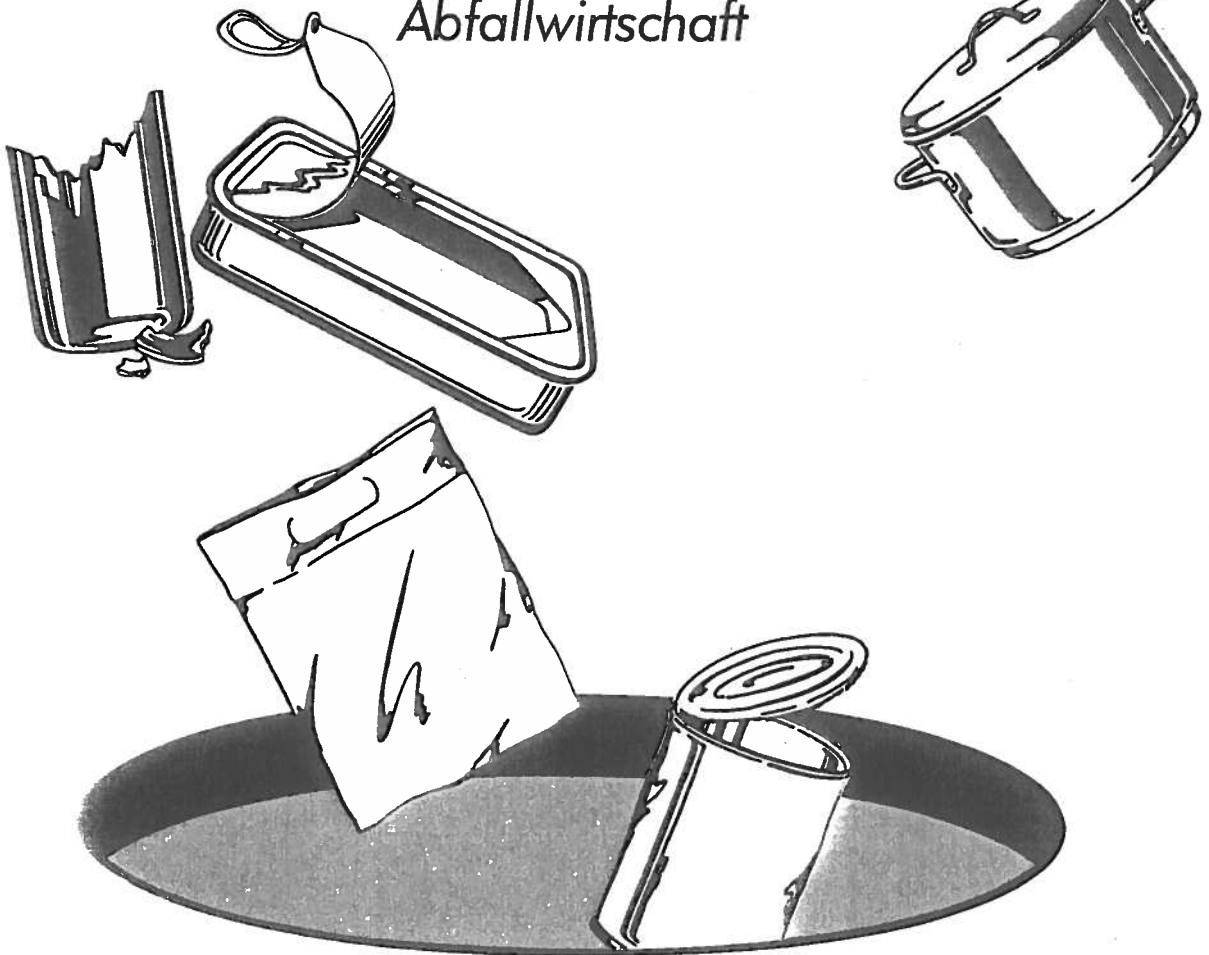


Arbeitskreis Abfallwirtschaft und Recycling

Vergraben? Verbrennen? Vergessen?

Konzept für eine umweltfreundliche
Abfallwirtschaft



Bund für
Umwelt und
Naturschutz
Deutschland
e.V.



BUNDpositionen 9



Die *BUNDposition 9* beruht auf dem Grundkonzept von Martin Krauß und Dr. Rolf Neidhardt.

An der Ausarbeitung wirkten mit:

Dr. Erich Bayer

(Getrennte Einsammlung, Wertstoffe, Sortierung).

Matthias Domke

(Klärschlamm).

Dr. Harald Friedrich

(Deponierung, Pyrolyse).

Andreas Fußler

(Abfallgesetz. Grundsatzforderungen, Vermeidung, Verpackung).

Ulrich Heilmann

(Aluminium).

Dr. Gerhard Heufelder

(Bauschutt).

Loeki Häger-Hogerland

(Bauschutt, Erdaushub).

Ulrich Kost

(Klärschlamm).

Martin Krauß

(Kompostierung, Biogas, Wertstoffe).

Dr. Rolf Neidhardt

(Verbrennung, Getrennte Einsammlung, Wertstoffe).

Ulrich Schäfer

(Problemmüll, Müllentgiftung).

Brigitte Waack

(Vermeidung im Haushalt, Getrennte Einsammlung, Abfallberater).

Marianne Wischmeier-Bayer

(Abfallberater, Beschäftigungseffekte).

Weitere Mitarbeiter: Dipl.-Ing. Dietmar Castro, Mike Luba, Dipl.-Ing. Horst Rakel, Dr. Thomas Schriefer, Dipl.-Forstw. Hubert Weiger

2. Auflage Juli 1988

In seiner Reihe *BUNDpositionen* bezieht der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (*BUND*) Stellung zu wichtigen Themen und Ereignissen.

Die formulierten Aussagen geben den momentanen Stand der Diskussion innerhalb des Verbandes wieder. Die *BUNDpositionen* stellen keinen Anspruch auf Absolutheit. Sie sollen Beiträge zur laufenden Diskussion liefern. Nach entsprechendem Zeitablauf und Vorliegen neuer Erkenntnisse werden sie fortgeschrieben.

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

Vi.S.d.P.: Lorenz Graf

Redaktion: Wolfgang Fremuth

Produktion: Stephan Untermann

Grafik: Jochen Riedel, 5206 Neunkirchen

Die *BUNDpositionen* sind zu beziehen über:

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (*BUND*)
Im Rheingarten 7, 5300 Bonn 3

gegen Voreinsendung von je DM 4,- als Verrechnungsscheck zuzüglich Porto und Verpackung

(Abgabe an Medienvertreter kostenlos)



Inhaltsverzeichnis

0.	Vorwort	4	3.3.2.5. Getrennte Abholung für Kompost, Wertstoffe und Restmüll	18
1.	Gegenwärtiger Stand	5	3.3.2.6. Abfallberatung bei der Einführung der getrennten Sammlung	18
1.1.	Die Müllberge unserer Konsumgesellschaft	5	3.3.3. Bereitstellung, Einsammlung und Transport der verschiedenen Abfallarten nach dem Zwei-Tonnen-System	20
1.2.	Politische und gesetzliche Aspekte	6	3.3.4. Aufarbeitung der getrennt gesammelten Abfälle	21
1.3.	Grundsätzliche Forderungen des <i>BUND</i>	6	3.3.4.1. Kompostierung der Garten- und Küchenabfälle	21
2.	Kritik an gegenwärtigen Verfahren zur Behandlung des unsortierten Mülls	7	3.3.4.2. Kriterien für Qualitätskomposte	22
2.1.	Deponierung	7	3.3.4.3. Biogasgewinnung aus organischem Abfall und Klärschlamm	23
2.2.	Verbrennung	8	3.3.4.4. Sortierung der Wertstoffe aus der Altstofftonne	24
2.3.	Pyrolyse	8	3.4. Möglichkeiten und Wege zur Verwertung und Vermarktung der gewonnenen Sekundär-Rohstoffe	
2.4.	Behandlung spezieller Abfallarten	9	3.4.1. Kompost	24
2.4.1.	Klärschlamm	9	3.4.2. Altpapier	27
2.4.2.	Bauschutt und Erdaushub	9	3.4.3. Altglas	27
3.	Die Alternative: Das <i>BUND Konzept</i> einer umweltfreundlichen Abfallwirtschaft	9	3.4.4. Kunststoffabfälle	27
3.1.	Strategien zur Abfall-Vermeidung und -Vermeidung	10	3.4.5. Eisenschrott und Dosenschrott aus Eisenblech	28
3.2.	Strategien zur Müllentgiftung	11	3.4.6. Aluminiumabfälle	28
3.3.	Das <i>BUND Konzept</i> einer umweltfreundlichen Abfallwirtschaft, konkretisiert	11	3.4.7. Sonstige Altstoffe	28
3.3.1.	Bestandteile des Hausmülls bzw. hausmüllähnlichen Gewerbemülls	14	3.4.8. Verstetigung der Altstoff-Verwertung in Bezug auf Abnahmemengen, Qualitäten und Preise	28
3.3.2.	Warum getrennte Einsammlung der Abfälle?	14	3.5. Verbleib der nicht verwertbaren Reste – künftig noch erforderlicher Deponieraum	29
3.3.2.1.	Containersammlung und ihre Nachteile	15	3.6. Kostenvergleich und Kostenminimierung	29
3.3.2.2.	Erfahrungen mit Ein- und Zweikomponentensammlung im Holsystem	16	3.7. Beschäftigungseffekte	31
3.3.2.3.	Abfuhrsysteme mit Schwerpunkt Wertstofftonne	17	4. Anhang	31
3.3.2.4.	Abfuhrsysteme mit Schwerpunkt Komposttonne	17	4.1. Problemstoffe in der Abfalltrennung	31
			4.2. Müllverbrennung oder Recycling	33
			5. Quellen	33



Vorwort

Vor nicht allzu langer Zeit ging eine skurrile Nachricht durch die Zeitungen: Eine 70jährige Frau in Madrid hatte eines Tages aufgehört, ihren Müll aus der Wohnung zu tragen. Statt dessen stapelte sie ihn in den Zimmern und im Korridor. Nach einigen Jahren wurde ihre Wohnung auf richterliche Anordnung geräumt. 12.000 Kilo Müll hatten sich dem Bericht zufolge angesammelt. Die Abfälle türmten sich in allen Räumen bis unter die Decke, die Wohnung gab nur noch schmale Gänge frei...

Eine lächerliche Geschichte, die allenfalls ein gequältes Lächeln zulässt. Denn die alte Frau hat nichts anderes getan, als das Abfallverhalten unserer Zivilisation im Zeitraffer und auf engstem Raum konsequent bis zum Ende durchzuspielen. Auf lange Sicht könnten Wasser, Luft und Boden unter dem Druck unserer Abfälle so knapp werden, wie der Raum in der Madrider Wohnung.

Wir stecken einen ungeheuren Aufwand in die Entwicklung und Vermarktung neuer Produkte, aber wir haben bisher kaum einen Gedanken daran verschwendet, was mit ihnen passieren soll, wenn sie ausgedient haben. Inzwischen hat sich immerhin die Erkenntnis durchgesetzt, daß es nicht mehr damit getan ist, die Abfälle in irgendeinem Tal zu verscharren. Aber wir sind noch meilenweit davon entfernt, bereits bei der Produktion so zu verfahren,

- daß möglichst wenig Abfälle entstehen
- daß die Abfälle schadstoffarm sind
- daß die unvermeidbaren Abfälle problemlos verwertbar sind.

Müllvermeidung fand bisher nur verbal statt. Unbefriedigend ist aber auch die Situation bei der Müllverwertung. Dem Mangel an Deponieflächen wollen Bundesregierung und die Mehrzahl der Bundesländer mit dem Ausbau der Müllverbrennung begegnen. – Eine Technik, die die radikalste Reduzierung des Abfallvolumens bewirkt und gleichzeitig die Beibehaltung des gewohnten Konsum- und Abfallverhaltens erlaubt, ja durch ihre Abhängigkeit von einem hohen Mülldurchsatz geradezu fordert. Die Reduktion des Müllvolumens erkaufte die Verbrennung allerdings durch die Verbreitung von Schadstoffen und durch das Ent-

stehen von giftigen Rückständen wie Flugasche und Reagenzien aus der Rauchgaswäsche.

Der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (*BUND*) lehnt diese Scheinlösung ab und setzt ihr die konsequente stoffliche Verwertung der Abfälle entgegen. Er plädiert für die getrennte Erfassung der Wertstoffe, ihre Rückführung in den Produktionsprozeß, und für die Kompostierung der organischen Abfälle. Die *BUNDposition 9*, „*Vergraben? Verbrennen? Vergessen?*“, stellt das Abfallwirtschaftskonzept des *BUND* vor. Es will den *BUND-Kreisgruppen* vor Ort, den Bürgerinitiativen und den Kommunen Hilfestellung auf dem Weg zur umweltverträglichen Abfallwirtschaft leisten. Die „Urfassung“ der *BUNDposition 9* entstand als Abfallwirtschaftskonzept des *BUND-Hessen*, das 1983 zum ersten Mal veröffentlicht wurde. Es wurde im Hinblick auf die Novellierung des Hessischen Abfallgesetzes und des Hessischen Abfallbeseitigungsplans entwickelt, der fünf weitere Müllverbrennungsanlagen vorsah.

Die scharfe Konkurrenz zur Verbrennung prägte die Zielsetzung des *BUND-Konzepts*: Mit ihm sollte eine Reduzierung des zu deponierenden Mülls erreicht werden, die sich bei vergleichbaren Kosten mit derjenigen der Müllverbrennung messen konnte. Gefragt war also ein System, das die größtmögliche Erfassung der Wertstoffe mit einer einfachen Organisation und einer hohen Akzeptanz bei Bevölkerung und Entscheidungsträgern verband. Unter dieser Aufgabenstellung erwies sich das Zwei-Tonnen-System mit der Trennung der kompostierbaren Fraktion und der Wertstoff-Fraktion als optimale Lösung. Die intensive Diskussion um Abfallprobleme, zu der auch das *BUND-Konzept* beigetragen hat, eröffnete neue Möglichkeiten auf dem Weg zu einer umweltverträglichen Abfallwirtschaft. Bei der jetzigen zweiten Überarbeitung der *BUNDposition 9* ging es deshalb nicht nur um eine Aktualisierung und Fortschreibung, sondern auch um eine Öffnung und Erweiterung.

Das *BUND-Abfallwirtschaftskonzept* kann und will kein Patentrezept sein. Wirksam wird es erst in Anpassung an die jeweiligen Verhältnisse vor Ort.

Trotz aller hoffnungsvollen Ansätze befinden wir uns immer noch in der Übergangsphase von der Abfall-„beseitigung“ zur Abfallwirtschaft. Der *BUND* hofft mit der Fortschreibung seines Konzepts diesen Prozeß zu beschleunigen und seine Umweltverträglichkeit zu sichern.

Die *BUNDposition 9* konzentriert sich auf die Verwertung unserer Abfälle. Eine vorsorgende Abfallwirtschaft muß im Sinne der Vermeidung überflüssiger und schadstoffhaltiger Abfälle aber bereits bei der Entwicklung der Produkte und beim Produktionsprozess ansetzen. Im *BUNDFaktenblatt* „*Verpackung: Wie Umwelt und Verbraucher eingewickelt werden*“ setzt sich der *BUND* mit der Verpackungsflut auseinander und macht Vorschläge zu ihrer Eindämmung. Mit der Vermeidung schadstoffhaltiger Abfälle befassen sich die *BUNDargumente* „*Problemabfälle: Der Giftmord am Hausmüll*“. In weiteren Veröffentlichungen informiert der *BUND* unter anderem über Deponietechnik, Pyrolyse und Hausmüllverbrennung, über Klärschlämme und den Werkstoff Aluminium.

Gemeinsam lassen sich diese Mosaiksteine zu einem Ausblick auf eine ökologisch begründete Industriegesellschaft zusammensetzen. Eine Industriegesellschaft, die den Nutzen und das Risiko ihrer Produkte genau hinterfragt, die sparsam mit ihren Ressourcen umgeht, die Energieverbrauch, Emissionen und Abfälle minimiert. Gefordert sind Einfälle statt Abfälle.

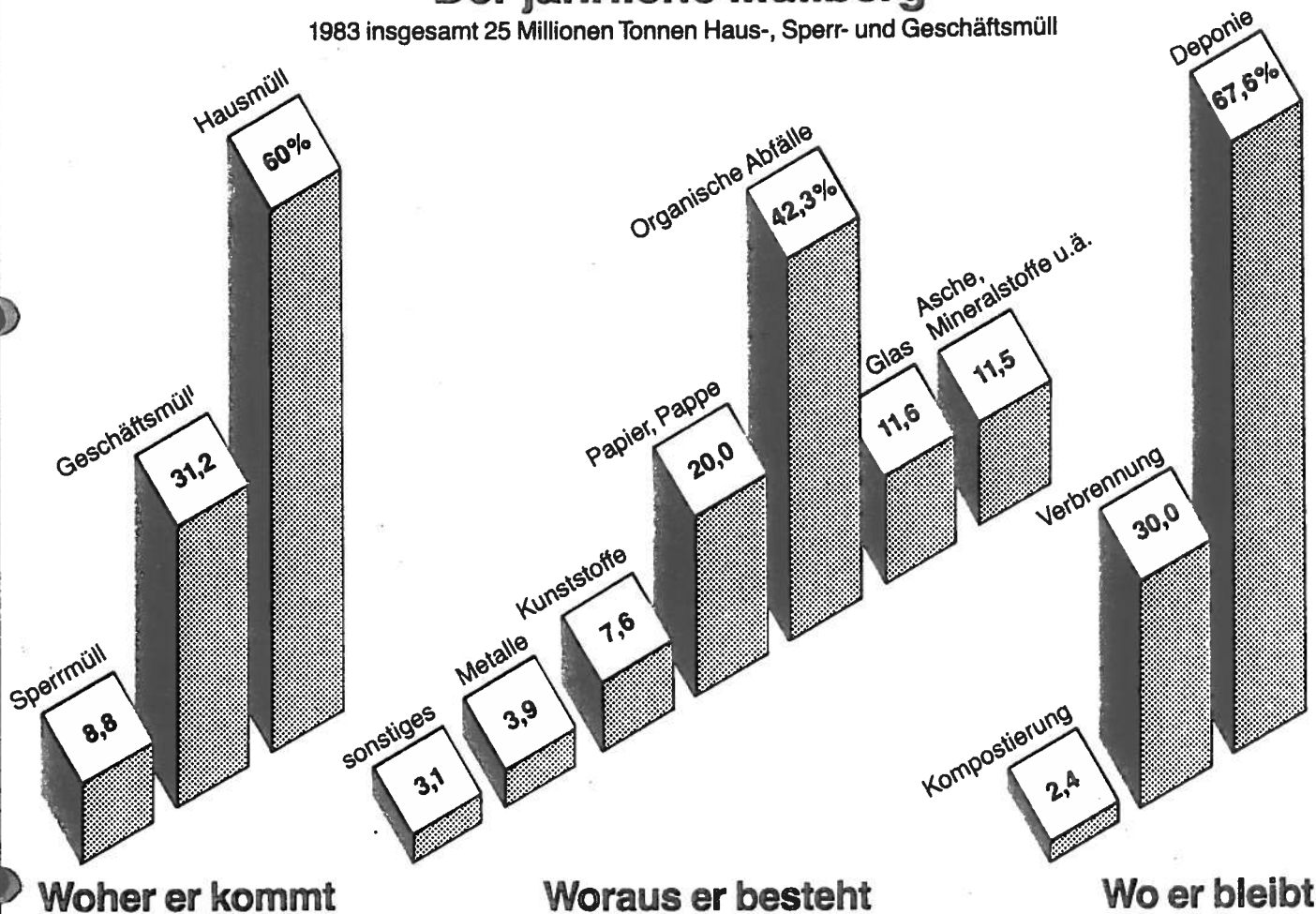
Andreas Fußer, Martin Krauß



1. Gegenwärtiger Stand

Der jährliche Müllberg ⁽¹²⁾

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



Woher er kommt

Woraus er besteht

Wo er bleibt

ABBILDUNG 1

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

1.1. Die Müllberge unserer Konsumgesellschaft

In den zurückliegenden Jahren ist mit dem wirtschaftlichen Wachstum auch die Menge des Hausmülls beträchtlich angestiegen.

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

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

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

Der allgemeine Stand der Müllherzeugung in der Bundesrepublik Deutschland und dessen Beseitigung läßt sich für die einzelnen Müllkategorien wie folgt wiedergeben:

Abb. 1a

500 kg = 100%



Müll-Kategorie Bezugsjahr 1980	Anfall (Mio. t)	Ablage- rung	Verbren- nung	Kompo- stierung	landwirt- schaftl. u. ähnl. Ver- wertung
Hausmüll, Sperrmüll und hausmüllähnl. Gewerbemüll	30	69% (4500 Anlagen)	29% (46 Anlagen)	3% (18 Anlagen)	ca. 1-2%
produktionsspezi- fische Abfälle	15	90%	10%	—	—
Bauschutt Erdaushub	28 105	99% 100%	—	—	—
Klär- u. Fäkal- schlamm (Wasser- gehalt = 95%)	50	49%	8%	3% (30 Anlagen)	40%
Industrieschlämme landwirtschaftliche Abfälle	10 260	99% —	1% —	— —	— 98%

ABBILDUNG 2

Quelle: Statistisches Bundesamt (16), siehe auch (17)

Die bisher betriebene Abfallpolitik war nicht auf Verringerung oder Verwertung ausgerichtet, sondern lediglich auf die vorgebliche Beseitigung des Müllberges.

1.2. Politische und gesetzliche Aspekte

Das 1986 verabschiedete Abfallgesetz der Bundesregierung hat die Chance auf eine Neuorientierung der Abfallpolitik verspielt. Aus der Sicht des Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) ist das Abfallgesetz ein Wegwerfgesetz geworden, und das gleich in zweifacher Hinsicht: Es wird den Trend zur Ex-und-Hopp-Gesellschaft nicht stoppen, und es ist im Laufe des Gesetzgebungsverfahrens selbst reif für den Müll, pardon, den Altpapiercontainer geworden.

Steuerliche Instrumente zur Zurückdrängung der Einwegverpackungen im Bereich des Biers und der kohlenensäurehaltigen Erfrischungsgetränke fehlen. Hält der Trend zu Einweg aber an, wird das Mehrwegsystem zusammenbrechen.

Stoffliche Verwertung (Recycling und Kompostierung) und „thermische Verwertung“ (Verbrennung) werden als gleichwertig behandelt, obwohl die stoffliche

Verwertung der Verbrennung ökologisch und volkswirtschaftlich weit überlegen ist. Welche Kapriolen die Novelle in der Gesetzgebungsmühle schlug, zeigt das Beispiel der sogenannten „Lex Aldi“. Einige große Discounter fahren bekanntermaßen nach der Devise: „Der Kunde ist König, aber woraus der König trinkt, bestimmen wir“. – Sie bieten konsequent nur Einwegware an. Die „Lex Aldi“ sollte sie zwingen, alternativ auch Mehrwegware ins Programm zu nehmen. Im Referentenentwurf des Innenministeriums war diese Regelung enthalten, als das Gesetz im Bundestag eingebracht wurde, war sie draußen. Auf Druck des Bundesrates kam sie wieder rein, um dann im Innenausschuß endgültig zu scheitern.

Im Innenausschuß machten die Regierungsparteien aus dem Herzstück der Novelle, dem § 14, einen Hindernisparcours. Demnach darf die Bundesregierung selbst vergleichsweise harmlose Maßnahmen wie Zwangspfand, Kennzeichnungs- und Rücknahmepflicht erst nach dem Scheitern von freiwilligen Vereinbarungen mit den Verpackungsherstellern erlassen. Der zuständige Minister hat dabei das zweifelhafte Vergnügen mit rund 3.000 Herstellern um Produkte, Quoten, Ziele und Fristen verhandeln zu dürfen.

Bis die Rechtsverordnungen greifen, kann es also Jahre dauern. Die Einwegverpacker werden diese Zeit nutzen, um ein für alle Mal Tatsachen zu schaffen.

Vollends unverständlich wird der Rückfall auf das schwache Instrument der freiwilligen Absprache, wenn man weiß, daß die jeweiligen Bundesregierungen bereits 1977, 1982 und 1984 mit Absprachen auf dem Verpackungssektor gescheitert sind.

1.3. Grundsätzliche Forderungen des BUND

Das weitere Anwachsen der Mülllawine muß mit allen zur Verfügung stehenden Mitteln gebremst werden, die Müllmengen müssen spürbar verringert werden. Bund und Länder müssen mit dem Vorrang der Abfallvermeidung endlich ernst machen. Das völlig unzureichende novellierte Abfallgesetz muß nachgebessert werden. Ein zentrales Ziel der Müllvermeidungspolitik ist die Stabilisierung der Mehrwegsysteme. Der BUND fordert:

- Eine Einweg- und Verpackungssteuer
- Eine Kennzeichnungspflicht für alle Einwegverpackungen
- Die Verpflichtung des Handels zum Angebot von Mehrwegbehältern (*Lex Aldi*)
- Die Förderung von Mehrwegsystemen durch Normierung von Verpackungen
- Vermeidung von Verbundverpackungen
- Die Förderung von Erzeuger-/Verbraucher-Cooperativen

Nicht vermeidbare Abfälle müssen durch Recycling und Kompostierung verwertet werden. Neue Müllverbrennungs- und Gesamtmüllpyrolyseanlagen lehnen wir ab. Die bestehenden Verbrennungsanlagen sind mit Abgasreinigungsanlagen nach dem Stand der Technik nachzurüsten. Die stoffliche Verwertung muß intensiv gefördert werden. Deshalb fordert der BUND:

- Die Förderung des Verbrauchs von Recycling-Produkten. Kommunen und Behörden müssen zur vorrangigen Beschaffung von Produkten aus Recycling-Material verpflichtet werden. Auch die Ausschreibungspraxis muß entsprechend umgestaltet werden.
- Eine gezielte Förderung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen bei der Produktion (z.B. Steuer auf Primärrohstoffe).



ABBILDUNG 3

- Den Stopp des Abbaus und der Einfuhr von Torf und seine Ersetzung durch schadstoffarmen Kompost.

Haus-, Gewerbe- und Industriemüll müssen Zug um Zug entgiftet werden. Deshalb fordert der **BUND**:

- Das Verbot von schadstoffhaltigen Produkten, die verzichtbar sind, oder für die unschädlicher Ersatz vorhanden ist.
- Die Umkehr der Beweislast bei Umwelt- und Gesundheitsschäden durch Schadstoffe. Nicht der Betroffene muß beweisen, wer der Verursacher ist, sondern der potentielle Verursacher muß die Unbedenklichkeit seiner Produkte und des Produktionsverfahrens nachweisen.
- Eine Umweltverträglichkeitsprüfung im Genehmigungsverfahren für neue Produktionsanlagen, die auch den Abfallbereich umfaßt.
- Kennzeichnungs-, Pfand-, Rücknahmepflicht und getrennte Erfassung von Problemmüll aus den Haushalten.

2. Kritik an gegenwärtigen Verfahren zur Behandlung des unsortierten Mülls

2.1. Deponierung

Die Deponierung des Gesamtmülls ist derzeit noch die häufigste Art des Beiseiteschaffens von Müll, weil bis vor kurzem die technischen Anstrengungen zur Konstruktion der Deponie auf einem sehr niedrigen und somit kostengünstigen Niveau waren. Die Folgekosten blieben dabei unberücksichtigt. Es ist kennzeichnend für unsere Wegwerfgesellschaft, daß wir mit einem maximalen Aufwand an Technik und Wissenschaft Produkte herstellen, für die Entsorgung der nicht erwünschten Abfallprodukte aber erst am Beginn einer technischen Entwicklung stehen.

Der Begriff „Deponietechnik“ ist erst wenige Jahre alt! Nicht zuletzt aufgrund der intensiven Diskussion um die Umweltauswirkungen von Deponien wurde es für die Landkreise und Städte in den letzten Jahren immer schwieriger, neue Deponien durchzusetzen, oder bestehende zu erweitern. Wir stehen heute in

FLÄCHENVERBRAUCH FÜR MÜLLDEPONIEEN IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (18)

(Bezugsjahr 1983)

Bedarf an Deponieflächen für:
 Hausmüll
 hausmüllähnlicher Gewerbemüll
 Sperrmüll
 (für 21 Mio. t $\hat{=}$ 70% von 30 Mio. t jährlichem Müllaufkommen)

3,0-4,5 km²/Jahr

Geforderter Abstand von 0,5 km zur Bebauung – einschließlich Randflächen:
 Gesamtbedarf für Hausmülldeponien 30- 45 km²/Jahr
 ergibt bei Nutzungsausfall von 20 Jahren 600- 900 km²
 ergibt bei Nutzungsausfall von 30 Jahren 900-1350 km²

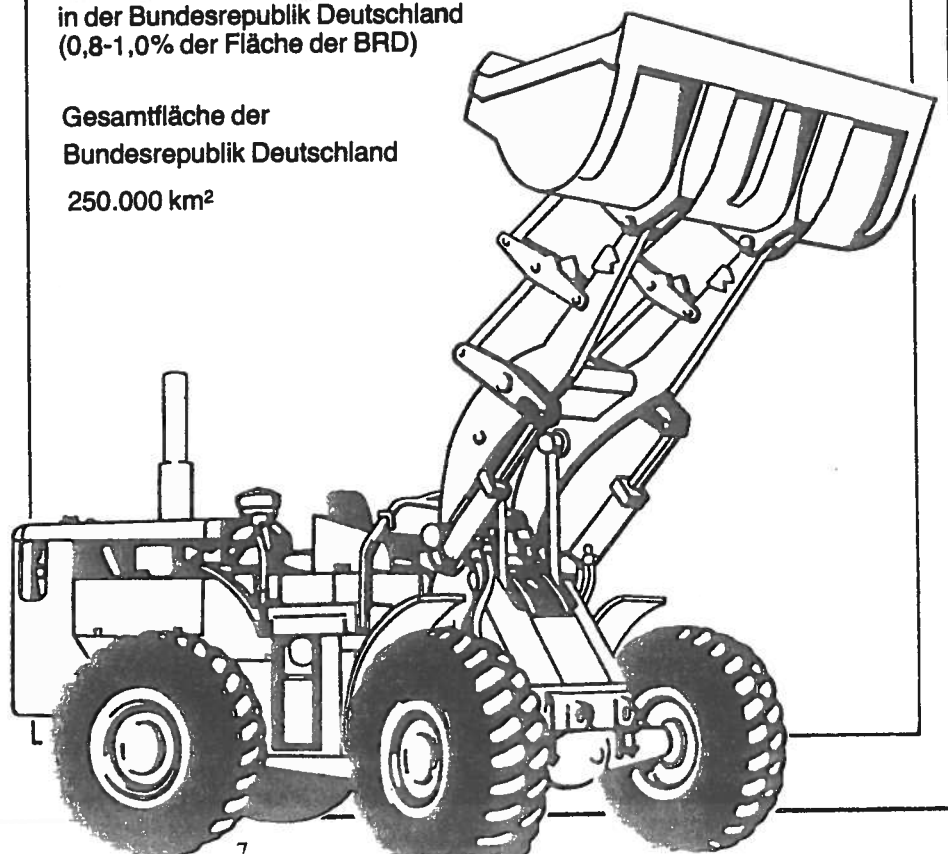
Hinzu kommen zusätzliche Deponieflächen für:
 Sondermüll
 Bauschutt
 Teilmengen von Klärschlamm

100- 150 km²

Geschätzter maximaler Gesamtbedarf an Deponieflächen 1000-1500 km²
 (bei gleichbleibender Menge des zu deponierenden Mülls)

Zum Vergleich: **Gesamtfläche aller Naturschutzgebiete in der Bundesrepublik Deutschland** 2000-2500 km²
 (0,8-1,0% der Fläche der BRD)

Gesamtfläche der Bundesrepublik Deutschland
 250.000 km²





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 ²⁻	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

ABBILDUNG 4

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

vielen Städten und Landkreisen vor der Situation, daß die Abfallbeseitigungspflichtigen nur noch über sehr begrenzten oder gar keinen Deponieraum mehr verfügen können.

Jeder Bundesbürger erzeugt pro Jahr im Mittel allein 300 Kilogramm 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 Kubikmeter Deponievolumen benötigt wird, solange keine ökologische Abfallwirtschaft betrieben wird.

Unabhängig von dem jeweiligen Müllkonzept – sei es auf der einen Seite die Extremlösung Müllverbrennung, als auch auf der anderen Seite ein ökologisch orientiertes Müllkonzept mit einem technischen Höchstmaß an Vermeidung und Verwertung – wird die Abfallwirtschaft ohne eine Deponie nicht auskommen. Der *BUND* fordert daher, daß Deponien überall in der Bundesrepublik nach Stand der Technik gebaut werden, die ein Höchstmaß an Sicherheit gegenüber den Belastungspfaden Luft, Grundwasser, Boden und Nahrungskette garantieren.

Nur Abfälle, die nicht zu vermeiden oder zu verwerten sind, dürfen in Zukunft noch abgelagert werden, das heißt nur echte Restmülldeponien sind für die nahe Zukunft zu planen. Das *BUND* Argumenteblatt „Die Deponie: Vom Verscharren zur Hochtechnologie?“ von Dr. Harald Friedrich informiert ausführlich über die technischen Einzelheiten, die Schadstoffpfade und die gesamte Umweltverträglichkeit dieser Entsorgungstechnologie.

2.2 Verbrennung

Rund ein Drittel des bundesdeutschen Hausmülls wird in 47 Müllverbrennungsanlagen (MVA) verbrannt. Weitere 25 Anlagen könnten nach Prognosen des Umweltbundesamtes bis zum Jahr 2000 hinzukommen. Es gibt starke politische Bestrebungen, Müllverbrennung zur Standardmethode der Abfallbehandlung voranzutreiben. Der *BUND* lehnt den weiteren Zubau von Müllverbrennungsanlagen aus folgenden Gründen ab:

1. Die Müllverbrennung wird mit den im Müll enthaltenen Schadstoffen nicht fertig. Es werden Schwermetalle (Blei, Cadmium, Quecksilber) und organische Schadstoffe (chlorierte Kohlenwasserstoffe, z.B. Dioxine), die hochgiftig und krebserregend sind, mit dem Rauchgas ausgestoßen. Selbst technisch aufwendige Reinigungsverfahren können diese Stoffe nicht befriedigend zurückhalten.
2. Die Müllverbrennung schafft zusätzlich Deponieprobleme, da, bedingt durch das Verfahren, spezielle Abfälle (Schlacke) und Sonderabfälle (Flugstäube und Wäschersalze) entstehen.
3. Die Müllverbrennung ist Gift für das Verbraucherverhalten, da die Anlage

aus Kostengründen (große Festkosten) auf einen hohen Mülldurchsatz angewiesen ist. Dem Verbraucher wird vorgegaukelt, daß sein Müll zur Energieerzeugung „nützlich“ ist. Von dem Vorhandensein der Müllverbrennung gehen keine Impulse für die Veränderung des Konsumverhaltens des Bürgers aus: Anstatt die Müllmenge durch Vermeidung und Verwertung zu reduzieren, hat er ein gutes Gewissen, seine ständig wachsenden Abfallberge den Müllöfen zu überantworten.

4. Die Müllverbrennung verschwendet Rohstoffe und Energie, denn Abfälle sind wertvolle Rohstoffe am falschen Ort. Werden diese Rohstoffe verbrannt, so wird nur ihr Heizwert genutzt, nicht aber die Energie, die für die Herstellung dieser Produkte eingesetzt wurde. Die Müllverbrennung kann nur rund 20 Prozent der im Hausmüll enthaltenen Energie zurückgewinnen.

Das *BUND* Argumenteblatt „Müllverbrennung: Ein brennendes Problem für Mensch und Natur“ von Dr. Rolf Neidhardt informiert ausführlich über die technischen Einzelheiten, die Schadstoffproblematik und die gesamte Umweltverträglichkeit der Verbrennungstechnologie.

2.3. Pyrolyse (Niedertemperatur-Pyrolyse)

Das Pyrolyseverfahren, auch Verschwelung genannt, ist ein technisches Verfahren der thermischen Abfallverwertung, das sich noch in der Entwicklung befindet. Der Müll wird in einem Drehrohröfen unter Sauerstoffarmut bei Temperaturen von 400 bis 600 Grad verbrannt (Definition: Verbrennung unter Sauerstoffabschluß ist Pyrolyse).

Zur Zeit lassen sich weder die technische Verfügbarkeit dieser Anlagen noch die Entsorgungssicherheit und die gesamte Umweltverträglichkeit beurteilen.

Die Pyrolysetechnologie kann daher nicht als ein in der Praxis bewährtes Verfahren zur Müllentsorgung angesehen werden. Das *BUND* Argumenteblatt „Pyrolyse: Der Müll schwelt im Ungewissen“ von Dr. Harald Friedrich informiert ausführlich über die technischen Einzelheiten



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

	A Neuherstellung	B Recycling aus Altstoffen	C Chemischer Energie-Inhalt (Brennwert)	D Gesamtenergie-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
Anderer 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

ABBILDUNG 5

MJ = Mega-Joule = 10⁶ Joule

Quellen: ¹⁾ Ullmann's „Enzyklopädie der Technischen Chemie“, 1981 (31)
²⁾ K. W. Steiner in „Kunststoffe“, April 1984 (32)

ten und die bisher absehbaren Umweltprobleme dieser Entsorgungstechnologie.

2.4. Behandlung spezieller Abfallarten

2.4.1. Klärschlamm

Klärschlamm fällt bei der Reinigung unserer Abwässer an. Die Zunahme der Kläranlagen und der wachsende Grad der Reinigungsleistung hat zu einer entsprechenden Steigerung der anfallenden Schlämme geführt.

Aufgrund seines Nährstoffgehaltes und seiner humusbildenden organischen Bestandteile wäre Klärschlamm ein wertvoller Dünger. Die Vermischung der einst reinen Fäkalabwässer mit Industrieabwässern und die Chemisierung der Haushalte haben dazu geführt, daß die Klärschlamm-inhaltsstoffe weitgehend aus dem sinnvollen natürlichen Stoffkreislauf ausgeschleust werden müssen.

Das *BUND*-Argumentblatt „Klärschlamm: Dünger oder Sondermüll?“ von Ulrich Kost und Matthias Domke stellt

die Gesamtproblematik dieses Abfallstoffes ausführlich dar und zeigt auf, mit welchen Maßnahmen aus Klärschlamm ein wertvoller Bodenverbesserer werden kann.

2.4.2 Bauschutt und Erdaushub

Zur Zeit fallen in der Bundesrepublik jährlich

- mehr als 15 Mio. Tonnen Bauschutt
- mehr als 13 Mio. Tonnen Straßenaufbruch an.

Davon werden jedoch höchstens 2 Prozent wiederverwertet (17), obwohl nach dem Stand der Technik bereits 50 Prozent möglich wären.

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.

Das *BUND*-Argumentblatt „Bauschutt“ von Dr. Gerhard Heufelder und Loeki Häger-Hogerland zeigt auf, wie aus einem landschaftsverschandelnden Abfall ein wertvoller Einsatzstoff für die Bauwirtschaft gewonnen werden kann.

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

Das Abfallwirtschaftskonzept des *BUND* verfolgt gleichzeitig vier Ziele:

- Die Vermeidung von Abfällen, die überflüssig sind oder die Wiederverwertung behindern.
- Den Hausmüll und die hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle durch Vermeidung schadstoffhaltiger Abfälle zu entgiften. Nicht vermeidbare schadstoffhaltige Abfälle sollen getrennt erfaßt werden.
- Einen großen Teil der in den Bereichen Haushalt und Kleingewerbe entstehenden Abfälle (Altstoffe, organische Küchen- und Gartenabfälle) in Kreisläufe einzubinden und stofflich zu verwerten.
- Nur noch Restmengen ohne Schaden für die Umwelt zu deponieren (bis zu 20 Prozent).

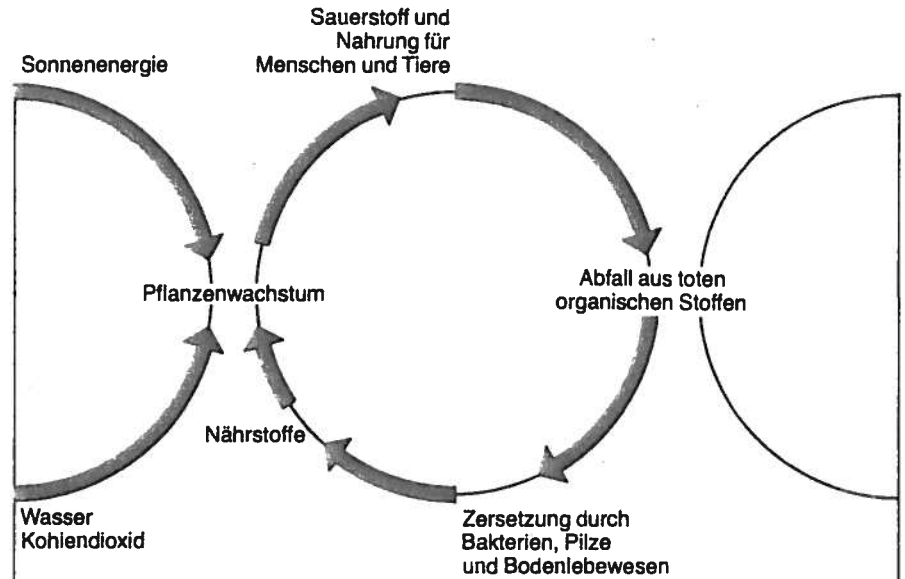
Die stoffliche Wiederverwertung von Altstoffen (Papier, Glas, Metalle, Kunststoffe, Textilien u.a.) und die Verwertung von Bio-Abfällen nach natürlicher Umwandlung (Kompostierung, evtl. Bio-Vergasung) bilden das Kernstück dieses Konzepts. Das besondere am Konzept des *BUND* ist dabei die angestrebte Form des Zusammenwirkens dieser vier Prinzipien in einer Art und Weise, die für alle Beteiligten – Bürger, Verwaltungen, Abfallbearbeiter und Verwerter von Sekundärrohstoffen – 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 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.



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)

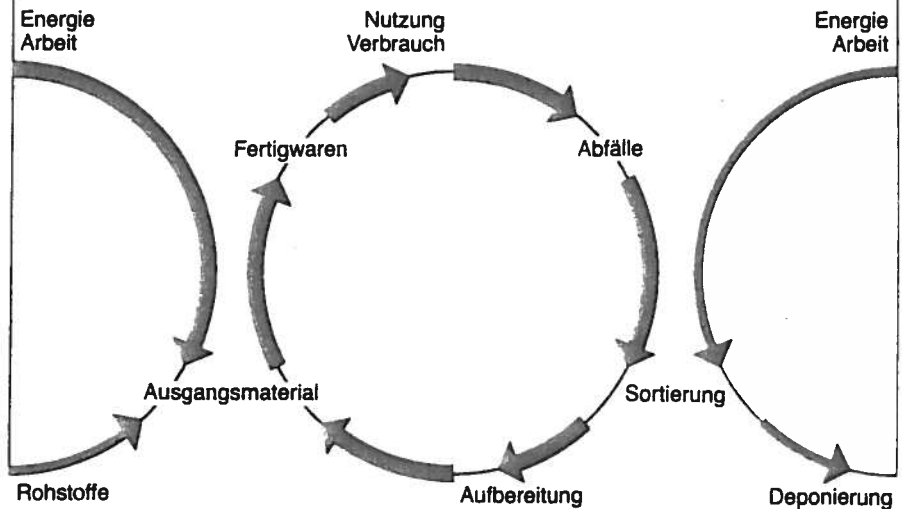


ABBILDUNG 6

3.1 Strategien zur Abfallverminderung und -vermeidung

Das wichtigste Instrument einer ökologisch orientierten Abfallpolitik ist die Abfallvermeidung. Sie ist ein Element des vorsorgenden Umweltschutzes. Die Abfallvermeidung umfaßt die Herstellung und die Verteilung von Produkten. Ihre Ziele sind:

- Den Einsatz von Roh- und Hilfsstoffen und den Verbrauch von Energie möglichst gering zu halten.
- Den Einsatz von schädlichen Stoffen zu minimieren und ihre Freisetzung in die Umwelt zu verhindern.

- Produktionsrückstände zu vermeiden und unvermeidbare Abfälle zu verwerten.
- Produkte so zu gestalten, daß sie langlebig sind und nach Verbrauch verwertet werden können.
- Produkte so zu vertreiben, daß möglichst wenig Abfälle entstehen.

Seit den 50er Jahren hat sich das Volumen des jährlich anfallenden Hausmülls und der hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle verfünffacht. Ein Blick in die Mülltonne genügt, um die Ursache dieser Mülllawine ausfindig zu machen: Die Verpackung. Rund die Hälfte des Hausmüllvolu-

mens geht auf Verpackungsmaterial zurück. Allein ihre Beseitigung kostet uns pro Jahr rund 2 Milliarden Mark. Mit jeder Verpackung steigt der Energieverbrauch und die Umweltbelastung: Angefangen bei der Förderung der Rohstoffe, bis zur Verbrennung oder Deponierung des Verpackungsmülls. Die Vermeidung von Wegwerfverpackungen ist daher der Schlüssel zu einer umweltverträglichen Abfallwirtschaft.

Das *BUNDFaktenblatt „Verpackung: Wie Umwelt und Verbraucher eingewickelt werden“* von Andreas Fußer informiert ausführlich über die Verpackungsflut, den Rückgang der umweltfreundlichen



Mehrwegverpackung und die notwendigen Maßnahmen zur Abfallvermeidung.

3.2. Strategien zur Müllentgiftung

Mindestens ebenso wichtig wie die Zurückdrängung von Verpackungsabfällen ist die Entgiftung unseres Mülls. Deshalb kommt den sogenannten Problemabfällen eine besondere Bedeutung zu. Die Problemstoffe stellen mit einem geschätzten Anteil von einem Prozent einen relativ kleinen Anteil an dem riesigen Abfallberg dar, sind aber in ihrer schädigenden Wirkung auf die Umwelt und die Gesundheit des Menschen ungleich gefährlicher als der gesamte übrige Abfall. Ferner stellen gerade die Problemabfälle wesentliche Wege der Stoffkreislaufführung in Frage, insbesondere die ökologisch zwingende Kompostierung organischer Abfälle. Durch den Einzug der Chemie in Garten und Hobbywerkstatt, Küche, Bad und WC ist die Menge der Problemabfälle in den letzten Jahren stark angestiegen. Hinter dem Begriff der Problemabfälle versteckt sich eine Vielzahl von Haushaltschemikalien von A wie Abbeizmittel, über D wie Desinfektionsmittel, I wie Insektenvernichtungsmittel und K wie Knopfzellen, bis W wie WC-Reiniger.

Das *BUND*-Argumentblatt „*Problemabfälle: Der Giftmord am Hausmüll*“ von Ulrich Schäfer informiert ausführlich über die schadstoffhaltigen Abfälle im Hausmüll, zeigt Wege zu ihrer Vermeidung auf und macht detaillierte Vorschläge zu ihrer getrennten Einsammlung.

3.3. Das *BUND*-Konzept einer umweltfreundlichen Abfallwirtschaft für Hausmüll und Hausmüllähnlichen Gewerbemüll, konkretisiert

Das *BUND*-Konzept unterscheidet sich von den meisten herkömmlichen Planungen dadurch, daß es nicht – wie bisher üblich – nur auf jeweils eine Technologie setzt. Es hat sich gezeigt, daß alle Versuche, das Müllproblem mit nur einer Technologie zu lösen, mit erheblichen Nachteilen beim Umweltschutz, bei der Akzeptanz und den Kosten verbunden sind. Die hohen Fixkosten für die Errich-

tung einer großtechnischen Anlage sorgen für einen faktischen Benutzungszwang, der allen vernünftigen Maßnahmen zur Abfallverminderung beziehungsweise -verwertung im Wege steht.

Das *BUND*-Konzept besteht aus den folgenden Hauptbestandteilen, die für sich schon vielerorts vorhanden und erprobt sind:

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). Erfolgreiche Beispiele sind: Witzenhausen (Hessen), Wolfsburg, Göttingen, Neunkirchen (Österreich).

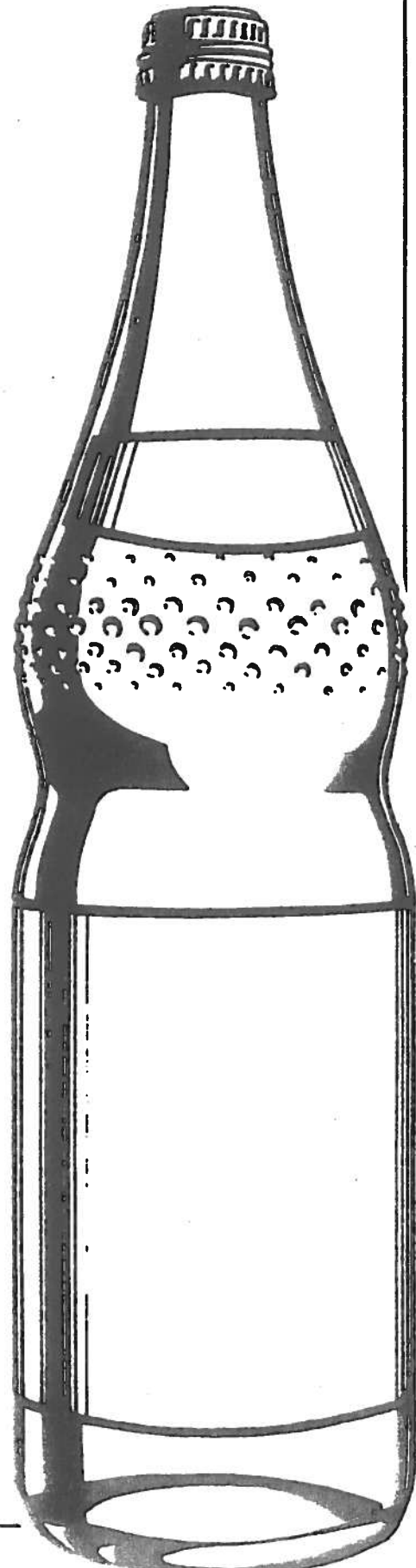
Kompostierung der organischen Fraktion zusammen mit kommunalem Grünabfall – dezentral (System Witzenhausen) (97) – und/oder zentral. (98) Erfolgreiche Beispiele sind die zur Getrenntsammlung vorstehend genannten Orte;

Sortierung (technisch und von Hand) der getrennt gesammelten Alt- und Wertstoffe (ohne Kompostfraktion) mit anschließender Vermarktung der Wertstoffe (Beispiele: Sortieranlagen in Ravensburg (99) (100) und Freiburg, Kreis Kleve (101), Donnersbergkreis (102), Neunkirchen, Österreich).

Getrennte Sonderabfall-Sammlung (Abhol-System), Sondermülltransport zu Anlagen der Sondermüllbeseitigungs-Gesellschaften. (Bringe-Systeme können ergänzen, reichen aber nicht aus). Beispiel einer Abholung an der Haustür: Lahn-Dill-Kreis (Hessen).

Sowohl vom Platzbedarf als auch vom Einsammelungs-Rhythmus her gesehen, sind zwei Abfallbehälter für jeden Haushalt optimal. Dieser Weg ist nicht nur technisch gangbar, sondern auch zugleich für alle Bürger leicht zu begreifen und ohne größere Mühen bereits innerhalb der eigenen vier Wände durchführbar und wird in zahlreichen Gemeinden bereits mit Erfolg praktiziert.

Die Abtrennung der organischen Hausmüllbestandteile (Naßabfälle) in einer Tonne – der Kompost-Tonne oder „*Grünen Tonne*“ – ist durch ihre Menge und ihre Empfindlichkeit gegen Verschmutzung zwingend geboten. Als entscheidende Pluspunkte kommen hinzu:





BUND – Konzept I Zwei-Tonnensystem

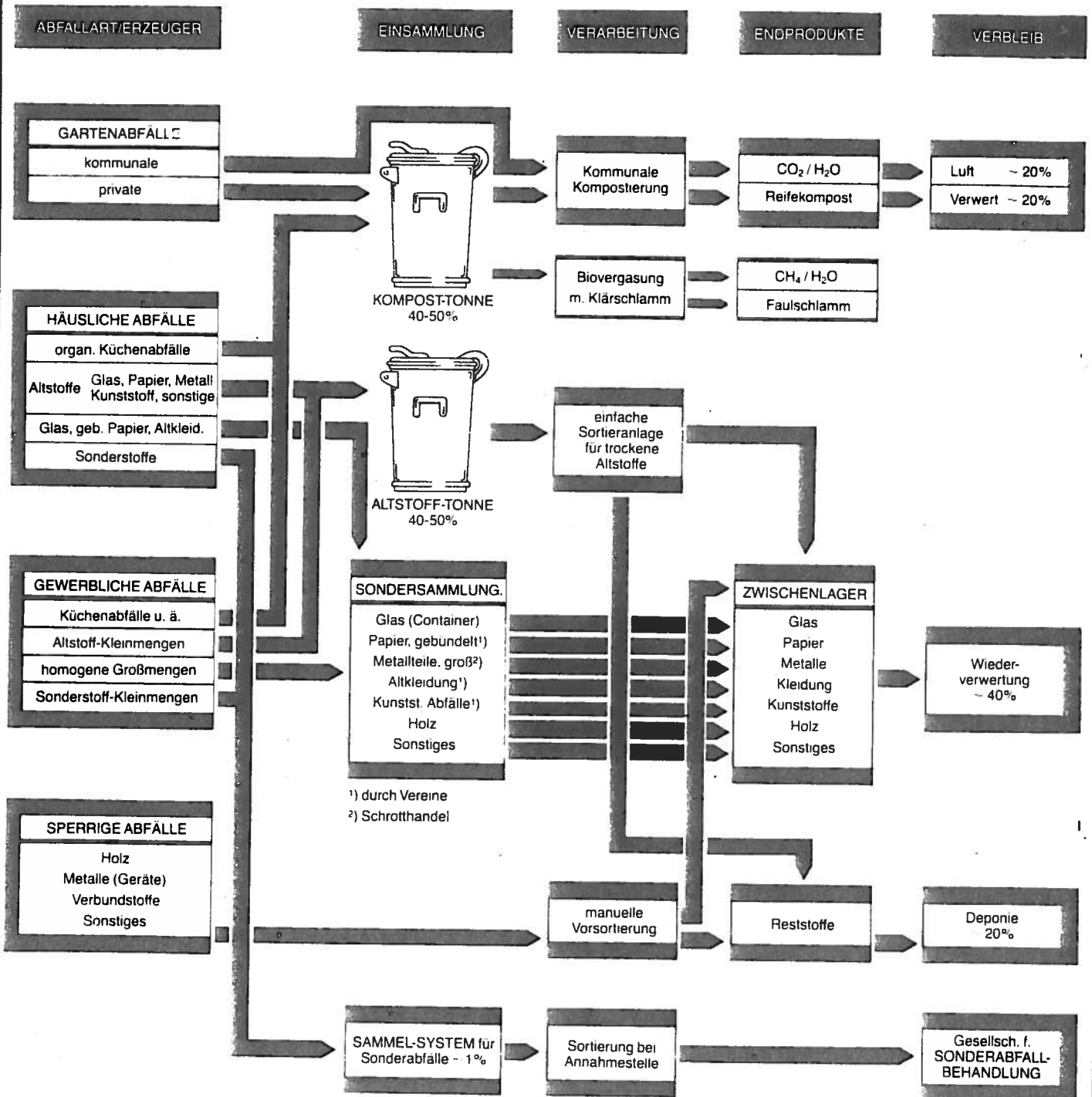


ABBILDUNG 7



TRENNUNG VON ABFÄLLEN IM HAUSHALT

Kompost-Tonne für organische Abfälle	Altstoff-Tonne für recyclingfähige Abfälle	Sammel-System für Sonderabfälle
Küchenabfälle: Gemüseabfälle, Obst-, Eier- und Nußschalen Kaffeefilter, Teeblätter Speisereste, auch verdorbene Speiseölrreste und -fette, gebunden Knochen und Haare Rasenschnitt, Gartenabfälle Blätter, kleine Zweige	Glas gebündeltes Papier } wenn nicht Kartonagen } zur Sonder- samm lung Metallteile: Dosen, vorgereinigt Kronenkorken Flaschenverschlußkappen Kleinteile: Schrauben Büroklammern u.a.m. Altkleider, Textilien Kunststoffe, Plastiktüten und -teile	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 Kehrriecht
kleinere Papier- und Pappreste Papierwindeln ohne Plastikanteile Staubsaugerbeutel und Holzkohlenasche	kleinere Holzteile Geschirr, Scherben Gummi-, Lederteile u.a.m.	
!!! Kein Plastik, Blech, Glas !!! Keine Metallteile !!!	!!! Keine nassen Abfälle !!!	
Sperrige Abfälle , z.B.: Möbelstücke, elektrische Geräte, größere Teile von Holzverschnitt, sind nicht für oben genannte Behältnisse bestimmt, sie gehören in die Sperrmüllsamm lung. 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.
* können durch ihren Schadstoffgehalt evtl. problematisch sein und müßten in diesem Fall entweder als Sondermüll behandelt werden oder in eine Restmülltonne. Repräsentative Meßwerte liegen uns nicht vor. Diese Frage muß noch geklärt werden.		

ABBILDUNG 8

- Die übrigen Abfälle bleiben trocken und lassen sich hierdurch leicht weiter auseinandersortieren und zur Wiederverwendung aufbereiten, wobei nicht mehr verwertbare Reststoffe abgetrennt werden.
- die organischen Abfälle (Küchen- und Gartenabfälle) bleiben weitgehend frei von schädlichen Schwermetallen (103) und sonstigen störenden Anteil-

len (z.B. Glassplitter, Kronenkorken, Metallkleinteilen), was sich äußerst positiv auf die Qualität der daraus gewinnbaren Komposte auswirkt. 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 von der Natur vorgezeichnet 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.



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

In der Bundesrepublik Deutschland fallen derzeit ca. 30 Millionen Tonnen an Hausmüll und hausmüllähnlichem Gewerbemüll pro Jahr an. Sie bestehen im Mittel zu etwa 44 Prozent aus organischen Küchen- und Gartenabfällen, einschließlich erdigem Feinmüll. 20–25 Prozent machen Papier und Pappe aus. Danach folgen Glas mit 12 Prozent, Kunststoffe mit etwa 6 Prozent, metallische Bestandteile mit 4 Prozent, Textilien, sonstige Altstoffe und Verbundstoffe zusammen mit ca. 6 Prozent und mineralische Inertstoffe mit ungefähr 3 Prozent (Angaben jeweils in Gew. Prozent).

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 Prozent und 1,0 Prozent im Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbemüll enthalten.

3.3.2. Warum getrennte Einsammlung der Abfälle?

Warum sollte man Abfall erst zusammenwerfen und ihn dann wieder auftrennen? Große Sortieranlagen für unsortierten Müll, z.B. in Landskrona, Wijster, Neuß und Dußlingen konnten mit großem Energieaufwand nur verschmutzte Rohstoffe zurückgewinnen. Die Komposte, die in diesen Anlagen erzeugt wurden, wiesen nur wenig geringere Schwermetallgehalte auf als solche aus Kompostwerken für unsortierten Müll.

Das Vermischen verschiedener Abfälle mindert die Qualität ihrer Inhaltsstoffe oder verhindert sogar ihre Rückgewinnung und Verwertung. Streng nach Sorten getrennte Einsammlung würde allerdings zu über zehn Altstofffraktionen führen: Glas in drei Farben, Pappe, Zeitungen und Illustrierte, andere Papiersorten, Eisenmetalle, Nichteisenmetalle, Folienkunststoffe, Hartkunststoffe, Textilien, evtl. Holz und anderes. Hinzu kommen die kompostierbaren Abfälle, eine Fraktion schadstoffhaltiger Abfälle, die auf jeden Fall gesondert behandelt werden muß, und die Restfraktion, für die keine Verwertung abzusehen, aber auch kein hohes Beseitigungsrisiko zu erwarten ist. Die beschriebene weitgefächerte Vorsortierung der Abfälle, die sich nach der Entwicklung von Marktlage und Verwertungstechnologien auch ändern kann, kann weder privaten Haushalten zugemutet werden, noch wären die Erfassungskosten für ein solches System vertretbar. Selbst bei sehr motivierten Bürgern wären Fehlsortierungen unvermeidbar.

Stoffe aus praktizierten „Einkomponenten“-Sammlungen, wie sie auch von Vereinen durchgeführt werden, müssen im allgemeinen noch nachsortiert werden. Daher sollte die Vorsortierung in

den Haushalten an der nachträglichen Trennbarkeit der Abfallarten bei handelsüblicher Qualität orientiert werden. Werden z.B. Papier und Küchenabfälle miteinander vermischt, machen einsetzende Rotte- und Fäulnisvorgänge das Papier für den Einsatz in der Papierindustrie unbrauchbar. Ebenso belasten Metallteile den Kompost aus Küchen- und Gartenabfällen. Trockene und staubfreie Altstoffgemische können dagegen ohne große Wertverluste und mit wesentlich geringerem Energieaufwand als bei Gesamtmüll-Sortieranlagen voneinander getrennt werden.

In den vielfältigen und anpassungsfähigen Sortiermöglichkeiten liegen die eigentlichen Vorteile von Altstoff-Sortieranlagen gegenüber der Sortierung im Haushalt. Sie kann sich z.B. veränderten Qualitätsanforderungen des Altstoffmarktes flexibel anpassen.

Es wurde argumentiert, daß Sortieranlagen – ähnlich wie Müllverbrennungsanlagen – durch ihre Kapitalbindung Vermeidungsstrategien behinderten, weil sie bei verminderten Abfallmengen nicht abgeschrieben werden könnten. Dies würde nur zutreffen, wenn mehrere benachbarte Anlagen überdimensioniert wären. Anders als bei Müllverbrennungsanlagen können Gebäude und Maschinen einer Sortieranlage leicht einer anderen Nutzung zugeführt werden.

Keinesfalls mehr so:

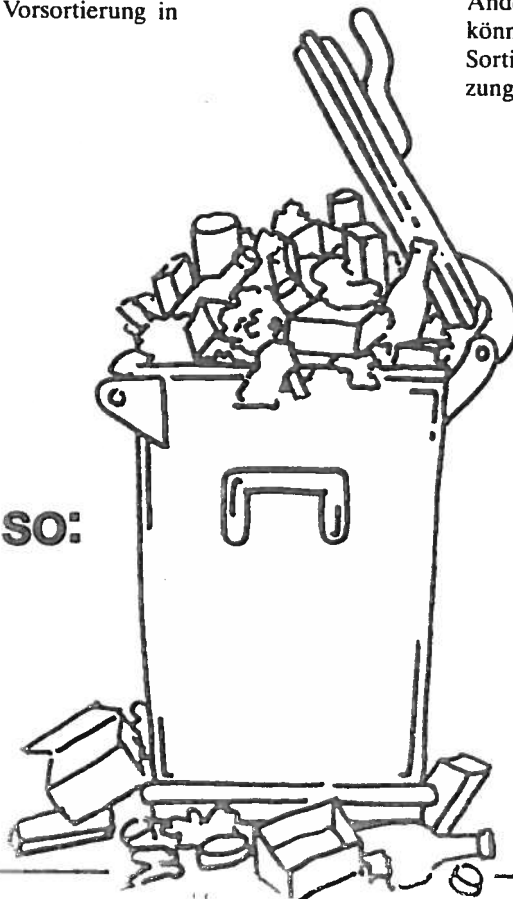


ABBILDUNG 9



Weiterhin wurden Sortieranlagen mit unangemessener Großtechnologie gleichgesetzt. Bei deutschen Sortieranlagen ist die Technologie jedoch eher noch zu einfach.

Bisweilen wurde gegen Sortieranlagen argumentiert, daß sie gesundheitlich unzumutbare Arbeitsplätze schaffen würden. Das ist nach dem Stand der Technik vermeidbar, wenn geeignete Maßnahmen gegen Staub- und Geruchsbelästigungen getroffen werden (z.B. gekapseltes Eingangssieb mit Absaugvorrichtungen).

Die Getrenntsammlung durch Wertstoff- und Komposttonne in Verbindung mit Sortier- und Kompostieranlagen, ergänzt durch Sammelsysteme für Problemabfälle, wurde unter folgenden 12 Zielsetzungen entwickelt und empfohlen:

1. Vermeidung der Müllverbrennung
2. Kein größerer Restdeponiebedarf als bei der Müllverbrennung
3. Lückenlose Erfassung aller Abfälle (Altstoffe, Sonderabfallkleinmengen und kompostierbaren Abfälle)
4. Maximale Verwertungsquote durch Sortierung in 11 und mehr Fraktionen

5. Beteiligung aller Abfallbesitzer an der Getrenntsammlung durch Anschluß an ein Holsystem
6. Minimierung des Deponie-Risikos durch Fernhalten von Sonderabfällen und sich zersetzenden organischen Abfällen von den Deponien
7. Hohe Akzeptanz durch einfaches Sortieren im Haushalt
8. Höchstmögliche Sortenreinheit durch professionelle Nachsortierung
9. Anpassungsfähigkeit des Systems an Nachfrageschwankungen bei Altstoffen
10. Minimierung der Transportwege und Transportkosten
11. Möglichkeit des Weiterbetriebs der vorhandenen Müllfahrzeuge
12. Möglichst geringe Mehrkosten durch alternierende Abfuhr der getrennt erfaßten Abfallfraktionen

Verschiedene strukturelle und politische Voraussetzungen in Städten und Kreisen (z.B. Bebauungsstruktur, Deponielaufzeit, Existenz einer Müllverbrennungsanlage, Nähe zu Verwerterbetrie-

ben) ließen unterschiedliche Getrenntsammlersysteme entstehen, die sich teilweise bewährt haben. Sie reichen von der Aufstellung von Glascontainern bis zur Aufstellung sechs verschiedener Abfalltonnen (104). Nachstehend sind einige beispielhaft beschrieben.

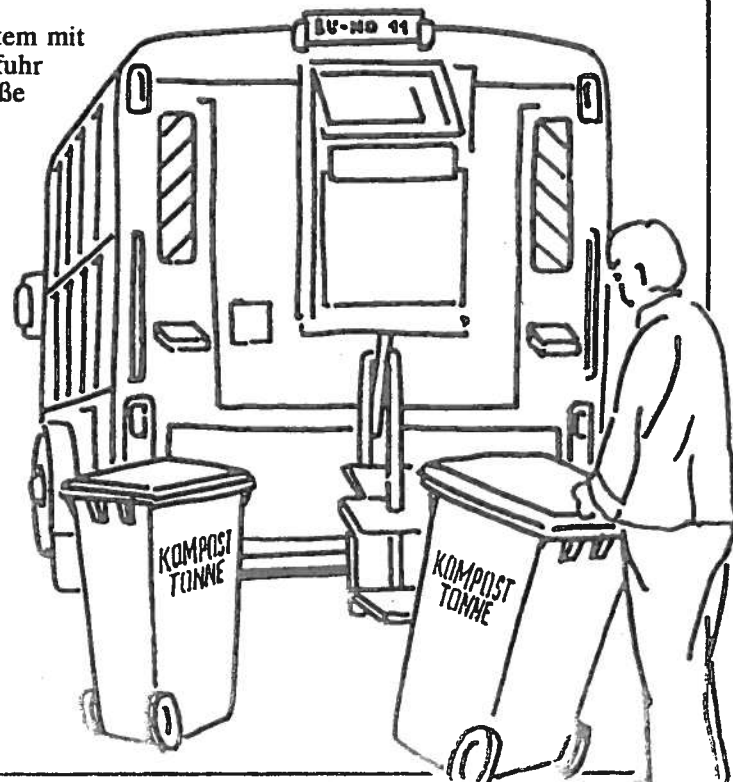
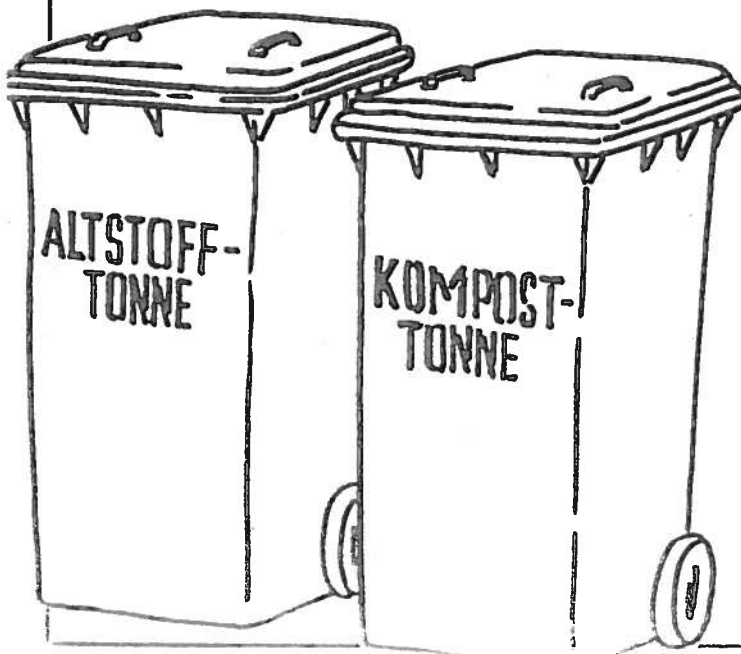
3.3.2.1 Containersammlung und ihre Nachteile

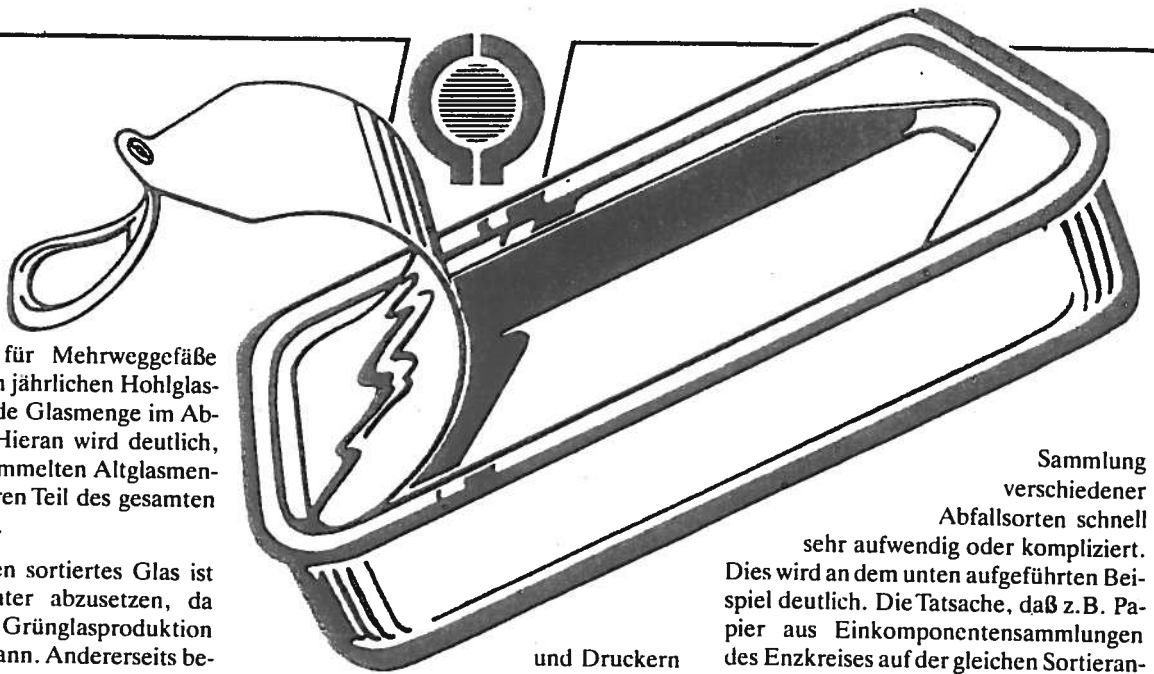
Glascontainer sind inzwischen im gesamten Bundesgebiet aufgestellt, soweit sie nicht durch weitergehende Systeme ersetzt wurden. Durch allmähliche Gewöhnung und dichtere Aufstellung der Container stiegen die gesammelten Altglas-mengen stetig an, so daß 1985 im Bundesdurchschnitt 12 Kilogramm Altglas je Einwohner und Jahr gesammelt wurden.

Sammelergebnisse von Altglas im Holsystem ergaben jedoch zwischen 27 und 40 Kilogramm Altglas je Einwohner und Jahr. Der zwischen 1973 und 1983 innerhalb gewisser Schwankungsbreiten konstante Hohlglasabsatz von etwa 45 Kilogramm je Einwohner und Jahr dürfte die wahre Höhe der Glasabfälle wiedergeben; denn durch den Verbrauch an Einweggefäßen und in geringerem Umfang

AM BESTEN SO!

Zwei-Tonnen-System mit wechselweiser Abfuhr der beiden Gefäße





den Ersatzbedarf für Mehrweggefäße dürfte sich eine dem jährlichen Hohlglasabsatz entsprechende Glasmenge im Abfall wiederfinden. Hieran wird deutlich, daß die bisher gesammelten Altglasmen- gen nur den kleineren Teil des gesamten Altglases darstellen.

Nicht nach Farben sortiertes Glas ist zunehmend schlechter abzusetzen, da Mischglas nur in der Grünglasproduktion eingesetzt werden kann. Andererseits besteht aber ein höherer Bedarf an farblosem Altglas. Da in Glas-Iglus sehr viel Glasbruch entsteht, kann dieses Glas in wesentlich geringerem Umfang nachsortiert werden, als wenn es in einer Mehrkomponenten-Altstofftonne „verpackt“ in anderen Abfällen, gegen Zerbrechen geschützt ist (116) (117). Scherben von Keramikflaschen durch mögliche Fehleinwürfe können die Verwertung des Glasbruchs in den Containern völlig in Frage stellen.

Auch andere Altstoffe werden jetzt in Containern gesammelt. Der Erfassungsgrad liegt aber deutlich niedriger als bei Glas. In der Regel wurden z.B. so etwa 9 Kilogramm Papier und nur in großen Städten bis zu 20 Kilogramm je Einwohner und Jahr gesammelt (104). Mengen von teilweise über 50 Kilogramm je Einwohner und Jahr, die im Holsystem erfaßt wurden, machen die geringere Effektivität der Papiercontainer deutlich. Neben der geringeren Containersystemdichte dürften sich auch folgende Punkte nachteilig auf die Effektivität der Papiercontainer auswirken:

- Durch schmale Einwurfschlitze, die Fehleinwürfe und Brandstiftung erschweren sollen, müssen Kartons vor deren Einwurf zusammengefaltet oder zerkleinert werden. Bündel von sortiertem Papier (z.B. Zeitungen) müssen wieder aufgeschnitten werden, und die Vorsortierung geht wieder verloren.
- Das geringere Schüttgewicht von Papier (180 Kilogramm pro Kubikmeter) und Pappe (30 Kilogramm pro Kubikmeter) (106) erfordert die Bereitstellung eines wesentlich größeren Containerolumens und bewirkt erhöhte Transportkosten.
- Anders als bei Glas ist in den letzten zehn Jahren der Papierverbrauch stark angestiegen. Durch die noch zunehmende Verbreitung von Fotokopierern

und Druckern bei Kleincomputern ist mit weiterem Ansteigen der Altpapiermengen zu rechnen, wodurch zusätzliche Container aufgestellt werden müßten.

Die Nachteile durch das geringere Schüttgewicht bestehen auch bei Metall- und Kunststoffsammlungen über Container (Kunststoffe ohne Folien: 40 Kilogramm pro Kubikmeter, Folien: 15 Kilogramm pro Kubikmeter, Metalle – hauptsächlich Dosen –: 95 Kilogramm pro Kubikmeter, dagegen Glas: 300 Kilogramm pro Kubikmeter). Mehrkammer-Großcontainer (Braunschweiger Modell) haben sich bisher noch weniger bewährt. Diese Art der Einsammlung ist mit hohen Transport- und Materialkosten verbunden. Die Auslastung der Kammern ist zudem unterschiedlich (11) und erfordert Abtransport bei unvollständiger Füllung. Der hohe Anschaffungspreis von Mehrkammercontainern (über 4000 DM) und ihre Ausmaße (4,5 Meter Länge, 1,75 Meter Durchmesser) erlauben keine dichte – abfallerzeugernahe – Aufstellung.

Dem manchmal vorgebrachten Argument der Erziehung zu größerem Umweltbewußtsein durch die Mühe, die ein Bringesystem verursacht, ist entgegenzuhalten, daß besonders bei längeren Anlieferungswegen unrationelle Transporte mit eigenem PKW ausgeführt werden und so zusätzlicher Energieverbrauch und zusätzliche Luftverschmutzungen entstehen.

3.3.2.2. Erfahrungen mit Ein- und Zweikomponentensammlungen im Holsystem

Durch „Einkomponenten“sammlungen im Holsystem wird versucht, eine optimale Rohstoffausbeute mit minimalem Sortieraufwand zu erreichen. Diese Sammel-systeme werden bei der getrennten

Sammlung verschiedener Abfallsorten schnell

sehr aufwendig oder kompliziert. Dies wird an dem unten aufgeführten Beispiel deutlich. Die Tatsache, daß z.B. Papier aus Einkomponentensammlungen des Enzkreises auf der gleichen Sortieranlage (Knittlingen) wie Papier-Glas-Metallgemische sortiert werden, läßt die Frage aufkommen, ob der etwas geringere Sortieraufwand bei der reinen Papiersammlung den Verzicht auf die Erfassung anderer Abfallbestandteile oder die Einführung eines aufwendigeren oder komplizierteren Systems lohnt.

Im Raum Frankfurt werden durch zwei zusätzliche Tonnen Glas und Papier erfaßt (Oberräder Modell). Mit einer zusätzlichen Tonne werden im Enzkreis im Wechsel Glas und Papier gesammelt. In einem Modellversuch im Kreis Bad Dürkheim, in dem auch kompostierbare Abfälle separat gesammelt werden, werden im Wechsel jeweils am Tag nach der Trockenmüllabfuhr Papier und Glas in der Trockenmülltonne abgefahren. Hierbei wurden keine nennenswerten Verschmutzungen des Altpapiers beobachtet (107).

Die Notwendigkeit, Altstoffe längere Zeit im Haushalt zwischenzulagern, dürfte sich allerdings nachteilig auf die Bereitschaft zur Annahme dieses Systems auswirken.

Durch die getrennte Sammlung von Glas und Papier könnte aufgrund der bundesweiten Hausmüllanalyse 1979/80 der Hausmüll um 30 Gew. Prozent entlastet werden. Tatsächlich machte 1983 die in den Glas- und Papiertonnen gesammelte Altstoffmenge nur etwa 20 Prozent des Abfallaufkommens aus (108).

In Modellversuchen der Stadt Erlangen und des Ortsteils Gsteinach der Gemeinde Schwarzenbruck im Kreis Nürnberger Land wurden Abfälle in sechs Tonnen (Papier, Glas, Metall, Kunststoff, Kompostierbares und Rest) sortiert. Vier Altstofftonnen sind für jeweils mehrere Haushalte gemeinsam aufgestellt, oder vier Haushalte in Einfamilienhäusern bilden mit je einer Altstofftonne eine Sortiergemeinschaft. In Erlangen enthielt die Restmülltonne daraufhin noch etwa



40 – 50 Prozent der Haushaltsabfälle (109). Das im Modellversuch Solingen eingeführte Containersystem für Glas, Papier, Metall und Kunststoffe kommt einem Holsystem sehr nahe. Je 60 Haushalten stehen vier Altstoffcontainer zu Verfügung, und die Anlieferungswege liegen unter 50 Meter. Jedem Haushalt steht neben einer Restmülltonne auch eine Tonne für kompostierbare Abfälle und ein Schadstoffbehälter zur Verfügung. 42–46 Prozent Restmüll zeigen, daß dieses Modell ebenfalls eine wirksame Deponieentlastung bringen kann. Die Aufstellung unbeaufsichtigter Schadstoffbehälter ist allerdings als zu gefährlich anzusehen.

In dicht bebauten Altstadtgebieten sind allerdings für letztgenannte Modelle Schwierigkeiten zu erwarten. Nicht immer erlaubt die Bebauung die Zugänglichkeit von Altstofftonnen für mehrere Haushalte oder die haushaltsnahe Aufstellung von Containern. Nachbarschaftsprobleme können zudem die Bildung von Abfallgemeinschaften erheblich behindern. In Hochhausgebieten und in Siedlungsgebieten, in denen ohnehin mehrere Abfallbehälter nebeneinander aufgestellt sind, dürften diese Systeme dagegen ohne erhebliche Mehrkosten zu realisieren sein, da zum Teil Behälter ausgetauscht oder umgewidmet werden können.

Ein mittelhessisches Entsorgungsunternehmen sammelt in drei verschiedenen Tonnen Papier, Glas zusammen mit Metall und Restmüll, daneben Kunststoffabfälle in Säcken. Kunststoffe verarbeitet dieses Unternehmen zu einem Recyclingkunststoff, und die anderen Wertstoffe werden von ihm sortiert. Mit diesem System konnte 26,5 Gew. Prozent des Hausmülls verwertet werden (110). Konflikte entstanden durch die Absicht des Kreises Marburg-Biedenkopf, flächendeckend die Kompostrohstoffe aus den Haushaltsabfällen getrennt zu sammeln, ohne zu den drei bestehenden Abfalltonnen noch eine vierte einführen zu müssen. Einfacher durchzuführen scheint ein Abfuhrsystem, das ausschließlich mit Abfallsäcken arbeitet. Vorteilhaft ist hierbei, daß die eingesammelten Materialien weniger gegeneinander bewegt werden und so u.a. weniger Glasbruch entsteht. Nachteilig ist aber der große Verbrauch an Kunststoffsäcken. Stellprobleme werden von Grundstücken in die

Wohnungen verlagert. Manche Haushalte benutzen deshalb lediglich einen einzigen Sack – den Restmüllsack. Das Ergebnis wurde in Langenhagen im Landkreis Hannover deutlich: 24,5 Kilogramm Papier und 20,6 Kilogramm Glas in den Altstoffsäcken – aber zugleich 14 Kilogramm Glas und 20 Kilogramm Papier in den Restmüllsäcken (111) (114).

Sammlungen in Behältern eigener Wahl („systemlose Sammlungen“ von Papier in Bündeln, Glas in Kartons) wie sie besonders in Baden-Württemberg durchgeführt werden, erfassen meist nur einen kleinen Teil des Altstoffpotentials.

3.3.2.3. Abfuhrsysteme mit Schwerpunkt Wertstofftonne

Nach bisherigen Erfahrungen sind zwei verschiedene Abfalltonnen auch in dicht bebauten Gebieten aufstellbar (112). In Baden-Württemberg ist die Sammlung von Altstoffen in der grünen Tonne und die Restmüllsammlung in der grauen Tonne sehr verbreitet. Ohne die Aufarbeitung der kompostierbaren Abfälle des Restmülls („Naßmülls“) wird mit diesem System maximal eine Verwertungsquote von 40 Gew. Prozent des Hausmülls erreicht (113).

Aus dem Naßmüll kann nur dann ein schadstoffarmer Kompost gewonnen werden, wenn Schwermetall – und Schadstoffträger nicht darin enthalten sind. Dies kann erreicht werden durch systematische Schadstoffsammlungen und die Zuordnung aller übrigen trockenen Materialien zur Altstofftonne, auch wenn sie nicht verwertet werden können. Problematisch ist lediglich die Zuordnung der Kohlenasche. Als ein Schwermetallträger belastet sie den Kompost, in der Altstofftonne verschmutzt sie die zu sortierenden Materialien und erschwert erheblich die anschließende Sortierung. Da Kohleheizungen im Bundesgebiet jedoch eine immer geringere Rolle spielen – nur noch 7,5 Prozent der bundesdeutschen Haushalte werden mit Kohle beheizt –, kann in Gebieten, in denen die Kohleheizung weitgehend ersetzt ist, die Kohlenasche zusammen mit dem Naßmüll verarbeitet werden.

Nach dem beschriebenen Prinzip wurde ein Entsorgungsmodell in Garching erprobt. Ein schwermetallarmer

Kompost wurde auch dadurch erhalten, daß der Naßmüll nicht vorzerkleinert wurde. Noch vorhandene Metallpartikel konnten so noch nachträglich ausgelesen werden und wurden nicht im Kompost verteilt. Naßmüllkompostproben aus Garching (Rohmaterialien aus den Sommermonaten) waren nur wenig mehr mit Schwermetallen belastet als Kompostproben aus Witzenhausen (nur kompostierbare Abfälle aus den Sommermonaten) (115) (118). Mit diesem Modell wurden 60 Prozent des angelieferten Hausmülls verwertet.

3.3.2.4 Abfuhrsysteme mit Schwerpunkt Komposttonne

Die getrennte Sammlung kompostierbarer Abfälle in der grünen Tonne erfaßt einen – durch keine andere Form der „Einkomponenten“-sammlung erreichbar – hohen Anteil (30 – 50 Prozent) des Hausmülls und bietet die beste Gewähr für die Gewinnung eines schadstoffarmen Komposts.

Die Sortierung des Trockenmülls war bisher jedoch noch wenig erfolgreich. Ursachen hierfür waren u.a. noch hohe Anteile an organischem Material, Einwegwindeln und staubendem Material. Hauptstaubquelle dürfte die Kohlenasche aus 7,5 Prozent der Haushalte sein. Schon aus praktischen Gründen bietet sich hier die Aufstellung einer metallenen Aschetonne an, da die direkte Entleerung heißer Asche in die heute aus Kunststoff bestehenden Abfalltonnen nicht möglich ist. Die Haushalte mit Aschetonne können auf einer Karte eingezeichnet und die Asche kann, je nach örtlichen Gegebenheiten, auf Abruf oder in einem größeren zeitlichen Abstand abgefahren werden.

Für den Rest an nicht sortierbaren Abfällen – im wesentlichen Einwegwindeln mit Plastikanteil – könnte eine verschließbare Tüte ausgegeben werden, die in die Altstofftonne geworfen und bei der Sortierung entfernt wird.

Um saubere Altstoffe zu erhalten, könnten auch diese statt des Restmülls in Säcken gesammelt werden, die in den Trockenmüllbehälter gegeben werden. Da an Wertstoffen aber mehr anfällt als an Unverwertbarem, führt dies entweder



Erreichbare Erfassungsquoten (%) der einzelnen Stoffgruppen bei verschiedenen Sammelsystemen

System/Fraktion	Papier	Glas	Metall	Kunststoff	Textil	Holz	nat. Organ.
Haus-zu-Haus-Sammlung	24-40	–	bis 20	–	bis 70	bis 20	bis 30
Depotcontainer	20-30	30-60	10-20	10	–	–	–
Papiersammlung	20-40	30-60	20	10	bis 70	bis 20	bis 30
Recycling-Cent.	bis 15	bis 20	bis 15	bis 10	bis 20	bis 20	–
Ein-Komp.-Altstofftonne	40-70	40-90	–	–	–	–	–
Mehr-Komp.-Altstofftonne	60-80	70-90	20-70	20-65	50	bis 50	–
Bio-Tonne	–	–	–	–	–	–	70-90
3-Ton.-Syst.	60-80	70-90	20-70	20-65	50	bis 50	60-90

ABBILDUNG 11

Quelle: IFEU, 1986 (60)

(bei 50-l-Säcken) zu Stellproblemen in den Haushalten oder (bei kleineren Säcken) zu einem erheblichen zusätzlichen Materialverbrauch. Das „Sack-im-Behälter“-System wird unter Benutzung kostspieliger gekammerter Müllfahrzeuge von der Stadt Mainz erprobt.

3.3.2.5 Getrennte Abholung für Kompost, Wertstoffe und Restmüll

Von den meisten Haushalten können durch die Sammlung über zwei Abfalltonnen (kompostierbare Abfälle – trockene grobteilige Abfälle) die Wertstoffe, Kompostierbares eingeschlossen, ohne große Verluste zurückgewonnen werden, wenn zusätzlich die schadstoffhaltigen Abfälle lückenlos erfaßt werden. Bei der Aufarbeitung der Abfallfraktionen (Kompostierung und Sortierung) kann noch bei allen Haushaltsabfällen über die Verwertbarkeit entschieden werden.

Bei der Trennung in kompostierbare Stoffe und wiederverwertbare Altstoffe wie Papier, Glas, Metall, Kunststoffe kann es sinnvoll sein, eine Restmülltonne für Nichtverwertbares beizubehalten. Reststoffe wie Kohlenasche, Babywindeln, Verbundstoffe, Staubsaugerbeutel oder stark verschmutzte Verpackungen können sowohl in der Komposttonne als auch in der Wertstofftonne stören, da sie im einen Fall den Kompost mit Schadstoffen belasten und im anderen Fall saubere Altstoffe in der Wertstofftonne verunrei-

nigen und somit eine Sortierung erschweren. Um diese Reststoffe nicht nachträglich aus der Kompost- oder Wertstofftonne aussortieren zu müssen, werden sie von Anfang an getrennt erfaßt.

Um trotzdem die Anzahl der erforderlichen Tonnen und den Aufwand für die Abfuhr möglichst niedrig zu halten, kann folgendermaßen verfahren werden:

- Jeder Haushalt beziehungsweise jede Hausgemeinschaft erhält zwei Tonnen, eine große Komposttonne und eine kleinere Restmülltonne.
- Die Altstoffe Papier, Glas, Metall und Kunststoffe werden ebenfalls durch ein Holsystem erfaßt, das den verschiedenen regionalen Erfordernissen angepaßt wird, z.B. durch eine Wertstofftonne, Wertstoffsäcke oder ein anderes Behältersystem.

Versuche mit drei Tonnen für Wertstoffe, Kompost und Restmüll unternimmt z.B. die Stadt Rottweil oder Leimen im Rhein-Neckar-Kreis. Eine jeweils eigene Tonne für jeden Wertstoff wird in der Stadt Erlangen und im Landkreis Nürnberger Land (Gemeinde Schwarzenbruck) getestet.

Ein Holsystem mit mehr als zwei Tonnen führt zu einer Erhöhung des Abfuhraufwandes. Vereinzelt kann es auch zu Stellplatzproblemen kommen. Andererseits erleichtert ein Dreitonnesystem den stufenweisen Ausbau der Altstoff-

sammlung im Holsystem. So kann mit der Papiersammlung in einer Altstofftonne begonnen werden und nach dem Bau einer Sortieranlage die Altstoffsammlung in dieser Tonne auf die anderen Stoffe ausgeweitet werden.

3.3.2.6 Abfallberatung bei der Einführung der getrennten Sammlung

Mit der Einführung der getrennten Sammlung von Abfällen wird den Haushalten und Gewerbebetrieben eine neue und ungewohnte Aufgabe auferlegt: Die Beurteilung und Vorsortierung ihrer Abfälle. Aufgabe der Abfallberater ist es, Bürger und Mitarbeiter der zuständigen Behörden zu informieren und zu motivieren. Unterstützt werden können die Berater bei dieser Tätigkeit durch

- ehrenamtliche Kräfte aus Bürgerinitiativen und Vereinen und
- Studenten und Mitarbeiter von Universitäten oder Fachhochschulen.

Wenn im Vorfeld einer Getrenntsammlung Bürgerbefragungen notwendig sind, ist es z.B. kostengünstig für die Gemeinden, diese Befragungen in Forschungsarbeit einer Universität (Diplomarbeiten etc.) aufzunehmen. Zur Akzeptanz der Getrenntsammlung liegen inzwischen Ergebnisse von Befragungen aus mehreren Städten und Kreisen (Göttingen, Erlangen, Witzhausen, Ingolstadt, Main-



Spessart-Kreis, Kreis Fürth) vor, aus denen eine grundsätzlich positive Einstellung zur Getrennsammlung hervorgeht.

Sinnvoll ist es, bei Sammlung kompostierbarer Abfälle nach der Zahl und dem Standort der „Selbstkompostierer“ zu fragen. Außerdem sollte man die Bürger nach besonderen Wünschen oder Schwierigkeiten mit der Getrennsammlung fragen (z.B. Änderung oder Ausbau der Stellplätze bei Wohnblocks).

Zur Information der Bürger dienen

- Sendungen der regionalen Fernseh- und Rundfunkanstalten über das Projekt der getrennten Sammlung; diese Medien sind sehr werbewirksam und verursachen keine zusätzlichen Kosten
- Informationen in der lokalen Presse
- Wanderausstellungen (Bildtafeln) z.B. in Banken, Schulen, Rathäusern
- Informationsveranstaltungen (evtl. mit Dias oder Film) für Multiplikatoren, z.B. Lehrer, Vereine, Frauengruppen
- Merkblätter und Broschüren für alle Bürger, auf Recyclingpapier und graphisch ansprechend gestaltet
- das „Umwelt-Telefon“, an dem die Abfallberater Bürgerfragen beantworten
- Hausbesuche nach Vereinbarung zur Klärung von Problemen
- Besichtigung von nahegelegenen Kompostier- oder Sortieranlagen oder Recyclingfirmen

Die Selbstkompostierer sollten ermutigt und (z.B. durch Kompostfibern) beraten werden. Sie sollten zugleich wissen, daß die kommunale Kompostanlage aufgrund ihrer besseren Zersetzungsbedingungen auch Abfälle verarbeiten kann, die auf dem Kleingartenkomposthaufen unerwünscht sind, z.B. Holzmaterial. Bisherige Erfahrungen ergaben, daß die Sammlung der kompostierbaren Abfälle, besonders bei Selbstkompostierern oder bei Bewohnern mehrstöckiger Häuser, das Hauptproblem für den Abfallberater darstellt. Das Bewußtsein für den Wert verrottenden Materials in der Natur muß beim modernen Menschen erst wieder geweckt werden. Der Bürger muß davon überzeugt werden, daß der Kompost von kommunalen Anlagen durch Selbsterhitze und Belüftung einwandfrei hygienisiert wird. Häufig muß der Bürger seine Vorstellungen über die Verrottbarkeit

Gesamtmüllmengenreduzierung (%): Gewicht der verwerteten Stoffe, bezogen auf die betrachtete Gesamt- müllmenge (Hausmüll)

System	Gesamtmüllmengenreduzierung (%)
Haus-zu-Haus-Sammlung	5-15
Depotcontainer	10-15
Papiersammlung und Glascontainer	10-20
Einkomponenten-Altstofftonne	10-25
Mehrkomponenten-Altstofftonne	15-30
Bio-Tonne	25-40
3-Tonnen-System	40-60

ABBILDUNG 12

Quelle: IFEU, 1986 (60)

Kosten der verschiedenen Erfassungssysteme (DM pro Tonne erfaßter Wertstoff)

System	Kosten
Haus-zu-Haus-Sammlung	0-50* DM/t
Depotcontainer	0-20* DM/t
Recycling-Center	30-150 DM/t
Einkomponenten-Altstofftonne	100-150 DM/t
Mehrkomponenten-Altstofftonne	
Alternierende Abfuhr	80-130 DM/t
Zusätzliche Abfuhr	120-220 DM/t
Bio-Tonne	50-150 DM/t
3-Tonnen-System	120-180 DM/t
Pyrolyse	
(nach Umweltbundesamt)	200 DM/t
(nach Bayr. Landesamt f. Umwelt)	200-250 DM/t

ABBILDUNG 13

* bei erforderlicher Subvention

Quelle: IFEU, 1986 (60)

von Verpackungen korrigieren: In Göttingen z.B. wurden gewachstes Papier, beschichtete Milchtüten (Verbundmaterial) und Margarinebecher aus Unkenntnis in die Biotonne geworfen. Der Verwendung der unerwünschten Plastiktüten im Kompostabfall kann der Abfallberater durch Beschaffung von Papiertüten begegnen.

Die Erfahrungen der Abfallberater wurden u.a. von der Stadt Göttingen schriftlich festgehalten (119). Wichtig ist,

daß die Tätigkeit des Abfallberaters keineswegs nach Einführung der Getrennsammlung überflüssig wird, wenn in der Bürgerinformation eine Grundlage geschaffen ist. Als laufende Tätigkeit bleibt

- die Information und Motivierung an Schulen, wo das Umweltbewußtsein heranwachsender Bürger geprägt wird
- der Ausbau der Sammlung von hausmüllähnlichem Gewerbemüll



BUND – Konzept II Zwei-Tonnensystem

2 Tonnen und Wertstofftüte im Abholsystem – (sonst wie I)

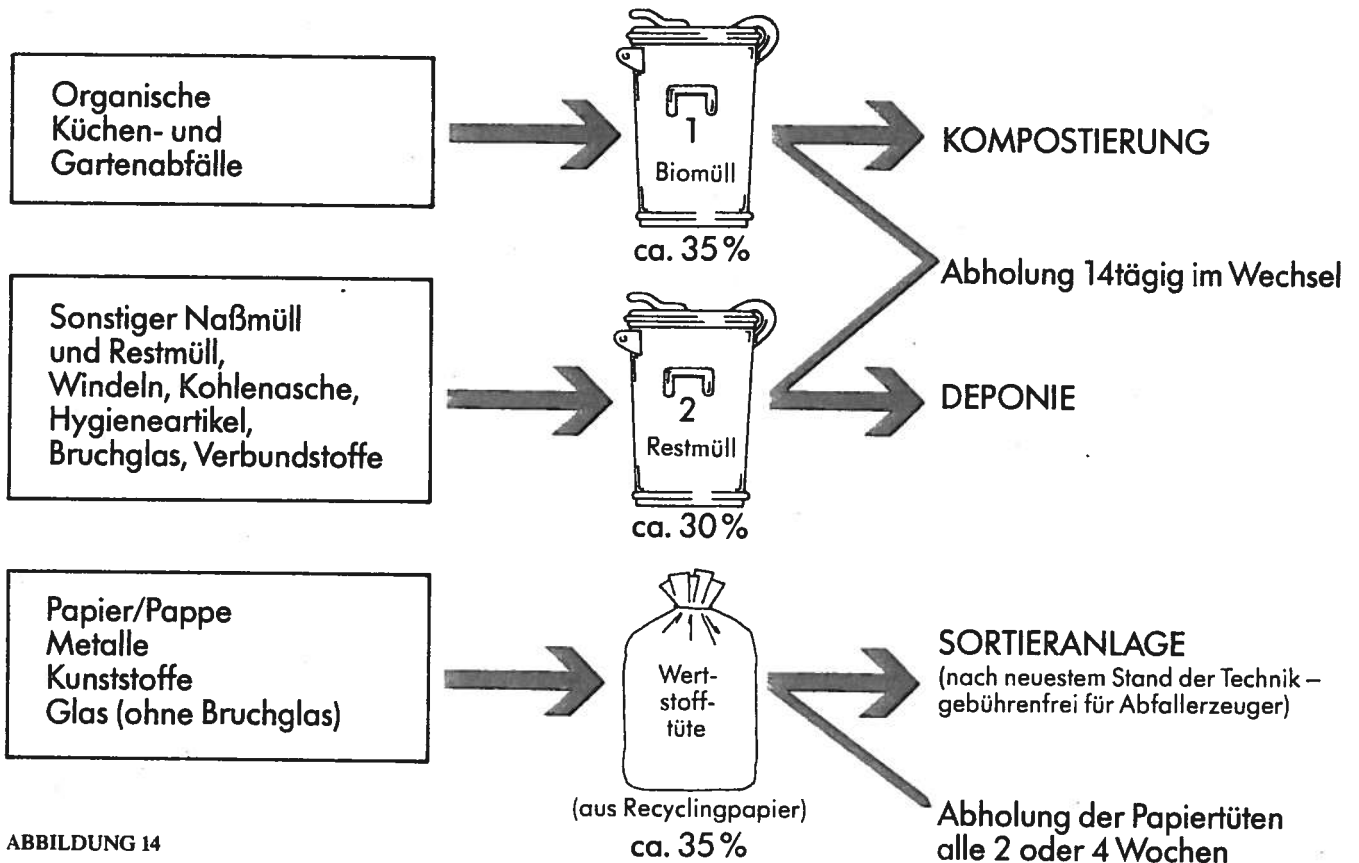


ABBILDUNG 14

- die laufende Beratung der Gewerbebetriebe über Abfall und Sonderabfall, über mögliche spätere Einkomponentensammlungen und über Zuordnungsprobleme beim Abfall durch neu auf den Markt kommende Produkte.

3.3.3. Bereitstellung, Einsammlung und Transport der verschiedenen Abfallarten nach dem Zwei-Tonnen-System

Küchen- und Gartenabfälle werden von den Haushalten, kleinen Gewerbebetrieben, Verwaltungen etc., die an die regelmäßige öffentliche Müllabfuhr angeschlossen sind, getrennt in der „Kompost-Tonne“ gesammelt. Darüber hinaus können private Haushalte weiterhin ihre Küchen- und Gartenabfälle im eigenen Garten kompostieren. Dies betrifft insbeson-

dere 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.). Glasflaschen sollten auf keinen Fall zerschlagen in die Tonne gegeben werden. Diese Abfälle werden dann einer Sortierung zugeführt, in der alle wiederverwertbaren Altstoffe mit maschineller Hilfe abgetrennt werden.

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

Gemeinnützigen Organisationen kann auch weiterhin die Durchführung von Altstoff-Sammlungen ermöglicht werden. Dies darf jedoch nicht zu Gebiets-beziehungsweise Monopol-Verträgen für die Sammlung einzelner Wertstoffe im Sinne von „Rosinenpickerei“ führen, weil dadurch eine geordnete Erfassung der übrigen (geringerwertigen) Altstoffe erschwert wird.

Sonderabfall-Kleinmengen, die bisher mit dem Hausmüll zusammen „beseitigt“ wurden, sind zur weitgehenden Entfrachtungen der Abfälle von Schadstoffen



ebenfalls getrennt einzusammeln. Über Wege zu ihrer Abtrennung sowie Strategien zu ihrer Vermeidung wird im BUNDargumenteblatt „**Problemabfälle: Der Giftmord am Hausmüll**“ von Ulrich Schäfer ausführlich informiert.

Zur Kategorie Hausmüll zählt auch der haumüllähnliche Gewerbemüll, der mit der turnusmäßigen Müllabfuhr abgeholt wird. Für diesen Bereich gelten die gleichen gesetzlichen Bestimmungen wie für Hausmüll.

Altstoffe in kleinen Mengen werden wie bei privaten Haushalten in der Wertstofftonne gesammelt. Größere Mengen sind möglichst sortenrein zu sammeln und der Wiederverwendung zuzuführen. Für direkt verwertbare, beziehungsweise 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 beziehungsweise 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 undenkbar.

ABBILDUNG 15

	Tolerierbarer Gehalt		Kompostwerke Baden-Württemb.* Mittelwert	Modellversuch Witzenhausen ⁹¹⁾ Mittelwert	Stadtteil-Versuch Berlin ⁹²⁾ (dezentrale Getrennsammlung)
	Stand 10/1984 Böden/Kompost				
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 TS)

* Kompost aus nicht vorsortiertem Müll

35. ANS-Tagung, Berlin, März 1985

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

ABBILDUNG 16

BIOZID-RÜCKSTÄNDE IN MÜLLKOMPOSTEN		
(Angaben in mg/kg FS)		
	Modellversuch Witzenhausen gefunden (91)	Empfehlungen für Lebensmittel (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

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

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 Volumenredu-



zierung von über 50 Prozent, bezogen auf die eingesetzten organischen Abfälle, erreicht wird.

Garten- und Küchenabfälle aus Haushalten und Kleinbetrieben, die fast die Hälfte des gesamten Hausmülls – das sind über 13 Mio. Tonnen pro Jahr – ausmachen, werden heute größtenteils entweder in Deponien 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 Modellversuch der Gesamthochschule Kassel für die Stadt Witzenhausen (20.000 Einwohner) hat gezeigt, daß auf diese Weise ein Kompost erzeugt werden kann, der hohen Qualitätsanforderungen entspricht und nicht nur in der herkömmlichen Landwirtschaft, sondern sogar unter den Ansprüchen des alternativen Landbaus eingesetzt und allgemein zur Verbesserung der Bodensituation empfohlen werden kann (118). Diese Vorgehensweise ist keineswegs – wie manchmal behauptet wird – auf ländliche Regionen beschränkt. Durch Modellversuche in Stadtbezirken von Berlin (120), Wolfsburg und Göttingen (121) ist 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 durch-

geführt werden (siehe 3.6.). Allerdings sollte auch hier durch Einsatz einfacher technischer Hilfsmittel (Häcksler, Umsetzer, Sonnenschutz, evtl. Beregnung) für gute und gleichmäßige Kompostqualität gesorgt werden. Vorteilhaft ist es, wenn Küchen- und Gartenabfälle, Rasenschnitt und andere organische Materialien vorher vermischt werden. Fachkundiges Personal sollte zur Verfügung stehen. Alternativen zur Mietenkompostierung ohne größeren technischen Aufwand sind die sogenannte Mattenkompostierung (Darmstadt, Mainz) und die sogenannten Boxen- oder Container-Kompostierung (Verfahren nach Schnorr, Fa. Hermann Hofmann, Solms, Hessen).

In Verdichtungsgebieten und größeren städtischen Siedlungsgebieten bietet sich dagegen die Errichtung einer oder mehrerer Kompostierungsanlagen mit mechanisch gesteuerter Vorrötte an. Hierdurch kann der Grad der Hygienisierung noch erhöht und der Flächenbedarf auf etwa ein Drittel reduziert werden. Die technischen Verfahren sind im wesentlichen die der Gesamtmüllkompostierung. Sie eignen sich für die Kompostierung der getrennt gesammelten kompostierbaren Abfälle mit eventuell geringen Modifizierungen ebenso. Zu diesen Verfahren zählen: Die beheizte Rottetrommel (Dano), Duisburg, Flensburg, Bad Kreuznach, die Tunnelmiete, Heidelberg, die belüftete Platte, Groß-Gerau, Brikollare-Presse, Singen, System Stadt Neunkirchen, Österreich; und viele andere mehr.

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

3.3.4.2. Kriterien für Qualitätskompost

Die folgenden Vorschläge für Kompostqualitätskriterien stammen aus einem Entwurf der Arbeitsgruppe Abfallwirtschaft/Kompostierung an der Gesamthochschule Kassel. („Überlegungen und Vorschläge zu Qualitätskriterien und Güterrichtlinien für Kompost aus vegetabilen Haushalts- und Gartenabfällen und anderen organischen Abfallstoffen.“ Gesamt-

hochschule Kassel, Fachbereich 'Methoden des alternativen Landbaus'. (122). Auszüge, Stand: 07.11.1986)

Die Bewertung von Kompost als Bodenverbesserungs- und Düngemittel wird maßgeblich von der Qualität des angebotenen Produktes beeinflusst. Der Gehalt an Schadstoffen (Schwermetallen) und der Besatz mit Fremdstoffen (Verunreinigungen) sind dabei entscheidende Kriterien. Ausreichender Reifegrad und angenehmer Geruch sind weitere wünschenswerte Eigenschaften. Die schlechten Erfahrungen mit Müll- und Klärschlammkompost haben die Vorstellung des Verbrauchers von Kompost aus Abfallstoffen negativ geprägt. In der daraus resultierenden geringen Wertschätzung von Kompost liegt heute das entscheidende Hindernis einer sinnvollen Verwertung organischer Abfallstoffe. Wie die Erfahrungen inzwischen gezeigt haben, ist die Verwertung der organischen Fraktion der Siedlungsabfälle nur dann möglich, wenn

- a) die organischen Abfallstoffe getrennt und unvermischt mit anderen Abfallstoffen erfaßt und verarbeitet werden, und
- b) dadurch eine Kompostqualität erreicht wird, die es erlaubt, das Produkt in allen Bereichen des Pflanzenbaus dauerhaft in optimalen Aufwandmengen und ohne Schäden für die Umwelt einzusetzen.

Der schlechte Ruf von Kompost und der bestehende Vorbehalt des Verbrauchers gegenüber dem Produkt erfordern geeignete Maßnahmen der Qualitätssicherung von Kompost und Kompostprodukten. Geeignete Maßnahmen sind

1. Auflagen für die Betreibung von Kompostierungsanlagen / Kompostwerken von seiten der Genehmigungsbehörden im Hinblick auf Mindestanforderungen an die Qualität von Kompost.
2. Auszeichnung qualitativ hochwertiger Komposte mit einem Gütesiegel. Definierte Güterrichtlinien und regelmäßige Kontrolle der Kompostqualität durch unabhängige Untersuchungsstellen.

Folgende drei Forderungen sollten universelles Erachtens erfüllt werden:

- Kompost muß den Anforderungen der Seuchenhigiene genügen.
- Kompost muß visuell weitgehend frei von Fremdstoffen sein. Der Anteil aus-



lesbarer Fremdstoffe darf in jeder Körnung 0,5 Gew. Prozent nicht überschreiten.

- Der Gehalt an Schadstoffen im Kompost muß unbedenklich sein und darf bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten.

Bei den Schadstoffen sind insbesondere die Schwermetalle zu beachten. Als grundlegende Forderung gilt, daß bei einer regelmäßigen Kompostanwendung von 12 Tonnen Trockensubstanz TS pro Hektar und Jahr die in der Klärschlammverordnung festgelegten Höchstfrachten für Schwermetalle nicht überschritten werden. Als vorläufige Grenzwerte für maximal zulässige Schwermetallgehalte in Kompost schlagen wir vor: (Angaben in mg/kg TS Fertigkompost) (Gesamtgehalte)

Blei	(Pb)	170,0
Chrom	(Cr)	150,0
Kupfer	(Cu)	150,0
Cadmium	(Cd)	1,5
Quecksilber	(Hg)	2,0
Nickel	(Ni)	50,0
Zink	(Zn)	420,0

Komposte, die den Anforderungen an Hygiene, Verunreinigungen und Schadstoffgehalte nicht genügen, sollten nur mit Genehmigung und/oder in bestimmten Bereichen eingesetzt werden dürfen (z. B. zur Deponieabdeckung).

Definition Kompost und Kompostarten

Kompost ist ein Rotteprodukt aus organischen Abfallstoffen (aerobe Rotte). In Abhängigkeit vom Rottegrad und der Pflanzenverträglichkeit werden folgende Kompostarten unterschieden:

Frischkompost

Hygienisierter, in Rotte befindlicher Kompost

Fertigkompost

Hygienisierter, pflanzenverträglicher Kompost

Spezialkompost

Für bestimmte Anwendungszwecke weiterbehandelter Frisch- oder Fertigkompost. Zugemischte Stoffe müssen im Hinblick auf das fertige Produkt unbedenklich sein.

Als zweite geeignete Maßnahme der Qualitätssicherung wird die Gründung ei-

ner „Gütegemeinschaft Kompost“ und die freiwillige Selbstkontrolle der darin organisierten Kompostproduzenten empfohlen.

Die im folgenden vorgestellten Güterichtlinien für ein Gütesiegel beziehen sich auf Fertigkomposte. Frischkomposte sollten prinzipiell nicht mit einem Gütesiegel ausgezeichnet werden. Für Spezialkomposte sind die Güterichtlinien produktgemäß anzupassen. Qualitätskriterien und Güterichtlinien für Fertigkomposte:

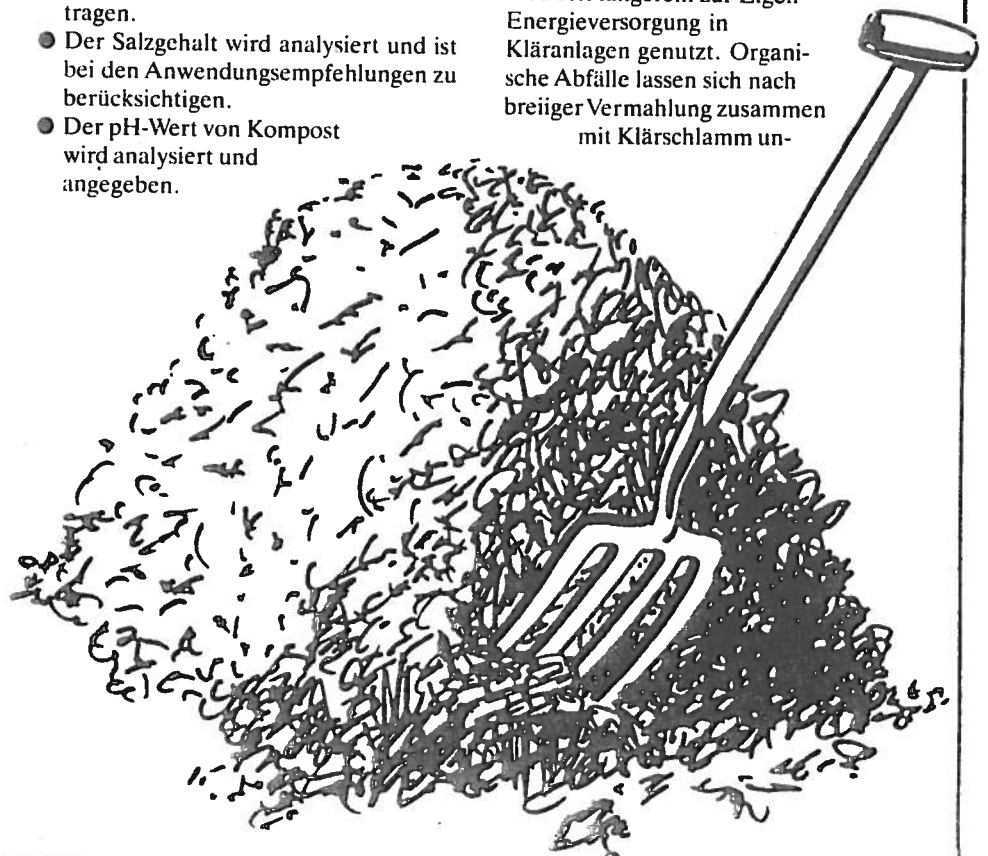
- Kompost muß weitgehend frei sein von keimfähigen Samen.
- Kompost muß den Anforderungen der Seuchenhigiene genügen.
- Kompost muß frei sein von unerwünschten Gerüchen.
- Kompost muß visuell weitgehend frei von Fremdstoffen sein. Der Anteil auslesbarer Fremdstoffe darf in jeder Körnung 0,5 Gewichts-Prozent nicht überschreiten.
- Kompost muß pflanzenphysiologisch verträglich sein.
- Kompost muß streufähig sein. Der Wassergehalt von Kompost sollte bei loser Ware nicht mehr als 50 Gewichts-Prozent und bei abgesackter Ware nicht mehr als 35 Gewichts-Prozent betragen.
- Der Salzgehalt wird analysiert und ist bei den Anwendungsempfehlungen zu berücksichtigen.
- Der pH-Wert von Kompost wird analysiert und angegeben.

- Der Gehalt an organischer Substanz im Kompost wird analysiert und angegeben.
- Das Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnis (C/N-Verhältnis) im Kompost sollte kleiner 20 sein.
- Der Gehalt an Pflanzennährstoffen im Kompost wird analysiert und angegeben.
- Der Gehalt an Schadstoffen im Kompost muß unbedenklich sein und darf bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten (s.o.).

3.3.4.3. 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 Eigenenergieversorgung in Kläranlagen genutzt. Organische Abfälle lassen sich nach breiiger Vermahlung zusammen mit Klärschlamm un-





ter Luftausschluß in sogenannten Faultürmen nach entsprechenden Verfahren „methanisieren“. Das so gewonnene Methanogas kann über die Eigenversorgung hinaus in Blockheizkraftwerken in Strom und Wärme umgewandelt werden. Einer Machbarkeitsstudie zufolge (124) 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 Erprobung (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.

3.3.4.4. 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, müssen alle diese Stoffe in möglichst trockenem Zustand in die Graue Tonne gelangen.

Die Abfälle aus der grauen Tonne werden auf Sortieranlagen von Hand getrennt. Die Sortierarbeit kann durch maschinelle Trennaggregate wirksam unterstützt werden:

- Magnetabscheidung für Eisenmetalle
- Wirbelstromabscheidung für andere Metalle
- Siebförderer oder Trommelsiebe zur Größensortierung oder Reinigung

- Anordnung zur Trennung körperförmiger und flächiger Teile (Flaschen, Dosen, Papier, Folien): geneigte Förderbänder oder Schwingförderrinnen, rotierender Kegel
- ballistische Sichter für die Trennung in leicht und schwer
- Windsichtung: Trennung nach spezifischem Gewicht – sehr energieaufwendig und daher vorzugsweise zur Trennung eines kleinen Teils der Abfälle einzusetzen. Verfahren zur automatischen Farbtrennung von Glas und zur Entfernung von Folien aus Papier befinden sich noch in der Entwicklung, so daß hier die Handlese die einzige Alternative bleibt.

Ungeeignete Anordnungen der Trennaggregate können sich nachteilig auf die Altstoffqualität auswirken. Vermieden werden muß z. B., daß Glas Anlagenteile durchläuft, in denen größere Fallhöhen auftreten.

Auf den Anlagen der Firma Fischer Recycling in Ravensburg und Freiburg lassen sich beispielsweise bis zu 11 Wertstofffraktionen gewinnen.

Die nicht mehr verwertbaren Reststoffe müssen deponiert werden (siehe 3.5.). Ihr Anteil liegt bei ca. 25 Prozent des Inhalts der Altstofftonne. Bei ca. 55 Prozent wiederverwertbarer Altstoffe und Restmüll sind dies weniger als 15 Prozent, 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 ‚Wertstoff-Fraktionen‘ von 100.000 Einwohnern (125). Um unnötige Transportkosten zu vermeiden, sollten Sortieranlagen dort angesiedelt werden, wo sich die anfallenden Sekundärrohstoffe leicht abtransportieren lassen. z. B. in der Nähe von DB-Bahnhöfen oder Flußhäfen oder nahe der Deponie für Reststoffe.

Für großflächige Landkreise sind mehrere dezentrale 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 Prozent des im Einzugsgebiet anfallenden Abfalls ausgelegt zu werden.

3.4. Möglichkeiten und Wege zur Verwertung und Vermarktung der gewonnenen Sekundärrohstoffe

3.4.1. Kompost

Organische Abfallstoffe ohne Papier und Pappe stellen mit etwa 44 Prozent 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. Tonnen davon an.

Durch Kompostierung können daraus ca. 6 Mio. Tonnen Kompost (Reifekompost, Komposterde) gewonnen werden, das sind ca. 100 Kilogramm 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. Tonnen organische Abfälle zum größten Teil zur Düngung und Bodenverbesserung eingesetzt, d. h. verwertet werden. Die Ursachen für die geringe Akzeptanz der bisher erzeugten Hausmüllkomposte liegen offenbar in deren schlechter Qualität, insbesondere dem zu hohen Schwermetallgehalt solcher Komposte begründet. Wie Untersuchungsergebnisse aus Modellversuchen 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 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;
- Grundwasserverschmutzung vor allem durch Nitrat (126)
- erheblich höhere Gefahr der Bodenerosion durch fehlende Humusdecke

Bei sorgfältigem Komposteinsatz:

- Bildung einer ausreichenden Humusdecke; dadurch

- festhalten von Nährstoffen und Feuchtigkeit für die Pflanzen und bessere Ausnutzung der Nährstoffe (127);
- allgemein geringere Erosionsgefahr;
- 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 (128);
- 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).

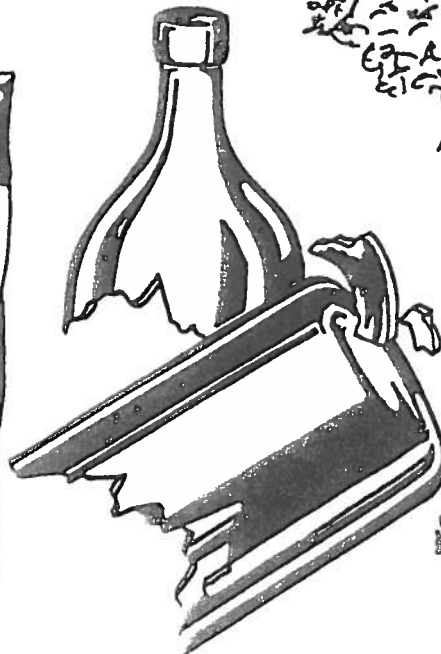
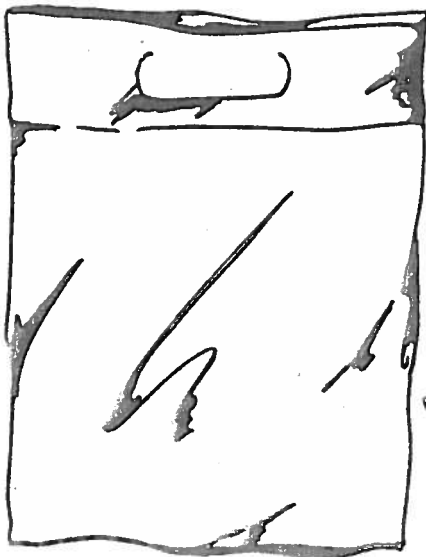
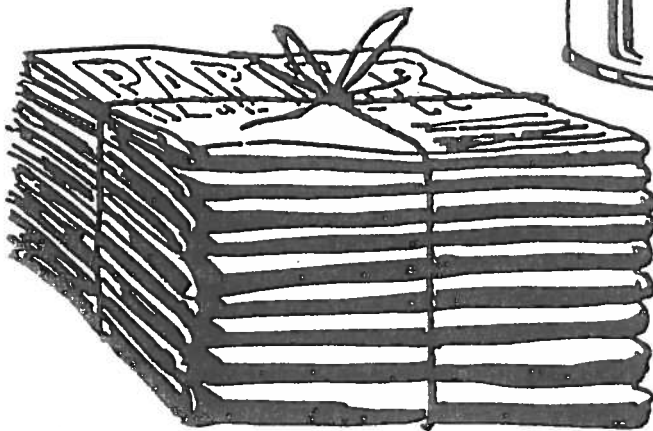
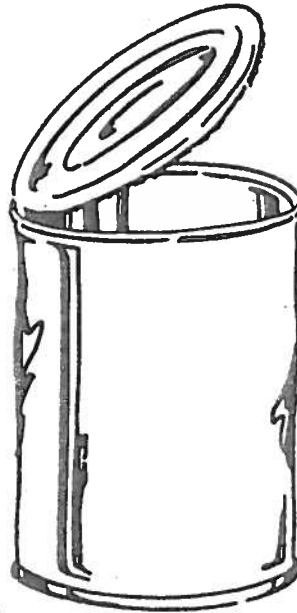


ABBILDUNG 17



Folgende Einsatzmöglichkeiten für Kompost bieten sich an:

- **Erwerbs- und Hobby-Gartenbau:** in diesem und dem nachfolgenden Bereich werden derzeit zusammen ca. 3 Mio. Tonnen Torf pro Jahr verbraucht, die aus den bereits stark dezimierten und geschädigten Mooren stammen. Durch Einsatz von Reifekompost anstelle von saurem und nährstoffarmem Torf in unseren Gärten könnte diesem Raubbau Einhalt geboten werden. Zugleich könnte der Düngemiteinsatz reduziert oder ganz vermieden werden. Beides würde zudem eine erhebliche Kosteneinsparung mit sich bringen. Nach den bisherigen Marketingerfahrungen mit Kompost in Duisburg (außerhalb von Weinbau- und Obstbaukulturen) kann mit der richtigen Marketing-Strategie fast der gesamte Kompost bei Freizeitgärtnern abgesetzt werden. Ähnliche Erfahrungen liegen auch aus Witzenhausen (Hessen), Göttingen, Cölbe (Hessen), Linden (Hessen) vor.
- **Landschaftsbau, Rekultivierung, Bau- behörden:** auch in diesem Bereich gibt es einen erheblichen Bedarf an Bodenverbesserungsmitteln, der heute vielfach noch durch Verwendung von Torf abgedeckt wird. Die zu verwertende Menge an Kompost ließe sich hier z.B. durch Verwendung sogenannter *'Lebender Lärmschutzwände'* (129) zur Landschaftsgestaltung und Lärmdämmung steigern. In den beiden letztgenannten Bereichen ließen sich mehr als 50 Prozent des gesamten anfallenden Kompostes problemlos und kostensparend verwerten.



- **Landwirtschaft:** Diese könnte die gesamten 6 Mio. Tonnen Kompost aus dem Hausmüll (entsprechend 3 Prozent 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 (130). 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 herantransportieren. Auf diese Weise könnte eine vegetationschonende Erholung des Waldbodens in Gang gebracht werden. Vielleicht könnte dies sogar kranken Bäumen noch helfen. Erfolgreiche Versuche wurden bereits in Hessen durchgeführt.

- Auch für Deponieabdeckung ist Kompost bestens geeignet. Hier können sogar Zugeständnisse bezüglich der Qualität des Kompostes und somit des zu kompostierenden Materials gemacht werden.

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

ABBILDUNG 18

Quelle: Bundesamt für Ernährung und Forstwirtschaft, 1982

ABBILDUNG 19

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 (118)

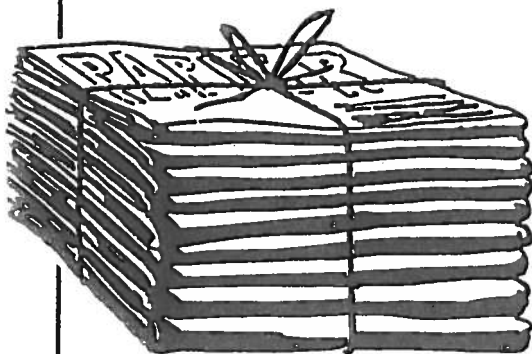
Kompost aus organischen Abfällen ist hinsichtlich Pflanzenverträglichkeit und Nährstoffgehalt dem herkömmlichen Torf weit überlegen.

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



- Für Lebend-Kompost gibt es sogar industrielle Anwendungen, z.B. im Filterbau, vor allem zur Eindämmung und Absorption von gasförmigen Emissionen und lästigen Gerüchen.

Generell läßt sich die Vermarktung des gesamten anfallenden Kompostes sichern. Legt man eine Deponie-Entlastungsgebühr von 50,- DM pro verwerteter Tonne an organischem Abfall zugrunde (das entspricht 100,- DM pro Tonne Kompost!), so dürfte die Vermarktung auch wirtschaftlich gesichert sein. Die Vermarktung von Kompost kann flächendeckend örtlich oder regional erfolgen. Für die Schaffung von Märkten und Absatzwegen muß Kompost in ausreichender Menge und Qualität vorhanden sein. Das Fehlen der Absatzgarantie ist kein Argument gegen die Einführung der flächendeckenden Kompostierung.



3.4.2. Altpapier

Der Anteil von Altpapier und Pappe am gesamten Hausmüll beträgt ca. 20 Prozent, in städtischen Regionen sogar bis zu 25 Prozent. 1985 wurden in der Papierindustrie bei einer Produktion von 9,2 Millionen Tonnen Papier 4 Millionen Tonnen Altpapier eingesetzt. Verbraucht wurden in diesem Zeitraum 10,6 Millionen Tonnen, und bei den Papierfabriken angeliefert 3,7 Millionen Tonnen Altpapier. Aus diesen Zahlen ergibt sich eine Altpapierersatzquote von 43,5 Prozent und eine Papierrücklaufquote von 35,2 Prozent (131). Außer in der Papierindustrie läßt sich Altpapier auch in anderen Industriezweigen z.B. zur Herstellung von Dämmplatten, Faserplatten, als Unterfütter für die Automobil-Innenausskleidung etc. vielfältig verwenden. Schlechte Altpapier-Qualitäten können zur Herstellung von Porotonziegeln oder als Koh-

lenstoffträger bei der Kompostierung beziehungsweise Biovergasung von Klärschlamm noch verwertet werden.

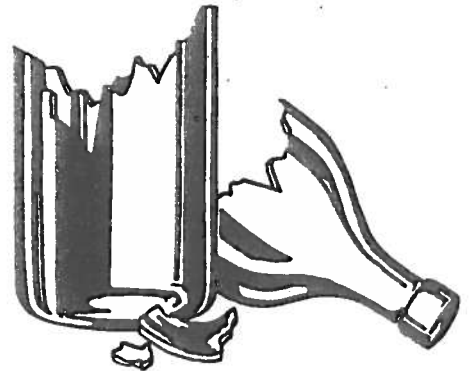
In wenigen Jahren dürfte auch ein Verfahren zur Verzuckerung und Vergärung von Altpapier zu Alkohol zum Einsatz kommen. Der Markt für Altpapier ist in jedem Fall noch ausbaufähig. Erlöse für Altpapier unterliegen starken Schwankungen. Wurde Ende 1984 für die Tonne Altpapier bis zu DM 150,- gezahlt, bestanden 1986 Schwierigkeiten, unsortiertes Altpapier wirtschaftlich überhaupt noch abzusetzen. Papier aus Altstoffsortieranlagen war nicht schlechter absetzbar als solches aus Einkomponentensammlungen. Umgekehrt mußte auch Papier aus Einkomponentensammlungen nachsortiert werden. Abfallwirtschaftskonzepte sollten nicht darauf ausgerichtet sein, durch Erlöse für Sekundärrohstoffe möglichst hohe Gewinne zu erzielen, sondern einen möglichst großen Teil der Abfälle stofflich zu verwerten. Damit die Rohstoffsammlung und damit die Abfallwirtschaft kalkulierbar bleibt, sollten langfristige Abnahmeverträge zu garantierten Mindestpreisen angestrebt werden. Nur bei stetiger Preisentwicklung für Sekundärrohstoffe wird bei Verwertern eine Bereitschaft zu zusätzlichen Investitionen zur Aufarbeitung (z.B. neue Deinkinganlagen, Faserfraktionierung) bestehen.

Außerdem werden die Papierverbraucher noch mehr als bisher Recycling-Papier nachfragen müssen. Dafür eignet sich neben den graphischen Papieren z.B. auch Toilettenpapier, wo die Altpapierersatzquote noch niedrig ist und welches nicht wieder im Papierkreislauf landet.

Im Papiereinzelhandel fehlt bisher noch ein befriedigendes Angebot an Altpapierprodukten. 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.

3.4.3. Altglas

Der Glasanteil am Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbemüll beträgt ca. 3,6 Mio. Tonnen, entsprechend 12 Prozent. Davon werden derzeit bereits ca.

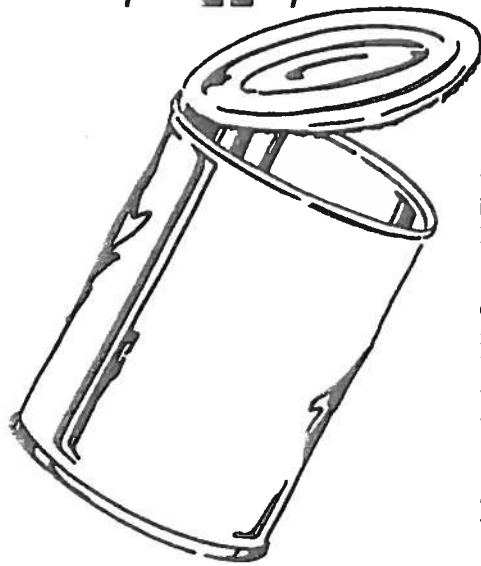


0,8 Mio. Tonnen, das sind etwa 22 Prozent des gesamten Altglases, wiederverwertet. Als Abnehmer kommt hier nur die Glasindustrie, insbesondere die Behälterglasindustrie, in Betracht. Diese ist interessiert an möglichst weitgehend nach Farbsorten getrenntem Altglas, wofür etwa doppelt so viel wie für vermischtes Altglas vergütet wird. Altglas muß möglichst frei sein von störenden Beimengungen wie Keramik und Porzellan, um eine einwandfreie Wiederverwertung zu ermöglichen. Der Markt für Altglas ist noch erheblich ausbaufähig. Es existieren Rücknahmeverpflichtungen der Behälterglasindustrie.

3.4.4. Kunststoffabfälle

Hausmüll und hausmüllähnlicher Gewerbemüll besteht im Mittel zu sechs bis acht Prozent seines Gewichts aus Kunststoffabfällen unterschiedlicher chemischer Struktur. Pro Jahr fallen in der Bundesrepublik Deutschland somit etwa 1,8 Mio. Tonnen Kunststoffabfälle aus diesem Sektor an, vor allem in Form von Folien, Bechern, Behältern, Flaschen, Beuteln beziehungsweise 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 enthält nahezu die Hälfte der Cadmiumfracht und den größten Teil der Chlorfracht des gesamten Abfalls. Entgegen der Aussage des Verbandes der kunststofferzeugenden Industrie werden bei der Verbrennung von PVC gefährliche Halogenkohlenwasserstoffe gebildet und freigesetzt (132) (133).

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



Während der Verband der Kunststoffindustrie weiterhin auf die Rückverwandlung der Kunststoffabfälle durch Pyrolyse und Depolymerisation in neue Ausgangsstoffe setzt (134) – ein Verfahren, das sich noch in der technischen Erprobungsphase befindet – hat das Recycloplast-Verfahren an Bedeutung gewonnen (32)(135)(136).

Nach diesem Verfahren lassen sich gemischte Kunststoffabfälle aus dem Hausmüll durch Umschmelzen bei 180 Grad Celsius in eine Vielzahl von 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. Das Kunststoffgemisch muß mindestens 70 Prozent 'Thermoplaste', d.h. wiederaufschmelzbare Anteile, z.B. Polyethylen, Polypropylen, Polystyrol, PVC oder dergleichen enthalten.

Außer den bereits genannten Verfahren zur Wiederverwertung von Kunststoffabfällen wurden Verfahren zur Naßaufbereitung von Kunststoffen nach ihrem spezifischen Gewicht entwickelt (137). Schon bei der Produktion von Kunststoffen muß auf künftiges Recycling Rücksicht genommen werden. Recyclingfreundliche Kunststoffprodukte können die schwer aufarbeitbaren Produkte ersetzen. Beispielsweise sollten Mischprodukte aus Thermo- und Duroplasten vermieden werden. Wo Mischkonstruktionen nötig sind, muß auf die leichte Trennbarkeit des verbrauchten Produkts geachtet werden. So ist z.B. ein Thermo- oder Kunststoff leichter von Stahlverstärkungen als von Faserkunststoffen trennbar (138).

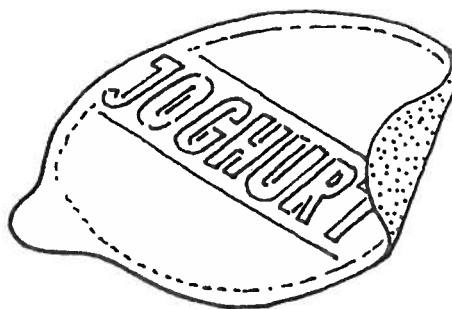
3.4.5. Eisenschrott und Dosen-schrott aus Eisenblech

Die Wiederverwendung von Eisenschrott in der Eisen- und Stahlindustrie ist eine der ältesten Recycling-Technologien und trägt bekanntlich zur Verfahrens- und Produktverbesserung bei der Stahlgewinnung bei. Die Verarbeitung von Stahlschrott in der Bundesrepublik Deutschland erreichte 1982 einen Wert von 17,5 Mio. Tonnen, was 49 Prozent der gesamten Rohstahlproduktion entspricht. Im Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbemüll beträgt der Anteil an

Eisenschrott – einschließlich Blechdosen – ca. 3,5 Prozent entsprechend ca. 1,05 Mio. Tonnen pro Jahr, davon sind ca. 700.000 Tonnen Blechdosenschrott, wovon ca. 100.000 Tonnen (= ca. 0,3 Prozent des Gesamtabfalls) von Getränkedosen stammen. Die Wiederverwertungsquote an Dosenblech betrug 1982 etwa 45 Prozent (139).

Weißblechdosen müssen vor dem Einschmelzen allerdings zunächst entzint 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 entgegen gewirkt werden sollte.



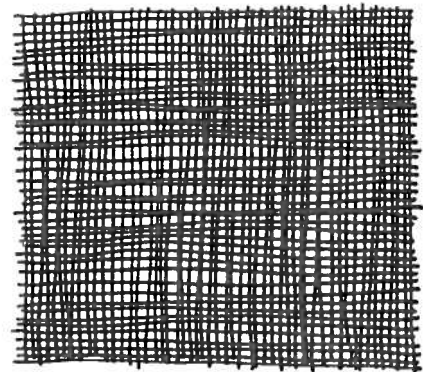
3.4.6. Aluminiumabfälle

Die im Hausmüll und hausmüllähnlichen Gewerbemüll anfallenden Bestandteile aus Aluminium machen nur ca. 0,5 Prozent des gesamten Abfalls dieser Kategorie aus, das sind im Jahr ca. 150.000 Tonnen. Trotz des geringen Mengenan-teils ist Aluminium ein problematischer Stoff. Weniger sein Gefahrenpotential im Abfall als vielmehr die bei der Produk-

tion entstehenden Umweltschäden verlangen eine Alu-Vermeidung im Haushalt.

10 – 12 Prozent der gesamten Alu-Produktion (140) landen in der Verpackungsindustrie und dort oft in Verbundmaterialien wie Fruchtsaftbeutel, Kaffeetüten und vielem mehr, die eine Wiederverwertung nicht mehr zulassen.

Das *BUNDFaktenblatt* „Aluminium: Ein Leichtgewicht mit schweren Folgen“ von Ulrich Heilmann zeigt auf, welche Ausmaße die Energieverschwendung bei Verpackungen aus Aluminium annimmt, und wie Aluminium-Recycling aus Haushaltsabfällen zu bewerten ist.



3.4.7. Sonstige Altstoffe

Hier sind noch die 1,5 Prozent entsprechend 450.000 Tonnen Textilabfälle zu nennen, die jährlich im Hausmüll anfallen. 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 selbstverständliche 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 Ge-



trennsammlung 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. Ob allerdings der private Altstoffzwischenhandel bei mit dem Aufbau der Abfallwirtschaft weiter steigenden Altstoffmengen und tendenziell sinkenden Altstoffpreisen dieser Aufgabe gewachsen sein wird, darf aufgrund der Interessenkonstellation bezweifelt werden.

Der Aufbau eines solchen umweltpolitisch bedingten Wirtschaftszweiges erfordert unter Umständen fiskalpolitische Maßnahmen, zum Beispiel Steuern auf den Einsatz von Primärrohstoffen oder zeitweilige Subventionierung der Sekundärrohstoffe.

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 Prozent an Verbundstoffen, sowie Holz-, Leder-, Horn- und Gummiteilen, Knochen, mineralischen Bestandteilen und sonstigen Reststoffen, für die es vorerst keine oder nur geringe Verwertungsmöglichkeiten gibt.

Hinzu kommt derzeit der größte Teil der Kunststoffabfälle, sowie Reste aus der Sortier- und Kompostieranlage. Das sind rund 35 Gewichtsprozent des Gesamtmülls, die deponiert werden müssen. Diese Restmülldeponie bringt im Vergleich zur herkömmlichen Deponie weniger Probleme:

- Weniger Transporte
- Weniger Geruchs- und Deponiegasprobleme durch das weitgehende fehlen der organischen Substanz
- Geringere Sickerwasserbelastung

Die zu erwartende Streckung bestehender Deponiekapazitäten über einen we-

sentlich längeren Zeitraum schafft Handlungsspielräume für Behörden und Politiker, die Möglichkeiten für vernünftigeren Lösungen der Abfall-Problematik eröffnen.

3.6. 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 pro Tonne – zu vergüten.

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

Wie inzwischen erfolgreiche Projekte gezeigt haben, sind die Kosten für Getrennsammlung und Aussortierung der Wertstoffe beziehungsweise Kompostierung der Organischen Fraktion, und Deponierung der Reststoffe zusammen wesentlich niedriger als für die Müllverbrennung (siehe Graphik).

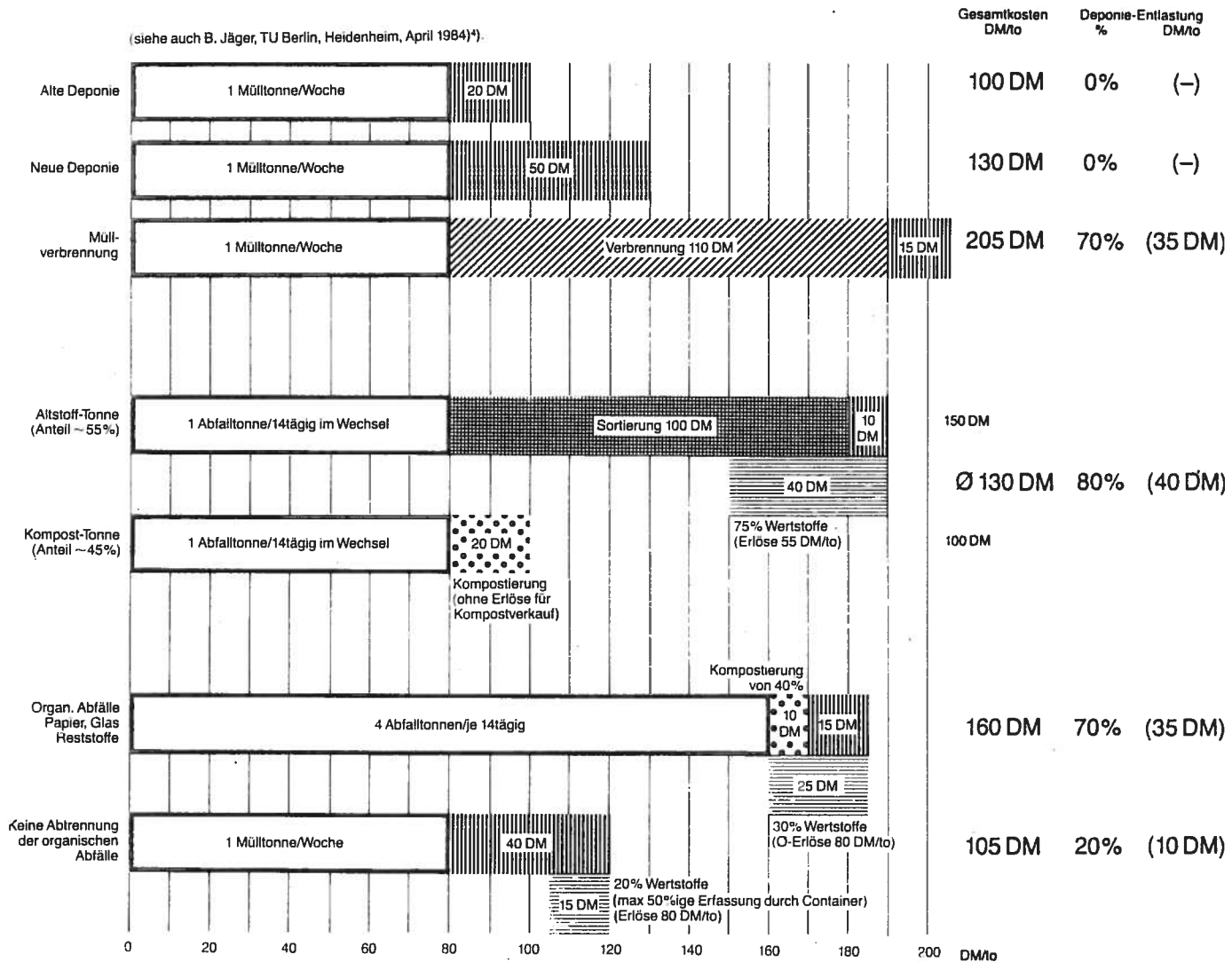
Die isolierte Betrachtung der Einsammelungs- und Verwertungsbeziehungsweise Beseitigungskosten muß bei einer konsequenten Abfallwirtschaft aufgegeben werden. Stattdessen müssen





KOSTEN UND DEPONIE-ENTLASTUNG VERSCHIEDENER ABFALL-BEHANDLUNGSMETHODEN

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



Kosten für:



Einsammlung + Transport



Sortierung



Kompostierung



Verbrennung



Deponierung



Wertstoff-Erlöse

ABBILDUNG 20



eventuell entstehende erhöhte Kosten durch Getrennsammlung oder Sortierung mit den erzielten Erlösen bei der Verwertung beziehungsweise Kosteneinsparungen bei der ‚Beseitigung‘ zusammengefaßt werden.

3.7. Beschäftigungseffekte

Die getrennte Sammlung von Haushaltsabfällen ist für die Kommunen u.a. auch eine Gelegenheit, mit vergleichsweise niedrigem Kapitaleinsatz krisenfeste und produktive Arbeitsplätze zu schaffen. Um die Zahl der neu zu schaffenden Arbeitsplätze abzuschätzen, wird unterschieden zwischen

- direktem Beschäftigungseffekt: Zusätzliche Arbeitsplätze durch Abfuhr, Sortierung und Behandlung von Abfällen sowie durch Abfallberatung
- indirektem Beschäftigungseffekt: Investitionen bedeuten die Entstehung von Arbeit und damit von Arbeitsplätzen. Hierzu zählen z.B. die Beschäftigten, die Sortieranlagen oder Sonderab-

falldeponien bauen. Bei einer Investition von je 1 Milliarde DM über 10 Jahre wird mit 900 Arbeitsplätzen gerechnet. In den folgenden Bereichen sind Investitionen für neue abfallwirtschaftliche Konzepte notwendig:

- Kompostierung von getrennt gesammelten Haushaltsabfällen
- Recycling von Wertstoffen aus Hausmüll, sowie Recycling von Bauschutt und von Abfällen des produzierenden Gewerbes
- Behandlung von Sonderabfällen, Klärschlamm und Deponiegas

Durch den direkten Beschäftigungseffekt dieser Maßnahme können 40.500 Dauerarbeitsplätze geschaffen werden. Weitere 59.200 Arbeitsplätze ergeben sich aus dem indirekten Beschäftigungseffekt durch die notwendigen Investitionen. Den höchsten direkten Beschäftigungseffekt haben hierbei die getrennte Abfuhr von kompostierbaren Abfällen (10.000 Arbeitsplätze) und die Wertstoffsortierung (10.000 Arbeitsplätze) (145).

4. Anhang

4.1. Problemstoffe in der Abfalltrennung

1. Baby-Windelhöschen aus Materialverbund (Zellstoff/Plastik)

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 Bundesrepublik Deutschland gibt es 28 Millionen Haushalte, aber nur ca. 1,2 Millionen Babies im Wickelalter, davon manchmal 2 in einem Haushalt. Die Zahl der in Frage kommenden Haushalte beträgt demnach rund vier Prozent. Es ist mit relativ geringem Aufwand möglich, diesen Haushalten – die genau bekannt sind (Standesämter können

Beschäftigungseffekte der Abfallwirtschaft

Beschäftigte und Investitionen durch neue abfallwirtschaftliche Konzepte			
	Dauerarbeitsplätze	Investitionen in 10 Jahren	Durch Investitionen über 10 Jahre gesicherte Arbeitsplätze
1. Recycling von Wertstoffen aus Hausmüll, Sammlung und Sortierung	10 000	4 Mrd.	3 700
2. Kompostierung von Hausmüll getrennte Abfuhr Kompostieranlagen	15 000 2 000	4 Mrd.	3 700
3. Schadstofffassung von Haushalten Beschäftigte in Sammelstellen	5 300	.	
4. Bauschuttrecycling Recyclinganlagen	700	0,3 Mrd.	300
5. Recycling im Produzierenden Gewerbe	6 000	3 Mrd.	2 800
6. Deponiegaserfassung und Nutzung	500	1 Mrd.	900
7. Behandlung und Verwertung von Klärschlamm		2 Mrd.	1 800
8. Sonderabfallbeseitigung		50 Mrd.	46 000
9. Öffentlichkeitsarbeit und Beratung	1 000		
Summe	40 500	64,3 Mrd.	59 200



Auskunft geben) – für die benötigte Zeitspanne eine zusätzliche Babywindel-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 können die Plastikteile danach abgesiebt werden.

1.2. Alternativ können verbrauchte Babywindel in einem Papierbeutel direkt in den Naßmüll (= zu kompostierende Fraktion) gegeben und dort mitverarbeitet werden. Die Analysewerte von Kompost aus Garching Naßmüll, in dem Wegwerfwindeln enthalten sind, widerlegen die Vermutung, daß diese den Zinkanteil maßgeblich verursachen. In Garching wurde aber bewußt auf die Zerkleinerung verzichtet. Dadurch wurden die Schwermetallwerte insgesamt auf einem Niveau gehalten, das dem in Komposten von Freizeitgärtnern entspricht.

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. Staubsaugerbeutel mit Inhalt:

Die Beutel bestehen aus Papier. Der Inhalt überwiegend 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. Unter diesem Gesichtspunkt könnte der Staubsaugerbeutel problemlos in die Komposttonne gegeben werden. Es gibt aber Vermutungen, wonach im Hausstaub Schwermetalle und organische Schadstoffe enthalten sein könnten. Repräsentative Untersuchungen liegen dem

BUND bisher nicht vor. Falls sich die Annahmen bewahrheiten sollten, müßten die Beutel getrennt erfaßt werden.

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 schwermetalverarbeitenden Betrieben können auch Spuren anderer Schwermetallstäube auftreten. Da der Bleianteil durch die Umstellung beim Benzin allmählich 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 beziehungsweise Brikett-Feuerungen ist allgemein niedrig und beschränkt sich meist auf bestimmte Wohn- beziehungsweise Siedlungsgebiete. Asche fällt dort nur während der Heizperiode an. Somit bietet sich die Aufstellung zusätzlicher, separater Gefäße für Hausbrandasche und deren getrennte Erfassung in diesen Gebieten an.

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 abzugießen. 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 zerbrochen 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.



4.2. Müllverbrennung oder Recycling?

Nachstehend 5 Punkte als Entscheidungshilfe

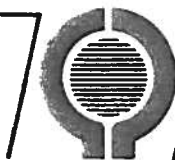
MÜLLVERBRENNUNG (sogen. energetische Verwertung)	STOFFLICHE (WIEDER)- VERWERTUNG VON ABFÄLLEN
● hohe INVESTITIONSKOSTEN für Anlagen und Zusatzeinrichtungen	←→ relativ geringe INVESTITIONSKOSTEN
teurer KAPITALDIENST erfordert maximale Nutzung der Anlage; Konsequenz: MÜLL-SOG	←→ niedriger KAPITALDIENST, d. h. geringer Kostenfaktor; Gefahr des Müll-Sogs gering, wenn keine Überkapazitäten errichtet werden
● erfordert GROSSE ANLAGEN um Fixkosten zu senken. Ergebnis: große Transportwege u. HOHE TRANSPORTKOSTEN	←→ DEZENTRALE ANLAGEN möglich und sinnvoll Folge: NIEDRIGERE 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)	←→ keine Emission von schädlichen Schwermetallen oder Chlorkohlenwasserstoffen: Abtrennung des Sondermüll-Anteils über intelligentes GETRENNTSAMMEL-SYSTEM bzw. Sortierung
● mittlerer BRENNWERT des Mülls nur 30% des gesamten Energie-Inhalts; davon ist nur die Hälfte tatsächlich nutzbar = 15%; wirklich genutzt werden nur 5-10% u. weniger	←→ der GESAMTENERGIEINHALT (Herstellwert + Brennwert) wird zu mindestens 75% genutzt, d. h. der Energieinhalt wird mindestens fünfmal so gut genutzt verglichen mit der Verbrennung
● Im Müll enthaltene WERT- und ROHSTOFFE werden fast vollständig VERNICHTET, einschließlich der gesamten BIOMASSE.	←→ es findet eine optimale SCHONUNG DER ROHSTOFFE und der BIOMASSE statt.

ABBILDUNG 22

5. Quellen- und 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 1984, 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 Deponien für Siedlungsabfälle“ und eigene Erhebungen
- 19) siehe 6), S. 50 – 53, sowie K. Stief in ‚Müll und Abfall‘ 8/1980, 240 – 248
- 20) Lutz Wicke: „Die ökologischen Milliarden“, Kösel Verlag, 1986, S. 102 ff.
- 21) Werner Schenkel: „Überlegungen zur Deponietechnik vor dem Hintergrund der TA Abfall“; in: Karl J. Thomé-Kozmiensky (Hrsg.): Deponie – Ablagerung von Abfällen, 1987, S. 217 – 234
- 22) Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung Hannover: „Geowissenschaftliche Vorsorgeuntersuchungen zur Standortfindung für die Ablagerung von Sonderabfällen“, 1986, S. 116.
- 23) Hessische Landesanstalt für Umwelt: „Prüfungskatalog zur Bestimmung von Deponiestandorten für Hausmüll und hausmüllähnlicher Gewerbeabfälle“, 1986, S. 11.
- 24) Landesanstalt für Wasser und Abfall NW: „Untersuchung und Beurteilung von Abfällen“ – Teil 2 – 1986 – Richtlinienentwurf.
- 25) Klaus Stief: ‚Doppelte Deponiebasisabdichtungssysteme‘, Müll und Abfall, 8/1985, S. 253 – 258.
- 26) Kurt Wiemer, Gerhard Widder: ‚Emissionsminimierung und –kontrolle bei der thermischen Deponiegasbehandlung‘; in: Karl J. Thomé-Kozmiensky (Hrsg.): Deponie – Ablagerung von Abfällen, 1987, S. 639 – 672
- 27) F. Spreer, „Dezentrale Wärmeversorgung“, Bild der Wissenschaft 1982/9, 120 – 134; Betriebsergebnis des Blockheizkraftwerks Hanau, 1982; Mitteilung der Stadtwerke Hanau, April 1983
- 28) J. Vogl, Bayerisches Umweltministerium, München, in Funkkolleg „Mensch und Umwelt“, 14. Kollegstunde, Febr. 1982, Arbeitsmanuskript S. 15/16
- 29) Hess. Minister für Umwelt, Presseinformation Nr. 70 v. 24.8.1983 und andere Quellen
- 30) Bundestags-Drucksache 10/844 v. 29.12.1983; G. Holzhey, Vortrag ANS-Tagung in Waldshut, Sept 1984
- 31) Ullmann's Enzyklopädie der Technischen Chemie 1981, verschiedene Bände
- 32) K.W. Steiner in „Kunststoffe“ 74 (1984/4), 186 – 194
- 33) G.M. Woodwell: „The Role of Terrestrial Vegetation in the Global Carbon Cycle“, Scope 23, John Wiley & Sons, 1984
- 34) G. Goosmann, Umweltbundesamt Berlin, Vortrag auf der ANS-Tagung in Singen, April 1983
- 35) Mitteilung aus dem Umweltbundesamt, 1982
- 36) P.H. Brunner u. J. Zobrist in ‚Müll und Abfall‘ 9/1983, 221 – 227
- 37) D. Holl, Emissionsmessungen bayerischer Müllverbrennungsanlagen, Essen (1986)
- 38) Antragsunterlagen, Planfeststellungsverfahren MVA Ffm-Osthafen (1986/87)
- 39) T.O. Tiernan u. a., 1983, nach K. Ballschmiter, Vortrag Berlin, Mai 1984
- 40) „Der Spiegel“, Nr. 50, 1984
- 41) H. Michele, Chem. Ing. Tech. 56 (1984/11), 819 – 829
- 42) K. Lorber, „Müllverbrennung und Schwermetall-Emissionen“, Müll u. Abfall 12, 169 – 172 (6/1980)
- 43) G. Bröker: „Beseitigung von Abfällen im Hinblick auf die Reinhaltung der Luft“ in: Müll- und Abfallbeseitigung („Müll-Handbuch“), Hrsg. G. Hösel et al., E. Schmidt Verlag, Juni 1981, Nr. 0140, S. 7
- 44) ‚Darmstädter Echo‘ vom 30.6.83 (br)
- 45) ‚Frankfurter Allgemeine Zeitung‘ vom 11.5.83 (bhr), u.a.
- 46) Siehe (43), Nr. 0140, S. 12, und spätere Veröffentl.
- 47) W. Schenkel: „Die Bedeutung der Schadstoffemissionen bei der thermischen Abfallbehandlung in der BR Deutschland“, erschienen in ‚Stuttgarter Berichte zur Abfallwirtschaft‘, Bd. 13, S. 161 – 176, Okt. 1980
- 48) Umweltbundesamt „Luftqualitätskriterien für Cadmium“, Berlin, 1977, und andere Veröffentl.
- 49) Umweltbundesamt „Cadmium-Bericht“, Texte 1/1981
- 50) L. Barniske, UBA Berlin, „Stand der Müllverbrennung in der Bundesrepublik Deutschland“, 4. Abfallwirtschaftl. Fachkolloquium, Saarbrücken, April 1984
- 51) L. Barniske, Umweltbundesamt, Vortrag Berlin, November 1982; siehe auch: U. Fritsche u. L. Schebek in „DIOXIN, Tatsachen und Hintergründe“, Köln 1984
- 52) Antragsunterlagen, Nachrüstung Kraftwerk Staudinger, Blöcke I + II (1987)
- 53) T. Öberg u. a., Chemosphere 14, 1081 – 6 (1985) 47 a
- 54) K. Olie, P.L. Vermeulen, O. Hutzinger, Chemosphere 8, 455 – 459, 1977, Pergamon Press
- 55) K. Lorber, Vortrag: „Zur Problematik von Müllverbrennung“ 1. Abfall/Recycling-Seminar des BUND-Hessen, Hanau, Mai 1984
- 56) H.-J. Hapke: „Pestizide in der Frauenmilch“, Umschau 79, 318 – 320 (1979/10), und nachfolgende Veröffentl.
- 57) ‚Frankfurter Rundschau‘ v. 7.4.81 und andere Veröffentl.
- 58) C. Rappe, Chemosphere 15, (1986)



- 59) H. Vogg, L. Stieglitz, Internat. Symposium on Chlorinated Dioxins and Related Compounds, Bayreuth, 1985
- 60) Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg e.V., Guchtachten 'Ökologische Abfallwirtschaft Bielefeld' Okt. 1986,
- 61) Ch. Knorr u. B. Fürmeier, „Ergebnisse von Emissionsmessungen an Abfallverbrennungsanlagen“ in ‚Müll und Abfall‘ 2/1984, 29 – 36; vgl. dagegen P.H. Brunner u. J. Zobrist 36)
- 62) Antrag des Kreis Ausschusses des Main-Kinzig-Kreises auf Errichtung und Betrieb einer ‚Müllverwertungsanlage‘ bei Langenselbold, Hanau 1981
- 63) H. Reimer: „Abfallverbrennung – Stand der Technik, Tendenzen, Wirtschaftlichkeit und Umweltrelevanz“ in ‚Müll und Abfall‘ 6/83, 141 – 151
- 64) P. Goepfert u. H. Reimer, „Kostenstrukturuntersuchungen verschiedener Verfahren zur Beseitigung von Siedlungsabfällen“, Materialien 6/1978 des Umweltbundesamtes, E. Schmidt Verlag, Berlin 1978
- 65) H. Vollmer u. K. Lütze „Emissionen beim Einsatz von Brennstoffen aus Rückständen in der Zementindustrie“ in Recycling International, 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
- 66) A. Hoschützky, ‚Umwelt‘ 6/73, 13 – 16
- 67) Hanspaul Hagenmeier, Peter Krauß: Schadstoffuntersuchungen im Rahmen des F+E Vorhabens: Getrennte Erfassung von Wertstoffen und Sonderabfällen, dargestellt am Beispiel Ravensburg; Ordnungsnr. 77-82.52, Universität Tübingen, Institut für Organische Chemie, Auf der Morgenstelle 18, 7400 Tübingen
- 68) Untersuchungsergebnisse des Entsorgungsmodells Garching, Ergebnisbericht zur Kompostierung von Hausmüll, Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft Werner P. Bauer, Mühlgasse 18, 8046 Garching. Als wesentliche Cadmiumquellen sind auch schwermetallhaltige Pigmente in Kunststoffen und vor allem PVC mit Cadmium als Stabilisator zu nennen.
- 69) Sachstand Dioxine. Umweltbundesamt Berichte 5/85, S. 70 ff, (1985)
- 70) Buser et al. Chemosphere 1, S. 109 – 119, (1978)
- 71) Buser et al. Chemosphere 3, S. 157 – 174, (1979)
- 72) Buser: Untersuchungsbericht über die Bildung von polychlorierten Dibenzop-dioxinen (PCDD's) bei der Pyrolyse von Pentachlorphenol und Pentachlorphenol – Natrium, Eidg. Forschungsanstalt Wädenswil (1982)
- 73) Bundesministerium für Forschung und Technologie: Thermische Verfahren zur Abfallwirtschaft – Statusbericht (1985)
- 74) TÜV-Bayern e.V.: Untersuchungen zur Beurteilung des Pyrolyseverfahrens der Firma PKA (1985)
- 75) TÜV-Bayern e.V.: Begutachtung des Schmelzverfahrens der KWU-Umwelttechnik (1986)
- 76) BUND-Forderungen zum Meßprogramm für Pyrolyseanlagen (1987)
- 77) Umweltbundesamt: Stellungnahme zum TÜV-Gutachten der KWU (1986)
- 78) Landesamt für Umweltschutz, Bayern: Stellungnahme zum TÜV-Gutachten der KWU (1987)
- 79) TÜV Bayern e.V.: Antworten zum Fragekatalog des Landratsamtes Nürnberg-Land vom 16.12.1986 (1987)
- 80) Hübner und Krammer: Das Gutachten des TÜV Bayern zum Pyrolyseverfahren der Kraftwerkunion-Umwelttechnik, Müll und Abfall, 1, S. 8 – 14 (1987)
- 81) Hess. Minister für Landesentw., Umwelt, Landwirtschaft u. Forsten, Presse-Information, Wiesbaden 8.9.1982
- 82) H. Friege, U. Kost, F. Claus (Hrsg.): „Die töckische Hypothek – Chemiepolitik für Schwermetalle“, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe 1985
- 83) Abwasserbeseitigung im Gebiet des Umlandverbandes Frankfurt, Arbeitsbericht Nr. 5, UVFOkt. 1984, S. 41 ff; P. Illié „Landwirtschaftl. Klärschlammverwertung und Überwachung der Indirekteinleiter“, 5. Abfallwirtschaftl. Fachkolloquium, Saarbrücken April 1985
- 84) A. Thormann, UBA Berlin, in ‚Abwasser‘, 2/1980, 105 – 110
- 85) Klärschlammverbrennungsanlage Frankfurt-Sindlingen, Genehmigungsverfahren, 1981 – 1985 und mehrere Presse-Veröffentlichungen
- 86) 311. Dechema-Kolloquium, „Gewinnung von Brennstoffen aus Klärschlamm“, Frankfurt/M, Jan. 1985
- 87) 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
- 88) W. Pfeiffer und A. Steiner: „Mitbehandlung organischer Abfälle in Faulbehälter kommunaler Kläranlagen“, gfw-wasser/abwasser 127 (1986) H.3, 118-121
- 89) U. Kost: „Neues Leben aus dem Abfall. Für eine ökologische Kompostierung in der Kommune: Chancen und Konzepte“, Dreisam Verlag Freiburg 1987
- 90) H. Eichenhofer, „Wiederverwendung von Bauschutt“, 34. ANS-Tagung, Waldshut, Sept. 1984, 61 – 70
- 91) 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
- 92) Baustoff Recycling, Stein-Verlag GmbH, Offenbach, Baden-Baden
- 93) „Müll-Rohstoff statt Schadstoff“, Ausstellungskatalog, Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (IFEU)
- 94) Marina Franke; „Abfallrelevanz und Einfluß verschiedener Getränkeverpackungssysteme auf die Abfallbehandlungsmethode“, in ‚Verpackung und Umwelt“, Thomé-Kozmiensky (Hrsg.), Berlin 1982
- 95) „Erfahrungen mit der Abfallwirtschaft“, Dr. Ing. Karlheinz Scheffold, ‚Müll und Abfall‘ 11/86
- 96) Marina Franke; „Umweltauswirkungen durch Getränkeverpackungen“, in ‚Brennstoff aus Müll‘, E.F.-Verlag, Berlin
- 97) H. Vogtmann, H. Schmeisky, K. Fricke, Th. Turk, D. Bergmann, W. Rehm, GHK/Witzenhausen in ‚Müll und Abfall‘ 5/84, S. 159 f (1984)



- 98) Die großtechnischen Kompostierwerke in Singen, Duisburg-Huckingen, Flensburg, Aurich sind grundsätzlich auch zur Kompostierung von getrennt gesammeltem Material geeignet.
- 99) „Getrennte Sammlung von Hausmüll“, Bilanz des Modellversuchs Ravensburg (Baierfurt), Kongreßbericht, Univ. Tübingen, Sept. 1983 u.a. Veröffentl.
- 100) Weyhausen in Wlb. Wasser, Luft und Betrieb 7-8/84, 44 – 45. Firmenschriften von Maschinenfabrik Bezner und Fischer Recycling, beide Ravensburg, Sept. 84
- 101) L. Sahm, Hess. Städte- und Gemeinde-Ztg. 1985/Nr.5, 212 – 214
- 102) K.P. Kiefhaber, 5. Abfallwirtschaftl. Fachkolloquium, Saarbrücken April 1985
- 103) P. Krauß u. H. Hagenmeier „Bindungsform von Schwermetallen in Hausmüll und Hausmüllkomposten – ein Schlüssel zur Schwermetallreduktion“, 4. Abfallwirtschaftl. Fachkolloquium, Saarbrücken, April 1984
- 104) Erich Bayer: „Getrennte Sammlung von Hausmüll und hausmüllähnlichem Gewerbemüll – Auswertung abfallwirtschaftlicher Maßnahmen“, 1987
- 105) Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen: Bericht über die Verwertung von Altglas, 1985
- 106) Untersuchung zur getrennten Sammlung von Hausmüll in Verbindung mit einer Wiederverwertung der vermarktbareren Wertstoffanteile – Ergebnisbericht, Prüfamts Wassergütewirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen TU München im August 1985
- 107) Entsorga Magazin 3/86, 33 – 41
- 108) Hessischer Minister für Arbeit, Umwelt und Soziales: 5. Umweltbericht der Hessischen Landesregierung
- 109) Bund Naturschutz Bayern e.V., Kreisgruppe Erlangen: Müllsortierung in Erlangen
- 110) Angaben der Firma Fritz OHG, Dietzhöfetal-Ewersbach in Hessen (1986)
- 111) Heiko Doedens, Lothar Thomas, Burkhard Weber: „Getrennte Sammlung mit dem Müllsack“. Müll und Abfall 18(8), S. 297 – 308 (1986)
- 112) Stadt Freiburg: Zwischenbericht über den Testlauf zur Einführung der Wertstoffsammlung (grüne Tonne), Drucksache G 30, 2. April 1985
- 113) Mitteilung auf Anfrage bei der Kreisverwaltung Donnersbergkreis, 18.11.1985.
- 114) Jörg Mellen, Karlheinz Scheffold: Erfahrungen mit der getrennten Sammlung in Ostrhauderfehn – Landkreis Leer. Müll und Abfall 17(1), S. 5-8 (1985)
- 115) Ingenieurbüro für Abfallwirtschaft Werner P. Bauer, Mühlgasse 18, 8046, Garching: Ergebnisbericht zur Kompostierung von Naßmüll (1986).
- 116) K. Scheffold: Erfahrungen mit der Abfallwirtschaft. Müll und Abfall 18(11), S. 417-426 (1986).
- 117) W.P. Bauer und H. Saloga, Müll und Abfall 1984/12, 363 – 365
- 118) 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
- 119) Der Oberstadtdirektor der Stadt Göttingen (Hrsg.): Komposttonne Göttingen, Zwischenbericht – 12 Monate Erfahrung mit dem System Komposttonne, Mai 1986
- 120) J. Peters und U. Wiegel, „Beseitigung von Küchen- und Gartenabfällen durch dezentrale Kompostierung in dichtbesiedelten Wohngebieten“, 35. ANS-Tagung, Berlin, März 1985
- 121) R. Klei, „Kompostierung getrennt gesammelter organischer Siedlungsabfälle – Projekt Wolfsburg“, 35. ANS-Tagung, Berlin, März 1985
- 122) Gesamthochschule Kassel, Fachbereich „Methoden des alternativen Landhaus“, Arbeitsgruppe Abfallwirtschaft/Kompostierung, Oberburgstr. 1a, 3430 Witzenhausen, Tel.: 05542/8747
- 123) D. Reimann, „Der Weg zur ‚sauberen‘ Müllverbrennung“, Umwelt 8/1986, 518 – 521
- 124) R. Mach, S. Rettich, H. Eberhardt, E. Schultze: „Vergärung von Hausmüll“, Ergebnisse einer Machbarkeitsstufe. „Müll und Abfall“ 4/83, (1983); R. Mach et. al. „Informationen zu Biogas“, Umweltbundesamt Berlin, August 1984
- 125) Weyhausen in Wlb. Wasser, Luft und Betrieb 7-8/84, 44 – 45, Firmenschriften von Maschinenfabrik Bezner und Fischer Recycling, beide Ravensburg, Sept. 84
- 126) Landesamt für Wasser und Abfall, NRW, LAWA-Arbeitsgruppe: „Einflüsse vom landwirtschaftl. Betriebssystem und Düngen auf die Gewässergüte“, 115 S., Düsseldorf 1980; DIE GRÜNEN AkWasser, Krefeld: „Nitrat im Grundwasser“, 82 S. (Febr. 1983)
- 127) P. Chrometzka, Saarbrücken, in „Der saarländische Arbeitnehmer“, 1975/6, 224 – 225; s. auch: P. Chrometzka in „Wasser und Boden“, 27, 108 – 109 (1975)
- 128) 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
- 129) W. Begemann, Lennestadt, in „Tiefbau“ 8/83 u. „Das Gartenamt“ 31 (1982/12), 744 – 748
- 130) E. Koch in „Umweltmagazin“, Juli 1984, 38 – 42
- 131) 117) Rohstoff-Rundschau 13/1986, S. 409 – 412.
- 132) Alfred Eberhardt, Henning Friege, Egon Schumacher: „PVC in der Müllverbrennung“, Müll und Abfall 18 (10), S. 377 – 382 (1986); Verband Kunststoffherzeugende Industrie e.V.: „HCl-Emission aus der Müllverbrennung und PVC.“ Frankfurt a.M. 1986
- 133) Dokumentation des PVC-Hearings; „Gefährden PVC-Produkte die Umwelt?“, Stellungnahme verschiedener Sachverständiger anlässlich der Anhörung am 22.10.1986 in Bielefeld
- 134) H. Emminger, „Verwertung von Kunststoffen aus kommunalen Abfällen“, ANS-Tagung, Waldshut, Sept 1984



135) 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

136) Jürgen Herrler: „Ist ein umweltverträgliches Recycling von Kunststoffabfällen möglich?“ Müll und Abfall 18(6), S. 238 – 242 (1986)

137) VDI-Zeitschrift Umwelt 6/86, S. 464 – 466

138) VDI-Umwelt 6/86, S. 459 – 466

139) H.O. Hangen, Bad Kreuznach, „Recyclingmöglichkeiten am Markt“, 1. BUND-Seminar zum Abfall-Recycling, Hanau, Mai 1984

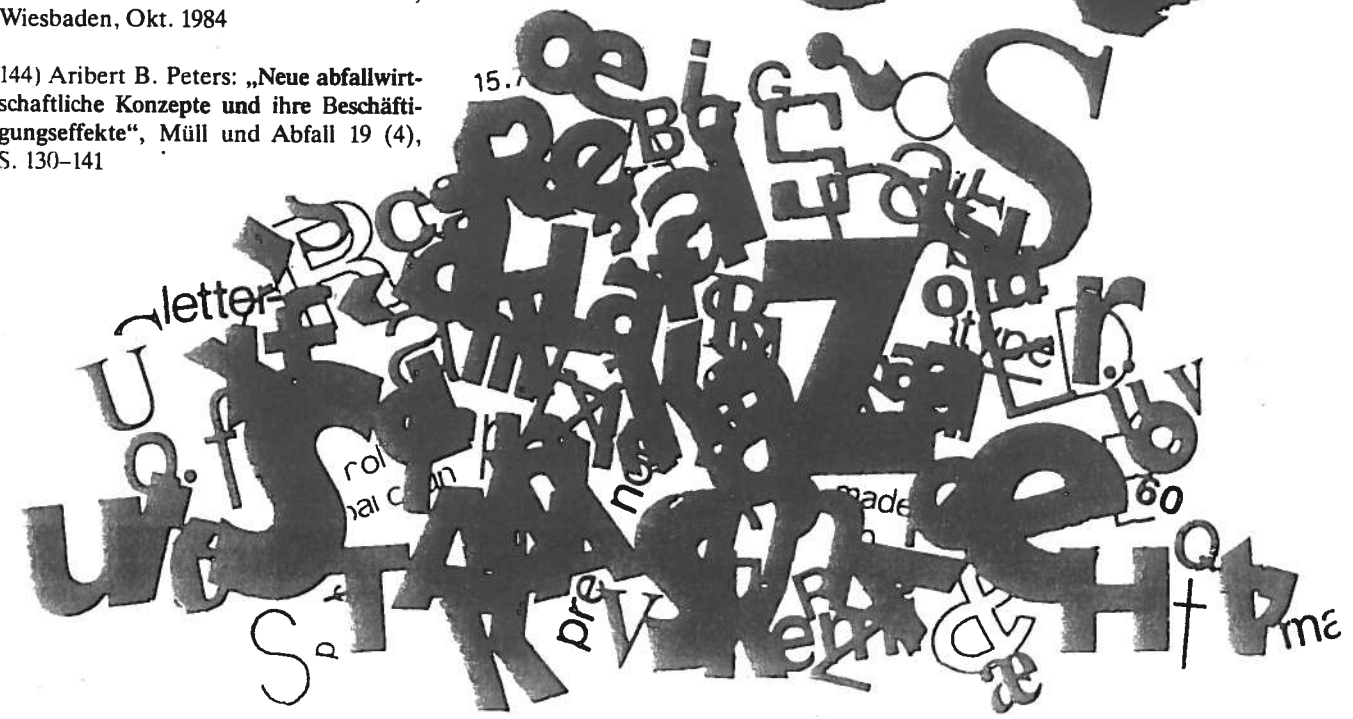
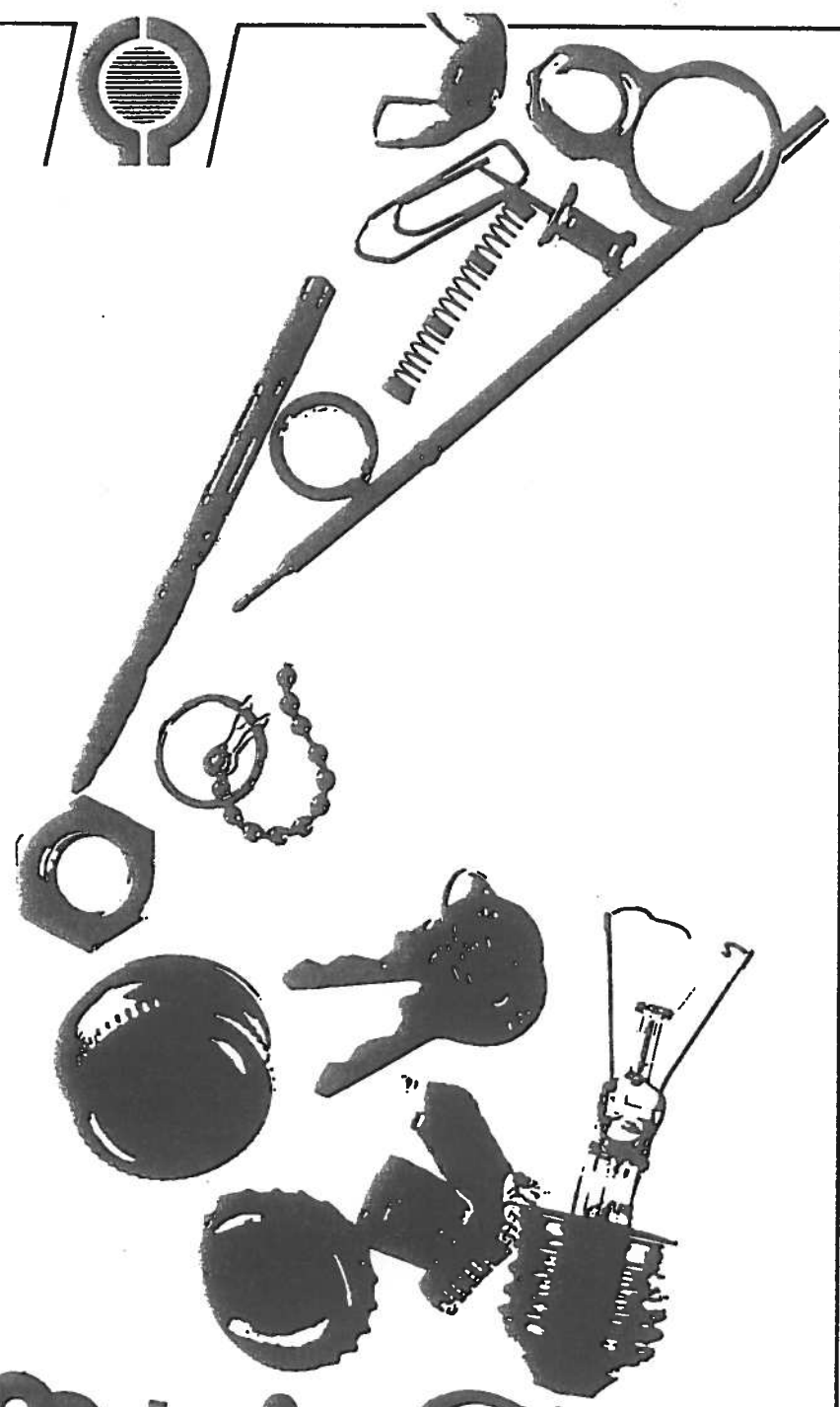
140) „Werkstoff der Gegenwart und Zukunft“, Broschüre der Aluminium Zentrale, Königsallee 30, 4000 Düsseldorf

141) „Die Geschichte einer Cola-Dose“, Gesellschaft für bedrohte Völker“, RG Düsseldorf Niederrhein, c/o C. Reichert, Philipp Reis Str. 3, 4000 Düsseldorf

142) Müll Initiative Friedrichsdorf, c/o Thomas Köhler, Tulpenweg 31, 6382 Friedrichsdorf

143) Beitrag von Gerd W. Müller in der Zeitschrift „Müll und Abfall“, 6/79; Arbeit, Umwelt und Soziales in „Grundsätze der hessischen Abfallwirtschaft“, Wiesbaden, Okt. 1984

144) Aribert B. Peters: „Neue abfallwirtschaftliche Konzepte und ihre Beschäftigungseffekte“, Müll und Abfall 19 (4), S. 130–141





In der Reihe BUNDpositionen sind bisher erschienen:

- Nr. 1: **Positionspapier zur finanziellen Lage der Deutschen Bundesbahn und zur zukünftigen Verkehrspolitik im Bereich Schienenverkehr.** (vergriffen)
- Nr. 2: **Pflanzenschutzrecht** – Forderungen des BUND an eine Neufassung. (vergriffen, ersetzt durch Nr. 11)
- Nr. 3: **Verkehrspolitisches Grundsatzprogramm.**
- Nr. 4: **Stellungnahme des BUND zu der Regierungserklärung „Unsere Verantwortung für die Umwelt“** von Bundesinnenminister Friedrich Zimmermann. (vergriffen)
- Nr. 5: **Bodenschutzprogramm.**
- Nr. 6: **Chemikalien in Lebensmittel** – Lücken beim Verbraucherschutz. (2. Auflage, 1987)
- Nr. 7: **Wasserprogramm.**
- Nr. 8: **Zur Lage der Landwirtschaft** (Agrarpolitisches Grundsatzprogramm).
- Nr. 9: **Vergaben? Verbrennen? Vergessen?** (Abfallpolitisches Grundsatzprogramm, 2. Auflage, 1988).
- Nr. 10: **Chemiepolitik.**
- 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 ein neues Energiewirtschaftsgesetzes.
- Nr. 14: **Wirtschaftsfragen.**
- Nr. 15: **Neue Wege in der Flurbereinigung** – BUND-Forderungen zur Ökologisierung und Demokratisierung des Flurbereinigungsgesetzes.
- Nr. 16: **Gentechnologie** – Gedeih oder Verderb?
- Nr. 17: **Programm für saubere Luft.**