

# „ZIEL 2020“ – Abfallwirtschaft im Umbruch

von Dipl.-Ing. (FH) Hermann Keßler, Dipl.-Ing. Susann Krause, Janin Schreck, Prof. Dr. Rainer Wolf

## 1. Rückblick

Die Erkenntnis, dass Abfall einen Einflussfaktor auf die menschliche Lebensqualität einschließlich Gesundheit und Ökonomie darstellt, setzte sich in Deutschland nur langsam durch [1]. So wurden durch das Preußische Kommunalabgabengesetz vom 14.07.1893 die Kommunen ermächtigt, Gebühren für die Abfallbeseitigung zu erheben und einen Anschluss- und Benutzerzwang für Entsorgungsanlagen vorzuschreiben [2]. Um das Müllvolumen zu verringern, wurde im Jahre 1895 in Hamburg die erste deutsche Müllverbrennungsanlage errichtet (*Abb. 1*). Es folgten weitere Anlagen in Köln, Aachen und Hannover; und mit ihrer steigenden Anzahl suchte man zunehmend nach Lösungen für die Entsorgung der Verbrennungsschlacken. „Die Städtereinigung“, das Zentralblatt für das kommunale Reinigungswesen, berichtete 1937 über Vorschläge, aus der Schlacke ein synthetisches Gestein zu gewinnen, ähnlich dem als Baumaterial bekannten Naturbasalt [4].



Abb. 1: Erste Müllverbrennungsanlage Deutschlands in Hamburg [3]

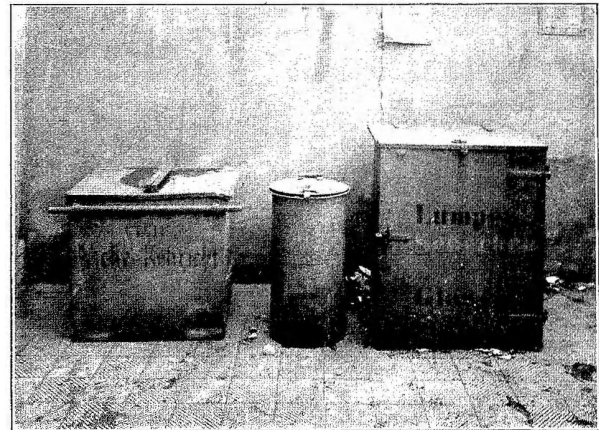


Abb. 2: Sammelgefäße beim Dreiteilungssystem um 1900 [5]

1907 wurde erstmals in Deutschland eine in den USA praktizierte Getrenntsammlung erprobt. Abfälle wurden nach dem so genannten *Dreiteilungssystem* in den Haushalten Potsdams und Charlottenburgs getrennt gesammelt. Hierbei wurde zwischen den Fraktionen *Asche und Kehricht*, *Speisereste* und *übrige Bestandteile des Hausmülls* (Lumpen, Scherben, Glas) unterschieden (*Abb. 2*). Durch die Verwertung der Fraktionen *Asche und Kehricht* (aus der Dünger und Auffüllmaterial hergestellt wurde) sowie *Speisereste* (welche als Schweinefutter in einer Mastanstalt

genutzt wurde) ließen sich die zu beseitigenden Restmüllmengen beachtlich reduzieren. Und auch aus der dritten Fraktion *übrige Bestandteile des Hausmülls* wurden noch industriell verwertbare Stoffe händisch aussortiert [5].

- **1972 Abfallbeseitigungsgesetz (AbfBesG)**
  - legt den Schwerpunkt auf die **Beseitigung** von Abfällen
- **1986 Abfallgesetz (AbfG)**
  - führt die Rangfolge **Vermeidung – Verwertung – Beseitigung** ein
- **1991 Technische Anleitung Abfall (TA-Abfall)**
  - regelt bundeseinheitlich die Entsorgung der besonders überwachungsbedürftigen Abfälle
- **1993 Technische Anleitung Siedlungsabfall (TA-Siedlungsabfall)**
  - regelt bundeseinheitlich die Entsorgung von Siedlungsabfällen, blendet jedoch die **Vermeidung** weitgehend aus
- **1994 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG)**
  - Weiterentwicklung der **Abfallwirtschaft** zur **Kreislaufwirtschaft**
- **2001 Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV)**
  - regelt die Ablagerung von Abfällen unter Bezugnahme auf die **TA-Siedlungsabfall**
- **2002 Deponieverordnung (DepV)**
  - regelt die Errichtung, den Betrieb, die Stilllegung und die Nachsorge von Deponien und Langzeitlagern
- **2005 Deponieverwertungsverordnung (DepVerwV)**
  - enthält Zuordnungswerte für die Verwertung von Abfällen auf Deponien:

**Abb. 3: Zeittafel der wichtigsten Gesetze, Verordnungen und Vorschriften zur Abfallwirtschaft auf Bundesebene**

In den 1970er und 80er Jahren wuchs in vielen Industriestaaten die Sorge, dass die steigenden Abfallmengen nicht mehr mit den bestehenden Entsorgungssystemen bewältigt werden können. Gleichzeitig wurde man sich zunehmend der Tatsache begrenzter globaler Ressourcen bewusst. Damals viel beachtete Studien wie 1980 der Ressourcenbericht „Global 2000“ an den damaligen US-amerikanischen Präsidenten Carter oder 1972 "The limits to growth" von Dennis L. Meadows et al. gelten als Auslöser einer Entwicklung, die zu einem höheren Stellenwert des Umweltschutzes im Bewusstsein der Menschen führte. Bezug nehmend auf den Abfallsektor zeigt *Abb. 3* einen kurzen Abriss der wichtigsten Gesetze, Verordnungen und Vorschriften auf Bundesebene.

## 2. Abfallaufkommen in der Bundesrepublik Deutschland

Das Siedlungsabfallaufkommen in Deutschland belief sich im Jahre 2003 auf rund 49,6 Mio. Mg bei etwa 82,5 Mio. Einwohnern [8]. Das Ziel des 5. Umweltaktionsprogramms der Europäischen Gemeinschaft von 1993 war eine Stabilisierung des Siedlungsabfallaufkommens auf durchschnittlich 300 Kilogramm je Einwohner und Jahr [kg/(E·a)] bis zum Jahre 2000 [6]. Diese Zielgröße wurde allerdings bei Weitem verfehlt: Das spezifische Siedlungsabfallaufkommen der EU betrug im Jahr 2003 rund 550 kg/(E·a) und in Deutschland gar 601 kg/(E·a). Die OECD geht davon aus, dass das Aufkommen an festen Siedlungsabfällen bis zum Jahr 2020 auf 640 kg/(E·a) ansteigen wird [7].

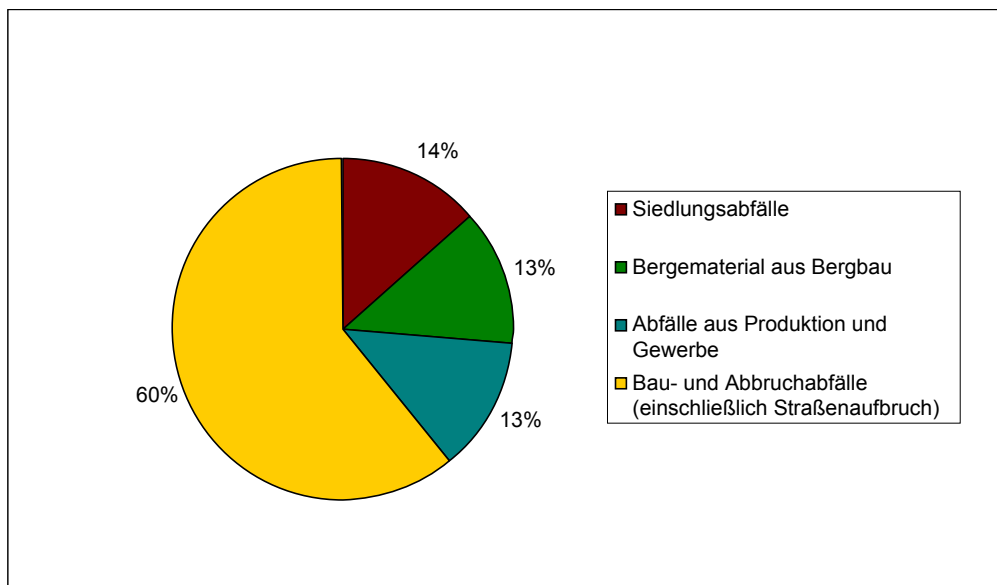


Abb. 4: Gesamtes Abfallaufkommen Deutschlands im Jahre 2003 [8]

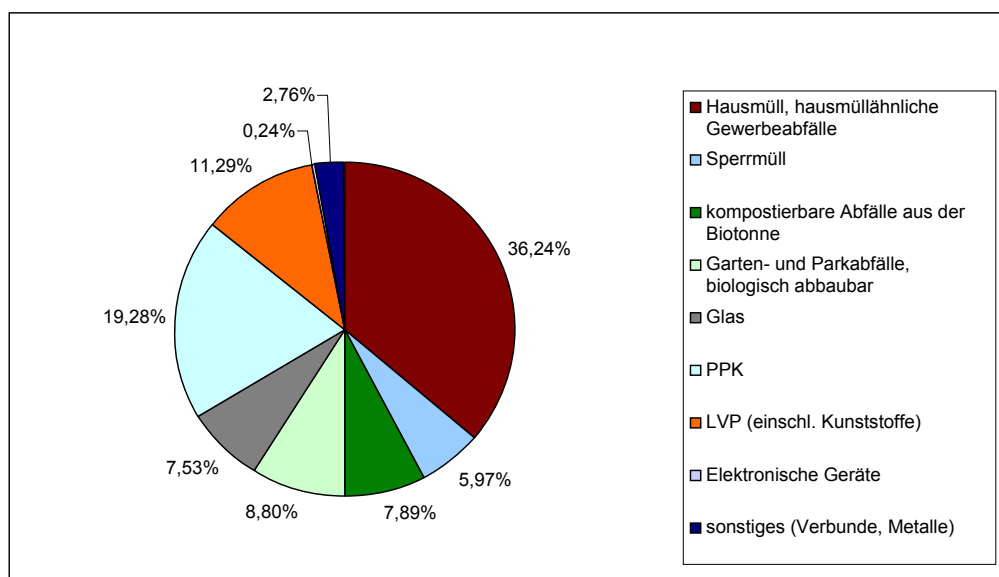


Abb. 5: Haushaltsabfall-Aufkommen Deutschlands im Jahre 2003 [8]

Die Definition von Siedlungsabfällen entspricht im Wesentlichen den Abfallschlüsseln des Kapitels 20 der Abfallverzeichnisverordnung (AVV). Siedlungsabfälle sind demnach Haushaltsabfälle einschließlich getrennt gesammelter Fraktionen (Metalle, Bioabfall, Glas, Papier-Pappe-Kartonagen (PPK), elektronische Geräte aus Haushalten etc.), hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Garten- und Parkabfälle sowie sonstige Siedlungsabfälle (Sperrmüll, Straßenreinigungs- und Marktabfälle). Ausgenommen von Kapitel 20 sind die in Gruppe 15.01 eingestuft, getrennt gesammelten Verpackungsabfälle, die für die hier vorgestellte Thematik aber mitbetrachtet werden. Insgesamt beläuft sich das Abfallaufkommen in Deutschland für das Jahr 2003 auf 366,4 Mio. Mg [8] (Abb. 4, 5).

### 3. Die gegenwärtige abfallwirtschaftliche Entwicklung und das „Ziel 2020“

Der konzeptionell Schutzgut-bezogene Ansatz und die Zielsetzung einer umfassenden Vermeidung und Verwertung von Siedlungsabfällen bestimmten in den letzten Jahrzehnten zunehmend das abfallpolitische Handeln. Die Abfallvermeidung und -verwertung auszuweiten und die Verwertung immer umweltverträglicher und hochwertiger zu gestalten, stellt eine anspruchsvolle Aufgabe aller Beteiligten dar. Denn trotz scheinbar undurchdringlichem Multibarriersystem besteht die Gefahr, dass unsere Siedlungsabfalldeponien für künftige Generationen zu problematischen Altlasten werden. Deshalb ist die deutsche Abfallpolitik zunehmend auf Verwertungsmaßnahmen ausgerichtet. (Abb. 6).

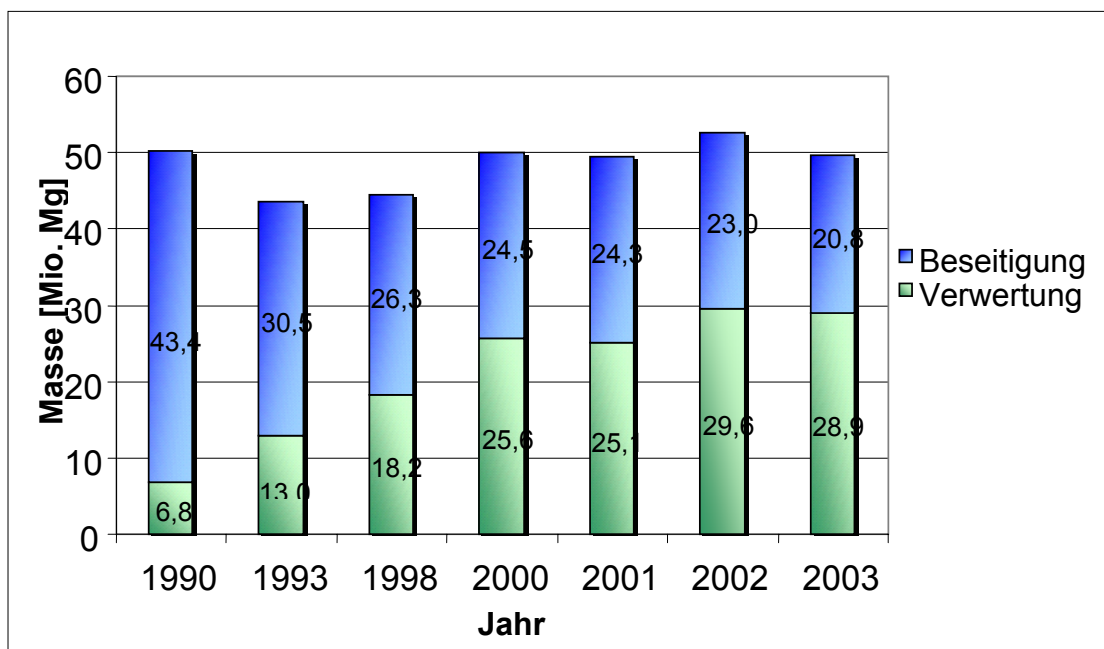


Abb. 6: Aufkommen, Verwertung und Beseitigung von Siedlungsabfällen [8]

Das Bundesumweltministerium legte daher im Jahre 1999 ein Eckpunkte-Papier für die Zukunft der Entsorgung von Siedlungsabfällen vor, welches einen Paradigmenwechsel in der Abfallpolitik einleitete. Demnach sollte/sollten

- die Ablagerung unbehandelter Siedlungsabfälle beendet,
- Abfall vor Ablagerung thermisch oder mechanisch-biologisch vorbehandelt,
- die heizwertreiche Fraktion der mechanisch-biologischen Behandlung energetisch genutzt,
- alte Deponien schrittweise geschlossen und
- bis 2020 die Behandlungstechniken weiterentwickelt und ausgebaut werden, so dass alle Siedlungsabfälle in Deutschland vollständig und umweltverträglich verwertet werden können [9,10].

Das so genannte „Ziel 2020“ sieht vor, zunehmend die Beseitigung von Siedlungsabfällen durch Ablagerung in Deponien aufzugeben. Bereits seit Jahren ist die Zahl der Siedlungsabfalldeponien stark rückläufig. So gab es im Jahre 1993 noch 562 Hausmülldeponien der Deponiekategorie II, im Jahre 2004 jedoch nur noch 297 mit weiterhin stark abnehmender Tendenz (Abb. 7) [12].

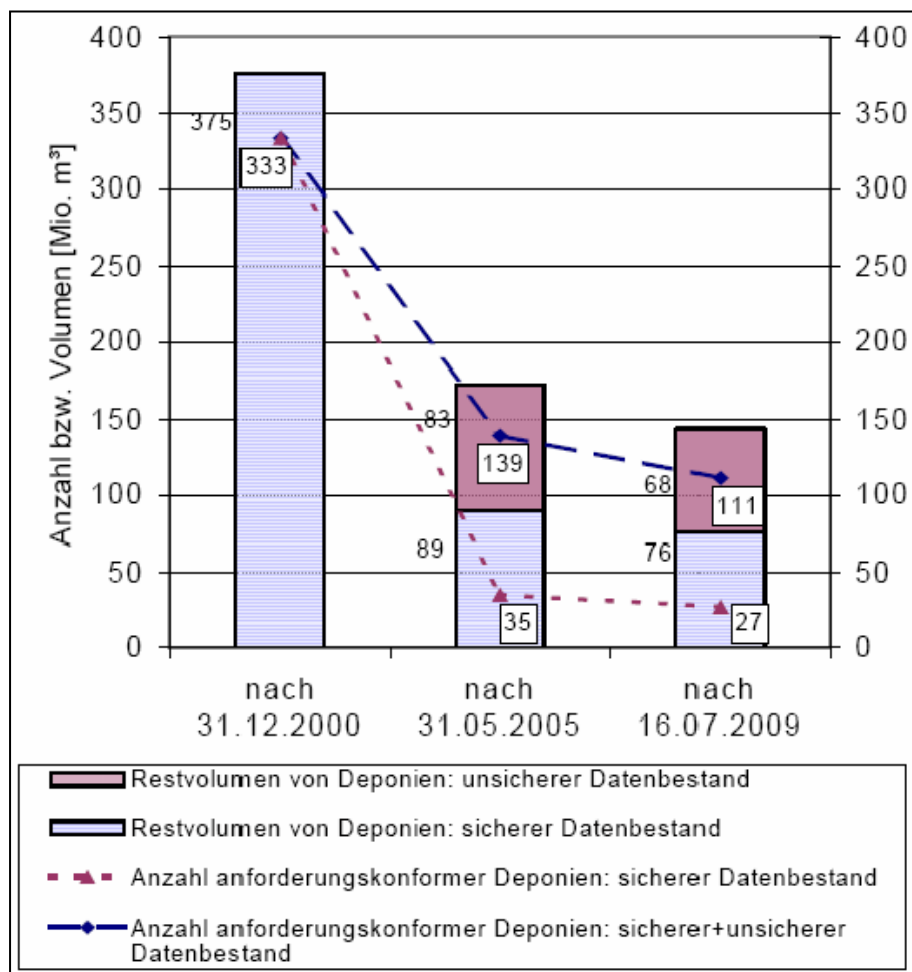


Abb. 7: Restvolumen und Anzahl Deponien mit Weiterbetriebsmöglichkeit [12]

Um die Ablagerung weitgehend entbehrlich zu machen, muss das stoffliche und energetische Potenzial der Abfälle möglichst umfassend genutzt werden. Dadurch können Rohstoffe und Primärenergie aus fossilen Brennstoffen eingespart und ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden. So können Deponiegas- und Sickerwasser-Emissionen ebenso verringert werden, wie das beanspruchte Deponievolumen insgesamt. Bisher werden jedoch große Ressourcenpotenziale nicht oder nicht optimal genutzt.

#### 4. Pro und contra Getrenntsammlung von Leichtverpackungen – Erfahrungen aus den Bundesländern



Abb. 8: Typisch für die Getrenntsammlung: „Gelber Sack und graue Tonne“ [13, 14]

So beträgt die Fehlwurfquote im Gelben Sack in manchen Großstädten Deutschlands etwa 50 Prozent, andererseits befinden sich – auch in ländlichen Räumen – große Wertstoffmengen in den Restmülltonnen. Dieser Sachverhalt wird sowohl vom Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie [16] als auch vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz [17] und anderen Autoren [11, 15] bestätigt. Bereits um das Jahr 1900 berichtete de Fodor [5]: „Je größer die Stadt, desto reicher ist der Kehricht an achtlos weggeworfenem Gut [...]“.

Um die Verwertung im Sinne des „Ziel 2020“ optimal zu gestalten, war es zwingend notwendig, die momentan praktizierten Erfassungssysteme auf Ökologie und Ökonomie zu prüfen sowie neue, innovative Konzepte hinsichtlich ihres Entwicklungsstandes auch unter marktwirtschaftlichen Gesichtspunkten zu bewerten. Folgende Projekte in den Ländern beschäftigten sich mit dieser oder einer ähnlichen Fragestellung:

## □ **Nordrhein-Westfalen**

Das Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV) stellte sich der Frage, „inwieweit existierende Sammelsysteme wirtschaftlich sind bzw. ob durch den technischen Fortschritt bei der Sortiertechnik und die energetischen und rohstofflichen [besser: stofflichen; Anm. d. Autoren] Verwertungsmöglichkeiten durch alternative Sammelsysteme ein aus ökologischer Sicht gleichwertiger Nutzen erzielt werden kann.“ Untersucht wurden hierbei drei Erfassungssysteme:

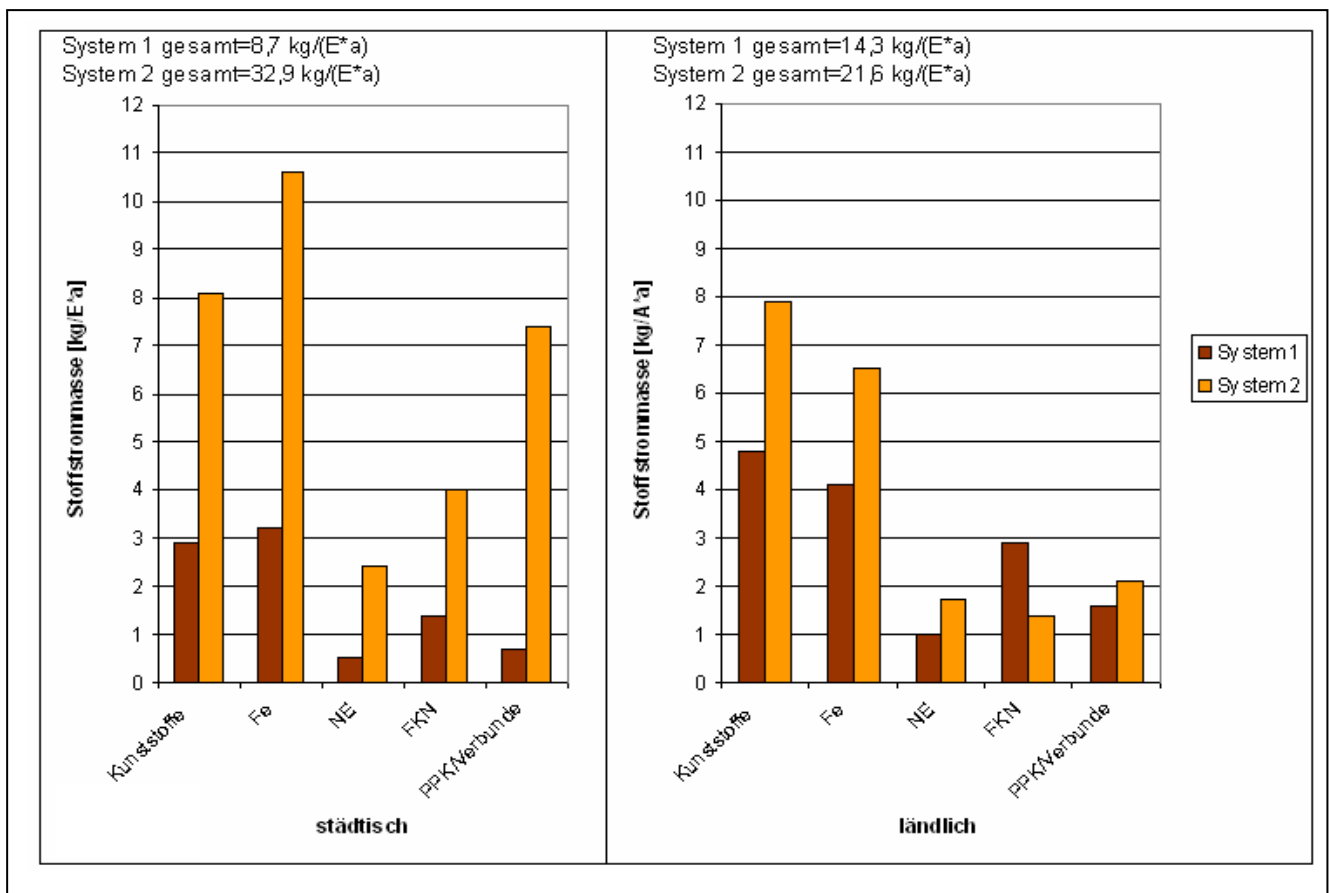
- Das **System 1** (Status Quo) stellt das momentan im überwiegenden Teil Nordrhein-Westfalens praktizierte System dar. Bio- und Grünabfall, Altpapier, Altglas und Leichtverpackungen werden getrennt gesammelt und verwertet; Restabfälle werden beseitigt.
- Das **System 2** (Gelb in Grau „GiG“) erfasst Leichtverpackungen gemeinsam mit dem Restabfall, um diesen einer Sortierung zuzuführen. Sortierreste werden z.B. in einer MVA beseitigt. Bio- und Grünabfall, Altpapier sowie Altglas werden weiterhin getrennt gesammelt und verwertet.
- Beim **System 3** (Trockene Wertstofftonne) werden Altpapier, Leichtverpackungen und stoffgleiche Nichtverpackungen gemeinsam erfasst; Bio- und Grünabfall sowie Altglas werden getrennt erfasst und verwertet; Restabfälle werden beseitigt.

Für die Systeme 2 und 3 wurden Anlagenuntersuchungen zur Sortierung und Verwertung durchgeführt. Es galt festzustellen, ob eines dieser alternativen Systeme aus ökologischer und/oder ökonomischer Betrachtungsweise dem System 1 (Status Quo) überlegen ist.

Bei der gemeinsamen Erfassung von relativ trockenen LVP-Abfällen und dem feinkörnigen und feuchten Restabfall (System 2) konnte zunächst eine Beeinträchtigung der Sortierfähigkeit der Wertstoffe nicht ausgeschlossen werden, obwohl ein früherer Sortierversuch vom Frühjahr 2003 gute Wertstoffmengen und -qualitäten erbrachte [18]. Der Untersuchungsbericht kommt aber ebenfalls zu dem Ergebnis, „dass ein vergleichbares Ausbringen der Wertstoffe aus dem Gemisch in dafür ausgelegten Anlagen und bei getrennter Bioabfallsammlung grundsätzlich technisch machbar ist.“ [19].

Beim Vergleich der Systeme 1 und 2 wurde festgestellt, dass letzteres (GiG) ein weit höheres Rückgewinnungspotenzial für Wertstoffe darstellt. Dieser Trend ist in städtischen Gebieten ausgeprägter. Diejenigen Wertstoffe, die bei der herkömmlichen Sammlung im Restabfall enthalten sind und bisher beseitigt wurden, werden im System 2 zusätzlich aussortiert und verwertet bzw. zur Verwertung bereitgestellt (*Abb. 9*).

Zusammenfassend zeigten sich weder bei der ökologischen noch bei der ökonomischen Bewertung eindeutige Vorteile für eines der drei untersuchten Erfassungssysteme, also auch nicht für das bestehende DSD-Getrennsammelsystem. Entscheidend sind die Randbedingungen vor Ort. Gerade in Gebieten mit hohen Wertstoffpotenzialen in den Restabfällen scheint es demnach sinnvoll, ein System der Mischerfassung und nachträglichen Sortierung (System 2) einzuführen, zumal wenn dann über die gesetzlich geforderten Quoten hinaus sortiert und die energetische Verwertung stärker genutzt wird. System 3 ist dagegen wegen der geringeren stofflichen Verwertungspotenziale (Verschmutzungsgrad der Papierfraktion) am wenigsten geeignet [19].



**Abb. 9: Ausgebrachte Sortierfraktionen für die stoffliche Verwertung bei der LVP-Sortierung (System 1) und bei der gemeinsamen Sammlung von Restabfall und LVP (System 2) mit optimierter Ausbeute**

Bereits vor der Durchführung dieses Untersuchungsprojekts wurde von der damaligen RWE Umwelt AG unter Beteiligung des Umweltbundesamtes ein Vorversuch zur Sortierbarkeit von Restabfällen durchgeführt. Dazu wurde im Februar 2003 die vollautomatische Sortierung von 800 Mg Haushaltsrestabfällen aus den grauen Tonnen der Stadt Neuss in der LVP-Sortieranlage Essen untersucht. Im Rahmen des MUNLV-Versuchs fand im Dezember 2003 ein zweiter Großversuch mit 1700 Mg Restabfall-LVP-Gemisch statt, bei dem schließlich die Sortierung gemischt erfasster

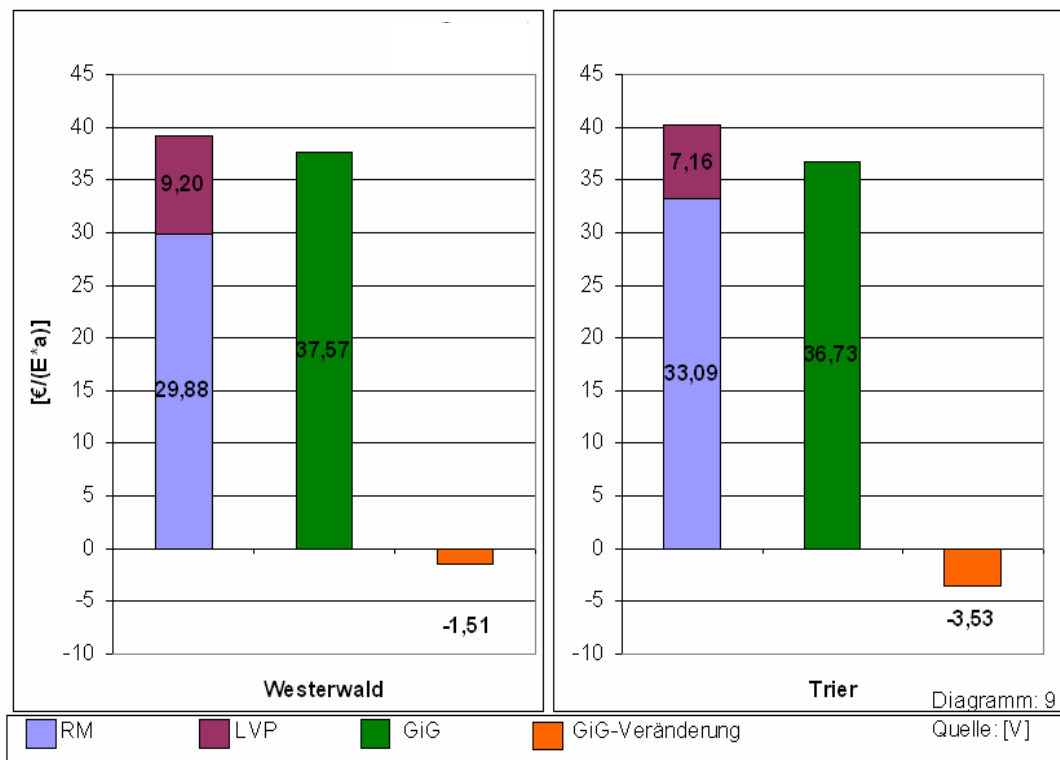
Abfälle aus der Grauen Tonne (Restabfälle) und der Gelben Tonne (LVP) erprobt wurde. Getrennt wurden dabei Eisen und Nichteisenmetalle, Folien, Getränkekartonagen (FKN), PET-Flaschen, PE- und PP-Hartkunststoffe, Polystyrol, Mischkunststoffe und Ersatzbrennstoffe. Zur Anhebung des Heizwertes wurde der Sortierrest noch einer Rotte zugeführt. Am Beispiel der Sortierung von Abfällen aus der Stadt Neuss zeigte sich, dass hier über eine Mischerfassung rund siebenmal mehr Abfälle dem werkstofflichen Recycling und der energetischen Nutzung zugeführt werden konnten, als beim bestehenden System. Die so gewonnenen Wertstoffe sind qualitativ den vom Dualen System Deutschland (DSD) gewonnenen Wertstoffen gleichwertig [20].

#### □ **Rheinland-Pfalz**

Die DSD AG, das Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz und die Herhof Umwelttechnik GmbH initiierten im Jahre 2002 unter Beteiligung des Bundesumweltministeriums und des Umweltbundesamtes das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „Technisch-ökonomische Analyse der gemeinsamen Erfassung und Aufbereitung von Restabfall und LVP“. Das Projekt umfasste zwei Versuchsgebiete:

- Westerwaldkreis (ca. 203 200 EW), getrennte Sammlung von Bioabfällen vorhanden;
- Raum Trier mit der Stadt Trier und dem Landkreis Trier-Saarburg (ca. 239 100 EW), keine getrennte Sammlung von Bioabfällen vorhanden.

In beiden Systemen wurde das Restabfall-LVP-Gemisch durch eine biologische Kurzzeitrotte trockenstabilisiert (Trockenstabilattechnologie) und anschließend der LVP-Sortieranlage des Zweckverbandes Abfallwirtschaft im Raum Trier zugeleitet. Der Schlussbericht des Untersuchungsvorhabens vom Mai 2005 kommt zu dem Ergebnis, dass eine Sortierung des trockenstabilisierten GiG-Stoffgemischs technisch mit guten Qualitäten durchführbar ist. Das Sortierergebnis ist dabei abhängig von der Rottesteuerung sowie vom Wassergehalt des Materials [21].



**Abb. 10: Kostenvorteil der GiG-Sammlung in den Gebieten Westerwald und Trier**

Die Kostenbetrachtung (Abb. 10), die die Bereiche Erfassung, Sammlung und Transport umfasst, zeigt, dass durch eine Gemischterfassung finanzielle Vorteile für die Bürgerinnen und Bürger entstehen können. In der Region Westerwald beträgt die Kostenersparnis 1,51 €/E-a), in der Region Trier sogar 3,53 €/E-a). Sie entspricht dort etwa 9 % der Gesamtsystemkosten und somit der Hälfte derjenigen Kosten, die für die LVP-Getrenntsammlung entstehen..

#### □ Sachsen und Berlin

Eine weiterer Versuch zur Optimierung der Abfallverwertung stellt das im Jahr 2004 in Leipzig und im Jahr 2005 in Berlin gestartete Pilotprojekt „Gelbe Tonne Plus“ dar, welches gemeinsam vom Dualen System Deutschland (DSD), ALBA Berlin bzw. SERO Leipzig und den jeweiligen Kommunen im Rahmen des DSD-„Innovationsprogramms 2007“ durchgeführt wird. Hierbei wird das Spektrum der üblicherweise über den Grünen Punkt gesammelten Verpackungsmaterialien um stoffgleiche Nichtverpackungen sowie um einige zusätzliche Materialien – weitere Metalle und Kunststoffe, Holzmaterialien und Elektronikkleingeräte – erweitert, die nun auch in der gelben Tonne erfasst werden. In einer LVP-Sortieranlage werden die Wertstoffe mittels Röntgentechnologie und NIR-Technologie getrennt. Ziele des Projektes sind die Erhöhung der Wertstoffausbeute und die Senkung der Kosten für Sammlung und Sortierung.

Erste Ergebnisse mit der „Gelben Tonne Plus“ in der Stadt Leipzig zeigten für die ersten drei Quartale des Jahres 2005 eine erfasste Wertstoffmenge von 32,8 kg/(E·a). Dies entspricht, bezogen auf die Gesamtabfallmenge, einem Anstieg von 14,2 auf 16,4 Prozent, wodurch Kosten für die Restabfallentsorgung eingespart wurden. [22] Problematisch ist hingegen die Miterfassung von Elektroaltgeräten in der „Gelben Tonne Plus“, deren Zulässigkeit mit dem Inkrafttreten des ElektroG abfallrechtlich und auch aufgrund des Schadstoffgehaltes sowie unter Wiederverwendungsaspekten umstritten ist.

Auch in Berlin wurde die „Gelbe Tonne Plus“ in über 300 000 Wohnungen eingeführt. Bis Mitte 2007 sollen weitere 410 000 Wohnungen folgen. Ein Pilotversuch der ALBA Consulting GmbH zeigte, dass durch die „Gelbe Tonne Plus“ das Restmüllvolumen um ca. 19 % verringert wird und die Betriebskosten für die Entsorgung um 9 % sinken können [23].

#### □ **Baden-Württemberg**

Die Forschungsprojekte der Universität Stuttgart befassen sich mit der Vereinfachung der Sammel- und Entsorgungssysteme sowie ökonomischen Einsparpotenzialen. Dabei wird auf reale Daten von zehn ausgewählten Landkreisen Baden-Württembergs zurückgegriffen. Das Untersuchungskonzept basiert auf einer Berechnung von Massenströmen auf Grundlage der Landkreis-spezifischen Daten und einer Berechnung der Kosten für die Sammlung, Behandlung und weitere Verfahrensschritte. Daraus wurden sechs Szenarien entwickelt. Die wichtigsten Ergebnisse waren:

- Besonders hohe Abschöpfungsmengen an Wertstoffen wurden bei Varianten mit gemeinsamer Erfassung von Wertstoffen und Restmüll in ländlichen sowie ländlich-städtisch gemischten Gebieten mit einer Restabfallbehandlung über eine MBA festgestellt.
- Höchste Abschöpfungsquoten ergeben sich aus Holsystemen.
- Eine getrennte Bioabfallsammlung ist vorteilhaft.
- Die einwohnerspezifischen Kosten liegen im besten Fall bei etwa 43 €/E·a (ländlich-städtisch gemischte Region, Restabfallbehandlung in einer MVA, getrennte Bioabfallerfassung), im schlechtesten Fall bei etwa 68 €/E·a (ländlich-städtisch gemischte Region mit/ohne getrennte/r Bioabfallerfassung und Restabfallbeseitigung über eine MVA sowie ländliche Region ohne getrennte Bioabfallerfassung, aber mit Restabfallbehandlung in einer MBA). Die Kosten des Status quo -Szenarios betragen zurzeit im Durchschnitt etwa 47 €/E·a; abhängig von verschiedenen Einflussfaktoren ist es möglich, ca. 4 €/E·a einzusparen.
- Unter Kostengesichtspunkten erweist sich ein Bringsystem für trockene Wertstoffe bei separater Bioabfallsammlung als sehr günstig, da die logistischen Kosten der Bürger/innen nicht in die Betrachtung einfließen.

Auch diese Berichte belegen, dass eine Entscheidung für ein bestimmtes Sammelsystem nicht pauschal gefällt werden kann. Die Effizienz des Systems ist stark von den strukturellen Randbedingungen sowie der Art und den Kosten der Restabfallbehandlung abhängig [24].

## 5. Verwertung der Reststoffe aus Abfallbehandlungsanlagen

Zurzeit existieren in Deutschland etwa 67 Müllverbrennungsanlagen mit einer Kapazität von ca. 16,9 Mio. Mg/a [25], in denen im Jahre 2002 3,14 Mio. Mg Rohschlacke anfielen. Die Möglichkeit



der Verwertung dieser Rohschlacke ist sehr stark von einer Aufbereitung abhängig. Aufbereitete HMV-Asche kann nach [26] unterschiedlich genutzt werden:

**Abb. 12: Aufbereitete HMV-Asche der Müllverwertungsanlage Rugenberger Damm, Hamburg**

- auf Deponien als Abdeckmaterial, zum Bau der Ausgleichsschicht, im Deponiestraßenbau u. a. sowie
- im Straßenbau unter eingeschränkten Bedingungen mit definierten technischen Sicherungsmaßnahmen als Trag- oder Frostschutzschicht.

Durch einen optimierten Verbrennungsprozess und eine gleichmäßige Abfallzusammensetzung im Müllbunker kann die Qualität der HMV-Asche zwar positiv beeinflusst werden, ihre Qualität entspricht jedoch nicht den Zuordnungskriterien Z 1.2 oder gar Z 1.1 der LAGA-Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen von 1997, die für einen eingeschränkten offenen Einbau gelten. Um weitere umweltverträgliche Nutzungsarten erschließen zu können, ist daher eine Qualitätsverbesserung durch Aufbereitung zwingend notwendig. Im Idealfall wird die Asche gewaschen, um lösliche Salze wie z. B. Chloride zu entfernen. Anschließend erfolgt eine eintägige Lagerung mit nachfolgender Siebung und Zerkleinerung. Mittels Magnetabscheider und Wirbelstromverfahren werden die Metalle entfernt, die einer Verwertung zugeführt werden. Während einer weiteren Lagerung altert die Schlacke. Hierbei laufen physikalische und chemische Prozesse ab, deren Ergebnis ein mineralisches Gemisch ähnlich dem Bauschutt ist (Abb. 11) [27].

Weitere Reststoffe der MVA, die verwertet oder beseitigt werden müssen, sind Kessel- und Filterstaub sowie eventuell Mischsalzsohlen. Während die Stäube durchaus die geforderten bauphysikalischen Eigenschaften für einen Bergversatz erfüllen und damit langfristig verwertet werden, kann der schwermetallhaltige Filterkuchen der Mischsalzsohle in einer Untertagedeponie (Salzkaerne) beseitigt werden [9].

## 6. Fortentwicklung der klassischen Abfallwirtschaft

Die Abfallwirtschaft unterliegt sowohl national als auch im europäischen Maßstab und darüber hinaus einem Wandel. Die im 6. EU-Umweltaktionsprogramm (UAP) festgelegten Ziele reichen von der Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch über die Verringerung des Gesamtabfallvolumens durch Abfallvermeidung bis hin zur Reduzierung der Gefährlichkeit der Abfälle [28]. Letztere Forderungen waren schon Bestandteil der Abfallrahmenrichtlinie von 1997 [30]. Dazu ist es notwendig, Stoffströme zu reduzieren und Schadstoffe vorsorgend aus den Stoffkreisläufen auszuschleusen [31]. Auf Grundlage des 6. UAP veröffentlichte die EU-Kommission im Dezember 2005 die „Thematische Strategie für Abfallvermeidung und -recycling“ mit folgenden Handlungsschwerpunkten [29]:

- *Modernisierung des Rechtsrahmens:*

Im Rahmen der gegenwärtigen Revision der Abfallrahmenrichtlinie erfolgt eine Klarstellung zum Ende der Abfalleigenschaft. Bei Einhaltung definierter, Umweltrisiko-basierender und anwendungsspezifischer Kriterien sollen bestimmte Abfallarten den Status von Sekundärrohstoffen erhalten.

- *Einführung des Denkens in Lebenszyklen auch in der Abfallpolitik:*

Umweltpolitik betrachtet branchenbezogen die von Produkten ausgehenden Umweltbelastungen während des gesamten Produktlebens (Gewinnung, Aufbereitung, Produktion, Nutzung oder Verbrauch bis hin zum Abfallstatus eines Produkts durch Wertschätzungsverlust). Der neuen europäischen Zielrichtung folgend muss auch die Abfallpolitik mit dazu beitragen, dass die von einem Produkt ausgehenden Belastungen minimiert werden. Das „Life-Cycle-Denken“ soll in die Zielbestimmungen der Abfallrahmenrichtlinie aufgenommen werden.

- *Verbesserung der Lebenszyklus-Wissensbasis:*

Das Denken in Lebenszyklen setzt ein fundiertes Wissen über alle Umweltbelastungen voraus, die sich aus der Ressourcennutzung, der Abfallerzeugung und -beseitigung auf der Grundlage einschlägiger Prognosen und Modelle ergeben. Dazu können für relevante Produkte über deren gesamten Lebenszyklus alle damit verbundenen Stoffflüsse mit einer geeigneten Methode [32]

evaluiert werden, wobei auch Export- und Importflüsse einzubeziehen sind. Auf internationaler Ebene beschäftigt sich die Arbeitsgruppe für Abfallvermeidung und Recycling der OECD mit dieser Betrachtung von Materialströmen über den gesamten Lebenszyklus mit dem Ziel, negative Umweltauswirkungen künftig effizient zu verringern oder zu vermeiden und Ressourcen zu schonen [33].

- *Entwicklung einer europäischen „Recycling-Gesellschaft“:*

Die Kommission stellt dafür einheitliche Umweltschutzstandards für Recyclingverfahren in Aussicht und empfiehlt den Mitgliedsstaaten zur Förderung der Verwertung die Einführung einer Abfallbeseitigungssteuer.

## **7. Zusammenfassung**

Die technischen Möglichkeiten, das „Ziel 2020“ zu erreichen, sind bereits gegeben. Dafür müssen allerdings Vorbehandlungskapazitäten ausgebaut werden. Ob die häuslichen Restabfälle getrennt oder gemischt mit den LVP-Abfällen erfasst werden, ist dabei nicht entscheidend, solange nur optimierte Systeme zur Anwendung kommen. Die Versuchsergebnisse zeigen jedoch, dass in Abhängigkeit von verschiedenen Einflussfaktoren bei einer Mischerfassung durchaus Kosteneinsparungen für die Bürgerinnen und Bürger möglich sind. Nach Maßgabe der vorhandenen Infrastruktur und der bestehenden bzw. geplanten Abfallbehandlungsanlagen sowie ihrer ökonomischen und ökologischen Bewertung sollten die Kommunen selbst zwischen den ökologisch hochwertigsten Entsorgungsverfahren wählen können.

Durch die Weiterentwicklung der traditionellen Abfallwirtschaft in eine effektive Stoffstrom- und Kreislaufwirtschaft werden künftig zunehmend Sekundärrohstoffe schadlos verwertet und Ressourcen geschont. Während abfallrechtliche Regelungen eher Output-orientiert sind, setzt das Stoffstrommanagement jedoch bereits am Input der Prozesskette an. Es muss daher ein „Denken in Stoffströmen“ einschließlich einer erweiterten Produktverantwortung entwickelt werden. Um ungenutzte Ressourcenschonungspotenziale erkennen zu können, müssen zunächst relevante Stoff- bzw. Materialströme identifiziert und untersucht werden. Die Erweiterung des Blickfeldes auf künftige Umweltbelastungen, die von ausgewählten Stoffströmen ausgehen können, ist ein wichtiger Schritt für die Weiterentwicklung der Abfallwirtschaft. Letztlich führt die konsequente Weiterentwicklung des „Ziels 2020“ dazu, dass unter Anwendung allgemeingültiger Schutzgut-orientierter Anforderungen die Grenzen zwischen Abfall und Sekundärrohstoff verschwinden und ein umwelt- und ressourcengerechter Einsatz von Sekundärrohstoffen gefördert wird [34].

## 8. Literaturverzeichnis

- [1] <http://waste.informatik.hu-berlin.de/Grassmuck/Texts/MuellSystem/spuren1.html>
- [2] <http://www.rewi.hu-berlin.de/online/fhi/articles/9810ormond.htm>
- [3] Arbeitsgemeinschaft Abfallberatung Unterfranken, Wanderausstellung, 1998
- [4] Bericht über die Tagung des Deutschen Gemeindetages, Arbeitsgemeinschaft der Leiter städtischer Fuhrparks- und Straßenreinigungsbetriebe Deutschlands, 20.-22.05.1937 in Düsseldorf, Die Städtereinigung 30.07.1937
- [5] E. de Fodor, Elektrizität aus Kehrlicht, Budapest, 1911, Reprint: MABEG Gesellschaft für Abfallwirtschaft und Entsorgungstechnik mbH (Hrsg.), Herne
- [6] Towards sustainability - a European Community programme of policy and action in relation to the environment and sustainable development, Fünftes Umweltaktionsprogramm der EU, 1993
- [7] Eine thematische Strategie für Abfallvermeidung und -recycling, Mitteilung der Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2003
- [8] <http://www.destatis.de>
- [9] H. Keßler, Von der Utopie zur Wirklichkeit, Müllmagazin Nr. 3/2004, S.44 ff.
- [10] Eckpunktepapier unter: [http://www.deponie-stief.de/recht/bund/texte/bmu\\_eckp99.htm](http://www.deponie-stief.de/recht/bund/texte/bmu_eckp99.htm)
- [11] M. Kaimer, D. Schade, Zukunftsfähige Hausmüllentsorgung, Erich Schmidt Verlag, Berlin, Bielefeld, München, 2002
- [12] Rechtliche, ökonomische und organisatorische Ansätze zur Schließung von Siedlungsdeponieraum, Forschungsbericht 299 34 301,FB 000601, UBA-Texte 18/2004
- [13] <http://www.wilfersdorf.at/gemeinde/ressort5/infos/gelberS/gelberSack1.jpg>
- [14] <http://www.offenbach.de/stepone/data/images/73/05/00/Restmuell.jpg>
- [15] B. Bilitewski, G. Härdtle, K. Marek, Abfallwirtschaft, 2. Aufl., Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 1994
- [16] Verpackungen im Hausmüll, Abschlussbericht des Witzenhausen-Instituts für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, 2002
- [17] Zusammensetzung und Schadstoffgehalt von Siedlungsabfällen, Abschlussbericht des Bayrischen Landesamtes für Umweltschutz, 2003
- [18] Abschlussbericht RWE, Bundestagsanhörung, Umweltausschuss, 2003
- [19] Ökologische und ökonomische Bewertung von Sammelsystemen für Haushaltsabfälle in Nordrhein-Westfalen, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 2005
- [20] Gelb in Grau – Abfallwirtschaftliche Perspektiven?, Dokumentation einer Veranstaltung der Grünen im Landtag NRW, 2004

- [21] Technisch-ökonomische Analyse der gemeinsamen Erfassung und Aufbereitung von Restabfall und LVP, Schlussbericht des F+E-Vorhabens, 2005
- [22] Pilotprojekt für trockene Tonne in Leipzig zeigt erste positive Ergebnisse, EUWID Recycling und Entsorgung, 38/2005, S. 5
- [23] ALBA: Gelbe Tonne Plus setzt sich in Berlins Wohnungswirtschaft durch, EUWID Recycling und Entsorgung, 43/2005, S.9
- [24] M. Kranert (Hrsg.), Neuorientierung der Abfallwirtschaft – Erfahrungen, Chancen, Perspektiven, 83. Abfalltechnisches Kolloquium der Universität Stuttgart, 17.11.2005
- [25] B. Johnke, Umweltbundesamt, FG III 3.3, 03.02.2006, persönliche Mitteilung
- [26] Produkte aus der thermischen Abfallverwertung, 7. Workshop VGB Powertech, Eschbach, 20.10.2005
- [27] <http://www.mvr-hh.de>
- [28] Beschluss Nr. 1600/2002/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über das Sechste Umweltaktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaften, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, 22. 07.2002
- [29] Taking sustainable use of resources forward: A thematic strategy on the prevention and recycling of waste, Mitteilung der Kommission, 21.12.2005
- [30] Abfallrahmenrichtlinie der EU, 75/442/EWG, 8/1997
- [31] J. H. Spangenberg, R. Verheyen, Von der Abfallwirtschaft zum Stoffstrom-Management, Gutachten, Friedrich-Ebert-Stiftung, 1996
- [32] ÖWAV-Regelblatt 514
- [33] Quelle: UMWELT Nr. 01/2006, S. 51/52
- [34] H. Keßler, S. Krause, Diskussionsbeiträge zum Thema Stoffflussanalysen, UBA-Vortragsveranstaltung, Dessau, 24.01.2006, unveröffentlicht