



Abfall- und Kreislaufwirtschaft

Grundlegung eines unvollendeten Werkes

Hartmut Volkmann

Zitieren dieses Artikels:

Volkmann, H. (1998). Abfall- und Kreislaufwirtschaft. Grundlegung eines unvollendeten Werkes. *Geographie und ihre Didaktik*, 26(3), S. 135-158. doi 10.60511/zgd.v26i3.308

Quote this article:

Volkmann, H. (1998). Abfall- und Kreislaufwirtschaft. Grundlegung eines unvollendeten Werkes. *Geographie und ihre Didaktik*, 26(3), pp. 135-158. doi 10.60511/zgd.v26i3.308

Abfall- und Kreislaufwirtschaft
Grundlegung eines unvollendeten Werkes

von HARTMUT VOLKMANN †

[Redigiert: H. Köck]

Vorbemerkung des Herausgebers:

Der nachfolgend abgedruckte Beitrag stellt die Grundlegung zu einem unvollendeten Werk Hartmut Volkmanns dar. Er ist entstanden im Rahmen der vom Unterzeichner herausgegebenen Reihe „Unterricht Geographie“ und speziell dort zu dem Band „Abfall- und Kreislaufwirtschaft“. Im Jahre 1991 wurde die Erstellung dieses Bandes zwischen dem Herausgeber und Hartmut Volkmann vereinbart. Sein Titel lautete zunächst „Müll“ (1991), dann „Müll/Entsorgung“ (1991), danach „Abfallwirtschaft/Müllentsorgung“ (1992), schließlich „Von der Müllbeseitigung zur Kreislaufwirtschaft“ (1995) und endlich, wie hier nun erkennbar, „Abfall- und Kreislaufwirtschaft“ (1996). Unter dieser Leitidee ist das Problem des Abfalls und seiner Entsorgung, das in der Geographie eher ein Randdasein führt, von Hartmut Volkmann schlüssig und weiterführend angegangen worden. Die Vollendung des Bandes wurde infolge seines tragischen Todes verhindert. Einige Monate zuvor jedoch schickte Volkmann dem Herausgeber das nachfolgend wiedergegebene lediglich um das auch schon beigelegte Glossar gekürzte Manuskript zur ersten kritischen Durchsicht. Wenngleich die weiteren Teile (Unterrichtseinheiten und Materialenteil) dann nicht mehr zustande-

kamen, so stellt diese Grundlegung doch ein in sich abgeschlossenes Werk dar, das gerade auch im Sinne einer Standortbestimmung in bezug auf das Problem des Mülls aus geographischer Sicht von grundlegender Bedeutung ist. Aus diesem Grunde hat sich der Herausgeber entschlossen, dieses im Herbst 1996 vorgelegte Manuskript als eigenständigen Beitrag in 'Geographie und ihre Didaktik' zu veröffentlichen. Dem Aulis-Verlag Deubner, Köln, sei gedankt für die Abtretung der Rechte an diesem Manuskript. Alle vom Herausgeber vorgenommenen Änderungen, mit Ausnahme orthographischer Korrekturen, sind durch eckige Klammer markiert und für den Leser leicht erkennbar.

Helmuth Köck

1. Einleitung

Grüne und blaue Sammelbehälter, braune Biotonnen und gelbe Säcke - eine bunte Vielfalt hat das einst dominierende Grau der Müllabfuhr verdrängt. Nicht etwa, um den individuellen ästhetischen Empfinden der Bürgerinnen und Bürger Rechnung zu tragen. Im Gegenteil: das Farbspektrum taucht in nahezu jeder Gemeinde und vor jedem Haus in stereotyper Weise auf. Auch Form und Größe der Behälter wurden in der für unsere Zeit typischen Art vereinheitlicht. Die Farben sollen helfen, ein vordringliches Ziel zu erreichen: die bedrohlich anschwellende Abfallflut in Bahnen zu lenken, die ihre potentiell zerstörerische Energie absorbieren und denkbaren Notsituationen vorbeugen können.

Die rasch anwachsenden Müllberge sind das Ergebnis unseres Wirtschaftssystems und unserer oftmals gedankenlosen, nicht zukunftsfähigen Lebensweise. Böse Zungen behaupten, industrielle Produktion sei die immer schnellere Umwandlung von immer mehr Rohstoffen mit immer größerem Energieaufwand zu Müll. Doch das ist nur die halbe Wahrheit. Ausschlaggebend ist, ob die Gebraucher industrieller Produkte schnell oder langsam zu Verbrauchern werden. Diese Entscheidung trifft in vielen Fällen jeder von uns: ob wir ein Getränk in einer Einweg- oder Mehrwegflasche kaufen, ob wir ein Kleidungsstück einen oder mehrere Sommer lang tragen, ob wir ein Gerät reparieren lassen oder durch ein neues ersetzen: Der industrielle Durchsatz, die Lebensdauer der Produkte hängt somit von unserem Verhalten ab, das seinerseits wieder von unserem wirtschaftlichen Vermögen, unserem Wohlstand nachhaltig bestimmt wird. Je leichter wir uns kürzere Nutzungszeiten leisten können, desto größer ist die Neigung anderer am Wirtschaftsgeschehen Beteiligter, uns in diese Richtung zu drängen, z.B. durch bestimmte Moden oder Produktformen. Wenn viele zu einer solchen Lebensweise nicht bereit oder nicht in der Lage sind, wird die Neigung dazu

nachlassen. Entsprechend wächst oder sinkt die Zahl der Güter, deren wir uns zu entledigen suchen und die wir damit zu Abfall machen.

Abfall ist somit ein originärer, natürlicher Bestandteil jeglicher Wirtschaft. Je nach Menge oder Beschaffenheit kann er für seinen Besitzer Last oder Gefährdung bedeuten. Um diese Sorge loszuwerden, kann man das Objekt an Dritte abgeben, die den Vorbesitzer dadurch *ent-sorgen*. Hat das Objekt noch einen Wert, schlägt die Dienstleistung des Abholens nicht oder kaum zu Buche. Durch ein Überangebot auf diesem Markt und/oder Schwierigkeiten bei der umweltgerechten Entsorgung kann der Wert des Abfallgutes negativ und das Abgeben teuer sein. Dies ist in einer Wohlstandsgesellschaft der Fall, weshalb mit den unerwünschten Gütern, dem Abfall, in gleicher Weise Geld zu verdienen ist wie mit der ursprünglichen Produktion. So wird verständlich, daß sich große Unternehmen in zunehmendem Maße an dem „Milliardengeschäft Müll“ beteiligen. Ihre ganz legitime Zielsetzung besteht nicht in einer Reduzierung der Abfallmengen, beispielsweise durch Abfallvermeidung, sondern - wie bei jedem Wirtschaftsunternehmen - in Abfallvermarktung, für die hinreichend große, möglichst anwachsende Mengen lebenswichtig sind.

Je weiter der Mensch seine Produktionssysteme entwickelt hat, desto größer ist der Abstand zu natürlichen Kreisläufen. In einer weitgehend autarken Landwirtschaft sind die Stoffströme noch überschaubar und regelbar, in einer globalen, arbeitsteiligen Wirtschaft ist dies nicht der Fall. Das für die Abfallwirtschaft bestimmend gewordene Leitbild der Kreislaufwirtschaft hat daher nur die Funktion einer regulativen Idee, die den Charakter der industriellen Durchflußwirtschaft mit jährlich wachsendem Einsatz von Rohstoffen und Energien nicht grundsätzlich, sondern nur graduell ändern kann und will. Das Maß dieser Kurskorrektur wird durch die gesetzlichen Rahmenbedingungen bestimmt.

Einen nicht zu unterschätzenden Einfluß übt aber auch die Einstellung der Bevölkerung hinsichtlich unserer verschwenderischen Wirtschaftsweise aus, die in erster Linie durch die Medien, doch auch durch die Schule thematisiert und uns bewußt gemacht wird. Die Abfallthematik eignet sich ihrer relativen Überschaubarkeit wegen besonders gut, um Mechanismen der Umweltpolitik, die vielfach Wirtschaftspolitik ist, aufzudecken sowie die Wirkung unserer Verhaltensweisen auf unsere unmittelbare Umwelt. [...]

Die Abfallthematik ist überall ein aktuelles Thema, nicht selten ein Streitpunkt in der Gemeinde oder Region. Auslöser können die ständig steigenden Gebühren, der geplante Bau von Entsorgungs- oder Behandlungsanlagen oder umweltkrimi-

nelle Handlungen wie das Abstellen von Giftfässern auf Autobahnrastplätzen sein. Dieser lebensweltliche Bezug beeinflusst den Unterricht positiv durch seine Motivationskraft, er kann durch Emotionalisierung aber auch negativ wirken. Dem Unterrichtenden wird ein feines Gespür dafür abverlangt. In jedem Falle sollten die Möglichkeiten der Arbeit vor Ort und des handelnden Lernens genutzt werden, die dieses „Nahraumthema“ eröffnet. [...] Globale Aspekte werden darüber aber nicht vernachlässigt.

2. Didaktische Begründung

Wirtschaftsgeographische Themen haben traditionell einen hohen Stellenwert im Erdkundeunterricht. Beispiele dafür sind vor allem die flächenabhängige und daher raumgestaltende Landwirtschaft, aber auch die Montanindustrie und Großunternehmen der Konsumgüterindustrie. Gleichermäßen traditionell ist freilich eine eindimensionale, vorwiegend technokratische Betrachtungsweise, die sich mit Beschreibungen begnügt und Folgewirkungen oder gar Interdependenzen nur selten aufzeigt. So wurde die Abfallproblematik schon Mitte der 70er Jahre in einigen Schulbüchern thematisiert, doch jeweils als eigenständiges Kapitel und damit funktional losgelöst von den Ursachen. Die Folge davon war, daß die vorgestellten Abfallbehandlungs- oder -entsorgungsanlagen als ausgereifte Technologien erschienen, die zu hinterfragen wenig Sinn machte. Betroffenheit oder die Einsicht, das eigene Verhalten ändern zu müssen, um eine erkennbar negative Entwicklung zu stoppen oder wenigstens zu verlangsamen, konnte damit kaum erreicht werden.

[Mit dieser Tradition wird hier gebrochen. Es soll vielmehr die Einsicht vermittelt werden], daß Versorgung und Entsorgung zwei Seiten derselben Medaille sind, deren eine nicht ohne die andere zu haben ist. Es besteht ein systemarer Zusammenhang zwischen einer Wegwerf-Gesellschaft und einer verschandelten, von Schadstoffen belasteten Umwelt, zwischen einer Überflußgesellschaft und einer rasant anschwellenden Abfallflut. Je mehr Güter produziert werden, desto mehr müssen als nicht erwünschter Abfall entsorgt werden, wenn nicht bei Produktion und Gebrauch auf Abfallvermeidung oder wenigstens -minderung geachtet wird. Ihn in andere Regionen des eigenen oder eines anderen Landes zu exportieren kann keine Lösung sein, auch wenn ein Schulbuch vor Jahren blauäugig vorschlug: „Räume tauschen aus - Müll gegen Sand und Kies.“

Wenn Zusammenhänge und Abhängigkeiten aufgedeckt werden, lassen sich Verantwortungen zuordnen, unerläßliche Voraussetzung für zielgerichtetes Handeln.

Diese Handlungsorientierung ist der Kern einer zukunftsorientierten Umwelterziehung, denn die Fähigkeit und Bereitschaft zum Handeln muß früh begründet und ständig angewendet werden. Das bedeutet: neben sachliches Wissen tritt gleichberechtigt methodisches Können. Ein Nacheinander der beiden Bereiche innerhalb des Lernprozesses verhindert die notwendige gegenseitige Ergänzung, denn Methoden lassen sich nur in bezug auf konkrete Inhalte erlernen und festigen. Alle Methoden, die das Lernen durch Handeln und das Lernen von Handeln ermöglichen, sind daher besonders zu beachten: die reale Begegnung mit dem Lerngegenstand, die Erkundung, die Informationsbeschaffung, das Bilden einer eigenen Meinung und das Vertreten derselben in einem Rollenspiel und/oder in einem Gespräch mit „Experten“, das Darstellen von Ergebnissen als Wandzeitung.

Ein kleines Beispiel soll die Intention verdeutlichen. Das Sortieren des in der Schule gesammelten Abfalls gibt Aufschluß über seine Zusammensetzung, die sich vom Ergebnis der bundesweiten Hausmüllanalyse unterscheidet. Die direkte Konfrontation mit dem Lernobjekt Abfall wirkt auf der emotionalen (er stinkt) und kognitiven Ebene (so sieht er aus, er kann Krankheiten übertragen). Zugleich werden selbständig Daten erhoben, die zu Vergleichen mit anderen anregen. Sie lassen erkennen, welche Fraktionen (besonders stark) vertreten sind und lassen konkrete Vorschläge zu, wie die Teilmenge durch Abfallvermeidung (d.h. ein geändertes Verhalten der Lernenden und Lehrenden in der Schule) verkleinert werden können. Würde diese Einsicht auch nur in einem Teilbereich durch Handeln realisiert (indem beispielsweise eine Gruppe in allen Klassenräumen Behälter nur für Papier aufstellt und die Mitschülerinnen und Mitschüler für eine getrennte Sammlung gewinnen kann), so wäre dies ein beachtlicher Erfolg des Lernens von Handeln, der zum Weitermachen motiviert.

Die Geographie führt durch ihre Teildisziplinen naturwissenschaftliche, wirtschafts- und sozialwissenschaftliche sowie raumplanerische Betrachtungsweisen und Verfahren zusammen. Indem sie Ökologie und Ökonomie gleichermaßen in den Blick nimmt und damit auch die zwischen beiden bestehenden Wechselwirkungen beachten muß, bildet sie vom Ansatz her die ideale, fächerübergreifende und -integrierende Umweltwissenschaft. Die Spezialisierung in der Hochschuldisziplin blieb freilich nicht folgenlos für die Schulgeographie, trotz eines gelegentlich vorgetragenen gegenteiligen Anspruchsdenkens seitens einiger Fachdidaktiker. Fächerübergreifendes Arbeiten sollte daher bei dem Themenfeld „Abfall- und Kreislaufwirtschaft“ trotz bekannter schulorganisatorischer Hemmnisse realisiert werden, um

- die Fachkompetenz der Biologen, Chemiker, Physiker, Sozialwissenschaftler zu nutzen und einem allzu großen Wissenssalat des Erdkundelehrers vorzubeugen,
- durch Teamarbeit die Vorbereitungslast für Einzelne zu reduzieren, da handlungsorientiertes, mitbestimmtes Lernen die Bereitstellung alternativer Planungen erfordert und damit mehr Vorbereitung gegenüber lehrerzentriertem „üblichem“ Unterricht,
- durch das Zusammenarbeiten mehrerer Fächer einen Synergieeffekt in bezug auf die zur Verfügung stehende Unterrichtszeit zu erreichen,
- den Lernenden zu demonstrieren, daß die Lebenswirklichkeit nicht von einem einzelnen Fach erfaßt werden kann und gerade diese Thematik viele gesellschaftliche Teilbereiche spürbar und nachhaltig beeinflusst,
- durch die Teamarbeit größere organisatorische Spielräume für offene Unterrichtsformen (s. oben) zu erhalten.

Einige Beispiele sinnvoller Kooperationen sollen mit Blick auf die Thematik aufgeführt werden, wobei die Realisierung selbstverständlich von den örtlichen Gegebenheiten abhängt.

Biologie: natürliche Stoffkreisläufe: biologische Prozesse bei der Kompostierung

Chemie: Kunststoffe: Herstellung und Recycling

Physik: Energiegewinnung aus Abfällen

Geschichte: Abfallaufkommen, -zusammensetzung und -entsorgung in früheren Gesellschaften

Sozialwissenschaften: Arbeiten und Wirkung von Interessengruppen

Politik: Gesetze und Verordnungen; Vergleich von Bundes- und Landesgesetzen; die Abfallgebühren-Satzung der Gemeinde; Arbeiten und Wirkung von Interessengruppen

Textiles Gestalten: Herstellung und Entsorgung von Textilien aus Kunst- und/oder Naturfasern und damit verbundene Umweltbelastungen.

Eine Zuordnung zu Jahrgangsstufen wurde hier nicht versucht, da die curricularen Vorgaben in den Bundesländern zu stark voneinander abweichen. [...] Eine einmalige Beschäftigung mit dem Thema wird keine Verhaltensänderung bewirken können - um die es aber letztendlich geht -, sondern die Ergebnisse werden - wie bei anderen Singularitäten - bestenfalls im Ordner abgeheftet und dann vergessen.

Bei der Zuordnung des Themas zu Jahrgangsstufen bildet der altersmäßige Komplexitätsgrad das entscheidende Kriterium. So kann die räumliche Lage von

Entsorgungsanlagen thematisiert werden, ohne daß die Prozesse, die in einer Deponie oder einem Kompostwerk ablaufen, von den Lernenden in allen Einzelheiten verstanden werden. Einzelaspekte lassen sich sinnvoll zu einem späteren Zeitpunkt aufgreifen, womit zugleich ein Wiederholungseffekt verknüpft wird. Da die Beeinflussung von Verhaltensweisen Kern und Ziel dieser (thematisch verstandenen) Unterrichtseinheit ausmachen, sollte sie so früh wie möglich beginnen. In der Regel trifft das auch zu, da bereits im Kindergarten und in der Grundschule die Abfallthematik altersspezifisch angesprochen wird. [Im folgenden] steht die Sekundarstufe I im Mittelpunkt.

Der *Abfallbegriff* wird zweckmäßigerweise an einem Beispiel aus der Alltagswelt der Lernenden erarbeitet. Da Abfall auch in der Schule anfällt und liegt, kann er leicht zum Lernobjekt gemacht werden. Die Perspektive sollte handlungsorientiert und lebensweltbezogen um die häuslichen Erfahrungsbereiche erweitert werden. Damit ist das Prinzip des Vergleichs einbezogen, und zwar sowohl räumlich (welche Zusammensetzung hat der Abfall anderer Orte, Regionen, Länder) als auch zeitgleich (welche Abfälle gab es in den Schulen unserer Großeltern).

Der Aspekt der *Abfallvermeidung* sollte verschieden langlebige Güter in die Betrachtung einbeziehen, die aus der Erlebniswelt und den Interessensphären der Lernenden stammen, um sowohl in den Erarbeitungsphasen als auch in den Lernergebnissen die Möglichkeit des Handelns und der Verhaltensänderung offen zu halten. Zu den *Produkten mit kurzer Lebensdauer* zählen die schulischen Verbrauchsgegenstände, wobei die Zuordnung und die Abgrenzung zu der nächsten Kategorie bereits den Einfluß von Moden und Einstellungen fruchtbar thematisiert. Zählen z.B. Bekleidungsgegenstände (1-3 Jahre) und Schreibgeräte zu dieser Gruppe oder handelt es sich bei ihnen um *Produkte mit mittlerer Lebensdauer*, zu denen etwa Autos gerechnet werden (Lebensdauer durchschnittlich 10-12 Jahre). Eine ähnlich lange Lebensdauer können Fahrräder und Möbel haben. Bei beiden Gruppen gibt es second-hand-Märkte, so daß sich die individuellen Nutzungszeiten und die tatsächliche Gebrauchsdauer deutlich voneinander unterscheiden können. Prinzipiell gilt dies auch für die dritte Kategorie, die *Produkte mit langer Lebensdauer* (80-100 Jahre), zu denen Wohnhäuser und gewerbliche Bauten zählen. Auch für diese Güter besteht ein Gebrauchtwarenmarkt, der den Lernenden am ehesten mit den Themenfeldern Stadtsanierung und Strukturwandel nahegebracht werden kann. Die „Aufarbeitung“, d. h. Renovierung alter und heruntergekommener Bauten kann sie zu begehrten Objekten machen, ähnlich wie bei Oldtimern.

Bei den genannten drei Kategorien wurden Zeitwerte angegeben, um die Größenordnungen gegeneinander abgrenzen zu können. Tatsächlich hängt die produzierte Abfallmenge sehr davon ab, ob die Zeitwerte kürzer oder länger werden, da sie ein Maß für die Geschwindigkeit der Stoffflüsse sind. Das *Konzept des Stoffflusses* sollte im Zentrum der Betrachtung stehen. Es verdeutlicht, daß Produkte und Abfälle einander ergänzende Kompartimente sind, deren zeitliche Dauer gekürzt oder gedehnt werden kann. Unter der Annahme, daß die Zahl der benötigten Produkte gleich bleibt, bedeutet eine längere Nutzung sowohl sinkende Produktion als auch sinkende Entsorgung. Input und Output einer Raumeinheit schrumpfen.

Der Stofffluß wird zum Durchfluß, wenn wir die Ursprungsländer zahlreicher Textilien und die Endstation der von karitativen Organisationen gesammelten Altkleider betrachten. 1989/90 importierten die Länder der damaligen EG (12) fast jedes dritte verkaufte Kleidungsstück. Gut jedes fünfte (22,4%) stammte aus Entwicklungsländern, Zielländer der gesammelten Altkleider. Neben der ausgeprägten weltweiten Arbeitsteilung in diesem Wirtschaftszweig, eine Folge der niedrigen Arbeitskosten in den Entwicklungsländern, sollte auch die wirtschaftliche Konsequenz der Reimporte von Gebrauchsgütern für die Menschen dort thematisiert werden. Das „Nahthema“ Abfall wird so vermittelt zum „Fernthema“ *Abfallexport*.

Ähnlich strukturierte Durchflüsse lassen sich bei Autos beobachten, die aus Südostasien importiert, bei uns gefahren und anschließend nach Osteuropa verkauft werden, wo sie schließlich mangels einer Recyclinginfrastruktur auf Deponien gehäuft die Umwelt gefährden.

Stoffflüsse eigener Art werden durch die Beschaffenheit transportierter Güter hervorgehoben, durch die Länge und die Organisation des Transportes im weitesten Sinne. Empfindliche Güter müssen gut eingepackt sein, wenn heftige Stöße beim Verladen nicht vermeidbar sind. Bei langen Wegen verursacht der Rücktransport hohe Kosten und unterbleibt, da er die betriebswirtschaftlichen Kosten erhöhen würde. Daß Kosten zu Lasten der Volkswirtschaft entstehen, interessiert einzelne Unternehmen verständlicherweise nicht. Auch am Ende der Verteilerkette führt eine personalarme Organisationsstruktur zu erhöhtem *Verpackungsaufwand*, der einen sekundären Stofffluß darstellt.

Auch die *Abfallverwertung* trägt zur Verminderung der anfallenden Abfallmengen bei, wobei in die stoffliche und in die energetische Verwertung differenziert wird. Klassische Beispiele für die *stoffliche Verwertung* sind das Recycling von Glas und Papier. Während bei Grünglas der Kreislauf praktisch beliebig oft wie-

derholt werden kann, findet bei Papier ein Down-Cycling statt, da bei jedem Kreislauf die Fasern verkürzt und schließlich unbrauchbar werden.

Schwierigkeiten bereitet das Rezyclieren von Gütern, die aus verschiedenen Werkstoffen bestehen, wie z. B. Autos. Dort muß zunächst eine Trennung erfolgen. Während die Eisenfraktion nach dem Schreddern leicht aussortiert werden kann, gilt das z. B. nicht für die verschiedenen Kunststoffe, die bislang nicht gekennzeichnet waren. Man geht daher zunehmend dazu über, die Fahrzeuge in ihre Einzelteile zu zerlegen. Wiederverwendbare Fahrzeugteile gelangen unmittelbar in den Ersatzteilhandel. Auch bei elektrischen Kleingeräten wie Radios, Telefonen und Computern wird dieser Weg beschritten. Für Bioabfälle stellt die Kompostierung die Verwertung sicher.

Bei der *energetischen Verwertung* wird der Heizwert der Abfallstoffe genutzt, z.B. wenn Kunststoffe als Rohölersatz in Hochöfen eingeblasen werden.

Jeder Stofffluß, der nicht im Kreise geführt wird, mündet in einen Kanal, der zu end-of-the-pipe Technologien führt. Dazu zählen sowohl chemisch-physikalische Behandlungsanlagen als auch Verbrennungsanlagen und die Deponie, ohne die kein Wirtschaftssystem auskommt.

Müllverbrennungsanlagen sind vor allem unter zwei Gesichtspunkten zu betrachten:

1. Sie reduzieren das angelieferte Abfallvolumen auf 15 %. Die zu deponierende Restmenge benötigt entsprechend weniger Deponievolumen. Das Behandlungsverfahren trägt somit zu einem „sparsameren“ Verbrauch von Landschaft bei, weshalb es bislang vor allem in Verdichtungsräumen verwendet wurde.
2. Durch die Verbrennung werden die Stoffe inaktiviert, d.h. die werden chemisch und physikalisch immobil und können nicht mehr gelöst und ausgewaschen werden. Damit wird eine wichtige Voraussetzung geschaffen für eine umweltverträgliche Ablagerung.

Daß bei der Verbrennung ein Großteil der in den Abfällen vorhandenen Energie gewonnen wird, hat demgegenüber nachrangige Bedeutung, wenngleich es in der Kosten-Nutzen-Rechnung einen beachtlichen Faktor darstellt. In die Beurteilung eingehen muß auch die Umweltbelastung durch Abluft und Abwasser. Die Konzentration auf relativ wenige Anlagen erlaubt eine bessere Überwachung und Reduzierung der Schadstoffe gegenüber einer Deponierung ohne Verbrennung. Zudem trifft die Umweltbelastung die Generation, von der die Abfälle stammen, und nicht erst nachfolgende, wie es bei Deponien der Fall wäre.

Unerläßlich ist die Ablagerung von Restmengen. Diese *Deponien* müssen in einer

umweltverträglichen Art angelegt sein, für die die Technische Anleitung Abfall (TA Abfall) verbindliche Richtlinien und Werte vorgibt. Außer der Wahl geologisch geeigneter Standorte kommt es auf die technische Anlage an, um bei nicht vorhersehbaren Störfällen noch eine Eingriffsmöglichkeit zu haben. Hier sollen die Lernenden auch mit Karten arbeiten, mögliche Standorte für Entsorgungsanlagen zu erkunden und ansatzweise zu bewerten. Dies gilt in stärkerem Maße für die „kleinen“ Entsorgungsinfrastrukturen im Wohn- oder Schulort mit Standplätzen von Glas-, Kleider- und Papiercontainern und die Lage von Recyclinghöfen.

Bei den großen, häufig mit emotionalen Meinungen behafteten Entsorgungsanlagen wie Müllheizkraftwerken und Deponien müssen Vor- und Nachteile kritisch gegenübergestellt werden. Weder dürfen von ihnen ausgehende Umweltbelastungen verharmlost noch dramatisiert werden. Insbesondere dem Nimby-Syndrom (not in my backyard) sollte durch rationale Betrachtung entgegengesteuert werden, wobei eine Thematisierung desselben helfen kann.

Vor einer Illusion ist zu warnen: eine „müllfreie Schule“ gibt es nicht und sollte - zur Vermeidung demotivierender Erfahrungen - auch nicht propagiert werden. Statt dessen: eine abfallarme Schule und Lebensführung auch außerhalb derselben.

3. Grundlagen

3.1. Abfallbegriff, Abfallmengen, Abfallzusammensetzung

Abfälle - wir alle produzieren sie, doch nicht immer ist uns klar, was dazu zählt und was nicht. Es beginnt an den bunten Behältern: Gehört ein Pappteller in die Altpapiersammlung, zu Verbundmaterial oder in die graue Tonne? (Richtig: graue Tonne). Wohin gehören Textilien, über deren Wiederverwendbarkeit man sich nicht sicher ist, zu Altkleidern oder zum Restmüll? (Richtig: Restmüll).

Was im Kleinen angedeutet wurde, gilt im Großen gleichermaßen, nur daß die Konsequenzen entsprechende Dimensionen annehmen. Am 15.04.1994 verabschiedete der Bundestag das Kreislaufwirtschaftsgesetz, das den Abfallbegriff differenzierte in „Rückstände“, „Sekundärrohstoffe“ und „Abfälle“. Mit 'Rückständen' war alles gemeint, was bei Produktion, Bearbeitung und Vertrieb anfällt. Was verwertbar ist, sollte als 'Sekundärrohstoffe' gekennzeichnet werden und in den Materialkreislauf zurückgeführt werden. Nicht verwertbare Rückstände waren als 'Abfall' umweltverträglich zu entsorgen. Um einen Begriffswirrwarr zu vermeiden, verlangte der Bundesrat die Übernahme des EU-Abfallbegriffs, dem der Vermittlungsausschuß entsprach. Das am 7. Oktober 1996 in Kraft getretene

„Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz - KrW-/AbfG)“ definiert daher Abfälle als „bewegliche Sachen ... deren sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder entledigen muß. Abfälle zur Verwertung sind Abfälle, die verwertet werden; Abfälle, die nicht verwertet werden, sind Abfälle zur Beseitigung.“ (§ 3 Abs. 1 KrW-/AbfG). Im Anhang des Gesetzes werden 16 Abfallgruppen unterschieden.

Die Formulierung „entledigen will oder entledigen muß“ spiegelt den subjektiven bzw. objektiven Abfallbegriff älterer Gesetze wider. Im ersten Fall kann der Besitzer eines Gegenstandes entscheiden, ob er ihn abgeben will oder nicht, die Entscheidung ist Ausdruck unserer Wegwerfgesellschaft. Im zweiten Fall ist der Besitzer zur Abgabe verpflichtet, da die Sache aufgrund ihrer Beschaffenheit Umwelt und Wohl der Allgemeinheit gefährden kann und die Beseitigung eine Frage der (gesundheitlichen) Vorsorge ist.

Der objektive Abfallbegriff gewinnt besonderes Gewicht beim „Sonderabfall“. Dazu rechnen Abfälle „aus gewerblichen oder sonstigen wirtschaftlichen Unternehmen oder öffentlichen Einrichtungen, die nach Art, Beschaffenheit oder Menge in besonderem Maße gesundheits-, luft- oder wassergefährdend, explosibel oder brennbar sind oder Erreger übertragbarer Krankheiten enthalten oder hervorbringen können.“ (§ 41 Abs. 1 KrW-/AbfG). An ihre Überwachung und Beseitigung stellt das Gesetz besonders hohe Anforderungen. Die Bestimmungen gelten jedoch nicht für die Beseitigung von

- Tierkörpern,
- Kernbrennstoffen und sonstigen radioaktiven Stoffen,
- Bergematerial,
- nicht in Behältern gefaßten gasförmigen Stoffen,
- Stoffen, die in Gewässer oder Abwasseranlagen eingebracht wurden,
- Kampfmitteln,

für die eigene Gesetze vorliegen.

Trotz der umfangreichen Definition besteht weiterhin eine problematische Grauzone zwischen Abfall und Wirtschaftsgut, da der Zusatz „zur Verwertung“ unterschiedliche Interpretationen zuläßt. Dies gilt sowohl national als auch international. So erwies sich die Kennzeichnung „zur Wiederverwertung“ beim 1989 in Basel geschlossenen internationalen Übereinkommen „über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung von gefährlichen Abfällen und ihrer Entsorgung“ als ‘Trojanisches Pferd’. Bis 1994 wurden über 500 Umgehungsversuche mit ca. 200 Mio. t Giftmüll registriert, die Dunkelziffer dürfte erheblich sein. Der

Beschluß, ab 1.1.1998 Exporte von Abfällen zur Verwertung außerhalb der OECD nicht mehr zugelassen, wurde auf Antrag der Entwicklungsländer gegen den erheblichen Widerstand der westlichen Industrieländer gefaßt. Weniger handelspolitische als vielmehr abfallpolitische Erwägungen haben dieses Verhalten bestimmt. Doch erst 1998 soll eine Konferenz der Vertragsstaaten des Baseler Übereinkommens den Begriff „gefährlicher Abfall“ definieren.

Das *Abfallaufkommen* hängt ab von der technischen und wirtschaftlichen Entwicklung einer Region oder eines Landes, von der Höhe des Lebensstandards und von den Gewohnheiten der Menschen. Mit dem wirtschaftlichen Aufschwung in den alten Bundesländern nach 1959 und in den neuen Bundesländern nach 1990 ging daher eine entsprechende Zunahme der Abfallmenge einher [...]. Besonders augenfällig wird die Steigerung im Bereich der Siedlungsabfälle, die jedoch nur einen relativ kleinen Anteil am gesamten Abfallaufkommen ausmachen [...]: Während beim Hausmüll das Gewicht der gesammelten Abfälle seit 1980 zurückging, nahm das Volumen weiter zu. Die Ursache für die divergierende Entwicklung ist der hohe Anteil Verpackungsmaterial, der durchschnittlich eine geringere Dichte hat als die übrigen Müllfraktionen. Nachdem die „Duales System Deutschland GmbH (DSD)“ Verpackungen getrennt als Wertstoffe einsammelt, verringerten sich sowohl Gewicht als auch spezifisches Volumen des Restmülls deutlich. In bezug auf andere Abfallarten lassen sich durch ein verstärktes Recycling ähnliche Tendenzen beobachten.

Die *Zusammensetzung des Abfalls* unterliegt nicht allein konjunkturellen Schwankungen, sondern läßt sich maßgeblich durch politische und administrative Vorgaben beeinflussen. Weitere Abhängigkeiten bestehen in bezug auf den Lebensstandard (Heizungssystem, Ausrüstung mit Geräten und Fahrzeugen), die Siedlungsstruktur (ländlich - städtisch, Innenstadtbezirk - Stadtrandbezirk), die Sozialstruktur (Alter und Ausbildung der Bewohner, Einkommen, Haushaltsgröße) und Jahreszeiten (im Sommer hohe vegetabile Anteile, im Winter höherer Verpackungsanteil).

3.2. Abfallvermeidung

Der beste Abfall ist der, der erst gar nicht entsteht. Darauf zielt auch das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz, wenn es als Grundsatz der Kreislaufwirtschaft festlegt: „Abfälle sind in erster Linie zu vermeiden, insbesondere durch Verminderung ihrer Menge und Schädlichkeit“ (§ 4 Abs. 1, Satz 1 KrW-/AbfG). „Maßnahmen zur Vermeidung von Abfällen sind insbesondere die anlageninterne Kreislaufführung von Stoffen, die abfallarme Produktgestaltung sowie ein auf

den Erwerb abfall- und schadstoffarmer Produkte gerichtetes Konsumverhalten“ (§ 4 Abs. 2 KrW-/AbfG). Damit sind sowohl die Produzenten als auch die Nutzer von Gütern angesprochen, die durch ihre Entscheidung maßgeblich die Abfallmenge bestimmen. Das Gesetz will darauf hinwirken, daß abfallarme Produkte entwickelt und auf Dauer unser Produktions- und Konsumsystem in Richtung einer Kreislaufwirtschaft gestaltet wird, um die Rohstoff-Ressourcen zu schonen und die Belastung der Umwelt insgesamt zu reduzieren.

Um Abfälle vermeiden zu können, muß man die Orte ihrer Entstehung kennen. Abfälle entstehen grundsätzlich auf allen Stufen der Umwandlung bzw. der Verarbeitung von Stoffen: wenn Rohstoffe zu Werkstoffen, diese zu Gütern und schließlich zu transport- und verkaufsfähigen Gegenständen werden; aber auch wenn die ausgedienten Gegenstände gesammelt und zerlegt werden [...]: Jede dieser Stufen umfaßt zumeist mehrere Teilsysteme, in denen Abfälle entstehen und vermieden werden können. Um es an einem Beispiel zu verdeutlichen: die Herstellung einer Konservendose setzt nicht nur die Produktion von Stahlblech voraus, sondern auch die von Zinn, um den rostenden Stahl zu veredeln. Zur Kennzeichnung des Inhalts und zur Verkaufsförderung kann eine Papierbinde oder ein Farbaufdruck beitragen, die jeweils entsprechende Produktionsverfahren voraussetzen. Allein beim Stahlblech läßt sich die Abfallmenge auf dreierlei Arten reduzieren:

1. Durch das Bandgießverfahren benötigen die Stahlwerke 15% weniger Rohstahl für die gleiche Menge Stahlblech.
2. Durch eine geringere Wandstärke der Dosen konnte der Materialeinsatz halbiert werden.
3. Durch erneutes Einschmelzen der Dosen fallen sie nicht mehr direkt als Abfall an. Als Sekundärrohstoff eingesetzt, erübrigen sie zudem an anderen Orten den Abbau von Eisenerz, Kohle und Kalkstein, was auch in bezug auf Punkt 1 und 2 zutrifft.

Die drei Maßnahmen können sowohl den Rohstoff- und Energieverbrauch als auch das Abfallaufkommen pro Zeit- und Nutzereinheit verringern, ohne daß der Lebensstandard der Nutzer gesenkt oder ihr Kaufverhalten geändert wird oder daß die Produktionskosten ansteigen. In der Bundesrepublik Deutschland werden jährlich rund 700.000 t Weißblech wiederverwertet, etwa 35-40 % der insgesamt verbrauchten Menge. Beim Einschmelzen des Weißblechs geht allerdings das Zinn verloren, anders als bei den rund 90.000 t Stanzresten, die bei der Herstellung und Verarbeitung zu Dosen anfallen. In speziellen Bädern werden deren

hauchdünne Zinnaufgabe vom Stahl gelöst und 250-300 t Zinn zurückgewonnen. Ein weiterer Weg zur Vermeidung von Abfällen besteht in der Verlängerung der Lebensdauer von Produkten. Hierzu können sowohl die Produzenten als auch die Nutzer beitragen. Wenn sich die Bundesbürger durchschnittlich alle neun Jahre ein neues Eßservice kaufen, so liegt es nicht an der geringen Qualität oder an der schlechten Behandlung in den Haushalten. Es ist eher der Wunsch nach etwas Neuem, der von den Nutzern ausgeht und in wirtschaftlich schlechten Zeiten abnimmt.

Vor 60 Jahren mußte ein solches Service „ein Leben lang“ halten, also etwa 30 bis 40 Jahre. Die Verkürzung der „Lagerhaltung“ durch die Benutzer beschleunigt den Durchfluß. Private und öffentliche Haushalte verfügen zusammen über das größte Zwischenlager von Gütern, das immer noch anwächst. Die Ursachen für das Wachstum sind vielfältig, lassen sich aber auf einen Kern zurückführen: unseren steigenden Lebensstandard bzw. unsere Lebensgewohnheiten. Dies zeigt sich beispielsweise in der wachsenden Anzahl an Geräten in den Haushalten, aber auch im Trend zu Ein- und Zwei-Personen-Haushalten, die einen größeren Wohnraumbedarf haben als Vier- bzw. Fünf-Personen-Haushalte. Defekte Geräte oder Gegenstände werden vielfach nicht repariert, da

1. neue Geräte leistungsfähiger sind (besonders ausgeprägt bei Computern),
2. die Lohnkosten eine Reparatur fast so teuer machen wie ein neues Produkt, das aus einem Niedriglohnland importiert wurde (zwei Nähte an einem Lederportemonaie kosten 7 DM, ein neues 10 bis 12 DM),
3. die Konstruktion es nicht erlaubt (z.B. eingeschweißte Gerätestecker),
4. als Folge von Punkt 2 und 3 Reparaturwerkstätten immer seltener und damit schwer erreichbar wurden.

Anders steht es um Auspuffanlagen der meisten Automarken, deren Lebensdauer bei 4 bis 5 Jahren liegt, obwohl längere Zeiten technisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll wären. Industrie und Werkstätten befürchten zu Recht einen Rückgang der Reparaturen und damit der Verdienstmöglichkeiten. In die gleiche Richtung zielt auch die Beschränkung der Rücknahmeverpflichtung für PKW auf solche, die nicht älter als 12 Jahre sind, obwohl modernen PKWs eine wesentlich höhere durchschnittliche Lebensdauer vorausgesagt wird.

3.3 Produktverantwortung des Herstellers

Auspuffanlagen sind ein anschauliches Beispiel, wie die vom Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz erstmalig geforderte Produktverantwortung zur Abfallvermeidung beitragen kann. Im Gesetz heißt es dazu:

„(1) Wer Erzeugnisse entwickelt, herstellt, be- und verarbeitet oder vertreibt, trägt zur Erfüllung der Ziele der Kreislaufwirtschaft die Produktverantwortung. Zur Erfüllung der Produktverantwortung sind Erzeugnisse möglichst so zu gestalten, daß bei deren Herstellung und Gebrauch das Entstehen von Abfällen vermindert wird und die umweltverträgliche Verwertung und Beseitigung der nach deren Verbrauch entstandenen Abfälle sichergestellt ist.

(2) Die Produktverantwortung umfaßt insbesondere

1. die Entwicklung, Herstellung und das Inverkehrbringen von Erzeugnissen, die mehrfach verwendbar, technisch langlebig und nach Gebrauch zur ordnungsgemäßen und schadlosen Verwertung und umweltverträglichen Beseitigung geeignet sind,
2. den vorrangigen Einsatz von verwertbaren Abfällen oder sekundären Rohstoffen bei der Herstellung von Erzeugnissen,
3. die Kennzeichnung von schadstoffhaltigen Erzeugnissen, um die umweltverträgliche Verwertung oder Beseitigung der nach Gebrauch verbleibenden Abfälle sicherzustellen,
4. den Hinweis auf die Rückgabe-, Wiederverwendungs- und Verwertungsmöglichkeiten oder -pflichten und Pfandregelungen durch Kennzeichnung der Erzeugnisse und
5. die Rücknahme der Erzeugnisse und der nach Gebrauch der Erzeugnisse verbleibenden Abfälle sowie deren nachfolgende Verwertung oder Beseitigung.“

(§ 22 Abs. 1 und 2 KrW-/AbfG)

Bereits bei der Konstruktion eines Autos hat der Hersteller solche Materialien und Teile zu vermeiden, die nur eine kurze Lebensdauer haben, und statt dessen - um beim einleitenden Beispiel zu bleiben - nicht rostende Metalle zu verwenden, die nach dem Gebrauch möglichst schadstofffrei als Sekundärrohstoffe wieder in den Produktionsvorgang eingespeist werden können. Komponenten, bei denen das nicht der Fall ist, sind entsprechend zu kennzeichnen.

Die Produktverantwortung setzt sich fort beim Herstellungsprozeß, wo häufig geringfügige Veränderungen des Prozeßablaufes die Menge der produktionsspezifischen Abfälle drastisch reduzieren können. Den Anstoß dazu geben in der Regel hohe Beseitigungskosten. So errichtete ein Chemiekonzern in den USA eine Anlage zur Wiedergewinnung überschüssiger Salzsäure, die selbst erneut verwendet oder auf dem freien Markt verkauft wird. Insgesamt erzielt das Unternehmen damit einen jährlichen Gewinn von 40 Millionen Mark.

Die Produktverantwortung schließt auch die Stufe des Vertriebs ein. Verpackungsarten und -materialien sind ein integraler Bestandteil des Produkts. Die vom Gesetz vorgeschriebene Hinweispflicht auf die Verwertungsmöglichkeiten befolgt ein Telefonhersteller mit folgender auf die Verpackung gedruckten Information: „Diese Verpackung schützt das Produkt beim Transport und trägt gleichzeitig zur Erhaltung der Umwelt bei. Da innen als Verpackungsmaterial Papier verwendet wird, kann die gesamte Verpackung eingestampft und wiederverwendet werden und ist darüber hinaus biologisch abbaubar. Wo immer möglich wurde Altpapier verwendet.“

Charakteristisch für diesen gut verständlich formulierten Text ist der falsche Gebrauch des Begriffs „wiederverwendet“. Der Karton kann nur dann wieder verwendet werden, wenn er zusammengelegt an eine Verpackungsstelle transportiert und dort erneut eingesetzt wird, wie es bei Umzugskartons üblich ist. Der Hinweis auf das „Einstampfen“ des Kartons erlaubt nur eine Wiederverwertung, eine sehr häufige Verwechslung bzw. ungenaue Verwendung des Begriffs. Durch das Gleichsetzen der Einwegsysteme mit Mehrwegsystemen werden letztere ab- bzw. erstere aufgewertet, was sicher nicht in jedem Fall auf einen unbeabsichtigten Irrtum zurückgeht. Der begrifflichen Klarheit wegen wird hier „Wiederverwendung“ als Mittel der Abfallvermeidung eingeordnet, da sie zur Minderung der im Kreislauf vorhandenen Stoffmenge beiträgt, den Stofffluß somit reduziert. In Abhängigkeit von der Materialbeschaffenheit wird ein solches Produkt früher oder später zum Abfall, der ganz oder teilweise wiederverwertet werden kann oder beseitigt werden muß.

3.4. Die stoffliche Verwertung von Abfällen

Das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz schreibt nach der Vermeidung die Verwertung von Abfällen zwingend vor (§ 4 KrW-/AbfG). Sie kann entweder stofflich oder energetisch erfolgen, wobei den Vorrang die jeweils umweltverträglichere Verwertungsart bekommen soll. Aus ökonomischer Sicht müssen die wiedergewonnenen Stoffe oder die Energie marktfähig sein, d. h. die Kosten für die Wiederverwertung dürfen „nicht außer Verhältnis“ zu den Kosten für eine Beseitigung der Abfälle stehen (§ 5 Abs. 4 KrW-/AbfG). Diese Formulierung ist interpretierbar. Positiv betrachtet erlaubt sie ein hohes Maß an Flexibilität, da ein Gesetz nicht alle denkbaren Fälle auch nur annähernd beschreiben kann; man kann sie auch negativ als kaum verbindliche Festlegung sehen. Die Erfahrung zeigt, daß finanzielle Vorteile von der Wirtschaft genutzt werden, wenn sie diese

erkennt bzw. entsprechende Informationen erhält. Die dazu nötigen Eckdaten lassen sich durch Verordnungen zielgenau und damit effektiver festlegen.

Eine stoffliche Verwertung setzt die Zerlegung von Gütern in ihre Einzelbestandteile voraus. Je größer die Sortenreinheit, desto besser die Qualität und die Wirtschaftlichkeit der gewonnenen Sekundärrohstoffe. Schon die mechanische Sortierung der im Hausmüll enthaltenen Rohstoffe stellt sich schwieriger heraus als erwartet. Sind die unterschiedlichen Bestandteile erst einmal im Sammelgefäß miteinander vermischt, lassen sie sich nur schwer wieder sortenrein trennen. So kann Altpapier nicht wiederverwertet werden, wenn ihm auch nur wenige Glasplitter anhaften. Eine gemeinsame Altstofftonne für Papier und Glas ist daher kontraproduktiv. Der Gesetzgeber hat deshalb auch die getrennte Sammlung als Grundvoraussetzung für eine effiziente Kreislaufwirtschaft vorgesehen.

Den Materialmix fertiger Güter zu trennen bereitet ähnliche Probleme und setzt ein gänzlich Umdenken voraus. Die verwendeten Begriffe machen die neue Sichtweise in Teilbereichen deutlich. So spricht die Bauwirtschaft nicht mehr vom Abriß alter Bauwerke, sondern von deren systematischen Rückbau. Entsprechend haben sich die Vorgehensweisen geändert. Es genügt nicht mehr, das Gebäude mit einer Abrißbirne zu zertrümmern und den Schutt mit Hilfe von Baggern und LKWs zu einer Bauschuttdeponie zu fahren. Ein Abriß beginnt heute mit dem Studium der Bauunterlagen und einer Gebäudebegehung, um eventuelle Schadstoffe wie Asbest oder ölgetränktes Mauerwerk zu erkennen und im Demontageplan eine Trennung von den schadstofffreien Materialien vorzusehen. Würde ein solches Abrißkonzept nicht erstellt, müßten große Mengen als teurer Sondermüll entsorgt werden. Der Rückbau großer Industrieanlagen erfolgt daher häufig unter ständiger Überwachung der Baurestmassen durch Umweltlabore. Auch hier erweist sich recyclinggerechtes Bauen von Gebäuden auf lange Sicht als kostengünstiger. Bei der langen Lebensdauer von Gebäuden haben in der Regel erst spätere Generationen den Nutzen.

Mit fast 50 % des Gesamtabfallaufkommens schlägt der Bauschutt gewichtsmäßig besonders stark zu Buche. Ein ähnliches Gewicht haben die produktionsspezifischen Abfälle, die aber eine überaus heterogene Zusammensetzung aufweisen. Im Bereich des Hausmülls kommt den Bioabfällen eine ähnliche Bedeutung zu. Sie werden entweder aerob (bei Luftzufuhr) in Kompostwerken zu Komposterde recycelt oder anaerob (ohne Luftzufuhr) vergärt. Außer Komposterde entsteht dabei Biogas mit bis zu 65 % Methananteilen, das in Heizkraftwerken zu Elektrizität und Fernwärme umgewandelt werden kann. Problematisch ist

derzeit noch der Absatz von Komposterde, da Landwirte mit dem Aufbringen von Klärschlamm (hohe Schadstoffbelastung) schlechte Erfahrung gemacht haben.

Auch wenn Metalle in nur geringen Mengen in ausgedienten Teilen enthalten sind, kann ein Recycling rentabel sein. Nur zwei Gramm Platin lassen sich aus einem Autokatalysator zurückgewinnen (Wert 1996: 40 DM). Dennoch lohnt es, da Platin nur in geringen Spuren in der Erdkruste vorkommt. Mehr als 20 Mio. t Erz müssen abgebaut und verhüttet werden, um 143 t reines Metall zu gewinnen (ein Würfel mit 2 Meter Kantenlänge).

3.5. Energetische Verwertung von Abfällen

Zwischen der stofflichen und der energetischen Verwertung bestehen fließende Übergänge. Etwa wenn die Stahlindustrie Granulat aus vom „Dualen System Deutschland“ eingesammelten Kunststoffverpackungen anstelle von Schweröl einsetzt. Sicherlich wird dabei auch der Energiegehalt des Kunststoffs genutzt, ebenso aber auch der Kohlenstoff als chemisches Reduktionsmittel, um aus Erz Roheisen zu schmelzen. Da das DSD 1995 für die Abnahme des Sekundärrohstoffs 200 DM/t (!) zahlte, wurden Kunststoffabfälle bald zur Mangelware.

Eine energetische Verwertung liegt vor, wenn der Heizwert des nicht vermischten Abfalls mindestens 11.000 kJ/kg beträgt (Rheinische Braunkohle 8.500 kJ/kg), ein Feuerungswirkungsgrad von mindestens 75 % erzielt wird und die entstehende Wärme selbst genutzt oder verkauft wird. Thermisch verwertet werden derzeit Autoreifen, deren Heizwert bei 25.000 bis 30.000 kJ/kg liegt und etwa dem Heizwert von Steinkohle entspricht. Ein großes Reifenheizkraftwerk, das mit einem Mindestdurchsatz von 50.000 t/a wirtschaftlich betrieben werden könnte, gibt es in Deutschland noch nicht. Einige Abnehmer von Altreifen als Sekundärrohstoff sind Zementwerke, denen die Verbrennung aber nur aufgrund einer Ausnahmegenehmigung gestattet ist. Die Grenzwerte der 17. Bundesimmissionschutz-Verordnung (BImSchVO) können die vorhandenen Anlagen nicht einhalten.

3.6. Abfallexporte und ihre Folgen

Die 1989 vereinbarte „Baseler Konvention zur Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und deren Entsorgung“ sieht ein Exportverbot vor. Alle 18 Monate wird das Abkommen überprüft und weiterentwickelt. Im Herbst 1995 wurde der Zeitpunkt festgelegt, nach dem ein Export gefährlicher Abfälle aus Staaten der EU, der OECD und Liechtensteins in andere Staaten ver-

boten ist: 1. Januar 1998. Innerhalb der EU sind Mülltransporte zulässig, wenn Sende- und Empfängerland zustimmen und entsprechende Behandlungs- bzw. Verwertungskapazitäten nachgewiesen werden.

Die Umsetzung des Abkommens droht an begrifflichen Schwierigkeiten zu scheitern. So ist völlig unklar, was mit „giftigen Stoffen“ oder „ökotoxischen Stoffen“ gemeint ist. Klinikabfälle können infektiöse oder haushaltsähnliche Abfälle sein. Autoreifen mit weniger als 2 mm Profil gelten in Deutschland als Abfall, in Polen jedoch keineswegs, eine Folge des unterschiedlichen Entwicklungsstandes der jeweiligen Volkswirtschaft. Hinzu kommt, daß die Vielzahl der für Abfalltransporte zuständigen Behörden in den verschiedenen Ländern die Umweltkriminalität erleichtern. So konnte ein Unternehmer 100 Tonnen Giftmüll aus Hessen nach Portugal transportieren lassen, obwohl er zehn Jahre zuvor wegen Steuerhinterziehung zu mehrjähriger Haft verurteilt und aus dem Gefängnis in die Schweiz geflohen war, die wegen Finanzdelikten verurteilte Personen nicht ausliefert. Ausgelöst wird der ungesetzliche Mülltourismus durch die ungeheure Gewinnspanne, die eine Folge der unterschiedlichen nationalen Umweltgesetze sind. So ist die Verbrennung von Giftmüll in Deutschland sechsmal so teuer wie in Frankreich, wo die Grenzwerte für Rauchgas sechsmal höher als die deutschen liegen. Zumindest auf dem Luftpfad kehrt ein Teil der exportierten Abfälle wieder zurück. Wenn diese Exporte sich im legalen Bereich abspielen, sind sie ein Teil des normalen Handelns. Zuweilen wird aber nachgeholfen, indem Abfälle beispielsweise mit Sägemehl vermischt und als Brennstoff deklariert werden. Das Umweltbundesamt schätzt den Umfang solcher Exporte auf weit über eine Million Tonnen. Es gilt aber auch, die sozio-ökonomischen Aspekte des Abfallexportes zu beachten. Bevor die eisenschaffende Industrie Kunststoffgranulat in den Hochöfen einsetzte, weil der Brennstoff besonders preiswert war, wurden große Mengen Kunststoff u. a. nach Indonesien exportiert. Die Folge: über 200.000 Müllsammler (dort ein anerkannter Beruf) gerieten in existentielle Schwierigkeiten, weil ihnen beinahe über Nacht die wirtschaftliche Basis entzogen wurde. Kein Betrieb zahlte ihnen eine einzige Rupie für die von ihnen gesammelten Kunststoffe, da die Unternehmen das gleiche Material schiffsladungsweise aus Deutschland bekommen konnten und zusätzlich mit 600 DM/t belohnt wurden. Ob eine ordnungsgemäße Verwertung im Sinne der deutschen Gesetzgebung stattfand (Voraussetzung für die Exporterlaubnis), wurde nur zu Beginn des Handels überprüft.

3.7. Behandlung und Entsorgung

Energierückgewinnung aus Abfall und eine vorsorgende, risikomindernde Behandlung des Restmülls ähneln sich oberflächlich besehen, da es sich in beiden Fällen um Großverbrennungsanlagen handelt, die von Kraftwerksbauern entwickelt wurden. Der Gesetzgeber differenziert nach dem Hauptzweck einer solchen Anlage: Dient sie der Verwertung oder der Behandlung des Abfalls für eine dauerhafte und umweltverträgliche Ablagerung (§ 4 Abs. 5 KrW-/AbfG)?

Früher entschieden sich Großstädte, seltener Landkreise, für Müllverbrennungsanlagen (MVA), um bei knappem Deponieraum die Volumenreduzierung auf 15 % des Ausgangsvolumens zu nutzen. Die neue Technische Anleitung Siedlungsabfall (TASI) schreibt vor, daß vom Jahre 2005 an dieses für Ballungsgebiete typische Verfahren in allen Regionen die Regel werden soll. Nach diesem Datum darf nur noch inertisierter (nicht mehr auslaugbarer) und volumenreduzierter Abfall endgelagert werden. Außer dem sparsamen Umgang mit Deponieraum soll die Inertisierung verhindern, daß Deponien zu „chemischen Zeitbomben“, zu künftigen Altlasten werden. Der Anteil organischer Substanz im Deponiegut darf 5 Gewichtsprozent (gemessen als Glühverlust) nicht übersteigen. Diese Anforderung erfüllen bislang nur die verschiedenen Methoden der thermischen Abfallbehandlung. Die Kompostierung, nicht selten als Behandlungsmethode eingestuft, wurde deshalb hier als stoffliche Verwertung bezeichnet, zumal sie den natürlichen Kreisläufen besonders nahe steht.

Auch MVA belasten die Umwelt. Die 17. Bundesimmissionsschutz-Verordnung (BlmschVO) der Bundesregierung setzte 1990 strenge Abluftgrenzwerte fest. Von den viel diskutierten Dioxinen und Furanen dürfen nur 0,1 Nanogramm im Kubikmeter Abluft enthalten sein, gemittelt über mehrere Stunden. Altanlagen müssen bis Ende 1996 umgerüstet sein. Zu den derzeit 52 MVA kommen weitere hinzu, wenngleich nicht im geplanten Umfang, da die als Abfall bezeichnete Menge zwischen 1990 und 1993 deutlich reduziert wurde. (Jüngere Zahlen für das Bundesgebiet liegen 1996 noch nicht vor!)

Die drei thermischen Behandlungsverfahren für Restmüll werden nachfolgend kurz skizziert:

In der traditionellen MVA verbrennt der Müll auf Rosten, durch die Luft geblasen wird, bei einer Mindesttemperatur von 850° C und zwei Sekunden Verweildauer.

Das Thermoselect-Verfahren einer Schweizer Firma ähnelt hinsichtlich des Prozeßablaufes einer üblichen MVA: Trocknung, Entgasung, Pyrolyse, Vergasung,

Verbrennung und Ausbrand. Zunächst wird der Abfall auf 10 % seines Volumens verdichtet, die Restluft herausgepreßt. Dann wird das Paket bei 600° C getrocknet und entgast. Dabei entweichen Kohlenstoffe und Kohlenwasserstoffe der organischen Bestandteile. Die Reste werden bei 2000° C vergast und anschließend die schadstoffreichen Gase schockartig von 1200° C auf 70 - 90° C abgekühlt, um die Bildung von Dioxinen und Furanen zu umgehen. Das gereinigte Gas wird dann in Elektrizität umgewandelt. Nur 0,5 % des Ausgangsgewichts muß als Sondermüll deponiert werden.

Beim Schwel-Brenn-Verfahren einer deutschen Firma wird der Müll mit einer Schere zerkleinert und bei 450° C in einer luftdichten Trommel verschwelt. Gase und feste Bestandteile werden bei 1300° C verbrannt, es entsteht ein glasartiges Granulat für den Straßenbau. Nur 0,3 % des Ausgangsvolumens muß deponiert werden.

Die beiden letzten Verfahren sind nur in Pilotanlagen erprobt worden, ein kommerzieller Dauerbetrieb steht noch aus.

Auch das Konzept der Kreislaufwirtschaft kommt nicht ohne Deponien aus, auf denen Reststoffe gelagert werden. Die bisherigen Deponien konnten als Bio-Reaktor bezeichnet werden, da sie hohe Anteile organischer Abfälle enthielten, die sich biologisch umsetzten. Die Technischen Anleitungen Sonderabfall (1991) und Siedlungsabfall (1993) schreiben dagegen Inertstoffdeponien vor, in denen aufgrund der geringen Kohlenstoffmenge (< 5 Masse-%) keine biologischen Umsetzungen ablaufen können. Die niedrigen Kohlenstoffwerte lassen sich derzeit nur durch eine thermische Behandlung erreichen.

Um Emissionen der Deponien zu verhindern, befolgt man das Prinzip des Multi-barrierenkonzeptes.

- Die *erste Barriere* bildet der Abfall und seine Zusammensetzung.
- Die *zweite Barriere* besteht aus Oberflächenabdichtung und Basisabdichtung, die Auswaschungen reduzieren und kontrollierbar machen.
- Die *dritte Barriere* ist die geologische und hydrogeologische Situation des Deponiestandortes.

Auch bei Deponien kommt es zu bedenklichen Praktiken, etwa wenn die Ruhrkohle AG Filterstäube in ausgekohlten Stollen ablagert, um diese damit zu verfüllen und Bergsenkungen vorzubeugen. Man fragt sich, weshalb sie dazu nicht das Bergematerial verwendet, das sie zuvor mit der Kohle aus den Stollen gefördert hat und das dort kein Fremdkörper ist. Die Antwort ist einfach: Für die Verfüllung mit Filterstäuben - die durch den Verwendungszweck zu einem Wertstoff

geworden sind - wird gut bezahlt, während der Rücktransport des tauben Gesteins aus eigener Tasche zu bezahlen wäre. Statt dessen schüttet die RAG lieber übertage hohe Bergehalden auf, die große Flächen bedecken und die Landschaft nachhaltig verändern.

3.8. Das integrierte Entsorgungssystem einer Kommune

Die Abfallentsorgung, d. h. die Verwertung und Beseitigung von Abfällen, setzt eine entsprechende Infrastruktur auf lokaler und regionaler Ebene voraus. Sie beginnt mit der Möglichkeit zur Abfalltrennung bereits in der Wohnung, setzt sich fort mit der Art und der Komfortabilität des Wertstofffassungssystems, mit der Häufigkeit der Schadstoffsammlung oder der Erreichbarkeit von Recyclinghöfen bzw. speziellen Recyclinganlagen und endet schließlich bei den Standorten für die Behandlung und Endlagerung.

Wichtige Einflußfaktoren für die Ausgestaltung einer solchen Entsorgungsinfrastuktur sind Haushalts- und Wohnungsgröße, da Platzmangel eine frühzeitige Trennung bereits am Entstehungsort des Abfalls erschwert, wenn nicht gar verhindert. Auch die Wohnform hat ähnliche Konsequenzen. In Ein- und Zweifamilienhäusern bestehen weitaus mehr Möglichkeiten zur getrennten Zwischenlagerung als in Mehrfamilien- oder Hochhäusern, in denen zudem eine soziale Kontrolle vielfach nicht besteht und gesellschaftliche Wünsche entsprechend leicht mißachtet werden. Die Nutzerfreundlichkeit des Erfassungs- und Sammelsystems, ob es sich um ein Hol- oder ein Bringsystem handelt, ob die Standplätze verschmutzt und die Behälter überfüllt oder aber jeweils rechtzeitig geleert sind, fördert oder bremst die Teilnahme der Bewohner. Der Gebührenmaßstab kann nur dann wirken, wenn der Einzelne für seinen Einsatz individuell belohnt wird und nicht seine zusätzliche Mühe von der Nachlässigkeit anderer „ausgeglichen“ wird. Schließlich gilt zu beachten, welche anderen speziellen Entsorgungswege bestehen bzw. eingerichtet werden können. So werden gebrauchte Kleider außer von karitativen Organisationen inzwischen auch von gewerblichen Unternehmen gesammelt, bisweilen im Abstand nur weniger Wochen. Bei anderen Gütern wie Möbeln oder etwa Autos wird es nur regionale Entsorgungszentren geben. Alle zusammen ergeben ein integriertes Abfallentsorgungskonzept, jeweils für eine kreisfreie Stadt, einen Kreis oder einen Entsorgungsverbund. [...]

Anlagen für die Abfallbehandlung und -entsorgung werden dabei in zunehmendem Maße zusammengefaßt, um Transporte zwischen ihnen zu reduzieren. Als Beispiel sei hier das Abfallentsorgungszentrum Asdonkshof in Kamp-Lintfort am Niederrhein genannt, in dem der Landkreis Wesel mehrere Behandlungsstränge

und die Endlagerung konzentriert: Kompostwerk, Baumischabfallsortierung, Müllverbrennung, Schlacke- und Filterascheaufbereitung und die Reststoffdeponie. Eine zu starke Zentralisierung führt allerdings zu langen Anfahrtsstrecken der Sammelfahrzeuge und häufig zu zwischengeschalteten Umladestationen. Kompostierungsanlagen sollten besser dezentral angeordnet werden, da die Reststoffe weniger als 10 Gewichtsprozent ausmachen. Der Transport der Reststoffe zu den Restmüllbehandlungsanlagen müßte ein geringeres Aufkommen bewältigen als der gesamte Biomüll. [...]

Literaturverzeichnis

- BACCINI, P. / BRUNNER, P. (1991): Metabolism of the Anthroposphere. - Berlin / Heidelberg / New York.
- BACCINI, P. & al. (1985): Von der Entsorgung zum Stoffhaushalt. Die Steuerung anthropogener Stoffflüsse als interdisziplinäre Aufgabe. - In: Müll und Abfall 18, Heft 4, S. 99 - 108.
- BILITEWSKI, B. / HÄRDLE, G. / MAREK, K. (1994): Abfallwirtschaft. Eine Einführung. - 2. Aufl., Berlin / Heidelberg.
- BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT (Hrsg., 1988): Was Sie schon immer über Abfall und Umwelt wissen wollten. - Stuttgart / Berlin / Köln / Mainz.
- CORD-LANDWEHR, K. (1994): Einführung in die Abfallwirtschaft. - Stuttgart.
- DER RAT DER SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN (1991): Abfallwirtschaft-Sondergutachten 1990. - Stuttgart.
- DOEDENS, H. (1993): Abfallwirtschaft. - In: Praxis Geographie 23, Heft 5, S. 4 - 9.
- ENQUETE-KOMMISSION „SCHUTZ DES MENSCHEN UND DER UMWELT“ (1994): Die Industriegesellschaft gestalten - Perspektiven für einen nachhaltigen Umgang mit Stoff- und Materialströmen. - Bonn.
- FABER, M. / STEPHAN, G. / MICHAELIS, P. (1989): Umdenken in der Abfallwirtschaft: Verwerten, Vermeiden, Beseitigen. - 2. Aufl., Heidelberg.
- GALLENKEMPER, B. / DOEDENS, H. / STEGMANN, R. (Hrsg., 1993): Vermeidung und Verwertung in Betrieb und Kommune. - Münster.
- GEBERS, B. / FÜHR, M. / WOLLNY, V. (1993): Ökologische Stoffwirtschaft. Grundanforderungen an eine Stoffflußregulierung. - Darmstadt.
- Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz -

- KrW-/AbfG) - 1994. - In: Bundesgesetzblatt, Jahrgang 1994, Teil I, S. 2705 - 2728.
- HAAS, H. D. (1989): Abfallentsorgung eines Großstadtraumes. Das Beispiel München. - In: Berichte zur deutschen Landeskunde, Bd. 61/2, S. 513 - 542.
- HAAS, H. D. / SIEBERT, S. (1993): Aktuelle Probleme der Abfallwirtschaft aus geographischer Sicht - dargestellt an Beispielen aus Bayern. - In: Geographie und Schule 15, Heft 83, S. 2 - 8.
- HENSELDER-LUDWIG, R. (Bearb. 1993): TA Siedlungsabfall. Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen. - Köln.
- KETELSEN, K. (1993): Grundlagen für integrierte Abfallwirtschaftskonzepte und abfallwirtschaftliche Planungen. - Hannover.
- KOCH, T. / SEEBERG, J. / PETRIK, H. (1992): Ökologische Müllverwertung. Handbuch für optimale Abfallkonzepte. - 4. Aufl., Karlsruhe.
- MEADOWS, D. / RANDERS, J. (1992): Die neuen Grenzen des Wachstums. - Stuttgart.
- REIMANN, D. O. (1991): Einfluß der stofflichen Verwertung auf das integrierte Abfallwirtschaftskonzept. - In: Müll und Abfall 23, Heft 2, S. 76 - 82.
- RUNGE, M. (1994): Milliardengeschäft Müll. Vom Grünen Punkt bis zur Müllschieberei. Argumente und Strategien für eine andere Abfallpolitik. - München.
- UMWELTBUNDESAMT (Hrsg.): Daten zur Umwelt 199/9. Berlin.
- VOLKMANN, H. (1993): Die Abfallwirtschaft im polyzentrischen Verdichtungsraum Ruhrgebiet. - In: Berichte zur deutschen Landeskunde, Bd. 67/2, S. 411 - 430.
- WOLLNY, V. (Hrsg., 1992): Abschied vom Müll. - Göttingen.