30 % gefunden werden.

In der Bundesrepublik liegt der Deckungsgrad niedriger, nämlich zwischen 10 und 20 %, in Ausnahmen um 30 %. Die diesen Zahlen zu Grunde liegenden Betriebsabschlüsse aus den skandinavischen Ländern, den Niederlanden und der Bundesrepublik stammen von Anlagen der bisherigen Prägung, die noch nicht der Gesamtabfallbeseitigung dienen, sondern nur den Hausmüll und teilweise Klärschlamm sowie Sperrmüll verarbeiten und beseitigen.

Rechnet man an den modernen Planungsprojekten, die die Gesamtabfallbeseitigung zur Aufgabe haben, die wirtschaftliche Bedeutung des Kompostabsatzes bei der Annahme des vollständigen Verkaufs durch, so kommt man zu dem Ergebnis, daß bei einem Preis von 4 DM/t Kompost 8–10 % und bei einem Preis von 8 DM/t Kompost 15–20 % der Gesamtkosten erwirtschaftet werden können.

#### **Wirtschaftlichkeit der Kompostanwendung**

Betrachten wir nun auch einige Gesichtspunkte hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit der Kompostanwendung.

Im Jahre 1961 hat eine niederländische Expertenkommission ein „Gutachten über den Bedarf von Müllkompost in den Niederlanden“ erarbeitet und kam hinsichtlich des für den Ackerbau tragbaren Kompostpreises zu dem Schluß: „daß der Preis ab Kompostwerk nicht höher als 4 fl/t liegen darf“.

Professor K i c k, Bonn, hat auf der Hochschultagung 1967 auf Grund seiner langjährigen Versuche und Wirtschaftlich-

keitsberechnungen auch zur Frage des Kompostpreises Stellung genommen und gesagt: „Etwaige Kosten für die Landwirtschaft sollten sich für Kompost auf nicht mehr als 4 DM/t belaufen.“

Es ist ja bei der Anwendung von Kompost stets zu berücksichtigen, daß zusätzlich zu den Kosten ab Werk noch recht beträchtliche Transport- und Ausbringungskosten hinzukommen. Die Transportentfernungen zwischen dem Werk und dem abzdüngenden Feldstück sind ja in aller Regel sehr viel weiter als die Entfernung zwischen dem Hof mit der Miststätte als der traditionellen Quelle organischer Stoffe für den Landbau und dem Feldstück.

Ich habe einleitend erwähnt, daß sich auch im Landbau im Hinblick auf die Bodenpflege, der ja die Kompostanwendung dient, einiges geändert hat. Man hat zunehmend erkannt, daß es schädlich ist, einen Boden längere Zeit unbegrünt oder unbedeckt liegen zu lassen. Und der technische Fortschritt mit seiner größeren Schlagkraft für die Betriebe ermöglicht es heute, auch nach der Ernte den Boden in kürzester Zeit wieder mit schnellkeimenden Gründüngungspflanzen zu bestellen, ihm wieder eine schützende Pflanzendecke zu geben und zugleich auf billigem Weg den laufenden Bedarf an Humusstoffen zuzuführen.

Im Wein- und Obstbau geht man gleichfalls dazu über, den Boden zwischen den Obst- und Rebzeilen einen Teil des Jahres oder auch langjährig mit geeigneten Pflanzen zu begrünen, die dann im notwendigen Maße gemulcht werden. Wo das Klima trocken ist und das wenige Bodenwasser den Kulturen erhalten werden muß, sieht man von einer Begrünung ab und bedeckt den Boden mit Stroh, das bei den rückläufigen Tierbeständen vielerorts ohnehin im Überfluß vorhanden ist. Beides ist wesentlich billiger und bequemer als das Einbringen von Kompost, zumal dann, wenn er auf weite Strecken angefahren und gegebenenfalls auf mühselige Weise in die Steillagen des Weinbaues gebracht werden muß.

Hinsichtlich der laufenden Versorgung der Böden mit dem nötigen Nährhumus hat sich also allerlei getan, was für den Landbau die Wirtschaftlichkeit der Kompostanwendung einschränkt. Von Ackerbau- oder Grünlandbetrieben wird man heute nicht mehr erwarten können, daß sie Kompost – von Ausnahmen abgesehen – kaufen. Sie werden allenfalls bereit sein, ihn bei kostenloser Anlieferung auf ihren Grundstücken auszustreuen.

Dort, wo der Kompost im wesentlichen aus meliorativen Gründen gegeben wird, wo es um schnellere Anreicherung des Bodens mit Dauerhumusstoffen geht, z. B. um die Verbesserung von Böden, die von Natur arm sind, etwa Sand-, Kies- oder Gesteinsböden, oder um Rekultivierungsmaßnahmen, wird man sich dagegen nach wie vor – und wie ich überzeugt bin – in zunehmendem Maße der Komposte, sofern sie preiswert sind, bedienen.

Wenn ich die Entwicklung von unserem Kreuznacher Kompostwerk her beurteile, das im wesentlichen Weinbaubetriebe beliefert, möchte ich sagen: die Zahl der Kompostinteressenten steigt ständig, aber die je ha laufend angewandten Mengen nehmen aus den oben angeführten Gründen ab. Natürlich fördert die kritische wirtschaftliche Situation des Landbaues zur Zeit und in absehbarer Zukunft diese Entwicklung zusätzlich. Noch gleicht in der jährlichen Abnahmebilanz des Kompostwerkes die steigende Zahl der Abnehmer den Rückgang der je ha angewandten Menge nicht nur aus, sondern führt insgesamt zu einer Erhöhung des Ausstoßes. Aber Stimmen der Altabnehmer mehren sich, die den jetzigen Preis von 10 DM/m<sup>3</sup> oder 12,50 DM/t für zu hoch halten, und es wird der Zeitpunkt kommen, an dem wir den Preis senken müssen, wenn der Absatz nicht leiden soll.

Ich habe den Eindruck, daß sich diese Tendenz im Landbau nicht nur in Bad Kreuznach, sondern auch in der Bundesrepublik ganz allgemein bemerkbar macht. Und auch die Statistik der Niederlande weist einen laufenden Rückgang der im Ackerbau und im Obstbau abgesetzten Kompostmengen aus, während die Abnahme im Gartenbau sich bis jetzt noch hält. Auf dem Sektor der öffentlichen und privaten Grünanlagen nimmt der Absatz dagegen laufend zu und hat inzwischen die 50%-Schwelle der Absatzstatistik überschritten.

#### **Wirtschaftlichkeit der Unterbringung der Rückstände in der Landschaft**

Abfallbeseitigung ist eine kommunale Aufgabe, bei deren Lösung neben den Forderungen der Hygiene wirtschaftliche Überlegungen eine vorrangige Bedeutung haben sollten. Klammert man einmal die Deponierung der Gesamtabfälle als Lösungsmöglichkeit aus, dann bleibt die Wahl, sie vor ihrer schadlosen Beseitigung in Kompost oder in Schlacke zu verwandeln.

Entschließt man sich zur Kompostierung in der modernen Form der Kombination mit Verbrennung und Ablagerung, dann sind einschließlich des gesamten entstandenen Kompostes 70 bis 80 Gewichtsprozent des Gesamtabfalls abzutransportieren. Entschließt man sich dagegen zur Verbrennung und Ablagerung, dann bleiben 50 bis 60 Gewichtsprozent des Gesamtabfalles wegzuschaffen. Nimmt man an, daß weder Kompost noch Schlacke in nennenswertem Umfang mit oder ohne Entgelt abgesetzt werden können – und das wird in Zukunft in vielen Fällen so sein –, dann entstehen im Fall der Kompostierung höhere Transportkosten als bei der Verbrennung.

Nun stellt sich aber die Frage, wo denn die abzufahrenden Mengen bleiben. Für die Schlacke, die in pflanzenbaulicher Hinsicht ein steriles, um nicht zu sagen fruchtbarkeitsfeindliches Substrat darstellt, bleibt nur die geordnete Deponie. Aber ausgesprochene Schlacke- und Flugaschedeponien verlangen bekanntlich aus Gründen des Wasserschutzes besondere Sorgfalt, werden nur mit Auflagen zugelassen und erfordern daher im allgemeinen wesentlich höhere Aufwendungen als Hausmülldeponien.

Kompost dagegen fördert ganz allgemein die Fruchtbarkeit und ist ein willkommenes Bodenverbesserungsmittel. Er ist unbeschränkt und in vielfältiger Weise in der Landschaft unterzubringen, wobei in der Regel keine hohen Kosten entstehen.

Vergleicht man den Gesamtaufwand für Abtransport und Unterbringen des Kompostes einerseits und Schlacke andererseits, so werden die geringeren Transportkosten im Falle der Verbrennung durch die teurere Schlackenablagerung nicht nur ausgeglichen, vielmehr wird ein Mehr an Kosten gegenüber dem Fall der Kompostierung die Regel sein.

An Hand des Beispiels Pinneberg, bei dem die gesamten Rückstände an Kompost wie an Schlacke in 10 km Entfernung vom Werk zu dessen Lasten deponiert werden und das nach den mehrfach geprüften Planungsgutachten eine jährliche Ersparnis von 1 180 000 DM zu Gunsten der Kompostierung bringt, möchte ich einige Alternativen zur Kompostdeponie aufzeigen. Sie machen die Größenordnung der wirtschaftlichen Überlegenheit der Kompostierung über die Verbrennung in ähnlich gelagerten Fällen deutlich.

1. Der Kompost wird nicht in 10 km Entfernung deponiert, sondern er wird im gleichen Umkreis vom festen Weg aus am Rand der Acker- oder Grünlandfläche in Mieten – für den Grundstücksbesitzer kostenlos – abgekippt. Von dort kann ihn der Landwirt auf seinem Grundstück verteilen. Ein solches Verfahren für stichfesten Klärschlamm der Stadt München wird in der Garchingener Heide angewandt.

Tabelle 2:

**Größenordnung  
für Alternativen zur Ablagerung von Kompost im Umkreis von 10 km**

(Beispiel Pinneberg)

Ersparte Jahreskosten 1 180 000 DM

Alternativen	zusätzliche Kosten	Es bleiben an Ersparnis jährlich
1. Kompost vom Weg am Feldrand in Mieten abkippen	keine	1 180 000 DM
2. Kompost auf Feldstück mit Streuer ausstreuen	ausstreuen 68 000 t x 4,- DM = 275 000 DM	905 000 DM
3. Land anpachten und Kompost je Jahr 10 cm hoch aufstreuen	68 ha Pacht je 300 DM = 20 000 DM 68 000 t x 4,- DM = 275 000 DM ausstreuen	295 000 DM 885 000 DM
4. Kompost vom Weg mit Schleuder ins Gelände streuen	68 000 t x 3,- DM = 200 000 DM schleudern	980 000 DM

Es entstehen aus dieser Verfahrensweise dem Kompostierungswerk keine höheren Kosten; die Ersparnis gegenüber der Verbrennung bleibt in voller Höhe bestehen.

2. Der Kompost wird wie im Falle 1 angefahren und auf den Grundstücken auf Kosten des Kompostierungswerkes ausgestreut. Es wäre dies ein ähnliches Verfahren, wie es der Niersverband am Niederrhein zur Klärschlammabeseitigung mit jährlich Hunderttausenden von Kubikmetern praktiziert.

An zusätzlichen Kosten würden dem Werk, wenn man das Ausstreuen des Kompostes mit 4 DM/t in Rechnung stellt, etwa 275 000 DM entstehen, so daß das Voraus der Kompostierung noch 905 000 DM jährlich betragen würde.

3. Für den Fall, daß Land angepachtet werden müßte, um darauf jährlich 10 cm hoch Kompost aufzustreuen, so würde das die Ausgaben des Falles 2 um ca. 20 000 DM erhöhen, und es blieben 885 000 DM jährlicher Vorsprung vor der Verbrennung übrig.

4. Schließlich ließe sich der Kompost auch von der Straße oder dem Weg aus mit einer Schleuder in einem ca. 15 bis 20 m breiten Streifen rechts und links in beliebiger Schichtstärke ausstreuen. Nehmen wir einen Kompostschleier von 4 cm Höhe an, dann brauchen wir etwa 50 km Strecke, um die Jahresproduktion des ganzen Kreises Pinneberg abzustreuen. Zum Vergleich: meine Heimatgemeinde Bad Kreuznach hat in ihrer Gemarkung 185 km Wege ohne die Straßen!

Als zusätzliche Kosten würden dem Werk etwa 200 000 DM entstehen, und es bliebe dann immer noch eine jährliche Ersparnis der Kompostierung gegenüber der Verbrennung von 980 000 DM übrig.

Ich bin nicht der Meinung, daß diese 4 Alternativen zur Kompostdeponie im Falle des Nichtverkaufs erschöpfend sind. Es gibt sicherlich noch viele andere Möglichkeiten für eine Unterbringung im Gelände. Ich glaube aber auch nicht, daß die 4 aufgezeigten Alternativen in jedem Fall und zu jeder Zeit praktiziert werden können. Eine Mischanwendung einer Reihe von Möglichkeiten wird das Ergebnis der Praxis sein.

Aber eines ist völlig sicher, daß der garantierte Kompostabsatz gegen Entgelt in gar keiner Weise eine Voraussetzung dafür ist, daß die Kompostierung mit der Verbrennung vom Standpunkt der Wirtschaftlichkeit aus konkurrieren kann.

In der Regel wird die wirtschaftliche Überlegenheit der Kompostierung über die Verbrennung eine dreifache sein:

1. Sie hat die günstigeren Investitionskosten und daraus abgeleitet die niedrigeren Kapitalkosten.
2. Sie ist billiger im Betrieb, und
3. ist sie in einer günstigeren Lage bei der Unterbringung unverkäuflicher Produkte.

Reserven für eine weitere Stärkung der Wirtschaftlichkeit der Abfallkompostierung liegen sicher noch in einer Abkehr von einem zu weit getriebenen Perfektionismus der Anlagen, den man bei heutigen Neubauten beobachten kann. Auf die Dauer wird sich die Herstellung von Feinkompost und veredelten Spezialkomposten, die in Tüten verpackt werden, nur in Sonderfällen auszahlen. Bedenken Sie doch bitte, was heute schon und erst recht in Zukunft an organischen Abfällen auf den Verbraucher zukommen wird, vom getrockneten Hühnerdung über den aus Kanada importierten Rindermist bis zu den aufbereiteten Schlachtabfällen aller Art. Sie sind in der Regel vom Ausgangsmaterial her erheblich homogener und hochwertiger als es die Stadtabfälle je sein können.

Es ist auch gar nicht einzusehen, warum primitivere Kompostierungsverfahren, etwa das Van-Maanen-Verfahren oder das neu geplante Gießener Modell oder eine Flächenkompostierung zerkleinerten Rohmülls in einer abgelegenen Landschaft heute keine Daseinsberechtigung mehr haben sollten. Die einzige Voraussetzung, die erfüllt sein müßte, wäre doch nur die ausreichende Hygienisierung des Materials. Die Erzeugungskosten könnten durch einfache Verfahren erheblich gesenkt werden. 1959 betragen die Betriebskosten je t Abfall bei den Van-Maanenbetrieben keine 50 % der übrigen niederländischen Kompostierungsanlagen. Wird noch berücksichtigt, daß bei den primitiveren Verfahren natürlich auch die jährlichen Kapitalkosten niedriger liegen, dann ergeben sich beachtliche Einsparungsmöglichkeiten. Für die Masse der in Zukunft nicht verkäuflichen und lediglich unterzubringenden Komposte wird es ganz unerheblich sein, ob sie etwas mehr oder weniger „edel“ sind. Der Schwerpunkt wird auf der größeren Wirtschaftlichkeit der Methode und der schadloseren und sinnvolleren Unterbringung der Reststoffe in der Landschaft liegen.

#### Wirtschaftliche Bedeutung einer zentralen Absatzorganisation

Zum Schluß ist noch ein Gebiet anzusprechen, das nach meiner Überzeugung ebenfalls von großer Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit der Kompostunterbringung ist: es fehlt in der Bundesrepublik – und soviel mir bekannt ist, auch

in anderen Ländern — eine über weite Gebiete tätige gemeinsame Absatzorganisation der Kompostierungsanlagen, wie sie in den Niederlanden in Form der V A M gegeben ist. Solange jede Anlage sich in eigener Regie um den Verbleib der Komposte mit allem Drum und Dran an Aufklärung, Beratung, Werbung und kaufmännischem Geschick bemühen muß, wird das Problem aus der Gesamtsicht nur mangelhaft gelöst werden können. Es ist im Zeitalter der Konzentration und der Kooperation auf allen Gebieten wirtschaftlich höchst unbefriedigend, daß sich eine Vielzahl von Werken in der Regel ohne spezielle Fachleute, sondern mit Angestellten aufgabenfremder Fachrichtungen, die zudem oft von Amts wegen die Dinge nur von der linken Hand betreiben können, um Absatz bemüht. Eine mit wenigen Spezialisten besetzte Zentrale könnte in Zusammenarbeit mit den örtlichen Stellen wesentlich wirkungsvoller, erfolgreicher und billiger arbeiten.

Kommunale Einrichtungen sind überfordert, wenn sie neben der Kompostierung auch noch für die laufende Räumung des Kompostplatzes sorgen sollen. Ich bin überzeugt, daß man sich vielerorts leichter zur Kompostierung der Abfälle entschließen würde, wenn man die möglichst wirtschaftliche Verwertung der Komposte vertraglich einer Spezial-Gesellschaft überlassen könnte. Wenn man den Gedanken fortspinnt, wäre es sogar vorstellbar, daß die gleiche Gesellschaft auch die Unterbringung der Schlacke und gegebenenfalls für die Kläranlagen die Verwertung des anfallenden Klärschlammes übernehmen könnte. Daß eine solche zentrale Einrichtung keines aufwendigen Apparates bedarf, zeigt abermals das Beispiel der V A M. Es genügen einige Spezialisten an der Spitze, die im wesentlichen beratende und koordinierende Funktionen auszuüben, Kontakte zu knüpfen und die Verwertung in die Wege zu leiten hätten. Die weitere laufende Abwicklung könnte dann weitgehend durch am Ort vorhandene Einrichtungen, Unternehmer oder dergleichen auf vertraglicher Basis geschehen.

### Zusammenfassung

1. Die moderne Kombination: Kompostierung, Verbrennung und Ablagerung mit dem Schwerpunkt Kompostierung ist in der Regel die wirtschaftlichste Methode der Abfallbeseitigung. Das gilt u. a. und vor allem für regionale Lösungen in ländlich strukturierten Räumen.

2. In Landschaften, in denen keine oder wenig Sonderkulturen vorhanden sind, und in denen Meliorationsmaßnahmen in größerem Rahmen nicht anstehen, ist eine nennenswerte Kostendeckung aus dem Kompostverkauf nicht zu erwarten.

In Gebieten mit ausreichend Sonderkulturen kann mit einer Unkostensenkung durch Kompostverkauf in der Größenordnung von 10–20 %, in besonderen Fällen bis 30 % und mehr gerechnet werden.

3. Von Ausnahmen abgesehen, sind Acker- und Grünlandbetriebe nicht in der Lage, zusätzliche Kosten für Kompostanwendung aufzubringen.

Bei Sonderkulturen dagegen kann ein erheblicher Kompostbedarf gegen Entgelt bestehen. Er wird durch Bodenverhältnisse und Klima wesentlich beeinflusst.

Ein sehr wichtiger Absatzsektor, der zudem weniger preismempfindlich ist, kann in den öffentlichen und privaten Grünanlagen erschlossen werden.

4. Es gibt viele Möglichkeiten, nicht absetzbare Kompostmengen sinnvoll im Gelände unterzubringen, ohne daß dadurch die wirtschaftliche Überlegenheit der Kompostierung über die Verbrennung verlorengehen muß. Die Überlegenheit könnte sogar gesteigert werden, wenn in solchen Fällen zu einfacheren Kompostierungsverfahren übergegangen würde.

Die These, daß eine Kompostierung der Abfälle nur dort in Betracht gezogen werden kann, wo der Kompostabsatz vorweg garantiert ist, entbehrt jeder Grundlage und sollte aus den Fachgesprächen und dem Fachschrifttum endlich verschwinden.

5. Zu einer Stärkung der Wirtschaftlichkeit der Kompostierung könnte die Schaffung einer zentralen Vertriebsorganisation wesentlich beitragen. Sie würde eine große Erleichterung für die bestehenden und zukünftigen Beseitigungsanlagen bringen und zu einer Verbesserung der ganzen Abfallsituation führen.

Ich habe versucht, Tendenzen und Größenordnungen im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der Abfallkompostierung wie der Kompostanwendung aufzuzeigen. Sie erheben keinerlei Anspruch darauf, in jedem Falle gültig zu sein. Sie wollen vielmehr ihr Teil zu der Erkenntnis beitragen, daß ohne eine detaillierte, gründliche und unvoreingenommene Einzelplanung bei der Lösung des Abfallproblems nicht auszukommen ist.

Die leider immer wieder anzutreffende Vorstellung, es genüge zur Planung der Abfallbeseitigung die örtliche Baubehörde, rächt sich, wie genügend Beispiele zeigen, in den meisten Fällen. Örtliche Dienststellen gehen nur allzu oft mit einer von sachunkundigen Politikern vorgefaßten Meinung unter Einschaltung einseitig interessierter Firmenvertreter an das Problem heran. Man sollte sich also stets erfahrener, unabhängiger und neutraler Berater und Gutachter bedienen, die einen ausreichenden Überblick über dieses so komplexe Spezialgebiet haben.

Nur so kann man erwarten, daß wirtschaftliche und sinnvolle Lösungen gefunden und Fehlinvestitionen vermieden werden.

## Abfallbeseitigung und Grundwasserschutz

### 1. Einführung

Die bisherigen Auffassungen und Vorstellungen über das Maß möglicher Verunreinigungen oder nachteiliger Veränderungen des Grundwassers durch Abfallablagerungen basieren fast ausschließlich auf Hypothesen und Theorien, weil es an entsprechenden gezielten Untersuchungen fehlte. Gerade deshalb werden die nun erschienenen Arbeiten von Nöhrling et al. (1, 2) von Farkasdi und Knoll (3) sowie von Pierau (4) dankbar begrüßt. Diese Arbeiten geben wesentliche Aufschlüsse über das Verhalten von Sickerwässern aus Abfalldeponien im Untergrund und beweisen – was seit Jahrtausenden als Selbstverständlichkeit vorausgesetzt wurde – das außerordentliche Selbstreinigungsvermögen des Untergrundes.

Nun wird allenthalben die „Selbstreinigungskraft der Natur“ genutzt, aber auch vergewaltigt. Die Selbstreinigungskraft des Wassers wurde überstrapaziert, das Verdünnungsvermögen der Luft wurde überschätzt. Nur die Selbstreinigungskraft des Bodens verbleibt noch als letzte nicht oder kaum bewußt genutzte Naturkraft; sie zu erhalten und zu bewahren, um das Grundwasser zu schützen, wird zur Lebensnotwendigkeit. Allerdings wäre es verfehlt, aus den vielen das Grundwasser beeinflussenden Faktoren lediglich einen (die Abfallbeseitigung) herauszugreifen und ihn gleichsam als Grundübel zu kennzeichnen. Wohl sind manifeste Grundwasserverunreinigungen durch Abfallablagerungen bekannt geworden (4). Die Zahl solcher Grundwasserbeeinflussungen ist aber im Vergleich mit der Zahl der bestehenden Deponien unverhältnismäßig gering, besonders aber im Vergleich mit Intensität und Zahl der durch die Landwirtschaft verursachten Grundwasserverunreinigungen (15).

Wir meinen, daß es nicht angeht, den Schutz des Grundwassers nur unter ganz wenigen Aspekten – Gefahr durch Abfallbeseitigung, Gefahr durch Mineralöle – zu betreiben, vielmehr ist eine ganzheitliche Betrachtung erforderlich.

Das Mißverhältnis zwischen vorhandenen, angeblichen oder auch vermuteten Grundwasserverunreinigungen durch Abfalldeponien veranlaßte uns, gleichsam zur Ergänzung der bereits angeführten Veröffentlichungen (1 . . . 4) Untersuchungen in zweierlei Hinsicht durchzuführen:

- Wie ist das Verhältnis von Deponiefläche zur Fläche des Grundwassereinzugsgebietes und zu anderen das Grundwasser beeinflussenden Faktoren?
- Wie groß ist die Sickerwassermenge von Abfalldeponien, und welche Stoffe werden aus der Deponie mit dem Sickerwasser in das Grundwasser verfrachtet?

### 2. Deponiefläche und Grundwassereinzugsgebiet

Um das Ausmaß möglicher Beeinflussungen des Grundwassers beurteilen zu können, war es erforderlich, in einem grundwasserhöflichen Raum entsprechende Untersuchungen durchzuführen. Wir wählten dazu den Regierungsbezirk Pfalz aus, der eine Fläche von 5448 km<sup>2</sup> einnimmt und zum Zeitpunkt der Untersuchungen eine Bevölkerungszahl von 1 278 000 Einwohnern hatte. Wir ließen durch sachkundige Bedienstete der Landratsämter jeweils an Ort und Stelle durch die Gemeindevorsteher vorbereitete Fragebogen ausfüllen. Die durchgeführten Erhebungen wurden von uns durch Befahrungen und Befragungen an jeweiligen Schwerpunkten überprüft, wobei sich eine Schwankungs-

breite von etwa 10 % ergab. Dieses Ergebnis kann als durchaus befriedigend bezeichnet werden.

Die für die Beurteilung der eingangs gestellten Fragen wesentlichen Antworten der Fragebogenaktion sind im nachstehenden wiedergegeben:

Genutzte Flächen für die Ablagerung in prozentualer Beziehung zur Bevölkerungszahl

Art des Abfallplatzes	Genutzt von % der Bevölkerung
Kies-, Sand-, Lehmgruben, Baggerseen	34,8
Sumpfgelände	18,9
Steinbrüche	14,9
Auffüllgelände	20,3
Ackerland	2,3
Eisenbahn- u. Straßendämme	0,2
Bergwerke	0,1
Wilde Ablagerung im Gelände	4,3
Abfuhr nach Orten außerhalb der Pfalz	4,2

Nach diesen Zahlen stehen Abfallplätze von nahezu 69 % der Bevölkerung in unmittelbarer Verbindung oder Berührung mit dem Grundwasser.

Die derzeit genutzten Lagerplätze für Hausmüll im Regierungsbezirk Pfalz nehmen eine Fläche von 2 km<sup>2</sup> (1,6 m<sup>2</sup>/Einwohner) ein und haben ein Volumen von 9 540 000 m<sup>3</sup> (7,5 m<sup>3</sup>/Einwohner). Die 618 untersuchten kleineren Gemeinden stellen je Einwohner im Mittel eine Fläche von 3,0 m<sup>2</sup> bzw. ein Auffüllvolumen von 14,4 m<sup>3</sup> je Einwohner bereit. Bei den 8 größeren Städten mit Einwohnerzahlen über 30 000 ist die bereitgestellte Fläche wesentlich kleiner, sie beträgt nur 1,2 m<sup>2</sup>/Einwohner mit einem Auffüllvolumen von 7,7 m<sup>3</sup>/Einwohner. Die Erhebungen ergaben weiterhin, daß in allernächster Zeit weitere Flächen für die Müllablagerung bereitgestellt werden müssen. Im einzelnen wurde festgestellt, daß die gegenwärtig vorhandenen Ablagerungsflächen

- für 51,1 % der Bevölkerung noch 0–5 Jahre,
- für 31,7 % der Bevölkerung noch für 10 Jahre,
- für 6,5 % der Bevölkerung noch für 15 Jahre und
- für 10,7 % der Bevölkerung für 20 Jahre und mehr

ausreichen. Für rd. 83 % der Bevölkerung des Regierungsbezirkes Pfalz müssen folglich in den nächsten Jahren weitere Ablagerungsflächen beschafft werden.

Im Regierungsbezirk Pfalz bestehen eine Verbrennungs- und eine Kompostierungsanlage. Nach der Planung ist die Erstellung einer weiteren Kompostierungsanlage vorgesehen. Für etwa 550–580 Gemeinden des Regierungsbezirkes wird zumindest für die nächsten 20 Jahre die Abfallbeseitigung durch Ablagerung stattfinden. Der weitere Flächenbedarf wurde mit 2 km<sup>2</sup> ermittelt.

Das Alter der bestehenden Abfallplätze wurde im Mittel mit mehr als 20 Jahren festgestellt. Ein Teil der Deponieflächen ist bereits wieder begrünt, sie brauchen im Rahmen der vorliegenden Betrachtungen nicht mitberücksichtigt zu werden, da auch die Untersuchungen von (3) besagen, daß man mögliche Beeinflussungen des Grundwassers durch alte Deponien praktisch vernachlässigen kann.

Bei einer Fläche des Regierungsbezirkes von 5448 km<sup>2</sup> stellt die Deponiefläche mit 2 km<sup>2</sup> einen Anteil von 0,037 % dar. Flächenmäßig würde das Grundwasserbeeinflussungsverhältnis 1 : 2724 betragen. Man erkennt aus diesen Zahlen, daß die Deponiefläche im Vergleich mit dem Grundwassereinzugsgebiet außerordentlich gering ist, auch wenn es sich um annähernd 800 Einzeldeponien handelt. Ergänzend ist zu bemerken, daß von keinem Abfallplatz eine Grundwasserverunreinigung bekannt ist.

In die Betrachtungen über die mögliche Beeinflussung des Grundwassers müssen auch die Friedhöfe einbezogen werden. Rechnet man je Gemeinde einen Friedhof mit einer mittleren Fläche von nur 2 ha, so beträgt die Gesamtfriedhofsfläche in der Pfalz mit 626 Gemeinden 12,52 km<sup>2</sup>, das sind 0,23 % der gesamten Regierungsbezirksfläche. Auch von den Friedhöfen sind keine Grundwasserbeeinflussungen bekannt. Die Aufzählung der möglichen Grundwasserbeeinflussungen wäre nicht vollständig, würden die landwirtschaftlich genutzten Flächen nicht erwähnt.

Nach (6) ergibt sich für die Pfalz folgende Strukturierung:

Flächennutzung	ha	%
Waldfläche	211 095	38,9
Landwirtschaftliche Nutzfläche		
Ackerland	160 630	
Dauergrünland	45 727	
Sonderkulturen	19 881	226 238
sonstiges	107 456	41,5
<b>Gesamtfläche Pfalz</b>	<b>544 789</b>	<b>100,0</b>

Nach dieser Tabelle sind 2262 km<sup>2</sup> landwirtschaftlich genutzte Fläche in der Pfalz vorhanden; das entspricht 41,5 % der gesamten Regierungsbezirksfläche.

In obiger Tabelle sind unter „Sonstiges“ bebaute Flächen, Straßen, Sportanlagen, aber auch Sumpfgebiete (Rheinauen) zu verstehen. Da auch von bebauten Gebieten, insbesondere durch undichte Kanalisierungen, eine Beeinflussung des Grundwassers ausgehen kann, muß der Vollständigkeit halber ein entsprechender Anteil in Rechnung gesetzt werden. Nach den 1963 durchgeführten Erhebungen (7) sind 77,7 % der Einwohner an eine öffentliche Sammelkanalisation angeschlossen mit einem Kanalnetz von 2089 km (332 Gemeinden). Verdoppelt man diese Zahl für die nicht angeschlossenen Einwohner und setzt man eine mittlere (hoch gegriffene) Kanalbreite von 0,50 m ein, so würde sich eine Fläche von 20,89 km<sup>2</sup> für das möglicherweise durch Abwasserkanalisierungen beeinflusste Grundwasser ergeben, das sind 0,38 % der Regierungsbezirksfläche.

In die vorliegenden Betrachtungen wollen wir die Belegungsflächen für Mineralöltanks nicht einschließen, ebenso nicht die Straßenflächen, obwohl auch sie Ursachen von Grundwasserbeeinflussungen (Streusalz) sein könnten. In der nachstehenden Tabelle sind die Flächen, von denen eine Gefährdung des Grundwassers ausgehen kann, übersichtlich zusammengestellt:

Grundwassergefährdende Fläche im Regierungsbezirk Pfalz	km <sup>2</sup>	%
Müll-, Abfallplätze	2	0,037
Friedhöfe	12,5	0,23
Kanalisierungen	20,9	0,38
Landwirtschaftl. Nutzflächen	2 264,2	41,5
<b>Insgesamt:</b>	<b>2 299,6</b>	<b>42,147</b>

Der Regierungsbezirk Pfalz stellt zwar kein in sich abgeschlossenes Flußgebiet dar, doch zählen etwa über 80 % der Fläche zum Flußgebiet des Oberrheines. Gehen wir von der Annahme aus, daß überall Grundwasser vorhanden ist und daß überall mit einer einheitlichen Spende zu rechnen ist, dann ergibt sich nach (17) eine durchschnittliche Spende von höchstens 3,5 l/km<sup>2</sup> s.

Vernachlässigt man die unter „Sonstiges“ angegebenen Flächen mit Ausnahme der Kanalisationsflächen, so errechnet sich folgendes jeweiliges Grundwasserdargebot:

Flächen	Grundwasserdargebot l/s
Nicht grundwassergefährdende Waldfläche	7 390
Grundwassergefährdende Fläche	
Müll- und Abfallplätze	7 l/s
Friedhöfe	44 l/s
Kanalisierungen	73 l/s
Landw. Nutzflächen	7 820 l/s
	<b>7 944</b>
	<b>15 334 l/s</b>

### 3. Sickerwassermenge und -beschaffenheit

#### 3.1 Abfallplätze

Es ist erwiesen, daß keine Abfalldeponie grundsätzlich wasserundurchlässig ist. Ausnahmen bestätigen die Regel. Wir waren daher bemüht, an bestehenden Abfallplätzen weitere Untersuchungen über die Möglichkeiten eines Sickerwasserflusses durch die Deponie durchzuführen. Wir ermittelten bei einer nicht geringen Anzahl von Abfallplätzen Sickerwasserflüsse, die jeweils untersucht wurden. Genauere Zahlenwerte erhofften wir uns von zwei Abfalldeponien mit vollkommen dichtem Untergrund, bei denen Sickerwassermenge und Sickerwasserfluß quantitativ bestimmt werden konnten. Diese beiden Müllplätze wurden über ein Jahr beobachtet, der Sickerwasserfluß gemessen und chemisch untersucht. Die im folgenden angegebenen Zahlen gelten für die niederschlagsreiche Zeit von Dezember 1967 bis November 1968. Die Sickerwassermenge war also relativ groß.

#### 3.11 Deponie A

Die Deponie dient einer Stadt mit 110 000 Einwohnern und der dort ansässigen Industrie. Sie wurde 1956 in Betrieb genommen und besteht nunmehr 12 Jahre. Die Höhe des abgelagerten Abfalles wurde mit durchschnittlich 10 m ermittelt. Am Fuße der hangförmig geschütteten Deponie mit einer Fläche von rd. 9 ha tritt Sickerwasser in einer Menge zwischen 0,4 und 0,7 l/s, im Mittel mit 0,5 l/s aus. Die Sickerwassermenge entspräche, dem Abschnitt 2 folgend, 5 l/s und km<sup>2</sup>.

Die von 1967 bis 1968 durchgeführten chemischen Untersuchungen des Sickerwassers führten zu folgendem Ergebnis:

BSB <sub>5</sub> :	105—236 mg/l	im Mittel: 151 mg/l
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch:	586—1310 mg/l	im Mittel: 850 mg/l
pH-Wert:	7,1—8,2	
Leitfähigkeit:	7700—9000/μS	im Mittel: 8350 μS
Chlorid (Cl <sup>-</sup> ):	880—1640 mg/l	im Mittel: 1340 mg/l
Sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ):	369—558 mg/l	im Mittel: 428 mg/l
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ):	270—310 mg/l	im Mittel: 293 mg/l
Nitrit (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ):	n. n.	
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ):	0,9 mg/l	im Mittel: 3 mg/l
o-Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ):	1,90—2,56 mg/l	im Mittel: 2,30 mg/l
hydrol. Phos.:	0,32—1,60 mg/l	im Mittel: 1,15 mg/l
Eisen (Fe-II):	0—6,5 mg/l	im Mittel: 2,2 mg/l
Mangan (Mn-II):	0—2,64 mg/l	im Mittel: 1,25 mg/l
Calcium (Ca <sup>++</sup> ):	120—180 mg/l	im Mittel: 150 mg/l
Natrium (Na <sup>+</sup> ):	540—805 mg/l	im Mittel: 675 mg/l
Kalium (K <sup>+</sup> ):	312—465 mg/l	im Mittel: 390 mg/l

### 3.12 Deponie B

Der Abfallplatz B wird seit 1964 in einem vollkommen dichten Steinbruch für eine Stadt und eine Nachbargemeinde mit rd. 180 000 Einwohnern sowie der gesamten ansässigen Industrie betrieben. Die genutzte Deponiefläche beträgt 12 ha, die Höhe des deponierten Abfalles bisher durchschnittlich 5 m. Die Sickerwassermenge tritt an einer Stelle am Fuße der Deponie punktförmig aus, sie wurde im Mittel mit 2 l/s = 0,17 l/ha gemessen. Auf den km<sup>2</sup> bezogen würde sich ein Sickerwasserfluß von 17 l/s errechnen, der zweifellos über den in Abschnitt 2 ermittelten Wert hinausginge. Hierzu ist allerdings eine Erklärung erforderlich. Als im niederschlagsarmen Jahr 1964 mit der Deponierung von Abfallstoffen in dem Steinbruch begonnen wurde, konnten an keiner Stelle der Steilwände Quellaustritte festgestellt werden, und man nahm an, daß mögliche Zuflüsse in einen zweiten derzeit noch betriebenen Steinbruch gelangen, in dem in der Tat ständig Wasser abgepumpt werden muß. Die niederschlagsreicheren folgenden Jahre führten dazu, daß aus den Steilwänden des Steinbruchs Quellen austraten, durch den Müll sickerten und an dem von uns untersuchten Sickerwasserausfluß auftraten. Es wäre folglich nicht richtig, den Sickerwasserfluß auf einen km<sup>2</sup> zu berechnen, weil das tatsächliche Sickerwassereinzugsgebiet — als Grundwassereinzugsgebiet — weitaus größer angesetzt werden muß. Wir wissen nunmehr, daß die unteren Müllschichten vollkommen mit Wasser gesättigt sind, sich also mehrere zehntausend m<sup>3</sup> in der Deponie befinden. Und gerade deswegen erschienen uns entsprechende chemische Untersuchungen vielversprechend, weil man nachweisen kann, wie sich ein Wasser verändern kann, das eine Deponie vollständig durchströmt. Die Untersuchungsergebnisse dieses Sickerwassers sind im nachstehenden zusammengestellt:

BSB <sub>5</sub> :	70—88 mg/l	im Mittel: 80 mg/l
KMnO <sub>4</sub> -Verbrauch:	382—484 mg/l	im Mittel: 470 mg/l
pH-Wert:	7,3—7,7	
Leitfähigkeit:	3810—4940 <sub>µ</sub> S	im Mittel: 4050 <sub>µ</sub> S
Chloride (Cl <sup>-</sup> ):	500—600 mg/l	im Mittel: 550 mg/l
Sulfate (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ):	1,65—30,0 mg/l	im Mittel: 13,7 mg/l
Ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ):	138—190 mg/l	im Mittel: 169 mg/l
Nitrit (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ):	0—0,13 mg/l	im Mittel: 0,04 mg/l
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ):	0—4,5 mg/l	im Mittel: 2,2 mg/l
o-Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ):	0,48—1,53 mg/l	im Mittel: 0,81 mg/l
hydrol. Phos.:	0,51—1,58 mg/l	im Mittel: 0,91 mg/l
Eisen (Fe-II):	8,0—88,8 mg/l	im Mittel: 41,7 mg/l
Mangan (Mn-II):	0—0,44 mg/l	im Mittel: 0,22 mg/l
wasserdampffl. Phenole:	0,6 mg/l	im Mittel: 0,6 mg/l

### 3.13 Diskussion der Ergebnisse

Ein Vergleich der vorgenannten Untersuchungsergebnisse führt zu dem überraschenden Ergebnis, daß, bezogen auf jeweils einen ha mit Abfall bedeckter Fläche, kaum Unterschied in der Menge der in den Sickerwässern enthaltenen Inhaltsstoffe auftreten:

	kg/ha und Jahr		Unterschied in % B gegenüber A
	Deponie A	Deponie B	
Chlorid Cl <sup>-</sup>	2 350	3 030	+ 29
anorg. geb. Stickstoff	400	400	± 0
KMnO <sub>4</sub> -Verbr.	1 490	1 420	— 5
BSB <sub>5</sub>	265	242	— 9

Es ist zu beachten, daß die Deponie A eine Abfallschicht von durchschnittlich 10 m, die Deponie B eine solche von durchschnittlich 5 m Höhe aufweist. Es wäre eigentlich zu erwarten, daß der Abfallplatz A mit der höheren Müllschicht

die größeren Zahlen liefert. Dieser Effekt wird jedoch möglicherweise von der größeren Wassermenge aus den seitlichen Zuflüssen des Platzes B wieder ausgeglichen.

Aufgrund dieser Zahlenwerte ist es angezeigt, die bisherigen Vorstellungen über die Menge der in Lösung gehenden Müllinhaltsstoffe zu korrigieren. Aufgrund von Versuchen (9) hatte man diejenigen Konzentrationen bestimmt, die aus 1000 m<sup>3</sup> Müll im ersten Jahr in Lösung gehen können und angenommen, daß aus dem alten Müll einer Deponie noch weitere Inhaltsstoffe in Lösung gehen, so daß sich die im Versuch ermittelten Zahlen noch verdoppeln. Die so ermittelten Zahlen stimmen jedoch nicht mit der Praxis überein, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

	kg/Jahr aus 1000 m <sup>3</sup> Müll		
	bisher angenommen (9)	eigene Untersuchungen	% tatsächlich vorhanden
Chlorid (Cl <sup>-</sup> ) mg/l	1 280	12	1
Sulfat (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ) mg/l	400	3,9	1
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) mg/l	780	7,4	1
(berechnet aus Ammoniumwert)			
Eisen (Fe-II)	—	0,02	—
o- u. hydrol. Phos. (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	—	0,03	—
Natrium (Na <sup>+</sup> )	2 240	6,1	0,3
Kalium (K <sup>+</sup> )	260	3,5	1
Calcium (Ca <sup>++</sup> )	1 400	1,4	0,1
BSB <sub>5</sub>	—	1,4	—
		(entsprechend 35 EGW <sub>10</sub> )	

Dieser Zahlenvergleich zeigt allzu deutlich auf, daß es gefährlich ist, laboratoriumsmäßig ermittelte Lösungsanteile von Abfallstoffen den Verhältnissen in der Natur zugrunde zu legen. Ganz deutlich werden die Verhältnisse bei einem Vergleich der laboratoriumsmäßig aus Abfallstoffen auslaugbaren Sulfat- und Nitratmengen mit den tatsächlich gefundenen Werten im Grundwasser. Die ermittelten Sulfat- und Nitratwerte lassen sich in der Natur nur ganz selten finden. Damit wird zugleich das Problem des Aufbaues einer Deponie berührt. Bei verdichteten Deponien treten, wie dies von Pierau überzeugend festgestellt wurde, ausgesprochen anaerobe Verhältnisse ein, in deren Verlauf Sulfate bis zum elementaren Schwefel und Stickstoffverbindungen bis zum elementaren Stickstoff reduziert werden können. Bei (in Versuchen) locker geschütteten Deponien, in denen aerobe Verhältnisse mit z. T. sehr hohen Temperaturen auftreten, finden dagegen keine Sulfatreduzierung und keine Denitrifikation (10) statt, was bedeutet, daß zumindest Sulfate und Nitrate unverändert in das Grundwasser eingeschwemmt werden können. Nun ist erwiesen, daß der anaerobe Abbau organischer Substanzen in der Regel langsamer verläuft als der aerobe Abbau. Das würde für verdichtete Deponien bedeuten, daß die Abbauzone für organische Stoffe zwar größer bzw. länger im Hinblick auf die Grundwasserbewegung ist, bei aerobem Abbau ist dagegen die Abbauzone geringer, jedoch ist mit Sicherheit zumindest der Sulfat- und Nitratgehalt deutlich höher. Wir meinen, daß es im Augenblick müßig ist, die Vorteile einer verdichteten gegenüber den Vorteilen einer unverdichteten Deponie auseinanderzusetzen, einmal weil vom Grundsätzlichen her eine unverdichtete Deponie nur auf Kosten einer langen Schüttfront möglich ist und zum andern auch bei einer unverdichteten Deponie mit Sicherheit eine lokale Grundwasserbeeinflussung eintritt, die zwar hinsichtlich der organischen Substanzen kleiner, hinsichtlich der anorganischen Stoffe jedoch größer ist.

Wir sind der Auffassung, daß eine verdichtete Deponie in der Regel die Norm sein wird, weshalb wir folgende das Grundwasser beeinflussende maximale Belastungszahlen nach unseren Untersuchungsergebnissen mitteilen können:

Aus einer 1 ha großen Deponie bei 10 m hoher Schüttung (die Fläche entspricht dem Bedarf für eine Kleinstadt von 10 000 Einwohnern, wenn 20 Jahre lang der Müll bis zu 10 m hoch geschüttet wird) gehen in Lösung:

	mg/sec	g/d	kg/a
Chlorid Cl <sup>-</sup>	67	5 790	2 110
Sulfat SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	21 *)	1 810	661
anorg. gebund. N	11 *)	950	347
o- u. hydrol. b. Phos. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,17	14,7	5,36
Natrium Na <sup>+</sup>	34	2 940	1 070
Kalium K <sup>+</sup>	20	1 730	632
Calcium Ca <sup>++</sup>	7,5	648	237
KMnO <sub>4</sub> -Verbr.	43	3 720	1 360
BSB <sub>5</sub>	7,5	648	237
EGW <sub>54</sub>	—	(12/Tag)	—

\*) Reduktionsvorgänge blieben unberücksichtigt

In der vorstehenden Tabelle wurden die von uns festgestellten Mittelwerte eingesetzt; die Jahreswerte erscheinen recht hoch. Bezieht man aber diese Werte etwa auf den Kubikmeter Abfall, so ergeben sich geringere Auslaugungswerte, die in keiner Relation mit den im Laboratorium ermittelten Werten stehen. Ein Beispiel hierfür liefert die Tabelle auf Seite 10.

#### b) Friedhöfe

Untersuchungen über die Beeinflussung des Grundwassers durch Friedhöfe sind nach unseren Literaturkenntnissen schon zwischen 1920 und 1930 veröffentlicht worden. Sie bestätigen übereinstimmend den außerordentlich guten Abbau der Leichen. Grundwasserverunreinigungen werden nicht berichtet. Diese Ergebnisse können anhand von Untersuchungen, die wir in Friedhofsbrunnen der oberrheinischen Tiefebene in großer Zahl durchführten, in vollem Umfange bestätigt werden. Das dort geförderte Grundwasser war in allen untersuchten Fällen sowohl chemisch als bakteriologisch einwandfrei — wenn auch nicht appetitlich.

Geht man davon aus, daß der Abbau einer Leiche innerhalb der Friedhofsfläche quantitativ stattfindet, so sind doch Abbauprodukte zu berücksichtigen, die dem Grundwasser mitgeteilt werden können. Die elementare Zusammensetzung des menschlichen Körpers nach (11) ist in der nachstehenden Tabelle aufgeführt:

O	62 %	K	0,22
C	21	Mg	0,04
H	10	S	0,64
N	3	P	0,63
Ca	1,4	Cl	0,18
Na	0,26	Fe	0,005

Die Sterbeziffer beträgt nach statistischen Erhebungen im Jahre 1967 11,3 Tote je 1000 Einwohner. Berücksichtigt man ein mittleres Gewicht einer Leiche von 50 kg, so könnten je Leiche folgende Mengen an Inhaltsstoffen in das Grundwasser übergehen:

1,5 kg N
0,13 kg Na
0,11 kg K
0,09 kg Cl

Im übrigen entspräche eine Leiche theoretisch einem BSB<sub>20</sub> von rd. 27 000 g.

Nach derzeit angewandten Friedhofsbelegungen können etwa je ha 800 bis 1000 Leichen begraben werden. Von den 1 278 000 Einwohnern des Regierungsbezirkes Pfalz sterben jährlich rd. 14 500 Menschen. Rechnet man eine

Grabruhedauer von 20 Jahren, wäre eine Friedhofsfläche für 290 000 Leichen erforderlich, nach den Belegungszahlen wäre demnach eine Fläche von mindestens 290 ha erforderlich, die tatsächliche Fläche ist jedoch wesentlich größer. Geht man von einer Grabbelegung mit etwa 800 Leichen je ha aus und rechnet man mit einer mittleren Abbauezeit von 5 Jahren, so könnten jährlich folgende hier interessierende Salzmengen in das Grundwasser gelangen:

18,6 kg N/ha
1,6 kg Na/ha
1,4 kg K/ha
1,1 kg Cl/ha

Man erkennt aus diesen Zahlenwerten, daß es sich um recht kleine Salzmengen handelt, die man in dieser Größenordnung praktisch vernachlässigen könnte. Allerdings bleiben seuchenhygienische Gesichtspunkte zu berücksichtigen, auf die im Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden soll.

#### c) Landwirtschaftliche Nutzfläche

Die Düngung landwirtschaftlicher Nutzflächen (vergl. Tabelle auf Seite 9) wird in verstärktem Umfange mit Handelsdüngern durchgeführt. Im Vergleich mit dem Jahre 1938 hat der Düngemittelverbrauch im Jahre 1967/68 wie folgt zugenommen:

Nährstoff im Düngemittel	Zunahme in %
N	134
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	70
K <sub>2</sub> O	82

Trotz der Abnahme der landwirtschaftlichen Nutzfläche um über 15 % hat sich der Düngemittelverbrauch ständig erhöht. Im hier interessierenden Regierungsbezirk Pfalz wurden in den Jahren 1965/66 und 1966/67 folgende Mengen an Düngemitteln (bezogen jeweils auf den Nährstoff) verbraucht (12):

	t	1965/1966 kg/ha	t	1966/1967 kg/ha
N	16 427,8	63,0 *)	16 962,3	65,3 *)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	15 202,5	58,3	15 451,1	59,5
K <sub>2</sub> O	24 756,8	94,9	24 210,4	93,2
CaO	3 944,9	15,1	5 738,0	22,1

\*) SCHWILLE (19) gibt die Normalgabe an Reinstickstoff für Rebflächen mit jährlich etwa 400 kg/ha (= 1770 kg/ha Nitrat) an.

Es erübrigt sich wohl, an dieser Stelle noch einmal auf den Einfluß der Düngesalze auf das Grundwasser aufmerksam zu machen, es sei auf die Arbeiten (5, 6, 13, 14, 19) verwiesen. Aufgrund eigener Untersuchungen kann man bei Stickstoffdüngern mit einer mindestens 50%igen Auswaschung rechnen (AMBÜHL ermittelte sogar höhere Werte), der Verlust des Phosphatdüngers an das Grundwasser ist wesentlich geringer und bewegt sich in Größenordnungen um 5–10 %, dagegen liegt wiederum die Verlustrate für Kalisalze mit über 50 % (15) in beachtlicher Höhe.

Neben den eigentlichen Nährstoffen sind bei den einzelnen Düngemitteln hinsichtlich der Grundwasserbeeinflussung auch die „Begleitstoffe“ wie Sulfate und Chloride zu berücksichtigen. In Anlehnung an (16) haben wir die jeweiligen Anteile der Begleitstoffe annäherungsmäßig ermittelt. In der nachstehenden Zusammenstellung sind die für das Grundwasser jeweils in Rechnung zu setzenden Anteile der Düngemittel zusammengestellt:

Versickernde Substanz	kg/ha und a
N	33
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7
K	34
SO <sub>4</sub>	24
Cl	36
<b>Gesamt</b>	<b>134 kg/ha</b>

#### d) Kanalisationsflächen

Als weitere, nicht zu vernachlässigende Beeinträchtigungsmöglichkeit des Grundwassers wurden die Ortskanalisationen aufgeführt. Nun wird es recht schwierig sein, diesen Anteil in ein allgemeines Schema einzupassen. Wir versuchten, den für das Grundwasser – im Rahmen dieser Betrachtung – wesentlichen Anteil dadurch zu ermitteln, daß wir die bereits genannte Kanalisationsfläche von 20,9 km<sup>2</sup> auf den Einwohner umrechneten. Das ergäbe 16 m<sup>2</sup>/E. Bei einer Bevölkerungsdichte von 235 E/km<sup>2</sup> ergäbe sich im Mittel eine Kanalisationsfläche von 3760 m<sup>2</sup> je km<sup>2</sup>, das wären 37,6 m<sup>2</sup>/ha. Die Berechnung des Versickerungsanteiles ist recht schwierig. Ordnet man der Kanalisationsfläche eine entsprechende Bevölkerungszahl zu, nämlich 2,35 E/ha, so würde je ha Fläche eine jährliche Abwassermenge von 91,23 m<sup>3</sup>/ha zu berücksichtigen sein (bei 120 l/Ed). Wenn davon 10 % in den Untergrund versickern, würde das Grundwasser mit folgenden Konzentrationen belastet werden:

0,91 kg Cl—/ha und a  
 0,8 kg SO—/ha und a  
 0,2 kg N/ha und a  
 3,3 kg BSB<sub>5</sub>/ha und a.

Auch diese Versickerungsanteile erscheinen recht gering.

#### 4. Schlußfolgerungen

Es wurde versucht, die wesentlichsten zivilisatorisch bedingten Einflüsse auf das Grundwasser zu ermitteln. Einige, zeitweise nicht unwesentliche Einflüsse, wie etwa die Streusalzmengen auf Straßen während der Wintermonate oder die Einflüsse durch Weidevieh wurden vorläufig vernachlässigt, obwohl auch diese Beeinflussungen örtlich beträchtlich sein können.

Will man die Beeinflussungen des Grundwassers den Gegebenheiten entsprechend beurteilen, dann ist es erforderlich, das Ausmaß der Einflüsse flächenmäßig zu betrachten. Punktförmige Beurteilungen müssen zwangsläufig zu Fehlschlüssen führen. Dies zu beweisen, soll im Nachstehenden dadurch versucht werden, daß wir unsere im Regierungsbezirk Pfalz gesammelten Untersuchungsergebnisse auf einen Quadratkilometer eines Grundwassereinzugsgebietes beziehen.

Ein Quadratkilometer = 1 000 000 m<sup>2</sup> = 100 ha gliedert sich nach vorstehenden Untersuchungsergebnissen auf in:

Müll-, Abfallplätze	0,037 % =	370 m <sup>2</sup> =	0,037 ha
Friedhöfe	0,23 % =	2 300 m <sup>2</sup> =	0,230 ha
Kanal.-Flächen	0,38 % =	3 800 m <sup>2</sup> =	0,380 ha
Landw. Nutzflächen	41,5 % =	415 000 m <sup>2</sup> =	41,500 ha
Waldflächen	38,9 % =	389 000 m <sup>2</sup> =	38,900 ha
Sonstiges	18,953 % =	189 153 m <sup>2</sup> =	18,953 ha
	100,000 % =	1 000 000 m <sup>2</sup> =	100,000 ha

Unsere im einzelnen ermittelten Untersuchungsergebnisse einsetzend ergeben sich die in nachstehender Tabelle aufgeführten Belastungszahlen. Hierbei beschränkten wir uns auf wenige charakteristische Werte, die in den üblichen Grundwasseranalysen als charakteristisch für mögliche Grundwasseränderungen bezeichnet werden:

Grundwasserbelastungen je km<sup>2</sup> Grundwassereinzugsgebiet in kg/a

Einzugsgebiet	SO <sub>4</sub>	Cl	N	BSB <sub>5</sub>
Deponien	25	78	13	8,8
Friedhöfe	0	0,3	4,3	930
Kanal.-Flächen	0,3	0,4	0,08	1,3
Landw. Nutzflächen	996	1 494	1 370	0
	1 021	1 573	1 387	940

Diese Tabelle verdeutlicht wohl in überzeugender Weise die derzeitige Situation der Grundwasserbeeinflussungen. Hinsichtlich der Beeinflussung des Grundwassers mit anorganischen Stoffen sind fast ausschließlich die durch die Landwirtschaft verursachten Düngesalzeinschwemmungen verantwortlich; hinsichtlich der organischen Belastung überwiegen die Friedhöfe.

Aus diesen Zahlenwerten resultieren bei großräumiger Betrachtung die nachstehend aufgeführten Erhöhungen der Grundwasserinhaltsstoffe durch die aufgezählten Beeinflussungen:

9,3 mg/l SO<sub>4</sub>  
 14,3 mg/l Cl  
 12,6 mg/l N  
 8,5 mg/l BSB<sub>5</sub>

An der Erhöhung der Sulfatwerte sind die Abfalldeponien mit 2,4 %, die landwirtschaftliche Düngung mit rd. 98 %, an der Chloriderhöhung die Deponien mit 5,0 %, die landwirtschaftliche Düngung mit 95 % und an der Stickstoff-erhöhung die Deponien mit 0,94 % und die Düngung mit 99 % beteiligt. Für die Erhöhung der BSB<sub>5</sub>-Belastung zeichnen die Deponien mit 0,94 %, die Friedhöfe dagegen mit 99 % verantwortlich, während die landwirtschaftliche Düngung mit Stallmist hier praktisch unberücksichtigt geblieben ist.

Die vorstehend mitgeteilten Werte über die Auswirkungen landwirtschaftlicher Düngung auf die Grundwasserbeschaffenheit erscheinen im Vergleich mit den tatsächlich festgestellten Werten noch zu günstig (17, 19), denn in einigen Bereichen des Regierungsbezirkes Pfalz sind z. B. die Nitratwerte des Grundwassers als Folge zu intensiver Düngung bereits besorgniserregend (siehe 19 und dort angegebene Literatur).

#### 5. Zusammenfassung

Durch statistische Erhebungen sowie chemische Untersuchungen wurde ermittelt, daß die möglichen Belastungen eines Grundwassers durch Abfalldeponien im Vergleich mit anderen das Grundwasser belastenden Ursachen gering sind.

Abfalldeponien stellen nur punktförmige Belastungen eines Wassereinzugsgebietes dar. Deshalb können nur durch großflächige Untersuchungen mögliche Einflüsse von Deponien auf das Grundwasser beurteilt werden.

Die vorgelegten Untersuchungen zeigen, daß Deponien selbst zu Zeiten hoher Niederschläge an der Beeinflussung des Grundwassers durch Sulfate mit 2,4 %, durch Chloride mit 5,0 %, durch Stickstoffsalze mit 0,94 % und durch fäulnisfähige Stoffe mit 0,94 % beteiligt sein können. Aufgrund

dieser Erkenntnisse wäre es verfehlt, Abfalldeponien als die größte Gefahr für das Grundwasser zu bezeichnen, ohne die anderen, weitaus wesentlicheren Beeinflusser zu nennen. Es versteht sich von selbst, daß beim Aufbau von Deponien dem Grundwasserschutz in gebührender Weise Rechnung getragen werden muß, nur sollen die erforderlichen Maßnahmen vernünftig und angemessen sein. Dies dürfte auch unschwer möglich sein, weil man durchaus in der Lage ist, nach den gegebenen hydrologischen und geologischen Verhältnissen das mögliche Ausmaß einer Grundwasserbeeinflussung durch Abfalldeponien abzuschätzen. In Zweifelsfällen können durch das Niederbringen von Beobachtungs- und Versuchsbrunnen die Grundwassergefälleverhältnisse und durch entsprechende Untersuchungen (Farb- oder Salzungsversuche ggf. geeignete Pumpversuche) die Grundwassergeschwindigkeit ermittelt und damit die Selbstreinigungsstrecke errechnet werden. Man hat also den gleichen Verfahrensgang zu wählen, wie er bei der Festlegung von Trinkwasserschutzgebieten zwingend vorgeschrieben ist (18). Aus dieser in den meisten Bundesländern als verbindlich erklärten Richtlinie wird zitiert:

„Für die Reinigung spielt neben dem eigentlichen Reinigungsvermögen des Untergrundes auch das Absterben der Bakterien und Mikroorganismen, das unter den üblichen Untergrundverhältnissen (auch bei Spaltenwässern) in der Regel nach etwa 50 Tagen austritt, eine wesentliche Rolle.“  
 „Eine ausreichende Reinigungswirkung kann angenommen werden, wenn eine Verweildauer von etwa 50 Tagen erreicht wird.“

Wir gehen mit unserer Auffassung weiter, daß nämlich nicht nur die Fließzeit bei Abfalldeponien zu berücksichtigen ist, sondern auch die Verdünnung der Sickerwässer mit der zu ermittelnden Grundwassermenge. Der Geohydrologe ist heute in der Lage, das Ausmaß einer Beeinflussung des Grundwassers durch Abfalldeponien abzuschätzen, aller-

dings wird er gezwungen sein, alle Beeinflussungsfaktoren gleichwertig zu würdigen und von der bislang einseitigen Beurteilung der Deponien abzugehen.

Wenn erkannt ist, daß Deponien nicht grundsätzlich wasserundurchlässig sind (die Abfallbeseitigung aber auch künftig trotz Kompostierung und Verbrennung überwiegend durch Ablagerung geschehen wird), dann ergibt sich in wasserrechtlicher Hinsicht die konsequente Folge, daß eine Deponie den Tatbestand einer Gewässerbenutzung erfüllt. Selbst wenn kein Grundwasser vorhanden sein sollte, verbleibt immer noch der oberflächige Wasserabfluß, der früher oder später zu einer Gewässerbenutzung führt. Daraus folgt, daß Abfalldeponien grundsätzlich in wasserrechtlicher Hinsicht als Benutzungstatbestand zu betrachten sind. Der oftmals in dieser Hinsicht zitierte § 34 Abs. 2 WHG sollte künftighin deshalb nur unter dem Gesichtspunkt einer Benutzung betrachtet werden; ihn isoliert als Verbotsparagraphen anzuwenden, wäre im Hinblick auf die vielerlei aufgezeigten Nutzungen und ohne Würdigung der einzelnen Einflußmaßnahmen verfehlt. Nur eine ganzheitliche Betrachtung und Beurteilung aller das Grundwasser beeinflussenden Faktoren läßt sichere Schlüsse über die zu erwartende Grundwasserbeschaffenheit zu. Abfalldeponien stellen in der Tat nur punktförmige Belastungen des Grundwassers dar. Ihren Einfluß auf mögliche Grundwassernutzungen zu bestimmen, ist nach unserer Überzeugung erst dann möglich, wenn durch eingehende hydrologische Untersuchungen in großflächiger Überschau das Ausmaß aller möglichen Beeinflussungen geklärt ist. Unter diesem Gesichtspunkt ist die Errichtung zentraler Deponien für größere Regionen notwendig, denn wenige Regionaldeponien lassen sich in ihren Auswirkungen auf Grund- und Oberflächenwasser gezielter beurteilen als die bisherige Fülle ungeordneter Müllkippen. Regionaldeponien wird man künftighin nur dort errichten, wo nach überörtlichen Untersuchungen die Gefahr einer weiterreichenden Grundwasserverunreinigung unwahrscheinlich ist.

## 6. Literaturverzeichnis

- (1) Nöring, F., Farkasdi, G., Golwer, A., Knoll, K. H., Matthes, G. und Schneider, W.: Über Abbauvorgänge von Grundwasserverunreinigungen im Unterstrom von Abfalldeponien. GWF 109 (1968).
- (2) Nöring, F., Golwer, A. und Matthias, G.: Auswirkungen von Industrie- und Hausmüll auf das Grundwasser. Mem. J. A. H. Congr. 1965, Vol. VII, Hannover 1967.
- (3) Farkasdi, G. und Knoll, K. H.: Mikrobiologische und hygienisch-bakteriologische Untersuchungen von Grundwasser- und Bodenproben im Gebiet zweier Abfalldeponien. Manuskript 1967 unveröffentlicht.
- (4) Pierau, H.: Vortrag Müll-Kolloquium Stuttgart 1967. Kritische Bemerkungen zum „Schichtorten-Modell“ der geordneten Ablagerung. Der Städtetag 1967 S. 582—584.
- (5) Klotter, H.-E.: Untersuchungen über die Beseitigung von Orthophosphaten und kondensierten Phosphaten aus Abwasser — ein Beitrag zum Problem der Dritten Abwasserreinigungsstufe. Jahrbuch Vom Wasser 31 (1964).
- (6) Gemeindestatistik Rheinland-Pfalz 1960/61. Teil IV: Betriebsstruktur der Landwirtschaft. Bad Ems 1963.
- (7) Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung in Rheinland-Pfalz im Jahre 1963. Bad Ems 1966.
- (8) Klotter, H.-E.: Beseitigung fester Abfallstoffe durch Ablagerung. Handb. Müll- u. Abfallbeseitigung, Erich-Schmidt-Verlag 1964.
- (9) Gewässerschäden durch Ablagerung von Abfallstoffen. Schriftenreihe VDG 16 (1967).
- (10) Kötter, H.-E.: Die Möglichkeiten zur Denitrifikation von Grundwässern. (1968) Manuskript, unveröffentlicht.
- (11) D'Ans-Lax: Taschenbuch für Chemiker.
- (12) Kreisstatistik über die Düngemittelversorgung im Bundesgebiet und Westberlin im Düngejahr 1966/67 (Teil Rheinland-Pfalz).
- (13) Ambühl, H.: Der Einfluß chemischer Düngung auf stehende Oberflächengewässer. GWF 1966, pp 357—363.
- (14) Sprenger, F.-J.: Untersuchungen über die Phosphor- und Stickstoffbelastungen der Zuflüsse eines Sees. Jahrb. Vom Wasser 34 (1967).
- (15) Harth, H.: Zum Problem der Anreicherung der Gewässer mit Kaliumsalzen und 40K. — Deutsche Gewässerkundl. Mitteilungen 1965, Sonderheft.
- (16) Industrie u. Handwerk, Reihe 9 Fachstatistiken, II. Düngemittelversorgung, Wirtschaftsjahr 1967/68. Verlag W. Kohlhammer, Mainz.
- (17) Wundt, W. u. Grahmann, R.: Die Grundwässer in der Bundesrepublik Deutschland und ihre Nutzung. Forschungen zur Deutschen Landeskunde, Bd. 104, 1958.
- (18) DVGW — Trinkwasserschutzgebiete.
- (19) Schwillie, F.: Hohe Nitratgehalte in den Brunnenwässern der Moseltalaua zwischen Trier und Koblenz. GWF 110, 1969 S. 35—44.

## Wohin mit dem Müll?

— Vorschläge aus der Sicht eines Naturschutzbeauftragten —

Innerhalb des Europäischen Naturschutzjahres 1970 ist es den Beauftragten für Naturschutz und Landschaftspflege im Regierungsbezirk Münster ein besonderes Anliegen, sich für eine saubere Landschaft einzusetzen. Bislang versuchte man, die Übeltäter der widerrechtlichen Müllablagerungen mit mehr oder weniger Erfolg dingfest zu machen. Obwohl sich bei diesen Bemühungen Ordnungsbehörden, Polizei und Gerichte mit einschalteten, griff die Verschandelung der Landschaft weiter um sich.

Die Zunahme der wilden Müllablagerungen und viele verahrloste öffentliche Müllkippen verlangen dringend nach einer besseren Form der Beseitigung und Lagerung. In der Landschaft verstreut findet man die Teile von Küchen-, Haus-, Hof-, Gewerbe- und Industrieabfällen, die von der Müll- und Sperrgutabfuhr nicht erfaßt wurden. Dieser Unrat bleibt oft auch an Brennpunkten des Erholungsverkehrs in der Landschaft liegen, bis nach Jahren endlich Gras darüber gewachsen ist. Manche Müllkippe wird wieder beseitigt. Sehr viele verbotene Ablagerungsstellen wachsen weiter an, da sie immer wieder benutzt werden.

Als Mitverantwortlicher für eine gesunde und saubere Erholungslandschaft sammelte ich zuerst im Kreis Münster praktische Erfahrungen in allen Details des Müllsektors und bat die Gemeinde- und Amtsdirektoren um die Beantwortung aller wichtigen Müllfragen. Meine auf örtlicher Ebene gesammelten Erfahrungen gab ich den Sachbearbeitern und Kreisbeauftragten für Naturschutz weiter. Die Mehrzahl der zuständigen Behörden bemühte sich um eine schnelle und gewissenhafte Beantwortung der umfassenden Punkte. Einige gaben nur widerstrebend Auskunft. Eine Kreisverwaltung war nicht in der Lage, auch nur eine Frage aus dem Gesamtbereich ihrer Gemeinden zu beantworten.

Die Müll-Tabellen der einzelnen Gemeinden lassen Ansatzpunkte für zukünftige erfolgreichere Landschaftspflegearbeiten erkennen. Die Naturschutzbeauftragten sollen anhand der Unterlagen den Kommunalbehörden die Mißstände der Müllbeseitigung und -lagerung in ihrem Gebiet aufzeigen und Vorschläge und Forderungen für eine landwirtschaftsgerechte Müllbehandlung machen.

Die vielgliedrige Arbeitskette der restlosen Müllbeseitigung bereitet schon den kleineren Haushaltungen ohne offene

Brennstellen innerhalb und außerhalb der Wohnung besondere Schwierigkeiten. In den dicht besiedelten Orten ist die Veraschung eines Großteils des Hausunrates wegen der dann überall einsetzenden Luftverunreinigungen heute nicht mehr tragbar. Die Stadt Münster versucht z. B. mit größeren Behältern und durch eine Müllabfuhr, die z. T. zweimal wöchentlich ist, diese Schwierigkeiten abzuschwächen. Trotzdem quellen auch hier viele Abfalltonnen über, und der Restmüll kann nicht immer abgefahren werden. Der Hauptgrund ist sicher darin zu suchen, daß im Durchschnitt gesehen nur jedem zweiten Haushalt eine Mülltonne zur Verfügung steht.

Weitere Unterlagen ergeben, daß die Müllgefäße in den übrigen Gemeinden fast überall die Minimalgröße von 35 und 50 Litern haben. Es bedarf hier keiner näheren Erklärung, daß diese zu kleinen Behälter nicht ausreichen, die Haushaltungen von Abfällen zu befreien.

Ein Beispiel:

Im Stadtkreis Bocholt sind alle Haushaltungen — einschließlich der 90 landwirtschaftlichen — an die Müll- und Sperrgutabfuhr angeschlossen. Die Zahl der Müllgefäße übertrifft die der Haushaltungen. Dennoch zeigt sich auch hier eine immer stärker um sich greifende Verunreinigung der Landschaft durch Unrat aller Art. Verantwortlich hierfür ist eine nur dreimal jährliche Sperrgutabfuhr und vor allem die nicht ausreichende Behältergröße von 35 Litern.

Das Anwachsen der wilden Müllkippen wird besonders dadurch unterstützt, daß im Regierungsbezirk ca. 14 % aller Haushaltungen — überwiegend landwirtschaftliche — nicht an die öffentliche Müllabfuhr angeschlossen sind (siehe Tabelle). Im Interesse einer sauberen Landschaft müssen bald Wege gefunden werden, möglichst alle Haushaltungen — einschließlich der der Landwirtschaft — an das öffentliche Müllnetz anzuschließen. Die bislang so hartnäckig von der Müllabfuhr ausgeschlossenen Familien haben ebenfalls Anspruch darauf, wenigstens zweimal im Jahr vom Müll entsorgt zu werden. Dagegen leisten sechs z. T. ländliche Gemeinden auf diesem Gebiet eine derartige Vorsorge, daß sie die Mülltonnen zweimal wöchentlich entleeren lassen.

Kreise	Haushaltungen		davon Landwirtschaft ohne	Zahl der Tonnen	Zahl der Kippen seit 1960
	mit Müllabfuhr	ohne			
Bocholt	14 650	—	90	18 000	1
Münster-Stadt	72 452	48	35	35 984	21
Ahaus	23 729	7 372	4 016	27 521	24
Beckum	44 517	5 103	2 628	48 697	47
Coesfeld	13 768	1 866	1 469	22 648	26
Münster-Land	17 599	3 996	3 348	27 732	14
Lüdinghausen	36 832	4 742	3 750	45 901	28
Steinfurt	25 189	5 949	4 202	44 565	27
Tecklenburg	26 915	10 004	4 704	29 695	37
Warendorf	13 610	3 313	2 217	15 624	21
	289 261	42 393	26 459	316 367	246

Sieben Gemeinden halten es für erforderlich, mit dem Hausmüll gleichzeitig die sperrigen Abfälle wöchentlich mitzunehmen. Wie unterschiedlich diese Regelung der Gemeinden ist, zeigt folgende Übersicht:

#### Wiederholung der Sperrgutabfuhren

Zahl der Fuhren:	keine	lt. Be- stellung	wöchent- lich	jährlich				
				1x	2x	4x	6x	12x
Zahl der Gemeinden:	3	2	7	7	22	44	10	26

Hier wäre schon sehr viel erreicht, wenn sich alle Verantwortlichen zu einer Abnahme der Sperrgüter von sechs- bis zwölfmal im Jahr entschließen könnten.

Oft klagen Industrie- und Gewerbebetriebe über eine unzureichende Abnahme ihrer Abfallprodukte. Diese Situation belastet manche Gemeinde sehr stark. Bei acht Gemeinden ist diese schwierige Frage nicht geregelt; fünf Gemeinden verfügen nicht über eine ordnungsgemäße Klärschlammabnahme oder -lagerung.

Die weitreichende Verunreinigung unserer Erholungslandschaft kann nur eingedämmt werden, wenn die verantwortlichen Politiker und Behörden jedem Bürger die bequemste und günstigste Voraussetzung für eine ordnungsgemäße Abfallbeseitigung schaffen. So müßte jeder während des ganzen Tages die Möglichkeit haben, auf dem öffentlichen Müllplatz Unrat abladen zu können. Viele Plätze sind hierfür gesperrt, andere haben sehr eng begrenzte Öffnungszeiten, die sich im Laufe der Zeit wieder ändern können. Viele Bürger werden auch durch die zu hohen Gebühren verleitet, auf dem weiten Weg zum Müllplatz den Abfall kostenlos abzuwerfen.

Verschiedene, hier nicht näher zu erläuternde Gründe sprechen dafür, daß für den hiesigen Regierungsbezirk gegenwärtig die geordnete Deponie das geeignete Verfahren zur Ablagerung von Müll ist. Dieses Gelände gehört selbstverständlich mit zur Landschaft, die wir gepflegt und gestaltet wissen wollen. In Zukunft muß das als Müllplatz vorgesehene Gelände gewissenhafter – auch unter Beteiligung des Naturschutzes – ausgesucht werden. In Richtlinien und Merkblättern des Bundes und der Länder für die Beseitigung bzw. Lagerung von Abfallstoffen werden nicht die Stellen für Naturschutz und Landschaftspflege, wohl aber viele andere Fachstellen genannt, die den Gemeinden bei den Müll-Fragen die Entscheidung erleichtern sollen. So finden wir in den Hinweisen dieser Stellen die für eine Lagerung bevorzugten Standorte aufgeführt:

Ödland, Grenzertragsböden, wasserundurchlässige Steinbrüche, Restmulden etc.

Die Wasserwirtschaft z. B. setzt für eine kontrollierte Ablagerung voraus, daß die hydrogeologische Beschaffenheit dieses Geländes keine Beeinträchtigung des Oberflächen- und Grundwassers befürchten läßt. Das Gesundheitsamt z. B. muß darauf bestehen, daß die Abfallstoffe so zu beseitigen sind, daß von vornherein keine Gefahren für die menschliche Gesundheit entstehen. Die Naturschutzstellen wollen darüber hinaus verhindern, daß aus der Platznot heraus Landschaftsteile mit hohem Erholungswert vernichtet werden. Bevor gutes Acker- und Weideland zum Müllplatz werden, überdeckt man eher das „unnütze Stück Erde“ mit einer Müllschicht. Aus landschaftlichen, wirt-



Abb. 30, 31 u. 32: Unzureichende Müllabfuhr in den Gemeinden führt zu wilden Müllablagerungen in der Landschaft

schaftlichen und hygienischen Gründen geht es nicht mehr an, daß jede Gemeinde ihren festen Müllplatz einrichtet. Die Mülldeponien sollten übergemeindlich so stark beschickt werden, daß sich der ständige Einsatz einer Planierraupe (ab 25 000 Einwohner) lohnt. Im Kreis Lüdinghausen werden bald alle Kippen durch zwei größere abgelöst. Wenn dieses Beispiel Schule machen würde, dann wären viele Gemeinden von der Sorge entbunden, von Jahr zu Jahr sich aufs neue zu fragen: „Wohin mit dem Müll?“ Im Regierungsbezirk Münster ist bis 1975 die Kapazität fast aller kleineren Kippen überschritten. Bis zu den Jahren 1985 bis 2000 haben nur noch 16 Gemeinden Gelände für Müll-Deponien zur Verfügung. Beispielgebend ist hier die Stadt Münster, die mit der Planung und Pflege gewaltiger Müllberge begonnen hat. In überschaubarer Zeit werden hier die Wunden in der Landschaft vernarbt sein und mit den eingegrünten Müllbergen neue landschaftsbereichernde Akzente gesetzt werden.

In Dorf- und Stadtnähe sollten neben den entfernt liegenden Deponien vorläufige, feste Plätze oder Großraumbehälter vorhanden sein, damit die Bewohner dort zu jeder Zeit bequem den dann noch überschüssigen Müll ablagern können.

Die ordnungsgemäße Beantwortung all dieser Müllfragen erfordert neben dem guten Willen aller beteiligten Behörden auch eine mehr oder weniger hohe Unterstützung für finanzschwache Gemeinden. Jede Gemeinde muß in der Lage sein, alle anfallenden Müll- und Sperrgutteile recht-

zeitig abzufahren, ordnungsgemäß zu lagern und ihr Gebiet sauber zu halten. Zum Schluß werden die wichtigsten Punkte nochmals zusammengestellt:

1. Alle Haushaltungen müssen genügend große Abfallgefäße haben. Die Müllgebühren sollen auf etwa 100 Liter fassende Mülltonnen abgestimmt werden.
2. Die gemeindliche Müllabfuhr muß möglichst alle Haushalte erfassen, auch die landwirtschaftlichen Betriebe und die Haushalte in den Stadtrandgebieten und Splittersiedlungen im Außenbereich. Die Sperrgutabfuhr muß regelmäßig und mindestens alle zwei Monate die Haushalte anfahren.
3. Dem Bürger muß es durch ganztägige Öffnungszeiten für die Müllkippen und unkomplizierte Gebührenerhebung so leicht wie möglich gemacht werden, seinen Abfall loszuwerden.
4. Bei der Ausweisung neuer Mülldeponien sollen die Naturschutzstellen eingeschaltet werden, um Fehlplanungen zu vermeiden und die Landschaft bei Eingriffen möglichst zu schonen.
5. Mülldeponien sind zentral und so groß anzulegen, daß das Gelände lohnend und wirtschaftlich mit einer Planierraupe täglich gepflegt werden kann. Um dieses Ziel zu erreichen, empfiehlt sich ein Zusammenschluß mehrerer Gemeinden oder Ämter zu einem Zweckverband für die Müllbeseitigung.

## Anschriften der Autoren

O. A n d r e s  
655 Bad Kreuznach, Gutleuthof

Dr. B. B e ß l i n g  
Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege  
im Reg.-Bez. Münster  
44 Münster, Domplatz 1

Dipl.-Gtn. K. B ü r g e r  
Geschäftsstelle des Deutschen Rates für Landespflege  
53 Bonn-Bad Godesberg, Heerstraße 110

Chemierat Dr. E. H a n t g e  
Landesamt für Gewässerkunde Rheinland-Pfalz  
65 Mainz, Uferstraße 19

Prof. Dr. F. H ö f f k e n  
Bundesgesundheitsamt  
— Zentralstelle für Abfallbeseitigung —  
1 Berlin 30, Stauffenbergstr. 14

Oberchemierat Priv.-Doz. Dr. H. E. K l o t t e r  
Ministerium für Landwirtschaft, Weinbau und Forsten Rheinland-Pfalz  
65 Mainz, Bauhofstraße 2

Dipl.-Ing. H. W. L e o n h a r d t  
Bundesgesundheitsamt  
— Zentralstelle für Abfallbeseitigung —  
1 Berlin 30, Stauffenbergstraße 14

Prof. Dr. G. O l s c h o w y  
Bundesanstalt für Vegetationskunde, Naturschutz und Landschaftspflege  
53 Bonn-Bad Godesberg, Heerstraße 110

Dir. Dr. H. H. S c h ö n b o r n  
Badische Anilin- und Sodafabrik AG  
67 Ludwigshafen

Dr. C. T i e t j e n  
Forschungsanstalt für Landwirtschaft  
3301 Braunschweig-FAL, Bundesallee 50

Oberchemierat Dr. J. V o g l  
Bayerisches Staatsministerium des Innern  
— Oberste Baubehörde —  
8 München, Friedrichstraße 8—16

---

## Bildnachweis

### Lichtbilder:

Abb. 1	Aktion Saubere Schweiz
Abb. 22, 23, 24, 25	BASF
Abb. 7, 29, 30, 31	Dr. B. Beßling
Abb. 2, 6, 12, 13, 32	K. Bürger
Abb. 4, 8, 9, 10	Prof. Dr. F. Höffken
Abb. 5	Prof. Dr. Langer
Abb. 11, 20, 21	Prof. Dr. G. Olschowy
Abb. 3	Siedlungsverband Ruhrkohlenbezirk

### Graphische Darstellungen:

Abb. 19	BASF
Abb. 14, 15, 16, 17, 18	K. Bürger
Abb. 26, 27, 28	Dr. J. Vogl

# Gesamtverzeichnis

für die Hefte Nr. 1–12 der Schriftenreihe des  
Deutschen Rates für Landespflege

- |                               |                                                                                                                                                       |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Heft Nr. 1<br>September 1964  | <b>Straßenplanung und Rheinuferlandschaft im Rheingau</b><br>Gutachten von Prof. Dr.-Ing. E. Gassner                                                  |
| Heft Nr. 2<br>Oktober 1964    | <b>Landespflege und Braunkohlentagebau</b><br>Rheinisches Braunkohlengebiet                                                                           |
| Heft Nr. 3<br>März 1965       | <b>Bodenseelandschaft und Hochrheinschifffahrt</b><br>mit einer Denkschrift von Prof. Erich Kühn                                                      |
| Heft Nr. 4<br>Juli 1965       | <b>Landespflege und Hoher Meißner</b>                                                                                                                 |
| Heft Nr. 5<br>Dezember 1965   | <b>Landespflege und Gewässer</b><br>mit der „Grünen Charta von der Mainau“                                                                            |
| Heft Nr. 6<br>Juni 1966       | <b>Naturschutzgebiet Nord-Sylt</b><br>mit einem Gutachten der Bundesanstalt für Vegetationskunde, Naturschutz und<br>Landschaftspflege, Bad Godesberg |
| Heft Nr. 7<br>Dezember 1966   | <b>Landschaft und Moselausbau</b>                                                                                                                     |
| Heft Nr. 8<br>Juni 1967       | <b>Rechtsfragen der Landespflege</b><br>mit „Leitsätzen für gesetzliche Maßnahmen auf dem Gebiet der Landespflege“                                    |
| Heft Nr. 9<br>März 1968       | <b>Landschaftspflege an Verkehrsstraßen</b><br>mit Empfehlungen über „Bäume an Verkehrsstraßen“                                                       |
| Heft Nr. 10<br>Oktober 1968   | <b>Landespflege am Oberrhein</b>                                                                                                                      |
| Heft Nr. 11<br>März 1969      | <b>Landschaft und Erholung</b>                                                                                                                        |
| Heft Nr. 12<br>September 1969 | <b>Landespflege an der Ostseeküste</b>                                                                                                                |

\*Die Hefte 3, 6 und 7 sind vergriffen.

Auslieferung:

Buch- und Verlagsdruckerei Ludw. Leopold KG  
53 Bonn 1, Postfach

# DEUTSCHER RAT FÜR LANDESPFLEGE

Schirmherr:	Bundespräsident Dr. Dr. Gustav Heinemann
Ehrenratsmitglied:	Bundespräsident a. D. Dr. h. c. Heinrich Lübke
Mitglieder:	Graf Lennart Bernadotte, Schloß Mainau – Sprecher des Rates Prof. Dr. Konrad Buchwald, Hannover Staatssekretär a. D. Prof. Dr. Werner Ernst, Münster Staatsminister a. D. Joseph P. Franken, Bad Godesberg Bauassessor Dr.-Ing. E. h. Hans Werner Koenig, Essen Prof. Erich Kühn, Aachen Prof. Dr. Gerhard Olschowy, Bonn – Geschäftsführer des Rates Staatsminister a. D. Dr. Otto Schmidt, Wuppertal-Eilberfeld Regierungspräsident a. D. Hubert Schmitt-Degenhardt, Aachen Staatssekretär i. R. Dr. Dr. h. c. Theodor Sonnemann, Bonn Prof. Dr. Julius Speer, Bad Godesberg Staatsminister a. D. Prof. Dr. Erwin Stein, Baden-Baden Dr. h. c. Alfred Toepfer, Hamburg Prof. Dr. phil. Dr. med. Rudolf Wegmann, Maxhöhe, Starnberger See
Geschäftsstelle:	53 Bonn-Bad Godesberg, Heerstraße 110, Telefon 5 58 51