

Abfallwirtschaft in Entwicklungsländern

Abdallah Nassour

Universität Rostock, Lehrstuhl Abfallwirtschaft

1 Zusammenfassung

Das Thema Abfallwirtschaft beschäftigt z. Z. auch viele Entwicklungsländer und werden dringend angepasste kostengünstige Lösungen und Technologien gesucht. Es fehlen die Gesetze, das Know-how und die Finanzen, welche tatsächlich zum Aufbau eines nachhaltigen Abfallwirtschaftssystems notwendig sind. Die unsortierten Siedlungsabfälle und größten Teil der Sonderabfälle landen auf den unkontrollierten brennenden Deponien.

Das ist gut, dass dieses Thema auch in den Köpfen der Verantwortlichen ist. Viele Länder gründeten Umweltministerin oder Umweltämter und beschäftigen sich mit Aufbau von Organisationsstrukturen und Lösungskonzepte. Es wird bis jetzt in vielen Länder geglaubt, dass Abfallvorhaben über Verkauf der verwertbaren Fraktionen wirtschaftlich sind. Dafür muss noch viele Überzeugungsarbeiten geleistet werden, um diese falsche Theorie nachzuweisen.

Es gibt einen positiven Trend, die Zusammenarbeit mit der Privatwirtschaft insbesondere bei der Sammlung und Transport zu verstärken. Einige Städte haben dies mit Erfolg umgesetzt und dadurch bis 30 % Kosten gespart. Es wird erwartet, dass im Zukunft noch mehr wird, da die lokale Wirtschaft dieses Geschäftsfeld entdeckt hat und entsprechend der verfügbaren finanziellen Möglichkeiten bereit zu investieren. Die Beteiligung internationaler Firmen wird gesamte Sache noch mehr beschleunigen und bessere Qualitäten bringen.

Bei der Abfallverarbeitung ist es noch sehr viel Nachholbedarf, da die Gesetze und die Finanzen dazu fehlen. Bekannte Verfahren und Prozesse sind Handsortierung der Wertstoffe aus den Sammelbehälter oder Abkippstationen, Abkippen und zünden. Einige Länder haben durch Gelder der Hilfsorganisationen Sortier- und Kompostierungsanlagen und Deponien gebaut. Über Abfallgebühren kann man fast überall nicht reden auch nicht bei den Politikern „z. B. Ein Haushalt in Syrien bezahlt 3 €/a für die Abfallentsorgung“. Aber die Stadt Damaskus mit ca. 3 Mio. Einwohner bezahlt für die Abfallentsorgung im Jahr ca. 11 Mio. €. Teil der Städte in Ägypten sammeln z. Z. Teil der Abfallgebühren über Stromrechnung.

Fakt ist, es werden demnächst in den Entwicklungsländern viele einfache Deponien, Sortieranlagen, einfache Kompostierungsanlagen, Sonderabfallbehandlungsanlagen

gebaut. Die theoretische und praktische Bildung ist auch sehr aktuelles Thema und kann Deutschland einen Beitrag leisten.

2 Auswertung zum Stand der Abfallwirtschaft in den Entwicklungsländern

2-1 Literaturlauswertung

Anhand von verschiedenen Diplom- und Promotionsarbeiten wurde Ist-Stand der Abfallwirtschaft in ausgewählten Städten untersucht. Weiterhin erfolgte eine ausführliche Literaturlauswertung, um einen gesamten Überblick zu schaffen. Die wichtigsten Ergebnisse sind in den folgenden Gesichtspunkten dargestellt:

- Die vorherrschende Methode für Abfallbeseitigung in Afrika ist unkontrolliertes offenes Abladen. Südafrika war 1994 die einzige afrikanische Nation mit Bestimmungen, die Ablagerung von festem Abfall regulierten (Johannessen und Boyer 1999). Südafrikas Minimalerfordernisse setzen korrektes Sickerwassermanagement und die Wichtigkeit der Standortauswahl als Schwerpunkte. Nur Deponien in nassen klimatischen Regionen sind mit Basisabdichtung ausgerüstet und praktizieren Sickerwassersammlung und -behandlung.
- Die meisten Deponien in Afrika gehören der kommunalen Regierung und werden von privaten Auftragnehmern gebaut und betrieben. Nur die Deponien in Südafrika verlangten Kippgebühren (Johannessen and Boyer 1999).
- Fast alle Deponiestandorte in Asien besitzen undurchlässige Basisabdichtungen. Es erfolgt Sickerwassersammlung und -behandlung in irgendeiner Form (z.B. Durchlüftung, Verdunstung, Kreislaufführung) (Johannessen and Boyer 1999). Die Deponiebetreiber besitzen keine entsprechende Ausbildung oder ausreichende Gelder, um die Ausrüstung zu betreiben. Die Deponien in Asien gehören der lokalen oder regionalen Regierung, wobei zunehmend private Gesellschaften die Deponien betreiben unter kurzfristigen Verträgen (1-5 Jahre). Die Wirkungen der Abfallbeseitigung auf die Umwelt werden selten von den kommunalen Verwaltungen überwacht (Johannessen und Boyer 1999). Niedrige Preise und Schwierigkeiten mit vertraglichen Vereinbarungen mit Stromgesellschaften verhindern die Ausnutzung des Deponiegases für Elektrizitätserzeugung (Johannessen und Boyer 1999).

- In Lateinamerika wurde die Wichtigkeit korrekter Abfallbeseitigung erkannt, aber viele Länder in der Region haben unzureichende Gesetze, Bestimmungen und Richtlinien. Sickerwasserbehandlungsmethoden reichen von fortschrittlicher physiko-chemischer und biologischer Behandlung in Argentinien und Brasilien bis zu Teichbehandlung und verbesserten Verdunstungsmethoden in Chile. Sickerwasserkreislaufführung ist ebenfalls eine verbreitete Praxis überall in der Region. Die meisten Bestimmungen in Lateinamerika erfordern passive Entlüftung der Deponiegase mittels Schächten, die sich im Abfallkörper befinden. Chile hat die erfolgreichsten Beispiele für Verwendung des Deponiegases. Kommunale Verwaltungen überwachen sowohl öffentlich als auch privat betriebene Deponien. Zunehmend wird der private Sektor in Lateinamerika mit Abfallbeseitigungsverantwortungen verbunden. Private Firmen betreiben Deponien üblicherweise unter Konzession von 10-30 Jahren (Johannessen and Boyer 1999).
- In Indien wird der Siedlungsabfall in Städten von den Gemeindeverwaltungen gesammelt und zu bestimmten Entsorgungsstandorten in tiefgelegenen Bereichen an den Stadträndern transportiert. Die jährliche feste Abfallerzeugung in indischen Städten ist von 6 Millionen Tonnen im Jahr 1947 bis auf 48 Millionen Tonnen im Jahr 1997 gestiegen. Bis 2047 wird eine Zunahme auf 300 Millionen Tonnen pro Jahr erwartet (CPCB 2000). Die Sammlung, der Transport und die Entsorgung von Siedlungsabfällen in Indien sind chaotisch. Unkontrolliertes Abladen von Abfall an Stadträndern hat überlaufende Dumps geschaffen, welche ernste Umweltauswirkungen in bezug auf Bodenwasserverschmutzung haben und zum Treibhauseffekt beitragen. Unkontrolliert brennende Müllhaufen führen auch zu schwerer Luftverschmutzung in den Städten. Gegenwärtig existieren keine hygienischen Deponien, der meiste Abfall, ob kommunal oder aus Krankenhäusern, wird in offenen Bereichen abgelagert ohne jegliche Vorsorge für Basisabdichtung, Sickerwassersammelungs- und Behandlungssysteme oder Gassammelungssysteme (Gupta et al. 1998).
- Über 50 % des kommunalen festen Abfalls einer durchschnittlichen Entwicklungsländerstadt könnten ohne weiteres kompostiert werden. Trotz der relativen Einfachheit von Kompostierung, ihrer Eignung für Entwicklungsländer und ihres zwingenden ökonomischen und Umweltnutzens ist die Kompostierung in Entwicklungsländern nicht weit verbreitet (Hoornweg et al. 1999). Die meisten der in Afrika, Asien und dem Nahen Osten in den 1970er und 1980er installierten gro-

ßen mechanischen Kompostieranlagen blieben jedoch nicht mehr als einige Jahre erhalten (Furedy 2002). Viele Projekte, die in den letzten Jahrzehnten initiiert wurden, schlugen aufgrund von unpassender Technologie, Qualitätsmängeln der Zufuhrmaterialien, Mangel an Personalschulung und Ausbildung, Instandhaltungsmängeln, hohen Betriebskosten, offensiver Geruchsbildung, unzulänglicher Krankheitserreger- und Unkrautunterdrückung, schlechtem Marketing für das Endprodukt und Mangel an Kooperation von öffentlichen und kommunalen Regierungen fehl (UNEP Anonym 2000a). Eine Beurteilung von kleinmaßstäblichen Kompostierungsprojekten in Entwicklungsländern zeigte, dass Kompostierung eine wichtige Reduzierung von Siedlungsabfällen erreichen und zur Nachbarschaftsumgebung beitragen kann (Hoornweg et al. 1999).

- Der hohe organische Gehalt im Siedlungsabfall von Entwicklungsländern ist für die Kompostierung ideal. Jedoch enthält der kommunale Abfallstrom auch Glas, Plastik, Metalle und gefährliche Materialien, die den fertigen Kompost kontaminieren können. Verunreinigende Stoffe vom Rohstoff am Kompostierungsstandort zu trennen, ist ineffizient, da zusätzlicher Arbeitsaufwand, Platz und Zeit erforderlich sind. Zudem ist es wahrscheinlich, dass viel von der Verschmutzung den organischen Anteil schon beeinflusst hat.
- Schätzkosten für Sammlung (US\$3.6/Tonne), Umschlag (US\$3.6-4.2/Tonne), Entsorgung (US\$2.4-3.6/Tonne) und Gesamtkosten (**US\$9.6-11.4/Tonne**) (Johannessen und Boyer 1999)
- In vielen Entwicklungsländern ist gegenwärtig die Kostendeckung sehr schwach (oft <10%). Die Kippgebühren decken nur einen Teil der Kosten, die durch die Abfallbeseitigung verursacht werden. Die vollen Kosten sind normalerweise den Ortsbehörden unbekannt (Johannessen und Boyer 1999). Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Kippgebühren in Entwicklungsländern:

Tab. 1 Kippgebühren in Entwicklungsländern Daten 1994 (Johannessen & Boyer 1999)

Land	Kippgebühren \$/Tonne	Land	Kippgebühren \$/Tonne
Argentinien	5-18	Mexiko	4-17
Chile	5-17	Südafrika	12
Brasilien	5-18	Peru	5
Kolumbien	11	Indonesien	9

2-2 Abfallwirtschaft der Stadt Damaskus in Syrien

Sie hat eine geschätzte Bevölkerungszahl von 2,5 Millionen, weitere 1.5 bis 2.5 Millionen Menschen leben im Großraum Damaskus. Die Regierung ist der hauptsächliche Arbeitgeber in Syrien, ungefähr eine Millionen Personen in Syrien und 200.000 Personen in Damaskus werden von der Regierung beschäftigt. Über 97% dieser Angestellten werden mit weniger als 154 € pro Monat entlohnt. Kommunale Steuern hängen ab von der ökonomischen Situation des Stadtviertels (Bobzin 2002).

Zur Zeit ist das Governorate Damaskus das einzige Governorate in Syrien welches ein separates Direktorate für Stadtreinigung unterhält, ca. 3.500 Menschen werden von diesem Direktorate beschäftigt. Ca. 2.500 dieser Personen sind als Straßenreiniger beschäftigt. Das Direktorat ist verantwortlich für das gesamte Abfallmanagement vom Anfallpunkt bis zur Deponierung der Abfälle Straßenreinigung, Abfallsammlung, Transport des Abfalls und anschließende Entsorgung). Das Direktorate für Fahrzeuge ist verantwortlich für alle Fahrzeuge des Governorates, einschließlich der Müllsammelfahrzeuge und der Straßenreinigungsfahrzeuge.

- Abfallmengen und -zusammensetzung

Es wird geschätzt, dass die 2,5 Millionen Bewohner des Governorates Damaskus Stadt ca. 1000 bis 1200 t an Hausmüll und hausmüllähnlichem Gewerbeabfall pro Tag erzeugen. Dies entspricht einer Menge von 0,4 bis 0,5 kg pro Einwohner und Tag. Der Siedlungsabfall enthält normalerweise Geschäftsabfälle plus einige landwirtschaftliche und kleinindustrielle Abfälle aus. Die gesamte Abfallmenge der Stadt Damaskus wird mit ca. 400.000 Mg im Jahr eingeschätzt, deren Zusammensetzung ist im folgenden Diagramm veranschaulicht.

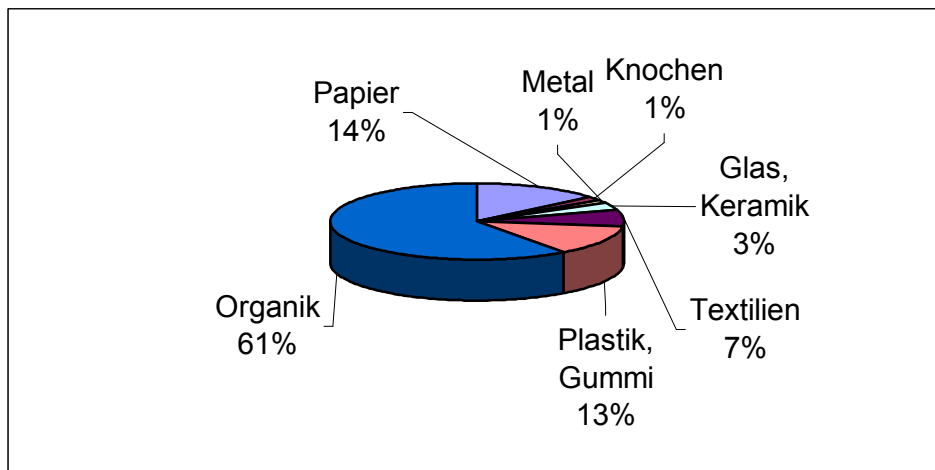


Abb. 1 Zusammensetzung der Abfälle der Stadt Damaskus

Die Kommunen in Syrien geben nur sehr wenig für Abfallmanagement aus, normalerweise nur die Sammelkosten. Das Governorate von Damaskus Stadt gibt verhältnismäßig viel aus, ein entsprechenden Service inklusive einer Hausmülldeponie wird angeboten, aber selbst diese Kosten sind mit ungefähr 4 EUR pro Person und Jahr im internationalen Vergleich sehr gering.

- **Abfallsammlung und -transport**

Wegen der großen Distanz der Deponie und Abfallbehandlungsanlage zur Stadt betreibt die Stadtreinigung eine Transferstation seit mehr als zehn Jahren. Die Gemeinden des Governorate Damaskus Rif haben für die Deponierung von Abfällen auf der städtischen Deponie 0,8 € pro m³ zu bezahlen. Auf der Transferstation wird der Abfall auf 25m³ Trucks umgeladen. Diese Trucks gehören einem privaten Unternehmer, der für den Transport jährlich 700.000€ (1,74€/t) jährlich erhält.

- **Abfallbehandlungsanlage und Deponie**

Die Abfallbehandlungsanlage und die angeschlossene Deponie sind ca. 35 km im Südosten der Stadt angesiedelt. Diese Anlagen befinden sich im Governorate Damaskus Rif. Die Deponie wird seit 20 Jahren betrieben. Sie hat eine geschätzte Fläche von 55 ha. Der abgelagerte Abfall wird täglich mit Bodenmaterial abgedeckt. Abfälle aus Großindustrie und Schlachthäusern wird normalerweise direkt zur Deponie durch privatbetriebene Fahrzeuge transportiert. Es werden keine Problemabfälle vor der Deponierung von den Abfällen getrennt. Neben der Hausmülldeponie betreibt das Direktorate eine Boden- und Bauschuttdeponie seit ca. 20 Jahren. Diese Deponie befindet sich im Nor-

den von Damaskus auf den Qassyun Bergen. Die Benutzung dieser Deponie ist kostenfrei.

Plastik und Metalle werden auf der Deponie von privaten Sammlern von den abgelagerten Abfällen getrennt. Etwa die Hälfte des häuslichen Abfalls wird auf der Deponie ohne jegliche Behandlung deponiert, die andere Hälfte wird in der Abfallbehandlungsanlage behandelt.

Die Abfallbehandlungsanlage hat eine Kapazität von ca. 700 t/d, zur Zeit werden allerdings nur ca. 500 t/d behandelt. Wegen des Transportes der Abfälle über die Transferstation zur Abfallbehandlungsanlage ist eine Differenzierung des Eingangsmaterials für die Abfallbehandlungsanlage nicht möglich. Daher werden die ersten 500 t die bei diesen Anlagen ankommen in der Abfallbehandlungsanlage behandelt. Die Abfallbehandlungsanlage wurde im Jahr 1991 von der Schweizer Firma Bühler errichtet. Die Abfallbehandlungsanlage wird an sechs Tagen in die Woche im Einschichtbetrieb betrieben.

Ca. 1,5 % des Eingangsmaterials bestehen aus Eisenmetallen. Dieses Material wird im Stahlwerk in Hama eingesetzt. Im Tausch hierzu erhält die Abfallbehandlungsanlage Bewehrungsstahl. Dieser Stahl wird für die Herstellung der Belüftungsböden eingesetzt.

Die Fraktion größer 60 mm wird gepresst und auf der Deponie entsorgt.

Die Fraktion kleiner 60 mm wird für 36 Tage kompostiert. Dieses Material wird mit zwei Austragsbändern auf vier Mieten verteilt. Die Länge dieser Mieten beträgt ca. 200m. Jeden sechsten Tag werden diese Mieten mittels Mietenwender gewendet. Nach 6 Wendungen (entsprechend 36 Tagen) wird das kompostierte Material auf drei Förderbänder verbracht und durch diese zur Endbehandlung transportiert. Während des Kompostierungsprozesses ist es möglich das Material zu belüften und zu bewässern. Die Belüftung des Materials über die Belüftungsböden erfolgt nur innerhalb der Winterzeit zur Trocknung des Materials. Die Bewässerung des Materials erfolgt sobald der Feuchtegehalt des Materials unter 36% fällt. In der abschließenden Behandlung wird der Kompost gesiebt. Die Fraktion kleiner 20mm wird für 4 € pro m³ für landwirtschaftliche Zwecke verkauft. Die Fraktion größer 20 mm wird auf der Deponie entsorgt. Im Anschluss an die Kompostierung erfolgt eine einmonatige Nachbehandlung des Komposts. Ca. 40% des Eingangsmaterials wird so zu Kompost. Die anderen 60% sind Rotteverlust, Feuchtigkeitsverlust Eisenmetalle und deponierter Restmüll. Die Abfallbehandlungsanlage produziert ca. 82.000 t Kompost pro Jahr und 40.000 t an Eisenschrott pro Jahr.

Die Deponie ist im Vergleich zum Stand der Deponien in den Entwicklungsländern sehr gut, da ausreichende Deponietechnik vorhanden sind und die Deponieleitung sehr engagiert ist und verfügt über gutes Fachwissen. Die Abfälle werden jeden Tag mit Sand abgedeckt und komprimiert. Die Stadt plant die Deponiegasnutzung mit Sickerwasserkreislauf und Errichtung einer Sortieranlage, um organische Fraktionen zur Herstellung vom Kompost sowie recycelbare zu sortieren und vermarkten.

- **Recycling von sortierten Abfälle in Damaskus**

Gesammelte Materialien sind Papier und Pappe, Plastik, Glas, Brot und Metalle. Verschiedene Arten der Sammlung können in Damaskus beobachtet werden. Vom Department für Stadtreinigung wurde das Recht auf Sammlung von recycelbaren Materialien auf der Hausmülldeponie an eine private Unternehmung verkauft. Die Firma bezahlt ca. 1.400€ pro Monat. Die Firma beschäftigt 25 Personen, die mit der Sammlung von verschiedenen Sorten zum Recycling, beschäftigt sind. Neben Arbeitssicherheitsproblemen gibt es Probleme mit der Effizienz und der Systematik der Sammlung. Neben der offiziell akzeptierten Sammlung von recycelbaren Materialien, können weitere Methoden beobachtet werden.

- Sammlung von altem Brot zur Fütterung von Tieren
- Sammlung von Aluminiumdosen in der Cafeteria der Universität
- Sammlung durch Straßenreiniger und das Personal der Müllsammelfahrzeuge
- Sammlung durch kleine Fahrzeuge und Kinder mit Sackkarren (Papier und Pappen)
- Sammlung durch Fahrradfahrer die von Müllcontainer zu Müllcontainer fahren um recycelbare Materialien zu sammeln
- Sammlung von Metallen und Abgabe an spezielle Metallverwerter
- Sammlung von Altreifen für die Herstellung von Körben für Früchte, Nüsse und Obst

Exakte Daten über die Mengen der privat gesammelten Materialien sind nicht erhältlich, aber es ist zu erwarten, dass diese Sammlungen einen gewissen Einfluss auf die Zusammensetzung des Hausmülls haben. Während eisenhaltige Metalle zur einzigen syrischen Stahlfabrik nach Hama verkauft werden, werden Nichteisenmetalle an private Hochöfen verkauft, die sich über ganz Syrien verteilen. Plastik wird sortiert, gereinigt und granuliert. Das granuliert Plastik wird verwendet für die Produktion von Bewässerungsrohren, Schuhen, Schuhsolen und anderen minderwertigen Produkten. Glas wird

in den privat betriebenen Glasmanufakturen verwendet. Diese Manufakturen bezahlen bis zu 20 €/to für das Rohmaterial. Etwa 10 solcher Glasschmelzen werden im Großraum Damaskus betrieben. Die größte hat eine Kapazität von ca. 2,5t/d. Während gebrauchtes Glas in den Staatsbetrieben nicht zum Einsatz kommt, wird in den privat betriebenen Glasschmelzen ausschließlich gebrauchtes Glas eingesetzt. Papier und Pappe wird in Papierfabriken zur Herstellung von Pappen und zur Produktion von Eierkartons eingesetzt. In der Vergangenheit musste gebrauchtes Papier aus dem Ausland (insbesondere Italien und Libanon) importiert werden um den Bedarf der syrischen Papierhersteller zu decken. Um diese teuren Importe zu vermeiden hat die Papierfabrik in Aleppo, Sammelzentren überall in Syrien eingerichtet. Die Fabrik bezahlt bis zu 80 € pro Tonne für gebrauchtes Papier, in Abhängigkeit von der Distanz zur Papierfabrik. Die Papierfabrik wurde im Jahre 1989 mit einer Kapazität von 20 Tonnen pro Tag errichtet. Die Kapazität wurde seitdem auf 100 Tonnen pro Tag erweitert. Ca. 40 Papierfabriken befinden sich zur Zeit in Syrien, mit einer Gesamtleistung von ca. 150 t Pappe pro Tag.

- **Abfallgebühren und Kosten**

Als Beispiel zur Verdeutlichung eines Vergleiches der Abfallgebühren zwischen der Stadt Damaskus in Syrien, die tatsächlich viel Geld zur Stadtreinigung und Abfallentsorgung investiert, ist die nachfolgende Gegenüberstellung erarbeitet.

Tab.2: Vergleich Abfallgebühren Freistaat Sachsen und Stadt Damaskus in Syrien

	Freistaat Sachsen	Damaskus
Einkommen einer 4 Personenfamilie im Jahr (brutto) in €	24000	1600
Gebühren für Abfall je Haushalt und Jahr	200	3
Abfallgebühren/Einkommen	0,0083	0,00187
Anzahl der Haushalte (2,5 Mio. / 4 Personen)	625.000 Haushalte	

Die Bürger in Freistaat Sachsen bezahlen für die Abfallgebühren ca. 4,4 fach mehr als Bürger in Damaskus im Vergleich zum Jahresaufkommen. Wenn die Bürger in Damaskus die gleichen Prozente wie in Deutschland bezahlen würden, würde die Kosten für

Stadtreinigung und Abfallsammlung und –transport nicht gedeckt. Abbildung zeigt die Finanzierungssituation der Abfallwirtschaft in der Stadt Damaskus.

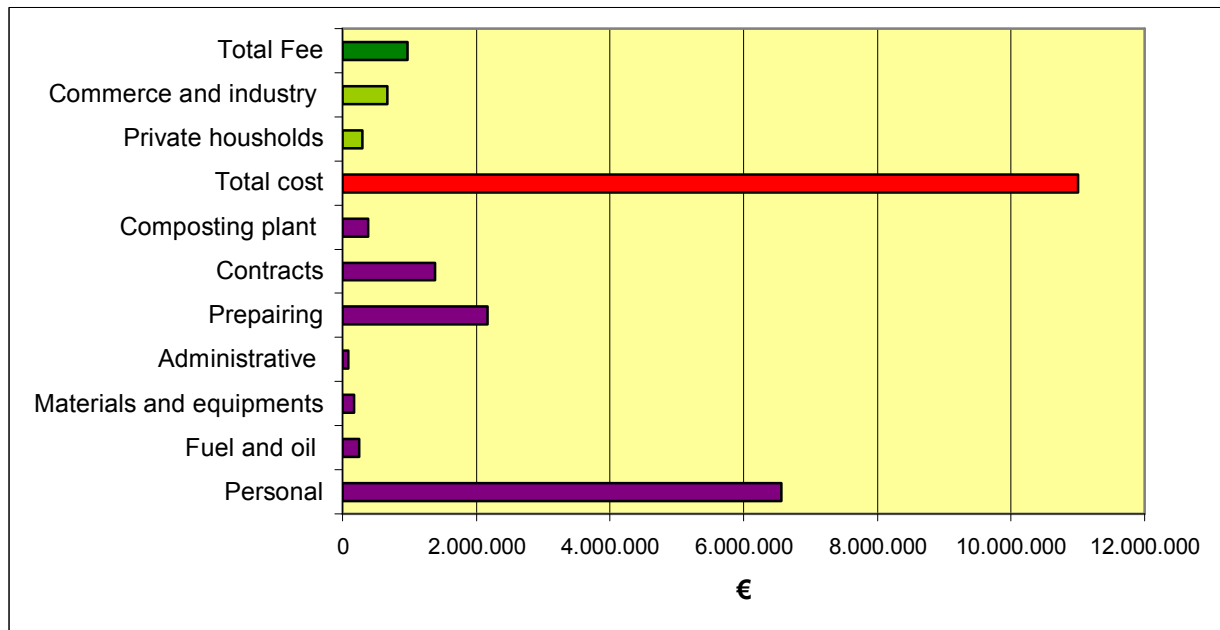


Abb. 2 Kostenstruktur der Abfallwirtschaft in der Stadt Damaskus (Beu 2004)

3 Reform der Abfallwirtschaft in den Entwicklungsländern

Ein nachhaltiges Abfallwirtschaftssystem dient der Verbesserung der Umweltsituation, dem Schutz der Naturressourcen und der Minderung der Gesundheitsgefährdung. Die wissenschaftlichen Grundlagen aus den durchgeführten Forschungsarbeiten, unter unterschiedlichen klimatischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen, und die gewonnenen praktische Erfahrungen durch Pilotprojekte oder realisierte Abfallwirtschaftssysteme, können die Grundsätze für Reformen der Abfallwirtschaft in den Entwicklungsländern sein. Die Abbildung 3 stellt die Hauptelemente zur Erreichung und Aufbau eines umweltgerechten und langfristigen und Abfallwirtschaftssystems. Die wesentlichen Bausteine und Grundlagen sind:

- Abfallvermeidung ist das oberste Ziel eines umweltgerechten Abfallwirtschaftskonzeptes. Die zu transportierende und zu deponierende Restabfallmengen sollen gering wie möglich sein. Durch eine getrennte Sammlung verwertbarer Stoffe können die Abfallmengen reduziert und die Erfassungsquote von Wertstoffen erhöht werden.

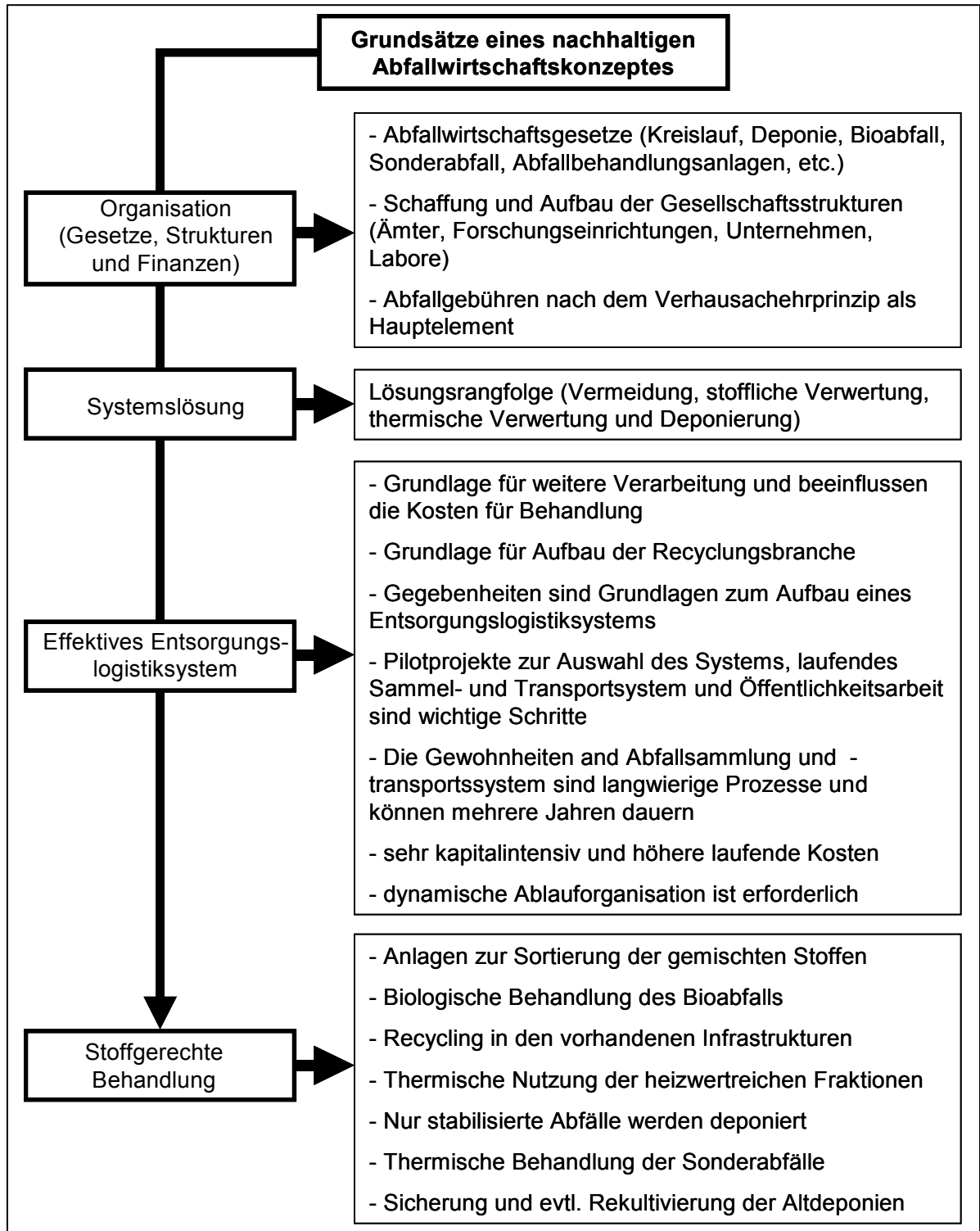


Abb.3 Grundsätze eines nachhaltigen Abfallwirtschaftssystems (Nassour 2004)

Die EU-Deponieverordnung schreibt vor, dass alle Abfälle vor der Deponierung zu behandeln sind. Weiterhin ist der Anteil der im Abfall enthaltenen Organik schrittweise zu reduzieren. Damit sollen die zu deponierenden Abfallmengen, die Gasbildung und die Sickerwasserkonzentrationen reduziert werden. Bei einer weitgehenden Abtrennung der Organik bzw. einer Stabilisierung des Abfalls kann der Aufwand für Deponieentgasung und Sickerwasserbehandlung deutlich reduziert werden. Einfache Systeme wie Methanoxidationsschichten oder Pflanzenkläranlagen können dann eingesetzt werden. Für die Reduzierung des biologisch abbaubaren Anteils im zu deponierenden Restabfall wird die Trennung und Behandlung in Mechanisch-Biologische Restabfallbehandlung vorgeschlagen.

- Eine Nutzung des im Restabfalls enthaltenen energetischen Potentials wird angestrebt. Die zu deponierenden Restabfallmengen können weiter reduziert werden, wenn heizwertreiche Fraktionen abgetrennt und in örtlichen Industrieanlagen (z.B. in Zementwerken, Kraftwerken oder spezielle Verbrennungsanlagen) energetisch genutzt werden.
- Nach den Erfahrungen in Deutschland können bis ca. 60 – 80 % der Kosten eines Abfallwirtschaftskonzeptes in der Entsorgungslogistik anfallen. Deshalb ist die Entwicklung eines bezahlbaren und effektiven Entsorgungslogistiksystems von großer Bedeutung. Es soll je nach Stadtgebiet, Landgebiet, Entfernung und Straßengegebenheiten die optimale realisierbare Variante durchgeführt werden.
- Das Thema Deponierückbau gewinnt in Westeuropa aufgrund der unkontrollierbaren Umweltprobleme und der langfristigen Betriebs- und Nachsorgekosten zunehmend an Bedeutung. Trotz der Maßnahmen Abfallvermeidung, Verwertung und Behandlung bleibt die Deponie aber ein wichtiger Bestandteil der Abfallwirtschaft. Eine zukunftsfähige Deponietechnik unterscheidet sich jedoch von der heutigen Praxis. Das biologisch abbaubare Potential und der Anteil verwertbarer Fraktionen soll gesenkt werden.
- Das Konzept soll die Entsorgungswirtschaft sichern und die dringenden Probleme lösen. Lösungen, welche speziell bestimmte Zeiten und Erfahrungen benötigen, können durch Modellprojekte getestet und langsam eingeführt werden.

Vorschläge für Lösungsansätze sind:

- Gesetze, Organisation, Verantwortung
- Einführung der Abfallgebühren und Regelung der Finanzen
- Stoffstromorientierte und finanzgerechte Entsorgungslogistik
 - Einführung der getrennten Sammlung nach dem Prinzip „Nass oder Trocken“,
 - Nicht Umladestation sondern Sortieranlagen zur Steuerung der verwertbaren und nicht verwertbaren Stoffgruppen,
 - Optimierung, Anpassung und Auswahl eines geeigneten Entsorgungssystems durch Pilot- und Testvorhaben für relevante Teilstädte,
 - Integration der Privatwirtschaft aus finanziellen und organisatorischen Aspekten,
 - Angepasste Systeme für den ländlichen Raum,
 - Unterstützung des Rückgabesystems für ausgewählte Wertstoffe (Glas, PET-Flaschen, Metalle, Papier, etc.),
- Errichtung der stofflichen und thermischen Verwertungsanlagen
- Errichtung einer geordneten Deponie
- Ausbildung und Öffentlichkeitsarbeit
- Errichtung der Sonderabfallbehandlungsanlagen

3 Literatur

- | | | |
|------------------------------|-------------|--|
| Hoornweg, D., et. Al | 1999 | Composting and its Applicability in Developing Countries". Urban and local Government Working Paper Series #5, World bank, Washington, DC |
| Gupta s et. Al. | 1998 | Solid Waste management in India: Options and Opportunities Resources, Conservation and Recycling 24(2): pp. 137-154 |
| Johannessen and Boyer | 1999 | Observations of solid Waste Landfills in Developing Countries: Africa, Asia and Latin America". Urban and Local Government Working Paper Series #3, world Bank, Washington, DC |

- | | | |
|-------------------------|-------------|--|
| CPCB | 2000 | Management of Municipal Solid Waste. Delhi: Central Pollution Control Board |
| Furedy, C. | 2002 | Urban Waste and Rural Farmers: Enabling Low-Cost Organic Waste Reuse In Developing Countries. Published by City Farmer, Canada's Office of urban Agriculture |
| UNEP Anonym | 2000 | Newsletter and Technical Publications "Municipal Solid Waste Management" Solid Waste Management Sourcebook/1.4.4 Example of sound practice. Available from the UNEP Homepage:
http://www.unep.or.jp/ietc/EST |
| Lars Bobzin | 2002 | Lösungsansätze für die Abfallwirtschaft in Damaskus, Universität Rostock, Lehrstuhl Abfallwirtschaft, Diplomarbeit |
| Johannes Beu | 2004 | Kennzahlen der Abfallwirtschaft in Damaskus, Universität Rostock, Lehrstuhl Abfallwirtschaft, Projektarbeit |
| Abdallah Nassour | 2004 | Abfallwirtschaft in Entwicklungsländer, Universität Rostock, Lehrstuhl Abfallwirtschaft, Habilitationsmanuskript |

Anschrift des Verfassers

Dr.-Ing. Abdallah Nassour
Universität Rostock, Lehrstuhl Abfallwirtschaft
Justus von Liebig Weg
18051 Rostock
Telefon (0381 498 2156)
Email: abdallah.nassour@auf.uni-rostock.de
Website: www.uni-rostock.de