

Kritische Analyse der Abfallverwertung

von Dr. Norbert Kopytziok

Auszug aus: Kopytziok, Norbert: **Sachgebiet Abfall: Vermeidung ökologischer Belastungen. Die ökologische Wirksamkeit der Vermeidung und Verwertung von Siedlungsabfällen.** Rhombos-Verlag, Berlin 1995; 2. Auflage Berlin 2001

Mit der Einführung des Dualen Systems Deutschland (DSD) im Jahr 1991 hat die Abfallverwertung die größte Bevölkerungsbeteiligung an einer abfallwirtschaftlichen Maßnahme zum Schutz der Umwelt erreicht. Der Sammeleifer erleidet auch durch die häufigen, kritischen Medienberichte kaum einen Einbruch. Dies kann als ein Zeichen dafür gesehen werden, dass die Bevölkerung hochmotiviert ist, bei Umweltschutzmaßnahmen mitzuwirken. Doch was ist, wenn die geäußerten Bedenken berechtigt sind? Wenn die Abfallverwertung nicht zu einer Umweltentlastung führt, oder wenn sie sogar einer Verschlechterung der Umweltsituation Vorschub leistet? Es ist davon auszugehen, dass in einem solchen Fall ein langfristiger Einbruch des Verbraucherverhaltens, Misstrauen und Demotivation entstehen würden.

Sollte sich herausstellen, dass die Abfallverwertung zu einer ökologischen Fehlentwicklung beiträgt, würde das auch wirtschaftliche Folgen haben: Das in die Verwertungstechnologie investierte Kapital würde sich schlechter amortisieren, die aktuellen Bemühungen der Bundesregierung und zahlreicher Wirtschaftskonzerne um eine internationale Vorreiterrolle auf dem Gebiet des Umweltschutzes würden erschwert und die erwarteten Akquisitionseffekte reduziert.

Im Folgenden wird untersucht, inwieweit die stoffliche Verwertung von Papier-, Glas-, Metall- und Kunststoffabfällen aus dem Siedlungsabfallbereich zu einer Zu- oder Abnahme von Umweltbelastungen führen konnte, beziehungsweise künftig führen kann.

1 KURZBESCHREIBUNG DER VERWERTUNGSVERFAHREN

Bevor die Abfallverwertung einer ökologischen Bewertung unterzogen wird, werden im folgenden Sammlung und Transport sowie die jeweiligen Verfahren der stofflichen Verwertung kurz skizziert. Angesichts dessen, dass in der Praxis die Abfallverwertung in sehr vielen unterschiedlichen Variationen durchgeführt wird, und darüber hinaus die Verwertungsverfahren derzeit einer ständigen Weiterentwicklung unterliegen, ist eine vollständige Verfahrensbeschreibung nicht möglich¹. Hier werden deshalb nur die Grundtypen der Verwertungsverfahren aufgeführt, die für ein ökologisch sinnvolles Recycling in Frage kommen.

1.1 Sammlung und Transport

Der stofflichen Verwertung trockener Siedlungsabfälle geht eine getrennte Sammlung der Abfälle am Entstehungsort voraus. Hierbei werden verwertbare Abfälle von nicht zu verwertenden Abfällen getrennt gehalten. Z.T. werden auch die zu verwertenden Abfälle nach Stoffgruppen (Papier, Glas, Kunststoffen, Metallen) vorsortiert. Diese vorsortierten Wertstoffe werden geringfügig verpresst und nach dem Bringsystem (Sammelplätze) oder Holsystem (haushaltsnahe Wertstoffsammlung) von der Kommune oder einem privatwirtschaftlichen Unternehmen zum regionalen Altstoffhändler transportiert.

¹ Eine ausführlichere Beschreibung der meisten Verfahren findet sich bei Tiltmann, Karl O.: Recycling betrieblicher Abfälle. Sammelwerk, Kissing seit 1990

Beim Altstoffhändler werden die Wertstoffe manuell und/oder mechanisch erneut sortiert und nach der Entnahme von Störstoffen anschließend verdichtet. Üblich sind der Einsatz von Siebungen, Zerkleinerung (Shredder), Handsortierung, Sortierteller und -bänder sowie Magnetabscheider und Ballenpressen. In der Entwicklung sind thermo-optische Inspektoren, Infrarot- und Massenspektroskopie sowie die Röntgenfluoreszenzanalyse. Derzeit liegen die Sortierverluste bei der Sortierung von Monokomponenten (nach Stoffgruppen erfasste Abfälle) bei 5 - 10 Gewichtsprozent, bei Mehrstoffsammlungen zwischen 20 und 30 Gewichtsprozent. Bei DSD-Sortieranlagen werden bis zu 50 Gewichtsprozent Sortierverluste genannt, wobei 70 bis 80 Prozent davon nicht sortierte Wertstoffe sind [DOEDENS 1993].

Die nicht vom DSD, sondern von Entsorgungsunternehmen erfassten Wertstoffe werden an die verarbeitende Industrie verkauft. Dies hat häufig einen überregionalen Transport über eine Distanz von z.T. mehreren hundert Kilometern zur Folge.

1.2 Altpapierverwertung

Die zu Ballen gepressten Altpapiere werden in Wasser bei 40 - 60 °C aufgelöst und in einem Pulper unter Zusatz von Desinfektionsmitteln zerkleinert. Aus dem entstandenen Brei werden Verunreinigungen (Büroklammern, Buchrücken, Folien) mechanisch entfernt. Anschließend wird i.d.R. mithilfe des Deinkingverfahrens die Druckerfarbe abgezogen. Hierzu werden dem Brei Natronlauge, Seife, nichtionische Tenside und Wasserstoffperoxid beigelegt [KLAPP 1994]. Anschließend wird in den Brei Luft geblasen, wodurch Bläschen an die Oberfläche steigen, an denen die Farbpigmente haften. Der aufliegende Schlamm wird abgezogen und entsorgt. Je nach dem gewünschten Weißheitsgrad des herzustellenden Papiers, wird der Deinkingvorgang zwei bis achtmal wiederholt².

Vor der Fertigung der Papierbahnen wird dem Altpapierbrei noch Leim zur besseren Haftung und ggf. Farbstoff beigelegt. Die weitere Verarbeitung erfolgt wie bei der Herstellung von Primärpapier: Der Faserbrei wird gleichmäßig auf einem Wasserfall-Förderband verteilt und anschließend über Trocknungswalzen geführt.

Produkte: Recyclingpapier, Primärpapier mit Altpapier, Kartonage

1.3 Verwertung von Verbundmaterialien

a) Erzeugung von Pressplatten durch Verschmelzen

Hierbei werden die Verbundverpackungen zerschnitten. Unter Druck und einer Temperatur von 130 °C schmilzt das PE und wirkt als Klebemittel³.

Produkt: Pressplatten

b) Trennung der Stoffgruppen

In einem Wasch-Schneide-Vorgang werden zunächst die Papier- und Pappefasern abgetrennt. Anschließend wird die Restfraktion, bestehend aus PE, Farbstoff und Aluminium unter Zugabe von Lösemitteln auf 140 °C erhitzt. In einer Zentrifuge werden dann die verschiedenen Fraktionen ausgefiltert. (RWE-Pilotanlage in Wesseling bei Köln)

² Zur Herstellung des Umweltschutzpapiers wird keine Entfärbung vorgenommen. Allerdings wird dabei auch kein Altpapier aus privaten Haushalten eingesetzt, um die Farbqualitäten des Umweltschutzpapiers nicht zu sehr schwanken zu lassen.

³ Dieses Verfahren kann bisher nur für unverschmutzte Industrie- und Gewerbeabfälle eingesetzt werden.

Produkt: minderwertiger Sekundärrohstoff für die Primärherstellung

1.4 Altglasverwertung

Die gesammelte Glasmenge wird zunächst grob geshreddert und zur manuellen Entnahme von Porzellan, Ton und Keramikteilen auf einem Förderband transportiert. Anschließend erfolgen ein weiterer Shreddervorgang, eine Siebung und eine Sortierung mittels Windsichter. Hierbei werden Metalle, Kunststoffe und Papier ausgeblasen. Die an Flaschen und Gläsern klebenden Aluminium- und Papieretiketten müssen abgewaschen werden. Hierzu ist eine 2%ige Natronlauge nötig, die auf eine Temperatur von 70 bis 85 °C erhitzt wird [TUMINSKI 1985]. Moderne Aufbereitungsanlagen verfügen darüber hinaus noch über eine elektrooptische Farbsortierung.

Die Altglasscherben werden i.d.R. zusammen mit Rohstoffen, die für die Primärherstellung benötigt werden (Sand, Soda, Kalk), 12 bis 30 Stunden bei einer Temperatur von etwa 1200 °C geschmolzen⁴.

Produkte: Flaschen und Gläser

1.5 Verwertung von Mischkunststoffen

a) Einschmelzverfahren

Die Mischkunststoffabfälle, die i.d.R. zu 2/3 aus Polyolefinen (PE, PP) bestehen, werden nach einer manuellen Grobsortierung ungereinigt bei ca. 200 °C geschmolzen und zu dickwandigen Produkten geformt.

Produkte: Bodenplatten, Werkzeugkisten, Parkbänke u.a.

b) Regranulierung

Die Post consumer-Kunststoffabfälle werden gereinigt und sortiert, bevor sie in der kunststoffverarbeitenden Industrie einsetzbar sind.

Hierzu gibt es das Schwimm-Sink-Verfahren, bei dem die zerkleinerten Abfälle gewaschen und in einer Flotation in leichte (PE, PP) und in schwere (PS, PET, PVC) Kunststofffraktionen getrennt werden. Die leichte Kunststofffraktion wird anschließend im Hydrozyklon-Verfahren weiter nach dem spezifischen Gewicht getrennt, sodass eine Polyethylen-Reinheit von bis zu 98 Prozent erreicht wird. Das getrocknete, rieselfähige Agglomerat wird in der kunststoffverarbeitenden Industrie den Gieß- oder Reaktionsharzen beigemischt und zu neuen Produkten verarbeitet.

Die schweren Kunststoffabfälle werden i.d.R. nicht weiter sortiert, sondern als Abfall entsorgt.

Produkte: Folien, Formartikel

1.6 Weißblechverwertung

Die Weißblechabfälle werden von Lebensmittelresten und Etiketten befreit. Anschließend wird das Weißblech in einer etwa 80 °C heißen, 10-prozentigen Natronlauge elektrolytisch entzinkt. Das Zinn setzt sich dabei an den Kathoden ab. Für diesen Vorgang werden 5 - 15 kg NaOH pro Tonne Weißblech, Energie zum Aufheizen der Natronlauge sowie 8 - 30 kWh Strom pro gewonnenes Kilogramm Zinn für die Elektrolyse benötigt. Darüber hinaus wird der Lauge 0,5 Liter Polyether als Entlackungsmittel pro Tonne Weißblech beigesetzt, um die an vielen Dosen vorhandene Lackschicht zu lösen. Auf diese Weise lassen sich zwischen 1,5 - 3 kg Zinn pro

⁴ Wenn Primärglas aus Sand, Soda und Kalk hergestellt wird, beträgt die Schmelztemperatur über 1500 °C.

Tonne Weißblech zurückgewinnen⁵. Sowohl das Zinn, als auch der Stahl werden der Primärproduktion als Sekundärrohstoffe zugeführt.

Produkte: Maschinenteile, Gebrauchsgegenstände, Bleche

1.7 Verwertung von Aluminiumabfällen

Dem Aluminiumabfall werden zunächst manuell oder maschinell Fremdstoffe, vor allem eisenhaltige Produkte entzogen. Anschließend wird der Aluminium-Schrott geshreddert und gereinigt.

Im Umschmelzwerk wird das Aluminium in einem Drehtrommelofen unter einer flüssigen Salzdecke geschmolzen. Dabei werden 350 kg Industriesalze (NaCl, KCl) pro Tonne Aluschrott auf 670 °C erhitzt, sodass das Salz flüssig ist. Dem Salzbad werden in der Regel zur Reinhaltung Hexachlorethan und Chlorgas beigemischt [ÖKO-INSTITUT 1990] sowie in geringen Mengen Legierungszusätze wie Silizium, Kupfer, Mangan, Magnesium. Verunreinigungen binden sich in der obenauf schwimmenden Krätze. Das Sekundärprodukt hat einen Aluminium-Gehalt von bis zu 98 Prozent.

*Produkte: Maschinenteile, Gebrauchsgegenstände
(keine Lebensmittelverpackungen)*

2 UMWELTAUSWIRKUNGEN DER ABFALLVERWERTUNG

Die Einschätzung über die mit der Abfallverwertung verbundenen Umweltauswirkungen sollte von Experten in einem interaktiven Prozess erfolgen. Anhand ökologischer Kriterien sollten die zuvor beschriebenen Verfahren der stofflichen Verwertung gemeinsam bewertet werden. Im Mittelpunkt des Interesses stand hierbei die Auseinandersetzung mit ökologisch relevanten Aspekten, die unterschiedlich stark bewertet würden. Aus diesem Grund wurden für die Expertenrunde Fachleute geladen, die verschiedenen gesellschaftlichen Institutionen angehören. Mit Ausnahme der Vertreterin einer Verbraucherzentrale, die aus gesundheitlichen Gründen kurzfristig absagen musste, waren alle Wunschpersonen anwesend. Sie repräsentierten folgende Institutionen:

- Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland, Bonn
- Bürgerinitiative "Das Bessere Müllkonzept", Zorneding
- Industrie- und Handelskammer, Kassel
- Landkreistag Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
- Öko-Institut, Darmstadt
- Umweltbundesamt, Berlin
- Vereinigung für Wertstoffrecycling, Köln

Im Vorfeld der Expertenrunde erstellten die Fachleute Positionspapiere, die zwei Wochen vor Beginn der Veranstaltung allen Teilnehmer/innen zusammen mit den Ergebnissen der Literaturanalyse zu den Umweltbelastungen durch die Abfallverwertung sowie einem Vorschlag zur gemeinsamen Vorgehensweise (analog dem Ablaufmodell in Kapitel 2.3.2) zugänglich gemacht wurden. Mit der Leitung des Expertengesprächs wurde eine ausgebildete Moderatorin betraut.

⁵ Weißblechabfälle, die mit Aluminium vermischt sind, können derzeit nicht entzinkt werden.

Trotz allgemeiner Bereitwilligkeit, sich fachlich in dem Kreis unterschiedlicher Experten auseinanderzusetzen, gelang es nicht, gemeinsam eine ökologische Bewertung der Abfallverwertung vorzunehmen. Die Klärung dessen, was wie zu bewerten ist, bot soviel Diskussionsstoff, dass das ursprüngliche Ziel nicht erreicht wurde. Es gelang aber, sich über eine Vorgehensweise bei der Bewertung zu einigen. Nachfolgend werden die Hauptaspekte, die in den Positionspapieren aufgeführten Grundlagen einer ökologischen Bewertung der Abfallverwertung sowie die während des Expertengesprächs entwickelte Bewertungsmethodik dargestellt. Unter Anwendung dieser Methodik bewerte ich im Anschluss daran die zentralen Verfahren der Abfallverwertung.

2.1 Die Problemfelder der Abfallverwertung

Zunächst wird der Kontext der Problematik durch die wesentlichen Aspekte dargelegt, die die Experten in ihren Positionspapieren benannten:

Für die Abfallverwertung sind, wie bei der Ersterstellung von Produkten, Verarbeitungsschritte vonnöten, die mit einem Stoff- und Energieaufwand verbunden sind. Die Vertreterin vom "Besseren Müllkonzept" fordert daher überprüfbare ökologische Kriterien, mit deren Hilfe die "Sammelerei um jeden Preis" durch ein zielführendes Sammelsystem abgelöst und eine Entlastung der Verbraucher erreicht werden sollen.

Die verwertungsbedingten Umweltbelastungen beginnen bei der Reinigung der Abfälle im Privathaushalt oder dem Gewerbe und summieren sich durch die Bereitstellung der Behältersysteme, dem Abtransport, der Aufbereitung durch Sortieren, Shreddern und Reinigung sowie durch die industrielle Verarbeitung. Der Sachgebietsleiter vom Umweltbundesamt verweist darauf, dass durch eine Optimierung der Produktgestaltung und der Getrennthaltung am Entstehungsort Sortieranlagen überflüssig gemacht werden können, was sowohl ökologisch als auch ökonomisch sinnvoll wäre. Als Beispiele ökologischer Probleme durch die Verarbeitung von Sekundärrohstoffen führt der Experte vom Öko-Institut Darmstadt die Umweltbelastungen an, die durch den PVC-Anteil in Kunststoffabfällen entstehen, und die Schlackeabfälle der Aluminiumverwertung. Aber auch die Papierverwertung erzeugt schadstoffbelastete Klärschlämme und die Glasverwertung benötigt eine hohe Farbsortierung der Scherben⁶.

Bei einigen Verwertungsmaßnahmen drängt sich der Verdacht auf, dass die verwertungsbedingten Umweltbelastungen höher einzustufen seien, als die der Primärherstellung. So sind beispielsweise die Weißblechabfälle so stark mit Störstoffen belastet, dass die für ein Recycling im Sinne einer stofflichen Kreislaufführung notwendigen Trenn- und Reinigungsprozesse aufwendiger sind als die Bereitstellung des Rohstoffes. Ähnlich problematisch gestaltet sich bisher die stoffliche Verwertung von gemischten Kunststoffabfällen [HUBER ET AL. 1993]. Der Rechtswissenschaftler vom Landkreistag Nordrhein-Westfalen plädiert deshalb dafür, dass die gesetzlichen Regelungen der Abfallverwertung um eine Ökologieklausel ergänzt werden sollten, damit sichergestellt ist, dass nur solche Verwertungsverfahren gewählt werden, die tatsächlich ökologische Vorteile bringen.

Obwohl nach Ansicht des Umweltbeauftragten der IHK-Kassel, die Verfahren der stofflichen Verwertung in den vergangenen Jahren perfektioniert wurden, stellt sich die Frage, ob Recycling grundsätzlich der richtige Weg ist, um eine Umweltentlastung erreichen zu können. Der Müllexperte vom B.U.N.D. schlüsselt dazu die unterschiedlichen Motive auf, die ein Verwertungsarrangement begründen: Abhängig davon, ob Entsorgungsengpässe, Rohstoffknappheit oder eine nachhaltige Produktpolitik im Vordergrund der Problemdarstellung steht, gestaltet sich die Verwertungsstrategie unterschiedlich. So lässt sich seiner Meinung

⁶ Eine ausführlichere Zusammenstellung der Umweltbelastungen durch die Abfallverwertung erfolgte in der Literaturrecherche (Kopytziok 4/1992).

nach das Glasrecycling zwar unter Entsorgungsgesichtspunkten rechtfertigen, nicht jedoch unter einer ganzheitlichen Betrachtung der Umweltbelastungen.

Einen weiteren, wirtschaftspolitischen Aspekt bringt der Leiter der Abteilung Verpackungsverwertung bei der Vereinigung für Wertstoffrecycling ein. Er sieht die ökologische Ausgewogenheit durch die Kanalisierung der Sekundärrohstoffe in übergeordneten Entsorgungsunternehmen gefährdet. Die führenden Entsorgungsunternehmen gehören mehrheitlich zu den Energieversorgungsunternehmen, welche aus unternehmenspolitischen Gründen die Müllverbrennung und die rohstoffliche Verwertung finanziell stützen, sodass die stoffliche Verwertung wirtschaftlich geschwächt wird. Dies führe längerfristig zu einer unbefriedigenden Schonung natürlicher Ressourcen.

Die Frage, ob natürliche Ressourcen überhaupt mithilfe der Abfallverwertung geschont werden können oder lediglich eine Schwächung der Steigerung des Rohstoffverbrauchs erzielt wird, beantwortet der Blick auf die Entwicklung der bei der Produktion eingesetzten Rohstoffmengen. Danach stieg beispielsweise der Einsatz von Altpapier in den alten Bundesländern von 1980 bis 1990 von 3,1 auf 5,9 Mio. Tonnen an. Dennoch reduzierte sich nicht der Verbrauch des Primärrohstoffes Zellstoff. Vielmehr stieg auch dieser von 2,9 (1980) auf 3,9 Mio. Tonnen im Jahr 1990 an. Die durch die Papier- und Pappeproduktion erzeugte Umweltbelastung ist in dem genannten Zeitraum gestiegen, obwohl sich der Altpapiereinsatz verdoppelte und von 50 auf 60 Prozent der Einsatzmenge ansteigen konnte.

2.2 Die Bewertungsmethodik

Auf der Expertenrunde bestand Einvernehmen darüber, dass eine abschließende Bewertung, analog einer ökobilanzierenden Untersuchung, wie sie vom Darmstädter Öko-Institut vorgeschlagen wurde [ÖKO-INSTITUT 1993], nicht vorgenommen werden kann. Die darin aufgeführte, differenzierte Ermittlung und Bewertung der verschiedenen ökologischen Belastungsparameter können nicht aus dem Stehgreif erfolgen. Zum einen sind die Abfallfraktionen und Verwertungsverfahren sehr variabel, zum anderen fehlen das nötige Datenmaterial und die Kenntnisse über ökotoxikologische Langzeitwirkungen.

Dennoch bestand ganz allgemein die Bereitschaft, die eigenen Einschätzungen zur Diskussion zu stellen. Im Rating-Verfahren wurden ökologische Hauptproblemfelder und Ansprüche benannt, wie im Rahmen der gemeinsamen Diskussion mit den Problemfeldern umzugehen sei. Es wurde herausgestellt, dass keine reine "Elfenbeinturm-Betrachtung" angestellt, und dass die Auseinandersetzung nicht von Verbandsinteressen dominiert werden soll. Vielmehr sollte eine realitätsnahe Sichtweise bezogen werden, ohne sich jedoch auf technische Daten zu beschränken. Insbesondere bei der direkten Bewertung eines ökologisch relevanten Zustands spielen neben quantitativen Stoffgrößen auch die gesellschaftspolitischen Auswirkungen eine Rolle. Das sei auch der Grund dafür, weshalb ein Problemfeld nicht gegen ein anderes aufgewogen werden kann.

Um das Bewertungsziel - die Einschätzung, inwieweit mithilfe der Abfallverwertung die produktionsbedingten Umweltbelastungen reduziert werden - zu erreichen, können unterschiedliche Vergleiche vorgenommen werden. Infrage kommen eine Gegenüberstellung der Abfallverwertung mit der Primärproduktion, mit alternativen Handlungsoptionen wie der Abfallvermeidung oder auch ein Vorher-/Nachher-Vergleich. Bei dem nahe liegenden Vergleich mit der Primärproduktion können jedoch nur Verfahren beurteilt werden, mit denen vergleichbare Produkte hergestellt werden. Tolerierbar ist beispielsweise der Qualitätsunterschied zwischen grafischen Schreibpapieren aus Primärrohstoffen und solchen, die aus Altpapieren hergestellt wurden. Als Grenzfall kann die Verarbeitung von Haushalts-Altpapieren angesehen werden, die aufgrund ihrer hohen Inhomogenität und einer starken Verunreinigung nur bedingt als Rohstoff für grafische Papiere dienen können. Dagegen ist ein Vergleich der Herstellungsverfahren von beispielsweise Kunststoff-Formartikeln mit der

Produktion von Parkbänken aus Misch-Kunststoffabfällen unzulässig, da es sich dabei um qualitativ erheblich unterschiedliche Produkte handelt.

Werden vergleichbare Prozesse bewertet, wie zum Beispiel bei der Behälterglasproduktion, so sind im Vorfeld die Systemgrenzen festzulegen. Im Laufe der Auseinandersetzung kristallisierte sich ein 3-Stufen-Modell für die Systemgrenzen heraus. Als erste Stufe zählt der reine Vergleich der Fertigungsprozesse, in denen der verarbeitungsfähige Primär- bzw. Sekundärrohstoff zu einem handelsüblichen Produkt verarbeitet wird. Die ökologische Bewertung bezieht sich dabei auf die Umweltbelastungen, die bei der Herstellung einer gleichen Menge gleichwertiger Produkte entstehen. In der zweiten Bewertungsstufe werden die Vor- und Nachteile wie Rohstoffan- und -abbau, Halb- und Hilfsstofffabrikation, der Transport sowie die Abfallbeseitigung mit einbezogen. Bei der Bewertung der Sekundärproduktion wird dann die Erfassung, Sortierung, Aufbereitung, der Transport und die Entsorgung mit berücksichtigt. Strittig war die Frage, ob dem Primärverfahren auch die Entsorgungsbelastungen anzurechnen sind, obwohl die Produkte nicht entsorgt, sondern verwertet werden sollen. Lösbar ist dieser Aspekt mit einer realistischen Aufteilung, indem die Entsorgungsbelastungen nur zu dem Anteil berücksichtigt werden, der erfahrungsgemäß entsorgt wird. Dieser Logik folgend, lässt sich der Verwertung dann keine Gutschrift für nicht beseitigte Abfälle zuschreiben, was allerdings argumentativ vielfach gemacht wird.

Die dritte Bewertungsstufe berücksichtigt zusätzlich qualitativ und quantitativ relevante Entwicklungen. Im Laufe einer zu bestimmenden Zeitspanne können sich sowohl die zu bewertenden Produktionsverfahren und -bedingungen, als auch die produzierten Mengen verändern. Um die damit verbundene Veränderung der Umweltbelastungen zu ermitteln, sind darüber hinaus die Materialsubstitutionen wie auch die Bevölkerungsentwicklung zu berücksichtigen. Erst dann lässt sich feststellen, ob in einem bestimmten Zeitraum die Umweltbelastungen zu- oder abgenommen haben.

Nach der Festlegung der Systemgrenzen, die entscheidenden Einfluss auf das spätere Ergebnis hat, müssen die zu bewertenden Prozesse genau benannt werden. Es ist nachvollziehbar, dass ein real angewendetes, nicht dem Stand der Technik entsprechendes Verfahren andere Umweltbelastungen erzeugt, als ein anzustrebendes, oder sich im Pilotstadium befindliches Verfahren. Die Mehrheit der anwesenden Experten befürwortete die Bewertung des Status quo, um keine falschen Illusionen zu nähren. Dennoch ist es zulässig, aktuelle Verbesserungen mit in die Bewertung aufzunehmen.

Als besonders schwierig gestaltete sich die auf die Bewertung aufbauende Einschätzung der ökologischen Auswirkungen konkreter Verfahrensabläufe. Neben den geläufigen Kriterien wie Wasser-, Boden- und Luftbelastung wurde die Klimarelevanz herausgestellt. Während für das Beispiel Papier bei allen anderen ökologischen Kriterien Konsens darüber bestand, dass die Primärherstellung gegenüber der Verwertung belastender ist - das ist auch das in der Ökobilanz-Studie festgehaltene Ergebnis - [BUWAL 1991], wurde diskutiert, ob die Klimarelevanz der Verwertung höher sein könnte. Das wurde damit begründet, dass der in der Biomasse "Holz" gebundene Kohlenstoff dem natürlichen Kreislauf entzogen wird. Dadurch, dass das Holz nicht verrottet, wird der Atmosphäre weniger Kohlendioxid zurückgegeben, was

dem Treibhauseffekt entgegenwirkt. Dies müsste der Holzverarbeitung als Vorleistung angerechnet werden, nicht jedoch der Papierverwertung⁷.

⁷ Dieser Aspekt wurde während der Expertenrunde nicht abschließend behandelt. M.E. ist zu berücksichtigen, daß die gefällten Bäume noch nicht die Grenze ihres natürlichen Wachstums erreicht haben. Die Rodung verhindert damit das weitere Binden von Kohlenstoff. Diese Nichtbindung von Kohlenstoff läßt sich nur teilweise durch Neupflanzungen aufrechnen, da größere Bäume relativ mehr Kohlenstoff binden als kleine. Auch ist zu bedenken, daß mehr als die Hälfte der gerodeten Bäume verrottet. Sowohl Äste und Rinde (bis zu 20 Gew.%), als auch die bei der Zellstoffproduktion übrigbleibenden Holzfasern setzen CO₂ frei. Und schließlich stellt die Nutzung der Biomasse als Papier nur eine zeitliche Verzögerung der CO₂-Abgabe dar. Diese zeitliche Verzögerung kann durchaus kürzer sein, als wenn die Bäume auf natürlichem Wege ihr Wachstum beenden würden.

Als weitere ökologische Kriterien wurden der Rohstoff-, Energie- und Landschaftsverbrauch, der Einfluss auf Flora und Fauna sowie das Risiko durch Störfälle und Krankheitsbildung aufgeführt. Dabei ist in Frage gestellt worden, inwieweit der Rohstoffverbrauch eine Umweltbelastung darstellt. Durch die Verarbeitung verändert der Rohstoff seinen Zustand, wobei nicht der Rohstoff, sondern der Veränderungsprozess ökologische Probleme bewirkt, die dann aber schon in einem der anderen Kriterien erfasst wurden. Es besteht daher die Gefahr einer Doppelbewertung.

Die sich der Kriterienbildung anschließende Gewichtung von Problemfeldern ist direkt von der Kompetenz der bewertenden Personen abhängig. Nicht nur das Wissen über eine emittierte Schadstoffmenge, sondern vor allem die individuelle Sichtweise über die spezifischen Auswirkungen einer Belastungsquelle in Relation zu einer anderen und die stark auf Spekulationen beruhenden Kombinationswirkungen (wie z.B. die Energieerzeugung und der Waldbestand das Klima beeinflussen), lassen nur ein subjektiv geprägtes Ergebnis zu.

Die auf diese Weise erzielten Ergebnisse lassen sich nicht in ein numerisch verarbeitbares Zahlengerüst umwandeln, mit dessen Hilfe mehr oder weniger Belastungspunkte vergeben werden könnten. Es ist daher nicht möglich, Aussagen über die Größenordnung der Belastung eines Stoffstromes zu machen. Man kann nur von höheren oder niedrigeren Belastungen der einzelnen, in Kriterien festgehaltenen Untersuchungsfelder sprechen. Ein Verfahren, das im Vergleich zu einem anderen Verfahren bei allen Kriterien niedriger bewertete Umweltbelastungen erzeugt, kann eindeutig als ökologisch vorteilhafter angesehen werden. Werden aber mal dem einen, mal dem anderen Verfahren Mehrbelastungen zugeschrieben, müssen die Umweltkriterien aggregiert werden. Allerdings lässt der heutige Kenntnisstand über ökotoxikologische Zusammenhänge keine wissenschaftlich abgesicherte Gewichtung zu. Da dieser Vorgang vor allem auf Vermutungen basiert, muss die Aggregation auf Basis nachvollziehbarer Argumente hergeleitet werden.

Zur Einschätzung, ob innerhalb einer bestimmten Zeitspanne eine Umweltbe- oder -entlastung stattgefunden hat, müssen - entsprechend der 3. Stufe der Systemgrenzen - die qualitativen und quantitativen Veränderungen mit berücksichtigt werden. Wenn dabei eine Umweltentlastung festgestellt wird, muss eine der beiden folgenden Bedingungen erfüllt sein: Entweder wurde eine ökologisch verbesserte Technik eingesetzt, ohne dass zeitgleich eine Mehrproduktion stattgefunden hat, oder die produzierte Menge wurde reduziert, ohne dass eine als ökologisch schlechter zu bewertende Veränderung der Produktionsweise erfolgte und ohne dass eine Materialsubstitution zu einer Mehrbelastung an anderer Stelle führte.

3 ÖKOLOGISCHE RELEVANZ DER ABFALLVERWERTUNG

Unter Anwendung der auf der Expertenrunde gemeinsam festgelegten und zuvor beschriebenen Bewertungsmethodik, nehme ich nun eine Einschätzung über die ökologische Relevanz der Abfallverwertung vor. Dabei werden die aus der Fachliteratur bekannten, in der Praxis gängigen Verfahren zur stofflichen Verwertung theoretisch geprüft. Mit dieser theoretischen Überprüfung soll eingeschätzt werden, welche Verwertungsverfahren eine Chance haben, einen Beitrag zur Umweltentlastung zu leisten. Bevor die einzelnen Abfallfraktionen thematisiert werden, wird ein Überblick über die zur stofflichen Verwertung anstehenden Mengen aus dem Bereich des Siedlungsabfalls geliefert.

Das Potenzial trockener Siedlungsabfälle betrug 1990 in Deutschland etwa 15 Mio. Tonnen, von denen 3,5 Mio. Tonnen der Verwertung zugeführt wurden [STATISTISCHES BUNDESAMT 1994]. Unter der Voraussetzung, dass das Abfallpotenzial jährlich um 2 Prozent steigt, wird für 1994 ein Potenzial trockener Siedlungsabfälle von 16 Mio. Tonnen ermittelt. Die Menge, die 1994 vermutlich der Verwertung zugeführt wurde, lässt sich folgendermaßen einschätzen: Um den Anforderungen der Verpackungsverordnung gerecht zu werden, müssen 1994 über das DSD etwa 5 Mio. Tonnen Verpackungsabfälle aus dem Hausmüll stofflich verwertet

werden. Hinzu kommen etwa 3 Mio. Tonnen Zeitungspapiere sowie weitere 2 Mio. Tonnen verwertbare Gewerbeabfälle. Es ist daher denkbar, dass 1994 etwa 10 Mio. Tonnen trockene Siedlungsabfälle der Verwertung zugeführt wurden.

Papier:

Von den 5 Mio. Tonnen Altpapier, die Mitte der 90er-Jahre bei der Produktion von 15 Mio. Tonnen Papier und Pappe in Deutschland eingesetzt werden, stammte etwa die Hälfte aus Siedlungsabfällen.

Selbst unter Berücksichtigung eines hohen Störstoffanteils bei Altpapieren aus Privathaushalten und einer eventuellen Klimagutschrift des Holzes als Primärrohstoff, kann unter einer Stoffstrombetrachtung (Systemgrenze II) der Papierverwertung eine Umweltentlastung zugesprochen werden. Die geringere Belastung durch die Papierverwertung gegenüber der Primärherstellung begründet sich im wesentlichen darauf, dass die besonders umweltbelastende Produktionsstufe, die Zellstoffherstellung, für die Papierverwertung nicht notwendig ist.

Jedoch relativiert sich die Umweltentlastung bei der Betrachtung der 3. Systemgrenze. Versucht man die für den gesamten deutschen Papierverbrauch jährlich entstandenen Umweltbelastungen einzuschätzen, so wird man davon ausgehen müssen, dass die Umweltbelastungen in den vergangenen Jahren - trotz vermehrtem Recycling - gestiegen sind. Die Verbrauchszuwächse waren in den 80er-Jahren (BRD, alte Bundesländer) zu stark, sodass eine Gesamtentlastung nicht erreicht werden konnte. Eine leichte positive Entwicklung ist durch die inzwischen teilweise erfolgte Umstellung von der Chlor- zur Wasserstoffperoxidbleiche des Zellstoffes zu verzeichnen. Wenn es darüber hinaus künftig gelingt, die Rohstoff-Einsatzmenge nicht weiter zu steigern, können Verfahrensverbesserungen und ein verstärkter Altpapiereinsatz zu einer verringerten Umweltbelastung gegenüber dem heutigen Stand führen.

Diese Entwicklung kann auch dadurch gefördert werden, indem die aus vermeintlichen Umweltschutzgründen oft voreilig vorgenommene Substitution von Plastik- durch Papierverpackungen gestoppt wird⁸.

Glas:

Die Glasindustrie setzte Mitte der 90er-Jahre zur Herstellung von etwa 5 Mio. Tonnen Behälterglas fast 3 Mio. Tonnen Scherben ein, die nahezu gänzlich aus dem Siedlungsabfallbereich stammen.

Die Stoffstrombetrachtung weist der Glasverwertung eindeutig ökologische Vorteile gegenüber der Primärproduktion zu. Auch konnte seit den 70er-Jahren die Einsatzmenge der Rohstoffe (Sand, Soda und Kalk) gesenkt werden. Unter Anwendung der in der Ökobilanz-Studie [BUWAL 1991] aufgeführten Umweltbelastungen für Primär- und für Sekundärglas ist jedoch der Rohstoffverbrauch nicht ausreichend zurückgegangen, um eine Gesamtentlastung zu erreichen. Bedenkt man darüber hinaus, dass durch technische Weiterentwicklungen das spezifische Flaschengewicht stetig abgenommen hat, so hat die auf dem Markt befindliche Flaschenmenge überproportional zugenommen [GVM 1991].

Eine wirkliche Reduktion der Umweltbelastungen durch die Glasherstellung ist weniger mit dem weiteren Ausbau der Glasverwertung, als vielmehr mit einer Dezentralisierung des glasverpackenden Gewerbes und dem damit verbundenen ökologisch wie ökonomisch sinnvolleren Einsatz des Mehrwegsystems zu erreichen [SCHMITZ 1992].

⁸ Nach den bisherigen Erkenntnissen aus der Ökobilanzierung verursachen Papierprodukte keine geringeren Umweltbelastungen als die entsprechenden Kunststoffprodukte, es sei denn, es handelt sich bei dem Kunststoffmaterial um PVC (vgl.: BUS 1984; Brahm et al. 1988; UBA 1988; BUWAL 1991).

Verbund, Kunststoff, Metall:

Für Verbund-, Kunststoff- und Metallabfälle aus dem Siedlungsabfallbereich gilt, daß sie auch nach einer Trennung in verschiedene Fraktionen immer noch aus so unterschiedlichen Stoffen zusammengesetzt sind, daß eine stoffliche Verwertung im Sinne einer Kreislaufführung z.Zt. nicht möglich ist. Von den etwa 4 Mio. Tonnen, die diese drei Fraktionen im Wertstoff der Siedlungsabfälle ausmachen, werden etwa 50.000 Tonnen (ca. 1 Prozent) der stofflichen Verwertung zugeführt. Jedoch sind die auf diese Weise erzeugten Sekundärprodukte von erheblich niedrigerer Qualität als die Primärprodukte. Aus diesem Grund kann weder von Recycling noch von einer Umweltentlastung gesprochen werden.

Eine sinnvolle stoffliche Verwertung dieser Fraktionen läßt sich nur durch eine technisch äußerst aufwendige Trennung in einzelne Materialbestandteile erreichen. Aufgrund bisheriger Erfahrungen mit derartigen Pilotprojekten ist sowohl die ökologische, als auch die ökonomische Rentabilität zweifelhaft. Erfolgversprechender erscheinen die Bemühungen um eine Reduktion der Kunststoffvielfalt und der Verzicht auf Mischmaterial-Verpackungen.

Bei der Verwertung sortenreiner Produktions- oder Gewerbeabfälle, kann jede der hier aufgeführten Fraktionen ökologisch besser bewertet werden, wobei die Mengenentwicklung die Ergebnisse der Verbund- und Kunststoffverwertung wieder umkehren.

Zusammenfassung der ökologischen Relevanz der Abfallverwertung:

Die Auseinandersetzung um die ökologische Bewertung der Abfallverwertung hat gezeigt, daß man umweltrelevante Trends erkennen kann, ohne sich zu sehr in Detailfragen zu verstricken, auf die es bisher keine fundierten Antworten gibt.

Zu den Erkenntnissen zählt, daß lediglich die Verwertung der Papier- und Glasfraktionen sowie die Kompostierung der hier nicht thematisierten Organikabfälle eine umweltentlastende Relevanz haben. Diese mögliche Umweltentlastung wird jedoch bei der Papier- und bei der Glasfraktion durch Produktionszuwächse verhindert. Da die Abfallverwertung gegenüber der Wachstumsrate zu geringe Umweltentlastungspotenziale aufweist, verlangt eine ökologische Marktwirtschaft die Etablierung wirksamerer umweltpolitischer Instrumente.

Die zur Zeit vorherrschende Fixierung auf die Abfallverwertung lenkt von dem Zentralproblem, der ständig weiter expandierenden Warenproduktion ab. Dieser Zustand läßt sich weder durch den Ausbau der Umweltberatung, noch durch die Konstruktion recyclinggerechter Produkte abwenden.

Vom Ansatz her positiv zu werten sind hingegen die Versuche zur Materialeinsparung, die insbesondere im Verpackungsbereich sichtbar geworden sind. Inwieweit sich diese Aktivitäten allerdings im Kontext der gesamten Abfallentwicklung niederschlagen, kann erst durch eine vergleichende Müllanalyse bestimmt werden, die nicht nur die entsorgten Abfallmengen, sondern das gesamte Abfallpotenzial erfasst.