

Ökologische Bilanzen in der Abfallwirtschaft

Zusammenfassung

Die dringend notwendige Orientierung an einer nachhaltigen Wirtschaftsweise hängt davon ab, ob es gelingt, die dazu notwendigen Ziele zu formulieren und sie im täglichen Leben umzusetzen. Zur Umsetzung einer umweltverträglichen Stoffflußwirtschaft - vielfach auch als Kreislaufwirtschaft bezeichnet - ist deshalb die Frage nach der jeweils umweltverträglicheren Handlungsoption eine der Schlüsselfragen. Während es die Aufgabe der Politik ist, die Ziele der nachhaltigen Entwicklung zu bestimmen, ist die Wissenschaft aufgefordert, Methoden an die Hand zu geben, mit denen der Weg dahin gefunden werden kann.

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, in dem genannten Zusammenhang Instrumentarien weiterzuentwickeln, die es erlauben, „besser umweltverträgliche“ Wege bei dem Umgang mit Abfällen zu bestimmen. Konkret geht es dabei um die Ausgestaltung des in § 6 Absatz 1 des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes formulierten Vorrangs der besser umweltverträglichen Verwertungsart.¹ Diese Vorschrift bildet somit den Rahmen dieser Untersuchung. In Bezug auf die Bewertungsinstrumente einer umweltverträglichen Kreislaufwirtschaft waren zunächst folgende Aspekte zu klären:

1. Von wem sollen diese Instrumente angewendet werden ?
2. Wann werden Instrumente zur Auswahl der jeweils umweltverträglicheren Handlungsoption in dem relevanten Gesetzeskontext benötigt ?
3. Welche Instrumente werden gebraucht und wie sind sie anzuwenden ?

Die Beantwortung der 3. Frage – d.h. die methodische Entwicklung bzw. Weiterentwicklung und Praxiserprobung eines geeigneten Instrumentariums - ist das Kernziel des hier vorliegenden Forschungsvorhabens. Doch hat sich in der ersten Phase dieses Vorhabens gezeigt, daß die Methodenentwicklung nicht ohne die Beantwortung der beiden anderen Fragen möglich ist. Es wurden daher folgende Prämissen vorausgesetzt:

- Die Anwendung des zu entwickelnden Instrumentariums erfolgt aus der Perspektive des Verordnungsgebers oder einer entsprechenden Instanz im Vollzug des Kreislaufwirtschaftsgesetzes.

1 **Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz)** vom 27. September 1994 (BGBl. I S. 2705), zuletzt geändert am 17. März 1998 (BGBl. I S. 205)

§ 6 Abs. 1 : „Abfälle können

a) stofflich verwertet werden oder

b) zur Gewinnung von Energie genutzt werden.

Vorrang hat die besser umweltverträgliche Verwertungsart. § 5 Abs. 4 gilt entsprechend. Die Bundesregierung wird ermächtigt, nach Anhörung der beteiligten Kreise (§ 60) durch Rechtsverordnung mit Zustimmung des Bundesrates für bestimmte Abfallarten aufgrund der in § 5 Abs. 5 festgelegten Kriterien unter Berücksichtigung der in Absatz 2 genannten Anforderungen den Vorrang der stofflichen oder energetischen Verwertung zu bestimmen.

- Die Anwendung erfolgt aus dem Erkenntnisinteresse über die relative Umweltverträglichkeit zweier oder mehrerer Verwertungsalternativen – insbesondere für den Fall, daß zu einer oder mehreren Alternativen allgemein ökologisch Bedenken bestehen.

Das hier ausgewählte Instrumentarium lehnt sich in weiten Zügen an die standardisierte Methode der Ökobilanz² an. Diese setzt eine fundierte Analyse der Stoffströme der zu betrachtenden Verwertungswege voraus und läßt wirkungsbezogene Rückschlüsse auf ein System von Prozessen zu. Da auf der Annahme, Verwertung spare Ressourcen ein, allgemein ein ökologischer Vorteil der Verwertung gegenüber der Beseitigung vorausgesetzt wird (Vorrang der Verwertung, § 5 Absatz 4 KrW-/AbfG), sollte das Instrumentarium diesen Aspekt berücksichtigen können. Der systembezogene Ansatz der Ökobilanz, läßt dies ohne weiteres zu, umweltseitige Einspar- bzw. Substitutionseffekte können einbezogen werden.

Aufbauend auf Erfahrungen aus Untersuchungen mit vergleichbaren Fragestellungen – z.B. Ökobilanz zu Getränkeverpackungen, Systemvergleiche zur Restabfall- oder Klärschlammbehandlung - erfolgte die Methodenentwicklung anhand von zwei Praxisbeispielen. Gewählt wurden die Beispiele **Altreifen**, als mengenmäßig bedeutsamer Abfall mit einer Reihe unterschiedlichster Verwertungsoptionen und **Alt-Haushaltskühlgeräte** als vergleichsweise komplex zusammengesetzter Produktabfall.

Bedingt durch den einerseits methoden- und andererseits praxisbezogenen Ansatz dieses Forschungsvorhabens, werden die Gesamtergebnisse in vier einzelnen Teilberichten dokumentiert :

Teil A „Handreichung – Empfehlungen zur Bestimmung der besser umweltverträglichen Verwertungsart“

Diese soll in Form eines Leitfadens den Anwender des Instrumentariums in die Lage versetzen, die wesentlichen Schritte zur Bestimmung der besser umweltverträglichen Verwertungsart umzusetzen. Sie stellt somit die Quintessenz des Vorhabens dar und führt die Erkenntnisse der Forschungsarbeit zusammen.

Teil B „Grundlagen und Methoden zur Umsetzung des Kreislaufwirtschaftsgedankens bei abfallwirtschaftlichen Fragestellungen“

Der Durchführung der Fallbeispiele ging die Ausarbeitung und Festlegung wesentlicher methodischer Schritte voran. In diesem Teilbericht wurde neben methodischen Fragestellungen der weitere Zusammenhang des Forschungsvorhabens erörtert.

Teil C Ergebnisbericht zum Fallbeispiel „Verwertung von Altreifen“.

Teil D Ergebnisbericht zum Fallbeispiel „Verwertung von Haushaltskühlgeräten“

Die Berichte zu den Fallbeispielen enthalten neben der jeweiligen Zieldefinition und Rahmenfestlegung, eine Beschreibung der betrachteten Verwertungsoptionen, die Ergebnisse der Wirkungsabschätzung, eine abschließenden Bewertung sowie eine Sensitivitätsanalyse zu den Ergebnissen. Das abschließende Bewertungsurteil wird in Form einer Rangfolge der untersuchten Optionen dargestellt.

Elemente einer kritischen Prüfung im Sinne der DIN/EN/ISO 14040 wurden im Rahmen der Falluntersuchung zur Altreifenverwertung (Teil C) durch den projektbegleitenden Beirat („interessierte Kreise“) wahrgenommen. In Abweichung zur Norm wurde jedoch kein

Prüfbericht erstellt, da der Schwerpunkt des Vorhabens auf die Methodenentwicklung und weniger auf die Ökobilanzergebnisse zielt.

Die im Rahmen der Falluntersuchungen erstellten umfangreichen Sachbilanztabellen und Datenanalysen wurden in separaten Materialienbänden dokumentiert. Diese können auf Nachfrage direkt beim Forschungsnehmer oder Umweltbundesamt bezogen werden.

Die Teilberichte B, C und D waren bereits vor der Herausgabe dieses Abschlußberichtes Dritten zugänglich. Für den Abschlußbericht wurden die Texte stellenweise jedoch redaktionell angepaßt, um Redundanzen zu vermeiden. Änderungen an inhaltlichen Aussagen erfolgten dabei nicht.

Im folgenden werden die bei den Falluntersuchungen erzielten Ergebnisse kurz zusammengefaßt:

Fallbeispiel Verwertung von Altreifen

Auf der Basis von jährlich 600.000 t in Deutschland anfallenden Altreifen wurden neun verschiedene Optionen der Verwertung miteinander verglichen.

Die Systemgrenze umfaßte den Verwertungsweg von der Altreifenerfassung zur Herstellung von nutzbaren Sekundärprodukten bzw. Energie. Da bei jeder Art der Verwertung ein spezifischer Nutzen geschaffen wird (z.B. Herstellung eines Neureifens oder Erzeugung von Energie), wurde der konventionelle Weg zur Erzeugung dieser Nutzen (Äquivalenzprozeß) der Verwertungsoption gutgeschrieben. Dies wurde in der vorliegenden Untersuchung folgendermaßen umgesetzt: Beim paarweisen Vergleich zweier Optionen wurden die Umweltauswirkungen der Äquivalenzprozesse jeweils der Vergleichsoption wechselseitig angerechnet.

Die Wirkungsabschätzung fand anhand von Kriterien statt, die aus den Anforderungen des KrW-/AbfG § 5 Abs. 5 und der vorgeschlagenen Standardwirkungsliste des DIN/NAGUS abgeleitet wurden. Die Rangfolge der besser umweltverträglichen Verwertungsoptionen sieht wie folgt aus:

Die Gruppe der drei am günstigsten bewerteten Optionen:

**Runderneuerung
Bodenbeläge mit Ersatz von PVC-Böden
Bitumenzuschlag**

Die Gruppe der vier im Mittelfeld liegenden Optionen:

**Weiternutzung als Reifen
Einsatz im Neureifen
Bodenbeläge mit Ersatz von Polyolefin-Böden
Brennstoff in der Zementindustrie**

Die Schlußgruppe bilden:

**Hydrierung
Vergasung
Brennstoff im Kraftwerk**

Für das Abschneiden der Optionen waren durchgängig weniger die jeweiligen Umweltauswirkungen der Verwertung selbst, sondern vielmehr die „eingesparten“ Umweltbelastungen der durch die Sekundärprodukte ersetzten Prozesse verantwortlich.

Diese Ergebnisse veranschaulichen, daß eine Beschränkung auf die Frage „stofflich oder energetisch“ nicht in allen Fällen zu einer sinnvollen Beantwortung der Frage nach der besser umweltverträglichen Verwertungsart führt. Die Unterschiede zwischen einzelnen stofflichen oder energetischen Verfahren können jeweils untereinander gravierend sein, so daß eine Betrachtung einzelner Technologien unabdingbar ist.

Die Untersuchung brachte eine weitere Erkenntnis zutage: Bei stofflichen Verwertungsverfahren kann - anders als bei einer energetischen Verwertung - das „Verwertungsprodukt“ (z.B. der runderneuerte Reifen oder der Bodenbelag) am Ende seiner Nutzungsphase angelangt, wiederum verwertet werden. Dieser „Zweitnutzen“ kann sich auf die Bewertung des Gesamtverwertungsweges sowohl positiv wie negativ auswirken, so daß eine Einzelfallprüfung notwendig wird. Für die vorliegende Untersuchung ergab sich jedoch kein Einfluß auf die abschließende Gruppierung.

Die Reihung der Optionen nach besserer Umweltverträglichkeit ist abschließend als stabil zu betrachten. Bei einer Übertragung der Ergebnisse auf die Praxis muß allerdings folgendes beachtet werden: Die ökologisch besonders günstigen Verfahren können nur einen geringen Teil der tatsächlich anfallenden Altreifenmenge aufnehmen. Die Kapazitäten der Runderneuerung sind allein schon dadurch begrenzt, daß ein Pkw-Reifen nicht in jedem Falle und wenn, dann nur einmal runderneuert werden kann. Auch bei der Verwertung zu anderen Produkten, wie Bodenbelägen, sind nur geringe Marktkapazitäten vorhanden.

Fallbeispiel Verwertung von Haushaltskühlgeräten

Als Bezugsgröße lag dieser Untersuchung die Entsorgung von 3 Mio. Haushaltskühlgeräten³ zugrunde. Folgende Optionen wurden dabei verglichen:

- Maschinelle Zerlegung, Trennung und Verwertung gewonnener Stofffraktionen (Kombination verschiedener stofflicher und energetischer Verwertungsverfahren)
- Thermische Behandlung in einer Schmel-Brenn-Anlage (Grenzfall zur Beseitigung)
- Deponierung (= Beseitigung).

Zur Festlegung des Szenarios „Zerlegung“

- wurden drei verschiedene Zerletechniken in Form eines Verfahrensvergleichs (Beschränkung auf wenige Parameter bei der Bewertung) beurteilt.
- wurde hinsichtlich der gewonnenen Aluminiumfraktion von einer weiteren Aufreinigung mittels Kugelmühle ausgegangen.
- wurde hinsichtlich der Verwertung der gewonnenen Mischkunststofffraktion von einer energetischen Verwertung im Hochofen ausgegangen.
- wurde hinsichtlich der Verwertung der gewonnenen PU-Fraktion von einer werkstofflichen Verwertung bei der Dämmplattenherstellung ausgegangen.

3 Hierunter sind Kühl- und Gefrierschränke sowie Gefriertruhen aus privaten Haushalten zu verstehen.

- wurde weiterhin von einer Fe-Schrott-Verwertung in einem Stahlwerk, einer Kupferschrottverwertung in einer Kupferhütte und einer Hochtemperaturspaltung des FCKW R11 ausgegangen.

Im Szenario „Schwel-Brenn-Anlage“ werden die Fe-Metalle in vergleichbarer, das NE-Metall Aluminium in schlechterer Qualität wie bei der Zerlegung rückgewonnen. Alle übrigen Stoffe werden thermisch zerstört bzw. energetisch verwertet. Im Szenario „Deponie“ erfolgt keinerlei Nutzung der Stoffe.

Die Festlegung der Systemgrenzen und Wirkungskriterien erfolgte in gleicher Weise wie beim Fallbeispiel „Altreifenverwertung“.

Aufgrund des eingeschränkten Untersuchungsaufwands waren eine Reihe von Annahmen zu treffen. Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse war festzustellen, daß wesentliche Einflüsse dieser Annahmen auf das Ergebnis nicht zu erwarten sind. Die Möglichkeit einer Zweitnutzung der Verwertungsprodukte bzw. deren Einfluß auf die Ergebnisse wurde ebenfalls überprüft. Auch hier ergab sich ein in Richtung und Größenordnung insgesamt stabiles Ergebnis.

Die Untersuchungsergebnisse erlauben eine Bewertung der betrachteten Optionen in folgender Reihung:

1. Am günstigsten wird die **„Zerlegung“** beurteilt. Ausschlaggebend sind dabei die vergleichsweise hohen Umweltbelastungen der substituierten Primärprozesse (PU-Pulver statt Polyol-Diisocyanat, Mischkunststoff als Ersatz für konventionelle Brennstoffe).
2. Die **„Schwel-Brenn-Anlage“** ist gegenüber der „Zerlegung“ in allen Kriterien von Nachteil, mit Ausnahme der Freisetzung von FCKW R11. Dies jedoch nur unter der Annahme, daß in der Schwel-Brenn-Anlage niemals ein Betriebszustand eintritt, in dem alle Verbrennungslinien stillstehen. In einem solchen Fall könnten FCKWs aus dem Bunker ohne thermische Zerstörung freigesetzt werden.
3. Mit deutlichem Abstand in allen Kriterien nimmt die **„Deponierung“** den letzten Rang ein.