

Texte

**44**  
**07**

ISSN  
1862-4804

## Potentialanalyse der deutschen Entsorgungswirtschaft

Umwelt  
Bundes  
Amt



Für Mensch und Umwelt

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES  
BUNDEMINISTERIUMS FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 206 31 303  
UBA-FB 001080



# Potentialanalyse der deutschen Entsorgungswirtschaft

von

**Florian Knappe**

IFEU-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH

in Zusammenarbeit mit

**Prof. Jürgen Blazejczak**

Hochschule Merseburg (FH)

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter  
<http://www.umweltbundesamt.de>  
verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten  
und Meinungen müssen nicht mit denen des  
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt  
Postfach 14 06  
06813 Dessau-Roßlau  
Tel.: 0340/2103-0  
Telefax: 0340/2103 2285  
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet III 3.1  
Dr. Joachim Wuttke

Dessau-Roßlau, November 2007

1. <b>Berichtsnummer</b> UBA FB	2.	3. <b>Übergreifende Angelegenheiten der Abfallentsorgung</b>
4. <b>Titel des Berichts</b> Potentialanalyse der deutschen Entsorgungswirtschaft		
5. <b>Autor(en), Name(n), Vorname(n)</b> IFEU-Institut: Knappe, Florian Hochschule Merseburg (FH): Blazejczak, Prof. Jürgen	8. <b>Abschlussdatum</b> Januar 2007	
	9. <b>Veröffentlichungsdatum</b>	
6. <b>Durchführende Institution (Name, Anschrift)</b> IFEU – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH Wilckensstraße 3 D-69120 Heidelberg	10. <b>UFOPLAN-Nr.</b> 206 31 303	
	11. <b>Seitenzahl</b> 95	
7. <b>Fördernde Institution (Name, Anschrift)</b> Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 D-06844 Dessau	12. <b>Literaturangaben</b> 85	
	13. <b>Tabellen und Diagramme</b> 9	
	14. <b>Abbildungen</b>	
16. <b>Zusammenfassung</b> <p>Die Abfallwirtschaft Deutschlands hat sich seit Mitte der 80er deutlich von einer Abfallbeseitigung hin zu einer ressourcen- und klimaschonenden Kreislaufwirtschaft entwickelt und ist damit Vorbild für viele Länder innerhalb und außerhalb Europas. Nicht nur die methodischen Ansätze einer Stoffstrombewirtschaftung dienen anderen Ländern als Vorbild, die Innovationen in Deutschland führten auch zu einer rasanten und tiefen Entwicklung von Behandlungstechniken und –technologien und damit entsprechenden Exporterfolgen.</p> <p>In Deutschland sind etwa 250.000 Personen mittelbar oder unmittelbar in der Abfallwirtschaft tätig. Für einen Teilbereich der gesamten Abfallwirtschaft konnten im Rahmen dieser Studie Beschäftigungseffekte einzelnen abfallwirtschaftlichen Aufgabenstellungen zugeordnet werden. Beziffert wurden zudem die Beschäftigungseffekte, die aus Investitionen bzw. aus dem Betrieb und dem Unterhalt der Anlagen ableiten lassen. In welchen Bereichen der Abfallwirtschaft Deutschlands weshalb noch Investitionen in welcher Höhe notwendig werden, wurde im Rahmen der Potentialanalyse aus der abfallwirtschaftlichen Situation heraus begründet abgeleitet. Die größten Effekte sind dabei über die Errichtung und den Betrieb von Entsorgungsanlagen für die hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle zu erwarten. Aus dem seit Mitte 2005 bestehenden Entsorgungsnotstand werden diese Investitionen in großem Umfang bereits derzeit getätigt. Weitere mit höheren Investitionen verbundene Entwicklungen in der Abfallwirtschaft Deutschland werden vor allem für die Bereiche Bauschutt, Bioabfall aus Haushalten und kommunale Klärschlämme erwartet.</p> <p>In vielen Ländern der Europäischen Union muss die derzeitige Abfallentsorgung noch auf die gesetzlichen Anforderungen angepasst werden, in vielen weiteren Staaten verlangt die starke Wirtschaftsentwicklung entsprechende Investitionen. Die verfügbare Datenlage über die abfallwirtschaftliche Situation in den einzelnen Ländern ist meist schlecht. Selbst in einigen Ländern der EU beruhen die Zahlenangaben in den abfallwirtschaftlichen Statistiken nur auf Schätzungen. Trotzdem wurden im Rahmen dieser Studie für viele Länder und Regionen über die Prognose der Abfallmengenentwicklung und der fachlich als notwendig angesehenen Entwicklung der Abfallentsorgung für einen Zeitraum bis 2020 Investitionen in Behandlungstechnologien benannt. Diese Schätzungen wurden konservativ vorgenommen. Sie beziehen sich zudem nur auf die Anlagenteile, d.h. handelbare Güter, und benennen keine Gesamtinvestitionen, da bspw. über reine Bauleistungen keine positiven Beschäftigungswirkungen für Deutschland zu erwarten sind. Abgeleitet aus der Importquote der einzelnen Länder für derartige Güter sowie der traditionellen Lieferanteile aus Deutschland an der Importnachfrage wurde die dadurch in Deutschland induzierte inländische Produktion mit den damit verbundenen Beschäftigungseffekten benannt.</p>		
17. <b>Schlagwörter</b> Potentialanalyse, Entsorgungswirtschaft, Abfallströme, Bioabfallverwertung, Abfallsammlung, Altglas, Leichtverpackungen, Sperrmüll, Restabfall, Bauschutt, kommunale Klärschlämme, Tierkörperbeseitigung, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Deponie, Investitionsbedarfe, Importnachfrage, Beschäftigungseffekte		
18. <b>Preis</b>	19.	20.

## Report Specifications

<b>1. Report Number</b> UBA FB	<b>2.</b>	<b>3.</b> spanning affairs of waste management
<b>4. Report Title</b> Capability Analysis of Waste Management in Germany		
<b>5. Author(s), Surname(s), Given Name(s)</b> IFEU-Institut: Knappe, Florian Hochschule Merseburg (FH): Blazejczak, Prof. Jürgen	<b>8. Date of Completion</b> January 2007	
	<b>9. Date of Publication</b>	
<b>6. Participating Institution (Name, Addresses)</b> IFEU – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH Wilckensstraße 3 D-69120 Heidelberg	<b>10. UFOPLAN-No.</b> 206 31 303	
	<b>11. Number of Pages</b> 95	
<b>7. Sponsor Institution (Name, Address)</b> Federal Environmental Agency Wörlitzer Platz 1 D-06844 Dessau	<b>12. Literature Information</b> 85	
	<b>13. Tables and Diagrams</b> 9	
	<b>14. Figures</b>	
<b>16. Summary</b> <p>Germany's waste management system has dramatically developed from a waste disposal system into a highly developed material and climate-friendly closed substance cycle since the mid 1980s and plays a model-role for many countries within and outside of Europe. Not only the methodic approaches of a material flow system serve other countries as a model – the innovative ideas in Germany have also led to the rapid and intensive development of treatment techniques and technologies, resulting in corresponding successful exports.</p> <p>There are approximately 250,000 people directly or indirectly working in waste management. For a sector of the complete waste management system, the effects on employment associated with certain waste management tasks were identified. Effects on employment that were related to investments or the operation and servicing of the plants were also included. Which sectors of waste management in Germany require future investments and how high these would need to be were deduced within the framework of the analysis referring to the potential based on the waste management situation. The greatest effects here are to be expected through the construction and operation of disposal plants for commercial domestic waste. Because of the urgent situation concerning the disposal of waste that began in mid-2005, major investments have already been made. Further developments involving higher investments in Germany's waste management system are expected in the areas of construction waste, biowaste from households and municipal sewage sludge.</p> <p>Many countries in the European Union have to adjust their waste disposal systems to the current legal standards, in many other countries the strong economic development requires corresponding investments. There is generally little data available on the waste management situation in single countries. Even in some EU countries, the figures in the waste management statistics are only based on estimates. Nevertheless, this study included a forecast for many countries and regions on the development of waste quantities and the investments required to meet this estimated development of waste management for treatment technologies by the year 2020. These are conservative estimates. They mainly refer to parts of plants, i.e. marketable goods, and do not quote total investments, because there are no positive employment effects for Germany to be expected from just construction work. The import quota for these goods is determined, i.e. how much comes from domestic industry and how much has to be imported. The share of imports traditionally coming from Germany and not imported from other countries is examined and the effect on employment is calculated.</p>		
<b>17. Keywords</b> <p>Analysis of potential, waste management, waste streams, utilizing biowaste, waste collection, recovered glass, light-weight packaging, bulky waste, residual waste, construction waste, municipal sewage sludge, removal of animal carcassers, commercial domestic waste, landfill, need for investments, demand for import, effects on employment</p>		
<b>18. Price</b>	<b>19.</b>	<b>20.</b>

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	1
2	3
2.1	3
2.2	5
2.3	6
2.4	8
3	11
3.1	11
3.2	12
3.3	12
3.4	13
3.5	13
3.6	14
3.7	15
3.8	15
3.9	16
3.10	17
3.11	17
3.12	18
3.13	18
3.14	18
4	21
4.1	22
4.2	23
4.3	25
4.4	27
4.5	29
4.6	29
4.7	32
4.8	33
4.9	34
4.10	36
5	38
6	41
6.1	43
6.2	73

6.3	Übersicht über die abfallwirtschaftliche Situation in Ländern außerhalb Europas	79
7	Bezifferung der Potenziale über den Export	87
8	Zusammenfassung	90
Literatur		92

## **1 Zielsetzung und Aufgabenstellung**

Die Abfallwirtschaft hat seit Mitte der 80 Jahre einen enormen Paradigmenwechsel vollzogen. Wurden Abfälle bis dahin fast ausschließlich beseitigt, hat sich die Abfallwirtschaft sukzessive zu einer ressourcen- und klimaschonenden Kreislaufwirtschaft entwickelt. Die Kreislaufwirtschaft ist ein erfolgreiches Exportprodukt Deutschlands. Nicht nur die methodischen Ansätze einer Stoffstrombewirtschaftung dienen anderen Ländern als Vorbild, die Innovationen in Deutschland führten auch zu einer rasanten und tiefen Entwicklung von Behandlungstechniken und –technologien und damit entsprechenden Exporterfolgen.

Die Abfallwirtschaft leistet in Deutschland einen hohen Beitrag zu den Kioto-Zielen. Trotzdem verbleiben auch in Deutschland noch weitere Möglichkeiten, die Abfallwirtschaft in Richtung einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft d.h. unter Aspekten des Ressourcenschutzes, der Energieeffizienz und des Klimaschutzes zu optimieren. Die vorhandene Bewirtschaftung der Abfallströme ist darauf zu untersuchen, inwieweit Steigerungen gerade auch der Ressourceneffizienz möglich sind. Hierzu zählt auch die Zielsetzung, spätestens im Jahre 2020 Siedlungsabfälle nahezu vollständig zu verwerten.

In Deutschland sind in manchen Bereichen der Abfallwirtschaft verbesserte Ansätze der Stoffstrombewirtschaftung und damit Investitionen zu erwarten. Angesichts des nicht so fortgeschrittenen Entwicklungsstandes der Abfallwirtschaft in vielen anderen Ländern auch innerhalb Europas, gilt dies umso mehr in diesen Staaten.

Die vorliegende Studie kann mit der Aufgabenstellung nicht den ganzen Komplex der Abfallwirtschaft abdecken, sondern beschränkt sich auf die bedeutenderen Abfallströme innerhalb der Siedlungsabfälle. Insbesondere die Effekte der Entsorgung erheblicher Mengen industrieller Abfälle sind demnach nicht erfasst. (siehe Kapitel 2)

Mit dieser vorliegenden Studie soll die Bedeutung der Abfallwirtschaft für die Beschäftigungssituation aufgezeigt werden, wobei die Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt daher für Deutschland nicht nur aus der Nachfrage im Inland, sondern vor allem auch aus den Exportchancen im Bereich Anlagen- und Maschinenbau resultieren. Dazu kommen die unmittelbar in der Abfallwirtschaft Deutschlands Beschäftigten.



Die Datenlage zur aktuellen Beschäftigungslage erlaubt keine detaillierte Aufstellung nach einzelnen Teilbereichen. Nach Recherche des Gewerkschaft ver.di (Mendroch 2006) gibt es in der Abfallbranche etwa 157.000 sozialpflichtige Arbeitsverhältnisse mit einer rückläufigen Tendenz. Welchen Anteil Teilzeitstellen einnehmen und wie viel Arbeitsverhältnisse nicht sozialversicherungspflichtig sind, lässt sich aus dieser Aufstellung nicht ablesen. An immer mehr Entsorgungsanlagen werden zudem in gewissem Umfang auch Leiharbeitnehmer eingesetzt bzw. Wartungsleistungen zunehmend an Fremdfirmen vergeben. Zudem erfolgt die Bewirtschaftung von Abfällen sehr ausdifferenziert, so dass die Entsorgung eines Abfallstroms mit teilweise aufwändigen Transportketten verbunden ist. Die damit verbundenen Auswirkungen auf das Transportgewerbe sind deshalb bei der Bezifferung der Beschäftigungseffekte ebenfalls zu berücksichtigen.

Die unmittelbar in der Abfallwirtschaft d.h. mit der „Bewirtschaftung der Abfälle“ Beschäftigten dürften deshalb deutlich die oben genannte Zahl übersteigen. Dazu kommen indirekte Beschäftigungseffekte der Abfallwirtschaft. Die Abfallwirtschaft erzeugt eine Nachfrage einmal nach Investitionsgütern, zum anderen auch nach Betriebsmitteln wie insbesondere Energie. Die dadurch induzierten Beschäftigungswirkungen der Abfallwirtschaft insbesondere im Anlagen- und Maschinenbau sowie in der Bau- und Energiewirtschaft sind ebenfalls zu berücksichtigen.

In Summe sind daher die vom Bundesumweltministerium (BMU 2006) im Umweltbericht 2006 genannten etwa 250.000 mittelbar oder unmittelbar in der Abfallwirtschaft Beschäftigten durchaus realistisch.

Um einen etwas detaillierteren Einblick in die derzeitige Beschäftigungssituation in der Abfallwirtschaft Deutschlands zu erhalten, wurden für die ausgewählten Abfallarten innerhalb der Siedlungsabfälle (siehe Kapitel 2) einige Akteure d.h. v.a. Anlagenbetreiber befragt und diese Angaben über spezifische Kennwerte auf Gesamtaussagen hochgerechnet.

Das Hauptaugenmerk der Untersuchung liegt jedoch in der Ermittlung der durch innovative abfallwirtschaftliche Maßnahmen ausgelösten Investitionen und die dadurch bewirkten Beschäftigungseffekte.

Die Innovationen in der Abfallwirtschaft werden (wie in anderen Bereichen auch) entweder durch marktinduzierte Bedingungen oder staatliche Rahmenbedingungen

angeregt. Ein Teil der Investitionen in der Abfallwirtschaft wird durch sich verändernde Preise oder durch Kostenwettbewerb induziert, die eine Steigerung der Produktivität und damit bspw. meist einen höheren Grad der Automatisierung erfordern. Derartige Investitionen führen in der Regel volkswirtschaftlich zu einem Abbau von Beschäftigung. Dagegen sind staatliche Anforderungen z.B. an den Umweltschutz in der Regel zunächst über die dadurch erzeugten Modifikationen in der Stoffstrombewirtschaftung beschäftigungsfördernd.

Große Potentiale ergeben sich aber durch die Nachfrage nach deutscher Umwelttechnik und entsprechendem Know-how aus dem Ausland. Der Bedarf an fortschrittlicher Entsorgungstechnik im Ausland, sowohl in anderen Industriestaaten als auch in Schwellen- und Entwicklungsländern ist enorm. Diese Effekte sollen zumindest grob geschätzt werden.

## **2 Definition des Beschäftigungsfeldes Abfallwirtschaft**

### **2.1 Welche Abfallstoffströme werden betrachtet?**

Beschäftigt man sich mit der Abfallwirtschaft, steht immer wieder nicht nur die Frage im Raum, welche Stoffströme als Abfall einzustufen sind, sondern darüber hinaus auch welche Stoffströme nicht Teil der eigentlichen klassischen Abfallwirtschaft sind.

So sind beispielsweise die in der Landwirtschaft und Forstwirtschaft anfallenden Abfälle wie Ernterückstände und Teile der in der Viehwirtschaft anfallenden Gülle bzw. des Festmistes nicht Teil der klassischen Abfallwirtschaft. Dies gilt auch für das bei der Durchforstung anfallende Holz. Eine ähnliche Situation zeigt sich auch im Bergbau, auch hier erfolgt der Abraum und seine Entsorgung nicht als Aufgabe der klassischen Abfallwirtschaft.

Gerade im Bereich der gewerblichen und industriellen Produktion fallen darüber hinaus Massenabfälle an, die zwar nicht Hauptzweck der Produktion sind, deren Eigenschaften es jedoch erlauben, diese ohne weitere umfassende Aufbereitung wieder in den Produktionskreislauf zurück zu führen oder als "Nebenprodukt" zu vermarkten. So werden einige Stoffströme aus der Nahrungs- und Genussmittelindustrie traditionell als anerkannte Futtermittel vermarktet. Dies gilt bspw. für den Biertreber oder die Bierhefe

als Rückstand der Brauereiwirtschaft. Molke als Rückstand aus der Milchwirtschaft gelangt als hochwertiger Rohstoff bspw. in die Kosmetikindustrie, Apfeltrester als Rückstand aus der Safftherstellung ist ein hochwertiger Ausgangsstoff für die Pektinherstellung. Ähnliche Beispiele mehr ließen sich auch für andere Wirtschaftszweige finden.

Gerade im Bereich der Rückstände aus industriellen Prozessen haben sich Entsorgungswege erschlossen, die sich außerhalb der klassischen Abfallwirtschaft befinden. Aufgrund ihrer definierten immer gleichen vorhersehbaren Stoffeigenschaften und des Massenarfs konnten sich Nutzungsmöglichkeiten etablieren, die auf diese spezifischen Stoffeigenschaften abzielen und sowohl aus ökologischer als auch aus ökonomischer Sicht vorteilhaft sind.

Im Rahmen dieser Untersuchung werden nur die Stoffströme betrachtet, die als Siedlungsabfälle eingestuft sind, wobei nur die (massen)relevanten unter ihnen berücksichtigt wurden und diese nur insoweit ausreichende Informationen vorlagen.

Betrachtet werden die Siedlungsabfälle, d.h. die Abfälle aus Haushalten, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle aber auch kommunale Klärschlämme. Nicht jedoch die weiteren auf Kläranlagen bzw. in der Abwasserwirtschaft anfallenden Stoffe wie Rechengut und Sandfangrückstände. Ebenso nicht die Grünabfälle wie Garten-, Park- und Friedhofsabfälle und der Straßenkehricht. Gewerbliche und industrielle Abfälle werden berücksichtigt, sofern sie Teil der klassischen Abfallentsorgung sind, d.h. an entsprechenden Entsorgungsanlagen angedient werden. Einbezogen werden neben den hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen Abfälle wie Tierkörper, Speiseabfälle, Bauschutt und die Shredderleichtfraktionen.

Die Datenlage über die Abfallwirtschaft der europäischen und außereuropäischen Staaten erlaubt eine derart ausdifferenzierte Diskussion von Stoffströmen nicht. Die meist auf Schätzungen basierenden Angaben zu den Abfallmengen sowie die sehr groben Angaben über die derzeitige Entsorgung erlauben nur ein sehr grobes Herangehen.

## 2.2 Was gehört zur Abfallwirtschaft?

Nach der Festlegung der Abfallströme stellt sich nun die Frage, bis zu welchem Punkt deren Bewirtschaftung innerhalb der klassischen Abfallwirtschaft erfolgt. Aus Abfällen zur Verwertung werden Sekundärrohstoffe oder Produkte, die in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden. Sie verlieren über die Behandlung ihre Abfalleigenschaft.

Die Abfallwirtschaft umfasst neben den einzelnen Schritten der Abfallbehandlung auch die damit verbundenen Logistikketten. Sie schließt den Ort der Abfallerzeugung d.h. den Haushalt oder das Gewerbe bzw. den Industriebetrieb nicht mit ein. So sind alle innerbetriebliche verwerteten Stoffströme nicht Teil der Abfallwirtschaft, im Bereich der privaten Haushalte damit auch nicht die Eigenkompostierung von Küchen- und Gartenabfällen.

Die Abfallwirtschaft umfasst alle Aufbereitungs- und Behandlungsschritte bis zu dem Punkt, an dem aus dem Abfall ein Produkt bzw. Sekundärrohstoff erzeugt wurde, der vermarktet werden kann bzw. in den Produktionskreislauf zurück geführt wird. Für jeden einzelnen Abfall ist die Systemgrenze dabei unterschiedlich. Altpapier aus der Sammlung gelangt in Sortieranlagen und wird dort in einzelne Qualitäten aufgetrennt. Diese gelangen ohne weitere Aufbereitungsschritte direkt in die Papierindustrie, wo sie zusammen mit primären Rohstoffen direkt in den Pulper gegeben werden und damit als Eingangsstoff für die Papierherstellung dienen. Bei der Verwertung von Kunststoffen endet die Abfallwirtschaft nicht mit der Bereitstellung der Sortierfraktionen. Um diese Kunststoffe wieder in den Produktionskreislauf zurückführen zu können, bedarf es weiterer Aufbereitungs- und Verarbeitungsschritte, die Agglomerate oder Regranulate erzeugen. Diese Aufbereitungen erfolgen in der Regel nicht innerhalb der kunststoffverarbeitenden Industrie sondern werden von Dritten übernommen.

Betrachtet man die Abfallentsorgung aus ökologischer Sicht, werden immer die damit verbundenen Substitutionserfolge in die Untersuchung einbezogen. Durch die Verwendung von Sekundärrohstoffen aus der Abfallwirtschaft wird die nutzenäquivalente Menge primärer Rohstoffe bzw. der daraus erzeugten Produkte substituiert. Bei Analyse der Beschäftigungswirkung der Abfallwirtschaft, müssten die Verdrängungseffekte in anderen Wirtschaftsbereichen d.h. insbesondere im primären Sektor eigentlich mit beachtet werden, um Netto-Effekte beziffern zu können. Dies ist jedoch nicht Aufgabenstellung des Projektes.

## 2.3 Datenlage und Datenermittlung

Die Datenlage zur Beschäftigungssituation in der Abfallwirtschaft ist nicht sehr umfassend. So veröffentlicht das Statistische Bundesamt in der Fachserie 19 Reihe 1 eine umfangreiche Datensammlung zur Abfallentsorgung ohne Angaben zur Beschäftigungslage. Im Gegensatz zum WZ 90 „Abfallwirtschaft“ wird dieses Merkmal zwar im WZ 37 „Recycling“ erhoben. Die Angaben sind jedoch nicht weiter ausdifferenziert und nur nach a) Recycling von Metall und b) Recycling von Nicht-Metall unterschieden.

Daten aus allen Arten von Erhebungen zeigen grundsätzlich nie den aktuellen Stand sondern immer einen in der Vergangenheit erreichten Status. Dies ist für die Abfallwirtschaft relevant, da sich hier Mitte 2005 ein deutlicher Wandel vollzogen hat. Seit diesem Zeitpunkt dürfen Siedlungsabfälle nicht mehr ohne Vorbehandlung auf Deponien abgelagert werden. Um die Restkapazitäten der bestehenden Siedlungsabfalldeponien möglichst weitgehend ausnutzen zu können, wurden bis zu diesem Zeitpunkt erhöhte Abfallmengen abgelagert. Für Teilströme dieser Abfälle müssen seitdem andere Entsorgungswege eingeschlagen werden, die sich teilweise erst etablieren mussten. Entsorgungskapazitäten mussten erst errichtet werden.

Die Abfallwirtschaft befindet sich demnach in einem deutlichen Umbruch. Eine Erhebung der Beschäftigtenlage ist daher nur schwierig möglich. Zudem ist aufgrund der Umbruchsituation nicht ganz klar, welche Kapazitäten im 2. Halbjahr 2006 bereits errichtet wurden bzw. sich derzeit im Bau befinden und welcher Kapazitäten es darüber hinaus noch bedarf, die derzeit in Zwischenlager gerichteten Abfallströme einer Behandlung bzw. Entsorgung zuzuführen. Alle Angaben sind daher mit einer entsprechend großen Unsicherheit verbunden.

Um diesem Defizit zu begegnen, wurden gezielte Recherchen bzw. Interviews bei verschiedenen Akteuren in der Abfallwirtschaft geführt. Dies konnte angesichts des Projektumfangs nur stichpunktartig erfolgen. Abgefragt wurden Daten zur aktuellen Beschäftigtenzahl an einzelnen Entsorgungsanlagen, zum Einsatz von Betriebsmitteln und dem Wartungsaufwand bzw. den notwendigen Erhaltungs- und Ersatzinvestitionen. Ebenso abgefragt wurden die getätigten Investitionen zur Errichtung der Entsorgungsanlagen, möglichst unterschieden in Anlagen- und Maschinenbau bzw. das eigentliche Bauwerk. Einen wesentlichen Anteil am Betriebsmittelbedarf hat der Strom. Zur Abschätzung der damit verbundenen Beschäftigungseffekte wurde ein Preis von 6 Cent / kWh zugrunde gelegt, d.h. ohne sonstige Kosten.

Mit einer Ausnahme sind bei allen betrachteten Entsorgungssystemen der verschiedenen Abfallarten die Logistikketten ausgeblendet. Hierzu liegen zu wenige Informationen vor. Wie man an der Sammellogistik für Abfälle aus Haushalten ersehen kann, kommt dem Transport der Abfälle jedoch grundsätzlich eine große Bedeutung zu.

Zur Schätzung der Entwicklungspotentiale der Abfallwirtschaft konnte auf umfangreiche Kenntnisse aus und Erfahrungen des ifeu-Instituts mit der deutschen Abfallwirtschaft zurück gegriffen werden. Die daraus abgeleiteten Schätzungen sind in den einzelnen Unterkapiteln im Einzelnen dargelegt und begründet. Werden Investitionssummen benannt, sind diese eher konservativ d.h. versuchen die Effekte möglichst nicht zu überschätzen.

Geht es um die Schätzung der Entwicklung der Abfallwirtschaft außerhalb Deutschlands, so kann sich diese nur auf wenige Regionen beschränken. Es wurde versucht für alle diejenigen Aussagen zu treffen, für die die größten Wirtschaftsentwicklungen zu erwarten sind und damit auch zum einen eine zunehmende Bedeutung der Abfallentsorgung, zum anderen jedoch auch die entsprechenden finanziellen Ressourcen, in Abfallentsorgungsanlagen investieren zu können. Die Angaben zur abfallwirtschaftlichen Situation und zum Abfallaufkommen sind überraschend schlecht. Selbst für zahlreichen Staaten der Europäischen Union wie bspw. Spanien beruhen diese Angaben in den amtlichen Statistiken auf Schätzungen, da Erhebungen über Verwiegunen an den Abfallentsorgungsanlagen nicht stattfinden und Teilmengen außerhalb der geordneten Abfallwirtschaft entsorgt werden. Die im Rahmen dieser Studie vorgenommenen Schätzungen sind deshalb nur bedingt belastbar.

Die für die einzelnen Staaten für den Zeitraum bis 2020 geschätzten Investitionen betreffen nur jeweils den Anteil, der nicht die Errichtung der Bauwerke sondern deren Ausrüstung mit Anlagen und Maschinen betrifft und damit Güter, die potentiell aus deutscher Produktion stammen und positive Effekte in der Beschäftigungslage Deutschlands haben können.

## 2.4 Methodischer Ansatz zur Abschätzung der Beschäftigungseffekte<sup>1</sup>

Die Bedeutung der Entsorgungswirtschaft für den Arbeitsmarkt ergibt sich zum einen daraus, dass in diesem Wirtschaftsbereich zahlreiche Personen *unmittelbar* Beschäftigung finden. Darüber hinaus werden aber spürbare Beschäftigungseffekte auch dadurch induziert, dass die Entsorgungswirtschaft Güter aus anderen Wirtschaftsbereichen bezieht. In diesen Sektoren werden dann Arbeitsplätze *direkt* durch die Produktion von Gütern für die Entsorgungswirtschaft ausgelastet oder entstehen neu. Die Liefersektoren der Entsorgungswirtschaft beziehen ihrerseits Güter aus anderen Sektoren, die wiederum dort *indirekte* Beschäftigungseffekte zur Folge haben.

Ein Teil ihrer Güterkäufe bezieht die Entsorgungswirtschaft aus dem Ausland. Die daraus dort entstehenden Beschäftigungswirkungen werden hier nicht berücksichtigt. Das wird dadurch erreicht, dass die im Inland wirksame Nachfrage ermittelt und der Ermittlung der Beschäftigungseffekte zugrunde gelegt wird.

Eine umfassende Bestandsaufnahme der Bedeutung der Entsorgungswirtschaft für den Arbeitsmarkt in Deutschland muss auch die Beschäftigungseffekte einschließen, die durch die Lieferungen deutscher Entsorgungstechnik ins Ausland zustande kommen. Auch hierbei entstehen direkte und indirekte Beschäftigungswirkungen.

Darüber hinaus können von der Entsorgungswirtschaft vermittelt über verschiedene ökonomische Mechanismen weitere Beschäftigungswirkungen ausgehen, die positiv oder negativ sein können. Beispielsweise ist vorstellbar, dass bei höheren Entsorgungskosten Haushalte mit Einsparungen bei anderen Gütern reagieren. Höhere Entsorgungskosten könnten auch die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen beeinträchtigen. Jedoch könnten Entsorgungskosten auch einen Anreiz für Unternehmen darstellen, nach neuen Lösungen zur Abfallvermeidung zu suchen, die mit Kosteneinsparungen und einer Verbesserung ihrer Wettbewerbsfähigkeit verbunden sind. Solche Beschäftigungswirkungen werden im Folgenden nicht berücksichtigt; die Analyse beschränkt sich auf die direkten und indirekten Bruttobeschäftigungseffekte der Nachfrage der inländischen Entsorgungswirtschaft sowie der Exporte von Entsorgungstechnik in Deutschland.

---

<sup>1</sup> Der Ansatz entspricht dem, der zur Ermittlung der Beschäftigtenzahlen im Umweltschutz regelmäßig angewandt wird. Siehe zuletzt Edler, Blazejczak 2006.

Die Schätzung der durch die Inlands- und Auslandsnachfrage der Entsorgungswirtschaft induzierten Beschäftigungseffekte basiert auf der Input-Output-Analyse, genauer auf der Anwendung des offenen statischen Input-Output-Mengenmodells. Es beschreibt, welche Produktion in den einzelnen Wirtschaftssektoren erforderlich ist, um die Endnachfrage eines bestimmten Sektors zu erstellen. So kann die Produktion ermittelt werden, die in allen Wirtschaftssektoren zur Erstellung von Gütern einer bestimmten Art – z.B. zur Verwertung von Leichtverpackungen - direkt und indirekt erforderlich ist. Voraussetzung ist, dass die sektoralen Lieferstrukturen – die Sektoren, die diese Art von Gütern liefern - identifiziert werden. Anschließend wird die Beschäftigung errechnet, die bei dieser Produktion eingesetzt wird.

Wie erwähnt werden mit diesem Ansatz nicht nur die (direkten) Beschäftigten ermittelt, die in den Unternehmen arbeiten, die selbst die nachgefragten Güter, wie z.B. Anlagen zur Müllsortierung, produzieren, sondern es wird auch die (indirekte) Beschäftigung ermittelt, die in jenen Unternehmen anfällt, die Vorprodukte - und seien es noch so entfernte - zur Herstellung der gefertigten Anlagen bereitstellen. Falls beispielsweise ein Mitarbeiter in einem Stahlwerk Stahl produziert, der später beim Bau einer Müllverbrennungsanlage Verwendung findet, wird der entsprechende Anteil des Arbeitsvolumens des Mitarbeiters modellmäßig der Beschäftigung durch die Entsorgungswirtschaft zugerechnet, obwohl dem Mitarbeiter selbst der Zusammenhang seiner Tätigkeit mit der Entsorgungswirtschaft unbekannt ist.

Dieses methodische Vorgehen setzt als wichtige Bausteine folgende Datensätze und Informationen voraus:

- eine quantitative Abschätzung der in Deutschland wirksamen Endnachfrage der inländischen und ausländischen Entsorgungswirtschaft einschließlich der sektoralen Lieferstruktur dieser Endnachfrage sowie
- eine möglichst zeitnahe Input-Output-Tabelle für Deutschland und
- einen Satz von sektoralen Arbeitskoeffizienten (Anzahl der Beschäftigten je Einheit Bruttoproduktionswert) für die Untersuchungsperiode 2007 bis 2020 entsprechend der sektoralen Gliederung der verwendeten Input-Output-Tabelle.



### ***Zeitnahe Input-Output-Tabelle Deutschland***

Die amtliche Input-Output-Rechnung des Statistischen Bundesamtes folgt den Methoden und Konzepten des Europäischen Systems Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen - ESVG 1995.<sup>2</sup> Die Input-Output-Tabellen geben einen detaillierten Einblick in die Güterströme und Produktionsverflechtungen in der deutschen Volkswirtschaft und mit der übrigen Welt. Die amtlichen Tabellen des Statistischen Bundesamtes verfügen über eine Gliederungstiefe von 71 Produktionsbereichen.

Derzeit liegt als aktuelle Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes eine Tabelle für das Jahr 2002 vor. Die Tabelle ist an die letzte Revision der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung angepasst und bildet die empirische Grundlage der hier durchgeführten Input-Output-Rechnungen. Die Berechnungen wurden in einer Gliederungstiefe von 71 Produktionsbereichen durchgeführt.

### ***Arbeitskoeffizienten für den Zeitraum 2007 bis 2020***

Für die Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2002 mit Anpassung an die Revision der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung liegen noch keine amtlichen Angaben über Erwerbstätige in tiefer sektoraler Gliederung vor. Aktuelle amtliche Ergebnisse zu Erwerbstätigen in tiefer sektoraler Gliederung nach den Konzepten der Input-Output-Rechnung liegen für das Berichtsjahr 2000 vor. In Abstimmung mit den vorliegenden aktuellen Erwerbstätigenzahlen aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung wurden diese Zahlen für den Zeitraum 2007 bis 2020 fortgeschrieben.

---

<sup>2</sup> Nur bei der Verbuchung der firmeninternen Lieferungen und Leistungen (der sog. Weiterverarbeitungsproduktion) weichen sie von diesem Konzept ab.

### 3 Status Quo der Abfallwirtschaft in Deutschland

Für den in Kapitel 2 abgegrenzten Teilbereich der Abfallwirtschaft wird nachfolgend die Situation in Deutschland etwas näher beleuchtet. Insbesondere durch Befragungen einzelner Anlagenbetreiber wird die aktuelle Beschäftigungslage in den einzelnen Teilbereichen erhoben. Ebenfalls durch Abfrage der spezifischen Energieverbrauche und der zu tätigen jährlichen Investitionen zur Aufrechterhaltung des Anlagenbetriebs lassen sich auch die daraus resultierenden indirekten Beschäftigungswirkungen annähernd beziffern.

**Tab. 3-1 Beschäftigungslage in einigen Bereichen der Abfallwirtschaft**

Verwaltung	10.000
Forschungseinrichtungen und Beratungsleistungen	> 5.000
Abfallsammlung	80.000
Bioabfallverwertung	5.000
Verwertung von Papier/Pappe/Kartonagen	4.600
Verwertung von Altglas	400
Verwertung von Leichtverpackungen	5.000
Restabfallentsorgung	6.000
Deponie	2.000
Bauschuttverwertung	25.000
Entsorgung kommunaler Klärschlämme	1.100
Tierkörperbeseitigung	2.200
Entsorgung hausmüllähnlicher Gewerbeabfälle	31.000
<b>Summe</b>	<b>&gt;177.300</b>

#### 3.1 Verwaltung

In den staatlichen Verwaltungen sind auf den unterschiedlichen Ebenen Personen direkt oder indirekt mit abfallwirtschaftlichen Fragestellungen beschäftigt. Dies reicht von der Ebene des Bundes bis hinab auf die kommunale Ebene und umfasst nicht nur die Beschäftigung mit unmittelbar abfallwirtschaftlichen Fragestellungen, sondern auch mit der Anlagengenehmigung oder der Anlagenüberwachung.

Nach Auswertung von Organigrammen einzelner Behörden sowie ergänzender Befragungen lassen sich etwa 10.000 Beschäftigte schätzen.

### 3.2 Forschungseinrichtungen und Beratungsleistungen

Nach der im Müllhandbuch (2003) veröffentlichten Zusammenstellung gibt es knapp 40 universitäre Lehrstühle in Deutschland, die sich mit Fragen der Abfallwirtschaft beschäftigen. Die Lehrstühle sind deutlich unterschiedlich mit Personal ausgestattet. Nimmt man eine Zahl von 50 Personen pro Lehrstuhl an und hat damit nicht nur die direkt im Fachgebiet angestellten sondern auch alle anteilig aus peripheren Einrichtungen der Universitäten mit einbezogen, so ergeben sich hieraus etwa 2.000 Beschäftigte. Nimmt man Fachhochschulen dazu und berücksichtigt, dass es weitere zahlreiche Studienbereiche gibt, die sich zumindest am Rande oder in Teilbereichen mit der Abfallwirtschaft beschäftigen, lässt sich die Beschäftigtensituation mit 5.000 Personen schätzen.

Weit über diese Zahl hinaus dürften die Effekte liegen, die aus Beratungsleistungen durch Anwaltskanzleien, Ingenieurbüros, Planungsbüros oder außeruniversitären Forschungseinrichtungen resultieren. Zur Bezifferung der Beschäftigungslage liegen jedoch keine ausreichenden Informationen vor.

### 3.3 Abfallsammlung ab Haushalt

Die Sammlung der Abfälle erfolgt in aller Regel ab Haushalt. Der VKS macht traditionell umfangreiche Erhebungen bei seinen Mitgliedsunternehmen zu Sammlung und Transport von Abfällen. Die jüngste Veröffentlichung hierzu ist die VKS-Information 64 (VKS 2006). Rechnet man diese einwohnerspezifischen Angaben auf die gesamte Bundesrepublik hoch, ergäbe sich eine Beschäftigtenzahl von knapp 45.000 Personen. Da Altglas nur in ganz wenigen Fällen ab Haushalt erfasst wird, sondern über Containerentleerungen, fehlen die entsprechenden Angaben in der nachfolgenden Aufstellung.

**Tab. 3-2      Zur Sammlung eingesetztes Personal pro 10.000 Einwohner (VKS 2006)**

	Fahrer	Lader	Summe
Restabfall	0,6	1,2	1,8
Sperrmüll	0,3	0,4	0,7
Biomüll	0,5	0,8	1,3
Altpapier	0,3	0,5	0,8
Leichtverpackungen	0,3	0,4	0,7
			<b>5,3</b>

Nachfragen bei einzelnen Kommunen lassen eher von etwa 80.000 Beschäftigten ausgehen, wenn man insbesondere die Personen mit einbezieht, die auch für die Wartung der Fahrzeuge, mit Abfallumschlag, aber auch darüber hinaus in der Verwaltung mit abfallspezifischen Aufgaben betraut sind. Dazu gehören bspw. das Abrechnungswesen sowie die Abfallberatung.

Der Fuhrpark zur Abfallsammlung lässt sich grob mit 24.000 Fahrzeugen schätzen, woraus sich für Wartung und Ersatzinvestitionen (inklusive Behälter) grob jährliche Kosten von 410 Mio. € ergeben. Allein für die Abfallsammlung lässt sich ein Transportaufwand von knapp 230 Mio. km abschätzen und damit aufgrund des hohen spezifischen Treibstoffverbrauchs ein jährlicher Bedarf von 113 Mio. Liter Diesel.

### **3.4 Bioabfallverwertung**

Das Abfallaufkommen liegt inklusive der über die Bioabfallsammlung erfassten Grünabfälle bei etwa 7,2 Mio. Jahrestonnen. Etwa 90% der gesammelten Abfälle werden aktuell einer Kompostierung zugeführt, etwa 10% einer Vergärung.

Erhebungen der Beschäftigtenzahl sind nicht bekannt. Je nach Anlagengröße ist der spezifische Personaleinsatz unterschiedlich. Bei kleinen Anlagen liegt er höher, bei Anlagen mit größerem Durchsatz eher niedriger. Aus der Befragung des Verbands Humus und Erden sowie einiger Anlagenbetreiber lässt sich grob eine Beschäftigtenzahl von 5.000 Personen schätzen inklusive der dem Anlagenbetrieb zurechenbaren Personen in der Verwaltung.

Die Ersatzinvestitionen belaufen sich jährlich auf etwa 80 Mio. €, die verbrauchsgebundenen Kosten auf 160 Mio. €.

### **3.5 Verwertung von Papier, Pappe, Kartonagen**

Papier, Pappe und Kartonagen werden gesammelt und danach in aller Regel sortiert. Nach Daten aus Nordrhein-Westfalen gehen etwa 20% der gesammelten Papierabfälle direkt zu den Papierfabriken. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass auch in diesen Fällen zumindest eine grobe Sortierung erfolgt, in diesem Falle auf dem Gelände der Papierfabrik selbst.

Je nach den Anforderungen der einzelnen Papierfabriken an die Qualität und Zusammensetzung der eingesetzten Altpapiere unterscheiden sich die Sortieranlagen sehr. So gibt es sehr einfache Anlagen, in denen nur eine sehr grobe Sortierung bspw. auf Störstoffe erfolgt von denen, in denen die Sortierung vollautomatisch nach verschiedenen Papierqualitäten durchgeführt wird.

Nach Angaben von Anlagenbetreibern liegt der mittlere spezifische Personalbedarf bei etwa 0,6 Personen pro 1000 t Anlagendurchsatz. Daraus ergibt sich ein Personaleinsatz von etwa 4.600 Personen.

Der Betriebsmitteleinsatz liegt bei etwa 215,6 Mio. kWh elektrische Energie bzw. 12,9 Mio. € jährlich. Die jährlichen Investitionen zur Unterhalt der Anlagen können auf etwa 2,6 Mio. € abgeschätzt werden.

### **3.6 Verwertung von Altglas**

Bei der Altglasverwertung werden nur die Sammlung und die Sortierung als Teil der Abfallwirtschaft subsumiert, da die sortierten Scherben direkt in die Glasindustrie gelangen. Das Altglas wird in aller Regel getrennt nach Farben gesammelt. Die Sortierung dient daher vor allem der Abtrennung der Fremdanteile bzw. Störstoffe sowie vor allem bei Weißglas und Braunglas der Abtrennung der Fehlfarben. Eine Sortierung eines gemischten Inputs nach den Farben der Scherben ist nicht üblich.

Die Sortierung erfolgt weitgehend automatisch, der Personaleinsatz ist dementsprechend gering. Nach Informationen von Anlagenbetreibern kann man einen spezifischen Personaleinsatz von 0,12 Personen pro 1.000 t Anlagendurchsatz ausgehen. Hieraus ergibt sich eine Beschäftigtenzahl von etwa 400 Personen.

Ebenfalls nach Angaben von Anlagenbetreibern lässt sich Bedarf an jährlichen Erhaltungsinvestitionen sowie an Betriebsmitteleinsatz schätzen. Die Investitionen liegen bei 0,7 €/t Anlagendurchsatz pro Jahr, d.h. bei etwa 2,2 Mio. €. Der spezifische Energieeinsatz kann mit 14 kWh/t Durchsatz elektrische Energie angenommen werden. Hieraus resultiert ein jährlicher Stromverbrauch von 44 Mio. kWh bzw. 2,7 Mio. €.

### **3.7 Verwertung Leichtverpackungen**

Die Verwertung der Leichtverpackungen beinhaltet den Schritt der Sortierung und die weitere Aufbereitung der erzielten Kunststofffraktionen inkl. Verbunde.

Die Sortieranlagen sind unterschiedlich ausgerüstet, d.h. sie weisen einen deutlich unterschiedlichen Grad an Automatisierung auf. So gibt es einige Anlagen, die ausgestattet mit automatischen Kenn- und Trennsystemen eine Sortierung nach Kunststoffarten erreichen, während bei einigen anderen noch sehr viel händisch sortiert wird. Da auch bei den mit NIR-Geräten ausgestatteten Anlagen die Sortierfraktionen händisch nachsortiert werden, lässt sich grob eine Beschäftigtenzahl von etwa 3.000 Personen für die Sortieranlagen schätzen. Darin enthalten sind neben den eigentlichen Sortierkräften auch Beschäftigte für die Wartung der Anlagen. Für die Verwertung der ab Sortieranlage bereit gestellten Kunststoffe zu Agglomerat und Regranulat kann von einer Beschäftigungssituation von etwa 2.000 Personen ausgegangen werden.

Die spezifischen Energieverbrauche an den Sortieranlagen können mit 80 kWh/t Anlagendurchsatz angesetzt werden, der einer Aufbereitung der Kunststoffe mit 260 kWh/t im Mittel aller Kunststoff-Sortierfraktionen. Daraus ergibt sich ein Strombedarf von 300 Mio. kWh bzw. 18 Mio. €. Die Erhaltungsinvestitionen liegen bei etwa 11,7 Mio. € jährlich für die Sortieranlagen und knapp 40 Mio. € für die Verwertungsanlagen für Kunststoffe.

### **3.8 Sperrmüllverwertung**

Wie man einer umfassenden Abfrage des VKS entnehmen kann (VKS 2006), erfolgt die Sperrmüllabholung an den Haushalten bereits weitgehend ausdifferenziert nach Stoffgruppe. So wird bspw. in knapp der Hälfte der Fälle Altholz getrennt vom übrigen Sperrmüll abgefahren. Bei Altmetallen gilt dies für etwa  $\frac{3}{4}$  der Fälle.

Überträgt man diese Zahlen auf die ganze Bundesrepublik, sind keine gesonderten beschäftigungswirksamen Sortieranlagen für Sperrmüll in nennenswertem Umfang zu erwarten.

### 3.9 Restabfallentsorgung

Aus der für das Umweltbundesamt durchgeführten Studie zur Schätzung der Auswirkungen des Ablagerungsverbots von unbehandelten Abfällen auf Deponien (Alwast 2005), lässt sich für Müllverbrennungsanlagen ein Beschäftigtenschlüssel von 0,31 pro 1000 Jahrestonnen Durchsatz, für Mechanisch-Biologische-Abfallbehandlungsanlagen von 0,17 ableiten. Diese Zahlen beruhen auf einer umfangreichen Fragebogenaktion bei allen bundesdeutschen Entsorgungsanlagen. Sie decken sich weitgehend mit den Kennzahlen, die im Rahmen dieses Projektes über Nachfrage bei einigen auch neueren Anlagen erhoben werden konnten. Hieraus ergibt sich eine Beschäftigtenzahl in der Restabfallbehandlung von 5.300 Personen.

Die Restabfallentsorgung hat sich seit Mitte 2005 deutlich zentralisiert. Müllverbrennungsanlagen oder Mechanisch-Biologische Restabfallbehandlungsanlagen übernehmen die Entsorgung mehrerer Gebietskörperschaften. Da die Müllsammelfahrzeuge nicht zum Transport über weitere Strecken geeignet bzw. angesichts der geringen spezifischen Zuladung unwirtschaftlich sind, erfolgt ein Umschlag auf Ferntransportfahrzeuge. In der o.g. Studie für das Umweltbundesamt (Alwast 2005) werden die an Umladestationen Beschäftigten mit 500 Personen angegeben.

Für den Bereich der Restabfallbehandlung lässt sich daher ein Gesamtbeschäftigungseffekt von 6000 Arbeitsplätzen schätzen.

Setzt man für die jährlichen Erhaltungsinvestitionen knapp 5% der Investitionen an Maschinen- und Verfahrenstechnik an, lässt sich der Aufwand mit jährlich in etwa 250 Mio. € angeben. Die spezifischen Kosten von Müllverbrennungsanlagen und Mechanisch-Biologischen Restabfallbehandlungsanlagen sind von Anlage zu Anlage sehr unterschiedlich und haben sich zudem über die Zeit sehr verändert. Deshalb sind nur grobe Angaben möglich. Der Stromeigenbedarf von Müllverbrennungsanlagen lässt sich mit etwa 75 kWh/t Durchsatz schätzen, abgeleitet aus der Differenz von Brutto- zu Nettostromproduktion. Da die Energie rechnerisch nicht aus dem Netz bezogen wird, sondern nur entsprechend weniger in das Netz eingespeist wird, lässt sich daraus keine Beschäftigungswirkung ableiten. Es verbleibt der Netto-Energieeinsatz zum Betrieb der Mechanisch-Biologischen Restabfallbehandlungsanlagen, der mit 56 Mio. € geschätzt wird.

### **3.10 Deponie**

Die Anzahl der nach Mitte 2005 weiter betriebenen Siedlungsabfalldeponien hat sich deutlich verringert. Nach Angaben des MUNLV NRW wird sich bspw. die Anzahl der Siedlungsabfalldeponien in Nordrhein-Westfalen von 53 im Jahre 2004 über 28 im Jahre 2005 auf eine für das Jahr 2009 prognostizierte Anzahl von 15 Deponien (EUWID 06/04) verändern. Das Umweltbundesamt rechnet auf Basis der Angaben der einzelnen Bundesländer mit derzeit noch 160 Siedlungsabfalldeponien der Klasse II.

Für den Betrieb der Siedlungsabfalldeponien wird ein Personalbedarf von etwa 1.600 Personen geschätzt. In diesen Zahlen sind diejenigen Personen nicht berücksichtigt, die auch heute noch auf bereits geschlossenen Deponien beschäftigt werden müssen. So müssen die Deponien noch über mehrere Jahrzehnte überwacht werden. Es fällt Sickerwasser und Deponiegas an, das mit entsprechenden Aufwendungen gereinigt bzw. behandelt werden muss. Darüber hinaus werden auf diesen Deponien derzeit noch größere Mengen inerter Baustoffe eingesetzt, um eine für den Abschluss günstige Profilierung der Deponiekörper zu erreichen. Auch hierfür ist Personal notwendig.

Bei Berücksichtigung dieser Effekte wird der Personalbedarf auf insgesamt 2.000 Personen geschätzt.

Der Betriebsmitteleinsatz beläuft sich für Deponien auf 20 kWh/t Abfall, resultierend vor allem aus der Entgasung der Deponien. Da aktuell abgelagerter Abfall nicht mehr zur Bildung von Deponiegas beitragen kann, entfällt dieser Energieaufwand für aktuell abgelagertes Material. Es verbleiben Aufwendungen für die Sickerwasserreinigung und den Abfalleinbau, die in diesem Rahmen vernachlässigt werden.

### **3.11 Bauschuttverwertung**

Ein nicht unerheblicher Anteil des Bauschutts wird direkt ohne weitere Aufbereitung verwertet. Ende der 90er Jahre hat der Bundesverband der deutschen Baustoff-Recyclingindustrie eine Erhebung bei seinen Mitgliedsunternehmen durchgeführt. Danach waren zu diesem Zeitpunkt in diesem Sektor etwa 25.000 Personen beschäftigt. Das Bauschuttaufkommen liegt bei 52 Mio. Jahrestonnen.



### **3.12 Kommunale Klärschlämme**

Das Aufkommen an kommunalen Klärschlämmen liegt bei etwa 2,2 bis 2,5 Mio. Jahrestonnen Trockenmasse. In einer Studie des Forschungszentrums Karlsruhe (Leible 2003) wurden Erhebungen zum Arbeitsaufwand für die Entsorgung dieser Schlämme aufgeführt. Nimmt man einen TS-Gehalt der Klärschlämme von 3% vor einer Entwässerung an, so ergibt sich aus einem spezifischen Aufwand von 0,01 Arbeitsstunden pro t Feuchtsubstanz ein Beschäftigungserfolg für 500 Personen. Nach der Entwässerung erfolgt für die Teilmenge, die nicht stofflich verwertet sondern thermisch behandelt wird, eine thermische Trocknung. Zusammen mit der Klärschlamm-Monoverbrennung ergeben sich hieraus weitere Beschäftigungseffekte von etwa 600 Arbeitsplätzen.

Alle anderen Entsorgungswege, insbesondere der Einsatz als Sekundärbrennstoff in Kraftwerken oder Zementwerken ist mit keinen weiteren direkten Beschäftigungseffekten an den Anlagen verbunden.

### **3.13 Tierkörperbeseitigung**

Während die Tierkörperbeseitigungsanlagen weitgehend automatisch betrieben werden und damit vergleichsweise wenig Personal brauchen, gestaltet sich die gesamte Entsorgung durch den Aufwand für Sammlung und Transport recht arbeitsintensiv. Nach Befragung von Anlagenbetreibern lässt sich aus dem von der Servicegesellschaft Tierische Nebenprodukte (STN) angegebenen 2,3 Mio. t Rohmaterial eine Beschäftigtenzahl von etwa 2.200 Personen hochrechnen.

Das Tiermehl gelangt je nach Ausgangsmaterial entweder in den Wirtschaftskreislauf zurück oder wird insbesondere über Kraft- und Zementwerke entsorgt. In allen Fällen sind damit keine der Abfallwirtschaft zuzuordnenden Beschäftigungswirkungen zu erzielen. Angaben zu Erhaltungsinvestitionen und Betriebsmitteleinsatz liegen nicht vor.

### **3.14 Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle**

Mit dem Erlass der Gewerbeabfallverordnung reagierte der Gesetzgeber auf die Praxis in der Abfallentsorgung, die gewerblichen Abfälle am Anfallort nicht nach den einzelnen

verwertbaren Abfallbestandteilen getrennt zu halten. Teilweise wurden die Gewerbeabfälle auch nachträglich mit nicht verwertbaren Abfällen gemischt. Der überwiegende Anteil der gewerblichen Abfälle wurde daher nicht mehr den entsorgungspflichtigen Körperschaften angedient, sondern andernorts an Anlagen angeliefert, die eine Verwertung bescheinigten, diese aber oft nur unzureichend durchführten. In vielen Fällen befanden sich große Sortierkapazitäten auf Deponien, die über diesen Weg möglichst große Mengen für eine Restverfüllung anwerben wollten.

Mit der Gewerbeabfallverordnung sollte eine schadlose und möglichst hochwertige Verwertung von gewerblichen Siedlungsabfällen und von bestimmten Bau- und Abbruchabfällen erreicht werden. Sie bestimmte daher im Wesentlichen Anforderungen an die Getrennthaltung von Abfällen und ihre Vorbehandlung. Die Vorgaben der Verordnung erlangten jedoch in der Entsorgungspraxis keine größere Bedeutung und ihre Einhaltung wurde kaum überwacht.

Mit Wegfall der Entsorgung der Gewerbeabfälle und Sortierreste über die Siedlungsabfalldeponien musste sich daher die Gewerbeabfallentsorgung deutlich verändern. Die Umbruchsituation und vor allem die Errichtung neuer Entsorgungskapazitäten sind noch nicht abgeschlossen. Es wurden und werden eine Vielzahl von Gewerbeabfallsortieranlagen errichtet bzw. ertüchtigt, die unter Beachtung der Mindestquoten eine Vielzahl von Stoffen als Sortierfraktionen zur stofflichen Verwertung und darüber hinaus zur energetischen Verwertung bereit stellen sollen.

In Abgrenzung zu der Schätzung möglicher Entwicklungspotentiale wird für den Status Quo davon ausgegangen, dass 2005 Verwertungskapazitäten für nur etwa 1 Million Jahrestonnen Ersatzbrennstoff aus gewerblichen Abfällen vorhanden waren.

Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle lassen sich in ihrer Herkunft und Zusammensetzung nur schwer beschreiben. Damit ist auch das jährliche Abfallaufkommen nur schwierig zu beziffern. Aufgrund der Entsorgungssituation vor 2005 lassen sich auch keine verlässlichen Mengenangaben aus den Statistiken ablesen. So lassen sich Zahlen und Schätzungen finden, die im Bereich 6 bis 15 Mio. Jahrestonnen liegen.

Legt man ein Aufkommen von 10 Mio. Jahrestonnen und die wenigen Informationen von Entsorgern zugrunde, lässt sich ein direkter Beschäftigungseffekt aus der Abfallsammlung für 30.000 Personen ableiten. In Anlehnung an die spezifischen Kennzahlen

für die Sammlung häuslicher Abfälle lassen sich jährliche Ersatzinvestitionen von 155 Mio. € schätzen.

Für Nordrhein-Westfalen wurde für das MUNLV eine umfangreiche Erhebung der Sortierkapazitäten für Gewerbeabfälle und Baumischabfälle durchgeführt (Both et al. 2005) (MUNLV 2005). Demnach standen im Jahre 2004 allein in diesem Bundesland Kapazitäten für 14,3 Mio. Jahrestonnen zur Verfügung. Die oben genannte Schätzung des Gewerbeabfallaufkommens ist daher sehr vorsichtig.

Nur 10% dieser Anlagen weisen einen höheren technischen Stand auf, in den meisten Fällen dürfte es sich bei diesen Anlagen um Flachbunker und um eine Sortierung mittels Radlader handeln. Legt man einen spezifischen Schlüssel von 0,1 Arbeitskräften pro 1000 Jahrestonnen Durchsatz zugrunde, lassen sich so in etwa 1000 Arbeitsplätze schätzen. Nimmt man einen Energiebedarf von durchschnittlich 10 kWh/t Durchsatz an, ergibt sich ein Strombedarf von 100 Mio. kWh bzw. 6 Mio. €.

#### 4 Entwicklungspotentiale in der deutschen Entsorgungswirtschaft

Die Abfallwirtschaft in Deutschland hat sich bereits sehr weit in Richtung Stoffstrom- und Kreislaufwirtschaft entwickelt. Ein wesentlicher Schritt zu weiteren Innovationen wurde dadurch angestoßen, dass ab Mitte des Jahres 2005 keine Ablagerung unbehandelter Siedlungsabfälle auf oberirdischen Deponien möglich ist. Um die Deponievolumina bis Mitte 2005 noch möglichst weitgehend ausschöpfen zu können, wurden gerade im gewerblichen Bereich Abfälle zu Entsorgungspreisen akquiriert, die hochwertigere Alternativen und hier insbesondere die Sortierung und stoffliche Verwertung nicht bestehen ließen. Viele der Sortieranlagen wurden stillgelegt oder waren schlecht ausgelastet.

Da die billige Entsorgung über diese Deponien entfallen ist, sind neue Entsorgungswegen wirtschaftlich geworden.

Die Bewirtschaftung dieser Abfälle wird im Moment zudem wesentlich durch die knappen Entsorgungskapazitäten im Bereich der thermischen Abfallbeseitigung bzw. der energetischen Abfallverwertung vorangetrieben. Die wert gebenden Eigenschaften bestimmter Abfallbestandteile und ihre stoffliche oder energetische Verwertung erlangen so eine neue Würdigung.

**Tab. 4-1      Übersicht über die abgeschätzten Investitionsbedarfe in Mrd €**

Bauschutt	0,54
Bio- und Grünabfälle	1,3
Leichtverpackungen	0,13
Kommunale Klärschlämme	0,5
Elektro-, Elektronikschrott	0,16
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle	4,075
Tiermehl / Tierfett	0,045
Speiseabfälle	0,009
Shredderleichtfraktion	0,09
<b>Summe</b>	<b>6,9</b>

Auch über die hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle hinaus lassen sich für einige andere Abfallströme noch Entwicklungsmöglichkeiten und daraus Investitionen postulieren. Nachfolgend werden einzelne Abfallarten oder –ströme und die „Innovationspotentiale“

mit einer entsprechenden Begründung benannt. Zudem wird immer beziffert, welche Abfallmengen davon betroffen sind und welche Investitionen sich daraus schätzen lassen.

#### **4.1 Bauschutt**

Weit über die Hälfte der in Deutschland anfallenden Abfälle sind mineralische Stoffe. Die Nutzung von Bodenaushub, Abbruchabfällen und Rückständen aus der Energiegewinnung bzw. Abfallverbrennung beinhalten ein großes Ressourcenschonungspotential. Durch ihre Verwendung im Wirtschaftskreislauf lassen sich große Mengen an natürlichen, mineralischen Rohstoffen wie Natursteine, Sande, Kiese bzw. die daraus gewonnen Baustoffe substituieren.

Neben Erdaushub kommt dem Bauschutt eine große Bedeutung zu. Derzeit fallen etwa 52,1 Mio. Jahrestonnen zur Entsorgung an wovon 35,7 Mio. Jahrestonnen als Recyclingbaustoff verwertet werden. Diese Baustoffe werden überwiegend im Straßen- und Erdbau eingesetzt, nur kleine Mengenanteile gelangen bspw. als Zuschlagsstoff in den Bereich Transportbeton oder andere hochwertigere Anwendungsbereiche. Für einen erheblichen Anteil der Baustoffe werden die typischen Downcycling-Anwendungen wie die Verfüllung von Gruben, die Errichtung von Lärmschutzwällen und ähnliches gewählt. In die Beseitigung gelangen vor allem jene Mengen, deren Aufbereitung aufgrund zu hoher Fremd- und Schadstoffanteile unter den derzeitigen Rahmenbedingungen zu teuer wäre.

Eine Innovation in diesem Bereich wäre, den Bauschutt vermehrt in Richtung eines Einsatzes im Hochbau zu lenken, nicht zuletzt, um gemäß der abfallwirtschaftlichen Zielstellung der Strategie 2020 die derzeit noch auf Deponien abgelagerten Massenströme in eine Verwertung zu lenken. Hierbei handelt es sich weit überwiegend um Erden und Aushubmassen, für die wiederum nur eine Verwertung in Form von Verfüllungen oder Abdeckungen infrage kommt. Angesichts der meist geringeren Schadstoffbelastung dieser Erden im Vergleich zum Bauschutt, würde diese Verlagerung auch den Interessen des Bodenschutzes entgegen kommen. Dass Bauschutt im Hochbau eingesetzt werden kann, zeigt unter anderem das Beispiel Schweiz, wo diese Art der Verwertung länger Praxis ist und die Zementindustrie mit dem Recyclingbeton auch entsprechend gelistete Produkte auf dem Markt anbietet.

Die sich daraus ableitende verbesserte Stoffstrombewirtschaftung für die Abfallwirtschaft bzw. die dazu notwendigen Investitionen ergeben sich aus dem zusätzlichen Bedarf an Bauschuttaufbereitungsanlagen. Derzeit werden 21 Mio. Jahrestonnen Bodenaushub und 6 Mio. Jahrestonnen Bauschutt auf Deponien abgelagert. Unterstellt man, dass diese Mengen durch eine Umleitung von einer äquivalenten Menge Bauschutt bis 2020 in andere Verwertungsbereiche freigemacht werden muss, so hat dies folgende Effekte:

An den neu errichteten Bauschuttaufbereitungsanlagen entstehen etwa 10.000 neue Arbeitsplätze. Setzt man eine Investitionssumme von 20 €/t Durchsatzleistung für diese Anlagen an, so ergibt sich hieraus ein Gesamtinvestitionsbedarf von 540 Mio. €.

#### **4.2 Bioabfälle aus Haushalten und Grünabfälle**

Die Bioabfälle werden derzeit zu etwa 90% kompostiert. Es handelt sich um Grünabfälle und Küchenabfälle. Nach den ersten Anlagen in den 80er Jahren wurden Bioabfallverwertungsanlagen vor allem in den 90er Jahren gebaut. Entsprechend stehen bei diesen Anlagen in den nächsten Jahren Neuinvestitionen an, da vor allem der Anlagen- und Maschinenteil abgeschrieben ist und erneuert werden muss.

Eine Kompostierung besteht aus dem Anlagenteil Intensivrotte und der Nachrotte auf Mieten. Insbesondere die Anlagenteile im Bereich Intensivrotte sind hohen Beanspruchungen ausgesetzt, so dass vor allem hier Ersatzinvestitionen notwendig werden.

Für den Teilstrom Bioabfälle aus Haushalten und hier insbesondere die Küchenabfälle bietet es sich an, im Zuge dieser Ersatzinvestitionen von einer aeroben auf eine anaerobe Behandlung, d.h. Vergärung, umzustellen.

Dies hat mehrere Vorteile. Zum einen erfolgt die mit hohen nicht unproblematischen Emissionen verbundene erste Behandlungsstufe mit dieser Umstellung in einem geschlossenen Behälter. Im Übergang Anaerobie / Nachrotte ist es zudem möglich, das entstehende Ammoniak aufkonzentriert auf einen kleinen Volumenstrom zu fassen und zu behandeln bzw. ggf. zu mineralischen Stickstoffdünger weiter zu verarbeiten. Die Emissionen während der Nachrotte dürften sich damit tendenziell verringern lassen. Wie erste Erfahrungen aus der Praxis einer Umstellung von Kompostierung hin zu einer Vergärung mit Nachkompostierung zeigen, verbessert sich damit auch die

Kompostqualität. Da Nährsalze vermehrt ausgewaschen werden, kann der Kompost tendenziell eher in den hochwertigen Substratbereich in Konkurrenz zu Torf vermarktet werden.

Mit einer anaeroben Behandlung ist zudem die Erzeugung von Biogas und deren energetische Verwertung verbunden, d.h. es lassen sich durch die Behandlung Erlöse erzielen. Der energetische Wirkungsgrad und damit tendenziell auch der Erlös ließen sich durch eine Aufbereitung des Biogases zur Einspeisung in ein Erdgasnetz oder zur Nutzung als Fahrzeugtreibstoff verbessern. Die Biogaseinspeisung in ein Erdgasnetz dürfte auch wirtschaftlich sein.

Wirksame Anreize zur Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz könnte ein Einspeisegesetz bieten. Eine weitere Möglichkeit der Förderung dieser Nutzung besteht bspw. in einer Beimischungspflicht von Biogas im Erdgasnetz. Nach einer aktuellen Studie (Ramesohl 2006) darf das Erdgasnetz nicht weiter als 15-20 km entfernt sein, um diese Verwertung noch wirtschaftlich betreiben zu können, was nach dieser Studie selbst für das dünn besiedelte Mecklenburg-Vorpommern gegeben ist.

Das Rohgas aus Biogasanlagen muss aufbereitet werden, um es in ein Erdgasnetz einspeisen zu können. Hierzu sind im Wesentlichen drei Arbeitsschritte nötig:

1. Biogasentschwefelung,
2. Gastrocknung und
3. CO<sub>2</sub>-Abtrennung.

Es steht eine Vielzahl von Verfahrenstechniken zur Verfügung, die im Einzelfall auf die spezifischen Erfordernisse der einzelnen Biogasanlagen auszulegen sind.

Als Investitionskosten lassen sich 200 €/t Kapazität für die eigentliche Biogasanlage schätzen, was bei rd. 3.6 Mio. t derartiger Abfälle zu einem Gesamtinvest von etwa 720 Mio. € führen würde. Mit dem zusätzlichen Bedarf zur Aufbereitung des Biogases wird eine Gesamtinvestition von etwa 0,9 Milliarden € geschätzt. Der bestehende Personalbestand an den Kompostierungsanlagen wird durch diese Investition eher nicht tangiert.

Bei den übrigen Kompostierungsanlagen, die vorrangig Grünabfälle behandeln, dürften Investitionen zur Einhausung der Anlagen notwendig werden. Die Einhausung muss nicht über feste Bauwerke, sie kann auch mittels Folien bzw. Folienhäusern wie bspw. das Biodegma-Verfahren erfolgen. Nimmt man die Erfahrungswerte aus der Entsor-

gungspraxis (EUWID 48/04) aus bestehenden Nachrüstungen, so lassen sich spezifische Investitionskosten von etwa 100 €/t Anlagendurchsatzleistung ermitteln. Es ergeben sich daraus Investitionen von 400 Mio. € in den nächsten Jahren. Diese Investitionen haben eher keine Auswirkungen auf die Beschäftigtenzahl an diesen Anlagen.

### **4.3 Leichtverpackungen**

Bei einem Workshop der Akademie für Technikfolgenabschätzung wurde vor wenigen Jahren eine Diskussion bis in eine breitere Öffentlichkeit hinein angestoßen, die bis heute nicht ganz abgeebbt ist. Es wurde die Frage aufgeworfen, inwieweit die derzeitige Abfallwirtschaft mit der Sortierung von Wertstofffraktionen im und durch den privaten Haushalt angesichts der Technologieentwicklung noch zeitgemäß und diesem auch zuzumuten sei. Neben der Biotonne stand dabei immer das Duale System für Verpackungsabfälle in der Diskussion.

Darauf aufbauend wurden in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz zwei umfangreiche Untersuchungskampagnen gestartet. In Rheinland-Pfalz wurden diese Sortier- und Verwertungsversuche an mechanisch-biologischen Restabfallbehandlungsanlagen nach dem Herhof-Konzept durchgeführt, in Nordrhein-Westfalen in zahlreichen in der Anlagentechnik unterschiedlichen Sortieranlagen für Leichtverpackungen durchgeführt. In beiden Fällen sollte die Frage beantwortet werden, inwieweit sich bei einer gemeinsamen Sortierung von Restmüll mit den Leichtverpackungen ähnliche oder gar bessere Sortiererfolge erzielen lassen als bei einer ausschließlichen Sortierung von Leichtverpackungen. Zu beiden Untersuchungskampagnen wurde die Abfallerfassung an den Haushalten nicht umgestellt, sondern dies nur simuliert, indem Leichtverpackungen und Resthausmüll im Eingangsbereich der Sortieranlagen vermischt und gemeinsam auf die Sortierbänder aufgegeben wurden. In beiden Fällen konnten die Sortieranlagen nicht grundsätzlich an die neue Aufgabenstellung angepasst werden, es fanden nur kleinere Optimierungen bspw. der Bandgeschwindigkeiten statt.

Im Ergebnis zeigten diese Untersuchungen durchweg vergleichsweise gute Sortiererfolge. Es konnten in der Regel gleiche spezifische Ausbeuten erzielt werden, die in Verbindung mit dem höheren Wertstoffmengen auf den Sortierbändern (Anteil im Restmüll) größere Mengen in den einzelnen Sortierfraktionen bereitstellen ließen. Die größeren Massen waren teilweise jedoch auch den höheren Feuchtegehalten geschul-



det, die Sortierfraktionen wiesen dementsprechend geringere Verwertungserfolge auf. Die Sortierversuche wurden durch umfangreiche Analysen aller Outputfraktionen begleitet, so dass geschlossene Bilanzen über die gesamten Anlagen differenziert nach den einzelnen Wertstoffen durchgeführt werden konnten. Zudem wurden diese Versuche ergänzt durch „Werkstoffprüfungen“ einiger Kunststoffe sowie konkreter Verwertungsversuche bei einem Kunststoffverwerter.

Die Untersuchungsergebnisse zeigten folgendes Bild. Aus ökonomischer Sicht zeigten sich signifikante Vorteile einer gemeinsamen Sammlung und Sortierung nur in ländlichen Räumen, in denen sich die Einsparungen in der Logistik bemerkbar machen konnten. Aus ökologischer Sicht dagegen waren Vorteile eher in städtischen Gebieten zu erkennen, da hier durch die größere Restabfallmenge und die höheren Wertstoffgehalte die Sortierung mit entsprechenden Erfolgen verbanden. Diese Erfolge aus ökologischer Sicht stehen jedoch nicht in ursächlichem Zusammenhang mit der Frage einer gemeinsamen Erfassung von Leichtverpackungen mit Restabfall. Sie wären davon unabhängig auch durch eine getrennte Sortierung der beiden Fraktionen zu erzielen.

Wesentlich war jedoch der Widerstand seitens der Verwerter und hier insbesondere der für Papiere und Papierverbunde wie insbesondere Getränkeverpackungen. Neben der Sorge vor Qualitätseinbußen durch die negative Beeinflussung durch insbesondere biogene Restmüllbestandteile standen zudem Befürchtungen im Raum, das Image der erzeugten Produkte könnte durch die Abfallherkunft leiden und die Vermarktungschancen deutlich negativ beeinflussen. Dazu kamen rechtliche Bedenken, so dass die von der privaten Abfallwirtschaft angestrebten Großversuche bislang nicht verwirklicht werden konnten.

Weitere Versuche wurden in Leipzig durchgeführt. Die Versuche zielten in Richtung einer Ausweitung der getrennten Sammlung von Verpackungsabfällen um stoffgleiche Nichtverpackungen. Unabhängig ob mit einem grünen Punkt versehen und aus Verkaufsverpackungen stammend wurden die Bürger aufgefordert, alle Kunststoffe, Metalle und Papierverbunde dem Sammelsystem zu übergeben. Mit 2006 entsteht ein duales System für Elektro- und Elektronikschrott, das in vielen Bereichen wie bspw. bei Kühlschränken auf bewährte Sammel- und Entsorgungssysteme zurückgreifen konnte. Neu ist jedoch vor allem die getrennte Erfassung von Kleingeräten. Es bot sich deshalb an zu untersuchen, wie ein bestehendes haushaltsnahes Erfassungssystem in diese Aufgaben eingebunden werden kann. Dies wurde in diesen Versuchen mit der Gelben

Tonne plus offensichtlich erfolgreich bewiesen, so dass das System mittlerweile auch in Berlin sukzessive eingeführt wird. Derzeit sind etwa 30% der Berliner an dieses System angeschlossen (EUWID 20/06).

Diese gelbe Tonne plus stieß entgegen des Ansatzes GiG (gelb in grau bzw. grau in gelb) auf positives Echo. Während sich selbst der BDE hinter die Bonner Erklärung mit einer Ablehnung einer Mischtonne für Altpapier stellte [EUWID 09/06], gibt es bislang zur Gelben Tonne plus durchweg positive Reaktionen. Erste Ergebnisse des Projektes in Leipzig sind positiv. Durch die Erweiterung um stoffgleiche Nichtverpackungen stieg die Sammelmenge um etwa 8 kg/(E\*a). Die Sortierfraktionen weisen gute Qualitäten auf, bei abnehmenden Anteilen an Fehlwürfen. (EUWID 38/06) Auch die Stadt Kassel plant, in Teilen ihres Stadtgebietes die Erfassung von Leichtverpackungen aus dem Dualen System um stoffgleiche Nicht-Verpackungen auszudehnen. (EUWID 51\_52/06)

Mit einer Ausweitung auf stoffgleiche Nichtverpackungen könnte die Wertstoffeffassung von den Bürger einfacher werden. Die dadurch entstehenden Mehrkosten für Sammlung und Sortierung ließen sich im Prinzip wie die Kostenaufteilung für die Papiererfassung zwischen Verpackungen und Nichtverpackungen aufteilen (EUWID 32/06). Den mit der Ausdehnung der Sammlung verbundenen Mehrkosten lassen sich zudem vermiedene Kosten auf Seiten der Restabfallentsorgung gegenüber stellen.

Während die Auswirkungen auf die Verwertungsanlagen selbst vernachlässigt werden können – die Mengensteigerung geht in den großen Mengen aus den gewerblichen Abfällen unter – sind für die Abfallwirtschaft größere Sortierkapazitäten zu beachten. Diese modernen Anlagenkapazitäten lassen Investitionen von etwa 200 €/t Anlagenumsatz (EUWID 20/06) erwarten, wobei etwa 70% auf Maschinen- und Verfahrenstechnik fallen. Bei einer Mehrmenge von 8 kg/(E\*a) bedeutet dies eine Investition von etwa 130 Mio. €.

#### **4.4 Kommunale Klärschlämme**

Derzeit wird in Deutschland eine Novelle der Klärschlammverordnung diskutiert. Ein erster Entwurf wurde Ende des Jahres 2006 im Bundesumweltministerium in Bonn im Rahmen eines zweitägigen Workshops vorgestellt. Auch wenn damit noch nicht klar ist, wann die Verordnung und in welcher Form genau Geltung erlangen wird, zeigt sich doch folgender Trend.

An der stofflichen Verwertung der kommunalen Klärschlämme soll aus Gründen des Ressourcenschutzes grundsätzlich festgehalten werden, allerdings unter Wahrung von Anforderungen an Hygiene und Schadstoffbelastung. Durch eine beabsichtigte stufenweise Verschärfung der zulässigen Schadstoffhöchstgehalte wird ein faktischer Ausstieg aus der stofflichen Verwertung von kommunalen Klärschlämmen in der Landwirtschaft und im Landschaftsbau wahrscheinlich.

Schon mit den für die erste Stufe diskutierten Schadstoffhöchstgehalte dürften etwa 30-40% der bislang noch stofflich verwerteten Klärschlämme nicht mehr auf Böden ausgebracht werden. Faktisch dürften aber größere Mengen betroffen sein, da Verbände, Betreiber von mehreren Kläranlagen etc. tendenziell nicht nur das Entsorgungskonzept einzelner Kläranlagen umstellen dürften, sondern aus Kostengründen eher gleich für eine ganze Gruppe von Kläranlagen. Dazu kommt das Problem der Entsorgungssicherheit. Ist eine sichere Einhaltung der zulässigen Schadstoffhöchstgehalte nicht zuverlässig und zu jedem Zeitpunkt garantiert, wird sicherlich auch der grundsätzliche Ausstieg aus der stofflichen Verwertung erwogen werden. Zu unsicher und problematisch dürfte es sein, im Einzelfall auf eine thermische Entsorgung angewiesen zu sein, ohne mit den entsprechenden Anlagenbetreibern langfristige Entsorgungsverträge geschlossen zu haben.

Es wird deshalb davon ausgegangen, dass kommunale Klärschlämme spätestens mit einer 2. Stufe verschärfter Grenzwerte nahezu vollständig aus der stofflichen Verwertung heraus genommen werden.

Kommunale Klärschlämme werden thermisch bereits heute in zahlreichen Kohlekraftwerken, zunehmend aber auch in Zementwerken behandelt bzw. verwertet. Auf einer Tagung zum Thema Klärschlamm Anfang 2006 in Aachen wurde von den Energieerzeugern eindrücklich darauf hingewiesen, dass diese mittlerweile über Kapazitäten verfügen, die in der Lage wären, alle bislang noch stofflich verwerteten Klärschlämme von 1,1 Mio. Jahrestonnen Trockensubstanz aufzunehmen. (EUWID 19/06) Diese Entsorgungslösungen werden zu Preisen angeboten, die Monoverbrennungsanlagen oder dezentralere Konzepte wie Vergasungsanlagen nicht anbieten können, solange die Transportkosten so unbedeutend bleiben wie dieses bislang der Fall ist.

Die für diese Entsorgungslösung notwendigen Investitionen werden eher außerhalb der Abfallwirtschaft getätigt werden. Während Braunkohlekraftwerke mechanisch entwässerte Klärschlämme verarbeiten können, sind Steinkohlekraftwerke auf Trocknungsan-

lagen angewiesen. Diese werden sinnvoller Weise an den Kraftwerksstandorten selbst errichtet, um die dortige Überschusswärme zu diesem Zweck nutzen zu können.

Zur Trocknung der zukünftig über Steinkohlekraftwerke thermisch zu behandelnden Klärschlämme wird grob eine Investitionsbedarf von 500 Mio. € geschätzt.

#### **4.5 Elektro- und Elektronikschrott**

Einige Fraktionen aus diesem Bereich wie bspw. die Kleingeräte werden nach der neuen Gesetzeslage erstmalig getrennt erfasst. Die ursprünglichen Schätzungen des jährlichen Altgeräteaufkommens beruhen auf Zahlen des BVSE und gehen von einem Potential von 1,8 Mio. Jahrestonnen aus. Einer Schätzung des Zentralverbands Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI) aus dem Jahr 2003 zu Folge beträgt das potentielle Aufkommen allein der Elektrogeräte aus privaten Haushalten etwa 1,1 Mio. Jahrestonnen. Belastbare aktuellere Zahlen sind erst Ende des Jahres nach Auswertung der zum 30. April 2007 fällig werden Mitteilungen der Hersteller zu erwarten.

Nimmt man diese ersten Schätzungen als Basis und geht konservativ davon aus, dass für diese Menge Neuinvestitionen getätigt werden müssen, so lassen sich aus Firmenangaben (EUWID 45/06) Investitionen von 160 Millionen € ableiten. Ebenfalls nach Firmenangaben ergeben sich daraus etwa 3.000 Beschäftigte.

#### **4.6 Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle**

Derzeit leidet die Entsorgung hausmüllähnlicher Gewerbeabfälle an dem Missverhältnis zwischen Abfallaufkommen und vorhandenen Entsorgungskapazitäten. Dieses Missverhältnis konnte bis Ende 2006 nicht vollständig beseitigt werden, es werden aber Kapazitäten vor allem zur energetischen Verwertung zugebaut.

Seit Juni 2005 werden den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsanlagen gewerbliche Abfälle in erhöhten Mengen angedient, was dort zu Kapazitätsengpässen führt. Aufgrund von Erfahrungen der letzten 10 Jahre, in denen diese Abfälle nicht mehr angedient wurden, hatten die entsorgungspflichtigen Körperschaften ihre Anlagenkapazitäten weitgehend auf die Hausmüllmengen ausgelegt. Engpässe bestehen zudem für die heizwertreichen Abfallfraktionen aus den mechanisch-biologischen Restabfall-

behandlungsanlagen. Nach Einschätzung der Prognos AG (Alwast, Thörner 2006) lässt sich aus der Mengenentwicklung über die letzten 10 Jahre ableiten, dass es etwa 9 Millionen Jahrestonnen frei handelbare Gewerbeabfälle gibt, die zum Zeitpunkt Mitte 2005 nicht bei den entsorgungspflichtigen Körperschaften angedient wurden. Als überlassungspflichtig gelten darüber hinaus weitere 7 Millionen Jahrestonnen. Aufgrund der wirtschaftlichen Entwicklung, vor allem der Auswirkungen der wirtschaftsstrukturellen Umstellung d.h. Branchenstruktur wird bis 2020 von einem Rückgang des Abfallaufkommens ausgegangen.

Ging es bis Juni 2005 vor allem um eine möglichst gute Auslastung der Anlagen, ist heute ein ausgeklügeltes Stoffstrommanagement erforderlich. Durch die höheren Entsorgungspreise werden Gewerbeabfälle mittlerweile verstärkt nach Fraktionen getrennt gehalten oder nachträglich sortiert; was bereits durch die seit 2003 geltende Gewerbeabfallverordnung vorgeschrieben war. Danach sind grundsätzlich Papier/Pappe/Kartonagen, Glas, Kunststoffe, Metalle und biologisch abbaubare Abfälle getrennt zu halten oder (mit Ausnahme der Bioabfälle) auch aus einem gemischten Abfallstrom zu sortieren.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Sortierkapazitäten für gewerbliche Abfälle mittlerweile vollständig ausgelastet sind und weitere Kapazitäten errichtet werden bzw. in jüngster Vergangenheit errichtet wurden. Auch dürften die bestehenden Kapazitäten technisch auf die neuen Anforderungen hin nachgerüstet werden. Diese Nachrüstung ist aus zwei Gründen notwendig. Zum einen ist es nur so möglich, heizwertreiche Teilfraktionen zu gewinnen, die zugleich vor allem hinsichtlich des Chlors schadstoffabgereichert sind. Zum anderen bietet es sich an, wenn aus diesem Grunde eine eingehendere Sortierung durchgeführt werden muss, die Teilfraktionen zu separieren, die sich derzeit unter Erzielung von Erlösen stofflich vermarkten lassen. Die Mengen Kunststoffe, die derzeit aus der Sortierung von Leichtverpackungen den Verwertern angedient werden, sind deutlich niedriger als diejenigen gewerblichen Ursprungs. Im Moment können die im Bereich der stofflichen Kunststoffverwertung tätigen Betriebe nicht wesentlich mehr Kunststoffabfälle verwerten, als sie vertraglich über die Dualen Systeme aus der Sortierung der Verkaufsverpackungen erhalten.

Da es aus Abfallgemischen derzeit nicht gelingt, hochwertige Brennstoffe zu erzeugen, die den Anforderungen bspw. von Steinkohlekraftwerken genügen, werden für diese Teilströme zunehmend Monoverbrennungsanlagen gebaut, die als Ersatzbrennstoff-

kraftwerke firmieren. Sie sind auf mittelkalorische Abfälle ausgelegt und machen daher eine Abtrennung heizwertreicher Kunststoffe zur stofflichen Verwertung sinnvoll.

Die jüngste Entwicklung der Sortierung ist die sensorgestützte Klaubung d.h. Einzelpartikelsortierung. Sie unterscheidet sich von allen anderen aufbereitungstechnischen Sortierverfahren in einem ganz maßgeblichen Punkt (Christiani 2006). Während bei den übrigen Verfahren Trennmerkmal und Prinzip der physischen Trennung identisch sind – d.h. die Eigenschaftsunterschiede auch dergestalt sein müssen, dass sie unmittelbar physikalisch unterschiedliche und insbesondere ausreichende Kräfte auf Einzelbestandteile bedingen – sind bei sensorgestützten Klaubung beide Vorgänge (Trennmerkmal und auslenkende Kraft) entkoppelt. Die Entwicklungsgeschwindigkeit, die die Abfallsortierung in den vergangenen 10 Jahren erlebt, findet hierin eine wesentliche Ursache.

Die energetische Verwertung wird durch den Chlorgehalt reglementiert. So ist die Mitverbrennung in Zementwerken und Kraftwerken an einem zulässigen Gehalt von maximal 1% Chlor möglich. Bei hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen treten Konzentrationsspitzen auf, die ohne eine gezielte Aufbereitung eine gesicherte Einhaltung der geforderten Grenzwerte nicht möglich machen. Spitzen sind auf Kunststoffe und Kunststoffverbunde zurückzuführen, wobei hierunter PVC mit Chlorgehalten von 35-50% eine herausragende Bedeutung hat. Nach Angaben der Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoff werden derzeit nur 240.000 Jahrestonnen gütegesicherte Brennstoffe erzeugt (EUWID 27/06).

Die Mitverbrennungskapazitäten, insbesondere in Kraftwerken, dürften gering und hochwertigen Sekundärbrennstoffen überlassen bleiben. Monoverbrennungsanlagen dagegen sind bereits zahlreich in Bau, in Betrieb oder zumindest in der Planung.

Bei der Ableitung der durch diese Entwicklung notwendigen werdenden Investitionen wird von folgenden Randbedingungen ausgegangen. Die zu entsorgende Menge hausmüllähnlicher Gewerbeabfälle inklusive der heizwertreichen Fraktionen aus den mechanisch-biologischen Restabfallbehandlungsanlagen MBA wird sehr grob mit etwa 10 Mio. Jahrestonnen angenommen. Es wird zudem unterstellt, dass für diese Gesamtkapazität ein Neubau oder eine Nachrüstung von Sortieranlagen erfolgen musste bzw. noch muss. Nach der Übersicht über die jüngst in Betrieb genommenen Sortieranlagen, liegen die spezifischen Investitionskosten bei 60 – 70 €/ t Behandlungskapazität. Die spezifischen Investitionskosten liegen damit unter denen der LVP-

Sortieranlagen, was an dem homogenen Ausgangsmaterial liegen dürfte und in der Regel einer etwas anspruchsloseren Trennleistung.

Die Investkosten werden demnach auf 0,7 Milliarden € geschätzt. An diesen Anlagen dürften knapp 1000 Personen beschäftigt sein. Da viele nur nachgerüstet werden, werden in diesem Zusammenhang 500 Arbeitsplätze der verbesserten Stoffstrombewirtschaftung in der Abfallwirtschaft zugerechnet.

Die Kapazitäten der Ersatzbrennstoffkraftwerke wurden von Prognos für 2005 auf etwa 1 Million Jahrestonnen Kapazität geschätzt. Dem standen Fehlkapazitäten von etwa 7,5 Mio. Jahrestonnen nur für die Teilströme aus den hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen gegenüber, d.h. ohne produktionsspezifische Abfälle und Baumischabfälle. Nach Übersicht über die letzten Planungen in diesem Bereich zeigt sich ein recht einheitliches spezifisches Investitionsniveau von 450 €/t Anlagenkapazität. Daraus ergibt sich ein Investitionsvolumen von 3,375 Milliarden € und 1100 neuen Arbeitsplätzen.

Wie man einer Untersuchung des Umweltministeriums MUNLV in Nordrhein-Westfalen (2006) entnehmen kann, gehen knapp 50% der Outputs aus Sortieranlagen für hausmüllähnliche Gewerbeabfälle in eine stoffliche Verwertung. Die restlichen Mengen werden entweder energetisch verwertet (fast überwiegend in Müllverbrennungsanlagen) oder beseitigt. Nach der o.g. Untersuchung in Nordrhein-Westfalen waren 15% des Outputs Holz, 9% Papier/Pappe/Kartonagen, 4% Metalle 6% Kunststoffe. Bis auf Kunststoffe dürften diese Mengen problemlos in den vorhandenen Verwertungswegen untergekommen sein. Bei der Kunststoffverwertung ist bekannt, dass es zu Kapazitätsengpässen gekommen ist. Es wird an dieser Stelle jedoch nicht davon ausgegangen, dass in großem Umfang ein Zubau von Anlagen zur stofflichen Verwertung von Kunststoffen erfolgen wird.

#### **4.7 Tiermehl – Tierfett**

Nach einer für das Umweltbundesamt 2006 durchgeführten Untersuchung (Knappe 2006) fallen etwa 200.000 Jahrestonnen Tierfett an Tierkörperbeseitigungsanlagen zur Entsorgung an. Diese werden etwa zu 40% zur internen Energieversorgung genutzt. Tierfette aus der Verarbeitung von Hochrisikomaterial können nicht stofflich verwertet werden und werden daher zunehmend zur Erzeugung von Fett-Methylester FME d.h. Fahrzeugtreibstoff eingesetzt. Die Fa. Saria ist hier federführend. Würden die bislang

intern zur Energieerzeugung genutzten Tierfette ebenfalls zur Treibstoff aufbereitet, wären etwa 20 Mio. € Investitionen notwendig (EUWID 44/06).

Zur Kompensation d.h. zur Energieversorgung der Tierkörperbeseitigungsanlagen könnte ein Teil des Tiermehls eingesetzt werden, das bislang über Zementwerke entsorgt werden muss. Neben den eingesparten Entsorgungskosten birgt dies die Möglichkeit, das in der Tiermehlasche in größerem Umfang enthaltene Phosphor rückzugewinnen und als Düngemittel einzusetzen. Setzt man hierfür spezifische Investitionskosten von 300 €/t an, so ergeben sich aus dem Behandlung von 150.000 Jahrestonnen ein Investitionsbedarf von 45 Mio. €. Der Personaleinsatz dürfte sich über die Maßnahme gegenüber dem heutigen Stand d.h. der Energieversorgung mittels fossiler Energieträger am Standort der Tierkörperbeseitigungsanlagen nicht ändern.

#### **4.8 Speiseabfälle**

Speiseabfälle konnten in Deutschland bis Oktober 2006 als Schweinefutter aufbereitet und verwertet werden. Nach Angaben von Lang wurde mit 6 % nur ein kleiner Anteil der Speiseabfälle über Tierkörperverwertungsanlagen entsorgt (Lang 1998). Tierkörperbeseitigungsanlagen nehmen diese Abfälle nur ungern an, da die dort erzeugten Produkte Tiermehl und Tierfett in ihren Qualitäten leiden. In dezentrale Anlagen der Landwirtschaft gelangten demgegenüber zum damaligen Zeitpunkt knapp 65 %. Die übrigen Mengen wurden in Spezialbetrieben der Entsorgungsindustrie zu Futtermittel verarbeitet. Dies ist nun nicht mehr möglich. Aufgrund ihrer Konsistenz ist eine Entsorgung über den Restabfall oder die Bioabfallschiene nur schwierig möglich. Die Alternative ist die Entsorgung über Vergärungsanlagen. Es fallen nach einer Untersuchung für das Umweltbundesamt 360.000 Jahrestonnen zur Entsorgung an.

Kann man das für 1998 berichtete Entsorgungsverhältnis auch auf das Jahr 2006 übertragen, so müssen für etwa 110.000 Jahrestonnen neue Entsorgungskapazitäten errichtet werden. Wie man der Mitteilung des Unternehmens SARIA Refood entnehmen kann, plant allein diese Firma Investitionen für Speiseabfälle für eine größere Anlagenkapazität (EUWID 51\_52/06). Unterstellt, die Anfallmenge Speiseabfall ist korrekt, tritt diese Investition in Konkurrenz zu bestehenden Anlagen bzw. akquirieren auch in den Bereich verpackter und unverpackter Lebensmittelreste. Nach Angaben zu einer entsprechenden Anlage in Schwallungen (EUWID 45/06) liegen die spezifischen



Investitionskosten bei 80 €/t, entsprechend große Anlagenkapazitäten vorausgesetzt. Die zur Entsorgung notwendigen Investitionskosten belaufen sich demnach auf 8,8 Mio. €. In Anlehnung an die Bioabfallverwertung lässt sich ein Personalbedarf von etwa 200 Beschäftigten schätzen.

#### **4.9 Shredderleichtfraktion**

Die Shredderleichtfraktion stellt einen für die Entsorgung problematischen Abfallstoff dar. Diese Abfallfraktion entsteht bei der Aufbereitung von Metallabfällen, die neben Metallen auch weitere Komponenten bspw. aus Kunststoffen enthalten. Ausgangsstoffe sind meist Altfahrzeuge, aber auch Elektro- bzw. Elektronikschrott.

Die Aufbereitung für diese Abfälle besteht im ersten Verfahrensschritt aus einem Shredder, d.h. einer Zerkleinerung. Aus diesem Shredder fällt als Hauptfraktion Stahlschrott an, die weiteren Fraktionen sind Shredder-Schwerfraktion und Shredder-Leichtfraktion. In der Schwerfraktion sind die NE-Metalle angereichert, die in einem nächsten Bearbeitungsschritt meist in gesonderten Anlagen abgetrennt werden können. Bei dieser Verarbeitungsstufe fällt erneut eine Teilmenge an, die NE-abgereichert ist und ebenfalls als Shredder-Leichtfraktion eingeordnet werden kann. Aus einem Altfahrzeug werden etwa 20% - 25% Shredderleichtfraktionen erzeugt.

Diese Shredderleichtfraktion wird auch heute noch vorrangig über Deponien entsorgt. Bis Mitte 2005 wurde dies als Beseitigung eingestuft, seitdem wird die Ablagerung tlw. als Verwertung eingestuft. Mit Ausnahmeregelungen ist es derzeit möglich, diese Fraktion auch weiterhin auf den Deponien abzulagern, d.h. es die Vorgaben an den maximalen Heizwert des Abfalls werden (auch deutlich) überschritten.

Diese Shredder-Leichtfraktion weist einen recht hohen Heizwert auf und bietet sich daher grundsätzlich für eine energetische Verwertung oder thermische Entsorgung an. Sie ist jedoch auch stark schadstoffhaltig bzw. weist einen hohen Anteil an Chlor auf. Eine Verwendung als Sekundärbrennstoff ist daher nicht möglich, auch von Müllverbrennungsanlagen werden diese Abfälle wegen ihrer problematischen Entsorgungseigenschaften nicht gerne zumindest nicht in größeren Chargen genommen.

Es ist jedoch nicht eine Frage der technischen Machbarkeit, sondern nur der Kosten, diese Abfälle gemäß ihrer Eigenschaften zu entsorgen. Die naheliegendste Entsorgung

ist die über Sonderabfallverbrennungsanlagen. Dies wird der Eigenschaft des Abfalls, besonders dessen Energiegehalt, gerecht und beachtet die Chlor- und Schadstoffbelastung durch Wahl einer Verbrennungstechnologie, die auf derartige Probleme ausgelegt ist. Diese Entsorgung ist jedoch vergleichsweise teuer.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, das als Shredder-Leichtfraktion bezeichnete Stoffgemisch weiter in Teilfraktionen aufzubereiten und damit einer Verwertung / Entsorgung zugänglicher zu machen. Dazu wird eine PVC-reiche Kunststofffraktion abgetrennt, die als solche wieder der PVC-Produktion zugeführt werden kann. Eine weitere Teilfraktion besteht aus einer Mischung aus Textilfasern und Sitzschäumen. Als Shreddergranulat soll eine Fraktion als Reduktionsmittel in Hochöfen einsetzbar sein. Shreddersand (veredelt) besteht aus einer Mischung aus Glas, feinkörnigem Eisen, Rost, dünnen Kupferkabeln, Pb- und Zn-haltigen Stäuben sowie Lackresten. Glas, Rost und Lackreste können sowohl als Schlackebildner in der Nicht-Eisen-Metallurgie als auch als Reduktionsmittel (Nicht-Eisen-Metallurgie) eingesetzt werden. Kupferkabel, Blei- und Zinkstäube werden zurück in den metallischen Kreislauf überführt. Zusätzliche können Eisen- und Nicht-Eisenmetalle aus den Schredderrückständen zurück gewonnen werden.

Letztlich stellt das VW-SiCon-Verfahren aber auch weitere ähnliche Verfahren eine konsequente Ausreizung, Weiterentwicklung und Kombination bekannter Trennverfahren wie Windsichter, Trenntische, Kunststofftrennung durch Dichteunterschiede in Wasser/Salzlösungen etc. dar (Goldmann 2006). Eine erste kleinere Anlage ist in Antwerpen/Belgien mit einer Jahreskapazität von 8.000 t SLF in Betrieb. In Enns bei Linz/Österreich ist im Frühjahr 2006 eine erste Großanlage mit einer vorgesehenen Kapazität von 100.000 t/a SLF in den Probetrieb gegangen. In Nijmegen/Niederlande (nahe der deutschen Grenze) ist die Genehmigung einer weiteren Großanlage beantragt. Planungen für weitere Anlagen in Europa sind im Gange.

In Deutschland fallen etwa 450.000 Jahrestonnen als Shredderleichtfraktion zur Entsorgung an (Reinhardt / Richers 2004). Die spezifischen Investitionskosten liegen für derartige Anlagen im Bereich von 200 €/t Durchsatz (Goldmann 2006b). Dies bedeutet eine Investition von etwa 90 Mio. € und etwa 40 Arbeitsplätze. Derzeit befindet sich die Branche jedoch in starkem Wettbewerb mit Betrieben außerhalb Deutschlands sowie der Vermarktung von Altfahrzeugen vor allem nach Osteuropa oder Afrika (EUWID 51\_52/06). Nach einer aktuellen Arbeit von Osyguß (2006) importieren bspw. die Länder West- und Ostafrikas mehr Fahrzeuge aus zweiter Hand

als Neuwagen. Allein von Hamburg gehen bis zu knapp 150.000 Altfahrzeuge pro Jahr in den Export nach Westafrika.

#### **4.10 Optimierung der Restabfallbehandlungsanlagen MBA / MVA**

Im Bereich der Restabfallbehandlung stehen grundsätzlich zwei Entsorgungsmöglichkeiten zur Verfügung, die Mechanisch-Biologischer Restabfallbehandlung sowie die klassische Müllverbrennung.

Die Anlagen zur Mechanisch-Biologischen Restabfallbehandlung sind in großem Umfang erst vor kurzer Zeit in Betrieb genommen worden bzw. befinden sich derzeit noch in der Phase der Inbetriebnahme. Etwas ältere Anlagen haben eine umfassende technische Erneuerung im Zuge der Anpassung an die Vorgaben der 30.BImSchV erhalten. Der Betrieb dieser Anlagen muss sich konsolidieren. Es sind für die nächsten Jahre keine weiteren Investitionen in innovative Konzepte zu erwarten. Dies gilt beispielsweise auch für die Frage einer Umrüstung von einer aeroben Rotte hin zu einer anaeroben Vergärung. Im Gegenteil besteht eher die Gefahr, dass technische Schwierigkeiten beim Betrieb der Anlagen, vor allem aber der gegenüber den meisten Planungen deutlich höhere Entsorgungspreis für die heizwertreiche Fraktion aus der mechanischen Aufbereitung die Konkurrenz gegenüber klassischen Müllverbrennungsanlagen verschlechtert und eventuell Mengenverschiebungen zu erwarten sind. Die Entscheidung des Abfallzweckverbandes Nordsachsen, aus Kostengründen die Entsorgung über eine MBA zugunsten einer Mitbehandlung in einer MVA aufzugeben, ist sicher ein Indiz in diese Richtung (EUWID 51\_52/06).

Bei Müllverbrennungsanlagen sind nach Abfrage bei Experten derzeit keine weiteren grundsätzlich neuen Entwicklungen absehbar. Die alternativen Konzepte Schwelbrenn-Verfahren und Thermoselect wurden vom Markt genommen. Die Kapazitäten der Müllverbrennungsanlagen werden für die andienungspflichtigen Abfälle als ausreichend eingeschätzt. Es wird prognostiziert, dass Verbrennungskapazitäten zukünftig eher als Ersatzbrennstoffkraftwerk errichtet werden, vernachlässigend, dass derzeit Kapazitätserweiterungen in Konkurrenz zu Ersatzbrennstoffkraftwerken für Müllverbrennungsanlagen von etwa 2 Millionen Jahrestonnen diskutiert oder geplant werden (Alwast, Thörner 2006). Am ehesten sind Investitionen im Bereich der Nachbehandlung der Aschen bzw. Schlacken zu erwarten, einmal um deren Verwertungseigenschaften zu verbessern, vor allem jedoch um einen möglichst hohen Anteil an Metallen und hier

insbesondere NE-Metalle rückzugewinnen. Ein Gespräch mit Anlagenbetreibern und Technikanbietern im Rahmen der Messe ENTSORGA ergab, dass diese Investitionen bereits getätigt und die NE-Metallabscheidung Praxis ist.

## 5 Effekte aus der inländischen Nachfrage

Für die Ausstattung der Abfallwirtschaft mit Investitionsgütern ist in Kapitel 3 ein Ersatzbedarf in Höhe von jährlich rund 950 Mio. € zu heutigen Preisen ermittelt worden. Für den 14-jährigen Untersuchungszeitraum von 2007 bis 2020 bedeutet das kumulierte Investitionen von 13,3 Mrd. €, davon entfällt der größte Teil mit gut 11 Mrd. € auf den Bereich der Haushaltsabfälle. Hinzu kommen laufende Sachausgaben - größtenteils für elektrische Energie - in Höhe von jährlich rund 300 Mio. € zu heutigen Preisen; über den Untersuchungszeitraum kumuliert sind das gut 4 Mrd. €, die fast vollständig bei der Entsorgung von Haushaltsabfällen anfallen. In Kapitel 4 ist der Bedarf an abfallwirtschaftlichen Neuinventionen im Gesamtzeitraum mit insgesamt weiteren 6,9 Mrd. € zu heutigen Preisen ermittelt worden. Die Neuinvestitionen fallen mit 5,3 Mrd. € überwiegend für die Entsorgung anderer als Haushaltsabfälle an. Im Untersuchungszeitraum ergibt sich damit insgesamt eine inländische Nachfrage von 24,3 Mrd. €, die - mit 16,2 Mrd. € - zu zwei Dritteln im Zusammenhang mit der Entsorgung von Haushaltsabfällen stehen.

Diese inländische Nachfrage wird nicht vollständig im Inland wirksam, ein Teil wird durch Bezüge aus dem Ausland gedeckt. Dieser Anteil ist je nach Art der nachgefragten Güter unterschiedlich, bei Ausrüstungen ist er wesentlich höher als bei Bauten. Aus früheren Untersuchungen stehen darüber Informationen zur Verfügung. Für die gesamte hier betrachtete inländische Nachfrage ergibt sich ein Importanteil von 16,5%. Damit verbleibt eine im Inland wirksame inländische Nachfrage von 20,3 Mrd. €.

Um die Effekte dieser Nachfrage für Produktion und Beschäftigung auf sektoraler Ebene darzustellen, muss auch die indirekt erforderliche Produktion von Vorleistungen berücksichtigt werden, soweit sie in Deutschland stattfindet. Dabei handelt es sich um Waren und Dienstleistungen, die die direkten Lieferanten der Abfallwirtschaft von vorgelagerten Wirtschaftszweigen in Deutschland beziehen.<sup>3</sup> Die stärksten Produktionswirkungen (gut 20% der gesamten direkt und indirekt induzierten Produktion) entfallen auf den Fahrzeugbau. Das erklärt sich vor allem daraus, dass Beschaffungen von Abfallsammelfahrzeugen einen großen Teil (43%) des Ersatzbedarfs ausmachen. Vergleichsweise hohe, zum großen Teil indirekt induzierte Produktionswirkungen

---

<sup>3</sup> Beispielsweise beziehen die Hersteller von Abfallsammelfahrzeugen als Vorleistungen elektrotechnische Komponenten, die im Sektor Elektrotechnik zu Produktions- und Beschäftigungseffekten führen. Werden die Produktionswirkungen über die Sektoren aggregiert, kommt es zu Doppelzählungen.

ergeben sich auch im Bereich der unternehmensbezogenen Dienstleistungen. Weitere Sektoren mit relativ hohen Produktionswirkungen sind der Maschinenbau und die Bauwirtschaft.

Diese Produktionseffekte sind mit Beschäftigungswirkungen in Deutschland verbunden, die über den Gesamtzeitraum auf insgesamt annähernd 250 Tsd. Personenjahre geschätzt werden. Das entspricht einer Auslastung von rund 17.600 Arbeitsplätzen im Durchschnitt des 14-jährigen Betrachtungszeitraums. Davon geht gut die Hälfte direkt auf die Produktion der von der Abfallwirtschaft nachgefragten inländischen Güter zurück, die andere Hälfte wird durch die Produktion inländischer Vorleistungen induziert. Ein Anteil von 63% der Beschäftigungseffekte ist der Nachfrage der Bereiche der Abfallwirtschaft zuzurechnen, die mit der Entsorgung von Haushaltsabfällen befasst sind. Knapp die Hälfte (48%) der Beschäftigungseffekte gehen auf Ersatzbedarf zurück, ein Drittel resultiert aus Neuinvestitionen.

Aufgrund der sektoral unterschiedlichen Arbeitsproduktivitäten ergeben sich spürbare Unterschiede in der sektoralen Struktur der Produktions- und der Beschäftigungseffekte. Während wie erwähnt ein Anteil von gut 20% der Produktionseffekte auf den Fahrzeugbau entfällt, entstehen in diesem Bereich aufgrund seiner hohen Arbeitsproduktivität lediglich rund 7,5% der Beschäftigungseffekte. Umgekehrt entfallen auf den Bereich unternehmensbezogener Dienstleistungen über 15% der Beschäftigungswirkungen. Fast ebenso hohe Beschäftigungseffekte entstehen im Handel. Ähnliche hohe Anteile an der induzierten Beschäftigung wie der Fahrzeugbau haben das Baugewerbe sowie das Bauinstallationsgewerbe mit jeweils etwa 8%.

Tab. 5-1 Inländische Nachfrage und Beschäftigungseffekte

**Inländische Nachfrage**

***Nachfrage und Produktion***

Mrd. € zu heutigen Preisen  
im Zeitraum 2007 bis 2020

	Insgesamt	Haushalts- abfälle	Sonstige
Inländische Nachfrage	24,3	16,2	8,1
<i>Ersatzbedarf</i>	13,3	11,1	2,2
<i>Lfd. Sachausgaben/Energie</i>	4,1	4,0	0,1
<i>Neuinvestitionen</i>	6,9	1,6	5,3
davon im Inland wirksam	20,3	13,8	6,5

***Beschäftigung***

Tsd. Personenjahre  
im Zeitraum 2007 bis 2020

Insgesamt	246,9	156,6	90,3
direkt	129,1	73,4	55,7
<i>Ersatzbedarf</i>	55,2	39,4	15,8
<i>Lfd. Sachausgaben/Energie</i>	20,9	20,7	0,2
<i>Neuinvestitionen</i>	53,0	13,3	39,7
indirekt	117,8	83,2	34,6
<i>Ersatzbedarf</i>	62,4	51,4	11,0
<i>Lfd. Sachausgaben/Energie</i>	25,1	24,5	0,6
<i>Neuinvestitionen</i>	30,3	7,4	22,9

Insgesamt ausgelastete Arbeitsplätze

## 6 Exportpotentiale

Wie ein Überblick über die Abfallwirtschaft in anderen Ländern zeigt, gibt es nur wenige Staaten, die eine ähnlich weit in Richtung Stoffstromwirtschaft entwickelte Abfallwirtschaft aufweisen wie Deutschland. In Deutschland hat nicht zuletzt das seit Mitte 2005 geltende Verbot zur Ablagerung unbehandelter Abfälle auf Deponien noch einmal einen weiteren Entwicklungsschub ausgelöst.

Es kann deshalb nicht verwundern, wenn im Vorfeld der letztjährigen Messe Entsorga darauf hingewiesen wurde, dass ein europaweites Deponieverbot eine große Chance nicht nur für die Abfallwirtschaft, sondern nach Ansicht des VDMA auch für den deutschen Maschinen- und Anlagenbau wäre. Dabei hat auch die deutsche Umweltgesetzgebung einen großen Stellenwert. So fordern ausländische Kunden beim Kauf von Anlagen immer wieder Auslegungen bspw. nach den Kriterien der TA-Luft ein.

Die Europäische Union setzt durch Richtlinien für die Abfallwirtschaft den europäischen Mitgliedsländern einen Rahmen, der für viele dieser Staaten für die nächsten Jahre eine deutliche Entwicklung und damit Investitionen erfordert. Teilweise sind diese Vorgaben sehr konkret und mit klar zeitlich beschriebenen Übergangsvorschriften verbunden. Auch im europäischen Rahmen werden die Anforderungen an die Vorbehandlung von Abfällen vor deren Ablagerung auf Deponien bzw. die noch zulässigen Restgehalte an biologisch abbaubarer Organik einen wesentlichen Motor der Entwicklung bilden.

Auch außerhalb der Europäischen Union werden zumindest die Staaten mit einer größeren wirtschaftlichen Entwicklung zunehmend mit dem Problem konfrontiert sein, dass die Entsorgung wachsender Abfallmengen mit teilweise zunehmender spezifischer Schadstoffgehalte mit Umweltproblemen verbunden ist, die eine einfache Ablagerung auf Deponien nicht mehr zulassen. Notwendig sind Entsorgungsanlagen auf einem angemessenen Stand der Technik, die diese Umweltprobleme vermeiden oder zumindest deutlich reduzieren.

Vor dieser Problemstellung stand auch Deutschland und musste für diese Aufgabe eine darauf abgestimmte Lösungsstrategie entwickeln. Entsprechend wurde die Abfallwirtschaft konzeptionell weiterentwickelt und vor allem auch technische Lösungen gefunden. Der deutsche Anlagenbau hat bei der Problemlösung Standards gesetzt, die erwarten lassen, dass sich andere Länder daran orientieren.



Es ist jedoch nicht nur der Problemdruck für sich wirtschaftlich entwickelnde Länder, sich den wachsenden Umweltproblemen aus der Abfallentsorgung stellen zu müssen bzw. auch ggf. den gesetzlichen Vorgaben seitens der EU zu entsprechen. Ein zweites Moment sind die wachsenden Rohstoffpreise. Deren zunehmende Verknappung und / oder die deutlich anziehende Nachfrage auf dem Markt insbesondere durch China und andere sich entwickelnde Staaten lässt nicht erwarten, dass sowohl für die fossilen als auch die mineralischen Rohstoffe (insbesondere Metalle) das erreichte Preisniveau wieder signifikant nachgeben wird.

Die bislang durch Ablagerung auf Deponien entsorgten Abfälle haben angesichts des spezifischen Heizwertes sowie der relativ großen anfallenden Mengen ein vergleichsweise hohes energetisches Potential zur Energiegewinnung. Es ist nicht nur ökologisch sinnvoll, dieses Potential zu nutzen (und die mit einer Ablagerung auf Deponien verbundenen Umweltlasten zu vermeiden), es wird zunehmend auch zu einer wirtschaftlichen Notwendigkeit.

Dies dürfte in einer Vielzahl von Ländern ein Umsteuern vom einfachen Vergraben der Abfälle in Deponien hin zu einer ausdifferenzierten Stoffstrombewirtschaftung fördern. Die in der deutschen Gesetzgebung formulierte Grundpflicht: „Eine der Art und Beschaffenheit des Abfalls entsprechende hochwertige Verwertung ist anzustreben“ wird angesichts des Rohstoffmarktes über die Verpflichtung hinaus opportun. Wie in Deutschland wird auch in anderen Ländern ein auf die Eigenschaften der einzelnen Abfallfraktionen und –bestandteile zugeschnittene Entsorgungslösung erwartet, die entweder auf eine stoffliche oder eine energetische Verwertung abzielt. Nicht zuletzt auch aus Gründen des Ressourcenschutzes und der Kosteneinsparung wird es zudem zunehmend mehr Ländern gelingen, das Abfallaufkommen von der Wirtschaftsentwicklung zu entkoppeln.

Dass damit Exportchancen für die deutsche Wirtschaft verbunden sind, zeigt sich bereits heutzutage. Nach Angaben der VDMA setzten die von ihr vertretenen 50 deutschen Unternehmen im Anlagen- und Maschinenbau im Jahr 2005 im Bereich Abfalltechnik 4,3 Milliarden € um, wobei 70% im Export erzielt wurden. Die wichtigsten Exportländer sind die europäischen Nachbarländer sowie die USA und China. Tendenziell lässt sich eine Verlagerung der Exportmärkte nach Osten feststellen, in die EU-Beitrittsländer, nach Russland und in den asiatischen Raum (EUWID 24/06).

Deutschland ist hierbei nicht isoliert zu betrachten. Die Nachfrage wird auch über den Anlagen- und Maschinenbau aus anderen Ländern befriedigt werden können. So belaufen sich die Exporte österreichischer Umwelttechnologien im Jahre 2005 auf 2,45 Milliarden €, wovon allein 22% nach Deutschland gingen (EUWID 27/06).

Die Datenlage zur abfallwirtschaftlichen Situation in den einzelnen Ländern ist sehr schlecht. So liegen selbst für so bedeutende Staaten innerhalb der Europäischen Union wie Spanien nur Schätzungen über das Abfallaufkommen vor. Noch schlechter ist der Informationsstand über die Art der Abfallentsorgung sowie den erreichten Technologiestand. Die nachfolgenden Schätzungen können daher nur einen groben Anhaltswert liefern und sind zudem nur für die Entsorgung der Siedlungsabfälle d.h. im Wesentlichen der Abfälle aus Haushalten möglich. Nach Angaben von EUROSTAT liegt das Aufkommen an Siedlungsabfällen in der EU 25 bei 234 Mio. Jahrestonnen bzw. 534 kg/E, das jährlich um etwa 2% steigt.

## **6.1 Übersicht über die abfallwirtschaftliche Situation in Europa – Europäische Union**

Das Bundesumweltministerium geht davon aus, dass die Abfallrahmenrichtlinie eine fünfstufige Hierarchie nennen wird: Vermeiden – Wiederverwenden – stoffliche Verwertung – sonstige bzw. energetische Verwertung – Beseitigung; außerdem soll ein speziell auf die Umwelttechnik zugeschnittener Stand der Technik (BAT) die Umweltstandards der Abfallentsorgung verstärken und das Stofftransferrisiko begrenzen (EUWID 29/06). Dies bedeutet, dass sich die Standards der Abfallentsorgung innerhalb der EU in den nächsten Jahren zunehmend angleichen werden.

Im Jahre 2007 möchte die EU einen Vorschlag zur Überarbeitung der Richtlinie zum Einsatz von Klärschlämmen in der Landwirtschaft vorlegen. Wie in Deutschland ist auch in der EU davon auszugehen, dass zukünftig größere Mengenanteile in Anlagen zur thermischen Behandlung gehen werden.

Nach einem Bericht der Generaldirektion Umwelt (EUWID 3/06) hat die EU-Deponierichtlinie schon positive Auswirkungen. So kommt es bei allen Mitgliedsstaaten mit Ausnahme von Griechenland (und natürlich auch Bulgarien und Rumänien) zu einer Stabilisierung der deponierten Mengen oder gar zu einem Mengenrückgang bei gleichzeitig steigendem Abfallaufkommen. Zudem verbessert sich das technische

Niveau der verbleibenden Deponien, und weitere Deponien sind geschlossen worden. Der Mengenrückgang ist auch eine Folge der Anforderung aus der Richtlinie, die Ablagerung biologisch abbaubarer Siedlungsabfälle zu reduzieren.

**Tab. 6-1      Übersicht über die abfallwirtschaftliche Situation (im Jahre 2003) in Europa [EUROSTAT 2005, verändert]**

	Municipal Waste (kg/person)	auf Deponien abgelagert	thermisch behandelt	stofflich verwer- tet = Differenz
Belgien	446	12,6%	35,7%	51,7%
Tschechien	280	71,7%	14,0%	14,2%
Dänemark	675	5,0%	53,8%	41,2%
Deutschland	638	19,9%	23,0%	57,1%
Estland	418	65,4%	0,0%	34,6%
Griechenland	428	91,9%	0,0%	8,1%
Spanien	609	59,3%	6,5%	34,2%
Frankreich	561	38,1%	33,6%	28,3%
Irland	732	69,0%	0,0%	31,0%
Italien	523	61,7%	9,3%	29,0%
Zypern	724	90,2%	0,0%	9,8%
Lettland	362	68,7%	2,7%	28,6%
Litauen	263	100,0%	0,0%	0,0%
Luxemburg	658	22,7%	41,7%	35,6%
Ungarn	463	84,2%	5,2%	10,6%
Malta	549	100,0%	0,0%	0,0%
Niederlande	599	2,7%	32,9%	64,4%
Österreich	610	30,1%	10,7%	59,2%
Polen	260	96,8%	0,4%	2,8%
Portugal	452	74,8%	21,6%	3,6%
Slowenien	451	76,3%	0,6%	23,1%
Slowakien	319	69,8%	9,1%	21,1%
Finnland	450	63,2%	9,1%	27,7%
Schweden	471	13,7%	45,0%	41,4%
Großbritannien	610	75,4%	7,4%	17,2%
Bulgarien	499	81,6%	0,0%	18,4%
Rumänien	364	79,1%	0,0%	20,9%
Türkei	474	73,7%	0,0%	26,3%
Island	1040	83,3%	3,7%	13,0%
Norwegen	696	14,7%	17,2%	68,1%

**Tab. 6-2      Mögliche Investitionen in Maschinen- und Verfahrenstechnik in den Ländern der Europäischen Union**

	Gesamt	Anteil Restabfallentsorgung
Belgien	180 Mio. €	180 Mio. €
Bulgarien	200 Mio. €	70 Mio. €
Estland	140 Mio. €	120 Mio. €
Finnland	300 Mio. €	300 Mio. €
Frankreich	2.000 Mio. €	1.650 Mio. €
Griechenland	820 Mio. €	660 Mio. €
Großbritannien	4.700 Mio. €	4.350 Mio. €
Irland	460 Mio. €	435 Mio. €
Italien	3.400 Mio. €	3.070 Mio. €
Lettland	240 Mio. €	210 Mio. €
Litauen	160 Mio. €	105 Mio. €
Luxemburg	80 Mio. €	80 Mio. €
Malta	70 Mio. €	70 Mio. €
Niederlande	1.500 Mio. €	1.500 Mio. €
Polen	3.100 Mio. €	2.500 Mio. €
Portugal	600 Mio. €	450 Mio. €
Rumänien	610 Mio. €	225 Mio. €
Schweden	120 Mio. €	120 Mio. €
Slowakei	350 Mio. €	300 Mio. €
Slowenien	210 Mio. €	210 Mio. €
Spanien	3.300 Mio. €	2.900 Mio. €
Tschechien	690 Mio. €	510 Mio. €
Ungarn	800 Mio. €	670 Mio. €
Zypern	60 Mio. €	47 Mio. €

Nachfolgend wird für die einzelnen Länder und Regionen die abfallwirtschaftliche Situation aufgezeigt und daraus der Investitionsbedarf für den Zeitraum bis 2020 abgeleitet. Es kann sich angesichts der Datenlage um eine nur grobe Schätzung handeln. In einem ersten Schritt wurde versucht, das zukünftige Abfallaufkommen abzuschätzen. Insbesondere für die Staaten, für die noch eine umfassendere wirtschaftliche Entwicklung zu erwarten ist, wurde ein Anstieg des spezifischen Abfallaufkommens auf etwa 600 kg/(E\*a) für „municipal waste“ unterstellt, welche Abfallarten in den einzelnen Ländern darunter auch immer gefasst sein mögen. In nicht wenigen Ländern auch innerhalb der EU beruhen die Angaben zum Abfallaufkommen zudem mehr oder weniger nur auf Abschätzungen. Die Informationen zur Art der Abfallentsorgung dienen zur Abschätzung der notwendigen Änderungen für eine den Anforderungen gerecht werdende Stoffstrombewirtschaftung. Dabei wurde unterstellt, dass sich die Verwertungsquoten angleichen werden (etwa  $\geq 50\%$ ) und die Restabfallentsorgung

eine Vorbehandlung erfordern wird (MVA zumindest für Ballungsräume; einfache MBA für ländlichen Raum in Südeuropa).

## **Belgien**

Nach Angaben von EUROSTAT lag das Aufkommen an Siedlungsabfällen im Jahr 2003 bei 446 kg/(E\*a). Das ist im Vergleich zu anderen Kernländern der Europäischen Union vergleichsweise wenig, eine weitere Steigerung des Aufkommens unabhängig vom Wirtschaftsaufkommen ist jedoch nicht zu erwarten. Knapp 52% dieses Abfallaufkommens wurde zudem in unterschiedlicher Weise verwertet, eine typische Quote einer entwickelten Abfallwirtschaft. Auch hier sind Verschiebungen in den Stoffströmen daher nicht zu erwarten. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen einer Studie für den Verband Plastics Europe (EUWID 14/06), nach der etwa 60% der Kunststoffabfälle aus dem Konsum einer Verwertung zugeführt werden, ein ebenfalls typischer Wert.

Knapp 13% der Siedlungsabfälle wurden im Jahre 2003 auf Deponien abgelagert. Geht man davon aus, dass dies ohne weitere Vorbehandlung erfolgte, sind hierfür in Zukunft Investitionen in die Restabfallbehandlung zu erwarten.

Für etwa 600.000 Jahrestonnen müssen Restabfallbehandlungskapazitäten errichtet werden. Werden hierfür Müllverbrennungsanlagen errichtet, bedeutet dies eine Investition von 180 Mio. €, ohne Bauwerk.

## **Tschechien**

Nach einer Studie des European Topic Centre on Ressource and Waste Management (ETC RWM) von September 2006 hat Tschechien mit 10,2 Mio. Einwohnern in der Abfallgesetzgebung die EU-Regularien vollständig übernommen. Es gibt einen Abfallwirtschaftsplan für den Zeitraum bis 2012, der als Ziele benennt: Reduktion des Abfallaufkommens und Loslösung von der Wirtschaftsentwicklung, Maximierung der Nutzung der Abfälle zur Substitution natürlicher Ausgangsstoffe, Minimierung der mit der Abfallentsorgung verbundenen Auswirkungen auf Umwelt und menschliche Gesundheit.

Es existieren Abfallgebührensyste, die Haushalten einen Anreiz zur Getrenntsammlung von Abfällen geben sollen. Darüber hinaus sind zu nennen: Differenzierte Abfallablagerungsgebühren für Siedlungs- und Sonderabfälle seit 1991, differenzierte

Abfallgebühren seit 1990, Entsorgungsgebühren für Altfahrzeuge seit 2001, keine Ablagerung von Papier/Pappe/Kartonagen seit 1997 und Bioabfällen seit 2004 auf Deponien, seit 1999 getrennte Sammlung von Bioabfällen und Recycling von Metallen, Kunststoffen, Papier, Glas.

Das Aufkommen an Siedlungsabfällen lag im Jahr 2003 bei 2,86 Mio. t (280 kg/(E\*a)), wobei 2,05 Mio. (201 kg/E) auf Deponien abgelagert wurden. Die EU-Deponierichtlinie soll schrittweise mit den Jahren 2010, 2013 und 2020 umgesetzt werden.

Trotz der Vorgaben der Abfallwirtschaftsplanung ist zu erwarten, dass sich das spezifische Abfallaufkommen mit der wirtschaftlichen Entwicklung des Landes weiter erhöhen wird. Geht man konservativ von einem Aufkommen von 600 kg/(E\*a) aus – Deutschland hat ein Aufkommen von 638 kg/(E\*a) – so würde sich das Abfallaufkommen auf 6,1 Mio. Jahrestonnen erhöhen.

Bei einer Verwertungsquote von etwa 50% bedeutet das Investitionen in Verwertungs-kapazitäten von 175 Mio. €, ohne Berücksichtigung von Bauwerken und als grobe Anhaltgröße über alle verschiedenen Verwertungswege und Abfallstoffströme hinweg. Nach Aussagen von Herrn Sekera-Bodo (EUWID 19/06), dem Präsident der Tschechischen Assoziation der Entsorgungswirtschaft (CAOH), gibt es bislang für die getrennte Abfallsammlung nur wenige, einfache Sortieranlagen.

Nach Aussagen des Kongresses der CEWEP<sup>4</sup> in Wien (EUWID 22/06) gibt es 3 Müllverbrennungsanlagen mit einer Entsorgungskapazität für 410.000 Jahrestonnen Restabfall. Nach Aussagen der CAOH (EUWID 19/05) verfügen die Müllverbrennungsanlagen über eine Kapazität von 650.000 Jahrestonnen. Sie sind derzeit aufgrund der Konkurrenzsituation zu billigen Siedlungsabfalldeponien jedoch nicht ausgelastet.

Bei der Restabfallentsorgung wird in Tschechien auf Müllverbrennungsanlagen gesetzt (EUWID 7/06). So sind nach CEWEP (EUWID 22/06) derzeit drei weitere Anlagen in Bau. Legt man für diese die gleiche Kapazität zugrunde, verbliebe nach der oben vorgenommenen Schätzung des zukünftigen Restabfallaufkommens eine Kapazitätslücke von 1,7 Mio. t. Dies bedeutet eine Investition in Müllverbrennungsanlagen von 510 Mio. €, ohne Bauwerk.

---

<sup>4</sup> CEWEP Confederation of European Waste-to-Energy-Plants, gegründet im Jahre 2002

## **Dänemark**

Nach Angaben des ETC RWM vom September 2006 hat Dänemark mit seinen 5,4 Mio. Einwohnern in einem Nationalen Abfallwirtschaftsplan aus dem Jahr 2005 das Ziel einer von der Wirtschaftsentwicklung unabhängigen Abfallmengenentwicklung vorgegeben. Zudem soll durch eine Optimierung der Abfallbehandlungstechnologien eine Verbesserung der Kosteneffizienz erreicht werden. Für die Siedlungsabfälle wird eine Quote von 20% für das Recycling und 80% für die Verbrennung vorgegeben. Dänemark kennt eine Abfallsteuer, seit 1997 ein Verbot einer Ablagerung aller brennbaren Abfälle auf Deponien sowie seit 1990 bzw. 2004 eine getrennte Sammlung für Glas und PPK. Zudem gibt es Pfandsysteme für Getränkeverpackungen mit einer Recyclingrate von >80%. Nach einer Studie für den Verband Plastics Europe (EUWID 14/06) werden etwa 60% der Kunststoffabfälle aus dem Konsum verwertet.

Nach EUROSTAT lag das Siedlungsabfallaufkommen im Jahr 2003 mit 672 kg/(E\*a) relativ hoch. Weitere Mengensteigerungen sind deshalb nicht zu erwarten. Davon wurden etwa 40% einer Verwertung zugeführt und 5% auf Deponien abgelagert. Für die verbleibende Restmenge von 363 kg/(E\*a) standen Verbrennungskapazitäten zur Verfügung.

Es kann daher davon ausgegangen werden, dass es zu keiner nennenswerten Verschiebung von Abfallstoffströmen kommen wird, aus der sich ein entsprechender Investitionsbedarf ableiten ließe.

## **Estland**

Nach Angaben des ETC RWM aus September 2006 hat Estland mit seinen 1,3 Mio. Einwohnern seit 2004 ein Abfallgesetz und einen Abfallwirtschaftsplan zur Anpassung der Abfallentsorgung an EU-Standards. Ziel ist es, die Ablagerung von unbehandelten Abfällen auf Deponien zukünftig auszuschließen. So dürfen mit Beginn 2008 unsortierte Abfälle nicht mehr auf Deponien abgelagert werden. Es gibt keine generelle Vorgabe im Abfallgesetz Bioabfälle getrennt zu sammeln. Der nationale Abfallwirtschaftsplan sieht jedoch eine Bioabfallsammlung vor sowie eine getrennte Sammlung von Gartenabfällen und eine Stärkung der Eigenkompostierung in ländlichen Gebieten. Zudem besteht die Vorgabe einer mechanischen Abfallvorbehandlung zur Steigerung der recycelten Mengen. Für die Restabfälle ist eine weitere Behandlung zur Reduzierung der auf Deponien abzulagernden Mengen und ihrer Gefährlichkeit gewünscht. Seit

2004 gibt es ein Verpackungsgesetz mit Pfandregelung für alle Verpackungen (auch Einweg). Die Ziele für die getrennte Sammlung und Verwertung von Verpackungsabfällen sieht folgende Quoten vor: 50% Recycling bis 2004, 60% bis 2010 und 2012 Einhaltung der EU-Regelungen. Das für 2004 genannte Ziel wurde jedoch deutlich nicht erreicht.

Nach EUROSTAT lag das Aufkommen an Siedlungsabfällen im Jahr 2003 bei 418 kg/(E\*a). Es ist nicht zu erwarten, dass sich das Abfallaufkommen bei der derzeitigen Wirtschaftsentwicklung auf diesem Niveau halten lässt. Unterstellt man ein zukünftiges spezifisches Abfallaufkommen von 600 kg/(E\*a), so ergibt sich daraus eine Siedlungsabfallmenge von 0,82 Mio. Jahrestonnen.

Bei einer Verwertungsquote von 50% würden demnach 0,4 Mio. Jahrestonnen auf unterschiedliche Weise verwertet werden. Es wird vereinfachend unterstellt, dass die dazu notwendigen Kapazitäten noch errichtet werden müssen, d.h. die heutigen Anlagen nicht den zukünftigen Anforderungen genügen. Dies bedeutet grob ein Investitionsbedarf von 20 Mio. €, ohne Bauwerke.

Bisher gibt es keine Müllverbrennungsanlagen oder andere Restabfallbehandlungskapazitäten, jedoch das entsprechende abfallwirtschaftliche Ziel, nur noch vorbehandelte Abfälle abzulagern. Angesichts der wirtschaftlichen Entwicklung dieses Landes und seiner räumlichen wie wirtschaftlichen Nähe zu Skandinavien kann unterstellt werden, dass diese Behandlungskapazitäten als Müllverbrennungsanlagen errichtet werden. Dies bedeutet für 0,4 Mio. Entsorgungskapazität ein Investitionsbedarf von 120 Mio. €, ohne Bauwerke.

## **Griechenland**

Nach den Angaben des ETC RWM von September 2006 hat Griechenland mit seinen 11 Mio. Einwohnern seit 2003 eine nationale Abfallgesetzgebung für Siedlungsabfälle entwickelt, die sich vollständig an EU-Abfallrichtlinie orientiert. Ein nationaler Entsorgungsplan fordert ein nationales Netzwerk der Abfallentsorgung, das Erstellen nationaler Abfallstatistiken und formuliert Prioritäten in der nationalen Planung. Es gibt 13 regionale Abfallwirtschaftspläne.

Die Abfallwirtschaft ist noch nicht sehr weit entwickelt. So sollen bis 2008 zunächst alle illegalen Deponien geschlossen werden und bis 2020 der biogene Anteil an den



abgelagerten Abfällen über Recycling und getrennte Sammlung von Bioabfällen in fast allen Regionen deutlich gesenkt werden. Viele regionale Abfallwirtschaftspläne sehen die Errichtungen von Mechanisch-Biologischen Restabfallbehandlungsanlagen vor. Dabei hat einfachere MBA-Technik in Griechenland wie in anderen Ländern Südosteuropas durchaus Perspektiven (EUWID 07/06) Derzeit werden drei Anlagen betrieben. Es gibt derzeit keine Pläne, Deponiesteuern oder ähnliches zu erheben .

Derzeit gibt es weder einen Markt für Kompost und Ersatzbrennstoffe, noch sind die bestehenden Märkte für Kunststoffe und Glas gut ausgebaut. Die Märkte für Papier/Pappe/Kartonagen und Metalle sind über private Initiativen erschlossen.

Nach EUROSTAT liegt das Aufkommen an Siedlungsabfällen derzeit bei 428 kg/(E\*a). Angesichts der wenig entwickelten Siedlungsabfallwirtschaft kann davon ausgegangen, dass dieses noch weiter ansteigen wird. Zudem gibt es derzeit noch keine belastbare Erfassung der Abfallmengen sowie Teilmengen, die bekanntermaßen über illegale Deponien entsorgt werden. Unterstellt man ein zukünftiges zu entsorgendes Abfallaufkommen von 600 kg/(E\*a), so ergibt sich daraus ein Aufkommen von etwa 6,6 Mio. t Siedlungsabfälle gegenüber heute geschätzten 4,7 Mio.

Unterstellt man auch für dieses Land die Entwicklung einer geordneten Abfallwirtschaft bis zum Jahre 2020 ist damit sicherlich auch eine Stoffstrombewirtschaftung verbunden, d.h. der Aufbau einer ausdifferenzierten Abfallverwertung. Bei einer Quote von 50% wären damit Investitionen von grob 165 Mio. € verbunden.

Restabfälle werden auch in Griechenland zukünftig nicht unbehandelt abgelagert werden (dürfen). Es ist allerdings nicht unwahrscheinlich, dass ein erheblicher Anteil über einfache Technologien der Mechanisch-Biologischen Restabfallbehandlung aufgefangen wird. Zumindest in den Ballungsräumen Athen und Thessaloniki dürfte dies jedoch nicht praktikabel sein.

Für eine grobe Schätzung der zu erwartenden Investitionen wird unterstellt, dass 50% des zukünftig zu erwartenden Restabfalls von 3,3 Mio. Jahrestonnen über Müllverbrennungsanlagen behandelt werden müssen und die übrigen 50% über einfache MBA-Technologien entsorgt werden. Daraus lässt sich grob ein Investitionsbedarf von 660 Mio. € schätzen.

## Spanien

Nach Angaben des ETC RWM aus September 2006 hat Spanien mit seinen 41,7 Mio. Einwohnern einen nationalen Abfallwirtschaftsplan, dessen Hauptziele die Stabilisierung des Abfallaufkommens auf dem erreichten Niveau, die Einführung der getrennten Erfassung in allen Ortschaften über 1000 Einwohnern bis zum Jahre 2006, die Förderung des Papier- und Verpackungsrecyclings, Nutzung der Bioabfälle vor allem über Kompostierung und für knapp 18% des Abfallaufkommens die Behandlung in Müllverbrennungsanlagen bis 2006 vorsah. Alle unkontrollierten Deponien sollten ebenfalls bis zu diesem Zeitpunkt geschlossen sein.

Der Abfallwirtschaftsplan enthält folgende Ziele für 2006: 80% des gesamten Grünabfallaufkommens sollen kompostiert werden. Bioabfälle sollen zu 50% getrennt erfasst und verwertet werden, dabei zu 5%-Punkten durch Vergärung. Auch Speiseabfälle sollen getrennt erfasst werden. Die Ziele für Verpackungsabfälle lauten: 50-65% Rückgewinnung, davon 25-45% stofflich. Im Jahre 2004 wurden 1,9 Mio. t Verpackungsabfälle (außer Glas) gesammelt und 0,8 Mio. t recycelt sowie 0,3 Mio. t energetisch verwertet. Nach Angaben von ecovidrio (EUWID 15/06) sind 1,67 Mio. t Glasverpackungen im Umlauf, davon wurden 45 % recycelt. Dies erreicht damit noch nicht die durch die EU-Verpackungsrichtlinie für 2008 geforderte Quote.

In Katalonien werden in allen Kommunen über 5000 Einwohner Bioabfälle getrennt erfasst, etwa 2,2 Mio. Einwohner sind an die getrennte Erfassung angeschlossen. Die Behandlung erfolgt in 15 Kompostierungsanlagen und eine Vergärungsanlage. Sieben weitere Anlagen befanden sich im Bau. Bis 2006 sollen 55% des Bioabfalls getrennt gesammelt werden. Neben Bioabfall werden im Abfallwirtschaftsplan der Region auch für andere Fraktionen konkrete Sammel- und Recyclingquoten vorgegeben. Weiteres Ziel dieser Region ist es, die Bioabfallsammlung auch auf kleinere Kommunen auszuweiten, Restabfälle generell vor zu behandeln und das Management der Deponien zu verbessern und die Steuern mit 10 €/t für Deponien, 5 €/t für Müllverbrennungsanlagen und 3 €/t für die Bauschuttentsorgung auszubauen.

Im Baskenland gibt es ebenfalls einen ersten Abfallwirtschaftsplan. Er sieht vor, die Kompostierung von derzeit 1.500 t Grün- und Holzabfälle auf 22.500 Jahrestonnen bis zum Jahr 2016 auszubauen. Dies beinhaltet jedoch keine getrennte Erfassung an Haushalten. Restabfall soll in über Mechanisch-Biologische Anlagen oder Müllverbrennungsanlagen behandelt werden.

Für Spanien liegen nach EUROSTAT nur Schätzungen des Abfallaufkommens vor. Im Jahr 2003 soll die Siedlungsabfallmenge bei etwa 27,6 Mio. Jahrestonnen bzw. 662 kg/(E\*a) gelegen haben. Angesichts dieses hohen spezifischen Aufkommens ist eine weitere Steigerung eher nicht zu erwarten.

Von diesem Aufkommen wurden bislang 34% verwertet, wobei große Mengenanteile unter die Kategorien „Sonstige“ und „Organik“ fallen. Bei letzterem ist eine Nassmüllkompostierung anzunehmen (EUWID 07/06). Auf dem CEWEP-Kongress in Wien 2006 wurde ein Anteil von 9% des Abfallaufkommens, das neben der Kompostierung einer Verwertung zugeführt wird, benannt. Geht man davon aus, dass auch in Spanien zukünftig etwa 50% des Abfalls über verschiedene Wege verwertet werden, so lässt sich daraus ein Investitionsbedarf für 30% des Aufkommens ableiten, d.h. für 8,3 Mio. Jahrestonnen. Dies bedeutet grob eine Investitionssumme von 415 Mio. €.

Etwa 6,5 % oder 1,65 Mio. t werden nach Angaben von EUROSTAT derzeit verbrannt. Dies bedeutet nach dieser Ableitung, dass für 43,5% oder 12 Mio. Jahrestonnen Restabfallbehandlungskapazitäten errichtet werden müssen. Nach den genannten abfallwirtschaftlichen Zielen ist davon auszugehen, dass in großen Teilen des Landes d.h. in einigen Regionen sowie in den Agglomerationsräumen eher Müllverbrennungsanlagen errichtet werden. In ländlichen Regionen mag sich auch eine zudem einfache Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung als Restabfallentsorgung durchsetzen. Zur Schätzung der Investitionen wird von einem Verhältnis 70/30 ausgegangen. Verbrennungskapazitäten von 8,4 Mio. Jahrestonnen und MBA-Kapazitäten von 3,6 Mio. Jahrestonnen bedeuten eine Investitionssumme von etwa 2,88 Milliarden €, ohne Bauwerk.

## **Frankreich**

Nach Angaben des ETC RWM von September 2006 hat Frankreich mit seinen knapp 60 Mio. Einwohnern eine relativ weit entwickelte Abfallgesetzgebung und auch tlw. ein entsprechend ausgebautes Abfallentsorgungssystem. Das Abfallgesetz stammt aus dem Jahre 1992 mit der üblichen Entsorgungshierarchie, Abfallplanung auf regionaler Ebene und seit 2002 der Vorgabe, dass eine Ablagerung auf Deponien nur noch für Abfälle möglich ist, die unter den gegebenen technischen und ökonomischen Bedingungen nicht behandelt bzw. verwertet werden können.

Es gibt einen nationalen Abfallentsorgungsplan und die EU-Deponierichtlinie wurde in nationales Recht überführt. Trotzdem wurden im Jahre 2002 noch 42% der Siedlungsabfälle auf Deponien verbracht und erst ab 2009 müssen alle Deponien die Anforderungen der EU-Richtlinie einhalten. Auch die EU-Verbrennungsrichtlinie wurde umgesetzt. Derzeit gibt es etwa 130 Verbrennungsanlagen, die mittlerweile alle die geforderten Schadstoffgrenzwerte einhalten.

Im Jahr 2002 wurden gegenüber dem Jahr 2000 17% mehr Abfälle getrennt gesammelt und verwertet. 141.000 Jahrestonnen getrennt erfasste Bioabfälle wurden im Jahr 2002 kompostiert, wohingegen die Kompostierung von Hausmüll bzw. Nassmüll rückläufig ist. Viele Abfallwirtschaftspläne fördern die getrennte Sammlung von Bioabfällen verbunden mit einer Vergärung in Ballungsräumen. Seit dem Jahr 2000 ist die getrennte Sammlung von Papier/Pappe/Kartonagen stark ausgeweitet worden (92% der Haushalte waren 2003 angeschlossen und 61,5% des PPK wurde getrennt erfasst). Die steigenden Sammelmengen für Altpapier korrespondieren mit stagnierenden Einsatzmengen in heimischen Papierfabriken. Entsprechend steigen die Exporte nach Deutschland, Spanien und nach Asien (EUWID 07/06). MBA-Technologien sind in Frankreich nicht verbreitet. Im Gegenteil gibt es viele Verbrennungsanlagen. Langfristiges Ziel ist es, 50% der Siedlungsabfälle zu verwerten.

Die Abfallstrategie der französischen Regierung ist nach Aussagen der Umweltministerin Olin (EUWID 39/05) auf den französischen Abfalltagen in La Baule vorrangig die Verringerung der zur Beseitigung verbleibenden Siedlungsabfallmenge, stärkere Anstrengungen zur Abfallvermeidung, Förderung der stofflichen Verwertung und Steigerung der Akzeptanz von Abfallbehandlungsanlagen in der Öffentlichkeit. Das Abfallaufkommen liegt derzeit bei 560 kg/(E\*a) bzw. 33,5 Mio. Jahrestonnen. Eine weitere Mengensteigerung ist nicht zu erwarten. Die Entwicklung des Abfallaufkommens erfolgt unabhängig von der wirtschaftlichen Entwicklung des Landes.

Nach EUROSTAT lag die Verwertungsquote im Jahr 2003 bei etwa 28%. Geht man von einer Zielgröße von 50% aus, so werden für 22% oder 7,4 Mio. Jahrestonnen Verwertungskapazitäten benötigt. Dies bedeutet grob geschätzt einen Investitionsbedarf von 370 Mio. €.

Wird diese Quote erreicht, verbleiben rechnerisch noch 16,7 Mio. Jahrestonnen Restabfall zur Entsorgung. Nach den statistischen Angaben werden derzeit 11,2 Mio. t in Müllverbrennungsanlagen thermisch behandelt, woraus sich eine Kapazitätslücke

von 5,5 Mio. Jahrestonnen ergibt. Setzt man hierfür durchgehend Investitionen in Müllverbrennungsanlagen ein, so ergeben sich daraus Investitionen von 1,65 Milliarden €, ohne Bauwerk.

## **Irland**

Nach Angaben des ETC RWM von September 2006 hat Irland mit seinen knapp 4 Mio. Einwohnern einen nationalen Abfallwirtschaftsplan bis 2013, der die Abfallwirtschaft als zentralen Bestandteil der nachhaltigen Entwicklung sieht und eine moderne, integrierte Abfallwirtschaftsindustrie für Irland sicher stellen will. Für bioabbaubare Abfälle gibt es eine nationale Strategie aus dem Jahr 2004 mit folgenden Zielen für 2013: nur noch 50% aller Haushaltsabfälle werden auf Deponien abgelagert, Reduktion der bioabbaubaren Abfälle auf Deponien um 65%, Entwicklung von biologischen Abfallbehandlungskapazitäten von 300.000 Jahrestonnen. 35% der Siedlungsabfälle sollen recycelt werden, die Ablagerung konzentriert auf 20 Deponien erfolgen, die dem Stand der Technik entsprechen.

Die Abfallpolitik legt ein starkes Gewicht auf die Etablierung von spezifischen Abfallgebühren in Abhängigkeit vom tatsächlichen Abfallaufkommen. Mit der Umsetzung des "pay as you throw Konzepts" (PAYT) soll das Abfallaufkommen minimiert und das Recycling unterstützt werden. 23% der Haushalte sind derzeit noch nicht an die Abfallentsorgung angeschlossen, d.h. geschätzt 227.400 t werden nicht erfasst (EUWID 04/06).

Nach EUWID (04/06) liegt die Recyclingrate bei 33%, stofflich verwertet wurden knapp 900.000 Jahrestonnen. Nach einer Studie von Plastics Europe wurden (EUWID 14/06) weniger als 30% der Kunststoffe aus Verpackungen getrennt gesammelt und verwertet. Die Altpapierquote soll von 46% auf 67% gesteigert werden d.h. auf 665.000 t, die Alttextilienquote soll von 6,7% auf 25%. An die Biotonne sind bislang nur 4% der Haushalte angeschlossen, die Anschlussrate soll vervierfacht werden. Aus dem Gewerbe soll die Getrennterfassung von Bioabfällen zur Norm werden. Die getrennt erfasste biologisch abbaubare Abfallmenge soll auf 440.000 Jahrestonnen gesteigert werden (EUWID 16/06).

67% der insgesamt 3 Mio. Jahrstonnen Siedlungsabfall wurden auf Deponien beseitigt. Die Deponiekapazitäten reichen nur noch für 8 Jahre Restlaufzeit. Es ist daher unwahrscheinlich, dass die Restabfallentsorgung auf Mechanisch-Biologische Anlagen

setzen wird. Die Irische Umweltbehörde geht davon aus, dass die Inbetriebnahme von Müllverbrennungsanlagen einen zentralen Beitrag in der Abfallentsorgung leisten kann. Derzeit befinden sich mehrere Anlagen im Planungsstadium, aber noch keine in Betrieb. Nach dem CEWEP-Kongress in Wien sollen bis zum Jahr 2012 für 1,3 Mio. Jahrestonnen Restabfälle Verbrennungskapazitäten gebaut werden.

Angesichts eines spezifischen Aufkommens an Siedlungsabfällen von 720 kg/(E\*a) bzw. 2,9 Mio. Jahrestonnen, ist keine weitere Mengensteigerung anzunehmen. Eher ist mit einem Mengenrückgang zu rechnen, der für die nachfolgenden Investitionsschätzungen nicht herangezogen wird. Unterstellt man auch für dieses Land eine Recyclingquote von 50%, müssen entsprechende Kapazitäten für 1,45 Mio. Jahrestonnen betrieben werden. Nach den vorliegenden Zahlen müssten entsprechende Kapazitäten für 900.000 Jahrestonnen bereits existieren. Die Deckung der Kapazitätslücke für 0,55 Mio. Jahrestonnen bedeutet eine Investition von etwa 28 Mio. €.

Für weitere 1,45 Mio. Jahrestonnen müssen Beseitigungskapazitäten errichtet werden. Zur Schätzung der damit verbundenen Investitionen wird gemäß der Abfallplanung des Landes unterstellt, dass diese als Müllverbrennungsanlagen errichtet werden. Dies bedeutet eine Investition von etwa 435 Mio. €, ohne Bauwerk.

## **Italien**

Nach Angaben des ETC von September 2006 hat Italien mit seinen 57,3 Mio. Einwohnern seit 2006 ein Umweltgesetz. Nach dem nationalen Abfallrahmengesetz haben die Regionen die Hoheit über die Abfallwirtschaftsplanung, den lokalen Behörden obliegt die Öffentlichkeitsarbeit und die Vermeidungsstrategien sowie die Abfallsammlung. Die EU-Direktiven sind umgesetzt, im Jahr 2003 wurde die Deponieplanung reorganisiert. Zukünftig dürfen nur vorbehandelte Abfälle abgelagert werden. Die Verbrennungsrichtlinie wurde 2005 ebenfalls in nationales Recht umgesetzt.

Die Nationale Strategie sieht vor, die auf Deponien abgelagerten biogenen Abfälle um 50% bis 2018 zu reduzieren. Dies soll über ökonomische Anreize, eine getrennte Sammlung von Bioabfällen, Papier und Textilien und eine mechanisch-biologische Vorbehandlung oder auch Verbrennung der Restabfälle erreicht werden. Es sind sehr viele Hausmüllkompostierungsanlagen in Betrieb mit zunehmenden Akzeptanzproblemen bei der Abnahme der Komposte (EUWID 07/06). Eine städtische Abfallgebühr ist aber bisher nur in wenigen Städten umgesetzt. Die Quoten zur Verwertung sollen 35%

bis Ende 2006, 45% bis Ende 2008 und 65% bis Ende 2012 erreichen, inklusive der energetisch genutzten Teilströme aus Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlungsanlagen. Erreicht wurden bis zum Jahr 2004 im Norden jedoch nur 25,5%, im Zentrum Italiens 18,3% und im Süden 8,1 %.

Nach EUROSTAT lag das Siedlungsabfallaufkommen im Jahre 2002 bei 29,9 Mio. Jahrestonnen. Nach Informationen auf dem CEWEP-Kongress in Wien 2006 ist diese Menge mittlerweile auf 31,1 Mio. Jahrestonnen angewachsen. Wird unterstellt, dass auch hier das Abfallaufkommen bis auf einen spezifischen Betrag von 600 kg/(E\*a) anwächst, dann bedeutet dies ein Aufkommen von 34,4 Mio. Jahrestonnen.

Nach EUROSTAT werden etwa 8,7 Mio. Jahrestonnen verwertet. Geht man auch für Italien davon aus, dass der verwertete Anteil auf 50% anwachsen wird, ergibt sich daraus eine Menge von 15,5 Mio. Jahrestonnen. Dies bedeutet, dass für eine Kapazitätslücke von 6,8 Mio. Investitionen getätigt werden müssen. Daraus lässt sich ein Investitionsbedarf von 340 Mio. € schätzen.

Weitere 15,5 Mio. Jahrestonnen müssen demnach zukünftig als Restabfall beseitigt werden. Auf dem CEWEP-Kongress in Wien 2006 wurde erwähnt, dass derzeit 3,1 Mio. Jahrestonnen thermisch behandelt werden und eine Ausweitung der Kapazitäten vorgesehen ist. Vor allem für die südlichen Landesteile wird davon ausgegangen, dass zur Restabfallbehandlung eher in einfache Mechanisch-Biologische Anlagen investiert und der verbleibende Rest thermisch behandelt werden wird.

Für die vorliegende Ableitung der notwendigen Investitionen wird von einem Anteil 30% des Restabfallaufkommens über MBA ausgegangen. Die abzüglich der vorhandenen Kapazitäten verbleibenden Investitionen in Müllverbrennungsanlagen wären mit weiteren Investitionen, die sich zusammen auf 3,07 Milliarden € schätzen lassen, ohne Bauwerk.

## **Zypern**

Nach Angaben des ETC RWM von September 2006 hat Zypern mit seinen 0,7 Mio. Einwohnern einen Abfallwirtschaftsplan jedoch nur für die Städte sowie ein Gesetz zur Kontrolle und Bewirtschaftung von Siedlungsabfällen und Sonderabfällen. Für Restabfälle sind Planungen für Behandlungs- und Entsorgungskapazitäten vorgesehen. So soll auch eine getrennte Erfassung von Abfällen aus Haushalten eingeführt werden

verbunden mit Quoten für das Recycling. Die Umsetzung des Abfallwirtschaftsplans ist bisher noch nicht erfolgt. Bisher gibt es noch keine Müllverbrennungsanlagen aber ein allgemeines Ziel in diese Richtung.

Die neuesten Abfallwirtschaftszahlen stammen aus dem Jahr 2002, wobei davon auszugehen ist, dass in ländlichen Regionen wahrscheinlich eine unkontrollierte Ablagerung der Abfälle erfolgt. Das geschätzte Abfallaufkommen liegt bei 724 kg/(E\*a) und damit deutlich über dem EU-Schnitt. Bisher werden nur 10% des Abfalls getrennt gesammelt und verwertet, mit allerdings steigenden Werten für Papier/Pappe/Kartonagen, Kunststoffen und Metallen und fallenden Werten für Glas.

Nach dem Abfallwirtschaftsplan sind 4 regionale Abfallbehandlungszentren vorgesehen, die jeweils eine Deponie mit Gasfassung und -nutzung, eine Sortieranlage, die Behandlung von Bioabfällen, eine Umladestation und die Bauschuttentsorgung umfassen sollen. Damit ist das Schließen von etwa 100 kleinen unkontrollierten Deponien verbunden.

In Südosteuropa hat eine einfachere MBA-Technik durchaus Perspektiven (EUWID 07/06). Für den zukünftig verbleibenden Restabfall von 50% wird daher zu 75% von derartigen Behandlungstechnologien ausgegangen. Dies bedeutet Investitionen von 20 Mio. € für 195.000 Jahrestonnen. Für 75.000 Jahrestonne wäre damit eine thermische Entsorgung notwendig, verbunden mit einer Investition von 22,5 Mio. €, ohne Bauwerk. Weitere 260.000 Jahrestonnen würden demnach zukünftig getrennt gesammelt und verwertet, was mit Investitionen von 13 Mio. € verbunden wäre.

## **Lettland**

Über Lettland liegen nur wenige Informationen vor. Nach dem ETC RWM von September 2006 hat dieses Land mit 2,3 Mio. Einwohnern seit dem Jahr 2001 eine Abfallgesetzgebung, einen Nationalen Abfallwirtschaftsplan, der die Umsetzung zahlreicher EU-Verordnungen beinhaltet.

Nach EUROSTAT sind 840.000 Jahrestonnen bzw. 360 kg/(E\*a) im Jahre 2003 zur Entsorgung angefallen. Angesichts der Wirtschaftsentwicklung ist hier ein weiterer deutlicher Anstieg des Abfallkommens zu erwarten. Bei einer Zielgröße 600 kg/(E\*a) beliefe sich die Abfallmenge zukünftig auf 1,4 Mio. Jahrestonnen. Werden zukünftig auch in diesem Land 50% verwertet, bedeutet dies quasi vollständige Neuinvestitionen



in Behandlungsanlagen. Zwar werden nach EUROSTAT auch heute schon 240.000 Jahrestonnen verwertet, ein Großteil fällt aber unter „Sonstiges“. Die danach nötigen Investitionen für 0,7 Mio. Jahrestonnen Verwertungskapazitäten belaufen sich auf etwa 35 Mio. €.

Eine ebenso große Menge müsste zukünftig als Restabfall entsorgt werden. Wegen der wirtschaftlichen Entwicklung des Landes und der nicht nur räumlichen Nähe zu Skandinavien wird davon ausgegangen, dass diese Abfallmengen über Müllverbrennungsanlagen entsorgt werden. Die Kapazitäten für etwa 0,7 Mio. Jahrestonnen benötigen eine Investition von 210 Mio. €.

## **Litauen**

Nach Angaben des ETC RWM von September 2006 hat Litauen mit 3,5 Mio. Einwohnern seit dem Jahr 2005 ein Abfallwirtschaftsgesetz 2005, die EU-Richtlinien werden umgesetzt. Der Stand der Abfallentsorgung wird als sehr unbefriedigend eingeschätzt. Bis zum Jahr 2009 soll die Ablagerung auf Deponien eingestellt werden, die nicht Stand der Technik sind. Die auf Deponien abgelagerte Menge ist derzeit schon rückläufig, parallel werden Müllkippen geschlossen. Die Abfallverbrennung hat bislang eine untergeordnete Bedeutung, es gibt keine speziell zur Abfallbehandlung dienende Verbrennungsanlagen.

Es gibt regionale Abfallwirtschaftskonzepte und 10 Abfallentsorgungsregionen. Nach den Plänen für diese Regionen liegt für das Zieljahr 2023 das Hauptaugenmerk auf der Errichtung neuer Deponien, der Umsetzung der Produktverantwortung, einer Ausweitung der getrennten Erfassung u.a. von Bioabfällen und die Errichtung von Kompostierungsanlagen. Die Ziele zum Recycling liegen bei etwa 50%. Darüber hinaus werden in Zukunft weitere Anstrengungen notwendig werden zur Restabfallbehandlung. Dies setzt entsprechende Investitionen voraus.

Derzeit liegt das Abfallaufkommen bei 160 kg/(E\*a) bzw. 0,91 Mio. Jahrestonnen. Angesichts der Wirtschaftsentwicklung kann auch für dieses Land eine Zielgröße von 600 kg/(E\*a) angesetzt werden, d.h. ein Abfallaufkommen von zukünftig 2,1 Mio. Jahrestonnen. Nach EUROSTAT gehen alle derzeit anfallenden Abfälle auf Deponien, für eine spezifische Abfallbehandlung sind entsprechend umfassende Neuinvestitionen notwendig.

Bei einer Quote von 50% zur getrennten Erfassung bedeutet dies demnach Investitionen über 52,5 Mio. € für 1,05 Mio. Jahrestonnen Kapazität. Angesichts der weitgehend ländlichen Struktur wird angenommen, dass die Restabfallbehandlung weitgehend über einfachere MBA-Technologien erfolgen wird. Für die Kapazitätslücke von 1,05 Mio. Jahrestonnen kann ein Investitionsbedarf von 105 Mio. € geschätzt werden.

### **Luxemburg**

Für Luxemburg mit seinen 0,46 Mio. Einwohner meldet das ETC RWM im September 2006 das Vorhandensein eines nationalen Abfallwirtschaftsplans und folgenden Vorgaben: Bioabfall 75% Recycling, Verpackungsabfälle 55%, weitere recycelbare Abfälle 45%, Sperrmüll 30% Reduktion, 30% Reduktion bei zu beseitigenden Abfällen und für Problemabfälle für 70% eine getrennte Erfassung.

Das Siedlungsabfallaufkommen liegt im Jahre 2003 bei 0,31 Mio. Jahrestonnen bzw. 684 kg/(E\*a). 36% wurden einer Verwertung zugeführt, 42% thermisch behandelt und 23% auf Deponien abgelagert. Nach Angaben von SOTEC (EUWID 43/06) ist eine neue Müllverbrennungsanlage geplant für 150.000 Jahrestonnen mit einer Investition von 84 Mio. €.

Es sind darüber hinaus keine weiteren Investitionen aus einer Umgestaltung der Bewirtschaftung von Abfallströmen ableitbar.

### **Ungarn**

Nach Angaben des ETC RWM von September 2006 hat Ungarn mit seinen 10,1 Mio. Einwohnern die Vorgaben der EU weitgehend in die nationale Abfallgesetzgebung übernommen. Der nationale Abfallwirtschaftsplan sieht eine Reduzierung des hohen Abfallaufkommens, Stärkung der stofflichen und energetischen Nutzung, Minderung der auf Deponien abgelagerten Mengen, Verbesserung der Entsorgungsstandards, der Überwachung etc. vor.

Im Detail soll damit eine Abfallmengenbegrenzung bis zum Jahr 2008 auf den Stand 2000 erreicht werden. Zudem sollen 50% der Abfälle bis 2008 stofflich oder energetisch verwertet werden, eine 50% Recyclingrate gilt für Verpackungsabfälle seit 2005. Seit dem Jahr 2001 werden Abfälle getrennt gesammelt und zwar Metalle, Kunststoffe, Papier/Pappe/Kartonagen und Glas sowie Bioabfälle. Nach Aussagen auf dem

CEWEP-Kongress in Wien 2006 erreicht die Recyclingquote derzeit erst etwa 10%. Zur Beseitigung der Abfälle ist eine Erneuerung oder Schließung der alten Abfallverbrennungsanlagen bis 2005 vorgesehen sowie das Schließen der alten Deponien bis zum Jahr 2009.

Um der EU-Ablagerungsverordnung gerecht zu werden, gibt es nationales Bioabfallprogramm mit dem Ziel, die biogenen Abfälle auf Deponien zu reduzieren. Es enthält das Recycling von Papier, Kompostierung und Vergärung von Bioabfällen, sowie den Bau von MBAs und Verbrennungsanlagen. Nach dem Konzept zur Behandlung fester Siedlungsabfälle müssen seit dem Jahr 2000 auf Deponien abgelagerte Abfälle vorbehandelt sein. Dies ist aber noch nicht Praxis. Derzeit werden noch etwa 80% der Siedlungsabfälle deponiert; weniger als 10% der Abfälle werden wie auch immer vorbehandelt. Es gibt in Budapest eine Müllverbrennungsanlage mit einer Kapazität von 360.000 Jahrestonnen (EUWID 07/06).

Nach einem Bericht des ungarischen Umweltministers auf einer Tagung der Europäischen Föderation der Entsorgungswirtschaft (FEAD) wird für die kommenden Jahre eine hohe Konjunktur für die Umweltindustrie erwartet (EUWID 42/05). Die Ausgaben für den Umweltschutz sollen sich bis zum Jahr 2010 verdoppeln. Die flächendeckende Anschließung der Haushalte an die Abfallentsorgung wurde mittlerweile nahezu vollständig erreicht.

Nach Angaben von EUROSTAT lag das Abfallaufkommen im Jahr 2003 bei 5,7 Mio. Jahrestonnen. Dies entspricht einem spezifischen Aufkommen von 463 kg/(E\*a). Entgegen der formulierten Ziele, die eine Reduktion des Abfallaufkommens prognostizieren, wird zur Schätzung der notwendigen Investitionen ein Ansteigen auf 600 kg/(E\*a) und damit 6,1 Mio. Jahrestonnen Siedlungsabfälle angenommen. Damit einher geht eine starke Zunahme der getrennten Sammlung und Verwertung. Wie auch vom Abfallwirtschaftsplan prognostiziert wird eine Quote von 50% angesetzt.

Demnach werden in Zukunft 3,05 Mio. Jahrestonnen Siedlungsabfälle wie auch immer einer Verwertung zugeführt werden, derzeit sind es etwa 500.000 Jahrestonnen. Dies bedeutet notwendige Investitionen zur Deckung der Kapazitätslücke von 2,55 Mio. Jahrestonnen von 127,5 Mio. €. Ebenfalls 3,05 Mio. Jahrestonnen werden zukünftig als Restabfall beseitigt werden müssen, wobei die derzeit vorhandene Behandlungskapazität bei 360.000 Jahrestonnen liegt. Es wird unterstellt, dass sich in den Siedlungszentren Müllverbrennungsanlagen als Technologie durchsetzen werden und im eher

ländlichen Raum Mechanisch-Biologische Restabfallbehandlungsanlagen. Demnach wird angenommen, dass für 2 Mio. Jahrestonnen Müllverbrennungskapazitäten installiert werden und für 0,7 Mio. Jahrestonnen MBAen. Daraus ergibt sich eine Investition von 670 Mio. €.

## **Malta**

Nach Angaben des ETC RWM von September 2006 hat Malta mit seinen 1,3 Mio. Einwohnern einen nationalen Abfallwirtschaftsplan mit dem Ziel, die Abfallmenge bis 2010 zur Beseitigung auf 300 kg/E zu beschränken. Dazu sind ein Ausbau der getrennten Sammlung auf Ebene der Kommunen und ökonomische Instrumente vorgesehen. Neue Deponien sollen ausgebaut und alte geschlossen werden.

Nach EUROSTAT liegt das derzeitige Aufkommen bei 220.000 Jahrestonnen, was einer spezifischen Menge von 543 kg/(E\*a) entspricht. Dieses Aufkommen wird sich nicht wesentlich verändern. Bislang existiert weder ein Recycling noch eine Vorbehandlung dieser Abfälle. Angesichts der räumlichen Situation und der Siedlungsstruktur wird für die Schätzung der Investitionskosten angenommen, dass das gesamte Abfallaufkommen zukünftig thermisch behandelt werden wird. Für die Entsorgungskapazität von 0,22 Mio. Jahrestonnen wird ein Investition von 66 Mio. € geschätzt.

## **Niederlande**

Die Niederlande mit ihren 16,3 Mio. Einwohnern gehören zu den europäischen Ländern, in denen die Abfallwirtschaft soweit entwickelt ist, dass in naher Zukunft keine wesentlichen Änderungen zu erwarten sind. Seit dem Jahr 2000 gibt es keinen Zusammenhang mehr zwischen Entwicklung des Abfallaufkommens und der wirtschaftlichen Entwicklung. Nach Angaben des ETC RWM von September 2006 gibt es einen nationalen Abfallwirtschaftsplan 2002 – 2012 mit den Zielen: Förderung der Abfallvermeidung, Förderung der Rückgewinnung und Steigerung der Rate bis 2012 von derzeit 81% auf 86% steigern (inklusive energetischer Nutzung), optimierte Nutzung des Energieinhaltes der nicht verwertbaren Abfallbestandteile durch höhere Energieeffizienz der Müllverbrennungsanlagen (Optimierung der Energienutzung durch Kopplung von Strom und Wärme); Beschränkung der zu beseitigenden Abfälle auf maximal 9,5 Mio. t, davon 5 Mio. für Müllverbrennungsanlagen, 2 Mio. t mineralische Abfälle zur Ablagerung auf Deponien und 2,3 Mio. t Klärschlamm.

In den Niederlanden gibt es 11 Müllverbrennungsanlagen (7 Mio. Jahrestonnen Kapazität), wobei die kleinste eine Kapazität von 300.000 Jahrestonnen hat. Die Abfallpolitik hat sich schon seit langem von einer Ablagerung auf Deponien abgewandt, erreicht insbesondere über eine Deponie-Steuer. Die Quote der stofflichen Verwertung liegt bei nur 30% und wird sich sicherlich nicht wesentlich ändern. Nach Angaben von BKB (EUWID 14/06) besteht in den Niederlanden ein Bedarf an Ersatzbrennstoffkraftwerken von knapp 5 Mio. Jahrestonnen. Diese Mengen wurden bislang vor allem nach Deutschland exportiert.

Setzt man diese Zahlen an, ergibt sich daraus eine Investition von 1,5 Milliarden €.

### **Österreich**

Auch in Österreich ist die Abfallwirtschaft für die etwa 8,1 Mio. Einwohner so weit entwickelt, dass in den nächsten Jahren keine wesentlichen Veränderungen zu erwarten sind. Nach einer Studie von Plastics Europe (EUWID 14/06) werden über 60% des Kunststoffabfalls aus dem Konsum verwertet, eine Quote, die nur wenige europäische Länder erreichen. Gemäß einem Vortrag auf dem Biomasse-Workshop des Umweltbundesamtes werden in Österreich etwa 52% der Abfälle stofflich verwertet, 28% über Müllverbrennungsanlagen und 11% über MBAen behandelt. Nur die verbleibende kleine Restmenge an Siedlungsabfällen wird auf Deponien abgelagert.

In Österreich sind keine wesentlichen Veränderungen der Abfallwirtschaft zu erwarten, die Investitionen zur Folge hätten.

### **Polen**

Nach Angaben des ETC RWM von September 2006 ist die Zuständigkeit der Abfallentsorgung der 38,2 Mio. Einwohner sehr dezentral bis auf Ebene der Kommunen ausdifferenziert. In vielen Kommunen ist zudem die Abfallsammlung privatisiert, wobei jeder Haushalt seine eigenen Verträge mit einer Gesellschaft seiner Wahl schließen kann. Im Jahre 1999 lag die Anschlussquote der Haushalte an die Abfallentsorgung in Städten zwischen 60 und 90%, in ländlichen Regionen zwischen 20 und 40%.

Polen muss bis 2012 die EU-Deponieverordnung umsetzen. Derzeit werden über Standortsuchen etc. Vorbereitungen für neue Deponien getroffen und der Abschluss der alten bestehenden betrieben. Die nationale Abfallpolitik sieht ein Recycling von

Papier/Pappe/Kartonagen bis 2007 von 50% vor und darüber hinaus einen wachsenden Anteil für die Energieerzeugung. Gefördert wird auch die getrennte Sammlung von Bioabfällen mit Behandlungskapazitäten von 2,2 Mio. t bis 2020. Auch Verpackungsabfälle sollen bis 2007 zu 50% getrennt erfasst werden, bis 2014 70% des Sperrmülls und 60% des Bauschutts.

Während EUROSTAT für 2003 eine Abfallmenge von etwa 9,9 Mio. Jahrestonnen Siedlungsabfälle meldet, sind es nach Einschätzung der BKB AG (EUWID 14/06) mittlerweile 13 Mio.. Nach den Zahlen von EUROSTAT wurden im Jahr 2003 etwa 3% der Abfälle einer Verwertung zugeführt. Entsprechend groß ist der Nachholbedarf bzw. der Investitionsbedarf in diesem Land.

Dies wird auch durch die Bundesagentur für Außenwirtschaft (EUWID 04/06) so geteilt. Danach sind allein zur Umsetzung der Europäischen Verpackungsrichtlinie (bis 2008 müssen 60% aller Verpackungen erfasst werden) hohe Investitionen bei Sammlung und Sortierung, aber auch bei allen folgenden Schritten der Verwertung nötig. Geschätzt werden hierfür allein jährliche Investitionen bis 2006 von 51 Mio. €, bis 2010 von 68 Mio. € und bis 2014 von 51 Mio. €, davon 36% für die Modernisierung der Recyclinganlagen, 30% für den Ausbau der Sortieranlagen und 34% für die getrennte Sammlung. Nach Zahlen des nationalen Abfallwirtschaftsplans müssen für die Jahre 2007 bis 2014 insgesamt 2,1 Milliarden € für die Abfallwirtschaft investiert werden. Nach Angaben der Bundesagentur (EUWID 42/06) müssen große Investitionen insbesondere in den Bau von Müllverbrennungsanlagen, ferner aber auch in lokale Kompostierungsanlagen getätigt werden.

Angesichts der sich erst von Grund auf entwickelnden Abfallwirtschaft und angesichts der noch zu erwartenden Wirtschaftsentwicklung dürften die Abfallmengen sich mehr als verdoppeln und auf 22,9 Mio. Jahrestonnen anwachsen. Geht man auch hier davon aus, dass zukünftig etwa 50% des Abfalls einer getrennten Verwertung zugeführt werden, sind für diese 11,5 Mio. Jahrestonnen Investitionen von 575 Mio. € notwendig. Nach dem Bericht der stellvertretenden Direktorin für Umweltpolitik im polnischen Umweltministerium Frau Klopotek (EUWID 18/05) wurden im Jahr 2003 noch knapp 97% der Abfälle über Deponien entsorgt. Es gibt demnach auch heute noch keine größeren Behandlungskapazitäten. In Polen ist die MBA-Technologie in Form von klassischen Hausmüllkompostierungsanlagen am weitesten verbreitet (EUWID 07/06). Derzeit werden knapp 10% der Siedlungsabfälle in 20 Anlagen behandelt, zudem werden derzeit mehrere größere Anlage ausgeschrieben und hierbei auch für Vergä-

rungsanlagen. Angesichts dieser Situation wird davon ausgegangen, dass etwa 50% des Restabfalls zukünftig über MBAen behandelt werden und der Rest über Müllverbrennungsanlagen. Der Investitionsbedarf für 11,5 Mio. Jahrestonnen kann mit 2,5 Milliarden € angesetzt werden.

## **Portugal**

Nach Angaben des ETC von September 2006 gibt es in Portugal mit seinen 10,5 Mio. Einwohnern eine Strategie zur Umsetzung der EU-Ablagerungsrichtlinie, sie ist allerdings noch nicht in nationales Recht überführt. Geplant sind dezentrale kleine Kompostierungsanlagen, verstärkte Getrenntsammlung von Küchen- und Gartenabfällen, Errichtung von Kompostierungs- und Vergärungsanlagen und Produktion eines gütegesicherten hochwertigen Kompostes sowie verstärkte Getrenntsammlung von Papier/Pappe/Kartonagen. Für Kompostierungs- und Vergärungsanlagen wird bis 2016 eine Kapazität von knapp 900.000 Jahrestonnen angesetzt.

Die Restabfallbehandlung erfolgt nach Aussagen des CEWEP-Kongresses in Wien 2006 für 1,1 Mio. Tonne Restabfall über 2 Müllverbrennungsanlagen. Diese beiden Anlagen sollen in ihren Kapazitäten ausgeweitet und um eine dritte Anlage ergänzt werden. Mit Deponiegebühren und andere Ablagerungsrestriktionen möchte man die über Deponien entsorgten Abfallmengen von derzeit 3,5 Mio. Jahrestonnen deutlich reduzieren.

Nach EUROASTAT liegt das Siedlungsabfallaufkommen in Portugal (ohne Azoren) bei 4,7 Mio. Jahrestonnen bzw. 450 kg/(E\*a). Für die Ableitung der Investitionen wird davon ausgegangen, dass das Abfallaufkommen noch weiter ansteigen wird und 6 Mio. Jahrestonnen erreicht. Nach dieser Abfallstatistik ist die Recyclingquote noch gering, so dass man davon ausgehen kann, dass zu einem Ausbau der Getrennterfassung nahezu vollständig Neuinvestitionen notwendig werden. Bei einer Quote von 50% getrennter Erfassung würde dies Kapazitäten von 3 Mio. Jahrestonnen bedeuten und damit etwa 150 Mio. €.

Legt man diese Entwicklung zugrunde, würde sich die Restabfallmenge auf ebenfalls 3 Mio. t erhöhen, wobei derzeit schon für 1,1 Mio. Müllverbrennungskapazitäten existieren. Angesichts der Randbedingungen wird unterstellt, dass 20% d.h. 600.000 Jahrestonnen zukünftig über MBAen vorbehandelt werden und damit Investitionen in Müll-

verbrennungsanlagen für 1,3 Mio. Jahrestonnen verbleiben. Für die Restabfallbehandlung würde dies Investitionen von etwa 450 Mio. € bedeuten.

## **Slowenien**

Nach Angaben des ETC RWM von September 2006 hat Slowenien mit seinen 2 Mio. Einwohnern ein nationales Umweltschutzgesetz, in dem auch Aussagen zur Abfallentsorgung enthalten sind. Es gibt eine Abfallwirtschaftsstrategie aus dem Jahre 1998; danach soll die auf Deponien abgelagerte Menge an Siedlungsabfällen auf 25% der Abfallmenge des Jahres 1995 begrenzt werden. Die EU-Richtlinien sind in nationales Recht umgesetzt.

Die nationale Abfallpolitik sieht vor, neue große Deponien in den Regionen nach EU-Standard inklusive Sammlung- und Transportdepots, Zwischenlager, Sortieranlagen, Kompostierungsanlagen für Bio- und Grünabfälle zu etablieren. Zudem sollen 2 Müllverbrennungsanlagen für Klärschlämme, Siedlungsabfälle und Sortierreste gebaut werden. Seit Mitte 2006 gibt es ein Duales System für Verpackungsabfälle; die Ziele für 2007 sind 50% bis 65% Rückgewinnung für stoffliche oder energetische Nutzung, wobei 25% bis 45% in das Recycling gehen müssen. Bis 2012 wird dies gesteigert auf 60% und 55% bis 80%.

Das Abfallaufkommen lag im Jahr 2003 nach EUROSTAT bei 0,9 Mio. Jahrestonnen bzw. 418 kg/(E\*a), wovon 0,69 Mio. t über Deponien entsorgt wurden. Angesichts der noch zu erwartenden Wirtschaftsentwicklung wird ein Anwachsen der Siedlungsabfallmengen auf 1,2 Mio. Jahrestonnen prognostiziert. Wahrscheinlich sind in jüngster Zeit einige Investitionen in Abfallbehandlungsanlagen getätigt worden, worüber aber keine Informationen vorliegen.

Zur Schätzung der Investitionen wird angenommen, dass für 0,6 Mio. t Verwertungskapazitäten und für ebenfalls 0,6 Mio. Jahrestonnen Beseitigungskapazitäten neu errichtet werden müssen. Dies bedeutet Investitionen von 210 Mio. €.

## **Slowakei**

Nach Informationen des ETC RWM von September 2006 gibt es für die 5,4 Mio. Einwohner einen Nationalen Abfallwirtschaftsplan von 2006, der Informationen zum Abfallaufkommen und seine zukünftigen Entsorgung enthält. Auf dieser Basis wurden



im Laufe des Jahres 2006 die ausführenden Pläne auf Ebene der Regionen erstellt. Die EU-Richtlinien sind in nationales Recht umgesetzt, die im Jahre 2005 noch betriebenen 160 Deponien müssen bis 2008 auf die Anforderungen der EU-Richtlinie angepasst werden. Im Jahre 2005 waren noch 42 Müllverbrennungsanlagen und 3 Co-Verbrennungsanlagen (Zementwerke) in Betrieb, im Jahre 2001 waren es noch 67 Anlagen. Diese Anlagen erfüllten meist nicht die Anforderungen der EU-Richtlinie und mussten bis 2006 geschlossen oder nachgerüstet werden. Bis 2010 sollen 70% der Siedlungsabfälle stofflich verwertet werden, 10% energetisch und 20% auf Deponien gelangen.

Nach EUROSTAT lag das Abfallaufkommen im Jahr 2002 bei 1,5 Mio. Jahrestonnen oder 283 kg/(E\*a). Angesichts der noch zu erwartenden Wirtschaftsentwicklung wird ein Abfallaufkommen von 3,2 Mio. t bzw. 600 kg/(E\*a) prognostiziert. Die thermische Restabfallbehandlung hat in diesem Land Tradition, wobei nach der Abfallstatistik im Jahr 2002 nur knapp 10% der Abfälle über Müllverbrennungsanlagen entsorgt wurden. Für die Ableitung der Investitionen wird unterstellt, dass zukünftig etwa 70% der Restabfälle thermisch entsorgt werden und damit für über 1,1 Mio. Jahrestonnen Kapazitäten benötigt werden. Berücksichtigt man die bereits bestehenden Anlagen, werden Neuinvestitionen für 1 Mio. t bzw. 300 Mio. € nötig. Für 500.000 Jahrestonnen müssten demnach MBAen errichtet werden, was Investitionen von 50 Mio. € zur Folge hat.

Nach der nationalen Abfallstrategie soll die stoffliche Verwertung von Abfällen zukünftig eine große Bedeutung bekommen. Nimmt man eine Quote von 50% der für die Zukunft prognostizierten Abfallmengen an, so werden für 1,6 Mio. t Behandlungskapazitäten benötigt. Nach EUROSTAT war die Abfallverwertung in 2002 nicht sehr ausgeprägt, so dass man benötigte Neuinvestitionen für etwa 1,4 Mio. Jahrestonnen unterstellen kann d.h. in der Größenordnung von 70 Mio. €.

## **Finnland**

Finnland hatte mit seinen 5,2 Mio. Einwohnern nach Angaben des ETC RWM von September 2006 schon vor Beitritt in die EU (1995) eine Abfall- und Umweltgesetzgebung. Seit 1994 gibt es einen nationalen Abfallentsorgungsplan, der im Jahre 2005 fortgeschrieben wurde. Die EU-Ablagerungsverordnung und Verbrennungsverordnung sind in nationales Recht umgesetzt.

Es existieren 13 regionale Umweltzentren, die im Bereich Abfall für Forschung zuständig sind, die regionalen Behörden unterstützen und ausbilden sowie die Statistiken erstellen und das Monitoring durchführen. Sie entwickeln die regionalen Abfallentsorgungspläne, benennen die Ziele bzw. Maßnahmen zur Zielerreichung. Die Gemeinden sind zuständig für die Abfallsammlung, den Transport und das Recycling bzw. die Entsorgung der Abfälle. Sie erheben die Abfallgebühren und führen die Abfallwirtschaft entweder in eigener Regie durch oder beauftragen Dritte.

Die nationale Abfallstrategie sieht ab 2005 den Ausschluss von Abfällen von Deponien vor, die keine Vorbehandlung erfahren haben oder aus Gebieten stammen, in denen biogene Anteile mehrheitlich getrennt erfasst wurden. Seit 1996 werden zudem Steuern für die auf Deponien abgelagerten Abfälle erhoben. Es gibt eine getrennte Erfassung seit 1997 für Bauschutt und Verpackungsabfälle, seit 1998 für Altpapier (Ziel 75%) und seit 2004 für E-Schrott und Altautos. Bei Papier/Pappe/Kartonagen wurde eine Quote von 73% bzw. 152 kg/(E\*a) bei einem Gesamtaufkommen von 214 kg/E erreicht, eine der höchsten Quoten in ganz Europa. Bei Glas liegen diese bei 49%, für Kunststoffe bei 38% und Metallen bei 46%.

Das Abfallaufkommen betrug nach EUROSTAT in 2004 2,4 Mio. t Siedlungsabfälle bzw. 453 kg/(E\*a), wovon 1,4 Mio. t auf Deponien abgelagert wurden. Nur 210.000 Jahrestonnen und damit knapp 10% des Abfalls wurde verbrannt. Für Finnland wird eine Abkopplung der Wirtschaftsentwicklung vom Abfallaufkommen unterstellt. Außerdem wird angenommen, dass über die knapp 30% keine weiteren Abfallmengen einer stofflichen Verwertung zugeführt werden, sondern die Restmengen überwiegend vor allem zur Energieerzeugung bzw. über Müllverbrennungsanlagen entsorgt werden. Angenommen wird dies für 80% der Restabfälle. Berücksichtigt man die bereits bestehenden Verbrennungskapazitäten, bedeutet dies eine Kapazitätslücke von 1 Mil. Jahrestonnen und damit Investitionen von etwa 300 Mio. €.

## **Schweden**

Auch in Schweden mit 8,9 Mio. Einwohnern ist die Abfallwirtschaft so entwickelt, dass in den nächsten Jahren keine wesentlichen Verlagerungen von Stoffströmen mehr zu erwarten wären. Nach Angaben des ETC RWM von September 2006 gelangten im Jahr 2004 nur noch 0,4 Mio. t behandlungsbedürftige Abfälle auf Deponien. Dies soll zukünftig ausgeschlossen sein, indem Verbrennungskapazitäten dazu gebaut werden und die biologische Behandlung in sehr kleinen Mengen ausgebaut wird. So sollen die

Bioabfälle aus der Nahrungsmittelproduktion und anderen gewerblichen Quellen als Düngemittel eingesetzt werden. Im Jahr 2010 sollen 50% der Haushaltsabfälle inklusive der Bioabfallverwertung recycelt werden. Nach EUROSTAT liegt die Quote heute bei etwa 42%.

Zur Ableitung weiterer Investitionen wird davon ausgegangen, dass es bei einer spezifischen Abfallmengen von 470 kg/(E\*a) zu keiner weiteren Steigerung des Aufkommens kommt und die Wirtschaftsentwicklung unabhängig von der Abfallmengenentwicklung erfolgt. Es wird davon ausgegangen, dass allein die vom Schwedischen Entsorgerverband RVF (EUWID 28/05) genannten behandlungsbedürftigen 400.000 Jahrestonnen Siedlungsabfälle zukünftig durch Zubau von Müllverbrennungskapazitäten entsorgt werden. Damit verbunden sind Investitionen von 120 Mio. €.

### **Großbritannien**

Obwohl Großbritannien mit seinen 59,4 Mio. Einwohnern zu den Kernländern der Europäischen Union gehört, ist die Abfallwirtschaft nicht sehr weit entwickelt. Nach Angaben des ETC RWM von September 2006 gibt es keine eigene Abfallgesetzgebung; der gesetzliche Rahmen wird in Teil V des Umweltgesetzes gesetzt.

Es gibt 376 Gebietskörperschaften, die für die Abfallsammlung zuständig sind. Es gibt nationale Abfallpläne von 2003 mit Zielvorgaben für Schottland für 2020, für Wales für 2007 und für England für 2015. Danach sollen in England 33% der Abfälle einer Wiederverwertung (inklusive Bioabfallkompostierung) zugeführt werden und die auf Deponien abgelagerte Menge auf 85% der in 1998 abgelagerten Menge beschränkt sein. Für Wales liegen die Ziele bei 40% Recycling oder Kompostierung der Siedlungsabfälle mit mindestens 10%-Punkte Recycling und 10%-Punkte Kompostierung aus ausschließlich getrennter Sammlung. Die entsorgte Abfallmenge soll 2020 nicht 300 kg/(E\*a) übersteigen. Der nationale Plan für Schottland sieht eine haushaltsnahe Abfallerfassung für mindestens 90% der Haushalte vor; kein weiteres Anwachsen der Abfallmengen nach 2010 und eine Quote von 55% für Recycling und Kompostierung bis zum Jahr 2020 (2006 noch 25%). Die über Deponien entsorgten Abfälle sollen von 90% auf 30% vermindert werden. Auch die Abfallwirtschaftsstrategie für Nord-Irland sieht eine Stoffstromlenkung in Richtung Ressourcenmanagement vor mit konkreten Zielen für Recycling und Kompostierung.

In Großbritannien ist die Umsetzung der Altgerätrichtlinie erneut verschoben worden (EUWID 1\_2/06). Die Sammelinfrastruktur für Altglas muss umfassend ausgebaut werden, um die Anforderungen der Europäischen Union einzuhalten. Es wird bei großen Exportmengen bleiben, da die heimische Glasindustrie vor allem Weißglas produziert (EUWID 08/06). Nach einer Studie von Plastics Europe (EUWID 14/06) wurden in Großbritannien nur 28% der aus dem Konsum stammenden Kunststoffabfälle verwertet. Nach Auskunft der Organisation WRAP (EUWID 22/06) nimmt das Recycling von Kunststoffflaschen stark zu, weist aber eine immer noch geringe Quote auf. Für 2008 wird eine Sammelquote von 20% prognostiziert. Die Sammlung erfolgt zu 30% über Flaschen-Container und zu 70% ab Haushalt. Andere Kunststoffabfälle als Hohlkörper werden erst in 10% der Kommunen erfasst. Um die Zielwerte der EU-Verpackungsnovelle nicht zu verfehlen, muss Großbritannien nach der Studie Packflow 2008 die Sammelmenge an Verpackungen (LVP + Glas) von 0,98 Mio. t auf 1,8 Mio. t bis 2008/2009 steigern (EUWID 34/05).

Die Bedeutung der getrennten Sammlung von Bioabfällen und deren Kompostierung nimmt stark zu, im Jahr 2004 allein um 35% gegenüber dem Vorjahr. Bei einem Aufkommen von derzeit 2,67 Mio. Jahrestonnen Bioabfall zeichnen sich starke Kapazitätsengpässe ab. Etwa 60% der Menge gelangen in einfache offene Kompostierungsanlagen ohne automatische Umsetzung der Mieten. Nach Angaben der Composting Association bzw. dem Jahresbericht State of Composting in the UK 2003/04 erfolgt ein Großteil der Kompostierung in dezentralen Anlagen auf Bauernhöfen.

Trotz dieser teilweise wenig ambitionierten Ziele und angesichts des derzeitigen Standes der Abfallwirtschaft wird für die Schätzung der zu tätigenden Investitionen folgendes Szenario angenommen. Das Abfallaufkommen wird sich bei derzeit nach EUROSTAT 36,2 Mio. Jahrestonnen bzw. 610 kg/(E\*a) stabilisieren. Im Jahre 2003 lag die Verwertungsquote bei etwa 17%, sie ist seitdem sicherlich ausgebaut worden. Legt man auch hier für die Investitionsschätzung eine Zielgröße von 50% an, so kann man davon ausgehen, dass für etwa noch 20%-Punkte d.h. für 7,2 Mio. Jahrestonnen Investitionen getätigt werden müssen, die sich mit 360 Mio. € schätzen lassen. Nach Angaben des britischen Ministerium für Umwelt, Ernährung und ländliche Angelegenheiten (Defra) lag die Quote 2004/2005 schon bei 22,5% (EUWID 14/06).

Nach den Angaben von EUROSTAT wurden im Jahr 2003 nur etwa 7% der Siedlungsabfälle behandelt, d.h. für etwa 40% der Abfälle besteht eine Kapazitätslücke. Es gibt Informationen, dass bereits begonnen wird, die Lücken über Mechanisch-Biologische

(EUWID 08/06) und thermische (EUWID 25/06) Behandlungsanlagen zu schließen. Die Fortschritte sind jedoch nach Aussagen des Institute of Civil Engineers (ICE) (EUWID 44/05) gering. Nach deren Prognose müssen noch 14,7 Mrd. € investiert werden, um die EU-Deponierichtlinie einzuhalten. Sie fordern insbesondere den Bau von "waste – to – energy – Anlagen" d.h. Müllverbrennungsanlagen. Nach der hier durchgeführten Ableitung sind für die Kapazitätslücke von 14,5 Mio. Jahrestonnen Restabfallbehandlung Investitionen von 4,35 Milliarden € nötig, ohne Bauwerke.

## **Rumänien**

Rumänien ist am 01.01.2007 der Europäischen Union beigetreten. Durch die (Schweighofer 2005) Rumänischen Übergangsbestimmungen in der Abfallwirtschaft gemäß Beitrittsvertrag<sup>5</sup> können die rumänischen Behörden gegen den Import bestimmter Abfälle zur Verwertung bis zum 31.12.2011 Einwände wie für Beseitigungsabfälle erheben; diese Frist kann bis Ende 2015 verlängert werden. Es ist daher nicht davon auszugehen, dass in größerem Umfang Abfälle aus der EU importiert werden.

Zur Anpassung der Abfallentsorgung an EU-Standard sind dem Land relativ große Übergangsfristen eingeräumt worden. Erst mit dem Jahr 2010 sind mindestens 48% der Verpackungsabfälle stofflich oder energetisch zu verwerten (Richtlinie 94/62/EG). Die Angleichung an die EU-Quoten erfolgt erst nach dem Jahr 2012. Eine getrennte Erfassung stofflich verwertbarer Abfallbestandteile, entsprechende Sortieranlagen und Anlagen zur stofflichen Verwertung (sowie Verbrennungsanlagen oder Anlagen zur energetischen Verwertung) werden jedoch auch in Rumänien entstehen, allerdings umfassend erst gegen Ende des Prognosezeitraums dieser Studie.

Nach der Richtlinie 1999/31/EG können die Abfälle in den bestehenden 101 kommunalen Deponien abgelagert werden, ohne dass Anpassungen an den sonst in der EU üblichen Stand der Technik insbesondere zur Fassung und Reinigung von Deponiesickerwasser und –gas durchgeführt werden müssten. Es werden allerdings die Höchstmengen schrittweise reduziert, die auf diesen Deponien abgelagert werden dürfen und zwar ausgehend von 3.470.000 Jahrestonnen im Jahre 2006 bis auf 1.210.000 Jahrestonnen im Jahre 2016.

---

<sup>5</sup> Akte über die Bedingungen des Beitritts der Republik Bulgariens und Rumäniens und die Anpassung der Verträge, auf denen die Europäische Union beruht.

Es gibt in Rumänien kleine Verbrennungsanlagen, errichtet für die Entsorgung von Klinikabfällen. Für diese 58 Anlagen gelten die Vorgaben an die Schadstoffgrenzwerte nach Richtlinie 2000/76/EG bis zum 31.12.2008 nicht. Es ist davon auszugehen, dass die Verbrennungsanlagen nicht dem üblichen technischen Standard entsprechen, sich nicht nachrüsten lassen und längstens bis zur genannten Übergangsfrist betrieben werden. Zur Restabfallentsorgung sind daher wenn auch in geringerem Umfang Investitionen in Neuanlagen zur thermischen Behandlung zu erwarten. Konservativ wird für die Schätzung der Investitionen von einem Anteil von 10% am gesamten Restabfallaufkommen angenommen, die zukünftig thermisch behandelt werden.

Es gibt einen nationalen Abfallwirtschaftsplan, der Oktober 2004 im Amtsblatt veröffentlicht wurde. Danach waren im Jahr 2001 90% der städtischen Bevölkerung (und damit 50% der Gesamtbevölkerung) an die Abfallentsorgung angeschlossen. Die vorliegenden Angaben zu den Abfallmengen können daher nur grobe Schätzungen sein. Nach EUROSTAT betrug das Siedlungsabfallaufkommen 7,9 Mio. Jahrestonnen bzw. 360 kg/(E\*a). Unterstellt man auch für dieses Land ein Anwachsen des Abfallaufkommens parallel zur Wirtschaftsentwicklung mit einer Zielgröße von 600 kg/(E\*a), so ergeben sich etwa 13 Mio. Jahrestonnen.

Die im Abfallwirtschaftsplan als wichtige Ziele genannten Investitionsprojekte sind der Bau von neuen Deponien für kommunale Abfälle, die Schließung nicht gesetzeskonformer Deponien, die Einrichtung der organisierten Abfallsammlung von Siedlungsabfällen und dem entsprechenden Transportsystem im ganzen Land, die Einführung der getrennten Sammlung für gewerbliche und Haushaltsabfälle, der Bau von Anlagen zur Abfallbehandlung und Verwertung, Investitionen für die Behandlung von Bau- und Abbruchabfällen, Investitionen für die Behandlung und Sammlung von gefährlichen Abfällen. Für Siedlungsabfälle ist gemäß nationalem Abfallwirtschaftsplan ein Bau von Müllverbrennungsanlagen erst nach 2017 geplant. Anlagen zur Mitverbrennung in der Industrie sind meist sehr veraltet und werden ersetzt werden müssen.

Geht man davon aus, dass 50% des geschätzten Restabfallaufkommens auch zukünftig beseitigt werden, wird dies bis zum für die vorliegende Studie gewählten Prognosezeitpunkt 2020 nur zu 10% erfolgen. Das bedeutet, dass für 750.000 Jahrestonnen Investitionen von 225 Mio. € in Müllverbrennungsanlagen getätigt werden. Die getrennte Sammlung und Verwertung von Abfällen ist derzeit noch nicht über Pilotprojekte hinaus gekommen. Es werde demnach für 7,5 Mio. Jahrestonnen Investitionen in

Sortierung und Verwertung getätigt werden müssen, was mit einer geschätzten Investitionssumme von 375 Mio. € verbunden sein könnte.

Nach Schweighofer muss Rumänien um den EU-Umweltanforderungen entsprechen zu können in den nächsten 20 Jahren 18 bis 20 Milliarden € Investitionen tätigen, davon allein 25% d.h. 4,5 Milliarden € für den Abfallbereich und damit deutlich mehr als oben für die Anlagen abgeschätzt (Schweighofer 2005).

## **Bulgarien**

Über die abfallwirtschaftliche Situation berichtet Schweighofer. Wie auch Rumänien muss Bulgarien seine abfallwirtschaftlichen Verhältnisse erst nach längeren Übergangsfristen auf das in der EU übliche Niveau anpassen. Auch hier sind wegen der verschärften Einwandsmöglichkeiten der bulgarischen Behörden keine größere Abfallimporte zu erwarten (Schweighofer 2005).

Eine erste Frist zur Anpassung an die Vorgaben für Verpackungen und Verpackungsabfälle (Richtlinie 94/62/EG) ist mit 2010 gesetzt. Bis dahin müssen mindestens 48% stofflich oder energetisch verwertet. Bis 2014 erfolgt die vollständige Umsetzung, verbunden mit entsprechenden Quoten auch für die stoffliche Verwertung. Zur Anpassung an Richtlinie 1999/31/EG müssen bis 2014 schrittweise 9 bestehende kommunale Deponien geschlossen werden. Zudem dürfen bis 2014 nur noch etwa 1 Mio. Jahrestonnen auf bestehenden kommunalen Deponien abgelagert werden.

Die Siedlungsabfallmenge von 3,9 Mio. Jahrestonnen kann nur über eine Schätzung benannt werden. Nicht alle Haushalte sind zudem an eine Abfallerfassung angeschlossen. Dies entspricht einem spezifischen Abfallaufkommen von 500 kg/(E\*a) und umfasst auch andere kommunale Abfälle wie bspw. Schlämme. Geht man zukünftig auch hier von 600 kg/(E\*a) an klassischen Siedlungsabfällen aus, so bedeutet dies ein Abfallaufkommen von 4,7 Mio. Jahrestonnen.

Gemäß dem derzeitigen Abfallwirtschaftsplan sind die wichtigen Ziele bzw. Investitionen in den nächsten Jahren der Bau von regionalen Deponien, die Schließung der bestehenden Deponien, der Bau eines nationalen Behandlungszentrums für gefährliche Abfälle, Investitionen für die Behandlung von Bau- und Abbruchabfällen, die Errichtung von Krankenhausabfallentsorgungsanlagen, von 18 regionalen Kompostierungsanlagen, sowie die Einrichtung einer organisierten Abfallwirtschaft im ganzen

Land, verbunden mit der Einführung einer getrennten Sammlung verwertbarer Abfallbestandteile. Eine getrennte Sammlung von Abfällen ist bislang so gut wie nicht vorhanden, die Kapazitäten zur Abfallverwertung stammen aus den 70er und 80er Jahren und entsprechen nicht den technischen Standards. Im Abfallwirtschaftsplan werden keine Vorgaben in Richtung thermischer Abfallbeseitigung gemacht. Unternehmen aus der Zementindustrie zeigen wohl Interesse an einer Mit-Verbrennung von Abfällen.

Geht man auch für Bulgarien davon aus, dass innerhalb des der Studie zugrunde liegenden Prognosezeitraums 2020 50% der Abfälle getrennt gesammelt und verwertet werden, so müssten für 2,4 Mio. Jahrestonnen entsprechende Investitionen über 120 Mio. € getätigt werden. Geht man analog Rumänien davon aus, dass nur 10% der verbleibenden Restabfälle in Müllverbrennungsanlagen behandelt werden, wären für diese 240.000 Jahrestonnen Kapazität etwa 72 Mio. € Investitionen nötig.

Nach Schweighofer geht die Weltbank davon aus, dass die zur Anpassung an EU-Standards notwendigen Investitionen bis 2015 allein im Bereich Abfallwirtschaft zwischen 1,8 und 5,1 Milliarden € liegen werden.

## 6.2 Übersicht über die abfallwirtschaftliche Situation in Europa – außerhalb der Europäischen Union

Außerhalb der europäischen Union weisen die Länder ebenfalls einen sehr unterschiedlichen Entwicklungsstand in der Abfallwirtschaft auf. Die Länder werden nachfolgend nach alphabetischer Reihenfolge genannt und ebenfalls Schätzungen zum verbleibenden Investitionsbedarf vorgenommen.

**Tab. 6-3      Mögliche Investitionen in Maschinen- und Verfahrenstechnik in europäischen Ländern außerhalb der Europäischen Union**

Island	3 Mio. €
Kroatien	320 Mio. €
Russland	700 Mio. €
Serbien und Montenegro	380 Mio. €
Türkei	3.300 Mio. €



## **Albanien**

Über die Abfallwirtschaft in Albanien liegen keinerlei Informationen vor. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine geordnete Abfallwirtschaft in den meisten Regionen noch nicht vorhanden ist. Für diese Studie wird davon ausgegangen, dass die Entwicklung in der Abfallwirtschaft im Prognosezeitraum zu einfachen Hausmülldeponien führen wird und in Ansätzen eventuell auch zur getrennten Erfassung von Wertstoffen, vor allem aber über den informellen Sektor. Eine Vorbehandlung der Abfälle vor Ablagerung auf Deponien ist bestenfalls über einfache Mechanisch-Biologische Anlagen (EUWID 07/06) denkbar.

Konservativ wird daher unterstellt, dass die Entwicklung der Abfallwirtschaft in Albanien im betrachteten Zeitraum nicht mit Investitionen verbunden sein wird, die Exporte entsprechender deutscher Technologie ermöglichen würde.

## **Kroatien**

Nach Angaben von Schweighofer ist das Land bereits dabei, die EU-Umweltanforderungen umzusetzen, auch wenn es derzeit noch keinen konkreten Plan zur Aufnahme des Landes in die Europäische Union gibt (Schweighofer 2005). Zahlen von EUROSTAT zur abfallwirtschaftlichen Situation liegen nicht vor.

Schweighofer nennt gestützt auf Zahlen von 1998 ein Aufkommen von 1,2 Mio. Jahrestonnen Siedlungsabfälle zur Beseitigung d.h. 279 kg/(E\*a) sowie etwa eine weitere Million Jahrestonnen getrennt gesammelter Altstoffe, allerdings hauptsächlich aus der Industrie.

Ab dem Jahr 2006 sollen 98% aller Haushalte an eine geordnete Abfallwirtschaft angeschlossen sein. Die getrennte Sammlung von verwertbaren Abfällen aus Haushalten soll ab dem Jahr 2007 erfolgen. Bis zum Jahr 2020 sollen mindestens 40% der anfallenden Siedlungsabfälle verwertet werden. Im Jahre 2025 sollen 25% der erzeugten Siedlungsabfälle thermisch behandelt werden.

Dies bedeutet entsprechende Investitionen. Geht man davon aus, dass sich das Siedlungsabfallaufkommen parallel zur Wirtschaftsentwicklung auf 2,5 Mio. Jahrestonnen erhöhen wird, müssten zur Abfallverwertung für 1,2 Mio. Jahrestonnen Investitionen über 60 Mio. € getätigt werden. Werden tatsächlich 50% des verbleibenden

Restabfalls über Müllverbrennungsanlagen entsorgt werden, müssten für 650.000 Jahrestonnen Kapazitäten erreicht werden. Dies würde Investitionen von etwa 200 Mio. € bedeuten. Ansonsten sind auch hier Mechanisch-Biologische Abfallbehandlungsanlagen zu erwarten mit einer geschätzten Investitionssumme von 65 Mio. €. Schweighofer nennt Investitionen in die Abfallwirtschaft von 1,7 Milliarden € bis zum Jahr 2025 (Schweighofer 2005).

Nach Angaben in EUWID (07/06) wird in Zadar gerade eine erste MBA für 60.000 Jahrestonnen in aerober Ausführung mit italienischer Verfahrenstechnik realisiert. Weitere Anlagen sind für Rijeka und Split geplant. In Zagreb soll dagegen bis 2010 eine Müllverbrennungsanlage in Betrieb gehen mit einer Kapazität von 385.000 Jahrestonnen und einer von der Bundesagentur für Außenwirtschaft (BfA) geschätzten Investition von 150 Mio. € (EUWID 17/06).

### **Serbien und Montenegro**

Angaben zur abfallwirtschaftlichen Situation liegen in EUROSTAT nicht vor. Nach Aussage der Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik ÖGUT (EUWID 12/04) sind in Serbien 60-70% der Haushalte an die geordnete Abfallentsorgung angeschlossen. Es liegt allerdings nur der Datenstand für das Jahr 2001 vor und die Auswirkungen durch den Krieg lassen sich nicht schätzen. Das Aufkommen an Siedlungsabfällen liegt bei 320 kg/(E\*a).

Die Abfälle werden vollständig auf Deponien abgelagert, wobei diese nicht den EU-Standards entsprechen. Für die Behandlung kommunaler Abfälle ist der Bau von 20 bis 25 regionalen Deponien geplant. Da vor allem Serbien einen großen Bedarf an heimischen Energiequellen hat, ist auch die thermische Behandlung der Abfälle trotz hoher Investitionen attraktiv. Es gibt ein serbisches Gesetz über das Recycling von Papier, Glas, Metall, das aber bisher praktisch nicht umgesetzt wird. Ab dem Jahr 2007 sollen Bioabfälle verstärkt kompostiert und die Abfalltrennung ab Haushalt eingeführt werden.

Zur Ableitung der Investitionen in die Abfallwirtschaft wird von zukünftig 6 Mio. Jahrestonnen Siedlungsabfälle ausgegangen, die angesichts des Entwicklungsstandes des Landes und der wirtschaftlichen und ökologischen Notwendigkeiten auch hier zukünftig zu 50% einer Verwertung zugeführt werden. Hierzu wären etwa 150 Mio. € an Investitionen notwendig. Werden 25% der verbleibenden Restabfälle zukünftig thermisch

behandelt, bedeutet dies Investitionen von 225 Mio. € für Müllverbrennungskapazitäten von 0,75 Mio. Jahrstonnen. Die übrigen Restabfälle werden in dem Prognosezeitraum wohl unbehandelt auf Deponien abgelagert werden.

### **Bosnien und Herzegowina**

Über die Abfallwirtschaft in Bosnien und Herzegowina liegen keinerlei Informationen vor. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine geordnete Abfallwirtschaft in den meisten Regionen noch nicht vorhanden ist. Für diese Studie wird davon ausgegangen, dass die Entwicklung in der Abfallwirtschaft im Prognosezeitraum zu einfachen Hausmülldeponien führen wird und in Ansätzen eventuell auch zur getrennten Erfassung von Wertstoffen.

Konservativ wird daher unterstellt, dass die Entwicklung der Abfallwirtschaft in Bosnien und Herzegowina nicht mit Investitionen verbunden sein wird, die Exporte entsprechender deutscher Technologie bedeuten würde.

### **Norwegen**

Nach Angaben von Statistics Norway (EUWID 27/06) sind in Norwegen 1,8 Mio. t Siedlungsabfälle aus privaten Haushalten zur Entsorgung angefallen. Dies entspricht einem Jahresaufkommen pro Kopf von 407 kg/E. Davon wurden etwa 0,9 Mio. Jahrstonnen bzw. 49% wiederverwertet, 0,33 Mio. t auf Deponien abgelagert und 0,73 verbrannt. Der Anteil der thermisch behandelten Abfallmenge stieg gegenüber dem Vorjahr um 14%. Unter anderem wurde in Trondheim eine neue Müllverbrennungsanlage mit Fernwärmeerzeugung für 120.000 Jahrstonnen in Betrieb genommen (EUWID 31/04).

Nach Angaben des Verbandes Avfall Norge (2006) erfolgt in Norwegen seit den 90er Jahren eine getrennte Erfassung von Bioabfällen, veranlasst durch ein Verbot der Ablagerung auf Deponien für bioabbaubare organische Abfälle. Heute haben die meisten Regionen entweder eine getrennte Erfassung von Bioabfällen und eine entsprechende Verwertung zu Kompost oder sie werden als Teil des Restabfalls in Müllverbrennungsanlagen eingesetzt. Nur in der Region Stavanger gibt es Kommunen, die sowohl eine getrennte Erfassung von Bioabfällen durchführen als auch eine Müllverbrennungsanlage betreiben. Im Jahr 2001 gab es etwa 40 zentrale Bioabfallbehandlungsanlagen mit einer Kapazität von knapp 300.000 Jahrstonnen. Nur zwei

dieser Anlagen waren Biogasanlagen. Die meisten der Kompostierungsanlagen sind klein, in offener Bauweise mit tlw. statischen Mieten. 40% der Komposte gelangten in private Gärten, 33% in die Erdenindustrie und den Landschaftsbau und nur 17% in die Landwirtschaft. Nach einer Studie von Plastics Europe (EUWID 14/06) wurden in Norwegen etwa 60% der Kunststoffabfälle aus dem Konsum verwertet.

Angesichts des erreichten Entwicklungsstandes der Abfallwirtschaft in Norwegen werden daher keine Investitionen prognostiziert, die für eine Neukonzeption der Abfallbewirtschaftung notwendig würden.

## **Russland**

Nach Angaben von Schweighofer fallen in Russland etwa 30 bis 35 Mio. Jahrestonnen Haushaltsabfälle zur Entsorgung an (Schweighofer 2005). Auf dem Land zeigt sich die Situation der Abfallentsorgung besonders kritisch, da man ausschließlich illegale Müllablagerungen findet. Nach diesen Angaben ist die Abfallwirtschaft eines der größten Umweltprobleme Russlands.

Die Bevölkerungszahl liegt im Jahr 2006 bei etwa 142 Mio. mit leicht abnehmender Tendenz. Davon leben etwa 20 Mio. in den Regionen in und um St. Petersburg und Moskau. Für diese Regionen sind angesichts der Wirtschaftsentwicklung, der Bevölkerungsdichte und damit auch der Entsorgungsprobleme am ehesten Investitionen in die Abfallwirtschaft zu erwarten, die potenziell für die deutsche Wirtschaft von Interesse sein können.

Für die Ableitung der Investitionen in diesem Rahmen wird unterstellt, dass innerhalb des Prognosezeitraums für 2 Mio. Jahrestonnen Sortier- und Verwertungskapazitäten errichtet werden müssen. Für die Entsorgung weiterer 2 Mio. Jahrestonnen werden Müllverbrennungsanlagen errichtet. Dies bedeutet geschätzte Investitionen von 700 Mio. €. Alle weiteren Investitionen in die Abfallwirtschaft werden für aus deutscher Sicht als ohne Belang eingestuft. Deponien werden auch in der Zukunft die Hauptlast der Abfallentsorgung tragen.

## **Türkei**

Über die abfallwirtschaftliche Situation in der Türkei liegen keine statistischen Angaben vor. Nach Angaben von Prof. Tabasaran (EUWID 32/05) verursachen 70 Mio. Einwoh-

ner geschätzt 25 Mio. t kommunaler fester Abfälle. Davon werden etwa 80% deponiert, zu etwa 75% auf wilden Kippen. Die übrigen Abfallmengen werden nicht verwertet oder behandelt sondern über Gewässer und hier vor allem das Meer entsorgt.

Es wird derzeit ein Abfallwirtschaftsplan erarbeitet. Nach Schätzung von Prof. Tabasaran bedarf es für 2,5 Mio. Jahrestonnen an Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlungsanlagen und für 1,7 Mio. Jahrestonnen Müllverbrennungskapazitäten. In den kommenden Jahren werden danach Neuinvestitionen von 3,3 Milliarden € für neue Entsorgungsanlagen notwendig. Dazu kommen die Ausgaben für eine flächendeckende Sammlung von Siedlungsabfällen und eine umweltverträgliche Klärschlamm Entsorgung.

## **Schweiz**

Die Schweiz vollzieht seit vielen Jahren praktisch das EU-Recht, in vielen Belangen ist sie auch der EU voraus. So besteht bereits seit dem Jahr 2000 ein Ablagerungsverbot brennbarer Abfälle auf Deponien und seit dem Jahr 2006 ein Ausbringungsverbot für kommunale Klärschlämme auf landwirtschaftliche Flächen. Die Abfallwirtschaft in der Schweiz ist sehr weit entwickelt, die Recyclingquoten haben einen hohen Stand (EUWID 14/06) und verbleibende Restabfälle werden thermisch behandelt.

Es sind daher keine grundsätzlichen Änderungen in der Schweizer Abfallwirtschaft zu erwarten, die zu Investitionen führen, die deutschen Herstellern Exportchancen eröffnen würden.

## **Island**

Nach Angaben von EUROSTAT weist Island mit 1,04 t/(E\*a) das mit Abstand höchste spezifische Abfallaufkommen auf. Das Aufkommen an Siedlungsabfällen beläuft sich danach auf 0,3 Mio. Jahrestonnen.

Die nationale Umweltbehörde UST (2006) gibt eine aktuelle Übersicht über die Abfallentsorgung in Island. Danach basierten diese Abfallzahlen jedoch auf einer groben Schätzung, abgeleitet aus dem Abfallaufkommen in der Hauptstadtregion und beinhalten neben den Haushaltsabfällen auch solche aus gewerblichen und industriellen Quellen. Die Abfälle werden derzeit (2004) weit überwiegend auf Deponien abgelagert (71%), etwa 3% werden verbrannt. Das bis in die 90er Jahre verbreitete

unkontrollierte Verbrennen der Abfälle in Löchern wird nur noch in sehr abgelegenen Gegenden für eine sehr kleine Teilmenge praktiziert.

Seit der Jahrtausendwende wurde als Ergebnis einer verbreiteteren Kooperation einzelner Kommunen in der Abfallwirtschaft die Abfallsammlung aber auch das Recycling ausgebaut. Mit einem neuen Abfallgesetz (55/2003) soll das Abfallaufkommen gemindert und unter anderem die Recyclingquote gesteigert werden. Auf dieser Gesetzgebung basierend wurden im Jahr 2003 Richtlinien verabschiedet, die eine Umsetzung der Deponie- als auch der Verbrennungsrichtlinie der EU vorsehen.

Der nationale Abfallwirtschaftsplan sieht für den Zeitraum bis 2016 eine aufkommensabhängige Abfallgebühren (polluter pays), eine umfassende Abfallberichtserstattung auf kommunaler Ebene sowie die Herausbildung eines kosteneffizienten Recyclings von Abfall. Analog den Vorgaben der EU müssen die biogenen Teilmengen, die auf Deponien verbracht werden, schrittweise abgesenkt werden. Das Recycling von Verpackungsabfällen, Biomüll und E-Schrott ist deutlich auszubauen. Auf Basis des nationalen Plans wurden im Jahre 2005 regionale Abfallwirtschaftspläne erstellt, die alle 3 Jahre fortgeschrieben werden müssen.

Angesichts dieser Randbedingungen sind insbesondere für das Abfall-Recycling Investitionen zu erwarten. Unterstellt man auch für Island, dass der Abfallanteil aus Haushalten nicht höher als 600 kg/(E\*a) liegt und sich damit auf 175.000 Jahrestonnen beläuft, sind bei einer Recyclingquote von 50% und einer angenommenen Steigerung um 30%-Punkte Investitionen für 50.000 Jahrestonnen bzw. von 2,5 Mio. € notwendig. Für die Abfallbeseitigung zeichnen sich keine Änderungen gegenüber dem erst jüngst erreichten Stand ab.

### **6.3 Übersicht über die abfallwirtschaftliche Situation in Ländern außerhalb Europas**

Wie die Schlussfolgerung des letzten Umweltberichts (22. Dezember 2006) der United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific für Asien und den Pazifik (ESCAP) treffend formulierte, ist die sehr notwendige weitere wirtschaftliche Entwicklung nur möglich, wenn ein Wechsel zu einem ökoeffizienten „grünen Wachstum“ gelingt.

Nachfolgend sind einige Länder und Regionen genannt, in denen eine Entwicklung der Abfallwirtschaft erwartet wird, die Investitionen in Abfallentsorgungsanlagen erwarten lassen, die Exportchancen für die deutsche Wirtschaft erwarten ließen.

### **Südost-Asien (ASEAN)**

Im Rahmen des United Nations Environment Programme (UNEP 2006) wurde über den Stand der Abfallentsorgung in Südostasien berichtet. Danach ist die Abfallwirtschaft sehr stark von dem wirtschaftlichen Wachstum, einer starken Bevölkerungsentwicklung und vor allem einem zunehmenden Anteil städtischer Bevölkerung geprägt. Für 2020 wird prognostiziert, dass bspw. in Malaysia 65%, auf den Philippinen 62% und in Thailand 45% der Bevölkerung in Städten leben. Die rapide Verstädterung macht den Ausbau entsprechender Infrastruktur und Dienstleistungen notwendig, die die Städte und Staaten schon heute weitgehend überfordern.

In den mittleren und großen Städten gibt es eine Abfallentsorgung, in großen Städten mit einer relativ großen Anschlussquote. So wird für Singapur eine Quote von >90% genannt und für Bangkok, Kuala Lumpur und Jakarta von >80%. Vor allem die Abfallentsorgung in Singapur mit 100% städtischer Bevölkerung ist sehr fortgeschritten und kann als Vorbild für andere Großstädte genannt werden. Im Jahr 2001 wurde hier bereits 45% des Aufkommens an Siedlungsabfällen recycelt. In den anderen Ländern erfolgt die Rückführung der Abfallbestandteile in den Wirtschaftskreislauf durch den informellen Sektor bzw. die arme städtische Bevölkerung. Dieses „waste picking“ erfolgt entweder bereits an den Abfallanfallstellen oder während der Sammlung oder zuletzt auf den Deponien.

Biogene Abfälle vor allem aus Restaurants werden vor allem in Thailand, den Philippinen und Vietnam getrennt gesammelt und zur Viehfütterung eingesetzt. Es gibt nur einige wenige Kompostierungsanlagen beispielsweise in Bangkok und Hanoi. Doch diese sind in aller Regel stillgelegt oder werden mit einer nur geringen Auslastung der Kapazität betrieben. Die wesentlichen Gründe hierfür sind vergleichsweise hohe Behandlungskosten, schlechte Wartung der Anlagen, schlechte Qualität des Inputmaterials und schlechte Absetzbarkeit des erzeugten Kompostes in Konkurrenz zu üblichen Düngemitteln.

Vor allem in Singapur werden die nicht verwertbaren Abfälle zu 90% in Müllverbrennungsanlagen verbrannt. In Singapur existieren hierfür 4 staatlich betriebene Anlagen.

Auch in Malaysia, Indonesien und Thailand gibt es in den Hauptstädten kommunale Müllverbrennungsanlagen. In Kuala Lumpur sind nicht zuletzt wegen der fehlenden Verfügbarkeit von Land zur Anlage von Deponien weitere Müllverbrennungsanlagen geplant. Auch wenn bspw. in den Philippinen die Abfallverbrennung nach der neuen Abfallgesetzgebung ausdrücklich ausgeschlossen wird, wird gerade in den mittleren und großen Städten aus Gründen der Stadthygiene und wegen der fehlenden Erweiterungsmöglichkeiten von Deponien die Errichtung von Müllverbrennungsanlagen in naher Zukunft nicht zu umgehen sein. Die Bundesagentur für Außenwirtschaft BfAI berichtet (EUWID 47/04) bspw., dass die Deponien am Rande Manilas aus allen Nähten platzen.

Bei einer städtischen Bevölkerung von etwa 150 Mio. und einem für Singapur dokumentierten spezifischen Abfallaufkommen von 4 kg/(E\*d) würde dies ein Abfallaufkommen von 150 Mio. Jahrestonnen bedeuten. In anderen Ländern liegt das spezifische Abfallaufkommen eher bei 0,5 kg/(E\*d), das um den Faktor 8 niedriger was ein Aufkommen von 20 Mio. Jahrestonnen bedeuten würde. Legt man ein Aufkommen von 50 Mio. Jahrestonnen zugrunde und orientiert sich an den Recycling-Zahlen von Singapur, so müssten hiervon etwa 30 Mio. Jahrestonnen als nicht verwertbar auf Deponien oder in Müllverbrennungsanlagen entsorgt werden.

Legt man für die Schätzung der Investitionen einen Anteil von 50% thermisch behandelt zugrunde, ergibt sich hieraus eine Verbrennungskapazität von 15 Mio. Jahrestonnen bzw. 4,5 Milliarden € Investitionskosten. Für alle anderen Teilströme, d.h. stoffliche Verwertung, Kompostierung oder auch Ablagerung auf Deponien ist ein Rückgriff auf lokale Techniken und Technologien zu erwarten und auch wünschenswert.

## **China**

In China zeigt sich eine sehr ähnliche Situation. Nach einer Übersicht über die Abfallentsorgung in China (world bank 2005) wird bis zum Jahr 2020 mit einem Abfallaufkommen in den städtischen Regionen von etwa 140 Mio. Jahrestonnen gerechnet. Auch hier stößt die derzeitige einfache Entsorgung über Deponien bzw. über eine ungeordnete Entsorgung an ihre Grenzen.

Nach dem Umweltprüfbericht der OECD (EUWID 48/06) hat rasches Wirtschaftswachstum um 10 Prozent jährlich das Abfallaufkommen in den letzten 15 Jahren um 80% wachsen lassen. Gleichzeitig bedrohen Defizite bei der Abfallentsorgung Gesundheit



und Umwelt. Der chinesische Gesetzesrahmen bietet gute Voraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung, es gebe jedoch noch einige Schwächen im System, die durch die anhaltenden Probleme in vielen Landesteilen dokumentiert werden. Insbesondere gibt es keine aufkommensabhängige Abfallgebühr.

China ist es nach diesem Bericht jedoch gelungen, das Aufkommen an Siedlungsabfällen vom Wirtschaftswachstum deutlich abzukoppeln. Beträchtliche Anteile am Abfallaufkommen werden im Rahmen informeller Aktivitäten recycelt. Wichtiges Ziel der chinesischen Behörden ist es, das Aufkommen an allen Abfallarten zu reduzieren. Das Konzept der Kreislaufwirtschaft ist in den letzten 5-Jahresplan integriert worden. Im Vergleich zur Luftreinhaltung oder der Wasserwirtschaft ist die Abfallwirtschaft noch ein Stiefkind chinesischer Umweltpolitik.

Das Aufkommen an Abfällen ist weit höher als derzeit geordnet entsorgt werden kann. Etwa 50% der Siedlungsabfälle werden zwischengelagert oder unkontrolliert abgelagert. In der Peripherie der Städte entstanden rasch unkontrollierte Abfallablagerungen. Nur wenige Kommunen haben Systeme zur Getrennthaltung und Verwertung eingeführt. Lediglich 3% des Siedlungsabfallaufkommens werden verbrannt und 5% kompostiert.

Der Umweltprüfbericht der OECD spricht sich daher für einen raschen Ausbau der Behandlungskapazitäten und die Einführung von Getrenntsammlensystemen auch in ländlichen Gebieten aus. Dabei soll der für die Abfallwirtschaft wichtige informelle Sektor mit Ausrüstung, organisatorischer Hilfe und Ausbildung unterstützt werden. Gleichzeitig wird gezielt der Markt für Entsorgungstechnik aus dem Ausland geöffnet.

Vor diesem Hintergrund wird analog zu den ASEAN-Staaten angenommen, dass zukünftig in städtischen Regionen 50% des nicht verwertbaren Abfallanteils thermisch behandelt werden, so ergibt sich hieraus eine Verbrennungskapazität von 35 Mio. Jahrestonnen bzw. 10,5 Milliarden € Investitionskosten. Für alle anderen Teilströme, d.h. stoffliche Verwertung, Kompostierung oder auch Ablagerung auf Deponien ist ein Rückgriff auf lokale Techniken und Technologien zu erwarten und auch wünschenswert.

## Indien

Über die Abfallentsorgung in Indien liegt kein umfassender Bericht vor. Nach einem Bericht für die Asian Development Bank (Kumar 2005) ist auch in Indien die Abfallentsorgung in städtischen Gebieten aufgrund der rapiden Verstädterung und des Bevölkerungswachstums zu einem akuten Problem geworden. Nach der letzten Bevölkerungserhebung aus dem Jahr 2001 lag der Anteil städtischer Bevölkerung in Indien bei 27% d.h. bei einer Bevölkerungszahl von 285 Mio..

Auch in Indien ist die Abfallentsorgung unterfinanziert. Das vorhandene Budget ermöglicht keine Entsorgung auf dem gewünschten Level. Es gibt keine Erhebungen des Abfallaufkommens sondern bestenfalls Schätzungen über die Anzahl der Fahrzeuge. Das spezifische Abfallaufkommen wird 0,2 bis 0,5 kg/(E\*d) abgeschätzt und läge damit deutlich unter den Zahlen für Südostasien. Verbunden mit der oben genannten Bevölkerungszahl ergeben sich daraus etwa 35,6 Mio. t. Bei diesen Zahlen kann davon ausgegangen werden, dass es sich hierbei um die Abfallteilmenge handelt, die letztendlich als nicht verwertbar auf Deponien oder über wilde Ablagerungen entsorgt wird. Darauf weisen auch die Angaben zur Abfallzusammensetzung hin mit den Anteilen von zusammen >90% für inerte und biogene Materialien. Kunststoffe, Metalle, Papier lassen sich kaum im entsorgten Abfall finden. Hierfür dürften auch entsprechende Abschöpfungen im informellen Sektor am Ort der Abfallentstehung oder während der Abfallsammlung verantwortlich sein.

Auch wenn alle Anzeichen auf einen wachsenden Anteil von Papier und Plastik und sinkenden Anteil an Organik deuten, wäre dieser Abfall nicht zuletzt wegen des hohen inerten Anteils nicht für eine thermische Abfallbehandlung geeignet. Das National Environmental Engineering Research Institute hat über die letzten Jahrzehnte Forschungs- und Entwicklungsprojekte durchgeführt zur Optimierung der Abfallentsorgung. Das angemessene Abfallentsorgungssystem ist danach neben der Optimierung des Abfallrecyclings und hier insbesondere die Propagierung der Kompostierung getrennt gesammelter Bioabfälle die Verbesserung der Deponietechnik und des Abfalleinbaus (Dünnschicht-Verfahren).

Für die hier vorzulegende Ableitung zukünftiger Investitionen in die Abfallentsorgung wird davon ausgegangen, dass auch in den städtischen Gebieten Indiens Restabfälle vor einer Ablagerung zunehmend behandelt werden müssen. Angesichts der Abfallcha-

rakteristik wird von mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen ausgegangen, die jedoch auf Basis eigener Techniken und Technologien errichtet werden können.

### **Nord- und Lateinamerika**

Nach Auskunft auf dem Kongress der Betreiber von Europäischen Müllverbrennungsanlagen CEWEP in Wien 2006 (EUWID 22/06) fielen im Jahr 2004 in den USA knapp 388 Mio. t Siedlungsabfälle zur Entsorgung an. Davon wurden nur 7% bzw. etwa 29 Mio. Jahrestonnen über Müllverbrennungsanlagen entsorgt, 250 Mio. t wurden auf Deponien abgelagert und 110 Mio. t recycelt oder kompostiert. Zur thermischen Abfallentsorgung stehen 89 Müllverbrennungsanlagen zur Verfügung.

Nordamerika hat eine den spezifischen Anforderungen und Randbedingungen angepasste entwickelte Abfallwirtschaft mit einem eigenen Markt an Anlagenbau und Entsorgern. Es ist nicht davon auszugehen, dass Investitionen hier mit größeren Exportchancen der deutschen Industrie verbunden wären.

Über die abfallwirtschaftliche Situation in Lateinamerika liegen nur allgemeine Informationen vor, entnommen dem International Source Book on Environmentally Sound Technologies for Municipal Solid Waste Management (UNEP 2006). Danach ist das Recycling weit verbreitet und gilt vor allem für Papier und Kartonagen, Metalle und Kunststoffe. Große Programme zum Abfallrecycling gibt es in Kolumbien, Mexiko und Venezuela. Die Entnahme verwertbarer Abfallbestandteile erfolgt in allen Phasen der Sammlung, des Transports und der Ablagerung auf Deponien, wobei ein allgemeiner Trend festzustellen ist in Richtung einer getrennten Sammlung von Wertstoffen. Dieser Trend wurde gestützt über besseres Management von Deponien, den steigenden Anforderungen der Industrie an die Qualität der Wertstoffe sowie die Entgeltung der Haushalte für Wertstoffe. In einigen großen Städten in Argentinien, Brasilien, Kolumbien und Mexiko gibt es Container vor allem an Einkaufszentren für Glas und Papier bzw. Kartonagen. Die Kompostierung in zentralen Anlagen hat sich generell nicht bewährt. Sie erweisen sich als zu teuer, meist fehlen ausreichende Absatzmöglichkeiten für die erzeugten Komposte.

Sammlung und Transport von Abfällen sind in zahlreichen größeren Städten Lateinamerikas gut etabliert. Die Anschlussquoten liegen bei 90% bis 100%, wobei hier sehr wahrscheinlich nicht die Squatter-Siedlungen enthalten sein dürften. Weit verbreitet ist zudem der Betrieb von Umschlagstationen, meist auf einfachem technischem Niveau.

Ihre Anzahl nimmt stark zu, da die Distanz zwischen den Städten und den Deponiestandorten wächst.

Obwohl es einige Planungen gab, werden in ganz Lateinamerika sowie in der Karibik keine Müllverbrennungsanlagen betrieben. In aller Regel standen die hohen Kosten einer Realisierung entgegen. Alle großen Städte entsorgen ihre Abfälle über Deponien, die jedoch oftmals nicht den europäischen technischen Standards genügen. Wie eine Studie der Weltbank für Mexiko zeigte, sind die meisten Deponien (85% des Abfallaufkommens) mit großen technischen und Umweltproblemen verbunden, da bspw. das anfallende Sickerwasser nicht gefasst und behandelt wird. Aufgrund des hohen biogenen Anteils im abgelagerten Abfall wird in großem Umfang Deponiegas gebildet. Nur in Chile wird dieses in drei Deponien gefangen und genutzt. In ganz Mittelamerika sowie in allen mittleren und kleineren Städten Lateinamerikas werden die Abfälle nicht über Deponien sondern unkontrolliert entsorgt.

Das spezifische Abfallaufkommen liegt zwischen 0,3 und 1 kg/(E\*d), meist feucht und mit einem Organikanteil von 50%, vor allem in den ärmeren Regionen. Mit steigendem Wirtschaftswachstum nimmt der Anteil an Papier, Glas und Kunststoffen zu.

Angesichts dieser Randbedingungen sind in den nächsten Jahren deutliche Veränderungen in der Abfallwirtschaft zu erwarten. Sie werden jedoch nur in den großen Städten mit Investitionen in Anlagentechnik verbunden sein. Angesichts der Wirtschaftsentwicklung und der Abfallzusammensetzung ist dies am ehesten in Richtung einer mechanisch-biologischen Behandlung zu erwarten, was mit heimischer Technologie und Technik abgedeckt werden kann.

## **Afrika**

Die Abfallwirtschaft und hier insbesondere die getrennte Erfassung verwertbarer Abfallbestandteile und ihre weitere Verarbeitung erfolgt über den informellen Sektor. Dies gilt natürlich vor allem dann, wenn es sich um größere Städte handelt bzw. für die Materialien auch ein Absatzmarkt besteht. In großen Städten gibt es auch eine meist öffentliche Abfallentsorgung, an die im Schnitt 50% der Bevölkerung angeschlossen sind.

Zentrale Kompostierungsanlagen wurden in den 70er Jahren in Abidjan und Dakar nur kurze Zeit betrieben. In den Vorstädten Südafrikas haben sich einige dezentrale

Kompostierungsanlagen etablieren können, an denen die Haushalte ihre Gartenabfälle etc. anliefern können und die ohne größeren Einsatz von Behandlungstechnologie erfolgreich betrieben werden, indem die erzeugten Komposte vor Ort über die Hausgärten vermarktet werden können. Weitere kleine Anlagen werden bspw. in der Nähe von Brazzaville von einzelnen Landwirten betrieben, die den Kompost auf ihren Flächen einsetzen.

Die Verbrennung von Abfällen wird für Afrika eine wenig genutzte Option bleiben. Es gibt derzeit eine Anlage in Tansania, die mit ausländischer Hilfe errichtet sich jedoch erst seit kurzem in Betrieb befindet. Ansonsten ist diese Technik wegen der hohen Kosten und der Abfallcharakteristik nicht angemessen.

Angesichts der Wirtschaftsentwicklung und der Abfallzusammensetzung ist eine Abfallbehandlung am ehesten in Richtung einer mechanisch-biologischen Behandlung zu erwarten, was mit heimischer Technologie und Technik abgedeckt werden kann.

## **7 Bezifferung der Potentiale über den Export**

In Abschnitt 6 sind aus der Analyse der abfallwirtschaftlichen Situation in anderen Ländern im Zeitraum 2007 bis 2020 Investitionsbedarfe von zusammen 43,8 Mrd. € zu heutigen Preisen abgeleitet worden. Der größte Teil von annähernd 40 Mrd. € (rund 90%) fällt für Investitionen in Müllverbrennungs- und –behandlungsanlagen an, rund 4 Mrd. € betreffen den Aufbau von Verwertungskapazitäten.

Nur zum Teil stellen diese Investitionsbedarfe Exportpotentiale für die deutsche Wirtschaft dar. Zwar sind von vornherein nur Anlagenteile und damit handelbare Güter berücksichtigt, dennoch wird ein Teil dieser Güter in den betrachteten Ländern selbst produziert werden; dieser Anteil wird von Land zu Land unterschiedlich hoch sein. Da zu den Importanteilen von Anlagenteilen für die Abfallentsorgung spezifische Informationen nicht verfügbar sind, wird hier von der gesamtwirtschaftlichen, auf das Bruttoinlandsprodukt bezogenen Importquote dieser Länder des Jahres 2004 ausgegangen. Allerdings sind im Bruttoinlandsprodukt sowohl handelbare als auch nicht handelbare Güter enthalten, während hier ausschließlich handelbare Güter erfasst sind, die zu einem höheren Anteil importiert werden. Außerdem kann damit gerechnet werden, dass im Laufe des Untersuchungszeitraums die internationale Arbeitsteilung weiter fortschreitet, sodass die Importquoten tendenziell steigen dürften. Aus diesen Gründen wurde hier angenommen, dass ein Anteil der ausländischen Nachfrage importiert wird, der der um den Faktor 1,4 erhöhten gesamtwirtschaftlichen Importquote der betreffenden Länder entspricht. Aufgrund dieser Überlegung kann erwartet werden, dass aus dem genannten Investitionsbedarf eine Importnachfrage in Höhe von gut 20 Mrd. € entsteht.

Nur ein Teil dieser Importnachfrage wird von deutschen Anbietern bedient werden, schon wegen Kapazitätsgrenzen, z.B. bei MV-Technik. Aus vom Niedersächsischen Institut für Wirtschaftsforschung (NIW) erstellten Handelsverflechtungstabellen umweltschutzrelevanter Güter liegen für den Bereich der Abfallentsorgung Lieferanteile Deutschlands an der Importnachfrage verschiedener Ländergruppen für 2004 vor.<sup>6</sup> Beispielweise zeigen diese Handelsverflechtungstabellen, dass Deutschland an den Importen der übrigen EU-15-Länder von Gütern, die für die Abfallentsorgung eingesetzt werden können, einen Anteil von rund 26% hatte, der entsprechende Anteil bei den

---

<sup>6</sup> Die vom NIW ermittelten Lieferanteile beziehen sich auf die Lieferungen der OECD-Länder, die allerdings über 95% der weltweiten Lieferungen ausmachen.

mittel- und osteuropäischen Aufholländern betrug 35,9%. Diese Lieferanteile werden zur Ermittlung der deutschen Exporte angewandt.

Die deutschen Exporte aufgrund der hier erfassten Investitionsbedarfe machen dann kumuliert über den 14-Jahreszeitraum 1997 bis 2020 5,7 Mrd. € zu heutigen Preisen aus. Durch diese Exporte werden in den Wirtschaftssektoren in Deutschland direkte und - unter Berücksichtigung der erforderlichen Vorleistungsgüterproduktion - indirekte Produktionswirkungen angestoßen. Die Branchen, die am stärksten profitieren, sind zum einen Bereiche der Investitionsgüterindustrie wie der Maschinenbau (19% der direkt und indirekt induzierten Produktion) und die Autoindustrie (9%). Aber auch Dienstleistungsbereiche wie der Handel (11%), DV-Dienstleistungen (10%) und unternehmensbezogene Dienstleistungen (6%) erfahren einen spürbaren Produktionsimpuls.

Für die Produktion dieser Exportgüter ist in Deutschland ein Arbeitseinsatz von insgesamt rund 70 Tsd. Personenjahren erforderlich. Im Durchschnitt des betrachteten 14-Jahreszeitraums werden dadurch also gut 5.000 Arbeitsplätze ausgelastet.<sup>7</sup> Von den Beschäftigungswirkungen entfallen rund 90% auf MVA/MBA-Anlagen. Der größere Teil der durch die Exporte induzierten Beschäftigung (fast 60%; gut 41 Tsd. Personenjahre) entsteht direkt durch die Produktion der Exportgüter. Die übrigen (rund 29 Tsd. Personenjahre) entstehen indirekt durch die Produktion der für die Exportgüterproduktion erforderlichen inländischen Vorleistungsgüter.

Die Beschäftigungswirkungen konzentrieren sich einerseits in Sektoren, die Güter herstellen, die im Schwerpunkt exportiert werden, vor allem im Maschinenbau, daneben auch in der Elektro- und der Mess-, Steuer- sowie Regeltechnik und im Fahrzeugbau. Außerdem werden aber auch hohe Beschäftigungswirkungen in einigen Dienstleistungssektoren, insbesondere dem DV-Dienstleistungssektor, den unternehmensbezogenen Dienstleistungen und dem Handel angestoßen. Daneben kommt es aufgrund der Vorleistungsflechtung der Wirtschaftssektoren, auch zu einer Beschäftigungszunahme in einem breiten Bereich anderer Bereiche.

---

<sup>7</sup> Dabei ist impliziert, dass bei diesen Arbeitsplätzen die durchschnittliche Arbeitszeit der übrigen Arbeitsplätze entspricht.

**Tab. 7-1 Nachfrage und Produktion aus den Exportpotentialen**

**Exportpotentiale**

***Nachfrage und Produktion***

Mrd. € zu heutigen Preisen  
im Zeitraum 2007 bis 2020

	Insgesamt	MVA/MBA	Verwertungsk.
Investitionsbedarfe in anderen Ländern	43,8	39,8	3,9
daraus resultierende Importnachfrage	20,5	18,5	1,9
davon von deutschen Anbietern geliefert	5,7	5,1	0,6

***Beschäftigung***

Tsd. Personenjahre  
im Zeitraum 2007 bis 2020

Insgesamt	70,3	62,7	7,6
direkt	41,4	36,9	4,5
indirekt	28,9	25,8	3,1
Insgesamt ausgelastete Arbeitsplätze im Durchschnitt des Zeitraums 2007-2020	5.020	4.479	543



## 8 Zusammenfassung

Die Abfallwirtschaft Deutschlands hat sich seit Mitte der 80er deutlich von einer Abfallbeseitigung hin zu einer ressourcen- und klimaschonenden Kreislaufwirtschaft entwickelt und ist damit Vorbild für viele Länder innerhalb und außerhalb Europas. Nicht nur die methodischen Ansätze einer Stoffstrombewirtschaftung dienen anderen Ländern als Vorbild, die Innovationen in Deutschland führten auch zu einer rasanten und tiefen Entwicklung von Behandlungstechniken und –technologien und damit entsprechenden Exporterfolgen.

In Deutschland sind etwa 250.000 Personen mittelbar oder unmittelbar in der Abfallwirtschaft tätig. Für einen Teilbereich der gesamten Abfallwirtschaft konnten im Rahmen dieser Studie Beschäftigungseffekte einzelnen abfallwirtschaftlichen Aufgabenstellungen zugeordnet werden. Beziffert wurden zudem die Beschäftigungseffekte, die aus Investitionen bzw. aus dem Betrieb und dem Unterhalt der Anlagen ableiten lassen. In welchen Bereichen der Abfallwirtschaft Deutschlands weshalb noch Investitionen in welcher Höhe notwendig werden, wurde im Rahmen der Potentialanalyse aus der abfallwirtschaftlichen Situation heraus begründet abgeleitet. Die größten Effekte sind dabei über die Errichtung und den Betrieb von Entsorgungsanlagen für die hausmüllähnlichen Gewerbeabfälle zu erwarten. Aus dem seit Mitte 2005 bestehenden Entsorgungsnotstand werden diese Investitionen in großem Umfang bereits derzeit getätigt. Weitere mit höheren Investitionen verbundene Entwicklungen in der Abfallwirtschaft Deutschland werden vor allem für die Bereiche Bauschutt, Bioabfall aus Haushalten und kommunale Klärschlämme erwartet.

Die Produktion dieser Nachfrage führt in Deutschland über den Gesamtzeitraum bis 2020 zu Beschäftigungswirkungen, die auf rund 250 Tsd. Personenjahre geschätzt werden.

In vielen Ländern der Europäischen Union muss die derzeitige Abfallentsorgung noch auf die gesetzlichen Anforderungen angepasst werden, in vielen weiteren Staaten verlangt die starke Wirtschaftsentwicklung entsprechende Investitionen. Die verfügbare Datenlage über die abfallwirtschaftliche Situation in den einzelnen Ländern ist meist schlecht. Selbst in einigen Ländern der EU beruhen die Zahlenangaben in den abfallwirtschaftlichen Statistiken nur auf Schätzungen. Trotzdem wurden im Rahmen dieser Studie für viele Länder und Regionen über die Prognose der Abfallmengenent-

wicklung und der fachlich als notwendig angesehenen Entwicklung der Abfallentsorgung für einen Zeitraum bis 2020 Investitionen in Behandlungstechnologien benannt.

**Tab. 8-1      Übersicht über die Effekte**

<b>Beschäftigte in Personen</b>	
Unmittelbare Beschäftigung	> 177.300
Beschäftigung durch Güterkäufe der Entsorgungswirtschaft im Inland	17.600
Beschäftigung durch Lieferung deutscher Entsorgungstechnik ins Ausland	5.000
<b>Zusammen</b>	<b>&gt;200.000</b>

Diese Schätzungen wurden konservativ vorgenommen. Sie beziehen sich zudem nur auf die Anlagenteile, d.h. handelbare Güter, und benennen keine Gesamtinvestitionen, da bspw. über reine Bauleistungen keine positiven Beschäftigungswirkungen für Deutschland zu erwarten sind. Abgeleitet aus der Importquote der einzelnen Länder für derartige Güter sowie der traditionellen Lieferanteile aus Deutschland an der Importnachfrage wurde die dadurch in Deutschland induzierte inländische Produktion mit den damit verbundenen Beschäftigungseffekten benannt.

Für die Produktion der prognostizierten Exporte ist ein Arbeitseinsatz von insgesamt 70 Tsd. Personenjahren erforderlich. Der mit fast 60% größte Anteil der durch die Exporte induzierten Beschäftigung entsteht direkt durch die Produktion der Exportgüter, die übrigen Beschäftigungswirkungen sind auf die Produktion der dafür erforderlichen Vorleistungen zurückzuführen.

Mit dieser vorliegenden Studie sollte in der kurzen Bearbeitungszeit war nur ein erster Überblick über die Thematik gegeben werden. Die ermittelten Beschäftigungseffekte sind daher mit entsprechenden Unsicherheiten verbunden und dürften in der Realität (deutlich) höher liegen. So war es nur im Ansatz möglich, die abfallwirtschaftliche Situation in anderen Ländern insbesondere außerhalb Europas aufzunehmen und die sich daraus ergebenden zu erwartenden Entwicklungen und Investitionsbedarfe. Die aus Statistiken vorliegenden Angaben zum Abfallaufkommen sind selbst für Staaten innerhalb Europas mit großen Unsicherheiten verbunden.

## Literatur

- (Alwast 2005), H. Alwast et al., Analyse und Darstellung des durch die TA-Siedlungsabfall und die Ablagerungsverordnung ausgelösten Investitionen sowie Arbeitsplatzeffekte, Studie der Prognos AG für das Umweltbundesamt, Dessau 2005 (= UBA-Texte 18/05)
- (Alwast, Thörner 2006), H. Alwast, T. Thörner, Entsorgungsmarkt Deutschland – Mengen, Behandlungskapazitäten, Preise, 2006
- (AvfallNorge 2006), [www.avfallnorge.no](http://www.avfallnorge.no)
- (Bagin 2006), W. Bagin, Gewerbeabfallentsorgung im Landkreis Böblingen. Beitrag zur gerechten Lastenverteilung zwischen Privathaushalten und Gewerbebetrieben, in: Müll und Abfall 10/06, S. 540-544
- (Both et al. 2005), G. Both, V. Karavezyris, H. Friedrich, W. Gotthard, M. Balhar, B. Gallenkemper, Status Quo der Gewerbe- und Baumischabfallaufbereitung in NRW. Müll und Abfall 12/
- (Bardt 2006), H. Bardt, Die gesamtwirtschaftliche Bedeutung von Sekundärrohstoffen, in: IW-Trends – Vierteljahreschrift zur empirischen Wirtschaftsforschung aus dem Institut der deutschen Wirtschaft Köln, Heft 3/2006
- (BMU 2006), Umweltbericht 2006. Umwelt – Innovation – Beschäftigung, Bonn Oktober 2006
- (Christiani 2006), J. Christiani, Möglichkeiten und Grenzen der Sortierung von Abfällen, in: Müll und Abfall 10/06, S. 532-536
- (Edler, Blazejczak 2006), D. Edler, J. Blazejczak, Aktualisierung der Beschäftigungszahlen im Umweltschutz in Deutschland für das Jahr 2004. Texte des Umweltbundesamtes 17/2006, Dessau.
- (EEA 2006), EEA European Environment Agency Report No. 7/2006, How much bioenergy can Europe produce without harming the environment?, download [http://reports.eea.europa.eu/eea\\_report\\_2006\\_7/en/eea\\_report\\_7\\_2006.pdf](http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2006_7/en/eea_report_7_2006.pdf)
- (EUROSTAT 2005) Waste generated and treated in Europe, Luxemburg 2005
- (EUWID 06/04), NRW: nach 2005 noch 22 Siedlungsabfalldeponien
- (EUWID 12/04), Serbien will Abfallwirtschaft ab 2007 grundlegend umstrukturieren
- (EUWID 31/04), TEV plant neue MVA in Trondheim
- (EUWID 47/04), Philippinen brauchen Investitionen für Bau und Betrieb von Deponien. BfAI-Bericht macht gravierende Mängel bei der Abfallentsorgung aus
- (EUWID 48/04), DA-DI-Werk setzt auf Biodegma-System
- (EUWID 18/05), Polen will Zuständigkeit der Entsorgung neu regeln
- (EUWID 28/05), Deponierung in Schweden 34% zurückgegangen
- (EUWID 32/05), Weichenstellung der Türkei löst Investitionen in Milliardenhöhe aus
- (EUWID 34/05), Großbritannien: Export steigt deutlich an
- (EUWID 36/05), VKU: Aktuelle Zahlen zu Mitgliedsunternehmen
- (EUWID 36/05), Große Kapazitätslücken vor allem für mittelkalorische Ersatzbrennstoffe
- (EUWID 39/05), Frankreich will Entsorgungspolitik neue Impulse verleihen
- (EUWID 42/05), Budapest vor neuer Herausforderung
- (EUWID 44/05), Großbritannien: 10 Mrd. Pfund an Investitionen erforderlich
- (EUWID 1\_2/06), Umsetzung der Altgeräte richtlinie in Großbritannien erneut verschoben
- (EUWID 3/06), Deponierichtlinie beginnt, Wirkung in Mitgliedstaaten zu zeigen
- (EUWID 04/06), Irische Umweltbehörde sieht Fortschritte bei Abfallverwertung

- (EUWID 04/06), Mehr Kapazitäten für Recycling von Kunststoffen in Polen benötigt. BfAI-Bericht spricht von teilweise erheblichem Nachrüstbedarf
- (EUWID 7/06), Einfache MBA könnten wichtige Rolle in Ost- und Südosteuropa spielen
- (EUWID 08/06), Deutlich mehr Altglas in Großbritannien verwertet
- (EUWID 08/06), Pläne für neue MBA in Wiltshire vorgestellt
- (EUWID 09/06), Auch BDE gegen Mischtonne für Altpapier
- (EUWID 13/06), Remondis nimmt neues Rückbauzentrum in Betrieb
- (EUWID 14/06), Deutliche Unterschiede in Europa bei der Verwertung von Kunststoffabfall
- (EUWID 14/06), BKB sieht Wachstumschancen auf dem EBS-Markt und im Ausland
- (EUWID 14/06), Deponiemengen in England 2004/05 gesunken
- (EUWID 15/06), Zehn Prozent mehr Altglas in Spanien 2005 recycelt
- (EUWID 16/06), Irland veröffentlicht Strategie für biologisch abbaubare Abfälle
- (EUWID 19/06), Klärschlammaufkommen könnte mittelfristig komplett verbrannt werden
- (EUWID 19/06), Private Entsorgungsunternehmen gewinnen in Tschechien Marktanteile
- (EUWID 20/06), Alba: Bald 30 Prozent der Berliner an trockene Wertstofftonne angeschlossen
- (EUWID 22/06), In den USA wird der überwiegende Teil der Abfälle noch deponiert
- (EUWID 22/06), Zuwachs, doch immer noch niedriges Niveau bei Flaschenrecycling in GB
- (EUWID 24/06), Ausländische Kunden verlangen Technik nach deutschem Standard
- (EUWID 25/06), Sita UK plant Müllverbrennungsanlage
- (EUWID 27/06), EBS-Experten empfehlen stärkere Ausrichtung an Verwertungstechnik
- (EUWID 27/06), Österreich: Großes Potenzial bei Umwelttechnologien
- (EUWID 27/06), Haushaltsabfälle in Norwegen gestiegen
- (EUWID 32/06), Umweltberater für Öffnung der Gelben Tonne
- (EUWID 38/06), Gelbe Tonne Plus: Erste Ergebnisse des Projektes in Leipzig positiv
- (EUWID 39/06), EU-Mitgliedsstaaten sollen das Abfallende mitgestalten können
- (EUWID 42/06), Polen muss bis 2014 Milliarden in seine Abfallwirtschaft investieren. Abfallwirtschaftsplan geht zwischen 2007 und 2014 von 8,4 Mrd. Zloty aus
- (EUWID 43/06), SOTEC erhält Auftrag für MVA in Luxemburg
- (EUWID 44/06), Saria erhöht Biodieselpkapazität durch die Anlage in Lünen auf 212.000 jato
- (EUWID 45/06), EGN investiert in Altgeräteaufbereitung
- (EUWID 45/06), Saria forciert Biogas-Aktivitäten
- (EUWID 48/06), Altgeräteaufkommen blieb deutlich hinter den Erwartungen zurück
- (EUWID 48/06), Abfall in China „überschreitet Niveau für sichere Behandlung und Beseitigung“. Rasches Wirtschaftswachstum verschlechtert Umweltbedingungen
- (EUWID 51\_52/06), Kassel will trockene Wertstofftonne testen
- (EUWID 51\_52/06), Refood weiht Niederlassung in Lampertheim ein
- (EUWID 51\_52/06), Zahl der in Deutschland geshredderten Karossen deutlich zurückgegangen
- (EUWID 51\_52/06), AVN lenkt Abfälle von Cröbern nach Zorbau um

- (Goldmann 1991) D. Goldmann, Mechanische Aufbereitung von Shredderleichtmüll und Demontageteilen aus der Autoverwertung, in Neue Konzepte für die Autoverwertung, VDI-Gesellschaft Fahrzeugtechnik, VDI-Berichte 934, VDI-Verlag 1991.
- (Goldmann 2006) D. Goldmann, Volkswagen AG, Persönliche Mitteilung vom 17. März 2006
- (Goldmann 2006b), D. Goldmann, telefonische Auskunft 12/06
- (Knappe et al. 2006) F. Knappe, A. Böß, H. Fehrenbach, J. Giegrich, R. Vogt, G. Dehoust, U. Fritsche, D. Schüler, K. Wiegmann, Stoffstrommanagement von Biomasseabfällen mit dem Ziel der Verwertung organischer Abfälle, Studie des IFEU-Institutes und Öko-Institutes für das Umweltbundesamt (FKZ: 205 33 313), Veröffentlichung vorgesehen
- (Kreh-Lanio et al. 2005), Entwicklung einer nationalen Strategie zur Reduzierung der auf Deponien abzulagernden Anteile an biologisch abbaubaren Abfallbestandteilen, Studie der SGS Institut Fresenius und der ICU Ingenieurconsulting für das Umweltbundesamt (FKZ 380 01 109), Taunusstein/Berlin 2005
- (Kumar 2005), Municipal Solid Waste Management in India: Present Practices and Future Challenge, aus: <http://www.adb.org/Documents/Events/2005/Sanitation-Wastewater-Management/paper-kumar.pdf>
- (Lang 1998), H.-P. Lang, Erfassung und Verwertung von Speiseabfällen, Vortragskript zur Veranstaltung „Speise- und Nahrungsmittelabfälle. Ein Markt mit Perspektive“, veranstaltet von MTE am 18.02.1998 in Oberhausen
- (Lebensministerium 2006) Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Österreich, Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2006, Wien 2006
- (Leible et al. 2003), L. Leible, A. Arlt, B. Fürniß, S. Kälber, G. Kappler, S. Lange, E. Nieke, C. Rösch, D. Wintzer, Energie aus biogenen Rest- und Abfallstoffen. Bereitstellung und energetische Nutzung organischer Rest- und Abfallstoffe sowie Nebenprodukte als Einkommensalternativen für die Land- und Forstwirtschaft – Möglichkeiten, Chancen und Ziele – , Karlsruhe 2003 (= Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse = Wissenschaftliche Berichte FZKA 6882)
- (Mendroch 2006), E. Mendroch, Bundesfachgruppenleiter der Gewerkschaft ver.di, persönliche Mitteilung
- (Müllhandbuch 2003), Liste der Professoren auf dem Fachgebiet der Abfallwirtschaft, in: Müllhandbuch, Lfg. 6/03
- (MUNLV 2005), Status quo der Gewerbeabfall- und Baumischabfallsortieranlagen in Nordrhein-Westfalen. In: <http://www.munlv.nrw.de/umwelt/abfall/gewerbeabfall/index.php>.
- (MUNLV 2006), Gewerbeabfallentsorgung in NRW seit dem 01. Juni 2005. Ergebnisse von zwei Umfragen bei Betreibern von Aufbereitungs- und Sortieranlagen, Düsseldorf 2006
- (Opphard, Schäfer 2006), K. Opphard, R. Schäfer, Veränderung der Entsorgungssituation für Gewerbeabfälle seit Juni 2005, in: Müll und Abfall 10/06, S. 519-521
- (Osyguß 2006) B. Osyguß, Die internationale Wertschöpfungskette von Gebrauchsgüterexporten aus Deutschland in Länder Westafrikas – am Beispiel des Exports von Altfahrzeugen. Diplomarbeit am Institut für Geographie Hamburg

- (Probst, Hurst 2006), U. Probst, M. Hurst, Zeit des Umbruchs bei Entsorgung und Recycling – Entwicklungen und Perspektiven aus Sicht der mittelständischen Entsorger, in: Müll und Abfall 10/06, S. 525-530
- (Ramesohl et al. 2006), S. Ramesohl, K. Arnold, M. Kaltschmitt, F. Scholwin, F. Hofmann, A. Plättner, M. Kalies, G. Schröder, W. Althaus, W. Urban, W. Burmeister, Analyse und Bewertung der Nutzungsmöglichkeiten von Biomasse. Untersuchungen im Auftrag von BGW und DVGW, Wuppertal 2006
- (Reinhardt 2004), T. Reinhardt, U. Richers, Entsorgung von Schredderrückständen – ein aktueller Überblick, Januar 2004 (Forschungszentrum Karlsruhe FZKA 6940)
- (Schweighofer et al 2005), J. Schweighofer, W. Frühwirth, W. Stark, Chancen österreichischer Unternehmen in der Abfallwirtschaft in Rumänien, Bulgarien, Kroatien und einigen Städten Russlands, Studie der GUA Gesellschaft für umfassende Analysen Wien, im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Arbeit, Wien 2005
- (UNEP 2006), Status der Abfallentsorgung in Südostasien, [http://www.unep.or.jp/ietc/publications/spc/State\\_of\\_waste\\_Management/9.asp](http://www.unep.or.jp/ietc/publications/spc/State_of_waste_Management/9.asp)
- (UNEP 2006) International Source Book on Environmentally Sound Technologies for Municipal Solid Waste Management, <http://www.unep.org.jp/ietc/ESTdir/Pub/MSM/index.asp>
- (UST 2006) Umhverfisstofnun, Waste management in Iceland, updated version Feb 2006, Reykjavik
- (VKS 2006) Verband kommunale Abfallwirtschaft und Stadtreinigung im VKU, VKS im VKU – Betriebsauswertung 2004. Ergebnisse der VKS im VKU-Umfrage zu Sammlung und Transport von Abfällen zur Beseitigung und zur Verwertung bei kommunalen Entsorgungsunternehmen, Köln 2006 (=VKS Information 64)
- (World Bank 2005), Waste Management in China: Issues and Recommendations, Mai 2005 = Urban Developing Working Papers East Asia Infrastructure Department World Bank, Working Paper No. 9 <http://siteresources.worldbank.org/INTEAPREGTOPURBDEV/Resources/China-Waste-Management1.pdf>