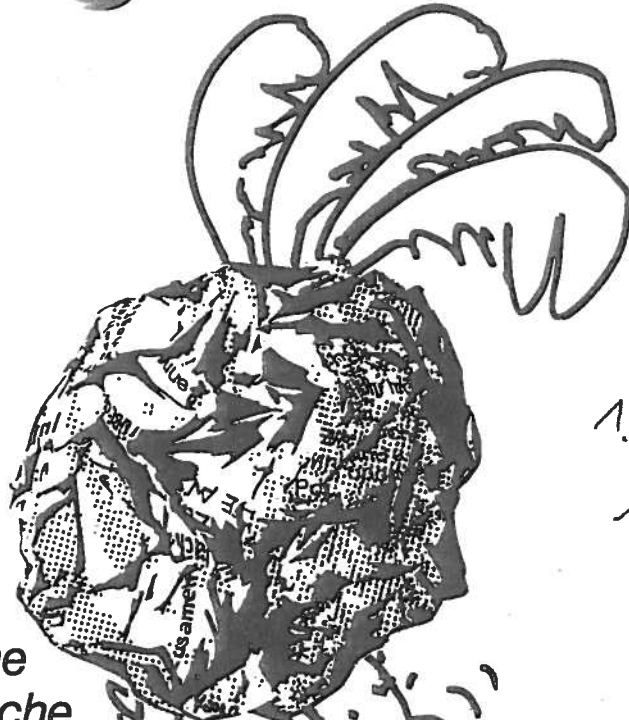


Ulrich Kost, Martin Krauß und Rolf Neidhardt

Vergraben? Verbrennen? Vergessen?

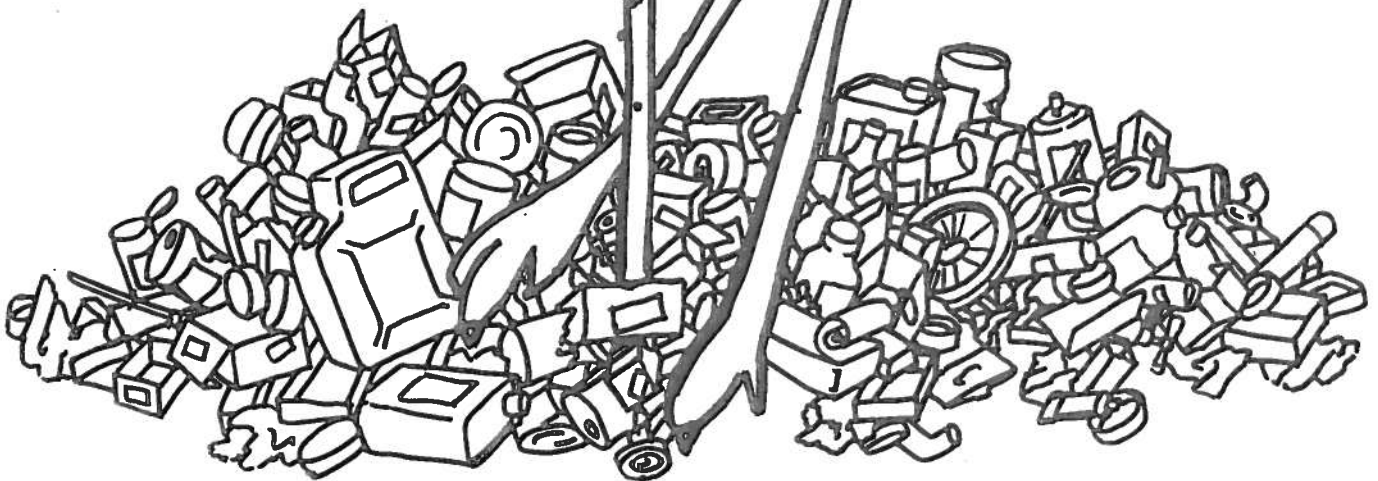


1. Auflage

1986

Konzept für eine
umweltfreundliche
Abfallwirtschaft

Mitarbeit:
Erich Bayer
Gisela Dittert
Loeki Häger-Hogerland
Gerd Heufelder
Christel Kraushaar
Ilsemarie Schönherr



Bund für
Umwelt und
Naturschutz
Deutschland
e.V.



BUNDpositionen 9



In seiner Reihe *BUND-positionen* bezieht der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. Stellung zu wichtigen umweltpolitischen Themen und Ereignissen.

Die formulierten Aussagen geben den momentanen Stand der Diskussion innerhalb des Verbandes wieder. Die *BUND-positionen* stellen keinen Absolutheitsanspruch. Sie sollen zur laufenden Diskussion Beiträge liefern. Nach entsprechendem Zeitablauf und Vorliegen neuerer Erkenntnisse werden sie fortgeschrieben.

Die Reihe *BUND-positionen* wird vom Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) herausgegeben.

Redaktion: Lorenz Graf (V.i.S.d.P.)
Grafik: Riedel 5206 Neunkirchen
Druck: Grafische Werkstatt Briese-
meister und Reiche, Wachtberg 1986

Die *BUND-positionen* sind zu beziehen über:

Bund für Umwelt und Naturschutz
Deutschland e.V. (BUND)
In der Raste 2 – 5300 Bonn 1

gegen Voreinsendung von je DM 4.–
in Briefmarken (Abgabe an Medien-
vertreter kostenlos).



INHALTSVERZEICHNIS

	Seite		Seite
1. Gegenwärtiger Stand: Die Müllberge unserer Konsumgesellschaft	4	3.4 Möglichkeiten und Wege zur Verwertung und Vermarktung der gewonnenen Sekundär- Rohstoffe	35
2. Kritik an gegenwärtigen Verfahren zur Behandlung des unsortierten Mülls	6	3.4.1 Kompost	35
2.1 Deponierung	6	3.4.2 Altpapier	37
2.2 Verbrennung	8	3.4.3 Altglas	37
2.3 Kompostierung	14	3.4.4 Kunststoffabfälle	38
2.4 Pyrolyse	15	3.4.5 Eisenschrott und Dosenschrott aus Eisenblech	38
2.5 Behandlung spezieller Abfallarten	16	3.4.6 Aluminiumabfälle	39
2.5.1 Klärschlamm	16	3.4.7 Sonstige Altstoffe	39
2.5.2 Bauschutt	18	3.4.8 Versteigerung der Altstoff-Verwertung	39
2.5.3 Erdaushub	19	3.5 Verbleib der nicht verwertbaren Reste – künftig noch erforderlicher Deponieraum	39
2.5.4 Sonderabfälle	20	3.6 Schrittweiser Aufbau einer Abfallwirtschaft	40
3. Die Alternative: Das BUND-Konzept einer umweltfreundlichen Abfallwirtschaft *)	22	3.7 Kostenvergleich und Kostenminimierung	40
3.1 Strategien zur Abfall-Verminderung und -Vermeidung	23	3.8 Beschäftigungseffekt	41
3.1.1 Einweg-Verpackungen	23	4 Anhang	43
3.1.2 Verbundstoffe für den Einmalgebrauch	24	5 Entscheidungshilfen	44
3.2 Strategien zur Abfall-Entgiftung	25	5.1 Weiterwursteln wie bisher?	44
3.2.1 Getrennte Erfassung von Sonderabfall- Kleinmengen	25	5.2 Müllverbrennung oder Recycling?	44
3.2.2 Verringerung und Vermeidung von Schadstoffen	25	5.3 Abfälle getrennt sammeln – aber wie?	45
3.3 Das BUND-Konzept einer umweltfreund- lichen Abfallwirtschaft – konkretisiert	26	6 Literaturverzeichnis	46
3.3.1 Bestandteile des Hausmülls und hausmüll- ähnlichen Gewerbemülls	28		
3.3.2 Warum getrennte Einsammlung	28		
3.3.3 Bereitstellung, Einsammlung und Transport der verschiedenen Abfallarten	32		
3.3.4 Aufarbeitung der getrennt gesammelten Abfälle	32		
3.3.4.1 Kompostierung der Garten- und Küchenabfälle	32		
3.3.4.2 Biogasgewinnung aus organischem Abfall	34		
3.3.4.3 Sortierung der Wertstoffe aus der Altstofftonne	34		

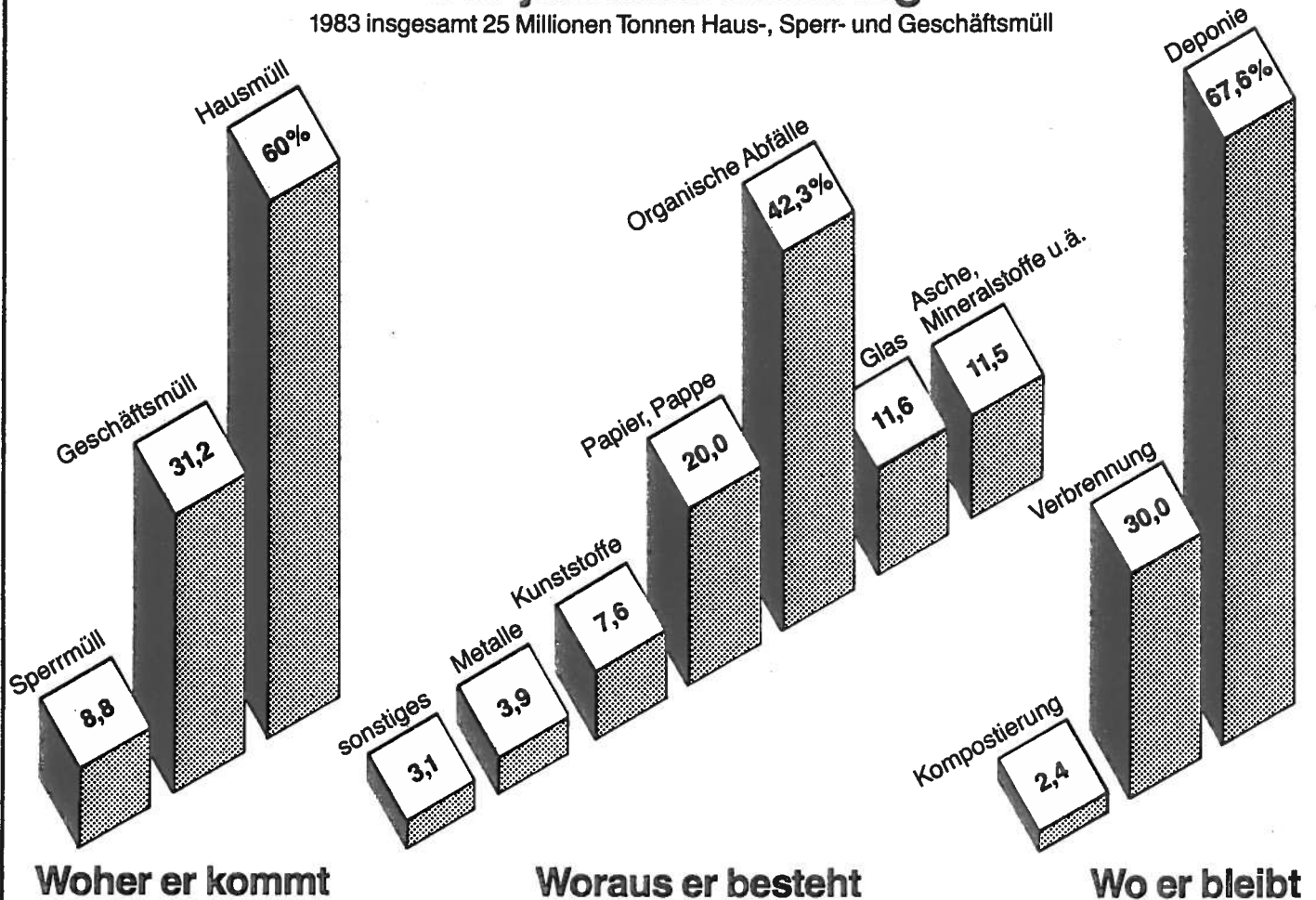
Die Verfasser danken den Herren Professor Dr. H. Vogtman, Dipl.-Ing. K. Fricke und Dipl.-Ing. Th. Turk, Gesamthochschule Kassel – Fakultät für alternativen Landbau, Witzenhausen, sowie Herrn Professor Dr. P. Krauß, Universität Tübingen, für ihre Anregungen und die Überlassung von Informationen

*) zugleich 2. erweiterte Auflage des Konzepts des BUND, Landesverband Hessen e.V., Frankfurt/M. Okt. 1984!)



Der jährliche Müllberg ⁽¹²⁾

1983 insgesamt 25 Millionen Tonnen Haus-, Sperr- und Geschäftsmüll



Woher er kommt

Woraus er besteht

Wo er bleibt

Abb. 1:

Dazu kommen 1,1 Millionen Tonnen separat gesammelter Müll (z. B. Flaschen in Containern), der direkt wiederverwertet wird.

Aufgrund anderer Quellen lassen sich folgende Zahlen ermitteln (13-15), siehe auch (11):

1. Gegenwärtiger Stand: Die Müllberge unserer Konsumgesellschaft

In den zurückliegenden Jahren des fast stetigen wirtschaftlichen Wachstums ist die Menge an Hausmüll ebenfalls beträchtlich angestiegen. Der notwendige Schutz von Natur und Umwelt zwingt daher zu ernsthaften Überlegungen zur Bewältigung des Hausmüllaufkommens.

Hausmüll, Sperrmüll und hausmüll-ähnlicher Gewerbemüll pro Einwohner und Jahr ca. 500 kg ± 30 Millionen t (1983) davon:

<i>kompostierbare Anteile einschließlich erdiger Feinmüll (Staub/Asche) ohne Papier</i>	220 kg = 44%
<i>Papier + Pappe</i>	125 kg = 25%
<i>Glas</i>	60 kg = 12%
<i>Kunststoffe</i>	30 kg = 6%
<i>Metalle</i>	20 kg = 4%
<i>Mineralische Stoffe (Keramik/Ton, Steine)</i>	15 kg = 3%
<i>Verbundstoffe und Sonstiges</i>	30 kg = 6%

500 kg = 100%



Der neuerdings (Bezugsjahr 1980) erreichte allgemeine Stand der Müll-Erzeugung in der Bundesrepublik Deutschland und dessen Beseitigung läßt sich für die einzelnen Müll-Kategorien wie folgt wiedergeben:

Hierbei wird vielfach übersehen, wie schnell dieser Weg in eine neue Sackgasse führt.

Das Abfallwirtschaftliche Programm des BUND soll demgegen-

Schwandorf beweist, an die 6 Landkreise und 3 kreisfreie Städte angeschlossen sind (maximale Entfernung 120 km).

Die vom BUND vorgeschlagene recyclingorientierte Abfallwirtschaft auf der Basis dezentraler Strukturen, ist auch unter wirtschaftlichen Aspekten als vorteilhafter zu bewerten.

Derzeit (Sept. 1985) liegen Novelierungs-Entwürfe für das Bundesabfallgesetz und für das Hessische Abfallgesetz vor. In beiden ist die Getrenntsammlung verwertbarer Abfälle, ein Verwertungsgebot und der Vorrang der stofflichen vor der thermischen Verwertung vorgesehen.*)

Der BUND begrüßt dies ausdrücklich, insbesondere weil die Absicht deutlich wird, von der Abfallbeseitigung zur Abfallwirtschaft überzugehen.

Der BUND kritisiert aber den ebenso erkennbaren Vorrang für das Recycling einzelner Altstoffe, weil er befürchtet, daß sich hier eine (privatisierte) „Rosinenpickerei“ entwickeln wird, die eine ökologische Abfallwirtschaft zwar nicht ausschließt, aber doch behindert.

Nach dem Abfallwirtschaftskonzept des BUND müssen in den Gesetzesentwürfen die natürlichen Gesetzmäßigkeiten stärker berücksichtigt werden, vor allem die saubere Getrenntsammlung der kompostierbaren Abfälle aus Küche und Garten und ihre Kompostierung.

Auch eine Industriegesellschaft kann auf den Humuskreislauf nicht verzichten. Nur durch seine Einbeziehung können Verwertungsquoten von bis zu 80% erreicht werden. Demgegenüber gehen beide Gesetzesentwürfe von wesentlich geringeren Verwertungsquoten aus.

*) Daß die Bundesregierung inzwischen vom Prinzip des Vorrangs der stofflichen Verwertung wieder abrückt, wird vom BUND bedauert und als schlimmer Rückfall angesehen.

Müll-Kategorie	Anfall (Mio. t)	Ablagerung	Verbrennung	Kompostierung	landwirtschaftl. u. ähnl. Verwertung
Hausmüll, Sperrmüll und hausmüllähn. Gewerbemüll	30	69% (4500 Anlagen)	29% (46 Anlagen)	3% (18 Anlagen)	ca. 1-2%
produktionsspezifische Abfälle	15	90%	10%	—	—
Bauschutt	28	99%	—	—	—
Erdaushub	105	100%	—	—	—
Klär- u. Fäkal-schlamm (Wassergehalt = 95%)	50	49%	8%	3% (30 Anlagen)	40%
Industrieschlämme	10	99%	1%	—	—
landwirtschaftliche Abfälle	260	—	—	—	98%

Abb. 2: Quelle: Statistisches Bundesamt (16), siehe auch (17)

Von seiten der gesetzgebenden Gremien und Regierungen in Bund und Ländern wurden entsprechende Gesetze, Verordnungen, Pläne sowie sonstige Vorschriften, Bestimmungen, Richtlinien, Merkblätter und Bekanntmachungen erlassen, die die Art und Weise einer angeblich „geordneten Beseitigung von Abfällen“ regeln sollen.

Die bisher betriebene Abfallpolitik war nicht auf Verringerung oder Verwertung ausgerichtet, sondern lediglich auf die vorgebliche Beseitigung des Müllberges. Von Anlagen zum Recycling war bisher praktisch nirgends die Rede.

Das immer noch zunehmende Abfallaufkommen hat die beseitigungspflichtigen Körperschaften und verantwortlichen Politiker zum Teil in eine völlig defensive, geradezu panikartige Haltung gebracht. Wobei die Müllverbrennung in manchen Bundesländern noch immer als der einzige Ausweg angesehen wird.

über aufzeigen, daß ökologisch orientierte Neuansätze schon jetzt praktikabel sind. Eine konsequente Umsetzung dieser Vorschläge kann Bürger, Politiker und Verwaltungen aus der gegenwärtigen Zwangslage befreien.

In den Abfallbeseitigungsplänen aller Bundesländer herrscht derzeit noch der Trend zur Großtechnologie und Zentralisierung vor. Die Konzentration der Ablagerung auf geordneten Großmülldeponien und die Reaktivierung zigtausender Müllkippen hatten im Hinblick auf Grundwasser- und Landschaftsschutz durchaus ihre Berechtigung. Die Zentralisierung wurde aber eher unter rein betriebswirtschaftlichen Gesichtspunkten betrieben. Mit den dadurch längeren Transportwegen für den Müll entstand eine zusätzliche Umweltbelastung.

Gelegentlich wurde mit dieser Zentralisierung noch erheblich über das gesteckte Ziel hinausgeschossen, wie die Müllverbrennungs-Anlage



2. Kritik an gegenwärtigen Verfahren zur Behandlung des unsortierten Mülls

2.1 Deponierung

Die Deponierung des Gesamtmülls ist derzeit noch die billigste Art des Beiseiteschaffens von Müll, weil die Folgekosten unberücksichtigt bleiben. Sie ist aber gleichwohl die problematischste und zeitlich am wenigsten zu überblickende Methode.

Nicht zuletzt aufgrund der intensiven Diskussion um die Umweltauswirkungen von Deponien wurde es für die Landkreise bzw. Städte in den letzten Jahren immer schwieriger, neue Deponien durchzusetzen, bzw. bestehende zu erweitern. Wir stehen heute in vielen Städten und Landkreisen vor der Situation, daß die Abfallbeseitigungspflichtigen nur noch über sehr begrenzten oder gar keinen Deponieraum mehr verfügen können.

Umweltauswirkungen von „geordneten“ Deponien:

Jeder Bundesbürger erzeugt pro Jahr im Mittel allein 300 kg Hausmüll. Dazu kommen noch Sperrmüll und hausmüllähnlicher Gewerbemüll, dessen Lagerung auf Hausmülldeponien als unbedenklich eingestuft wird, sowie entwässerter Klärschlamm, der nicht landwirtschaftlich verwertet wird. Zwischenabdeckschichten aus Erde benötigen zusätzliches Deponievolumen. Alles in allem kann davon ausgegangen werden, daß in einer durchschnittlich industrialisierten Region pro Einwohner und Jahr mindestens 1 m³ Deponievolumen benötigt wird, solange keine Abfallwirtschaft betrieben wird.

Hat ein Landkreis mit 100.000 Einwohnern eine Deponiefläche von 15 ha genehmigt bekommen und die Möglichkeit, diese 5 m hoch aufzufüllen, so hat er für 5 Jahre vorgesorgt und muß sich sofort nach der Genehmigung schon auf die Suche nach weiterer Deponiefläche machen. Allein aufgrund des enormen Flächenbedarfs kann die Deponierung von Abfall nicht die eigentliche Lösung sein.

FLÄCHENVERBRAUCH FÜR MÜLLDEPONIEIN IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND ⁽¹⁸⁾

(Bezugsjahr 1983)

Bedarf an Deponieflächen für:

Hausmüll	}	3,0-4,5 km ² /Jahr
hausmüllähnlicher Gewerbemüll		
Sperrmüll		

(für 21 Mio. t \approx 70% von 30 Mio. t jährlichem Müllaufkommen)

Geforderter Abstand von 0,5 km zur Bebauung – einschließlich Randflächen:

Gesamtbedarf für Hausmülldeponien	30- 45 km ² /Jahr
ergibt bei Nutzungsausfall von 20 Jahren	600- 900 km ²
ergibt bei Nutzungsausfall von 30 Jahren	900-1350 km ²

Hinzu kommen zusätzliche Deponieflächen für:

Sondermüll	}	100- 150 km ²
Bauschutt		
Teilmengen von Klärschlamm		

Geschätzter maximaler Gesamtbedarf an Deponieflächen

(bei gleichbleibender Menge des zu deponierenden Mülls)

1000-1500 km²

Zum Vergleich:

Gesamtfläche aller Naturschutzgebiete in der Bundesrepublik Deutschland (0,8-1,0% der Fläche der BRD)

2000-2500 km²

Gesamtfläche der Bundesrepublik Deutschland
250.000 km²

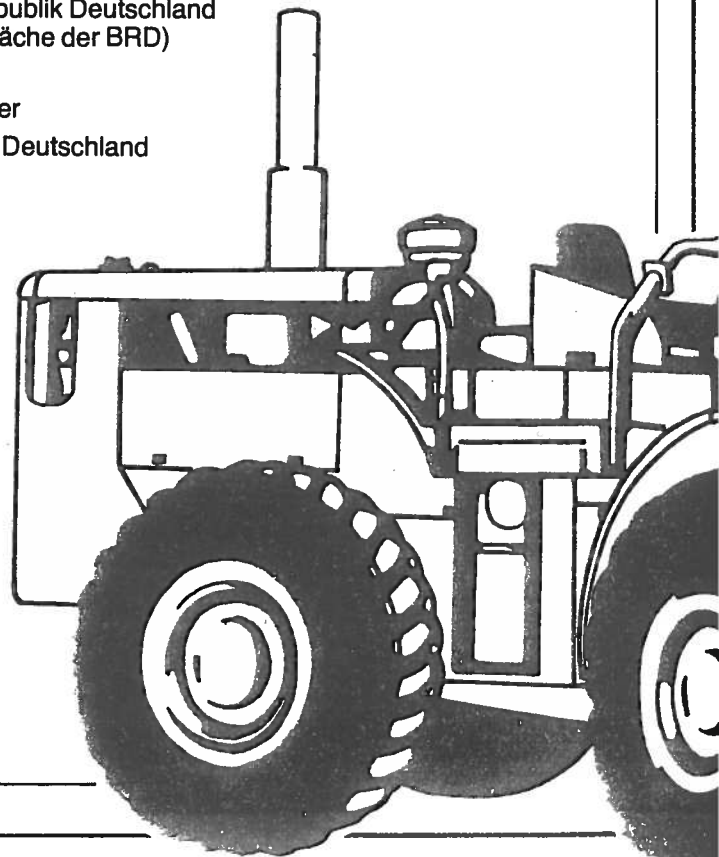


Abb. 3



In geordneten Deponien ist der Untergrund zum Schutz des Grundwassers mit einer Folie oder relativ undurchlässigem Erdmaterial abgedichtet. Darüber befindet sich ein Drainage-System aus einer Kies-schicht und gelochten Sammelrohren. Das durch den Müllkörper gesickerte Niederschlagswasser wird aufgefangen und in der Regel örtlich gereinigt oder einer Kläranlage zugeführt. Die Sickerwässer sind haupt-

sächlich mit organischen Stoffen belastet. Die Konzentration erreicht das Zehn- bis Fünzigfache der häuslichen Abwässer. Mengenmäßig fallen pro Tag zwischen 0,1 und 1 l Sickerwasser pro m² Deponiefläche an. Noch 30 Jahre nach der Schließung einer Deponie ist das Sickerwasser derart verschmutzt, daß es gereinigt werden muß. Zu den organischen Abfällen kommen ausgelaufene und ausgelaugte Chemikalien, die in den Abfällen vorkommen, z.B. Chlorkohlenwasserstoffe und zum Teil auch Schwermetalle.

Keine Form einer Basisabdichtung ist ewig wirksam!

Dichtungen aus Lehm und Ton sind nie hundertprozentig wasserdicht, sondern werden in längeren Zeiträumen durchaus durchdrungen. Die chemischen Langzeitwirkungen des Sickerwassers auf das Gefüge der Böden sind noch nicht bekannt.

Folien auf Kunststoff- und Bitumenbasis sind zwar anfangs hundertprozentig dicht, sie sind jedoch durch chemische und biologische Einwirkungen Alterungsprozessen ausgesetzt, die sie langfristig noch weniger sicher erscheinen lassen als eine 40 cm dicke Lehm- und Tonschicht. Salzhaltige Ablagerungen können zu einer Koagulation der Tonschicht führen und diese durchlässig machen (20).

Die Ablagerung von Müll in Deponien wird neuerdings manchmal auch als eine Möglichkeit zur Biogasgewinnung beschrieben. Allerdings ist diese Form sehr unwirtschaftlich. Während eine gezielte Vergasung von Biomasse im behitzten Reaktor in 20 Tagen bis zu 500 m³ Biogas pro t Trockensubstanz liefert, sind es in der Deponie in 10 Jahren ganze 150 m³ pro t abgelagerten Mülls. Trotzdem wird irreführenderweise gelegentlich von einer möglichen energetischen Müllverwertung im Falle der Deponierung gesprochen.

Bisher wird das anfallende Gas allerdings meist nicht verwertet, sondern abgefackelt; wobei Chlorwasserstoff, Fluorwasserstoff und sogar Chlorkohlenwasserstoffe – einschließlich Spuren von Dioxin etc. – freigesetzt werden können. Zu einer geordneten Deponie gehört nach dem heutigen Stand der Technik eine systematische Erfassung und Reinigung des Deponiegases, bevor es verwertet werden kann.

Auf alten Deponien entweicht im allgemeinen das Gas unkontrolliert und führt zu den bekannten Geruchsbelästigungen und Selbstentzündungsprozessen. Das Gas kann auch unterirdisch wandern in land- und forstwirtschaftliche Flächen, wo es zu Schädigungen führt, oder in nahe gelegene Keller, Kanalisationen usw. eindringen und dort zu Explosionen führen.

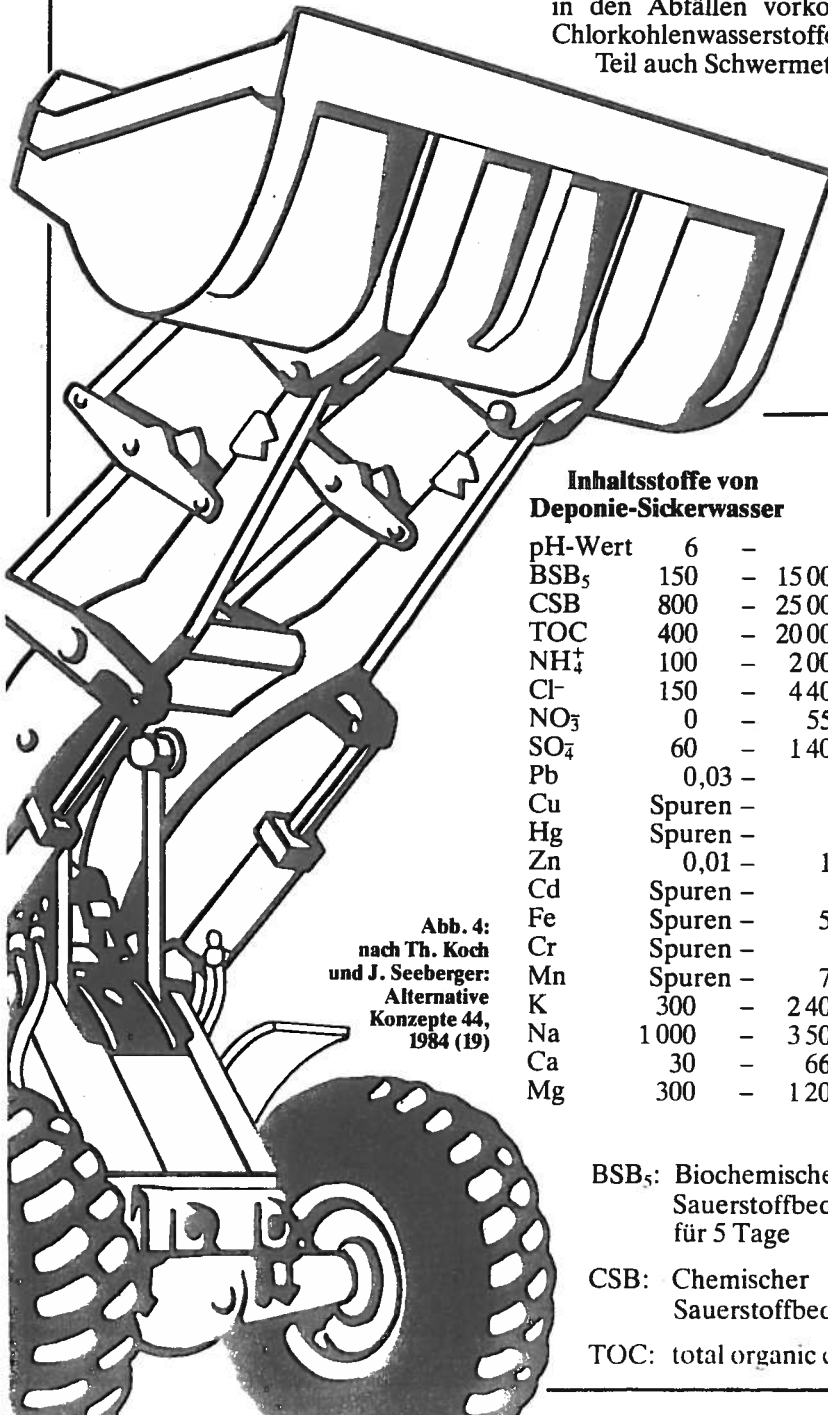


Abb. 4:
nach Th. Koch
und J. Seeberger:
Alternative
Konzepte 44,
1984 (19)

Inhaltsstoffe von Deponie-Sickerwasser

pH-Wert	6	–	8	
BSB ₅	150	–	15 000	mg/l
CSB	800	–	25 000	mg/l
TOC	400	–	20 000	mg/l
NH ₄ ⁺	100	–	2 000	mg/l
Cl ⁻	150	–	4 400	mg/l
NO ₃ ⁻	0	–	550	mg/l
SO ₄ ⁻	60	–	1 400	mg/l
Pb	0,03	–	0,25	mg/l
Cu	Spuren	–	0,5	mg/l
Hg	Spuren	–	0,5	µg/l
Zn	0,01	–	13	mg/l
Cd	Spuren	–	0,1	mg/l
Fe	Spuren	–	50	mg/l
Cr	Spuren	–	0,65	mg/l
Mn	Spuren	–	75	mg/l
K	300	–	2 400	mg/l
Na	1 000	–	3 500	mg/l
Ca	30	–	660	mg/l
Mg	300	–	1 200	mg/l

BSB₅: Biochemischer Sauerstoffbedarf für 5 Tage

CSB: Chemischer Sauerstoffbedarf

TOC: total organic carbon



Das über lange Zeiträume ausströmende Gas wirkt sich auch negativ auf mögliche Rekultivierungsmaßnahmen von Mülldeponien aus. Nur ganz bestimmte Baum- und Straucharten eignen sich zur Rekultivierung, andere sterben sofort wieder ab. Häufig wird beobachtet, daß selbst als geeignet geltende Arten nach etlichen Jahren absterben. Schuld daran sind die Verdrängung des Sauerstoffes aus dem Wurzelbereich durch aufsteigende Deponiegase sowie pflanzentoxische Inhaltsstoffe dieser Gase (21).

Weitere Probleme der Deponien – Belastung des Sickerwassers, Gasbildung und erschwerte Rekultivierbarkeit – rühren von abgelagerten organischen, rottefähigen Abfallbestandteilen her. Aus diesem Grunde sowie wegen des Entzugs von Nährstoffen aus dem biologischen Kreislauf, haben organische Abfälle nichts auf einer Deponie zu suchen. Die organischen Bestandteile des Mülls sollten getrennt in Haushalten erfaßt und anschließend kompostiert werden. Die Alt-Deponien mit ihrer Altlastenproblematik zeigen deutlich die Schwierigkeiten einer Deponierung auf. Ein spezielles Kataster zur Erfassung dieser Altlasten-Deponien sowie deren Sanierung ist dringend erforderlich. Hier sei auf entsprechende Literatur hingewiesen (7, 22).

Die im Müll enthaltenen wiederwertbaren Bestandteile werden infolge der Erschöpfung der natürlichen Rohstoffquellen im Laufe der Zeit immer wertvoller. Aber auch aus Energie-Einsparungsgründen liegt es auf der Hand, schon heute diese Wertstoffe nicht auf Deponien wandern zu lassen, sondern sie der stofflichen Wiederverwendung oder Verwertung zuzuführen.

Deponierung von Abfallstoffen sollte deshalb in Zukunft beschränkt sein auf völlig umweltneutrale, nicht mehr anderweitig verwertbare Stoffe wie Steine, Porzellanscherben, Bauschutt, Erdaushub, soweit diese nicht im Bauwesen eingesetzt werden können.

Schadstoffhaltige Problemabfälle dürfen und können nicht durch Vergraben aus der Welt geschafft werden, sondern sie werden dadurch nur unseren Blicken entzogen.

2.2 Verbrennung

Müllverbrennungsanlagen werden seit einiger Zeit immer häufiger als Anlagen zur „Thermischen Abfallverwertung“ oder als Anlagen zum „Energie-Recycling“ bezeichnet.

Wie steht es damit wirklich?

Die beste und sinnvollste Ausnutzung der Primärenergie wird in dezentralen, d.h. nahe am Ort des größten Wärmeverbrauchs gebauten Blockheizkraftwerken erreicht; ihr energetischer Wirkungsgrad liegt heute ungefähr bei 90% der eingesetzten Primär-Energie, zum Teil sogar darüber, wenn man den erzeugten Strom und die nutzbare Wärmeenergie zusammenrechnet (23). Die Betriebsweise dieser Blockheizkraftwerke läßt sich entsprechend dem Wärmebedarf steuern. So können z.B. in der kalten Jahreszeit weitere „Blöcke“ oder Spitzenlast-Kessel zugeschaltet werden.

Als Brennstoffe dienen bisher vor allem Gas und leichtes Heizöl (Dieselöl), weshalb keine aufwendigen und teuren Rauchgasreinigungsanlagen erforderlich sind. (Demnächst werden auch mit Kohlestaub nach dem Wirbelschicht-Verfahren, d.h. ebenfalls umweltfreundlich befeuerte Anlagen einsatzfähig sein). Die genannten Brennstoffe sind hochwertige Energieträger und können je nach Bedarf in beliebigen Mengen eingesetzt oder aber (zwischen-) gelagert werden. (Speicher, Tank, Bunker etc.)

Demgegenüber ist beim Einsatz von unsortiertem Hausmüll und hausmüllähnlichem Gewerbemüll als Brennstoff vorab zweierlei zu bedenken:

1. Der Müll ist aufgrund seiner Beschaffenheit (Feuchtigkeit, Gehalt an nicht brennbaren Materialien) ein geringwertiger Energieträger; 5 kg Müll haben etwa den gleichen Heizwert wie 1 kg Kohle (24).
2. Müll fällt ganzjährig nahezu in gleichen Mengen an und kann nicht längere Zeit zwischengelagert werden (Geruchs- und Hygieneprobleme infolge von Gärung, etc.).

Ein Müllheizkraftwerk muß deshalb ganzjährig ziemlich gleichmäßig, d.h. in der Strom- und Wärmegrundlast, betrieben werden. Der erzeugte Strom muß mit billigerem Grundlaststrom aus anderen Kraftwerken konkurrieren. Noch problematischer allerdings als der Stromabsatz ist die Unterbringung der Wärmegrundlast. Da Wärmeenergie – außer in Sonderfällen, z.B. bei industrieller Nutzungsmöglichkeit – praktisch nur zur Gebäudeheizung verwendet werden kann, ist der Bedarf stark jahreszeitabhängig und in der warmen Jahreszeit (April bis September) relativ gering. Er beschränkt sich dann im wesentlichen auf die Warmwasserbereitung.

Ein Müllheizkraftwerk, soll es die im Müll enthaltene Energie möglichst gut ausnutzen, was allgemein gefordert wird, muß deshalb an ein relativ großes Fernwärmenetz angeschlossen sein. In der kalten Jahreszeit muß dann zusätzlich ein Mehrfaches an Wärmekapazität, z.B. in Form von zuschaltbaren Blockheizkraftwerken, verfügbar sein. Um die weitgehende Nutzung der Energie aus dem Müll sicherzustellen, bedarf es somit hoher Investitionen für Fernwärmenetze und zuschaltbarer Blockheizkraftwerkskapazitäten für die Wärmespitze im Winter oder beim Ausfall der Müllverbrennungsanlage.

In einem an der Wärmegrundlast orientierten Müllheizkraftwerk könnten maximal etwa 80% der eingesetzten Primärenergie in Form von Strom und Wärme (im Verhältnis 1:4 bis 1:5) genutzt werden. Wird aber die anfallende Wärmeenergie nur im Winter genutzt, sinkt der Gesamtwirkungsgrad im Jahresmittel rasch unter 50%. Wird nur Strom gewonnen, so liegt der Wirkungsgrad unter 25%, infolge von Verlusten vielfach sogar unter 20%. Diese Beurteilung wird durch die Praxis bestätigt: in den 46 derzeit bei uns in Deutschland betriebenen Müllverbrennungs-Anlagen werden im Mittel nur 20% der aus dem Müll theoretisch gewinnbaren thermischen Energie tatsächlich genutzt (24). Die Behauptung des „Energie-Recyclings“ ist also eher eine schmückende Beigabe denn Realität.



Energie-Inhalt von Abfallstoffen, bzw. erforderlicher Energieaufwand bei Neuherstellung

	A Neuher- stellung	B Recycling aus Altstoffen	C Chemischer Energie-Inhalt (Brennwert)	D Gesamtener- gie-Inhalt
Papier/Pappe 25%	15-18 MJ/kg ¹⁾	30% von A	15 MJ/kg	30-33 MJ/kg
Glas 12%	5-8 MJ/kg ¹⁾ (Wannenofen) 15-30 MJ/kg (Hafenofen)	50% von A	—	5-8 MJ/kg 15-30 MJ/kg
Kunststoffe 6%	29 MJ/kg ²⁾ (aus Erdöl)	10% von A	41 MJ/kg (Heizöl)	70 MJ/kg
Magnetische Metalle: Eisen 3,5%	17 MJ/kg (Hochofen)	10% von A	—	17 MJ/kg
Andere Metalle: Aluminium 0,5%	56,3 MJ/kg = 15,6 kWh Strom/kg ¹⁾ (~ 180 MJ/kg Primärenergie)	5% von A	31 MJ/kg (theoretisch)	87 MJ/kg (211 MJ/kg)
Verbundstoffe und Reststoffe 5,8%	10-30 MJ/kg	?	0-30 MJ/kg	10-60 MJ/kg

Abb. 5:

MJ = Mega-Joule = 10⁶ Joule

Quellen: ¹⁾ Ullmann's „Enzyklopädie der Technischen Chemie“, 1981 (27)
²⁾ K. W. Steiner in „Kunststoffe“, April 1984 (28)

Rohstoffwert weit höher als Heizwert

Nicht vernachlässigt werden darf, daß brennbare Materialien im Müll auch die Energie enthalten, die zu ihrer Herstellung im Laufe der einzelnen Produktionsschritte aufgewandt wurde. Diese „potentielle“ Energie kann bei der Rückführung der Stoffe aus dem Abfall (durch Recycling) größtenteils erhalten, d.h. zusätzlich „gewonnen“ werden.

Ein sehr gutes Beispiel hierfür bietet das Aluminium: Für die Herstellung von Aluminium aus Rohmaterial ist fast 20mal soviel Energie notwendig wie beim Umschmelzen von Alt-Aluminium (25).

Recycling-Papier läßt sich aus getrennt gesammeltem Altpapier mit nur 30% der Energie herstellen, die bei der Neugewinnung von Papier aus Holz aufgewandt werden muß, wobei gleichzeitig der notwendige Wasserbedarf erheblich sinkt (26). Ähnlich liegen die Verhältnisse bei anderen Altstoffen, (s. Tabelle).

Auch organische Abfallstoffe (Küchen- und Gartenabfälle), die zwischen 40 und 45% des gesamten Hausmülls ausmachen und damit den größten Einzelposten in der Müllbilanz darstellen, erbringen bei der stofflichen Verwertung, z.B. durch Kompostierung, einen wesentlich höheren Wert für die volkswirtschaftliche Energiebilanz als bei ihrer Verbrennung. Einerseits wird ihr Brennwert durch ihren hohen Wassergehalt gemindert. Denn für die Verdunstung von Wasser ist sehr viel Energie notwendig! Die Kompostierung ist hingegen ein natürlicher Prozeß, der ohne Energiezufuhr abläuft. Dem möglichen Energiegewinn bei der Verbrennung von Biomasse in Müllverbrennungs-Anlagen ist zudem der zur Herstellung von Kunstdüngern erforderliche Energieaufwand gegenüberzustellen.

Zum anderen stellt das bei der Kompostierung entstehende humusartige Material ein wertvolles Bodenverbesserungsmittel dar, das durch natürliche Düngestoffe angereichert ist. Reifekompost, auf unsere Böden

aufgebracht, wandelt sich dort in Humus um, den unsere zum Teil recht intensiv bewirtschafteten Böden dringend brauchen zur Speicherung von Feuchtigkeit und Nährstoffen im Wurzelraum der Pflanzen.

Darüber hinaus könnte durch verstärkten Einsatz von Reifekompost zur Bodenverbesserung dem Raubbau an unseren letzten Torfbeständen Einhalt geboten werden, die sich allesamt in den wenigen noch vorhandenen Mooren befinden und dort sowohl zur Grundwasserspeicherung als auch zur Sicherung der Moore als Naturreservate dienen.

Generell muß die noch vorhandene Biomasse – die ohnehin im Abnehmen begriffen ist (29) – unbedingt erhalten werden und sollte deshalb grundsätzlich nicht mehr verbrannt werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß bei optimalem Recycling des anfallenden Mülls eine 3,5mal größere Energie-Einsparung erzielt werden kann als bei bestmöglicher „Thermischer Verwertung“ der im Müll enthaltenen Energie (30). Im Vergleich zu normal üblichen Müllverbrennungs-Anlagen ergibt sich sogar eine 7- bis 10fach bessere Energieausnutzung durch das Stoff-Recycling.

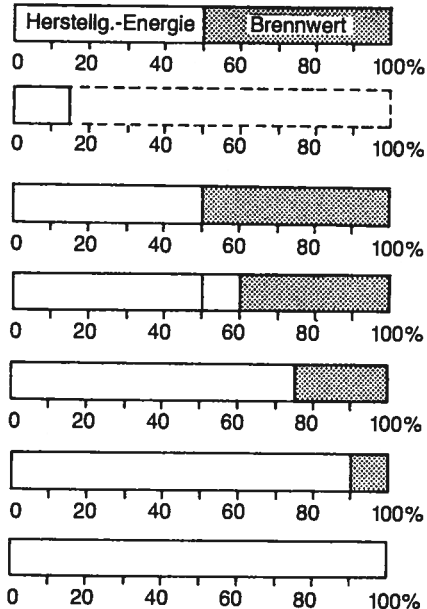
Zur Emission von Luftschadstoffen bei der Müllverbrennung:

Unsortierter Müll und hausmüllähnlicher Gewerbemüll enthält im allgemeinen „verbrauchte“ Materialien verschiedenster Art bis hin zu Batterien, Kleinakkumulatoren, Leuchtstoffröhren, Thermometern, Kleintransformatoren, Kondensatoren, Lack- und Chemikalienresten, Metallabfällen etc. Auch die im unsortierten Müll zu etwa 6% enthaltenen Kunststoffe, insbesondere die 1 bis 1,5% an PVC-Müll, schaffen bei der Müllverbrennung Probleme (31). Bei der Verbrennung von unsortiertem Müll werden Luftschadstoffe unterschiedlicher Art zum Teil in erheblichen Mengen freigesetzt bzw. sogar neu gebildet.



Vergleich: Müllverbrennung ↔ stoffliches Recycling

Papier/Pappe als Beispiel (Gesamter Energie-Inhalt = 100%)



Energie-Inhalt 100%

Herstellungsenergie 50% + Brennwert 50%

Bei Aufbereitung und Wiederverwertung aus Altstoff:

30% des Herstellungsaufwandes

15% des gesamten Energie-Inhalts

85% Einsparung des gesamten Energie-Inhalts

Verlust 15%

Bei Verbrennung werden freigesetzt:

50% des gesamten Energie-Inhalts = Brennwert

Verlust 50%

Bei Verbrennung maximal nutzbar:

40% des gesamten Energie-Inhalts

(~ 80% Thermischer Wirkungsgrad)

Verlust 60%

Bei Verbrennung im Mittel real nutzbar:

25% des gesamten Energie-Inhalts

(~ 50% Thermischer Wirkungsgrad)

Verlust 75%

Bei Verbrennung tatsächlich genutzt:

10% des gesamten Energie-Inhalts

(~ 20% Thermischer Wirkungsgrad)

Verlust 90%

Bei Einmalgebrauch und anschließender Deponierung:

0% Rückgewinn

Verlust 100%

Abb. 6: Bei der Müllverbrennung kann im Mittel nur 50% des Heizwertes = 25% des gesamten Energie-Inhalts von Papier tatsächlich genutzt werden; 75% gehen verloren! Dagegen werden beim Recycling nur 15% neue Energie erforderlich.

Das heißt: durch stoffliche Verwertung des Altpapiers kann das Fünffache dessen an Energie eingespart werden, was bei der „Thermischen Verwertung“ genutzt werden kann.

IST-ZUSTAND

Kritische Schadstoff-Emissionen im Reingas

Angaben jeweils in g Schadstoff/t verbrannten Mülls	gemessene Mittelwerte aus 10 MVA* in der Schweiz ³²⁾	Schätzungen für die BR Deutschland		t/Jahr aus deutschen MVA* (bei 9 Mio t verbranntem Müll)
		UBA, 1977 ³³⁾	Barniske, 1982 ³⁴⁾	
Feinstaub	~1000		400	9000 bzw. 3600
Cadmium	1,4	1,2	0,32	12,6 bzw. 10,8 bzw. 2,9
Blei	42	11,0	11,2	378 bzw. 100
Zink	70	45	48	630 bzw. 420
Quecksilber	6,7	6 (Hessen ³⁵⁾)		60 bzw. 54

	µg/m ³ (gemessen an MVA* in den USA) ³⁶⁾	g/t (daraus errechnet)	hochgerechnet auf t/Jahr aus deutschen MVA* (bei 9 Mio. t verbr. Müll)
Σ Chlorphenole	230	1,84	16,6
Σ Chlorbenzole	100	0,8	7,2
darin:			
Hexachlorbenzol	10	0,08	0,72
Σ Chlorierte Dibenzodioxine u. -furane	12,7	0,1	0,9
Seveso-Gift (TCDD), allein		5 µg/t	45 · 10 ⁻⁶ t = 45 g

Abb. 7:

Flugasche + Rückstände aus Rauchgaswaschanlagen (37)

45 - 70 kg/t verbrannter Müll 420.000 - 630.000 t/Jahr

(nasse - trockene Rauchgaswäsche · bei 9 Mio. t verbranntem Müll)

Schlacke: 30 - 35% ≈ 3 Mio. t/Jahr (bei 9 Mio. t verbranntem Müll)

* MVA = Müllverbrennungsanlage



Während die Befürworter von Müllverbrennungs-Anlagen sich rühmen, das Müllvolumen durch den Verbrennungsprozeß auf ca. 15% des Ausgangsvolumens verringern zu können (vom Gewicht her gesehen, bleibt immerhin ca. 1/3 in Form fester Rückstände übrig, teils als schlackenartiges Material, teils als hochgiftiger Flugstaub aus den Staubabscheidern und teils als Rückstände aus den Wäschern), muß man sich vergegenwärtigen, daß die „restlichen“ 2/3 der eingebrachten Müllmenge in die Luft verbracht und dort „deponiert“ werden.

Im Mittel entstehen aus einer Tonne verbrannten Mülls ca. 5.000 bis 8.000 Nm³* Abgas/Luft-Gemisch. Zwar ist der größte Teil der entstehenden Gase ungefährliches Kohlendioxid und Wasserdampf. Aber es werden auch in beträchtlichen Mengen giftige Schadstoffe und Stäube freigesetzt. Feinstäube unter 0,2 µm Teilchengröße und Aerosole werden von den Staubabscheidern nur sehr ungenügend zurückgehalten.

Auf feinsten Staubpartikelchen angereichert befinden sich aber vor allem die giftigen Schwermetalle wie Cadmium, Quecksilber, Blei und Zink (38)

Zahlreiche alte Müllverbrennungs-Anlagen – so z.B. die Altanlagen in Darmstadt, Offenbach/Heusenstamm u.a. – arbeiten bis heute ohne jede Rauchgaswäsche (40) und verstoßen damit eindeutig gegen das Bundesimmissionsschutzgesetz.

Nach anderen Quellen sollen die heute in der Bundesrepublik Deutschland arbeitenden Müllverbrennungs-Anlagen für die Hälfte der gesamten Chlorwasserstoff-Immissionen verantwortlich sein. (41)

Im 'Handbuch zur Müll- und Abfallbehandlung, Stand Juni 1981', heißt es dazu (42):

„Auch wenn die vorgeschriebenen Emissionswerte eingehalten werden, führen die zulässigen Restemissionen, besonders SO₂ und HCl, zur Ansäuerung unserer Niederschläge. Das Phänomen des „Sauren Regens“, d.h. der Verschiebung des pH-Wertes unter 4,0, hat Auswirkungen auf unsere Umwelt, die wir nur sehr unpräzise abschätzen können.“

Die nasse Rauchgaswäsche ist aber bei Müllverbrennungs-Anlagen wegen des wesentlich höheren Luftüberschusses, mit dem der Müll verbrannt

In der Presse war kürzlich zu lesen, daß die 4 im Rhein-Main-Gebiet arbeitenden Müllverbrennungs-Anlagen verantwortlich sind für 75% der gesamten in diesem Raum freigesetzten Emissionen an hochgiftigem Quecksilber (35), (40).

Nach Professor W. Schenkel vom Umweltbundesamt „gehören Abfallverbrennungs-Anlagen zu den bedeutenden Cadmium-Emittenten mit steigender Tendenz bei gesteigertem Ausbau“ (43). An gleicher Stelle wird die Cadmium-Emission aus Müllverbrennungs-Anlagen, Schlamm- und Sonderabfallverbrennungs-Anlagen in der Bundesrepublik Deutschland mit 20 t/Jahr angegeben.

Im Bericht „Luftqualitätskriterien für Cadmium“, herausgegeben vom Umweltbundesamt (33), wird von einer Cadmium-Emission aus Müllverbrennungs-Anlagen von 1,2 g/t verbrannten Mülls ausgegangen. Unter Bezug auf neuere Zahlen des Umweltbundesamtes (30), die besagen, daß in Deutschland z. Z. etwa 30 Mio. t Hausmüll und hausmüllähnlicher Gewerbemüll anfallen und davon ca. 30% in MVA's* verbrannt werden, ergäbe dies eine Jahresgesamtemission von 10,8 t Cadmium aus Müllverbrennungs-Anlagen, die trotz teilweiser Rauchgasreinigung in die Atmosphäre abgegeben werden.

Neuere Quellen sprechen nur von 5 t Cadmiumstaub pro Jahr, die aus MVA's* in die Luft entweichen (44), entsprechend 0,67 g/t Müll; vor kurzem wurde dieser Wert noch weiter heruntergerechnet (45).

Stellt man die Emissionen giftiger Schwermetallstäube aus deutschen Müllverbrennungs-Anlagen denjenigen von Kohlekraftwerken bzw. gasbetriebenen Blockheizkraftwerken unter Berücksichtigung des jeweiligen Heizwertes der Brennstoffe gegenüber, wie in der folgenden Tabelle geschehen, so kommt man zu bestürzenden Resultaten:

Gasförmige Emissionen aus der Müllverbrennung

An sauren Schadstoffen werden pro Tonne Müll freigesetzt (39):

Chlorwasserstoff (Salzsäuregas)	3,9 kg bzw. max. 1500 mg/m ³ Abluft;
Fluorwasserstoff (Fluorwasserstoffgas)	0,033 kg bzw. max. 20 mg/m ³ Abluft;
Schwefeldioxid (SO ₂)	3,3 kg bzw. max. 1000 mg/m ³ Abluft;
Stickoxide (NO/NO ₂)	1,3 kg bzw. max. 550 mg/m ³ Abluft;

des weiteren Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, vor allem aber die gefährlichen Chlorkohlenwasserstoffe.

Die genannten Schadgasmengen sind so groß, daß hierdurch, insbesondere bei Chlorwasserstoff und Fluorwasserstoff die vom Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) geforderten Grenzwerte von 100 mg/m³ bzw. 5 mg/m³ (die nicht sonderlich streng sind – man bedenke das Waldsterben) um das bis zu 15-fache bzw. 4-fache überschritten werden, wenn keine Rauchgaswäsche erfolgt.**

* Nm³ = Normalkubikmeter (bei 0 Grad Celsius und 1000 Pascal)

** Die 3. TA-Luft sieht sogar nur 50 mg/m³ für Chlorwasserstoff und 2 mg/m³ für Fluorwasserstoff vor.

werden muß und der hierdurch bedingten geringeren Konzentration der Schadgase im Abluftstrom und der wechselnden Betriebszustände (Temperaturschwankungen durch unterschiedliche Müllzusammensetzung u.a.m.) wesentlich ineffektiver und schwieriger beherrschbar als z.B. bei Steinkohlekraftwerken.

Schwermetall-Emissionen aus der Müllverbrennung

Noch sehr viel problematischer ist jedoch die Situation hinsichtlich der Emission von schwermetallhaltigen Feinststäuben bei der Müllverbrennung.

* MVA = Müllverbrennungsanlage



**Emissionsvergleich verschiedener Kraftwerkstypen
mit moderner Rauchgasreinigung**
(Schadstoffe in g/GJ erzeugter Energie (Strom + Wärme))

	Müllverbrennungs-Anlage (Müll 8 GJ/t)		Steinkohle-Kraftwerk (Koks 30 GJ/t)		Blockheiz-Kraftwerk (Erdgas 35 MJ/m ³) Angaben des Betreibers ^{2a)}
	Barniske ¹⁾	andere Quellen	Barniske ¹⁾	andere Quellen	
Schwefeldioxid (SO ₂)	250		230	100	0,000
Stickoxide (NO _x)	150		400		166,5 [8,3]
Chlorwasserstoff (HCl)	30		17		0,000
Fluorwasserstoff (HF)	1		1,4		0,000
Stäube (Feinstäube)	25	62,5	17		0,00
darin: Blei	0,7	1,8	0,04		0,0000
Zink	3	3,3	0,06		0,0000
Cadmium	0,02	0,06	0,001		0,000000
Quecksilber		0,3			
Chlorphenole, Summe		0,16			0
Chlorbenzole, Summe		0,07			0
Hexachlorbenzol, allein		0,007			0
Chlorierte Dibenzo- Dioxine und -Furane, Summe		0,009			0
2.3.7.8.-TCDD (Seveso-Gift), allein		0,7 µg			0
Abgasmenge/GJ wertbarer Energie	625 Nm ³	687,5 Nm ³	} ⁴⁾		30 Nm ³ /GJ
Abgasmenge/t Abfall	5000 Nm ³	5500 Nm ³	} ²⁾		
Wirkungsgrad	30%		30%	66,6%	90%

[] = künftig erreichbare Werte

Abb. 8: ¹⁾ L. Barniske, Umweltbundesamt, Vortrag Berlin, November 1982; siehe auch: U. Fritsche u. L. Schebek in „DIOXIN, Tatsachen und Hintergründe“, Köln 1984 } (34)
²⁾ P. H. Brunner und J. Zobrist in „Müll und Abfall“, September 1983 (32)
³⁾ T. O. Tiernan u. a., 1983, nach K. Ballschmiter, Vortrag Berlin, Mai 1984 (36)
⁴⁾ „Der Spiegel“, Nr. 50, 1984, (46)

MJ = Mega-Joule = 10⁶ Joule; GJ = Giga-Joule = 10⁹ Joule; Nm³ = Normkubikmeter (bei 0 Grad Celsius und 1000 Pascal); 1 µg = 0,000001 g

Auch bei neu gebauten Müllverbrennungs-Anlagen, die mit allen technisch machbaren Rauchgasreinigungsanlagen ausgerüstet sind, werden für die Erzeugung gleicher Energiemengen 20- bis 60mal mehr Cadmium, 17- bis 45mal mehr Blei und 50- bis 55mal mehr Zink emittiert als aus modernen Kohlekraftwerken.

Noch um ein Vielfaches geringer ist die Schadstoff-Emission bei moder-

nen, erdgasbetriebenen Blockheizkraftwerken (23).

Es ist leicht einzusehen: Bezogen auf den Schadstoffgehalt und die erzielbare Energieausbeute ist unsortierter Müll der bei weitem schmutzigste Brennstoff überhaupt.

Brunner und Zobrist (32) geben folgende Gehalte an problematischen Schwermetallen für die einzelnen Brennstoffe an (jeweils bezogen auf ihren Energieinhalt):

Abb. 9: (alle Angaben in g/GJ)

	Müll	Kohle	Schweröl	leichtes Heizöl	Verhältnis Müll/Kohle
Cadmium	0,3- 1,4	0,02	≤ 0,01	≤ 0,002	15- 70:1
Blei	69 -230	2	~ 0,1	~ 0,02	35-115:1
Zink	50 -265	3	~ 0,1	~ 0,02	17- 88:1

Neubildung von Schadstoffen bei der Müllverbrennung

Doch damit noch nicht genug: Bei der Müllverbrennung werden aus chlorhaltigen Abfällen (z.B. Holzschutzmitteln, chlorierten Biphenylen und wahrscheinlich aus PVC) eine ganze Anzahl von Chlorkohlenwasserstoffen unter den im Verbrennungsraum herrschenden Bedingungen neu gebildet und emittiert. Darunter befinden sich so gefährliche Stoffe wie chlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane, so auch das Ultragift TCDD (Tetrachlordibenzo-dioxin = Seveso-Gift).

Wie aus Untersuchungen vor allem niederländischer Forschungsgruppen hervorgeht, wurden diese Stoffe in den Abgasen aller untersuchten holländischen Müllverbrennungsanlagen nachgewiesen (47). Des weiteren fand man im Rauchgas aus Müllverbrennungs-Anlagen in relativ großen Mengen Chlorphenole und Chlorbenzole (s. Tabellen), darunter in erheblichen Mengen das als nervenschädigend bekannte und als krebserregend verdächtige Hexachlorbenzol (HCB) (36, 47, 48). HCB ist ebenso wie die anderen genannten Chlorkohlenwasserstoffe und polychlorierten Biphenyle ein sehr schwer abbaubarer Stoff. Analysen ergaben, daß dieser Stoff heute in der Muttermilch bereits in Konzentrationen angereichert ist, die dem 9 bis 35fachen dessen entsprechen, was für Kuhmilch zugelassen ist (49). Noch höhere Konzentrationen von HCB wurden vor kurzem im Fettgewebe von Rheinaalen gemessen, weshalb ihr Verkauf verboten und vor ihrem Verzehr gewarnt wurde (50).

Auch die Einbeziehung solcher Müllverbrennungs-Anlagen, die nach dem neuesten Stand der Technik errichtet wurden (51), in den vorstehend geschilderten Emissions-Vergleich ergibt keine grundsätzlich anderen Relationen, zumal die moderne Technik der dezentralen Wärme- und Stromversorgung im allgemeinen ein gasbetriebenes Blockheizkraftwerk zur Grundlage haben wird.

Die Neubildung und Emission von gefährlichen Chlorkohlenwasserstoffen ist vor allem vom eingesetzten Brennstoff abhängig und auch bei neuen Müllverbrennungs-Anlagen grundsätzlich nicht auszuschließen.



Versuche zur Behebung der Emissionsprobleme

Aufgrund der hier geschilderten gesamten Problematik der Müllverbrennung ist in den letzten Jahren die Forderung nach verschärfter Rauchgasreinigung der Abluft aus Müllverbrennungs-Anlagen immer lauter geworden, wobei außer der bisher üblichen Entstaubung eine zusätzliche Abgaswäsche notwendig ist, um wenigstens die gesetzlichen Bestimmungen einzuhalten. Dies wiederum verursacht noch weiter erhöhte Investitions- und Betriebskosten. Die Müllverbrennung ist aber ohnehin bereits das teuerste Verfahren zur Abfallbehandlung überhaupt. Dennoch werden auch dann vor allem die Schwermetallfeinstäube mit ihrer Fracht an Cadmium, Blei, Zink und Quecksilber sowie die genannten Chlorkohlenwasserstoffe nicht oder nur sehr unvollständig zurückgehalten.

Bei der Aufarbeitung der Waschlösungen aus den Rauchgaswäschern, die sehr energieaufwendig ist, fallen enorme Mengen an giftigen Schadstoffen (Salzen, Schlämmen, etc.) an. Bei einer als durchschnittlich zu wertenden Anlagenkapazität von 180.000 t Mülldurchsatz pro Jahr fallen täglich mindestens 30 t giftiger Sondermüll (Flugasche und Salzlückstände) an, das sind 2-3 Lastwagenladungen, die zur Sonderabfalldeponie (evtl. Untertage-Deponie) transportiert und dort eingelagert werden müssen (52).

Die technischen Probleme bei der Rauchgasreinigung beschreibt Dr. Ing. Hans Reimer, (53) – gewiß kein Gegner der Müllverbrennung – in einem 1983 erschienenen Aufsatz zum Thema „Abfallverbrennung – Stand der Technik“:

„Sicher ist indessen, daß die Trockensorption, auch wenn sie in der Lage ist, die geforderten HCl- und HF-Werte zu erreichen, für Neuanlagen kaum eine Zukunft haben wird. Denn der Chemikalien-Mehrverbrauch und die damit proportional anwachsenden Sondermüll-Deponiekosten machen diese Methode äußerst unwirtschaftlich. Hinzu kommt, daß inzwischen in der Bundesrepublik Deutschland die sog. 3.

TA-Luft eingeführt werden soll, die weitere, mit der Trockensorptions-Verfahrenstechnik gar nicht erreichbare Verschärfungen z.B. bei Schwermetallen, Feinstaub, HCl- und HF-Werten vorsieht.“ Und weiter: „Aber auch die Beibehaltung der Naßsorption ... erscheint in der bisherigen Form nur dann möglich, wenn andere Formen der Abwassereindampfung gefunden werden. Die Eindampfung an erwärmten Oberflächen hat sich wegen Korrosion ... (usw.) ... als äußerst problematisch erwiesen.“

Und Reimer kommt zu dem Schluß: „Ein allen wirtschaftlichen und umwelttechnischen Ansprüchen gerecht werdendes Rauchgasreinigungssystem, das sich zudem noch durch betriebliche Zuverlässigkeit auszeichnet, ist noch nicht gefunden!“

Die nasse Rauchgasreinigung bei Müllverbrennungs-Anlagen ist äußerst kostenintensiv und muß wegen ihrer Störanfälligkeit in Zukunft wahrscheinlich doppelt ausgelegt werden, was die ohnehin schon hohen Gesamtinvestitionskosten für Müllverbrennungs-Anlagen noch erheblich weiter (um bis zu 50%) in die Höhe treiben dürfte.

Ob die neu in Erprobung befindliche „halbtrockene“ Rauchgaswäsche hier eine wesentliche Verbesserung bringt, muß abgewartet werden.

Dies alles fördert zwangsläufig die Tendenz zu großen 'zentralen' Anlagen, um den Anteil der Investitionskosten – bzw. die hierfür erforderlichen Zinskosten – „relativ niedrig“ zu halten (54).

Dementsprechend sinken aber die Chancen einer auch nur halbwegs sinnvollen Ausnutzung der im Müll enthaltenen Primärenergie noch weiter.

Zugleich erhöhen sich aber die Abfall-Transportkosten, die ohnehin im Bereich von 50% und mehr der gesamten Abfallbeseitigungskosten liegen (4), ganz erheblich. Für den Mülltransport wird ein riesiger Fuhrpark benötigt. Die Folgen: Treibstoff-Verschwendung, erhöhte Lärm- und Abgasbelastung an den Zufahrtsstraßen.

Folgende Mindestanforderungen des BUND sind festzuhalten:

- Bestehende Müllverbrennungs-Anlagen sind schnellstens mit allen technisch machbaren Zusatzanlagen für eine weitestmögliche Rauchgasreinigung nachzurüsten. – Kostenüberlegungen dürfen dabei keine Rolle spielen.
- Flugasche, Filterstäube und Wäscherückstände dürfen keinesfalls mehr mit der Schlacke vermischt bzw. in Hausmülldeponien abgelagert werden. Sie sind gefährlicher Sondermüll und gehören in Untertage-Deponien.
- Auch in Einzugsgebieten von bestehenden Müllverbrennungs-Anlagen sind Maßnahmen bzw. Einrichtungen zur stofflichen Wiederverwertung von getrennt gesammelten bzw. sortierten Altstoffen zuzulassen und aufzubauen. Eine dadurch eintretende Verringerung der angelieferten Müllmenge kann, falls erforderlich, durch Anlieferung von Restmüll aus Recycling-Anlagen umliegenden Gebiete ausgeglichen werden.

Eine „thermische Abfallverwertung“ im neuen Gewande ist die Herstellung von Brennstoff aus Müll, kurz BRAM genannt. Hierzu wird Müll zerkleinert, getrocknet und zu Pellets gepreßt. Dadurch wird er lagerfähig, seine Verbrennung kann dem Energiebedarf angepaßt werden, und er kann als Brennstoff veräußert werden, z.B. an Zementwerke (55).

Vor diesem Verfahren muß jedoch gewarnt werden. Denn hierbei fließt der Müll in nicht mehr zu überblickende „Kanäle“ und wird mit allen enthaltenen Schadstoffen in Anlagen verbrannt, die bei weitem nicht den Abluftreinigungsstandard haben wie Müllverbrennungs-Anlagen.

Schlußfolgerungen

Bereits 1973 konnte man in der VDI-Zeitschrift „Umwelt“ in einem Aufsatz eines Mitarbeiters des Bundesinnenministeriums unter der Überschrift: „Die Rolle des Abfalls im umweltökologischen Gesamtkreislauf – Müllverbrennung nur als



Ausnahme“ u. a. lesen: „Ein unschädliches Beiseiteschaffen (des Mülls) wird grundsätzlich wohl am wenigsten durch die Verbrennung erreicht“ (56).

Und die 'Deutsche Bauzeitung' schrieb bereits im September 1974: „Müllverbrennung ist nicht allein eine der gefährlichsten Quellen der Luftverschmutzung, sondern gleichzeitig auch die einzige wirklich vermeidbare. Unschädliche und wirtschaftliche Alternativen sind vorhanden.“

In Kalifornien ist die Müllverbrennung wegen der Gefahren für die Bevölkerung bereits verboten!

Ob das Immissionsschutzgesetz vom 1. 4. 1974 in Verbindung mit der zu erwartenden neuen TA-Luft auch bei uns die nötigen Handhaben dazu bietet, muß abgewartet werden. Es kann aber kein Zweifel daran bestehen, daß Müllverbrennungs-Anlagen die Umwelt unnötigerweise schädigen und deshalb als überholte Bauaufgaben anzusehen sind“ (57).

Zu bedenken ist zudem, daß Investitionen in zentrale Müllverbrennungs-Anlagen mögliche alternative Wege dezentraler Verwertung versperren. Es werden hohe Investitionssummen gebunden in Anlagen, die zu ihrem Betrieb die derzeitige Mülllawine auch in Zukunft verschlingen müssen, um ausgelastet zu sein, wobei sie nur sehr wenig Energie produzieren. Für Alternativen wird da kein Geld mehr vorhanden sein.

Die Müllverbrennung ist trotz gegenteiliger Äußerungen ihrer Lobbyvertreter weder gesamtwirtschaftlich noch ökologisch akzeptabel. Sie muß deshalb wieder zur Ausnahme unter den auszuwählenden Verfahren und heute existierenden kombinierten Möglichkeiten zur Abfallaufbereitung, -verwertung und ggf. Restdeponierung werden. Alle existierenden Abfallbeseitigungspläne sind entsprechend abzuändern!

Derzeit kommen für die Verbrennung nur bestimmte Sonderabfälle und infektiöse Klinikabfälle in Betracht. Dafür sind Spezialanlagen mit höchstem umwelttechnischen Standard und Abwälzung der Kosten nach dem Verursacherprinzip zu fordern.

Eines Tages könnte die Müllverbrennung für die Behandlung von anderweitig nicht mehr verwertbaren Altstoff-Resten noch eine Bedeutung gewinnen, wenn sie hierin nicht noch von der Reststoff-Pyrolyse überholt wird.

2.3 Kompostierung (von unsortiertem Müll!)

Nur 2 bis 3% des bundesdeutschen Hausmülls werden derzeit in 18 Kompostwerken aufgearbeitet. Die Kompostprodukte können allerdings nur schwer abgesetzt werden, da sie aus dem Gesamtmüll erzeugt werden und den erforderlichen Qualitätsansprüchen nicht genügen.

Solcherart hergestellte Kompostprodukte werden zum Teil auf landwirtschaftliche Sonderkulturen (Weinbau) aufgebracht, wodurch diese praktisch als großflächige ungeordnete Deponien mißbraucht werden.

Aus Hausmüll nach bisherigen Methoden gewonnener Kompost ist trotz teilweiser maschineller Vor- und Nachbehandlung (Siebung, Windsichtung, Hartstoffabscheidung oder -mahlung) häufig mit optisch wahrnehmbaren Fremdkörpern verunreinigt.

Die Schwermetallgehalte sind größenordnungsmäßig mit manchen Klärschlämmen vergleichbar. Trotzdem gibt es noch keine der Klärschlammverordnung entsprechende Kompostaufbringungsverordnung, allenfalls unverbindliche Empfehlungen.

Eine Untersuchung über Schwermetallfrachten in der Naßmüllfraktion beim Modellversuch zur getrennten Sammlung im Landkreis Ravensburg (58) brachte Erkenntnisse zutage, die zwei wesentliche Schlußfolgerungen zulassen:

1. Schwermetalle werden hauptsächlich über kleine metallische Partikel wie Nägel, Schrauben, Weinflaschenverschlüsse, Lametta, Bleikugeln, Reißverschlüsse, Kugelschreiberminen usw. in den Kompost eingebracht.

2. Ein Zwei-Gefäß-Sammelsystem, das „Wertstoffe“ absammelt und den organischen Abfall zusammen mit Reststoffen als „Naßmüll“ der Kompostierung zuführt, reicht nicht aus, Schwermetalle aus dem Kompostrohstoff herauszuhalten.

Als Konsequenz daraus ergibt sich die Forderung nach einem Zwei-Gefäß-System, das zu kompostierende Abfälle und „Sonstige Abfallstoffe“ bereits im Haushalt trennt (System Witzhausen).





2.4 Pyrolyse (Niedertemperatur-Pyrolyse)

In den letzten Jahren wurde insbesondere von Gegnern der Müllverbrennung die Niedertemperatur-Pyrolyse als problemlose Alternative energetischer Müllverwertung gefeiert. Inzwischen hat die Euphorie etwas nachgelassen, zumal die ersten großtechnischen Anläufe dieses Verfahrens von erheblichen technischen Schwierigkeiten begleitet wurden.

Derzeit sind zwei Pilot-Anlagen in Betrieb, die nach unterschiedlichen Verfahren arbeiten: die nach dem System Kiener arbeitende (60) Anlage in Goldshöfe bei Aalen (Ostalbkreis) und die Anlage bei Burgau (Landkreis Günzburg), die nach dem System Babcock-Krauss-Maffei arbeitet (61).

Niedertemperatur-Pyrolyse bedeutet Zersetzung organischer und organisch-chemischer Substanzen bei Abwesenheit von Sauerstoff und Temperaturen von 400 – 500 °C. Dabei bilden sich Gase, Flüssigkeiten und ein koksartiger fester Rückstand, die alle brennbar sind. Der Flüssiganteil kann in Gase zersetzt (gecrackt) werden. Beim System Kiener werden alle gasförmigen und flüssigen Anteile in einem nachgeschalteten Konverter bei 1100 °C an einem Kokswirbelbett in Gegenwart von Kalk gecrackt, wobei enthaltene Schadstoffe in harmlose Produkte umgewandelt werden. Das gewonnene Gas wird einem Verbrennungsmotor zugeführt und zur Erzeugung von elektrischer Energie und Fernwärme eingesetzt (Kraft-Wärme-Kopp-

lung). Ein Teil der Abwärme wird zur Aufrechterhaltung der Temperatur im Reaktor und zur Trocknung des homogenisierten Abfallgemisches vor der eigentlichen Pyrolyse genutzt. Der Müll wird auf diese Weise hygienisiert und kann transportiert oder vor der Verwertung zwischengelagert werden.

In der Modellanlage bei Burgau werden die durch Pyrolyse gewonnenen gasförmigen Produkte hingegen direkt verbrannt, so daß weder Gastransport noch Zwischenlagerung möglich sind.

Auch Pyrolyseanlagen können Umweltauswirkungen haben. Das Gas muß vor der Verbrennung von Schadstoffen wie Schwefelwasserstoff, Chlorwasserstoff, Cyanwasserstoff, Chlorkohlenwasserstoffen u.a. gereinigt werden. Die beim Kiener-Verfahren angewandte Konvertierung erzielt diese Wirkung am effektivsten. Ansonsten muß durch Auswaschung versucht werden, sich ihrer zu entledigen, wobei das Problem dann auf die Waschwasser- und Rückstandsbehandlung verschoben wird. Gerade im Reaktionsmilieu der Pyrolyse ist einerseits mit der Bildung krebserregender polycyclischer Verbindungen, andererseits mit den gefürchteten polychlorierten Dioxinen zu rechnen!

Als Vorteil gegenüber der Verbrennung wird dagegen generell ins Feld geführt, daß Schwermetalle aufgrund der niedrigeren Reaktionstemperaturen erst gar nicht in den Gasstrom verdampfen können, sondern in reduzierter Form und wasserunlöslich im Festrückstand verbleiben. Da sie nicht oxidieren, können sie daraus (z.B. Eisen und Aluminium) sogar zurückgewonnen werden.

Die Pyrolyse soll schon in wesentlich kleineren Einheiten wirtschaftlicher sein, als dies bei Verbrennungsanlagen der Fall ist. Für eine wirksame energetische Verwendung ist die dezentrale Einsatzmöglichkeit der Pyrolyse von Vorteil, denn kürzere Anfahrtswege sparen Energie, kleinere Fernwärmenetze beim Bau von Blockheizkraftwerken in geschlossenen Siedlungen bringen weniger Verluste.

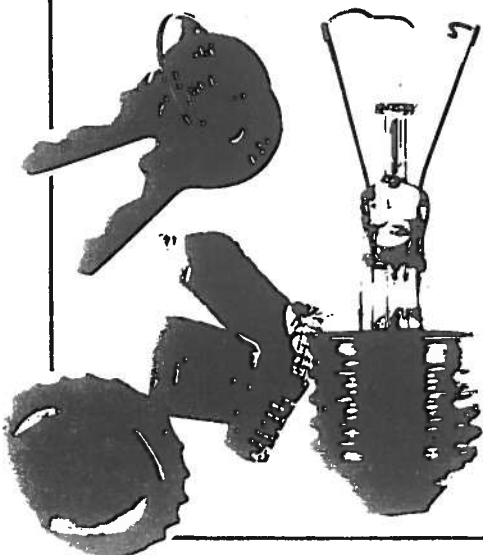
Hinsichtlich der Pyrolyse des gesamten Hausmülls und dessen energetischer Verwertung gilt grundsätzlich dasselbe, was bereits bei der Müllverbrennung gesagt wurde. Die Kosten der Pyrolyse entsprechen denen der Verbrennung; auch hier besteht daher die Gefahr der Bindung hoher Investitionsmittel bei Festlegung auf eine Anlage zur Pyrolyse des gesamten unsortierten Mülls mit den Folgen, daß keine Alternativen mehr möglich sind, und die Pyrolyseanlagen auch zukünftig mit den derzeitigen Müllmengen gefüttert werden müssen.

Pyrolyse kann aber theoretisch nicht nur zur Energiegewinnung herangezogen werden, sondern auch zur Nutzung der Zersetzungsprodukte als chemische Grundstoffe (Stoffrecycling). Allerdings funktioniert dies nicht, wenn die Anlage mit dem viel zu heterogenen Hausmüll beschickt wird. Für ein solches Stoffrecycling, das – wie bereits nachgewiesen – auch energetisch wesentlich wirkungsvoller ist als die direkte energetische Nutzung, eignen sich nur homogene, trockene Ausgangsmaterialien.

Seit einigen Jahren sind solche Anlagen in der Erprobung, u.a. zur Verwertung von Altreifen, Altkabeln und anderen kunststoffhaltigen Verbundmaterialien, Kunststoffabfällen allgemein, Lackrückständen und anderen speziellen Sonderabfällen.

Nach allen bisherigen Erfahrungen wird und sollte sich die Anwendung der Pyrolyse auf diese Bereiche konzentrieren. Insbesondere für solche gemischten Kunststoffabfälle aus dem Haus- und Gewerbemüll, die noch nicht anderweitig sinnvoll direkt wiederverwertet werden können, eröffnet die Pyrolyse zugleich eine Möglichkeit zur Rohstoffrückgewinnung (62).

Pyrolyseanlagen sollten deshalb für diese speziellen Abfall-Komponenten verstärkt eingesetzt werden, insgesamt aber nur als Bestandteil eines differenzierten, flexiblen Verwertungssystems und nicht wie die Verbrennungsanlagen zu einem zentralen Gesamtmüllschlucker werden.





2.5 Behandlung spezieller Abfallarten

2.5.1 Klärschlamm

Klärschlamm ist eine Abfallart, die bei der Klärung unserer Abwässer anfällt.

Die sehr notwendigen und begrüßenswerten Anstrengungen zur Verminderung der Schmutzfracht unserer Flüsse, Bäche und Seen haben im Zusammenwirken mit dem Abwasserabgabengesetz von 1975 zu einer raschen Zunahme der Zahl und Effektivität der Abwasser-Kläranlagen – sowohl von Städten und Gemeinden als auch von Industriebetrieben in Deutschland geführt.

Dementsprechend hat sich die anfallende Menge von Klärschlamm in den letzten Jahren drastisch erhöht und steigt noch immer an. Gegenwärtig fallen etwa 50 Mio. t Klärschlamm mit 95% Wassergehalt an, was einer Trockenmasse von 2,5 Mio. t entspricht.

Je nach Herkunft ist der für das Bodenleben und als Träger von Düngestoffen im Prinzip äußerst wertvolle Klärschlamm heute zum Teil mit Schadstoffen, insbesondere mit biologisch schädlichen Schwermetallen, belastet. Der Grad der Belastung wird dabei häufig bestimmt durch die Zahl der metallverarbeitenden oder chemischen Betriebe in einer Stadt, die 'Strenge' der kommunalen Abwassersatzung, die Gründlichkeit der Überprüfung der einzuhaltenden Grenzwerte u. a. m.

Nur knapp 40% des anfallenden Klärschlammes werden derzeit einer landwirtschaftlichen Nutzung zugeführt. Über die Verwertung entscheidet dabei in der Praxis oft weniger der tatsächliche Schwermetallgehalt als vielmehr die anfallenden Mengen, Speichermöglichkeiten, Transportwege, landwirtschaftliche Strukturen und die Kunst des Beseitigungspflichtigen, gegen das allgemeine Mißtrauen gegenüber Klärschlämmen anzukommen. Selbst unbedenkliche Schlämme aus ländlichen Gebieten können zum Teil nicht landwirtschaftlich verwertet werden und landen auf Deponien.

Gegenwärtig werden 49% des gesamten anfallenden Klärschlammes deponiert, 8% werden „verbrannt“ und nur 3% kompostiert. (vgl. Abb. 2) Unter allen beteiligten Fachleuten herrscht jedoch weitgehend Übereinstimmung darüber, daß Klärschlamm wegen seines Nährstoffgehaltes in der Landwirtschaft eingesetzt werden sollte, soweit seine Schadstoffbelastung im Einzelfall dem nicht entgegensteht (63).

Die von der Bundesregierung erlassene Klärschlammverordnung hat sowohl für den Klärschlamm als auch für Böden, auf die der Klärschlamm aufgebracht werden soll, Grenzwerte für die Gehalte an Schwermetallen festgelegt. Hierdurch sollte der tatsächlich gemessene Schwermetallgehalt eines bestimmten Klärschlammes zu einem Verwertungskriterium gemacht und die herrschende Unsicherheit beseitigt werden. Bereits wenn einer der beiden Werte für mindestens ein schädliches Schwermetall überschritten ist, darf der Klärschlamm auf den entsprechenden Böden nicht aufgebracht werden.

Inzwischen hat sich aber herausgestellt, daß die Schwermetallgrenzwerte für den Klärschlamm viel zu hoch angesetzt wurden, so daß etwa 90% des derzeit anfallenden Klärschlammes trotz Belastung noch landwirtschaftlich verwertet werden können und somit kaum Druck ausgeübt wird zu einer Verbesserung der Klärschlammqualität.

Die derzeit gültigen Schwermetallgrenzwerte für Klärschlamm sind zehnmal so hoch wie diejenigen für die Böden. Die volle Ausschöpfung dieser Verordnung würde eine allmähliche, aber stetige Erhöhung der Bodenbelastung mit Schwermetallen bedeuten und dazu führen, daß noch weitgehend unbelastete Böden bis zu einem bestimmten Grenzwert „aufgefüllt“ und so, nach und nach, einem recht schlechten „Standard“ angeglichen würden.

Aus einem übermäßig belasteten Boden können schädliche Schwermetalle jedoch nur unter großem Aufwand oder überhaupt nicht mehr entfernt werden. Als tolerierbar gilt nach heutigen Erkenntnissen allenfalls eine Verdoppelung des natürli-

chen Schwermetallgehalts im Boden über einen Zeitraum von 300 Jahren (64). Eine Schwermetallanreicherung kann im Idealfall nur dann völlig vermieden werden, wenn der Schwermetallgehalt des aufzubringenden Klärschlammes, bezogen auf trockenen mineralischen Rückstand, nicht höher ist als der des trockenen Bodens. Hierbei ist allerdings zu bedenken, daß auch durch die heute übliche Mineraldüngung schädlichen Schwermetalle in die Böden eingebracht werden können (44).

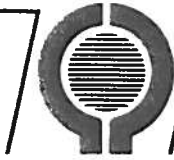
Es ist deshalb eine drastische Verschärfung der Klärschlamm-Verordnung zu fordern. Die Schwermetallgrenzwerte sind auf höchstens 20% der heute gültigen Werte zu senken.

Diese Forderung ist keineswegs utopisch, auch wenn sie nur nach Einräumung bestimmter Übergangsfristen erreichbar sein wird.

Die Schwermetallbelastung im Klärschlamm wird nicht bereits dadurch geringer, daß dessen Anwendung verboten wird und er auf eine Deponie gebracht werden muß. Bei der angestrebten drastischen Verringerung der Schadstoff-Fracht muß vielmehr nach dem Verursacherprinzip vorgegangen werden.

Gesetzliche Bestimmungen gegen diejenigen Betriebe, die schwermetallhaltige Abwässer in die kommunale Kanalisation leiten, sind hier vonnöten. Die bisherigen staatlichen Regelungen (Wassergesetze, Abwasserabgabengesetz, Abwasserverwaltungsvorschriften) betreffen nur die Direkteinleiter in Gewässer, nicht die sogenannten Indirekteinleiter, die ihre Schadstoffe über die städtische Kanalisation abgeben. Für diese Indirekteinleiter gelten nur kommunale Satzungen, die zumeist so ausgelegt sind, daß sie den Gewerbesteuerzahlern nicht „wehtun“ und für die Grenzwerte der Schwermetalleinleitung keine verbindlichen Vorgaben enthalten.

Lediglich in Baden-Württemberg wurde bisher eine verbindliche Müstersatzung verabschiedet, in der Grenzwerte für Indirekteinleiter klar festgelegt sind. Solche, jeweils dem neuesten Stand der Technik entsprechenden Grenzwerte für alle In-



direkteinleiter gilt es, für alle Bundesländer oder noch besser bundeseinheitlich festzuschreiben.

Daß eine drastische Reduzierung der Schwermetallfracht im Klärschlamm machbar ist, wurde inzwischen mehrfach bewiesen. So konnte z.B. die Stadt München durch technische und organisatorische Maßnahmen bei Indirekteinleitern die einst sehr hohen Belastungswerte unter die Werte der Klärschlammverordnung bringen. In einem Teilgebiet des Umlandverbandes Frankfurt konnte durch Einbau entsprechender Filter (Ionenaustauscher u.a.) in die Abwasser-Ableitungsrohre einiger Betriebe die Schwermetallfracht in diesem Bereich nahezu um den Faktor 100 gesenkt werden (65).

Häufig wird versucht, Problemen mit Klärschlamm dadurch auszuweichen, daß man denselben unter Energieaufwand mechanisch oder thermisch von 95% Wassergehalt auf nur noch 70% Wassergehalt entwässert. Dann wird der Klärschlamm stichfest und kann nach den noch gültigen Gesetzen als Müll den jeweils 'Beseitigungspflichtigen' übergeben werden. Auf diese Weise gelangt er meistens auf die Deponie – mit allen bekannten Folgeproblemen (Deponiegase, Sickerwasser, Volumenverbrauch usw.).

Die „Verbrennung“ von kommunalem Klärschlamm ist nicht nur ökologisch bedenklich (vgl. Müllverbrennung und Pyrolyse), sondern aus ökonomischen Gründen unsinnig.

Eine Verbrennungsanlage für Klärschlamm, der ja zum größten Teil aus Wasser besteht, kann niemals ohne Stützfeuerung betrieben werden (Noch nirgends auf der Welt ist bisher die Verbrennung von Wasser gelungen!). Eine solche Verbrennungsanlage ist 4 – 5mal so teuer wie jede andere technische Anlage zur Klärschlamm-Verwertung, z.B. eine Anlage zur Kompostierung oder zur Biogas-Erzeugung (66).

Die Schwermetallfracht des Klärschlammes – die meistens als Begründung für den Bau einer Verbren-

nungsanlage erhalten muß – gelangt größtenteils in die am Elektrofilter abgeschiedene Flugasche und macht diese zu Sondermüll, der mit entsprechendem Aufwand behandelt bzw. deponiert werden muß. Ein nicht unerheblicher Teil der Schwermetalle entweicht mit dem Reingas in die Atmosphäre.

Insgesamt wird also das Problem nicht gelöst, sondern nur verlagert. Die Bildung und Emission von giftigen Chlorkohlenwasserstoffen bei der Klärschlamm-Verbrennung ist nicht auszuschließen, zumal häufig Altöle zur Stützfeuerung verwandt werden und diese bekanntlich verstärkt Chlorkohlenwasserstoffe (polychlorierte Biphenyle aus Trafo-Öl bzw. Hydraulik-Öl etc.) enthalten (67).

Neuerdings werden Versuche unternommen, durch Pyrolyse des Klärschlammproblems Herr zu werden, wobei von Ölgewinnung und ähnlichem die Rede ist. Auch hierzu muß angemerkt werden, daß der hohe Wassergehalt des Klärschlammes – der zunächst durch Verdampfen unter riesigem Energieaufwand 'weggeschafft' werden muß – solchen Verfahren im Wege steht (Wasser kann nicht in Öl umgewandelt werden!). Auf jeden Fall wird man die Ergebnisse und Kostenrechnungen dieser Versuche abwarten und sehr genau prüfen müssen (68).

Ausgenommen von dieser Kritik soll die in Erprobung befindliche Trocknung und Pyrolyse stark schadstoffhaltiger Industrieschlämme bleiben, da hierbei eine insgesamt die Umwelt schonende Aufkonzentrierung von Schadstoffen stattfindet, wodurch das Volumen stark reduziert und die anschließende Deponierung (als Sonderabfall) erleichtert wird.

Grundsätzlich jedoch sind Klärschlämme schon wegen ihres hohen Gehaltes an Pflanzennährstoffen in biologische Kreisläufe zurückzuführen und als organische Düngestoff- und Humusspender zu verwerten. Dies spart einerseits wertvolle Deponiekapazität und hilft Deponieprobleme zu vermeiden; zudem wird der

Verbrauch an teuren und im Preis künftig noch weiter steigenden Mineraldüngern gesenkt und zugleich ein Beitrag gegen die zunehmende Belastung unseres Grundwassers durch Düngerauswaschung geleistet.

Vorteilhaft ist es, den Klärschlamm vor der Anwendung durch Kompostierung zu hygienisieren und lagerfähig zu machen. Die Kompostierung kann und sollte, wenn irgend möglich, gemeinsam mit separat gesammelten organischen Küchenabfällen, Strohhäcksel, zerkleinerten Garten-, Holz- oder Rindenabfällen sowie ggf. auch mit zerkleinerten Altpapier-Restfraktionen erfolgen. Die so gewonnenen Komposte liefern eine für den Bedarf der Pflanzen optimal ausgewogene Nährstoffmischung. Durch die Pufferwirkung des Humus wird zudem ein Überangebot an Nährstoffen und die damit verbundene Gefahr der 'Verbrennung' der Pflanzen und der Auswaschung in das Oberflächen- und Grundwasser vermieden.

Auch die anaerobe Ausfäulung, verbunden mit Biogaserzeugung, stellt einen Recyclingprozeß dar, insbesondere dann, wenn das Biogas zum Betrieb eines Blockheizkraftwerkes genutzt werden kann.

Neuerdings läuft ein interessanter Versuch, bei dem Klärschlamm zusammen mit fein vermahlenem organischem Abfall ausgefäult wird (Modellversuch Rottweil) und der verbleibende Rückstand anschließend aerob kompostiert wird. Um eine abschließende Beurteilung dieses Verfahrens vornehmen zu können, müssen weitere Ergebnisse abgewartet werden. Zur Vertiefung des Themas 'Biogas', – Erzeugung und Nutzung – wird auf entsprechende Untersuchungen des Umweltbundesamtes verwiesen (69); (siehe auch Kap. 3.3.4.2).



2.5.2 Bauschutt

Zur Zeit fallen in der Bundesrepublik jährlich an *mehr als 15 Mio. t Bauschutt* *mehr als 13 Mio. t Straßenaufbruch*

Davon werden jedoch höchstens 2 Prozent wiederverwertet (17). Ein geringer Anteil wird noch anderweitig als Verfüllmaterial genutzt, die Hauptmenge jedoch landet auf Deponien.

Die ohnehin dramatisch abnehmende Deponiekapazität wird also zusätzlich durch gewaltige Mengen von Baurestmassen belastet. Deponieren ist aber nichts anderes als vergraben von Baumaterial, und zwar für immer.

Auch im gesamten Bereich der Bauindustrie und Baustoffgewinnung ist die Zeit gekommen, vom Wegwerfprinzip abzugehen und sich neu zu orientieren in Richtung auf Wiederverwertung und Abfallwirtschaft bei Bauschutt und Baurestmassen. Das ist ökologisch notwendig, technisch möglich und volkswirtschaftlich sinnvoll.

Recycling von Baurestmassen ist aktiver Natur- und Umweltschutz und führt zur:

- Schonung der Reserven an mineralischen Rohstoffen;
- Verringerung bzw. Vermeidung der durch die Gewinnung der Bau-Rohstoffe entstehenden Landschafts- und Umweltschäden;
- Schonung des knappen Deponieraums für diejenigen Abfallstoffe, die nicht wiederverwertet werden können;
- Reduzierung der Umweltgefahren, die durch eine ungeordnete Beseitigung von Bauschutt und Straßenaufbruch entstehen können (z.B. Grundwasserverschmutzung).

Praktisch jeder verarbeitete Baustoff kann einer erneuten Nutzung zugeführt werden. Nicht ganz verlustfrei, aber schadstofffrei. Baurestoff sind zwar gebraucht, im physikalischen Sinn aber nicht verbraucht.

Wegen Nutzungsänderung, Baufähigkeit oder städtebaulicher Maßnahmen, wegen Bauschäden, Brand, Wassereinwirkungen oder Unfällen wie z.B. Gasexplosionen wird Bau-

schutt auch in Zukunft kontinuierlich anfallen. Bauschutt ist unförmig, von großer Festigkeit und häufig mit an-

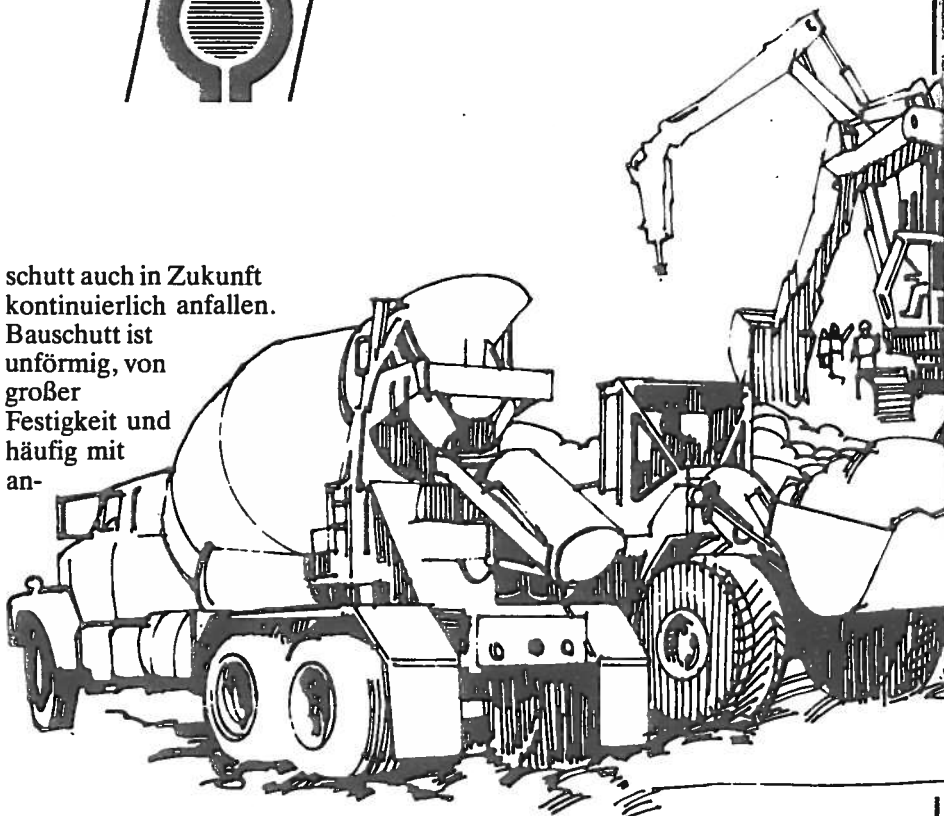
deren Stoffen vermischt. Er muß sortiert und aufbereitet werden.

In Deutschland sind seit längerem kleine, zum Teil mobile Anlagen in Betrieb, die Bauschutt für untergeordnete Zwecke aufbereiten.

Bürokratische Routine, Sicherheitsdenken, Normgläubigkeit und ökologischer Leichtsinn haben größere Investitionen in diesem Bereich bisher verhindert.

Die größte und effektivste stationäre Anlage ist Ende 1983 in Düsseldorf angelaufen. Sie produziert aus Bauschutt und Straßenaufriß Schottermaterial für den Straßenbau, sie ersetzt also Kies oder Kalksteinsplitt. Andere Verwendungsmöglichkeiten werden untersucht. Mit der Anlage wird Geld verdient. Sie hat eine Jahreskapazität von 350.000 Tonnen; das reicht allerdings nur für ein Drittel des gesamten, in der Stadt Düsseldorf anfallenden Bauschutts (70). Die Betreibergesellschaft kontrolliert die angelieferten Materialien; der Lieferant muß die Herkunft und die Qualität des angelieferten Bauschutts nachweisen. Es wird kein Material angenommen, das durch schädliche Bestandteile (wie Asbest oder Schwermetalle) verunreinigt ist.

Auch im Straßenbau gibt es Recycling-Möglichkeiten: z.B. sind bei Asphaltbauweise von Straßenbelägen das ursprünglich verwendete Bindemittel Bitumen und die eingebundenen Mineralstoffe in vollem Umfang für ein neu aufbereitetes Misch-



gut nutzbar. Auch das totale Asphalt-Recycling ist möglich. Bei dieser Methode wird weder frisches Material noch Bitumen hinzugenommen. Es ist jedoch nur von Baustellen in den USA, in den Niederlanden und in Frankreich bekannt. In der Bundesrepublik müßten erst die Bauvorschriften geändert werden.

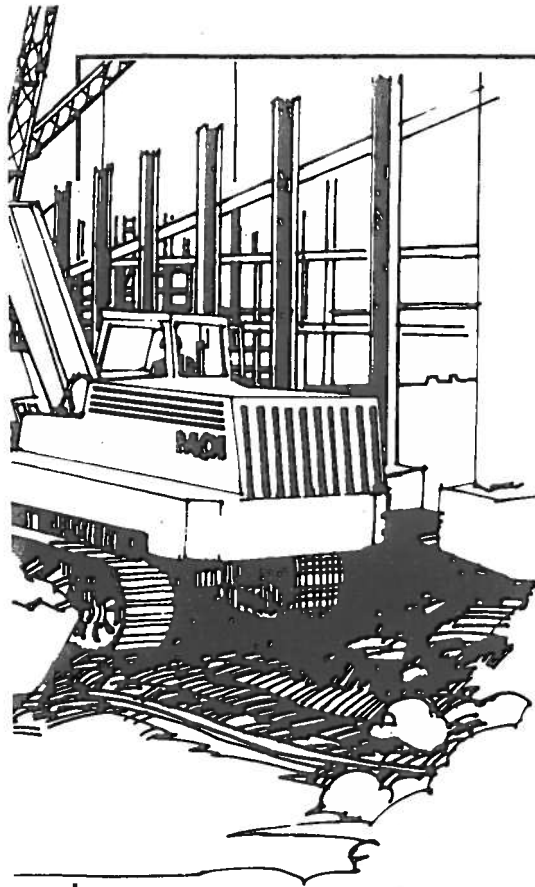
Verallgemeinert heißt dies:

Bauschutt-Recycling ist auch wirtschaftlich sinnvoll und rentabel, wenn es professionell angepackt wird. Die Rentabilität jedoch ist standortabhängig und wird durch drei Faktoren bestimmt:

- Entfernung zum Natursteinvorkommen bzw. Preis für das Naturprodukt;
- Deponiekosten am Standort;
- Bauschutttaufkommen im Einzugsgebiet.

Die Wiederverwendung von Bauschutt und Straßenaufbruch bietet wirtschaftliche Vorteile, wenn man alle Kostenfaktoren wie Transportkosten, Deponiekosten, Kosten der Neumaterialien und der Aufbereitung in die Überlegungen mit einbezieht. Die wirtschaftlichen Vorteile werden zunehmen, da wegen der Verknappung der natürlichen Rohstoffe und der größer werdenden Schwierigkeiten bei der Beseitigung der Abfallstoffe entsprechende Kostensteigerungen zu erwarten sind (71).

Der BUND ist der Auffassung, daß kostbare Rohstoffe geschont, Raubbau an der Landschaft vermie-



den und die Vernichtung von Sekundärrohstoffen durch Deponierung verhindert werden müssen und fordert deshalb im einzelnen:

- Die Verwertung von Bauschutt und Baurestmassen muß Teil der Abfallwirtschaftsprogramme von Bund und Ländern werden. Ein Verwertungsgebot ist gesetzlich zu verankern.
 - Bei allen größeren Abbrucharbeiten ist vom Bauherrn gegenüber der Genehmigungsbehörde die vorgesehene Verwertung der Abbruchmassen, ggf. die Restedeponierung anzuzeigen.
 - Zu diesem Zweck sind flächendeckend Anmeldestellen bzw. Abfallbörsen für Bauschutt und Baurestmassen einzurichten.
 - In dicht besiedelten Gebieten ist die erforderliche Zahl von Firmen zum Baustoff-Recycling zur Ansiedlung stationärer Betriebe zu ermutigen (Förderung umweltfreundlicher Wirtschaftsformen). In mehr ländlich strukturierten Gebieten ist der Einsatz mobiler Einrichtungen zum Baurestmassen- und Bauschutt-Recycling weiter zu erproben und zu entwickeln.
 - Die Qualität der angelieferten Baureststoffe und der daraus hergestellten Sekundärbaustoffe sind zu überwachen und Qualitätsnormen und Verwendungsmöglichkeiten festzulegen.
- Für alle öffentlichen Bauten ist bei entsprechender Qualität dem Einsatz von Sekundär-Baustoffen der Vorrang gegenüber neuen Baustoffen einzuräumen.
 - Baugenehmigungsbehörden und bauausführende Wirtschaft müssen Recycling-Produkte aus Bauschutt und Straßenaufbruch in die Planung, Vergaben und Bauausführungen vorrangig einbeziehen.
 - Bei allen übrigen Bauten muß unter Berücksichtigung des notwendigen Qualitätsstandards mindestens eine gleichberechtigte Behandlung von Neu- und Altbaustoffen ermöglicht werden.
 - Es sind Baumassen-Kataster einzurichten, aus denen Bauart, Baustil und verwendete Baumaterialien und jeweilige Mengen hervorgehen.
 - Die Methoden des Gebäudeabbruchs sind zu ändern: Einschlagen, Eindrücken, Einreißen oder Sprengen müssen ersetzt werden durch Demontieren, Zerlegen, Abtragen und Trennen.
 - Bautechniken sind so weiterzuentwickeln, daß das Material-Recycling bei Abbruch erleichtert wird. Bauweisen, die dem entgegenstehen, z.B. die monolithische Stahlbetonbauweise, sind in diesem Sinne zu überdenken.
 - Auf jeder Baustelle sind spezielle Container für Sonderabfälle aufzustellen mit dem Ziel, die dort regelmäßig anfallenden Kleinmengen spezieller Abfälle (Anstrichmassen, Dichtmassen, Bausolierstoffe, schwermetallhaltige Teile beim Abbruch etc.) von den sortier- und verwertbaren Baurestmassen fernzuhalten.

2.5.3 Erdaushub

In der Bundesrepublik fallen zusätzlich zum Bauschutt jährlich ca. 105 Mio. t Erdaushub an. Das ist mengenmäßig einer der größten Einzelposten unter allen Abfallarten (17).

Erdaushub kann von seiner stofflichen Natur her nur anderweitig wieder abgelagert oder nach erfolgter Rohstoff-Entnahme (Braunkohle, Kies, Sand, Steine, spezielle Erden,

Erze etc.) an gleicher Stelle wieder eingelagert werden, wenn er nicht zum Bau von Trassen oder Dämmen Verwendung findet.

Er eignet sich auch zur Beseitigung sogenannter 'Landschaftsschäden', zur Abdeckung von Müll-Deponien, Verfüllung von Senken, Aufschüttung von Bauland etc.

Obwohl schadstoff-freier Erdaushub „Materie am falschen Ort“ im besten Sinne und eigentlich kein Abfall ist, landen dennoch große Erdaushubmengen auf allgemeinen Mülldeponien oder Sonderdeponien.

Anmerkung: Mit Schadstoffen (z.B. Benzin, Öl, Chlorkohlenwasserstoffen, Schwermetallen u.a. Chemikalien) belasteter Erdaushub ist gefährlicher Sondermüll und muß entsprechend den hierfür bestehenden Anforderungen 'beseitigt' werden.

Im allgemeinen gibt es bisher kein ordnungsgemäßes – oder oftmals nur ein behördeninternes Ausweisungsverfahren für (meist kleinere) Erdaushubdeponien, an denen die Umwelt- und Naturschutzverbände nicht beteiligt werden. Dies hat zur Folge, daß Erdaushub noch immer vielfach in Tümpel, Seen, Geländemulden mit Feuchtbiotopen, Hohlwege, Ödflächen und andere ökologisch äußerst wertvolle Geländeareale abgekippt wird je nachdem, ob Bürgermeister oder Gemeinderäte bzw. Baubehörden oder Kreisverwaltungen etwas von Naturschutz verstehen oder nicht. Manchmal wird sogar Erdaushub zusammen mit Bauschutt auf dafür nicht genehmigten Flächen abgelagert, was eindeutig gegen gültiges Recht verstößt.

Der durch diese Handlungsweise angerichtete Schaden an der Natur und ihren Gütern (Artenvielfalt, Grundwasserqualität, Geländeformen) ist beträchtlich.



Der BUND erhebt hierzu folgende Forderungen:

- Normaler Erdaushub ist grundsätzlich wiederzuverwenden oder unter Berücksichtigung seiner Beschaffenheit und Eignung anderweitig zu verwerten, ggf. unter Inkaufnahme zeitweiliger Zwischenlagerung.
- Alle Stadt- und Landkreise oder ggf. übergreifende Zweckverbände haben eine ausreichende Anzahl von Zwischenlagerplätzen für Erdaushub einzurichten und zu unterhalten. Hierbei soll die Entfernung zum weitesten (Ab)bauort nicht mehr als 20 km betragen, um unnötige Transportwege und -kosten zu sparen.
- Die Ausweisung und Genehmigung von Zwischenlagerplätzen bzw. Deponien für Erdaushub darf in Zukunft nur noch aufgrund von ordnungsgemäßen Planfeststellungsverfahren erfolgen, an denen die Umwelt- und Naturschutzverbände vollständig zu beteiligen sind.
- Bei der Auswahl der Flächen für Erdaushub-Zwischenlager ist deren ökologische Wertigkeit bzw. Verträglichkeit besonders zu berücksichtigen. Vorzugsweise sind Hochdeponien (oberirdische Aufschüttungen) auf ökologisch weniger wertvollen Flächen einzurichten. Keinesfalls mehr dürfen

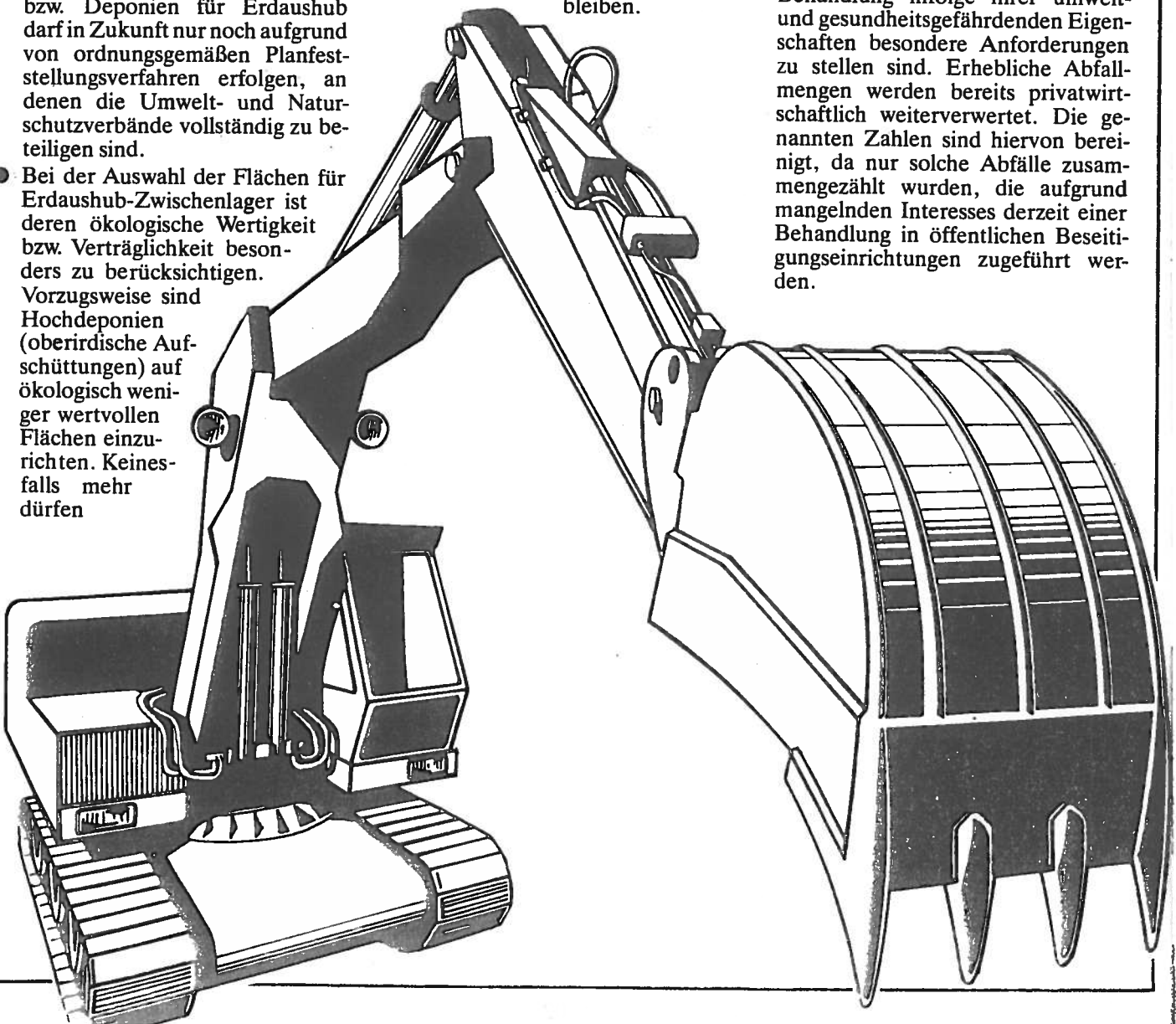
Hohlwege, kleine Täler, Mulden, Tümpel, Seen, Gräben, Bachläufe oder sonstige Feuchtgebiete und andere ökologisch wertvolle Flächen, z.B. Trockenwiesen, damit verfüllt werden.

- Anfallender Erdaushub ist – ähnlich wie für Bauschutt (2.5.2) gefordert – einer Meldestelle anzuzeigen, soweit er nicht an Ort und Stelle wieder zur Verfüllung verwendet werden kann. Diese Meldestelle weist den geeigneten Zwischenlagerort zu.
- Bei Bedarf an Verfüll- oder Trasier-Material ist – soweit als möglich und vorhanden – auf zwischengelagerten Erdaushub zurückzugreifen. Unnötige Materialentnahmen aus ökologisch intakten Flächen haben zu unterbleiben.

- Erdaushub ist – von Ausnahmen (z.B. Abdeckung) abgesehen – von allgemeinen Mülldeponien fernzuhalten. Auch die gemeinsame Ablagerung mit Bauschutt kann aus gesamtökologischer Sicht nicht mehr geduldet werden und sollte künftig unterbleiben. Dies ist bei allen Ausweisungs- und Genehmigungsverfahren zu berücksichtigen.

2.5.4 Sonderabfälle

Neben den 30 Mio. t Hausmüll und hausmüllähnlichem Gewerbemüll fallen in der Bundesrepublik pro Jahr 70 – 80 Mio. t Industrie- und Gewerbemüll an. Hiervon sind wiederum 4 – 5 Mio. t Sonderabfälle, an deren Behandlung infolge ihrer umwelt- und gesundheitsgefährdenden Eigenschaften besondere Anforderungen zu stellen sind. Erhebliche Abfallmengen werden bereits privatwirtschaftlich weiterverwertet. Die genannten Zahlen sind hiervon bereinigt, da nur solche Abfälle zusammengezählt wurden, die aufgrund mangelnden Interesses derzeit einer Behandlung in öffentlichen Beseitigungseinrichtungen zugeführt werden.





Neben eigenen internen Abfallverwertungen der Industrie treten seit 1972 sogenannte Abfallbörsen als Vermittler zwischen Abfallproduzenten und passenden Abfallkonsumenten auf. Außer der ersten vom Verband der chemischen Industrie gegründeten Abfallbörse gibt es inzwischen noch weitere der Industrie- und Handelskammern. Die Börsen treten lediglich als Vermittler auf und veröffentlichen die Stoffangebote und -gesuche in verschiedenen Fachzeitschriften. Die zunehmende Zahl dieser Abfallbörsen belegt, da sie inzwischen im gesamteuropäischen Raum agieren, ihren Erfolg.

Auch und gerade bei Sonderabfällen darf die Deponierung nur als Rest- oder Notlösung angesehen werden. Gerade hier haben wir es mit naturfremden Stoffen zu tun, deren Verhalten nach Eindringen in natürliche Stoffkreisläufe häufig nicht zu verantwortende Unwägbarkeiten in sich bergen. Auch eine Sondermülldeponie nach bisher üblichem Standard kann diese Stoffe nur für wenige Jahrzehnte von der Umwelt abschirmen.

Eine einigermaßen gefahrlose Deponierung erscheint bisher nur in Untertage-Deponien möglich. Jedoch sollte auch hier die Rückholbarkeit der Sonderabfälle gewährleistet sein. An einer Rückführung in den Wirtschaftskreislauf oder Umwandlung in unschädliche, in der Natur vorkommende Substanzen bzw. Verbindungen führt dennoch kein Weg vorbei.

Vorrang genießt die nach dem jeweils neuesten Stand von Wissenschaft und Technik mögliche Abfallvermeidung, wie sie auch im Bundesimmissionsschutzgesetz seit 10 Jahren gefordert, aber leider selten durchgesetzt wird (§ 5.3 BImSchG). An zweiter Stelle steht die Kreislaufwirtschaft im Wirtschaftsgeschehen, da auf diese Weise Rohstoffverschleiß und Abfallmenge noch am geringsten gehalten werden können.

Häufig ist der Abfall nach einer chemischen und/oder physikalischen Aufarbeitung oder Umwandlung wie-

derzuverwerten. Zu den Aufbereitungsverfahren zählt insbesondere auch die Pyrolyse organischer Verbindungen mit dem Ziel der Rohstoffrückgewinnung. Eine Aufarbeitung muß einer anderweitigen Beseitigung auch dann vorgezogen werden, wenn sie teurer ist. Der Verursacher hat die Mehrkosten dafür zu tragen.

Der BUND fordert von den für die Abfallbeseitigung zuständigen Behörden, *daß vor Erteilung einer Ablagerungsgenehmigung für Sonderabfälle – z.B. durch Einschaltung der genannten Abfallbörsen, sowie über die zahlreichen, vom Umweltbundesamt zu erfahrenden Spezialverwertungsfirmen – alle Möglichkeiten ausgeschöpft werden mit dem Ziel, den Abfall einer Wiederverwertung zuzuführen.*

Nicht mehr verwertbare Sonderabfälle müssen so umgewandelt werden, daß sie nicht mehr schädigend auf die Ökosphäre einwirken können. Dies kann je nach Stoffart durch:

- Thermische Zersetzung (Verbrennung, Pyrolyse, Pyro-Hydrolyse)
- Entgiftung (z.B. Oxidation, Reduktion)
- Neutralisation der wasserlöslichen Eigenschaften
- Einzementieren oder Verglasen geschehen.

Die Verbrennung kommt nur für organische Verbindungen und in Spezialverbrennungsanlagen in Frage (nicht gemeinsam mit Hausmüll), wo eine ausreichende Aufenthaltszeit bei genügender Verbrennungstemperatur garantiert und kontrolliert wer-

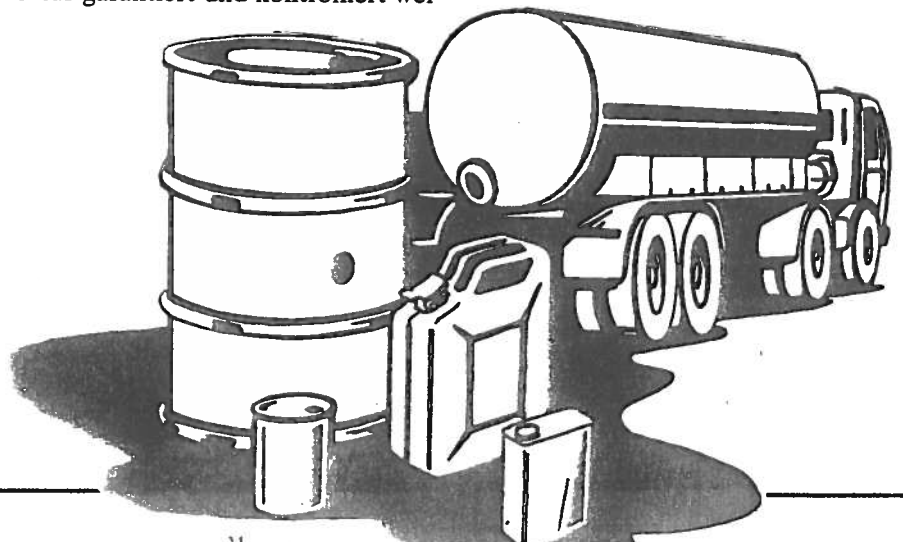
den kann. Die Abluft ist nach dem jeweils neuesten Stand von Wissenschaft und Technik zu reinigen.

Sollten sich Verdachtsmomente bestätigen, daß chlorhaltige organisch-chemische Verbindungen auch in speziellen Sonderabfall-Verbrennungsanlagen nicht vollständig zerstört, sondern teilweise emittiert, teilweise umgewandelt und in anderer Form emittiert werden, so müssen diese Stoffe von der Verbrennung ausgeschlossen werden.

Festrückstände sind, soweit sie nicht unschädlich sind oder unschädlich zu machen sind, in wasserunlöslicher Form auf Sondermülldeponien oder Untertagedeponien kontrollierbar zu lagern. Die Entgiftung ist für alle schädlichen, aber nicht brennbaren Substanzen zu fordern. So läßt sich z.B. Kaliumcyanid sehr leicht zu Kaliumchlorid, Stickstoff und Kohlendioxid oxidieren.

Für alle schädlichen oder naturfremden Stoffe, einschließlich der sogenannten 'Altstoffe' ist vom Hersteller vor der Inverkehrbringung ein Entsorgungsnachweis zu fordern.

Sondermülldeponien sind so anzulegen und zu betreiben, daß ein Eindringen von Grundwasser in den Deponiekörper auch über lange Zeiträume sicher ausgeschlossen werden kann. Die in Erprobung befindliche Technologie der rückholbaren Deponierung von Sonderabfällen in Hochdeponien ist weiter zu entwickeln.





3. Die Alternative: Das BUND-Konzept einer umweltfreundlichen Abfallwirtschaft

Das Abfallwirtschaftskonzept des BUND verfolgt gleichzeitig vier Ziele:

- den Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbemüll von vermeidbaren und die Wiederverwertung störenden Abfällen zu entlasten (geschätzte Erfolgsquote 10% in 10 Jahren – maximal 15%).
- die Schadstoff-Fracht einzelner Abfallbestandteile zu senken und besonders schadstoffhaltige Abfälle getrennt zu erfassen ($\leq 1\%$).
- einen großen Teil der in den Bereichen Haushalt und Kleingewerbe entstehenden Abfälle (Altstoffe,

organische Küchen- und Gartenabfälle) in Kreisläufe einzubinden und zu verwerten (nahezu 80%).

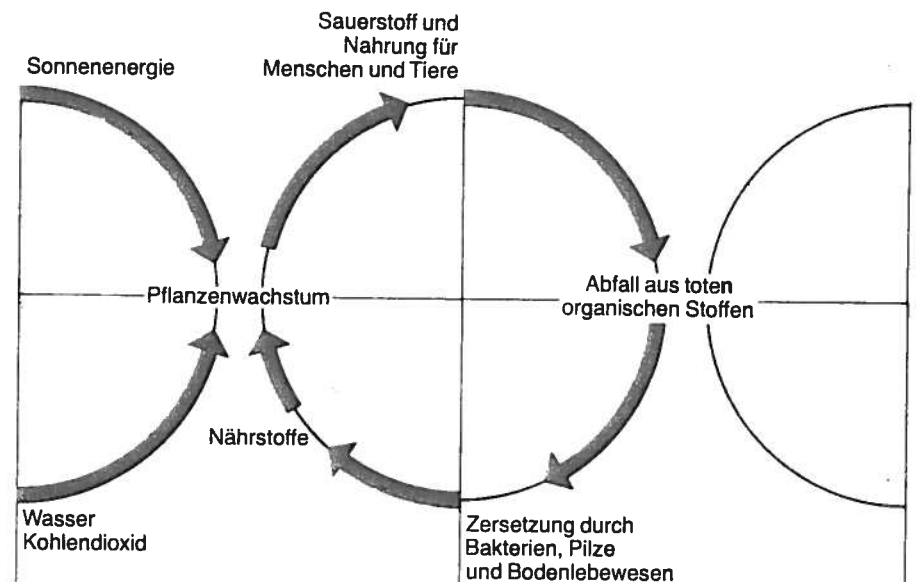
- nur noch Restmengen ohne Schaden für die Umwelt zu deponieren ($\leq 20\%$).

Die stoffliche Wiederverwertung von Altstoffen (Papier, Glas, Metalle, Kunststoffe, Textilien u.a.) und die Verwertung von Bio-Abfällen nach natürlicher Umwandlung (Kompostierung, evtl. Bio-Vergasung) bilden das Kernstück dieses Konzepts.

Das besondere am Konzept des BUND ist dabei die angestrebte Form des Zusammenwirkens dieser

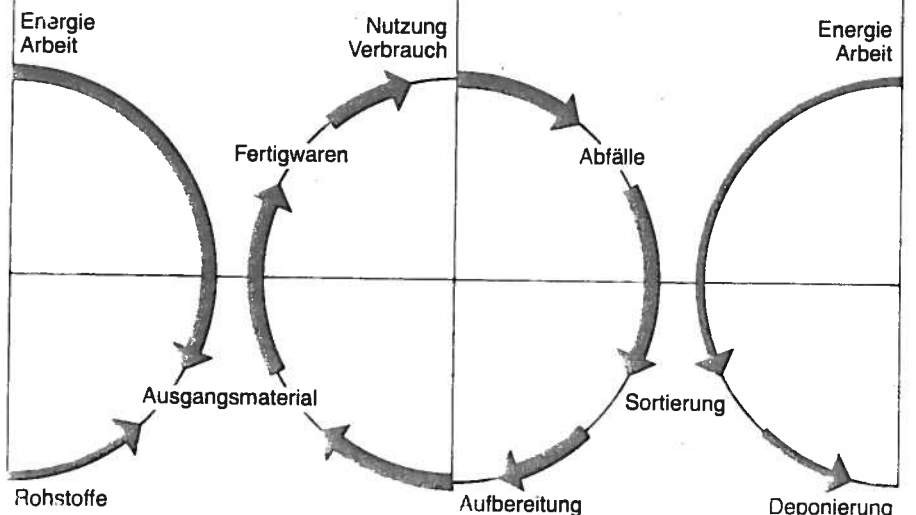
Was uns von
der Natur
vorgegeben ist:

KREISLAUF IN DER NATUR



Was die
Menschen daraus
lernen können:

KREISLAUF VON PRODUKTION UND ABFALL (möglichst weitgehend und mit geringem Aufwand)





vier Prinzipien in einer Art und Weise, die für alle Beteiligten – Bürger, Verwaltungen, Abfallbearbeiter und Verwerter von Sekundär-Rohstoffen – ökonomisch vertretbare und technisch praktikable Lösungen erwarten läßt.

Eine Abfallwirtschaft, die diesen Prinzipien folgt, kann auf Müllverbrennung praktisch ganz verzichten und benötigt nur noch einen Bruchteil – 20% oder sogar weniger – des gegenwärtig erforderlichen Deponievolumens.

Das BUND-Konzept ist keine „graue Theorie“; die wesentlichen Elemente des Konzepts sind bereits in der Praxis erfolgreich erprobt. (siehe 3.3)

Im folgenden sollen die zur Durchsetzung dieses Konzepts erforderlichen Strategien aufgezeigt und Wege zur Lösung der noch vorhandenen Probleme gewiesen werden.

3.1 Strategien zur Abfall-Ver-minderung und -Vermeidung

Bisher ist die Müllflut bei uns von Jahr zu Jahr weiter angewachsen, wobei in letzter Zeit insbesondere eine Zunahme des Müllvolumens zu beobachten war. Dieser Zuwachs wird hauptsächlich verursacht durch immer mehr Abfälle aus den Bereichen Verpackung und Einmalgebrauch, wobei die Zunahme der Verpackungsabfälle für Getränke, portionierte Lebensmittel und Fertiggerichte besonders ins Auge fällt.

Auf der einen Seite ist es oftmals schwierig, bestimmte Lebensmittel noch in umweltgerechten Verpackungen geliefert zu bekommen, es sei denn, man bereitet diese selbst zu.

Auf der anderen Seite ist z.B. gerade bei Getränken trotz des gestiegenen Umweltbewußtseins der Bevölkerung ein Trend zur Einwegverpackung zu beobachten, obwohl dieselben fast immer auch in Pfandflaschen zu haben sind (72).

Inbesondere der Anstieg des Marktanteils der Einweg-Getränkedosen straft alle Hoffnungen bezüglich Abfallvermeidung Lügen, die in die Wirksamkeit freiwilliger Vereinbarungen zwischen Bundesregierung und Verpackungs-Industrie gesetzt wurden.

Der BUND hält folgende Strategien gegen ein weiteres Anwachsen der Müllflut für geeignet und realisierbar:

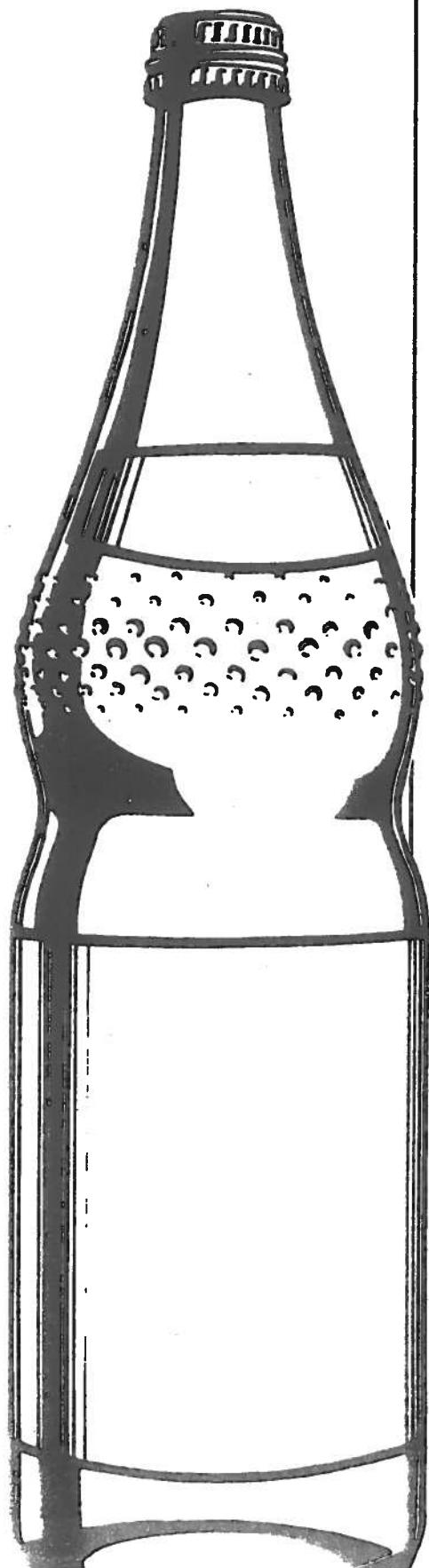
3.1.1 Vermeidung unnötiger und aufwendiger Verpackungen, insbesondere von Einweg-Verpackungen

Grundsätzlich bedeutet die Verwendung von Einwegverpackungen (mit Ausnahme von billigen Verpackungen aus Papier und Pappe etc.) eine erhöhte Inanspruchnahme der Umwelt durch zusätzlichen Energie- und Rohstoffverbrauch für Herstellung und Entsorgung im Vergleich zu Mehrwegverpackungen. Eine solche Wirtschaftsweise bedeutet – außer der erhöhten Umweltbelastung – unter den bei uns bis heute üblichen Rahmenbedingungen zugleich eine Wettbewerbsverzerrung zum Nachteil der umweltfreundlich denkenden Produzenten, die auf Mehrweg/Rückgabe-Verpackungen setzen. Hieraus läßt sich ohne weiteres die Forderung nach einer Umweltabgabe auf material- und energieaufwendige bzw. die Umwelt belastende Einwegverpackungen begründen.

An erster Stelle der Einzelforderungen zur Abfallvermeidung muß die Verbrauchsreduzierung der Einweggetränkedosen stehen. Beim Kauf von in Weißblechdosen abgefüllten Erfrischungsgetränken entfallen im Mittel nur 25% des Kaufpreises auf den Inhalt, aber 75% auf die Verpackung (73). Jede Dose muß vor Befüllung verzinkt und lackiert werden. Soll sie nach dem Einmalgebrauch als Altstoff verwertet werden, so muß sie vor dem Einschmelzen wieder entzinkt werden. Dies schmälert ihren Materialwert und belastet zudem das Abwasser.

Noch höher ist der Materialaufwand im Vergleich zum Inhalt bei Verwendung von Aluminium-Dosen.

Getränke in Dosen werden auch dann nicht umweltfreundlicher, wenn überall Getränkedosenrückgabe-Automaten aufgestellt werden. Abgesehen von den zusätzlichen Kosten, die sicherlich auf den Verbraucher abgewälzt werden, wird hierdurch die Verwendung von Einwegdosen als Verpackung für Getränke weiter angeheizt und die Wegwerfmentalität gewinnt sogar noch an Boden und wird stabilisiert.





Der BUND wehrt sich entschieden gegen jede weitere Ausbreitung der Getränkedose im Markt und die Einführung von Getränkedosenrückgabe-Automaten und fordert staatliches Eingreifen hiergegen, um zusätzliche Umweltbelastungen abzuwenden.

Auch für alle übrigen heute in Weißblech- oder Aluminium-Dosen angebotenen Lebensmittel sollte die Art der Verpackung neu überdacht werden.

Allerdings muß auch angemerkt werden, daß die Gesamtmenge der jährlich anfallenden Weißblechdosen nur ca. 700.000 t \approx 2,3% des gesamten Hausmülls und hausmüllähnlichen Gewerbemülls beträgt. Hiervon sind derzeit noch weniger als 1/5 Getränkedosen!

Eine erheblich größere Abfallvermeidungsquote läßt sich – wenigstens theoretisch – erreichen durch Zurückdrängung des Marktanteils der Einwegverpackungen aus Glas, insbesondere der Einweggetränkeflasche zugunsten der Mehrweg-Pfandflasche.

Glas macht etwa 12% des gesamten Abfallaufkommens \approx 3,6 Mio. t aus, wovon etwa 4/5 (d.h. 9,6% \approx 2,9 Mio. t) aus Einwegflaschen bestehen dürften. Realistisch wird davon jedoch aus vielerlei Gründen höchstens die Hälfte längerfristig durch Mehrwegflaschen ersetzbar sein.

Weshalb der BUND der Abfallvermeidung, z.B. durch verstärkte Wiedereinführung von Mehrweg-Pfandflaschen, den Vorzug gibt vor dem Altglas-Recycling von Einwegflaschen, geht aus folgendem Vergleich des Energiebedarfs für die Verpackung von 1 Liter Bier hervor

Angaben entnommen aus:	Aktion „pro Mehrweg“ (73)	VLG, Wien (74)
Mehrwegflasche aus Glas	60 Umläufe = 100%	30 Uml. = 100%
Einwegflasche aus Recyclingglas	ca. 600%	240%
Einwegflasche aus Neuglas, ohne Recycling	930%	360%
Weißblechdose, ohne Recycling	1160%	380%
Aluminiumdose, ohne Recycling	2250%	510%

Trotz unterschiedlichem Hintergrund der beiden Quellen tritt in der Tendenz eine erstaunliche Übereinstimmung auf. *)

*) Weit auseinander gehen dagegen die Auffassungen bei der ökologischen Bewertung von Einwegverpackungen aus Kunststoffen (74, 75, 76).

Hinzu kommen noch Abluft- und Abwasserbelastungen durch den Herstellungs- bzw. Recyclingprozeß, die wesentlich höher sind als beim Spülen der Mehrwegflasche.

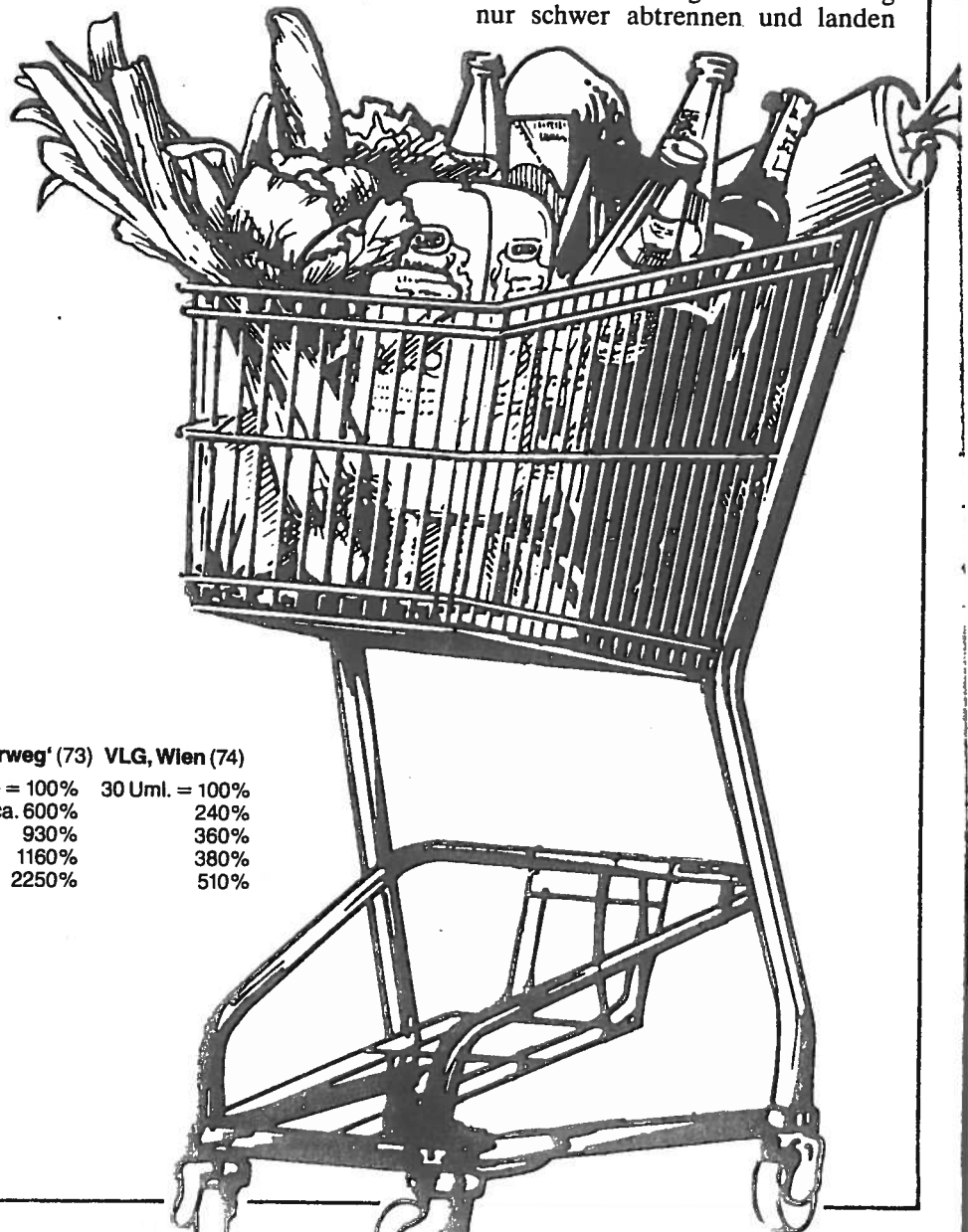
Altglas-Recycling im heutigen Umfang sollte deshalb nur als vorläufige Lösung verstanden werden und darf kein Freibrief sein, z.B. für die weitere Ausdehnung des Marktanteils der Einwegflasche auf Kosten der Mehrwegflasche.

In Überlegungen zur Abfallvermeidung sollten auch sonstige Einwegverpackungen, z.B. für portionierte Fertigenüs, Einweg-/Wegwerfgeschirre etc., sowie insbesondere Spraydosen mit einbezogen werden. Ein Spraydosenverbot – z.B. im

Anwendungsbereich Kosmetik – hätte außer der abfallverringernenden Wirkung zugleich eine Schonung der Ozonschicht als äußerst wünschenswertes Ergebnis zur Folge.

3.1.2 Vermeidung bestimmter, aus Verbundstoffen und Material-Kombinationen hergestellter Artikel für den Einmalgebrauch. Bevorzugung mehrfach verwendbarer bzw. reparaturfreundlicher Produkte und langlebiger Geräte.

Allgemein behindern Produkte, die aus mehreren Materialien bestehen, die untrennbar miteinander verbunden sind, die Wiederverwertung (stoffliches Recycling), wenn diese ausgedient haben. Sie lassen sich bei der Abfalltrennung und Sortierung nur schwer abtrennen und landen





dort bei den nicht mehr verwertbaren, d.h. zu deponierenden Reststoffen.

Besonders solche Materialien, die aus Verbundstoffen bestehen, in großer Zahl gebraucht werden und nur einmal zu verwenden sind (Wegwerfartikel), gehören in diese Kategorie.

Als Beispiele seien genannt:

- Verpackungen aus Kunststoff/Aluminium-Verbundfolien,
- Windelhöschen, die aus einer Plastikhülle mit eingeklebter Zellulose-Einlage bestehen,
- in Kunststoff eingeschweißte Kabelenden/Stecker-Verbindungen,
- mit Kunststoffummüllung fest verbundene Kleingeräte,
- Kugelschreiber und andere Schreibgeräte für den Einmalgebrauch,
- nicht reparierbare Wegwerfschuhe aus Plastik (PVC).

Gefordert werden muß hier der Ersatz durch leicht in die einzelnen Materialien aufzutrennende Artikel für den Einmalgebrauch bzw. durch reparaturfreundliche Produkte und Geräte.

Am Schluß dieses Kapitels muß jedoch angemerkt werden, daß eine baldige und spürbare Reduzierung des gesamten 'Müllberges' von 30 Mio. t im Jahr durch Maßnahmen zur Abfallvermeidung allein kaum realistisch sein dürfte.

Viele der hier erhobenen Forderungen sind nur durch Änderungen von Gesetzen und Verordnungen erreichbar und setzen zum Teil Änderungen der Rahmenbedingungen unseres gesamten Wirtschaftssystems bis hin zu EG-Richtlinien und -Marktordnungen voraus.

Durch Maßnahmen von 'Oben' ist daher – wenn überhaupt – nur mittel- bis langfristig eine Änderung im gewünschten Sinne zu erwarten.

Realistischer im Hinblick auf baldigen Erfolg erscheinen administrative Maßnahmen in Schulen und öffentlichen Verwaltungen, beim Beschaffungswesen etc., bei öffentlichen Einrichtungen, Betrieben, die der öffentlichen Hand oder freien Trägern (Kirchen, Vereinigungen, Verbänden) unterstehen. Hier dürften Beschränkungen, z.B. auf die Beschaffung und den Verkauf von Getränken

nur noch in Mehrwegpfandflaschen auch kurzfristig durchsetzbar sein. Bei Öffentlichen Einrichtungen und Verwaltungen käme der Vorbild-Charakter, bei Schulen der erzieherische Effekt – beide in ihrer Funktion als Multiplikatoren für das 'Allgemeine Bewußtsein' im Sinne der Vermeidungs-Strategien fördernd hinzu.

Aufgerufen bleibt schließlich auch jeder private Verbraucher, sich die Forderungen nach Abfallvermeidung zu eigen zu machen und freiwillig danach zu handeln. Hierzu kann auch der Boykott von Handelsketten gehören, die z.B. keine Getränke in Mehrwegpfandflaschen anbieten.

Insgesamt erscheint eine Vermeidungsquote von etwa 1% pro Jahr (maximal von 15%) realistisch.

3.2 Strategien zur Abfall-Entgiftung

3.2.1 Getrennte Erfassung von Sonderabfall-Kleinmengen aus Haushalten und Kleingewerbe

Hausmüll und hausmüllähnlicher Gewerbemüll, so wie er üblicherweise zur kommunalen Müllabfuhr bereitgestellt wird, enthält heute zwischen 0,4 und 1,0% an Stoffen, die der Stoffgruppe 'Sonderabfälle' zuzurechnen sind. Bei einem jährlichen Müllberg von 30 Mio. t macht dies ca. 120.000 bis 300.000 t aus.

Hierzu zählen Reste von Haushaltschemikalien, Medikamente, verbrauchte Batterien, Akkumulatoren, Kondensatoren, zerbrochene Thermometer, Leuchtstoffröhren u.a.m. (siehe Liste auf S. 44).

Besonders belastet sind diese Stoffe mit giftigen Schwermetallen, vor allem Cadmium und Quecksilber, sowie Resten von organischen Chemikalien, darunter auch Chlorkohlenwasserstoffen.

Für diese Stoffe ist eine getrennte Erfassung schon vor der Abfalltonne und separate Weiterbehandlung notwendig, um zu verhindern, daß sie durch ihren hohen Schadstoffgehalt den übrigen Abfall übermäßig belasten und so dessen Verwertung erschweren oder verhindern.

Technisch am besten ausgereift erscheint die stadtteil- bzw. ortsweise Durchführung separater Sammlun-

gen ca. 3–4 mal pro Jahr durch mobile Spezialfahrzeuge unter fachkundiger Betreuung.

Bis zum jeweiligen Annahmeterrain sollten anfallende Sonderabfälle z.B. in einem verschlossenen, roten Plastikbehälter in jedem Haushalt an einem vor Kindern gut gesicherten Platz gesammelt werden. Größere Mengen solcher Problemstoffe könnten auch durch Anruf beim 'Roten Abfall-Telefon' und direktes Abholen entsorgt werden. Einsammlung, Transport, Aufarbeitung und/oder schadlose Endlagerung solcher Problemstoffe haben unter staatlicher Kontrolle zu erfolgen.

Zur Rücknahme von Altöl sollten alle Tankstellen und Großmärkte verpflichtet werden, dann würden kommunale Altsammelstellen entbehrlich. Das gleiche gilt für Autobatterien.

Für die Rücknahme und geordnete Rückführung von Kleinbatterien müssen auch der Einzelhandel und die Großmärkte gewonnen oder notfalls verpflichtet werden. Entsprechendes gilt für Apotheken bezüglich der Rücknahme und schadlosen Beseitigung von alten Medikamenten.

Auf die zahlreichen, bereits laufenden Modellversuche zur Lösung dieses Problems kann hier nicht näher eingegangen werden (77).

3.2.2 Verringerung und Vermeidung von im Hausmüll enthaltenen Schadstoffen

Wichtiger noch als die rein passive Strategie der Gefahrenabwehr durch getrennte Sammlung erscheinen aktive Strategien mit dem Ziel der weitergehenden Abfall-Entgiftung bzw. Verminderung und Vermeidung schädlicher Inhaltsstoffe bzw. Bestandteile im Abfall.

Besonders aus Kapitel 2.5.4, aber auch aus den Anmerkungen zur Schadstoffproblematik bei der Müllverbrennung, der Kompostierung und des Deponiesickerwassers war zu erkennen, wie schwierig es ist, einmal in die Umwelt eingebrachte Problemstoffe wieder schadlos zu 'beseitigen'.

Hier hilft nur eine präventive „Chemiepolitik“ weiter, durch die quasi vorbeugend erreicht werden



muß, daß Stoffe mit hohem umweltgefährdendem Potential gar nicht erst produziert werden. Vom Hersteller müssen deshalb sowohl für neue als auch für bereits auf dem Markt befindliche Produkte Nachweise verlangt werden, daß diese weder akut noch langzeitgiftige Bestandteile enthalten und sich in natürliche Kreisläufe schadlos einfügen lassen. Für eine ganze Reihe von Substanzen, insbesondere für viele Chlorkohlenwasserstoffe und bestimmte Schwermetalle und deren Verbindungen sind Produktionsverbote bzw. Verwendungsbeschränkungen auszusprechen.

Diese Forderungen richten sich allerdings wiederum an die Bundesregierung und den Bundestag, sowie an die Gremien der Europäischen Gemeinschaft und dürften auf dem Gesetzes- und Verordnungsweg kurzfristig kaum realisierbar sein. Es sollte deshalb zuerst eine freiwillige Verpflichtung bzw. Übereinkunft der Produzenten – auch im Hinblick auf die bereits existierende Produkthaftung – angestrebt werden.

Folgende Einzelforderungen müssen dabei aufgestellt werden:

- Allmählicher Ersatz umweltgefährdender Produkte durch umweltfreundlichere Produkte. Als Beispiel für stark schadstoffhaltige bzw. den übrigen Abfall belastende Produkte seien genannt:
 - Weinflaschenverschlußkappen aus Blei (früher aus Zinn = „Stanniol“).
 - bleihaltige Lamettasorten,
 - Quecksilber enthaltende Thermometer und andere Geräte für den Hausgebrauch,
 - quecksilberhaltige Batterien und Knopfzellen,
 - Nickel/Cadmium-Akku's,
 - Dachrinnen- und -Rohre aus Zinkblech,

- Pigmente, die giftige Schwermetalle (vor allem Cadmium, Blei, Quecksilber) enthalten.

Anmerkung: Die Bleibelastung ist auch im Hausstaub und Straßenkehrriecht beträchtlich. Sie wird vor allem verursacht durch die in den Autoabgasen enthaltenen Bleiverbindungen, die aus dem noch immer erlaubten Zusatz von Bleitetraethyl als Antiklopfmittel zum Benzin stammen (in Deutschland 0,15 g/Liter). Ein Verbot des Bleizusatzes wäre somit auch für das Abfall-Recycling hilfreich.

- PVC (Polyvinylchlorid), ein sehr schadstoffreicher Kunststoff,

Anmerkung: PVC, ein häufig benutzter Kunststoff, ist zu ca. 1,5% im 'Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbemüll' enthalten (= 25% aller Kunststoffabfälle). PVC besteht zu fast 60% aus Chlor und trägt zu über 50% zur Chlorfracht des Gesamt-Mülls bei. Beim Verbrennen entsteht daraus hauptsächlich Chlorwasserstoffgas (HCl). Außerdem enthält PVC bis zu 6% an bleihaltigen Stabilisatoren und/oder bis zu 3% an cadmiumhaltigen Stabilisatoren, sowie in vielen Fällen Weichmacher und andere schädliche Zusatzstoffe (z.B. in Pigmenten).

- Verwendung schadstoffhaltiger Produkte nur noch in völlig geschlossenen Kreisläufen (z.B. Pfand-/Rückgabe-System für Cadmium und Quecksilber enthaltende Batterien) und nur solange keine umweltfreundlicheren und vollwertigen Ersatzstoffe zur Verfügung stehen.
- Einführung einer allgemeinen Kennzeichnungspflicht für alle als umweltschädlich bekannten Inhaltsstoffe von Produkten. Diese Kennzeichnung muß Hinweise auf Verwertungs- bzw. Rückgabemöglichkeiten enthalten.

Darüber hinaus:

- Verbot der Herstellung und Anwendung von chlorierten oder polychlorierten Phenolen, Benzolen, Furanen und polykondensier-

ten Aromaten, einschließlich der polychlorierten Cycloaliphaten.

- Vermeidung des weiteren Eintrags sonstiger Chlorkohlenwasserstoffe in die Biosphäre.
- Vermeidung des weiteren Eintrags von giftigen Schwermetallen in die Biosphäre.

Die letztgenannten Forderungen gehören eigentlich schon in den Problembereich 'Umweltchemikalien'. Es wird deshalb nicht weiter darauf eingegangen, sondern auf die BUND-positionen Nr.10, „Chemiepolitik“ verwiesen (78).

3.3 Das BUND-Konzept einer umweltfreundlichen Abfallwirtschaft für Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbemüll, konkretisiert (1,2)

Das Konzept unterscheidet sich von den meisten herkömmlichen Planungen dadurch, daß es nicht – wie bisher üblich – nur auf jeweils eine Technologie setzt, mit allen damit verbundenen Nachteilen in Bezug auf Umweltschutz, Akzeptanz, Kosten und insbesondere einem sich daraus ergebenden faktischen Benutzungszwang aufgrund der hohen Fixkosten für die Errichtung der Anlage, der allen vernünftigen Maßnahmen zur Abfallverminderung bzw. -verwertung im Wege steht.

Folgende Hauptbestandteile, die einzeln schon an vielen Orten vorhanden sind und schrittweise weiter auf- und ausgebaut werden können, werden miteinander zu einem vernetzten System verknüpft:

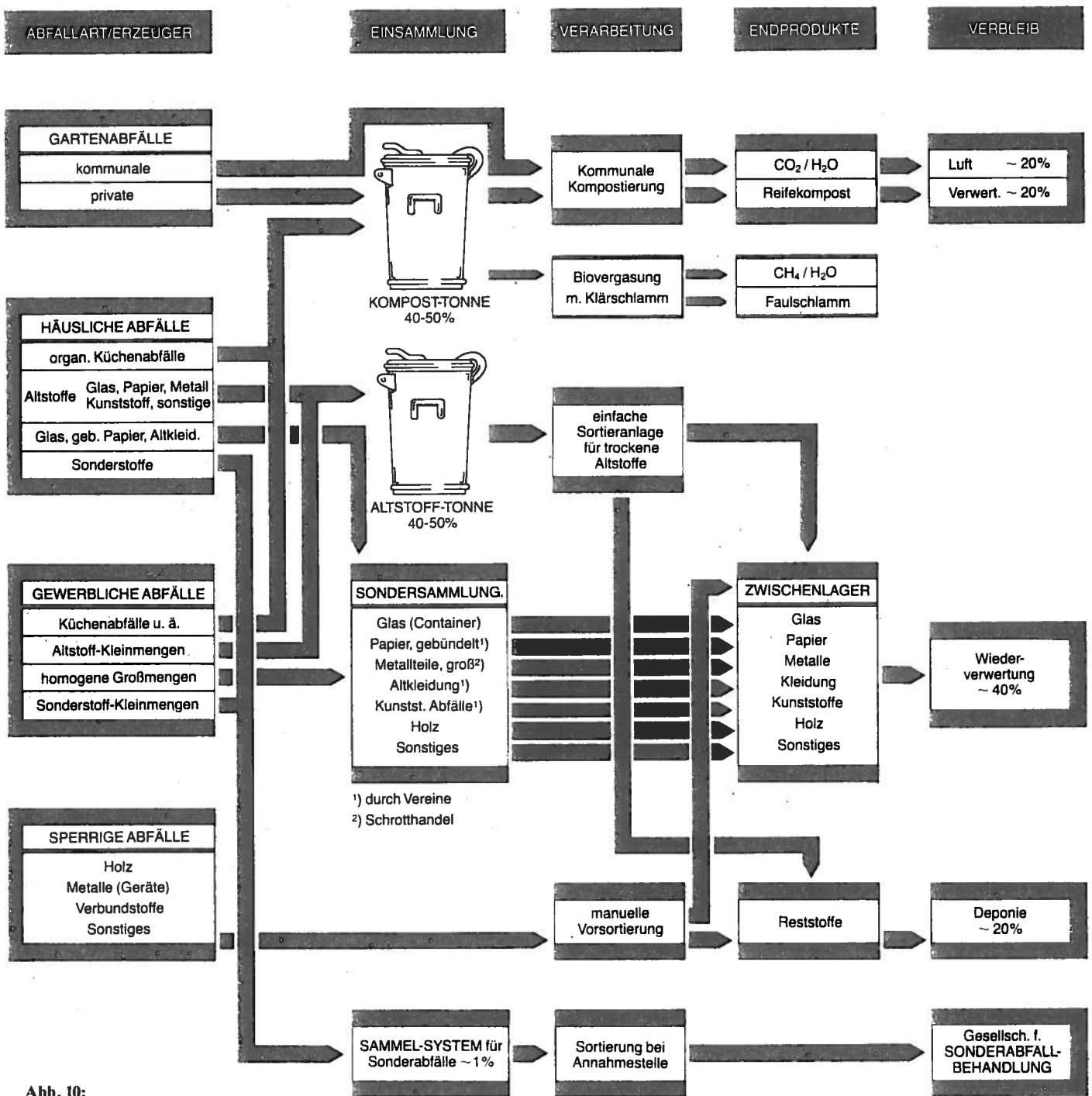


Abb. 10:



- *Getrenntsammlung*, jeweils für die zu kompostierenden Küchen- und Gartenabfälle und die übrigen Abfälle (Altstoffe) durch ein Zwei-Tonnen-System mit wechselweiser Abfuhr der beiden Gefäße durch herkömmliche Müllfahrzeuge (Abhol-System).
- *Kompostierung* der organischen Fraktion zusammen mit kommunalem Grünabfall – dezentral (System Witzenhausen 79) – und/oder zentral (Erfahrungen verschiedener Kompostierungs-Verfahren 80); ggf. kann auch schadstoffarmer Klärschlamm miteinbezogen werden.
- *Sortierung* (technisch und von Hand) der getrennt gesammelten Alt- und Wertstoffe (ohne Kompostfraktion) mit anschließender Vermarktung der Wertstoffe (Beispiele: Sortieranlagen in Ravensburg 58,81) und Freiburg, Kreis Kleve 82), München-Garching 83), Donnersbergkreis 84) u.a.).
- *Wert- und Altstoff-Sammlungen und -Sammelstellen* soweit bereits vorhanden (Bringesysteme), jedoch nur als Ergänzung und Übergangslösung bis zur endgültigen Umstellung auf Abhol-Systeme und Sortierung.
- *Getrennte Sonderabfall-Sammlung* (Abhol-System), Sondermülltransport zu Anlagen der Sondermüllbeseitigungs-Gesellschaften. (Bringe-Systeme können ergänzen, reichen aber nicht aus).
- Eventuell *Biogaserzeugung aus der organischen Hausmüllfraktion* zusammen mit schadstoffarmem Klärschlamm (Modellversuch Rottweil).
- Eventuell *Pyrolyse* von Reststoffen aus der Sortierung, sowie von Kunststoffabfällen, soweit keine andere Verwertung möglich ist.

3.3.1 Bestandteile des „Hausmülls“ bzw. „hausmüllähnlichen Gewerbemülls“

Die in der Bundesrepublik Deutschland derzeit anfallenden ca. 30 Millionen Tonnen an Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbemüll pro Jahr bestehen im Mittel zu etwa 44% aus organischen Küchen- und Gartenabfällen, einschließlich erdigem Feinmüll.

20 – 25% machen Papier und Pappe aus, die zwar ebenfalls organischer Natur sind, aber inzwischen zu den begehrtesten Rohstoffen im Abfall zählen. Danach folgen Glas mit 12%, Kunststoffe mit etwa 6%, metallische Bestandteile mit 4%, Texti-

lien, sonstige Altstoffe und Verbundstoffe zusammen mit ca. 6% und mineralische Inertstoffe mit ungefähr 3% (Angaben jeweils in Gew. % – siehe Seite 4). In städtischen Ballungsgebieten einerseits und stark ländlich strukturierten Räumen andererseits treten teilweise merkliche Abweichungen von diesen Mittelwerten und Relationen auf.

Sonderabfälle sind zwischen 0,4% und 1,0% im 'Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbemüll' enthalten.

3.3.2 Warum getrennte Einsammlung in zwei Abfallbehältern?

Warum eigentlich sollte man allen Abfall zuerst zusammenwerfen und ihn dann wieder auftrennen? Große Sortieranlagen, z.B. in Landskrona, Wjster und Neuß haben gezeigt, daß dies nicht unproblematisch ist. Zum einen verbleibt ein relativ großer, nicht mehr sortierbarer Restanteil, zum anderen erhält man relativ verschmutzte Sekundärstoffe, deren Vermarktung stark eingeschränkt ist.

Jedes Vermischen verschiedener Abfallarten bedeutet eine sinnlose Qualitätsminderung bzw. ein Unbrauchbarmachen von wertvollen Inhaltsstoffen des Abfalls, indem es die Trennung und damit die stoffliche Wiederverwertung erschwert oder sogar verhindert.

Keinesfalls mehr so:

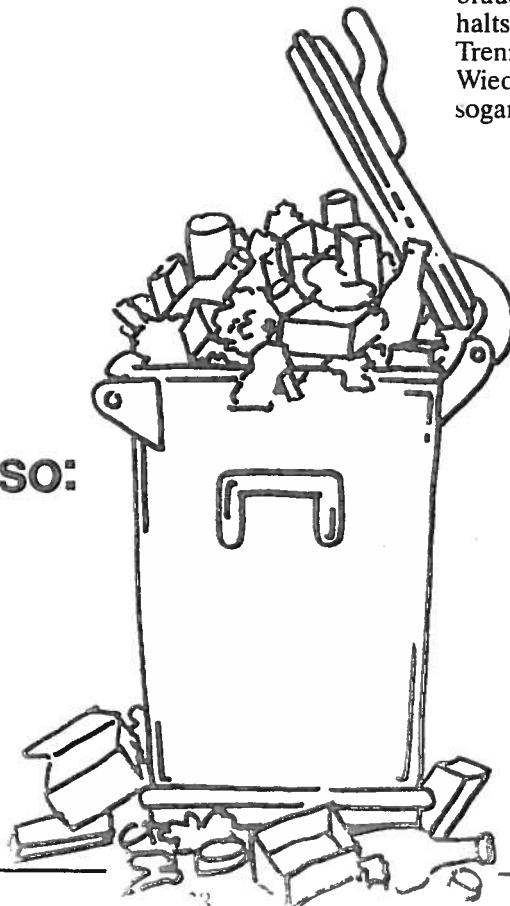


Abb. 11a:



Umgekehrt ist theoretisch zwar eine Auftrennung in eine weit größere Zahl von Abfallbehältern – bereits beim Verbraucher = Abfallerzeuger – denkbar. Diese Vorgehensweise scheitert aber in der Praxis am Platzbedarf für die große Zahl der bereitzustellenden Gefäße – sowohl im Haushalt selbst als auch in Hausnähe – an den Kosten für die Gefäße und vor allem an den hohen Kosten für die erforderlichen getrennten Einsammlungen (siehe Kap. 3.7).

Hinzu kommen psychologische Probleme: Bei der Auftrennung in eine größere Zahl von Müllfraktionen unterschiedlicher Menge und Qualität wäre ein erheblicher Teil der Bevölkerung einfach überfordert. Es kommt aber darauf an, daß möglichst alle Bürger bei einer einfachen (Vor)Sortierung mitmachen und nicht nur wenige bei einer komplizierten Sortierung und Einzelerfassung aller oder doch vieler Bestandteile.

Aus dem gleichen Grunde muß vor unterschiedlichen Sammelsystemen von Ort zu Ort gewarnt werden. Sie erschweren die Orientierung für alle Bürger und könnten ebenfalls zum Scheitern der Getrenntsammlung führen.

Getrenntsammlung nach Abhol- oder Bringe-Systemen?

Verschiedentlich propagieren Politiker, Abfallbeseitiger und Behörden neuerdings die getrennte Anlieferung bestimmter Abfallarten, z.B. Glas, Papier und zum Teil weitere zu bestimmten Sammelpätzen, an denen entsprechende Behälter (Container) aufgestellt sind oder noch zusätzlich aufgestellt werden sollen.

Man muß sich jedoch darüber im klaren sein, daß hierbei niemand zum Mitmachen gezwungen werden kann. Man sollte sich auch vergegenwärtigen, daß auf diese Weise zur Zeit im Mittel nur zwischen 20 und max. 50% der einzelnen Altstoffsorten tatsächlich erfaßt werden und man diese Zahlen kaum auf über 50% wird steigern können (siehe Tabelle S. 30). (vgl. 11, 82, 83)

Schließlich besitzt nicht jeder Haushalt ein Auto, und manche Autobesitzer laden nur noch ungern immer mehr Abfälle in ihren Kofferraum und verbrauchen für die Abfuhr zusätzlich ihr eigenes Benzin. Ein solches „Bringe-System“ ist dadurch auch wesentlich energieaufwendiger und umweltbelastender als ein „Abhol-System“.

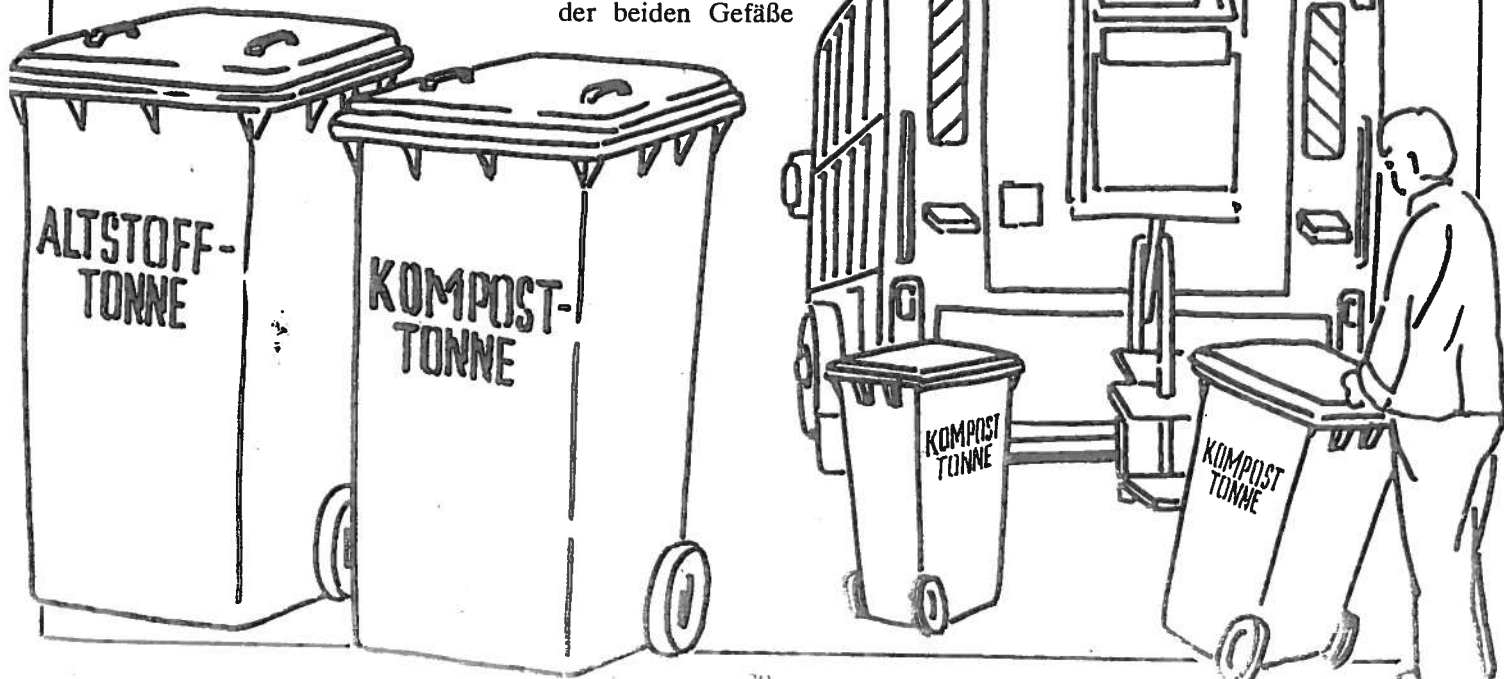
Außer den bereits genannten Nachteilen, der zu geringen (freiwilligen) Beteiligung und einem erhöhten Energieverbrauch kommen noch Mängel bei der Altstoff-Qualität hinzu.

- Im bisher üblichen grünen 'Iglu' für Altglas entsteht im allgemeinen Glasbruch aus farbvermischem Glas, was entweder eine starke Wertminderung oder aufwendige Nachsortierung zur Folge hat. Demgegenüber werden Glasflaschen in der Altstofftonne durch Papier oder Kunststoff abgepuffert und brechen weniger häufig, was die Sortierung nach Farben erleichtert (85).
- Auch Altpapier aus Containern wird häufig nachsortiert, um die Qualität und damit den Erlös zu erhöhen. In einer modernen Sortieranlage kann dies alles in einem Arbeitsgang erfolgen (85).

Die neuerdings probeweise eingesetzten Mehrkammer-Großcontainer (Braunschweiger Modell) haben sich bisher ebenfalls nicht bewährt. Diese Art der Einsammlung ist mit noch

AM BESTEN SO!

Zwei-Tonnen-System mit wechselweiser Abfuhr der beiden Gefäße





weiter erhöhten Material- und Transportkosten verbunden. Die Auslastung der einzelnen Kammern ist zudem unterschiedlich (86).

Der BUND meint daher: Die einsammlungspflichtigen Kommunen sollten die durch die Getrenntsammlung auf sie zukommenden Aufgaben nicht einfach auf den Bürger abwälzen, nur um am derzeitigen Einbehälter-System für jeden Haushalt festhalten zu können. Vielmehr sollten sie sich dieser Aufgabe stellen und versuchen, sie optimal zu lösen.

Die Bereitstellung von zwei Abfallbehältern für jeden Haushalt bzw. jede zusammengehörende Gruppe von Bewohnern stellt sowohl vom Platzbedarf als auch vom Einsammlungs-Rhythmus her gesehen einen optimalen Kompromiß dar. Dieser Weg ist nicht nur technisch gangbar, sondern auch zugleich für alle Bürger leicht begreifbar und ohne größere Mühen bereits innerhalb der eigenen vier Wände durchführbar und wird in zahlreichen Gemeinden bereits mit Erfolg praktiziert.

Sowohl von den Mengen her als auch hinsichtlich der Weiterverarbeitung bietet sich die Abtrennung der organischen Hausmüllbestandteile (Naßabfälle = fast die Hälfte des gesamten Abfalls) in einer Tonne – der Kompost-Tonne oder „Grünen Tonne“ – geradezu an. Als entscheidende Pluspunkte kommen hinzu:

Grad der Altstoff-Erfassung bei verschiedenen Getrennt-Sammel-Systemen (pro Einwohner und Jahr)

Hausmüll (ohne Sperrmüll und Gewerbemüll): 300 kg*

davon:

Papier/Pappe	(Land)	20 %	±	60 kg
	(Stadt)	25 %	±	75 kg
Glas		12 %	±	36 kg
Kunststoffe		6 %	±	18 kg
Textilien		1,5 %	±	4,5 kg
Metalle/Schrott		3,5 %	±	10,5 kg
(davon Dosen)		(2,4 %)	±	(7,2 kg)

Σ Recyclingfähige Altstoffe:

(Land)	43,0 %	±	129,0 kg
(Stadt)	48,0 %	±	144,0 kg

*) nach neuesten Veröffentlichungen im Durchschnitt sogar 338 kg pro Einwohner u. Jahr in der Bundesrepublik Deutschland (87).

Davon wurden wiederverwertet nach Bringe-Systemen: (Zahlen aus 1984)

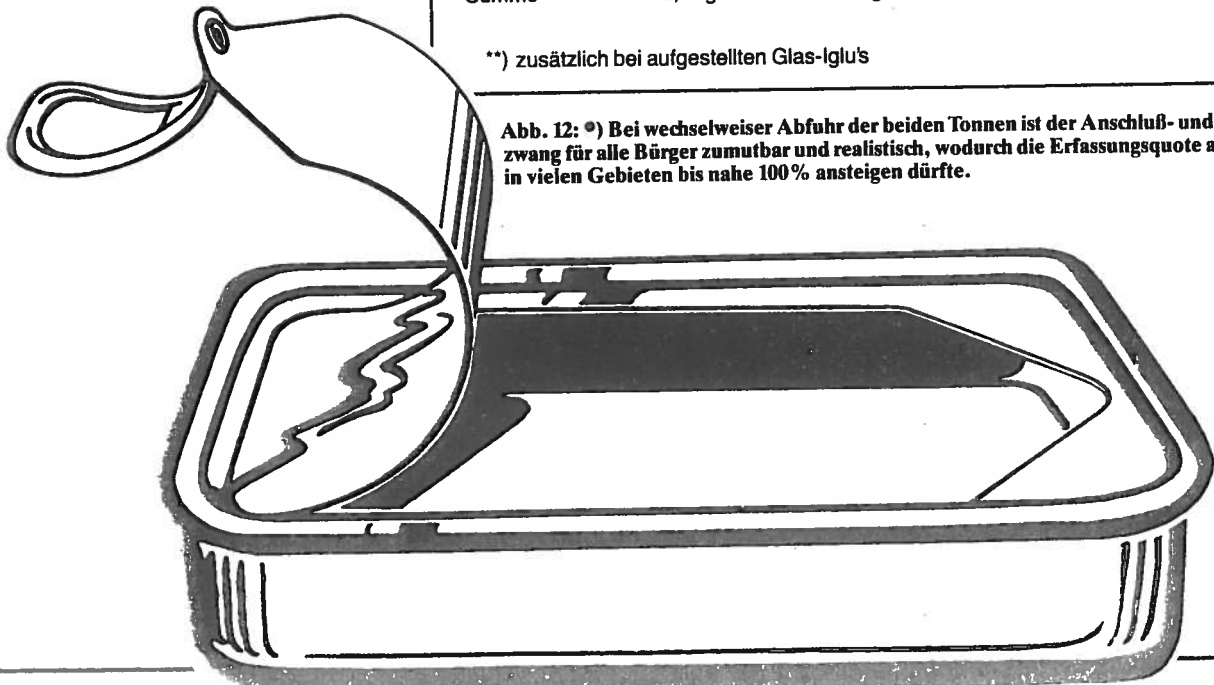
	Groß-Container Stadt Braun- schweig (88)	Glas-Iglu + Papier-Container Stadt Nürnberg (89)	Stadt Hanau (90)
Papier/Pappe	22,4 kg ± 30%	20 kg ± 27%	14,4 kg ± 19%
Altglas	19,6 kg ± 54%	28 kg ± 78%	13,3 kg ± 37%
Kunststoff	4,5 kg ± 25%		
Textilien	1,5 kg ± 33%		
Metalle/Dosen	(2,9 kg) ± (40%)		
	50,9 kg ± 35%	48 kg ± 33%	27,7 kg ± 19%

Davon wiederverwertet bei Abhol-System = Altstofftonne mit nachgeschalteter Sortierung der Wertstoffe: – jedoch ohne Anschluß- und Benutzungs-Zwang*)

	Landkreis Kleve (82) (1981/82)	Ravensburg/ Balenfurt (83) (1984)	München- Garching (83) (1984)	Donnersberg- Kreis (84) (1984/85)
Papier/Pappe	44,2 kg ± 74%	39,8 kg ± 66%	41,3 kg ± 55%	57 kg ± 95%
Altglas	23,8 kg ± 66 %	14,1 kg ± 31%**	19,8 kg ± 55%	15 kg ± 42 %
Kunststoff	2,5 kg ± 14%	6,0 kg ± 33%	7,0 kg ± 39%	—
Textilien	3,0 kg ± 67%	1,7 kg ± 38%	1,5 kg ± 33%	—
Metalle/Schrott	5,5 kg ± 52%	5,1 kg ± 49%	5,6 kg ± 53%	8 kg ± 76%
Summe	78,1 kg ± 61 %	66,7 kg ± 52%	75,0 kg ± 52%	80 kg ± 62%

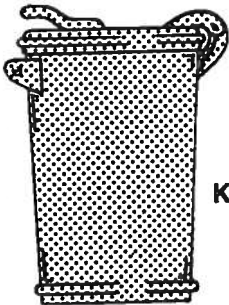
**) zusätzlich bei aufgestellten Glas-Iglu's

Abb. 12: *) Bei wechselweiser Abfuhr der beiden Tonnen ist der Anschluß- und Benutzungs-zwang für alle Bürger zumutbar und realistisch, wodurch die Erfassungsquote auf über 90%, in vielen Gebieten bis nahe 100% ansteigen dürfte.





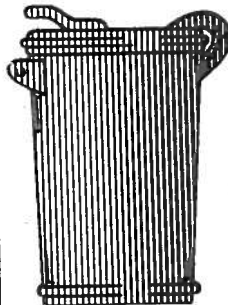
TRENNUNG VON ABFÄLLEN IM HAUSHALT



Kompost-Tonne
für
organische
Abfälle

Küchenabfälle: Gemüseabfälle,
Obst-, Eier- und Nußschalen
Kaffeefilter, Teeblätter*
Speisereste, auch verdorbene
Speiseölrreste und -fette,
gebunden
Knochen und Haare
Rasenschnitt, Gartenabfälle
Blätter, kleine Zweige
Hobelspäne, Holzwolle,
Sägespäne
kleinere Papier- und Pappreste
Papierwindeln ohne Plastikanteile
Holzkohlen- und Kohlenasche
Staubsaugerbeutel

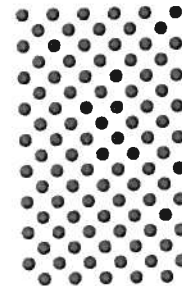
!!! Kein Plastik, Blech, Glas !!!
Keine Metallteile !!!



Altstoff-Tonne
für
recyclingfähige
Abfälle

Glas
gebündeltes Papier } wenn nicht
Kartonagen } zur Sonder-
sammlung
Metallteile: Dosen, vorgereinigt
Kronenkorken
Flaschenverschlußkappen
Kleinteile: Schrauben
Büroklammern u. a. m.
Altkleider, Textilien
Kunststoffe, Plastiktüten und -teile
Zigarettenfilter
kleinere Holzteile
Geschirr, Scherben
Gummi-, Lederteile u. a. m.

!!! Keine nassen Abfälle !!!



Sammel-System
für
Sonderabfälle

Pflege- und Reinigungsmittelreste
Heimwerker-Chemikalien
Hobby-Chemikalien
Farb- und Lackreste
Lösungsmittel
Klebstoffe
verbrauchte Leuchtstoffröhren
verbrauchte Batterien
Medikamente
Schönheits-Pflegemittel
Pflanzendünger
Pflanzenschutz- und
Insekten-Vertilgungsmittel
stark mit Schwermetallen
belasteter Kehricht

Sperrige Abfälle, z. B.: Möbelstücke, elektrische Geräte, größere Teile von Holzverschnitt, sind nicht für oben genannte Behältnisse bestimmt, sie gehören in die Sperrmüllsammmlung. **Altreifen, Altöl, Autobatterien** können bei Tankstellen und Autohändlern abgegeben werden. **Bauschutt, Erdaushub** lassen sich in Spezial-Containern sammeln. **Tierkörper** nimmt die Tierkörper-Verwertungsanstalt an oder holt sie ab.

Flüssigkeiten müssen unbedingt auslaufsicher, **Chemikalien** nach Möglichkeit mit Originaletikett oder näherer Kennzeichnung des Inhaltes, abgeliefert werden.

- die übrigen Abfälle bleiben trocken und lassen sich hierdurch leicht weiter auseinandertrennen und zur Wiederverwendung aufbereiten, wobei nicht mehr verwertbare Reststoffe abgetrennt werden.
- die organischen Abfälle (Küchen- und Gartenabfälle) bleiben weitgehend frei von schädlichen Schwermetallen (59) und sonstigen, störenden Anteilen (z.B. Glassplitter, Kronenkorken, Metallkleinteilen), was sich äußerst positiv auf die Qualität der daraus gewinnbaren Komposte aus-

- wirkt*). Sie bilden zugleich den Teil des Abfalls, der durch die Kompostierung wieder dem biologisch-ökologischen Kreislauf zugeführt werden kann.
- die Abtrennung kompostierbarer Abfälle aus dem Müll in *einer* Tonne ist durch Naturgesetze vorgeben und unverzichtbar. Daran wird sich auch durch neue technische Entwicklungen nichts ändern.
- nur auf diese Weise kann eine größtmögliche Entlastung unserer Deponien – sowohl mengenmäßig

- als auch hinsichtlich der Sickerwasser- und Deponiegas-Probleme – erreicht werden.
 - umgekehrt fördert die Bereitstellung einer Tonne für „Nichtverwertbares“ die Bequemlichkeit beim Sortieren und erschwert und verteuert die Einsammlung.
- Nur in begründeten Fällen sollte deshalb vom Zwei-Tonnen-Abholsystem abgewichen werden, z.B. bei Hochhäusern oder sonstiger stark verdichteter Bebauung oder Gewerbetrieben.

*(s. Tab. S. 33)



Jede Art von Getrenntsammlung, die eine saubere Abtrennung der organischen Hausmüllfraktion nicht vorsieht, kann den Müllberg im Mittel nur um 25 – 30% verringern und stellt einen schlechten Start in das Recycling-Zeitalter dar.

3.3.3 Bereitstellung, Einsammlung und Transport der verschiedenen Abfallarten

Küchen- und Gartenabfälle werden von den Haushalten, kleinen Gewerbebetrieben, Verwaltungen etc., die an die regelmäßige öffentliche Müllabfuhr angeschlossen sind, getrennt in der eigens dafür vorgesehenen „Kompost-Tonne“ gesammelt (siehe Tabelle S. 31).

Darüber hinaus können private Haushalte weiterhin ihre Küchen- und Gartenabfälle im eigenen Garten kompostieren, soweit dies ohne Belästigung anderer möglich ist. Dies betrifft insbesondere ländliche und randstädtische Siedlungsgebiete mit geringer Siedlungsdichte. Wer vollständig auf die Abholung dieser Abfälle durch die 'Müllabfuhr' verzichtet, der sollte für diese Abfallart vom Anschluß- und Benutzungszwang befreit werden können und dementsprechend mit geringeren Gebühren belastet werden.

Die zweite Tonne – „Altstoff-Tonne“ oder auch „Graue Tonne“ (oder bisweilen ebenfalls „Grüne Wertstofftonne“) genannt – dient zur Sammlung der übrigen Abfallstoffe (Papier, Pappe, Glas, Kunststoffe, Metallteile, Textilien, Verbundstoffe, Inertmaterialien etc.). Papier und Pappe sollten nach Möglichkeit gebündelt, Glasflaschen auf keinen Fall zerschlagen in die Tonne gegeben werden. Diese Abfälle werden dann einer einfachen Sortierung zugeführt, in der mindestens Papier, Glas, Metalle und Kunststoffe abgetrennt werden.

Die Abfuhr der beiden Tonnen erfolgt abwechselnd, 14-tägig, jeweils eine Tonne, so daß die Müllsammel Fahrzeuge wie bisher wöchentliche Touren fahren. Allerdings kann in der warmen Jahreszeit (Mai-August) eine wöchentliche Leerung der organischen Abfalltonne erforderlich werden. Hierdurch bedingte Kostenerhöhungen bei der Einsammlung dür-

fen aber nicht isoliert betrachtet werden, da diese durch kürzere Transportwege für diese Abfälle größtenteils wieder ausgeglichen werden können.

Trotz dieser Getrenntsammlung durch die Kommunen sollten den privaten Haushalten die bestehenden Möglichkeiten zur Ablieferung größerer Mengen an Glasflaschen, gebündeltem Papier etc. bei Sammelstellen (Containern) für eine Übergangszeit weiter angeboten werden.

Gemeinnützige Organisationen sollte auch weiterhin die Durchführung von Altstoff-Sammlungen ermöglicht werden. Dies darf jedoch nicht zu Gebiets- bzw. Monopol-Verträgen für die Sammlung einzelner Wertstoffe im Sinne von 'Rosinenpickerei' führen, weil dadurch eine geordnete Erfassung der übrigen (geringwertigen) Altstoffe erschwert wird.

Verbände und Vereine sollten sich künftig verstärkt um die getrennte Erfassung der weniger gut aussortierbaren, aber hochwertigen Altstoffe, z.B. Textilien und Aluminium kümmern.

Sonderabfall-Kleinmengen, die bisher mit dem Hausmüll zusammen 'beseitigt' wurden, sind zur weitgehenden Entfrachtung der Abfälle von Schadstoffen ebenfalls getrennt einzusammeln. Über Wege zu ihrer Abtrennung und schadlosen Entsorgung sowie Strategien zu ihrer Vermeidung wurde bereits in Kap. 3.2 ausführlich berichtet.

Zur Kategorie Hausmüll zählt auch der *hausmüllähnliche Gewerbeamüll*. Für diesen Bereich gelten die gleichen gesetzlichen Bestimmungen wie für Hausmüll. Hier entstehende, kleinere Sondermüllmengen, die denen des Hausmülls vergleichbar sind, können unter Umständen den gleichen öffentlichen Sammelstellen wie vorstehend beschrieben zugeführt oder getrennt eingesammelt werden. Gewerbliche Sonderabfälle in größeren Mengen sind direkt einer staatlich kontrollierten Gesellschaft zur Behandlung von Sonderabfällen (in Hessen: HIM-GmbH) zuzuführen. *Altstoffe* in kleinen Mengen werden wie bei privaten Haushalten in der 'Grauen Tonne' gesammelt. Größere

Mengen sind möglichst sortenrein zu sammeln und der Wiederverwendung zuzuführen.

Für direkt verwertbare, bzw. absetzbare Produktionsrückstände haben sich seit Jahren die *Abfallbörsen* der Industrie- und Handelskammern bewährt.

Teilweise gibt es auch direkte Vermarktungsmöglichkeiten für homogene Abfallarten aus Büro- und Verpackungsabfällen.

Auch im gewerblichen Bereich fallen teilweise größere Mengen von Küchenabfällen, insbesondere aus Großküchen, an. Diese sind ebenso wie bei den Haushalten zusammen mit anderen organischen Abfällen in eigens dafür reservierten Mülltonnen zu sammeln und der Kompostierung (ggf. der Biovergasung) zuzuführen.

3.3.4 Aufarbeitung der getrennt gesammelten Abfälle

3.3.4.1 Kompostierung der Garten- und Küchenabfälle (grüne Komposttonne)

Die Kompostierung ist die älteste Abfallverwertungsmethode der Menschheit. Sie ist der uns von der Natur vorgegebene Weg, organische – aus der Natur erhaltene – Stoffe bzw. deren Abfälle wieder an die Natur zurückzugeben.

Ohne die fortwährende Umwandlung von Abfällen in neue Rohstoffe durch Kompostierung und Verrottung im Stoffkreislauf der Natur wäre jedes Leben auf Erden – auch unsere heutige Existenz auf diesem Planeten – undenkbar.

Dieser natürliche Verwertungsprozeß läuft ohne Energiezufuhr, allein durch die Aktivität der Mikroorganismen ab, die zugleich für das Bodenleben wichtig sind. Er benötigt keine höher entwickelte Verfahrenstechnik. Entsprechend gering sind die Kosten, vor allem bei dezentralen (Klein)Anlagen.

Von besonderer Bedeutung für die Abfallwirtschaft ist, daß durch den Rottevorgang eine Gewichts- und Volumenreduzierung von über 50%, bezogen auf die eingesetzten organischen Abfälle, erreicht wird.

Manche Gartenbesitzer und Landwirte, die noch den täglichen Kontakt und Umgang mit der Natur ha-



ben, wissen und beherzigen dies im allgemeinen noch. Es ist daher nicht verwunderlich, daß nahezu alle Abfälle aus der Landwirtschaft kompostiert werden, bzw. verrotten dürfen oder direkt wieder in den Boden eingearbeitet werden.

Über 200 Mio. t landwirtschaftliche Abfälle „verschwinden“ so jährlich in der Bundesrepublik Deutschland für einen nützlichen Zweck – nämlich zur Bodenverbesserung und

Düngung –, ohne daß sie als Posten in den Abfallbilanzen auftauchen.

Garten- und Küchenabfälle aus Haushalten und Kleinbetrieben, die fast die Hälfte des gesamten 'Hausmülls' – das sind über 13 Mio. t pro Jahr – ausmachen, werden dagegen heute größtenteils entweder in Depo-nien abgelagert oder in Müllverbrennungsanlagen verbrannt.

Nach dem Abfallwirtschaftskonzept des BUND sollen diese Abfälle

(wie alle anderen auch) künftig wieder entsprechend ihrer stofflichen Qualität verwertet, d.h. kompostiert werden.

Voraussetzung hierfür ist die saubere Abtrennung und Getrenntsammlung der zu kompostierenden Küchen- und Gartenabfälle in der Komposttonne. Der vor kurzem erfolgreich abgeschlossene Modellversuch der Gesamthochschule Kassel/Witzenhausen – der inzwischen auf die gesamte Stadt Witzenhausen (20.000 Einwohner) ausgedehnt wurde – hat gezeigt, daß auf diese Weise ein Kompost erzeugt werden kann, der strengsten Qualitätsanforderungen entspricht und nicht nur in der herkömmlichen Landwirtschaft, sondern sogar unter den (strengeren) Bedingungen des alternativen Landbaus eingesetzt und sogar allgemein zur Verbesserung der Bodensituation empfohlen werden kann (91).

Diese Vorgehensweise ist keineswegs – wie manchmal behauptet wird – auf ländliche Regionen beschränkt. Durch Modellversuche in Stadtbezirken von Berlin (92) und Wolfsburg (93) ist kürzlich bestätigt worden, daß die Getrenntsammlung von Küchen- und Gartenabfällen mit anschließender Kompostierung auch in Großstädten zu schadstoffarmen Komposten führt, die ohne Bedenken in gleicher Weise verwertet werden können.

Die in Betracht kommenden Anlagen zur Kompostierung reichen von der sehr einfachen Mietenkompostierung bis hin zu größeren, zentralen Kompostwerken. Besiedlungsdichte und Größe der verfügbaren Fläche müssen über die Art der zu errichtenden Anlage entscheiden.

Überall dort, wo ausreichend große Flächen zur Verfügung stehen, empfiehlt sich die dezentrale Mietenkompostierung der organischen Abfälle nach dem Witzenhausener Modell auf kommunaler Ebene oder in Form der Zusammenarbeit mehrerer Kommunen. Sie kann mit vergleichsweise sehr geringen Kosten durchgeführt werden (siehe 3.7). Allerdings sollte auch hier durch Einsatz einfacher technischer Hilfsmittel (Häcksler, Umsetzer, Sonnenschutz, evtl. Beregnung) für gute und gleichmäßige

	Tolerierbarer Gehalt		Kompostwerke Baden-Württemb.	Modellversuch Witzenhausen ⁹¹⁾	Stadtteil-Versuch Berlin ⁹²⁾
	Stand 10/1984 Böden/Kompost		Mittelwert	Mittelwert	(dezentrale Getrenntsammlung)
Blei	100	200	513	189	43
Cadmium	3	5	5,5	0,7	0,3
Zink	300	500	1570	367	148
Kupfer	100	200	247	51	46,3
Nickel	50	50	45	36	keine Angabe
Chrom	100	200	71	74	14,5

(Angaben in mg/kg FS)
 Quelle: 2. Zwischenbericht Projekt „Grüne Tonne“ Witzenhausen, März 1985

35. ANS-Tagung, Berlin, März 1985

Abb. 13:

BIOZID-RÜCKSTÄNDE IN MÜLLKOMPOSTEN		
(Angaben in mg/kg FS)		
	Modellversuch Witzenhausen	Empfehlungen für Lebensmittel
	gefunden (91)	(Höchstmengenverordnung)
Chlorierte Kohlenwasserstoffe		
Hexachlorbenzol	<0,001	0,01
α-Hexachlorcyclohexan		
β-Hexachlorcyclohexan	<0,001	0,02
γ-Hexachlorcyclohexan (Lindan)	<0,004	0,10
Heptachlor und Heptachlorepoxyd	<0,001	0,01
Aldrin und Dieldrin	<0,001	0,01
Endrin	<0,001	0,01
DDT + DDD + DDE + Isomere	0,032	0,05
Polychlorierte Biphenyle		
60% Chlor	0,05	–
Chlorierte Lösungsmittel		
Chloroform	<0,1	–
1,1,1-Trichloräthan	<0,1	–
Tetrachlorkohlenstoff	<0,1	–
Trichloräthylen	<0,1	–
Tetrachloräthylen	<0,1	–
Phosphorsäureester	<0,01	0,08
Fungizide (schwer abbaubar)		
Thiabendazol	0,07	1,00
Herbizide		
2,4-D	<0,1	0,10
2,4,5-T	<0,1	0,05

Abb. 14:

Quelle: 2. Zwischenbericht Projekt „Grüne Tonne“ Witzenhausen, März 1985



Kompostqualität gesorgt werden. Vorteilhaft ist es, wenn Küchen- und Gartenabfälle, Rasenschnitt und andere organische Materialien vorher vermischt werden. Fachkundiges Personal sollte zur Verfügung stehen.

In Verdichtungsgebieten und größeren städtischen Siedlungsgebieten bietet sich dagegen die Errichtung einer oder mehrerer Kompostierungsanlagen mit mechanisch gesteuerter Vorrotte an. Hierdurch kann zugleich der Grad der Hygienisierung noch erhöht werden.

Bestehende Kompostierungsanlagen sollten schnellstens auf die ausschließliche Verwertung von getrennt gesammelten Küchen- und Gartenabfällen umgerüstet werden, um so den Schadstoffgehalt der Komposte aus diesen Anlagen nachhaltig zu senken.

3.3.4.2 Biogasgewinnung aus organischem Abfall und Klärschlamm

Alternativ zur aeroben Kompostierung und Verrottung kommt es in der Natur bei Ausschluß von Sauerstoff zur anaeroben Vergärung und/oder Methanbildung durch die Aktivität entsprechender Bakterien. Bekannt ist die Gasbildung im Faulschlamm von stehenden Gewässern oder z.B. im menschlichen Darm.

Durch anaerobe 'Fäulnisprozesse' sind im Laufe der Erdgeschichte unsere fossilen Brennstoffe Kohle, Erdöl und Erdgas entstanden.

Die anaerobe Ausfäulung und Methanbildung von Klärschlamm wird seit längerem zur 'Eigen'-Energieversorgung in Kläranlagen genutzt.

Organische Abfälle lassen sich nach breiiger Vermahlung zusammen mit Klärschlamm unter Luftausschluß in sogenannten Faultürmen nach entsprechenden Verfahren „methanisieren“. Das so gewonnene Methangas kann über die Eigenversorgung hinaus in Blockheizkraftwerken in Strom und Wärme umgewandelt werden.

Einer Machbarkeitsstudie zufolge (69) lassen sich die verbleibenden Rückstände nach einer anschließenden aeroben Verrottung noch als Kompost verwerten.

Zu diesem Verfahren liegen bisher erst wenige Erfahrungen vor. Eine Pilotanlage ist zur Zeit in der Erpro-

bung (Modellversuch Rottweil). Nach erfolgreichem Abschluß kann dieses Verfahren eine wertvolle Ergänzung zur Kompostierung darstellen, insbesondere dort, wo eine ganzjährige Nutzung der erzeugten Energie (Strom und Heizwärme) sichergestellt ist. Auch hinsichtlich der Verwertung der Komposte aus solchen Anlagen fehlen noch weitergehende Erfahrungen.

Bei der Biovergasung gibt es jedoch inzwischen bereits Weiterentwicklungen, wie das Konzept einer 'Biotechnischen Abfallverwertung' (BTA), München-Garching aufzeigt.

3.3.4.3 Sortierung der Wertstoffe aus der Altstofftonne (Graue Tonne)

Nach dem Abfall-Konzept des BUND sollen in der 'Grauen Tonne' die Altstoffe Papier, Glas, Plastik, Metallteile einschließlich Dosen und metallische Kleinteile, größere Holzstücke, sowie Verbundstoffe und sonstige Reststoffe erfaßt werden.

Um unerwünschte Veränderungen während der Lagerung in der Tonne bis zur Abholung und sich daraus ergebende Probleme bei der Sortierung zu vermeiden, ist es zwingend erforderlich, daß alle diese Stoffe in möglichst trockenem Zustand in die Graue Tonne gelangen und dort trocken gehalten werden, damit sie in der Sortieranlage entsprechend einfach - teils von Hand - möglichst weitgehend aufgearbeitet werden können und nicht z.B. miteinander verkleben.

Um Verschmutzungen des Papiers in der Altstofftonne z.B. durch Glassplitter möglichst weitgehend zu vermeiden, ist es sinnvoll, Papier und Pappe, z.B. Zeitungen, von den Haushalten gebündelt (locker verschürzt) in die Altstofftonne einzubringen; dies erleichtert die Sortierung.

Die zu sortierenden Altstoffmengen sollten möglichst klein gehalten und größere Mengen anfallender Altstoffe der gleichen Art einer gesonderten Sammlung zugeführt werden (z.B. Papier, Glas, Kunststoffe, Textilien etc.) oder bei entsprechenden Stellen angeliefert werden (z.B. Altmetalle beim Schrotthandel).

Die (teil)mechanische Sortierung des (übrigen) Inhalts der Altstoffton-

ne kann in relativ einfach ausgestatteten Sortieranlagen erfolgen. Magnetische Metallteile werden durch einen Überband-Magneten abgetrennt, Plastikfolien, Aluminiumfolien, nichtmagnetische Metallteile, Verbundstoffe und sonstige störende Stoffe werden von Hand ausgelesen; Glas, Plastikflaschen und loses Papier danach durch Schwerkraft weiter aufgetrennt. (Aluminium- und Kunststoff-Folien können noch beim Schmelzvorgang zwecks Regranulierung voneinander getrennt werden - siehe 3.4.4). Papier wird zu Ballen gepreßt. Das abgetrennte Glas kann auf der gleichen Anlage noch weiter nach Farben sortiert werden; desgleichen Papier und Pappe in einem Arbeitsgang in mehrere Qualitätsstufen.

Auf den Anlagen der Firma Fischer Recycling in Ravensburg und Freiburg lassen sich so bis zu 11 Wertstofffraktionen gewinnen. Auch diese Anlagen sind noch weiter verbesserungsfähig!

Die nicht mehr verwertbaren Reststoffe müssen deponiert werden (siehe 3.5). Ihr Anteil liegt bei ca. 25% des Inhalts der Altstofftonne. Bei ca. 55% wiederverwertbaren Altstoffen und Restmüll sind dies weniger als 15%, bezogen auf die gesamte erzeugte Abfallmenge.

Die Investitionskosten für eine nach diesem Konzept erforderlich werdende Sortieranlage sind je nach Größe und Leistungsfähigkeit gestaffelt und liegen bei etwa 2,8 Millionen DM für die Sortierung der 'Wertstofffraktion' von 100.000 Einwohnern (81). Um unnötige Transportkosten zu vermeiden, sollten Sortieranlagen entweder dort angesiedelt werden, wo sich die anfallenden Sekundärrohstoffe leicht abtransportieren lassen, z.B. in der Nähe von DB-Bahnhöfen oder Flußhäfen oder nahe der Depone für Reststoffe.

Für großflächige Landkreise sind zwei oder drei dezentrale, kleinere Sortieranlagen zu empfehlen, für größere Städte oder Ballungsgebiete entsprechend größere, zentrale Sortieranlagen. Diese brauchen jedoch aufgrund der Getrenntsammlung in zwei Tonnen nur noch für maximal 60% des im Einzugsgebiet anfallenden Abfalls ausgelegt zu werden.



3.4 Möglichkeiten und Wege zur Verwertung und Vermarktung der gewonnenen Sekundär-Rohstoffe

3.4.1 Kompost

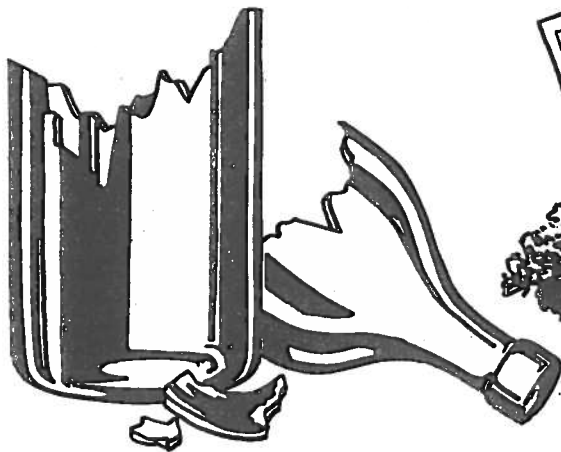
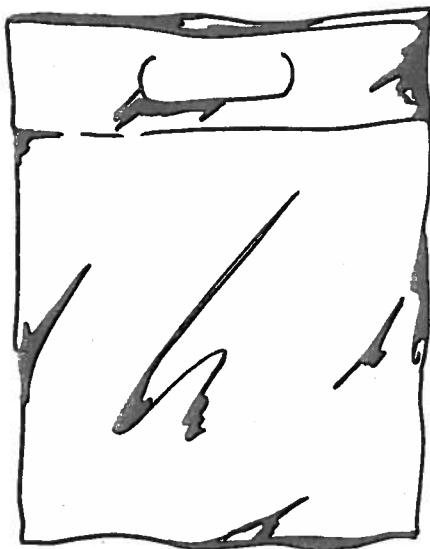
Organische Abfallstoffe stellen mit etwa 44% Anteil am gesamten Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbemüll den größten Einzelposten in der Liste der Abfallstoffe dar. In allen Haushalten, Gärten, öffentlichen Parkanlagen, Betrieben, Kantinen etc. zusammen fallen jährlich über 13 Mio. t davon an.

Durch Kompostierung können daraus ca. 6 Mio. t Kompost (Reifekompost, Komposterde) gewonnen werden, das sind ca. 100 kg pro Einwohner und Jahr.

Außer in privaten Gärten werden hiervon bisher nur geringe Anteile verwertet. Dies erscheint umso verwunderlicher, wenn man bedenkt, daß die in der Landwirtschaft jährlich anfallenden über 200 Mio. t organische Abfälle nahezu vollständig zur Düngung und Bodenverbesserung eingesetzt, d.h. verwertet werden. Die Ursachen für die geringe Akzeptanz der bisher erzeugten Hausmüll-

komposte liegen offenbar in deren schlechter Qualität, insbesondere dem zu hohen Schwermetallgehalt solcher Komposte begründet. Wie Untersuchungsergebnisse aus Modellversuchen (Witzenhausen) Berlin u.a., (vgl. Abb. 13) ergeben haben, wird durch die Getrennteinsammlung vor der Kompostierung die Schwermetallfracht ganz erheblich reduziert und dadurch sowohl die Qualität als auch die Vermarktungschance entscheidend verbessert.

Der stoffliche Wert der organischen Abfälle ist in jedem Fall weit höher als ihr Brennwert. Reifekomposte enthalten nicht nur einen Teil



RESTSTOFFE

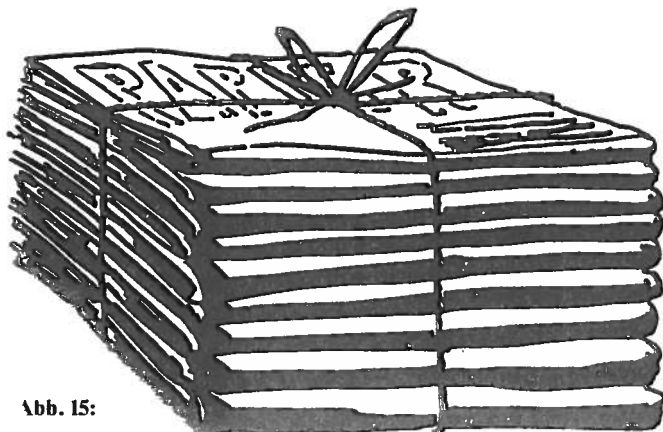
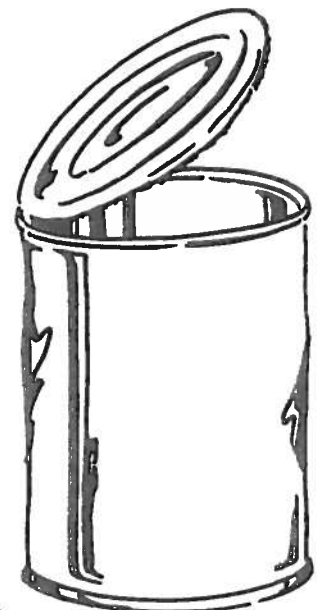


Abb. 15:



der von den Pflanzen benötigten Nährstoffe. Sie sind in der Lage, diese gegen Auswaschen durch Regen festzuhalten. Kompost lockert den Boden auf, speichert Feuchtigkeit und nützt der Vegetation in vielfältiger Weise.

Die Verwertung organischer Abfälle in Form von Kompost dient der Schließung natürlicher biologischer Stoffkreisläufe, auf die sich das gesamte Leben auf der Erde stützt. Infolgedessen muß Kompostierung als wichtigste Recyclingmaßnahme überhaupt gesehen werden.

Allgemein gilt:

Ohne Einsatz von Kompost in Landwirtschaft und Gartenbau:

- verstärkte Auswaschung des ausgebrachten mineralischen Düngers, z.B. bei Regengüssen; dadurch wiederum
- höherer Düngemittelbedarf. Dies bedeutet
- erheblich höhere Kosten für Düngemittel und
- erhöhter Energieaufwand zur Herstellung von mehr Dünger, der sich durch Stoffrecycling der organischen Hausmüllfraktion einsparen ließe;
- Gefahr der Grundwasserverseuchung, vor allem durch Nitrat (94);
- erheblich höhere Gefahr der Bodenerosion durch fehlende Humusdecke.

Bei sorgfältigem Komposteinsatz:

- Bildung einer ausreichenden Humusdecke; dadurch
- festhalten von Nährstoffen und Feuchtigkeit für die Pflanzen (Wurzeln) und bessere Ausnutzung derselben (95);
- allgemein geringere Erosionsgefahr;
- weit geringerer Bedarf an zusätzlichem Mineraldünger, da Kompost bereits Nährstoffe mitbringt;
- Aktivierung des Bodenlebens;
- Förderung der Pflanzengesundheit;
- teilweise Neutralisierung des sauren Regens;
- Verminderung der Löslichkeit von Schwermetallen in den Böden (96);



- geringere „Verbrennungsgefahr“ für die Pflanzen, da zu hohe Düngestoffkonzentrationen von Humus abgepuffert werden.

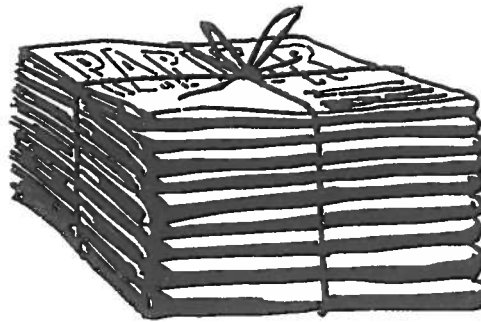
Der Komposteinsatz hat darüber hinaus eine zentrale Bedeutung für den Moorschutz (siehe unten).

Folgende Einsatzmöglichkeiten für Reifekompost bieten sich an:

- **Landwirtschaft:** diese könnte die gesamten 6 Mio. t Kompost aus dem Hausmüll (± 3% zusätzlich zu verwertende organische Substanz) ohne größere Probleme aufnehmen. Die landwirtschaftlichen Böden haben zum Teil einen erheblichen Humusbedarf. Die Entfernungen zwischen Entstehungsort des Kompostes und Einsatzort dürfen allerdings nicht zu groß sein, da sonst zu hohe Transportkosten entstehen.
- **Forstwirtschaft:** auch in unseren Wäldern ließe sich die gesamte jährlich anfallende Kompostmenge unterbringen. Hauptsächlich infolge des 'Sauren Regens' hat die Humusdecke in vielen Wäldern erheblich abgenommen (schlechtere Verrottung der natürlichen Abfälle durch Absinken des pH-Wertes, geringere Zuwachsraten von Biomasse, kleinere Blätter etc.). Die Ausbringung von Klärschlamm im Forst ist bereits in der Diskussion (97). Dem Kompost könnte Kalkstein und Steinmehl zur schonenden, allmählichen Abpufferung der Waldböden gegen zu starke Säuregehalte zugesetzt werden. Durch Zugabe von Regenwürmern und Aufsetzen des

Kompostes in Mieten ließen sich die benötigten Nährstoffe – insbesondere Magnesium und Calcium – bis an die Baumwurzeln herant transportieren. Auf diese Weise könnte eine die Vegetation schonende Erholung des Waldbodens in Gang gebracht werden. Vielleicht könnte dies sogar kranken Bäumen noch helfen.

- **Erwerbs- und Hobby-Gartenbau:** in diesem und dem nachfolgenden Bereich werden derzeit zusammen ca. 3 Mio. t Torf pro Jahr verbraucht, die aus den bereits stark dezimierten und geschädigten Mooren stammen. Die wenigen noch vorhandenen Moore müssen jedoch als Naturreservate und zur Grundwasserspeicherung dringend geschont werden. Sie haben eine wichtige Funktion im Naturhaushalt. Durch Einsatz von Reifekompost anstelle von saurem und nährstoffarmem Torf in unseren Gärten könnte diesem Raubbau Einhalt geboten werden. Zugleich könnte der Düngemiteleinsatz stark reduziert oder ganz vermieden werden. Beides würde zudem eine erhebliche Kosteneinsparung mit sich bringen.
- **Landschaftsbau, Rekultivierung, Baubehörden:** auch in diesem Bereich gibt es einen erheblichen Bedarf nach Bodenverbesserungsmitteln, der heute vielfach noch durch Verwendung von Torf abgedeckt wird. Die zu verwertende Menge an Kompost ließe sich hier noch erheblich steigern, z.B. durch Verwendung sogenannter 'Lebender Lärmschutzwände' (98) zur Landschaftsgestaltung und Lärmdämmung. In den beiden letztgenannten Bereichen ließen sich mehr als 50% des gesamten anfallenden Kompostes problemlos und kostensparend verwerten.
- Auch für *Deponieabdeckung* ist Kompost bestens geeignet.
- Für *Lebend-Kompost* gibt es sogar *industrielle Anwendungen*, z.B. im Filterbau, vor allem zur Eindämmung und Absorption von lästigen Gerüchen.



Generell läßt sich die Vermarktung des gesamten anfallenden Kompostes sichern. Durch Einführung von Qualitätsnormen könnten sogar Erlöse erzielt werden, die dem Wert des Kompostes entsprechen.

Legt man eine Deponie-Entlastungsgebühr von 50,- DM pro verwerteter Tonne an organischem Abfall zugrunde (das entspricht 100,- DM pro Tonne Kompost!), was durchaus realistisch ist, so dürfte die Vermarktung auch bei anfangs nur geringen Erlösen wirtschaftlich gesichert sein.

3.4.2 Altpapier

Der Anteil von Altpapier und Pappe am gesamten Abfall beträgt ca. 6 Mio. t \approx 20%, in mehr städtischen Regionen sogar 7,5 Mio. t entsprechend 25% der gesamten Abfälle aus Haushalten, Kleingewerbe etc.

Wie kürzlich aus offizieller Quelle (99) mitgeteilt wurde, werden zur Zeit bereits ca. 3,5 Mio. t Altpapier im Jahr wiederverwertet.

Andere Quellen (100) geben für 1982 etwa 3,05 Mio. t Altpapier an, die zu neuen bzw. Recycling-Papieren verarbeitet wurden. Diese Zahl entspricht einer Einsatzquote für Altpapier bei der deutschen Papierindustrie von etwa 42% und einer Rücklaufquote von ca. 37% des gesamten Papierverbrauchs.

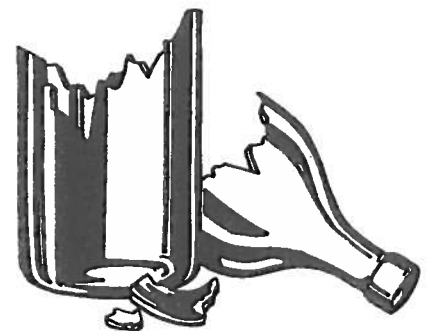
Außer in der Papierindustrie läßt sich Altpapier auch in anderen Industriezweigen z.B. zur Herstellung von Dämmplatten, Faserplatten, als Unterfütter für die Automobil-Innenauskleidung etc. vielfältig verwenden. Schlechte Altpapier-Qualitäten können zur Herstellung von Porotonziegeln oder als Kohlenstoffträger bei der Kompostierung bzw. Biover-

gasung von Klärschlamm noch verwertet werden.

Der Markt für Altpapier ist in jedem Fall noch weit aufnahmefähiger als dem gegenwärtigen Stand entspricht. Die nach Ende des Waldsterbens zu erwartende Holzknappheit wird die stoffliche Wiederverwendung möglichst allen Altpapiers geradezu zwingend notwendig machen! In manchen Staaten Südeuropas, im Nahen Osten und Nordafrika herrscht heute schon Papier- und Altpapiermangel. Der Export-Markt ist keineswegs ausgeschöpft.

Für gute und sortenreine Altpapierqualitäten (De-Inking Ware) werden heute im Mittel bereits 120,- DM pro t Erlöst, für Kartonagen-Ware 80,- bis 100,- DM pro t. Gemischtes Altpapier (z.B. aus Vereinssammlungen) erbringt 60 - 80,- DM pro t. Ware aus Sortieranlagen steht getrennt gesammeltem Papier in nichts nach. Im Gegenteil - 'Vereinsware' muß häufig nachsortiert werden (85).

Es muß zum Schluß dieses Kapitels nochmals deutlich herausgestellt werden: Der Energie-Inhalt von Papier ist mindestens fünfmal so hoch wie der bei der Müllverbrennung aus Papier erzielbare Gegenwert an Energie, so daß eine Verbrennung von Papier sich eigentlich von selbst verbieten müßte (siehe Graphik auf S. 9).



3.4.3 Altglas

Der Glasanteil am Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbemüll beträgt ca. 3,6 Mio. t, entsprechend 12%. Davon werden derzeit bereits ca. 0,8 Mio. t, das sind etwa 30% des Behälterglases bzw. etwa 22% des gesamten Altglases wiederverwertet. Als Abnehmer kommt hier nur die Glasindustrie, insbesondere die Behälterglas-Industrie, in Betracht. Diese ist interessiert an möglichst

Preise für Torf, Torfprodukte und Substitute			
Produkt	Gebinde	Preis/m ³	Handel
Torf ohne Nährstoffzusatz	300 l	60-70,-	inkl. MwSt. Kleinverkauf
Torf ohne Nährstoffzusatz	300 l	51,-	ohne MwSt. Großhandel
Torfmischdünger	300 l	77-98,-	inkl. MwSt. Kleinhandel
Torfkultursubstrat	300 l	102,-	inkl. MwSt. Kleinhandel
Blumenerde (Torfbasis)	45 l	264,-	inkl. MwSt. Kleinhandel
Rindenhumus	80/100 l	54-99,-	ohne MwSt. ab Werk
Rindenkultursubstrat (RKS)	100 l	96,-	ohne MwSt. ab Werk
RKS für bes. Verwendungszwecke	100 l	111,-	ohne MwSt. ab Werk
Blumenerde (Rinden-Torf-Basis)	50 l	122-138,-	frei Haus bei größerer Abnahme

Abb. 16:

Quelle: Bundesamt für Ernährung und Forstwirtschaft, 1982

Nährstoffgehalte verschiedener Bodenverbesserungsmittel				
Merkmal	Dimension	Torf	Müll-Klärschlamm-Komposte	Grüne Tonne Witzenhausen
		1)	1)	2)
Volumen Gewicht	g/l	100-200	730	ca. 700
ph-Wert		2,5-3,5	7,7	7-8,5
Organische Substanz	% TS	95	37	45
C/N Verhältnis		60-100:1	27	11-12
N	% TS	0,1-0,6	0,7	1,5
P ₂ O ₅ (gesamt)	% TS	0,1-0,4	0,6	0,9
K ₂ O (gesamt)	% TS	0,1-0,3	0,5	1,7
MgO (gesamt)	% TS	0,1-0,2	0,7	0,9
CaO (gesamt)	% TS	ca. 0,1	5,0	3,0

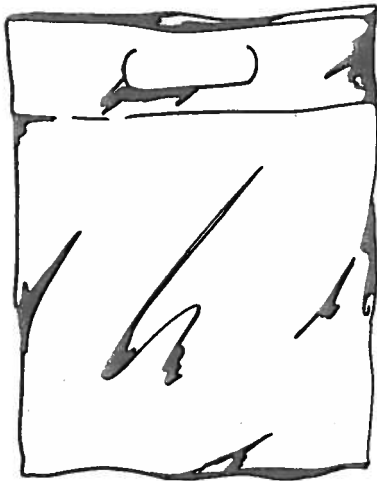
1) Zusammengestellt nach verschiedenen Autoren
2) Grün-Kompost Witzenhausen: Durchschnittswerte eigener Analysen

Abb. 17: Kompost aus organischen Abfällen ist hinsichtlich Pflanzenverträglichkeit und Nährstoffgehalt dem herkömmlichen Torf weit überlegen.

Quelle: 2. Zwischenbericht Projekt „Grüne Tonne“ Witzenhausen, März 1985⁹¹⁾



weitgehend nach Farbsorten getrenntem Altglas, wofür ca. 80,- DM/t gezahlt werden. Für vermischtes Altglas werden dagegen nur etwa 40,- DM/t vergütet. Altglas muß darüber hinaus möglichst frei sein von störenden Beimengungen wie Keramik und Porzellan, um eine einwandfreie Wiederverwertung zu ermöglichen. Der Markt für Altglas ist noch erheblich weiter ausbaufähig. Es existieren bestimmte Rücknahme-Verpflichtungen der Behälterglas-Industrie.



3.4.4 Kunststoffabfälle

Hausmüll und hausmüllähnlicher Gewerbemüll besteht im Mittel zu 6% seines Gewichts aus Kunststoffabfällen unterschiedlicher chemischer Struktur. Pro Jahr fallen in der Bundesrepublik Deutschland somit etwa 1,8 Mio. t Kunststoffabfälle aus diesem Sektor an, vor allem in Form von Folien, Bechern, Behältern, Flaschen, Beuteln bzw. Säcken oder auch als Massivteile. Wegen ihres geringen spezifischen Gewichts nehmen sie ein Mehrfaches an Volumen ein, was beim Deponieren eine zusätzliche Belastung bedeutet, zumal sie nur schwer oder gar nicht verrotten. Wegen verschiedener Inhaltsstoffe und Bestandteile ist auch ihre Verbrennung als problematisch anzusehen.

PVC im Abfall – Mengenanteil 1,5% – enthält nahezu die Hälfte der Cadmiumfracht und einen großen Teil der Chlorfracht des gesamten Abfalls. Chlorhaltige Kunststoffabfälle werden auch mit der Neubildung toxischer Chlorkohlenwasser-

stoffe bei der Müllverbrennung in Zusammenhang gebracht (101).

Noch bis vor kurzem stieß die stoffliche Wiederverwertung gemischter Kunststoffabfälle aus dem Bereich Hausmüll auf große Schwierigkeiten. Inzwischen sind jedoch Verfahren bekannt geworden, die offenbar helfen können, dieses Problem zu lösen.

Während der Verband der Kunststoffindustrie weiterhin auf die Rückverwandlung der Kunststoffabfälle durch Pyrolyse und Depolymerisation in neue Ausgangsstoffe setzt (102) – ein Verfahren, das sich noch in der technischen Erprobungsphase befindet – hat das Recycloplast-Verfahren seit neuestem stark an Bedeutung gewonnen (28, 103).

Nach diesem Verfahren lassen sich gemischte Kunststoffabfälle aus dem Hausmüll durch Umschmelzen bei 180 °C in eine Vielzahl von nützlichen Produkten umwandeln, die z.B. als Bauelemente, Kantenbegrenzungen, Gitterblöcke etc. Verwendung finden können. Weitere Einsatzmöglichkeiten bestehen bei der Fahrzeuginnenauskleidung, zur Herstellung von Pflanzkübeln, Parkbänken u.a.m. Einzige Bedingung: Sie müssen mindestens 70% 'Thermoplaste', d.h. wiederaufschmelzbare Anteile, z.B. Polyethylen, Polypropylen, Polystyrol, PVC oder dergleichen enthalten. Diese Anforderung läßt sich jedoch ohne Schwierigkeiten erfüllen, da gemischte Kunststoffabfälle größtenteils aus Thermoplasten bestehen. Nach Angaben des Recycling-Unternehmers ist der Markt bei weitem noch nicht ausgeschöpft.

Aufgrund dieses Sachverhaltes können bereits bis zu 100,- DM/t gemischter Kunststoffabfälle Erlöst werden, wenn es in der Nähe einer Aufarbeitungsanlage gibt, was einen wertvollen Beitrag zur Sicherung der Wiederverwertung bedeutet.

Außer den beiden bereits genannten Verfahren zur Wiederverwertung von Kunststoffabfällen sind noch weitere in der Prüfung, z.B. die Naß-Auftrennung der Kunststoffschmelze aufgrund ihres unterschiedlichen spezifischen Gewichts vor ihrer Verarbeitung.



3.4.5 Eisenschrott und Dosenschrott aus Eisenblech

Die Wiederverwendung von Eisenschrott in der Eisen- und Stahlindustrie ist eine der ältesten Recycling-Technologien und trägt bekanntlich zur Verfahrens- und Produkt-Verbesserung bei der Stahlgewinnung bei. Die Verarbeitung von Stahlschrott in der Bundesrepublik Deutschland erreichte 1982 einen Wert von 17,5 Mio. t, was 49% der gesamten Rohstahlproduktion entspricht.

Im Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbemüll beträgt der Anteil an Eisenschrott – einschließlich Blechdosen – ca. 3,5% entsprechend ca. 1,05 Mio. t pro Jahr, davon sind ca. 700.000 t Blechdosenschrott, wovon ca. 100.000 t (= ca. 0,3% des Gesamtabfalls) von Getränkedosen stammen. Die Wiederverwertungsquote an Dosenblech betrug 1982 etwa 45% (100).

Eisenschrott erzielt gegenwärtig am Markt einen Erlös von ca. 50,- DM/t. Die Aufnahme des gesamten anfallenden Eisen- und Dosenschrotts aus 'Hausmüll' am Markt erscheint unproblematisch, zumal Rücknahmeverträge seitens der Eisen- und Stahlindustrie bestehen.

Weißblechdosen müssen vor dem Einschmelzen allerdings zunächst entzintet werden, was ihren Wert schmälert und das Abwasser belasten kann.

Wie bereits erwähnt, bleibt anzumerken, daß der weiteren Ausbreitung der Einwegdosen-Verpackung im Sinne der Abfall-Vermeidung konsequent entgegengewirkt werden sollte (siehe 3.1.1).



3.4.6 Aluminiumabfälle

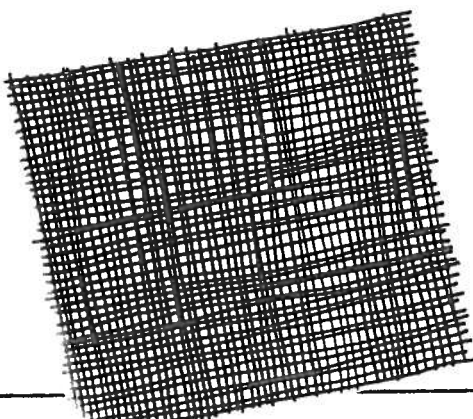
Die im Hausmüll und hausmüll-ähnlichen Gewerbemüll anfallenden Bestandteile aus Aluminium machen nur ca. 0,5% des gesamten Abfalls dieser Kategorie aus, das sind im Jahr ca. 150.000 t – oder 15% bezogen auf den gesamten Aluminiumabfall von ca. 1,0 Mio. t pro Jahr. Trotz des geringen Mengenanteils ist Aluminium aufgrund des hohen Energieverbrauchs für seine Herstellung von 15,6 kWh elektrischer Energie pro kg und seines dementsprechend hohen Energieinhalts ein äußerst wertvoller Bestandteil des Hausmülls, der sich gut vermarkten läßt.



Bei einer Anlieferung von 5.000 kg beträgt der Erlös z.Zt. ca. 2,00 – 2,50 DM pro kg!! Eine Abtrennung und getrennte Erfassung bei der Sortierung der Altstoffe aus der Grauen Tonne ist schwierig, so daß Aluminiumabfälle oft nicht verwertbar sind, wenn sie nicht bereits im Haushalt oder Betrieb getrennt gesammelt werden. Die Organisation einer solchen Getrennsammlung wäre eine sinnvolle Aufgabe für auf diesem Gebiet engagierte gemeinnützige Verbände und Vereine.

3.4.7 Sonstige Altstoffe

Hier sind noch die 1,5% entsprechend 450.000 t Textilabfälle zu nennen, die jährlich im Hausmüll anfal-



len. Sie lassen sich ohne größere Probleme bei der Sortierung der Reststoffe aus der Grauen Tonne von Hand abtrennen, eignen sich jedoch wegen ihres teilweise hohen spezifischen Wertes auch gut für getrennte Einsammlungen durch gemeinnützige Verbände und Vereine.

Auch für Holzabfälle gibt es selbstverständlich Verwertungsmöglichkeiten, die mit der zu erwartenden Verknappung von Holz zunehmend an Bedeutung gewinnen werden.

3.4.8 Verstetigung der Altstoff-Verwertung in Bezug auf Abnahmemengen, Qualitäten und Preise

Für den Aufbau einer funktionierenden Recycling-Wirtschaft ist die kontinuierliche Verwertung aller bei der Getrennsammlung und anschließenden Sortierung anfallenden Sekundärrohstoffe eine wichtige Voraussetzung.

Hierzu gehören langfristige Abnahmegarantien für die einzelnen Recyclingprodukte und eine Verstetigung der Preisentwicklung für die einzelnen Qualitäten, so daß der Recycling-Unternehmer mindestens mittelfristig planen kann. Generell sollte privaten Unternehmen der Vorrang vor Betreibern der Öffentlichen Hand gelassen werden.

Da der Aufbau eines solchen Wirtschaftszweiges aus umweltpolitischen Gründen eine hohe Bedeutung hat, sollte – falls erforderlich – erwogen werden, für Sekundärrohstoffe normierter Qualität zum Zwecke der Unterstützung der Markteinführung einen bestimmten Mindestabnahmepreis von seiten des Staates zu garantieren. Dieser sollte degressiv, z.B. über einen Zeitraum von 10 Jahren, gestaffelt werden.

3.5 Verbleib der nicht verwertbaren Reste – künftig noch erforderlicher Deponieraum

Wie aus den bereits erwähnten Untersuchungen der Zusammensetzung des Hausmülls hervorgeht, enthält dieser ca. 7,2 – 7,5% an Verbundstoffen, sowie Holz-, Leder-, Horn- und Gummiteilen, Knochen, mineralischen Bestandteilen und sonstigen



Reststoffen, für die es vorerst keine oder nur geringe Verwertungsmöglichkeiten gibt.

Da die Reststoff-Fraktion – mengenmäßig maximal 20% – noch erhebliche Anteile an thermisch weiter zerlegbaren Stoffen enthält, kann sie prinzipiell einem entsprechenden Verwertungsverfahren zugeführt werden.

Hier bietet sich insbesondere die Niedertemperatur-Pyrolyse zur Depolymerisation und Gewinnung neuer chemischer Rohstoffe oder die thermische Nutzung nach Konversion der Pyrolyse-Gase (Kiener/KWU-Verfahren) an.

Auch Restmengen vermischter Kunststoff-Abfälle lassen sich auf diese Weise noch thermisch/stofflich weiter verwerten. (siehe auch Kap. 2.4)

Zur endgültigen Deponierung kämen dann nur noch verbrauchte und vermischte Inertstoffe und Festrückstände aus der Pyrolyse (Pyrolyse-Koks).

Wenn, wie beschrieben, alle Wiederverwertungsmöglichkeiten konsequent genutzt und hierdurch zugleich auch die Zahl der erforderlichen Transporte zur Deponie stark verringert werden, dürfte eine solche Deponie wesentlich eher von der betroffenen Bevölkerung akzeptiert werden. Zumal durch das Verwerten der organischen Fraktion *Geruchsprobleme ebenso wie Deponiegasprobleme nicht mehr auftreten* und die heute noch überall auftretenden *Sickerwasserprobleme künftig erheblich verringert* werden dürften.

Die zu erwartende Streckung bestehender Deponiekapazitäten über einen wesentlich längeren Zeitraum schafft Handlungsspielräume für Behörden und Politiker, die Möglichkeiten für vernünftige Lösungen der Abfall-Problematik eröffnen.



3.6 Schrittweiser Aufbau und Organisation einer kostengünstigen und flexiblen Abfallwirtschaft – Pilotprojekte

Derzeit wird Abfallbeseitigung generell nur über eine zentrale Anlage, häufig für mehrere Landkreise, nach einem Verfahren für möglich gehalten. Notwendigerweise entstehen aus solcher Konzentration Verwertungs-, Verkehrs- und Umweltprobleme, die die planerische und politische Entscheidung erschweren und meist bedrohlichen Zeitdruck erzeugen. Außerdem wird durch die Kapitalbindung durch eine zentrale Anlage über die hohen Fixkosten ein faktischer Benutzungszwang erzeugt (unabhängig, ob Deponie, Verbrennung oder andere Anlagen), der vorgeschaltete Verwertungen verbietet und angepaßte abfallwirtschaftliche Wege für die Zukunft verbaut.

Eine *ökologisch orientierte Abfallwirtschaft*, die entsprechend dem Konzept des BUND alle sich bietenden Möglichkeiten der Abfallvermeidung und Wiederverwertung nutzt, kann (und sollte) demgegenüber schrittweise aufgebaut werden.

Im ersten Schritt sollten die zum Sonderabfall zählenden Schadstoffe aus dem Hausmüll getrennt erfaßt und gesammelt werden.

Der zweite Schritt kann dann die Anschaffung der Komposttonne für jeden Haushalt sein. Voraussetzung hierfür ist jedoch mindestens die Planung und Einrichtung einfacher Anlagen zur Mietenkompostierung. Der zweite Schritt kann umgekehrt auch die Errichtung einer Sortieranlage sein. Beides sollte so dezentral wie möglich, aber so zentral wie nötig erfolgen mit dem Ziel, die Transportkosten zu minimieren. Ein genereller Plan läßt sich angesichts der unterschiedlich strukturierten Gebiete nicht vorschreiben.

Der entscheidende Augenblick ist dann die Einführung der Getrenntsammlung. Diese muß sowohl organisatorisch als auch psychologisch und im Hinblick auf eine umfassende Information und Motivation der Bürger gut vorbereitet werden, da hiervon das Gelingen und die Durchsetzung der Getrenntsammlung entscheidend abhängen. Überall dort,

wo eine ausreichende und überzeugende Information und Motivation der Bürger zum Mitmachen rechtzeitig durchgeführt wurde, war bisher die Getrenntsammlung ein voller Erfolg. Hierfür gibt es genügend Beispiele.

Der *Bundes- und Landes-Gesetzgeber* und die *Landesplanung* sollten allerdings das ihre tun und die notwendigen rechtlichen Voraussetzungen für die Durchsetzung optimaler Recycling-Konzepte schaffen.

Als Mindestanforderungen gelten:

1. Der generelle Vorrang der stofflichen Verwertung der Abfälle vor der (begrenzten) Nutzung des Energieinhalts.
2. Die Einführung der Getrenntsammlung der Abfälle in zwei separaten Gefäßen und die Vermeidung bzw. die getrennte Erfassung der im 'Hausmüll' anzutreffenden Sonderabfälle.
3. Verwertung der organischen Abfallfraktion in natürlichen Kreisläufen, vorzugsweise durch Kompostierung.
4. Die Kosten für die Restedeponierung sind nach tatsächlicher Inanspruchnahme, d.h. nach Gewicht, abzurechnen, wobei Folgekosten mit einzubeziehen sind.

Kommunen und Landkreisen bzw. kreisfreien Städten sollte die Pflicht zur Einsammlung und Verwertung der Abfälle der 'Kategorie I = Hausmüll und hausmüllähnlicher Gewerbemüll' gemeinsam auferlegt werden, um optimale Lösungen zu erreichen. Beseitigungspflichtige Betreiber von Deponien sollten die Landkreise bleiben. Um kostengünstige und überschaubare Lösungen zu erreichen, sollte die Verwertung und Vermarktung der einzelnen Produkte privaten Unternehmern überlassen werden, die durch Verträge längerfristig zu verpflichten sind.

Unabhängig davon, daß fast alle Bestandteile dieses Abfallwirtschaftskonzepts als dem Stand der Technik entsprechend und bewährt gelten können, ist die Konzeption in ihrer Gesamtheit neu. Sie wird aufgrund der Einfachheit der verwendeten Technologien, verringerten Anlagengrößen und Transportkosten-Ersparnissen konkurrenzfähig mit allen

bisherigen Formen der Abfallbeseitigung und -verwertung sein. Grundsätzlich ist dieses Konzept ohne staatliche Zuschüsse allein durch Müllgebühren und damit auch privat finanzierbar. Für eine rasche Realisierung – die aus Gründen des Umwelt- und Naturschutzes dringend zu wünschen ist – sind jedoch staatliche Zuschüsse notwendig.

3.7 Kostenvergleich und Kostenminimierung

Die derzeitigen Kosten für die Müllbeseitigung weisen regional starke Unterschiede auf, je nachdem, ob in dem betreffenden Landkreis noch eine billige Mülldeponie (aufgelassener Steinbruch, Tongrube etc.) vorhanden und als Hausmülldeponie im Sinne des Gesetzes zugelassen ist oder nicht.

Bei vielen dieser Deponien, besonders den schon seit längerem genehmigten, werden Folgekosten nach Ende der Abfall-Einlagerung anfallen – mindestens solange die anfallenden Sickerwässer aufgearbeitet werden müssen. Oftmals entstehen zusätzlich hohe Kosten für nachträgliche Abdichtungen etc., die in den Gebühren nicht berücksichtigt sind. Eine Anhebung der Deponiegebühren, insbesondere bei Altdeponien, erscheint daher in hohem Maße gerechtfertigt.

In Städten und Landkreisen, in denen keine Deponiekapazitäten mehr vorhanden sind, steigt das Kostenniveau rasch an. In manchen Kreisen werden heute schon 130,- bis 150,- DM für die Entsorgung einer Tonne Abfall gezahlt (Müllverbrennung, Ferntransport etc.).

Um einen Anreiz für die langfristige Sicherstellung der Abfall-Entsorgung durch Wiederverwertung, z. B. gemäß dem BUND-Konzept, zu schaffen, ist für jede Tonne Abfall, die verwertet und nicht zur Deponie gebracht wird, eine „Deponie-Entlastungsgebühr“ in voller Höhe der künftigen Deponiekosten – durchschnittlich 50,- DM/t – zu vergüten.

Dies bedeutet keine Subvention, sondern eine Gebühr in Höhe der künftigen, mittleren Deponiegebühr, die zusätzlich die Umwelt nicht belastet, sondern entlastet.



Wie die Modellversuche in Ravensburg bzw. Witzenhausen gezeigt haben, sind die Kosten für Getrennsammlung und Aussortierung der Wertstoffe bzw. Kompostierung der 'Organischen Fraktion' und Deponierung der Reststoffe zusammen wesentlich niedriger als für die Müllverbrennung (siehe Graphik).

Die isolierte Betrachtung der Einsammlungs- und Verwertungs- bzw. 'Beseitigungskosten' muß bei einer konsequenten Abfallwirtschaft aufgegeben werden. Statt dessen müßten eventuell entstehende erhöhte Kosten durch Getrennsammlung oder Sortierung mit den erzielten Erlösen bei der Verwertung bzw. Kosteneinsparungen bei der 'Beseitigung' zusammengefaßt werden.

3.8 Beschäftigungseffekte

Daß dieses Modell unabhängig von seiner Ausrichtung auf den Umweltschutz und auf Rohstoffersparnis auch Beschäftigungseffekte auf den verschiedenen Ebenen hat, dürfte unmittelbar einleuchten. Hier besteht u.a. auch für die Kommunen die Möglichkeit der Schaffung und Sicherung von krisenfesten und produktiven Arbeitsplätzen bei vergleichsweise niedrigem Kapitaleinsatz.

Investitionskosten und Kapitaldienst verschiedener Abfallbehandlungsmethoden

(Bezugsgröße: 300 000 Einwohner - 150 000 t Abfall/Jahr)

	Investitionskosten DM	Kapitaldienst DM/Jahr	Kapitaldienst pro t Abfall DM/Jahr
Müllverbrennung ¹⁾	150 000 000,-	15 000 000,-	100,-
Sortierung ²⁾	9 000 000,-	900 000,-	10,-
Kompostierung ³⁾	1 500 000,-	150 000,-	2,50
Vorkompostierung (Drehtrommel)	6 000 000,-	600 000,-	10,-
Deponierung	15 000 000,-	1 500 000,-	10,-

1) Großanlage Frankfurt-Ost
320 000 t Abfall/Jahr = Investitionskosten von 240 000 000,- DM
= Kapitaldienst von 24 000 000,- DM
= 75,- DM/t

2) Modell Ravensburg
Zwei Anlagen für je 45 000 t vorsortierte Abfälle/Jahr

3) Modell Witzenhausen
Dezentrale Anlagen für 60 000 t Abfall/Jahr

18535 R



HUNDERT
DEUTSCHE
MARK

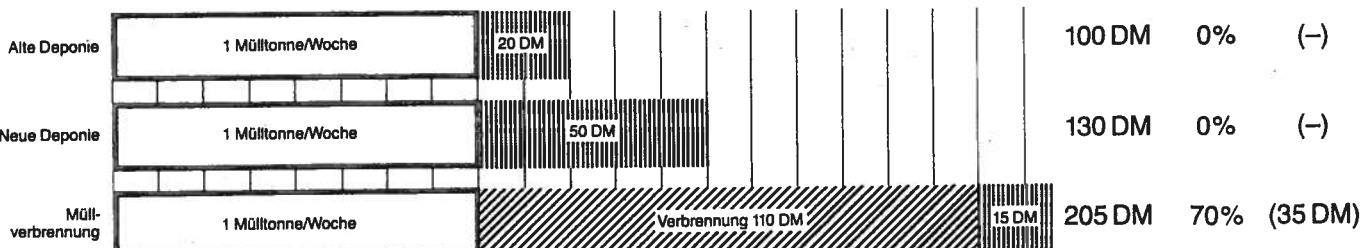


KOSTEN UND DEPONIE-ENTLASTUNG VERSCHIEDENER ABFALL-BEHANDLUNGSMETHODEN

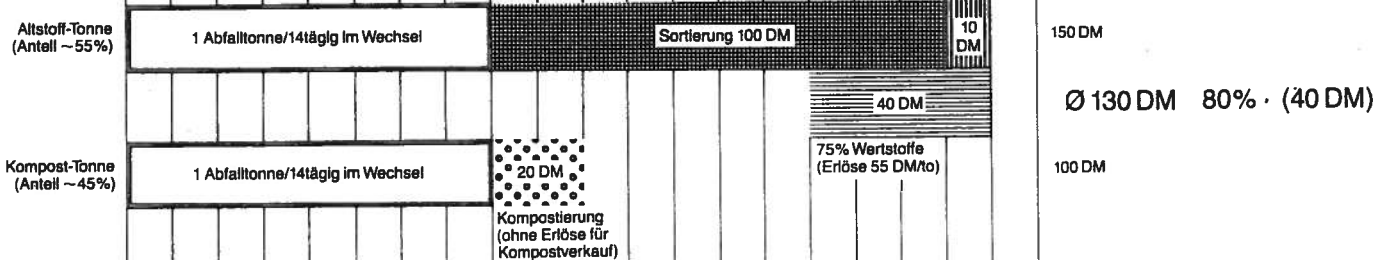
IST-ZUSTAND

(siehe auch B. Jäger, TU Berlin, Heidenheim, April 1984)*

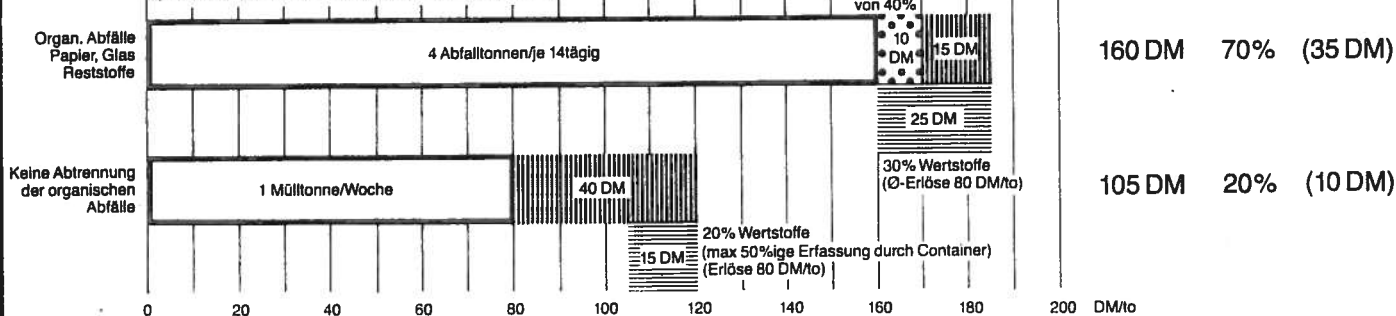
Gesamtkosten DM/tonne Deponie-Entlastung % DM/tonne



BUND-MODELL



ANDERE MODELLE



Kosten für:



Einsammlung + Transport



Sortierung



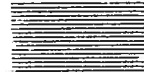
Kompostierung



Verbrennung



Deponierung



Wertstoff-Erlöse



4 Anhang

Problemstoffe in der Abfalltrennung

1. Baby-Windelhöschen

Diese können in einzelnen Haushalten einen beträchtlichen Posten ausmachen. Sie stellen Wegwerf-Verbundartikel für den Einmalgebrauch dar und fallen unter die möglichst zu vermeidenden Abfallarten. Stofflich gesehen bestehen sie aus organischem, verrottbarem Material und Plastik.

Lösungsmöglichkeiten:

1.1 In der BR Deutschland gibt es 28 Millionen Haushalte, aber nur ca. 1,2 Million Babies im Wickelalter, davon manchmal 2 in einem Haushalt. Die Zahl der betroffenen Haushalte beträgt demnach unter 4%, maximal 4,3%.

Es ist aber mit relativ geringem Aufwand möglich, diesen Haushalten – die genau bekannt sind (Standesämter können Auskunft geben) – für die benötigte Zeitspanne eine zusätzliche Babywickel-Tonne aufzustellen und wöchentlich zu entleeren. Motto: „Kleiner, umweltfreundlicher Extra-Service der Stadt/Gemeinde für den neuen Erdenbürger!“ Der Inhalt dieser Tonnen wird gehäckselt und getrennt kompostiert, eventuell kann von Plastikteilen danach abgesiebt werden.

1.2 Alternativ können verbrauchte Babywindeln in einem Papierbeutel direkt in den Naßmüll = zu kompostierende Fraktion gegeben und dort mitverarbeitet werden.

Vorsicht ist geboten bei hohem Zinkgehalt.

2. Sonstige Hygieneartikel aus Zellstoff und dergleichen: Damenbinden, Papiertaschentücher etc.

Diese werden entweder direkt (Papiertaschentücher) oder in Papierbeutel verpackt (Damenbinden) in die Komposttonne gegeben und können ohne Probleme mit Küchen- und Gartenabfällen zusammen kompostiert werden.

3. Staubsaugbeutel mit Inhalt

Die Beutel bestehen aus Papier. Der Inhalt überwiegt aus organischem Material wie Pflanzenteilen: z. B. Blütenblätter, Pollenstaub, fliegende Samen etc.; festen menschlichen und tierischen Absonderungen: z. B. Hautschuppen, Haare etc.; festen Essensresten: z. B. Brotkrümel, Fruchtschalensplitter; Wäschefasern und -Flusen und in geringerem Umfang auch aus echten Staubpartikeln. Diese enthalten einige Anteile an Blei, die aber unter Berücksichtigung der geringen Anzahl der anfallenden Staubsaugbeutel, bezogen auf die Gesamtmenge an organischen Abfällen, praktisch ohne Bedeutung sind, so daß Staubsaugbeutel ohne Bedenken dem zu kompostierenden Abfall beigegeben werden können. Der Bleigehalt wird in naher Zukunft außerdem noch erheblich weiter zurückgehen wegen der Umstellung auf bleifreies Benzin.

4. Straßen- und Hofkehricht

Dieser besteht überwiegend aus erdigem Feinmaterial und Pflanzenresten, evtl. Tierkot. Bedingt durch das noch immer verwendete bleihaltige Benzin enthält er gewisse Anteile an Blei: In der Nähe von Schwermetallverarbeitenden Betrieben können auch Spuren anderer Schwermetallstäube auftreten. Da der Bleianteil durch die Umstellung beim Benzin nach dem 1. 1. 86 drastisch zurückgehen dürfte und städtische Hauptverkehrsstraßen ohnehin durch Kehrmaschinen gereinigt werden, erscheint die Beigabe des Straßenkehrichts/Hofkehrichts aus Wohngebieten zur Kompostfraktion unbedenklich.

5. Holzasche/Holzkohlenasche

Diese enthält Kalium, Calcium, Magnesium und andere Düngestoffe und kann unbedenklich zur Kompostfraktion gegeben werden.

6. Asche aus Hausbrand (Koks, Brikett etc.)

Diese kann je nach Herkunft der Brennstoffe gewisse Rückstände an Schwermetallen, vor allem Blei und Zink enthalten.

Der Anteil der Haushalte mit Koks bzw. Brikett-Feuerungen ist allgemein niedrig und beschränkt sich meist auf bestimmte Wohn- bzw. Siedlungsgebiete. Asche fällt dort nur während der Heizperiode an. Somit bietet sich die Aufstellung zusätzlicher, separater Gefäße für Hausbrandasche in diesen Gebieten und deren getrennte Erfassung an. Das so erhaltene Material kann eventuell im Winter als Streugut auf Hauptverkehrsstraßen anstelle von Salz verwendet werden.

7. Katzenstreu und anderes Einstreugut für Tiere

Dieses Material ist saugfähiges Gesteinsgranulat und mithin anorganischer Natur. Nach Verwendung ist es mit Fäkalien = organischen Abbauprodukten angereichert und gehört auf jeden Fall in die Kompost-Tonne.

8. Verdorbene Lebensmittel

8.1 in Papier oder Papp-Verpackungen gehören direkt in die Kompost-Tonne.

8.2 in Dosen, Schraubgläsern etc. (Beispiel: Gurkenglas): Hier ist der flüssige Anteil zunächst abzugeben.

Die festen organischen Inhaltsstoffe werden in die Kompost-Tonne gegeben. Dann wird der Behälter kurz ausgespült und möglichst trocken in die Altstoff-Tonne gegeben. Dabei sind Glas und Metall voneinander zu trennen.

9. Glasbehälter gehören möglichst in einem Stück in die Altstoff-Tonne, wenn sie nicht zum Mehrkammer-Container gebracht und sortenrein eingeworfen werden!

Auf keinen Fall dürfen sie zerschlagen werden, da sonst nicht mehr sortierbares Bruchglas entsteht, das zum Teil wieder auf die Deponie gelangt.

10. Lametta gehört auf keinen Fall in die Kompost-Tonne, da es stark bleihaltig ist. Es darf deshalb nicht zusammen mit den Tannenbaumnadeln aufgesaugt werden, sondern muß vorher von Hand aufgelesen werden.



5. Entscheidungshilfen

5.1 Weiterwursteln wie bisher – oder?

Bisherige Abfallbeseitigung

- Immer mehr Müll – vor allem durch Einwegverpackungen
- Immer schadstoffreicherer Müll; Sonderabfall-Kleinmengen werden mit dem Hausmüll vermischt.
- Deponieraum bald erschöpft – kaum noch Platz für neue Deponien; Belastung von Natur und Umwelt durch immer neuen Landschaftsverbrauch, Sickerwässer und Deponiegase.
- Die Folgen: teurer Mülltourismus nach dem St. Florians-Prinzip oder Forderung nach (noch weniger umweltfreundlichen) Müllverbrennungsanlagen mit den bekannten Folgekosten. (siehe 5.2 – nachstehend)

Einzig mögliche Konsequenz:

Recycling

BUND-Konzept

- Vermeidung aufwendiger (Einweg)Verpackungen ergibt bis zu 15% weniger Müll.
- Verringerung der Schadstoff-Anteile; Getrennte Erfassung von Sonderabfällen vor der Vermischung mit Hausmüll.
- Wiederverwendung und Verwertung von 80% des Hausmülls und hausmüllähnlichen Gewerbemülls durch Recycling. Hierdurch Streckung der Deponie-Kapazitäten auf das Fünffache! Nur noch 20% Restmüll – frei von organischen Anteilen – müssen auf die Deponie, eventuell sogar weniger.
- Keine Deponie-Folgeprobleme mehr!

5.2 MÜLLVERBRENNUNG ODER RECYCLING?

Nachstehend 5 Punkte als Entscheidungshilfe

MÜLLVERBRENNUNG (sogen. energetische Verwertung)

- hohe INVESTITIONSKOSTEN für Anlagen und Zusatzeinrichtungen
- teurer KAPITALDIENST erfordert maximale Nutzung der Anlage; Konsequenz: MÜLL-SOG
- erfordert GROSSE ANLAGEN um Fixkosten zu senken. Ergebnis: große Transportwege u. HOHE TRANSPORTKOSTEN
- TROTZ aufwendiger mehrstufiger RAUCHGASREINIGUNG noch immer Freisetzung leicht flüchtiger SCHWERMETALLE (wie Quecksilber, Cadmium, Zink und Blei); Neubildung und Emission von CHLORKOHLLENWASSERSTOFFEN (wie Chlorbenzole, HCB, chlorierte Dibenzofurane und -dioxine)
- mittlerer BRENNWERT des Mülls nur 30% des gesamten Energieinhalts; davon ist nur die Hälfte tatsächlich nutzbar = 15%; wirklich genutzt werden nur 5-10% u. weniger
- Im Müll enthaltene WERT- und ROHSTOFFE werden fast vollständig VERNICHTET, einschließlich der gesamten BIOMASSE.

STOFFLICHE (WIEDER-) VERWERTUNG VON ABFÄLLEN

relativ geringe INVESTITIONSKOSTEN

niedriger KAPITALDIENST, d. h. geringer Kostenfaktor; Gefahr des Müll-Sogs gering, wenn keine Überkapazitäten errichtet werden

DEZENTRALE ANLAGEN möglich und sinnvoll Folge: NIEDRIGERE TRANSPORTKOSTEN

keine Emission von schädlichen Schwermetallen oder Chlorkohlenwasserstoffen; Abtrennung des Sondermüll-Anteils über intelligentes GETRENNTSAMMEL-SYSTEM bzw. Sortierung

der GESAMTENERGIEINHALT (Herstellwert + Brennwert) wird zu mindestens 75% genutzt, d. h. der Energieinhalt wird mindestens fünfmal so gut genutzt verglichen mit der Verbrennung

es findet eine optimale SCHONUNG DER ROHSTOFFE und der BIOMASSE statt.



5.3 Abfälle getrennt sammeln – aber wie?

Bringe-Systeme

- Privater Antransport der getrennt gesammelten Abfälle zu Depots bzw. Containern, z. B. mit dem eigenen PKW (Energieverbrauch/Luftbelastung/Zeitaufwand)
- Nur auf freiwilliger Basis, d. h. **kein** Anschluß- und Benutzungszwang möglich!
- Geringe, höchstens mittlere Erfolgchancen – da nur als Angebot neben der „normalen“ Müllabfuhr zu betreiben.
- Im allgemeinen ist eine Nachsortierung der angelieferten Altstoffe erforderlich.

Viele Behälter

- Weitgehende Sortierung des Mülls durch die Bürger selbst.
- Richtige Trennung in viele Fraktionen nur von wenigen sehr umweltbewußten Bürgern zu bewältigen. – Es kommt aber darauf an, daß möglichst **alle** mitmachen.
- Probleme mit der Zahl der Abholtermine und den teils unterschiedlichen Abholintervallen.
- Stellplätze reichen nicht für größere Zahl von Behältern, weder in der Wohnung/bzw. im Keller noch im Bereich ‚Hof/Vorgarten/Straße‘.
- Relativ starke Kostenerhöhung – bereits 4 Behälter bedeuten eine Verdopplung der Kosten für Einsammlung und Transport.

Abhol-Systeme

- Regelmäßige Abholung der getrennt bereitgestellten Abfälle direkt am Haus – wie bisher.
- Anschluß- und Benutzungszwang kann beibehalten bzw. erweitert werden.
- Hohe Erfolgchancen bei Trennung und Abtransport in **zwei** Behältern anstelle des bisherigen Einbehälter-Systems.

„Nur“ zwei Behälter

- Sortierung bereits in der Wohnung in (1) organische Abfälle und (2) Wertstoffe/Altstoffe/trockene Reststoffe.
- Danach Weitertrennung in einer einfachen aber geeigneten Sortieranlage durch geschultes Personal in bis zu 11 Fraktionen möglich.
- Abholung/Leerung der beiden Behälter abwechselnd jeweils alle 2 Wochen.
- Keine oder nur geringe Stellplatz-Probleme mit 2 Gefäßen zu 120 L bzw. 240 L (je nach Zahl der Benutzer).
- Keine Kostenerhöhung für Einsammlung und Transport der Abfälle – kürzere Fahrwege durch Dezentralisierung, insbesondere bei der Kompostierung.

Ergebnis: Getrennte Erfassung der Küchen- und Gartenabfälle in der (grünen) Komposttonne ist unverzichtbar (= wesentlicher Baustein des BUND-Konzepts).





6. Literaturverzeichnis

Allgemeine Informationsquellen

- 1) 'Müll - Abfall - Recycling', Konzept des BUND, LV-Hessen, Frankfurt/M. Okt. 1984 (Verf. M. Krauß und R. Neidhardt)
- 2) M. Krauß in 'KOMM-POST', Nr. 3 (Die Grünen im Hess. Landtag), Nov. 1983; 'Der Landkreis' 2/84, 91 - 94 (1984); „Der Kreis schließt sich“ in 'Entsorga-Magazin' 4/84, 23 - 32 (1984)
- 3) R. Neidhardt, „Die Müllverbrennung muß wieder zur Ausnahme werden“ in 'KOMM-POST', Nr. 3 (Die Grünen im Hess. Landtag), Nov. 1983; s. auch 'Alternative Kommunalpolitik', 1/85, 40 - 44
- 4) B. Jäger, TU Berlin, „Zusammenfassende Bewertung der Probleme und Zukunftsaspekte bei abfallwirtschaftlichen Planungen“, Fachtagung Abfallwirtschaft, Heidenheim, April 1984, und weitere Veröffentlichungen.
- 5) P. Krauß, Univ. Tübingen, „Ökologische Risiken bei der Abfallbeseitigung“, Fachtagung Abfallwirtschaft, Heidenheim, April 84, und weitere Veröffentlichungen
- 6) Th. Koch u. J. Seeberger, „Ökologische Müllverwertung“, Reihe Alternative Konzepte 44, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe, 1984
- 7) E. Koch u. F. Vahrenholt, „Die Lage der Nation“, Geo-Verlag Hamburg, 1983; 2. Auflage; E. Koch, ebenda, 1985
- 8) W. Schenkel, UBA-Berlin: „Was kann das Recycling von Abfällen leisten?“, 5. Abfallwirtschaftl. Fachkolloquium, Saarbrücken, April 1985 und frühere Veröffentlichungen
- 9) K. Scheffold, TU Berlin: „Umweltschutz durch Abfallwirtschaft“, 5. Abfallwirtschaftl. Fachkolloquium, Saarbrücken, April 1985 und frühere Veröffentl.
- 10) Arbeitsgemeinschaft zur Nutzbarmachung von Siedlungsabfällen, 35. Informationsgespräch, Berlin, März 1985, ANS-Heft Nr. 7 und frühere Hefte
- 11) H. E. Frey, Hess. Städtetag in 'Städte- und Gemeindebund' 7/85, 306 - 314

Spezielle Literaturhinweise

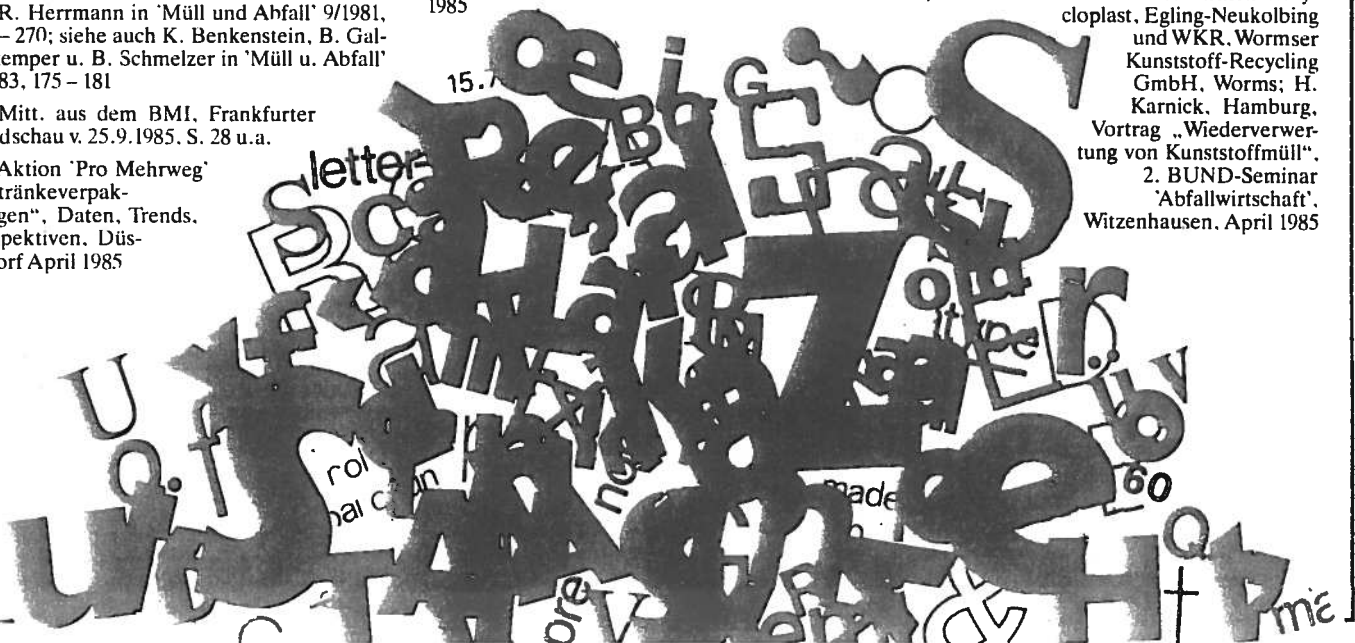
- 12) Globus-Wirtschaftsredaktion, Jan. 1985, veröffentl. in 'neuform-Kurier' 1/1985, S. 8
- 13) Der Hessische Minister für Arbeit, Umwelt und Soziales in „Grundsätze der hessischen Abfallwirtschaft“, Wiesbaden, Okt. 1984
- 14) Umlandverband Frankfurt, Antragsunterlagen und Gutachten zur Errichtung und zum Betrieb einer Müllverbrennungsanlage in Frankfurt-Osthafen, April 1984
- 15) Bundesweite Hausmüllanalyse 1979/80; siehe auch Barbara Greiner „Chem.-Physikal. Analyse von Hausmüll“, Berlin, Febr. 1983 und Vortrag 4. Abfallwirtschaftl. Fachkolloquium, Saarbrücken, April 1984
- 16) Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, Jahrgänge 1982 ff

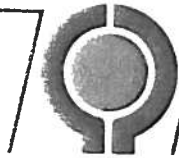
- 17) J. Wilbertz in 'Müll und Abfall', 6/1985, 189 - 192
- 18) Martina Schneider, Dipl.-Arbeit, Univ. Gießen, Nov. 1983: „Standortwahl von Depo-nien für Siedlungsabfälle“ und eigene Erhebungen
- 19) siehe 6), S. 50 - 53, sowie K. Stief in 'Müll u. Abfall' 8/1980, 240 - 248
- 20) G. Lagaly u. R. Fahn in 'Ullmanns Enzyklo-pädie der Technischen Chemie, Bd. 23, 311 ff (1981)
- 21) E. Straßburger et al. Lehrbuch der Bota-nik, G. Fischer Verlag Stuttg. 1983; s. auch K. Höll in 'Wasser', Verlag Walter de Gruyter, Berlin 1979
- 22) K. Stief, UBA Berlin, Vortrag „Altlasten - Gefährdung und Sanierung“, Tagung „Vergrabe-ne Gifte“ der Ev. Akad. Arnoldshain, Bad Orb, Jan. 1984 u. a. ebenda
- 23) F. Spreer, „Dezentrale Wärmeversor-gung“, Bild der Wissenschaft 1982/9, 120 - 134; Betriebsergebnis des Blockheizkraftwerks Ha-nau, 1982; Mitteilung der Stadtwerke Hanau, April 1983
- 24) J. Vogl, Bayerisches Umweltministerium, München, in Funkkolleg „Mensch und Um-welt“, 14. Kollegstunde, Febr. 1982, Arbeits-manuskript S. 15/16
- 25) Hess. Minister für Umwelt, Presseinforma-tion Nr. 70 v. 24.8.1983 und andere Quellen
- 26) Bundestags-Drucksache 10/844 v. 29.12.1983; G. Holzhey, Vortrag ANS-Tagung in Waldshut, Sept. 1984
- 27) Ullmann's Enzyklopädie der Technischen Chemie 1981, verschiedene Bände
- 28) K. W. Steiner in „Kunststoffe“ 74 (1984/4), 186 - 194
- 29) G. M. Woodwell: „The Role of Terrestrial Vegetation in the Global Carbon Cycle“, Sco-pe 23, John Wiley & Sons, 1984
- 30) G. Goosmann, Umweltbundesamt Berlin, Vortrag auf der ANS-Tagung in Singen, April 1983
- 31) Mitteilung aus dem Umweltbundesamt, 1982
- 32) P. H. Brunner u. J. Zobrist in 'Müll und Abfall' 9/1983, 221 - 227
- 33) Umweltbundesamt „Luftqualitätskriterien für Cadmium“, Berlin, 1977, und andere Ver-öffentl.
- 34) L. Barniske, UBA, Vortrag/Tagung 'Dioxi-ne', Berlin Nov. 1982; siehe auch U. Fritsche u. L. Schebek in „Dioxin, Tatsachen und Hinter-gründe“, Kölner Volksblatt Verlag 1984
- 35) Hess. Minister für Umwelt „Quecksilber-bericht“, Wiesbaden, Juli 1983
- 36) T. O. Tiernan u.a., 1983 - nach K. Ball-schmiter, FGU-Seminar Berlin Mai 1984
- 37) H. Michele, Chem. Ing. Tech. 56 (1984/11), 819 - 829
- 38) K. Lorber, „Müllverbrennung und Schwer-metall-Emissionen“, Müll u. Abfall 12, 169 - 172 (6/1980)

- 39) G. Bröker: „Beseitigung von Abfällen im Hinblick auf die Reinhaltung der Luft“ in: Müll- und Abfallbeseitigung („Müll-Hand-buch“), Hrsg. G. Hösel et al., E. Schmidt Ver-lag, Juni 1981, Nr. 0140, S. 7
- 40) 'Darmstädter Echo' vom 30.6.83 (br)
- 41) 'Frankfurter Allgemeine Zeitung' vom 11.5.83 (bhr), u. a.
- 42) Siehe (39), Nr. 0140, S. 12, und spätere Ver-öffentl.
- 43) W. Schenkel: „Die Bedeutung der Schad-stoffemissionen bei der thermischen Abfallbe-handlung in der BR Deutschland“, erschienen in 'Stuttgarter Berichte zur Abfallwirtschaft', Bd. 13, S. 161 - 176, Okt. 1980
- 44) Umweltbundesamt „Cadmium-Bericht“, Texte 1/1981
- 45) L. Barniske, UBA Berlin, „Stand der Müll-verbrennung in der Bundesrepublik Deutsch-land“, 4. Abfallwirtschaftl. Fachkolloquium, Saarbrücken, April 1984
- 46) Der Spiegel, Nr. 50/1984, S. 48 - 51 (v. 10.12.1984)
- 47) K. Olie, P. L. Vermeulen, O. Hutzinger, Chemosphere 8, 455 - 459, 1977, Pergamon Press
- 48) K. Lober, Vortrag: „Zur Problematik von Müllverbrennung“ 1. Abfall/Recycling-Semi-nar des BUND-Hessen, Hanau, Mai 1984
- 49) H.-J. Hapke: „Pestizide in der Frauen-milch“, Umschau 79, 318 - 320 (1979/10), und nachfolgende Veröffentl.
- 50) 'Frankfurter Rundschau' v. 7.4.81 und an-dere Veröffentl.
- 51) Ch. Knorr u. B. Fürmeier, „Ergebnisse von Emissionsmessungen an Abfallverbrennungs-anlagen“ in 'Müll und Abfall' 2/1984, 29 - 36; vgl. dagegen P. H. Brunner u. J. Zobrist (32)
- 52) Antrag des Kreisausschusses des Main-Kinzig-Kreises auf Errichtung und Betrieb ei-ner 'Müllverwertungsanlage' bei Langensel-bold, Hanau 1981
- 53) H. Reimer: „Abfallverbrennung - Stand der Technik, Tendenzen, Wirtschaftlichkeit und Umweltrelevanz“ in 'Müll und Abfall' 6/ 83, 141 - 151
- 54) P. Goepfert u. H. Reimer, „Kostenstruktur-untersuchungen verschiedener Verfahren zur Beseitigung von Siedlungsabfällen“, Materia-lien 6/1978 des Umweltbundesamtes, E. Schmidt Verlag, Berlin 1978
- 55) H. Vollmer u. K. Lütze, „Emissionen beim Einsatz von Brennstoffen aus Rückständen in der Zementindustrie“ in Recycling Internatio-nal, E. Freitag-Verlag, Berlin 1982, S. 583 ff; H.H. Riemann „Brennstoff aus Hausmüll für die Zementindustrie“ in 'Zement-Kalk-Gips' 4/1983, 190 - 194
- 56) A. Hoschützky, 'Umwelt' 6/73, 13 - 16
- 57) H. Hahn, Sindelfingen, 'Deutsche Bauzei-tung' 9/1974, 808 - 812
- 58) 'Getrennte Sammlung von Hausmüll', Bi-lanz des Modellversuchs Ravensburg (Baien-furt), Kongreßbericht, Univ. Tübingen, Sept. 1983 u. a. Veröffentl.



- 59) P. Krauß u. H. Hagenmeier „Bindungsform von Schwermetallen in Hausmüll und Hausmüllkomposten – ein Schlüssel zur Schwermetallreduktion“, 4. Abfallwirtschaftl. Fachkolloquium, Saarbrücken, April 1984
- 60) K. Kiener u. G. Knauer, Firmenschrift 'PKA Pyrolyse Kraftanlagen GmbH, Postfach 9151, 7080 Aalen/Württ.
- 61) R. Schmidt "Erste Betriebserfahrungen mit der Pyrolyseanlage Burgau", Fachtagung Abfallwirtschaft, Heidenheim, April 1984
- 62) siehe (28)
- 63) Hess. Minister für Landesentw., Umwelt, Landwirtschaft u. Forsten. Presse-Information. Wiesbaden 8.9.1982
- 64) M. D. Webber, A. Kloke und J.C. Tjell „Processing and Use of Sewage Sludge“, Proceedings of 3rd. Int. Symp., Brighton Sept. 1983; ed. by P. L'Hermite and H. Ott, D. Reidel Publ., Dordrecht 1984, S. 371 – 386; EUR 9129
- 65) Abwasserbeseitigung im Gebiet des Umlandverbandes Frankfurt, Arbeitsbericht Nr. 5, UVF Okt. 1984, S. 41 ff; P. Ilić „Landwirtschaftl. Klärschlammverwertung und Überwachung der Indirekteinleiter“, 5. Abfallwirtschaftl. Fachkolloquium, Saarbrücken April 1985
- 66) A. Thormann, UBA Berlin, in 'Abwasser' 2/1980, 105 – 110
- 67) Klärschlammverbrennungsanlage Frankfurt-Sindlingen. Genehmigungsverfahren, 1981 – 1985 und mehrere Presse-Veröffentlichungen
- 68) 311. Dechema-Kolloquium, „Gewinnung von Brennstoffen aus Klärschlamm“, Frankfurt/M., Jan. 1985
- 69) R. Mach. S. Rettich, H. Eberhardt, E. Schultze: „Vergärung von Hausmüll“, Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie, 'Müll und Abfall' 4/83, (1983); R. Mach et. al. „Informationen zu Biogas“, Umweltbundesamt Berlin, August 1984
- 70) H. Eichenhofer. „Wiederverwendung von Bauschutt“. 34. ANS-Tagung, Waldshut, Sept. 1984, 61 – 70
- 71) R. Herrmann in 'Müll und Abfall' 9/1981, 262 – 270; siehe auch K. Benkenstein, B. Gallenkemper u. B. Schmelzer in 'Müll u. Abfall' 7/1983, 175 – 181
- 72) Mitt. aus dem BMI. Frankfurter Rundschau v. 25.9.1985, S. 28 u.a.
- 73) Aktion 'Pro Mehrweg' „Getränkeverpackungen“, Daten, Trends, Perspektiven. Düsseldorf April 1985
- 74) E. Bojkow u. H. Schlair, Verpackungslabor für Lebensmittel und Getränke, „Zur Umweltdiskussion über Einweg-Getränkeverpackungen“, 2. Aufl. Univ. Wien, Jan. 1985
- 75) Marina Franke „Umweltauswirkungen durch Getränkeverpackungen“, E. F.-Verlag für Energie- und Umwelttechnik, Berlin 1984
- 76) Malte Wilkes „Der Krieg der Flaschen“, KEK Verlag, Freienwill 1985
- 77) 4. Abfallwirtschaftl. Fachkolloquium, Saarbrücken April 1984, verschiedene Beiträge zur 'Sonderstoffproblematik in der Abfallwirtschaft'
- 78) BUND-position Nr. 10 „Chemiepolitik“, Bonn 1985
- 79) H. Vogtmann, H. Schmeisky, K. Fricke, Th. Turk, D. Bergmann, W. Rehm, GHK/Witzenhausen in 'Müll und Abfall' 5/84, S. 159 f (1984)
- 80) Singen. Duisburg-Huckingen, Flensburg, Aurich
- 81) Weyhausen in Wlb. Wasser, Luft und Betrieb 7-8/84, 44 – 45, Firmenschriften von Maschinenfabrik Beznar und Fischer Recycling, beide Ravensburg, Sept. 84
- 82) L. Sahn, Hess. Städte- und Gemeinde-Ztg. 1985/Nr. 5, 212 – 214
- 83) W. P. Bauer u. H. Saloga, Müll und Abfall 1984/12, 363 – 365
- 84) K. P. Kiefhaber, 5. Abfallwirtschaftl. Fachkolloquium, Saarbrücken April 1985
- 85) A. Baumann, Fischer-Recycling Ravensburg, Vortrag 2. BUND-Seminar 'Abfallwirtschaft', Witzenhausen April 1985
- 86) Kritik am 'Braunschweiger Modell' – siehe auch (11)
- 87) Globus Wirtschaftsredaktion, Juli 1985, veröffentl. in Hannov. Allg. Ztg. vom 12.7.1985
- 88) Modellversuch der Stadt Braunschweig, E. Steiniger in 'Sekundär-Rohstoffe' 5/85, 15 – 17
- 89) Stadt Nürnberg, Ref. für allg. Verwaltung, Juni 1985
- 90) Stadt Hanau, Stadtreinigungsamt, Juli 1985
- 91) K. Fricke, Th. Turk u. H. Vogtmann, 2. Zwischenbericht Projekt „Grüne Tonne“, Witzenhausen, März 1985; 35. ANS-Tagung, Berlin, März 1985; siehe auch: R. Gottschall, 'Kompostierung', Verlag C. F. Müller, Karlsruhe, 1984
- 92) J. Peters und U. Wiegel. „Beseitigung von Küchen- und Gartenabfällen durch dezentrale Kompostierung in dichtbesiedelten Wohngebieten“, 35. ANS-Tagung, Berlin, März 1985
- 93) R. Klei. „Kompostierung getrennt gesammelter organischer Siedlungsabfälle – Projekt Wolfsburg“, 35. ANS-Tagung, Berlin, März 1985
- 94) Landesamt für Wasser und Abfall, NRW, LAWA-Arbeitsgruppe: „Einflüsse vom landwirtschaftl. Betriebssystem und Düngen auf die Gewässergüte“, 115 S., Düsseldorf 1980; DIE GRÜNEN Ak Wasser, Krefeld: „Nitrat im Grundwasser“, 82 S. (Febr. 1983)
- 95) P. Chrometzka, Saarbrücken, in 'Der saarländische Arbeitnehmer', 1975/6, 224 – 225; s. auch: P. Chrometzka in 'Wasser und Boden', 27, 108 – 109 (1975)
- 96) K. Fuß, Bundesministerium des Innern, in 'Umwelt', Nr. 70 vom 29.6.79, 13 – 14; s. auch A. Kloke, Mitt. Forstl. Bundesversuchsanst. Wien 1981/137/2, 241 – 246
- 97) E. Koch in 'Umweltmagazin', Juli 1984, 38 – 42
- 98) W. Begemann, Lennestadt, in 'Tiefbau' 8/83 u. 'Das Gartenamt' 31 (1982/12), 744 – 748
- 99) Bundestagsdrucksache 10/844 vom 29.12.1983
- 100) H. O. Hangen, Bad Kreuznach, "Recyclingmöglichkeiten am Markt", 1. BUND-Seminar zum Abfall-Recycling, Hanau, Mai 1984
- 101) U. Fritsche u. Lilo Schebek in 'Dioxin', Kölner Volksblatt Verlag 1984, S. 57 und weitere Quellen – vgl. dagegen Verband Kunststoff-erzeugende Industrie: „PVC – Ursache der Dioxinbildung?“ Frankfurt/M. Juni 1985
- 102) H. Emminger, „Verwertung von Kunststoffen aus kommunalen Abfällen“. ANS-Tagung, Waldshut, Sept. 1984
- 103) Informationsschriften der Firmen Recycloplast, Egling-Neukolbing und WKR, Wormser Kunststoff-Recycling GmbH, Worms; H. Karnick, Hamburg, Vortrag „Wiederverwertung von Kunststoffmüll“, 2. BUND-Seminar 'Abfallwirtschaft', Witzenhausen, April 1985





In der Reihe BUND-positionen sind bisher erschienen:

- Nr. 1: **Positionspapier zur finanziellen Lage der Deutschen Bundesbahn und zur zukünftigen Verkehrspolitik im Bereich Schienenverkehr**
- Nr. 2: **Pflanzenschutzrecht. Forderungen des BUND an eine Neufassung**
(vergriffen, fortgeschrieben in Nr. 11)
- Nr. 3: **Verkehrspolitisches Grundsatzprogramm**
- Nr. 4: **Stellungnahme des BUND zu der Regierungserklärung**
„Unsere Verantwortung für die Umwelt“ von Bundesinnenminister Friedrich Zimmermann
- Nr. 5: **Bodenschutzprogramm**
- Nr. 6: **Chemikalien in Lebensmitteln und Verbraucherschutz**
- Nr. 7: **Wasserprogramm**
- Nr. 8: **Zur Lage der Landwirtschaft. Agrarpolitisches Grundsatzprogramm**
- Nr. 9: **Vergraben? Verbrennen? Vergessen? Abfallwirtschaftliches Grundsatzprogramm**
- Nr. 10: **Chemiepolitik. Der BUND fordert einen neuen Politikbereich**
- Nr. 11: **Ökologischer Pflanzenschutz. Forderungen des BUND nach einer gesundheits-, arten- und umweltverträglichen Reform des Pflanzenschutzgesetzes**
- Nr. 12: **Tempolimit – weshalb? Argumente zum Tempolimit 100 auf Autobahnen, 80 auf Landstraßen**
- Nr. 13: **Angriff auf ein Fossil. Forderungen des BUND an eine Neugestaltung des Energiewirtschaftsgesetzes**