

Abfallwirtschaft im Großherzogtum Luxemburg

Restabfallanalyse 2009/10 im Großherzogtum Luxemburg

Band 1: Kompendium



I M P R E S S U M

BEAUFTRAGUNG	Administration de l'environnement Division des Déchets <i>Serge Less (ingénieur première classe)</i> 16, rue Eugène Ruppert L-2453 Luxembourg Tel.: (00352) 40 56 56 - 1 Fax: (00352) 49 62 56		
AUSFÜHRUNG	ECO-Conseil S.à r.l. 18, avenue Marie-Adélaïde L-5635 Mondorf-les-Bains Tel.: (00352) 26 67 55 – 01 Fax: (00352) 26 67 55 – 20 E-mail: econseil@pt.lu		
BEARBEITUNG	Dipl.-Ökonom	Hans-Jürgen Beyer	(Projektverantwortlicher)
	Dipl.-Ing. (FH)	Ralf Gratz	(Projektdelegierter)
	Dipl.-Ing. agr.	Gerd Winter	(Projektdelegierter)
	Dipl.-Geograph	Armin Krämer	(Projektdelegierter)
AUSFERTIGUNG	September 2010		

Alle Rechte, einschließlich derjenigen der photomechanischen Wiedergabe und des auszugsweisen Nachdruckes, vorbehalten.

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100% Altpapier

Abfallwirtschaft im Großherzogtum Luxemburg

Restabfallanalyse 2009/10 im Großherzogtum Luxemburg

Eine Maßnahme im Auftrag der Umweltverwaltung

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

Vorwort

Bevor Sie weiterblättern ...

Abkürzungen

1	EINLEITUNG	9
1.1	Anlass und Erkenntnisinteresse der Studie	9
1.2	Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes	9
1.3	Methodik und Berichtsaufbau	10
1.4	Anmerkungen zum Wesen einer Restabfallanalyse	11
2	PROJEKTIMPLEMENTIERUNG	12
2.1	Grunddatenaufnahme zur Entwicklung einer Beprobungsplanung	12
2.1.1	Skizzierung der Raum-, Bevölkerungs- und Abfallwirtschaftsstrukturen im GDL	12
2.1.2	Statistische Grundlagen	12
2.2	Gewinnung der zu untersuchenden Restabfallchargen	13
2.2.1	Beprobungsherleitung	13
2.2.2	Probenmanagement	16
2.3	Restabfallsortierung	18
2.3.1	Beschreibung der sortierungsbezogenen Ablauforganisation	18
2.3.1.1	Hauptsortierung	18
2.3.1.2	Nachsortierungen	21
2.3.2	Datenmanagement	26
3	ERGEBNISSE	27
3.1	Sortierleistung	27
3.2	Stichprobenbezogene Restabfallzusammensetzung	28
3.3	Modell zur Abschätzung einer repräsentativen Restabfallzusammensetzung im GDL	29
3.3.1	Vorbemerkungen und Prämissen	29
3.3.2	Schätzstufen I und II: Übernahme und Standardisierung der stichprobenbezogenen Sortierdaten	30
3.3.3	Schätzstufe III: Gewichtung der standardisierten stichprobenbezogenen Sortierdaten	30
3.3.4	Schätzstufe IV: Umlage von Bioabfallanteilen aus den Siebfractionen	31
3.3.5	Schätzstufe V: Minimierung der Reststoffanteile	32
3.3.6	Schätzstufe VI: Ermittlung absoluter und spezifischer Restabfallaufkommenswerte	32
3.3.7	Modellkritik und Datenhandhabung	34
4	DATENANALYSEN	34
4.1	Restabfallentwicklung 2004 – 2009 im GDL	34
4.1.1	Restabfallaufkommen	34
4.1.1.1	Vorbemerkungen	34
4.1.1.2	Dokumentation und Bewertung	35
4.1.2	Restabfallzusammensetzung	37
4.1.2.1	Vorbemerkungen	37
4.1.2.2	Gegenüberstellung der Resultate der Restabfallanalysen 2009/10 und 2004/05	37
4.1.2.3	Differenzierte Restabfallzusammensetzung innerhalb des GDL	42
4.2	Ausgewählte Einzelanalysen	46
4.2.1	Vermeidungs- und Verwertungspotenzial	46
4.2.2	Vermeidungs- und Verwertungspotenzial	47
4.2.3	Bioabfallanteile in der Siebfraction	50
4.2.4	Verpackungsanteile	51
4.2.5	Sortierfraktion „Flaschen/Flakons“	53
4.2.6	Problemstoffe	54
4.2.7	Trockenbatterien	56
4.2.8	Reststoffe	57
4.2.9	Elektro(nik)schrott	58
4.2.10	Wiederverwendbare Einkaufstasche „ECO-Sac“ und PMG-Säcke	59
4.2.11	Einweg-Einkaufstaschen	60
4.2.12	Restabfallzusammensetzung mit und ohne Biotonne nach Syndikaten	61
4.2.13	Restabfallzusammensetzung mit und ohne PMG-Sammlung nach Syndikaten	62
4.2.14	Mittlerer Heizwert, Feuchte- und Aschegehalt des Restabfalls aus den SIDOR-Gemeinden	63

4.3	Empfehlungen für eine optimierte Restabfallbewirtschaftung innerhalb des GDL	64
4.3.1	Vorbemerkungen	64
4.3.2	Optimierungsvorschläge	64
4.3.2.1	Öffentlichkeitsarbeit	64
4.3.2.2	Verbesserung der wohnumfeldnahen Wertstoffabgabemöglichkeiten	65
4.3.2.3	Organisation der Restabfallenstorgungspraxis	65
5	ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK	66
6	ANHANG	69

VORWORT

Jede Planung setzt fundierte Kenntnisse über die betroffene Umwelt voraus. Dieser Grundsatz gilt in besonderem Maße für die Abfallwirtschaft.

Qualifizierte Planungen und Planungsbeiträge zu bestimmten abfallwirtschaftlichen Vorhaben sind nur auf der Grundlage fachlicher und fachübergreifender Daten möglich. Ebenso erfordern die vielfältigen staatlichen, kommunalen oder interkommunalen Vorsorge-, Überwachungs- und Entwicklungsaufgaben in diesem Bereich möglichst aktuelle und konkrete Informationen.

Bereits in den Jahren 1986, 1992-1994 und 2004-2005 wurden auf Veranlassung der Umweltbehörde Restabfallanalysen unter ganz bestimmten Voraussetzungen durchgeführt. Die Notwendigkeit der Fortschreibung der seinerzeit gewonnenen Daten hat die Umweltbehörde in 2008 dazu bewogen, die Realisierung der landesweiten Restabfallanalyse 2009/10 in Auftrag zu geben.

Das vordergründige Ziel dieser Untersuchung lag a priori in der Gewinnung aktueller und in räumlicher, zeitlicher und sachlicher Hinsicht differenzierter Daten für das Restabfallsegment. Die eruierten Daten und Informationen sollen als Restabfallstatistik u.a. der Erfolgskontrolle und ferner als Grundlage der Ausarbeitung angemessener Abfallwirtschaftskonzepte im Großherzogtum Luxemburg dienen. Letztere sollen den tragenden Säulen einer modernen Abfallwirtschaftspolitik - nämlich Abfallvermeidung, Abfallverminderung, Abfallverwertung, Schadstoffentfrachtung und umweltgerechte sowie wirtschaftliche Entsorgung der verbleibenden Reststoffe - zum Wohle der kommenden Generationen unter ökologisch und ökonomisch optimierten Gesichtspunkten Rechnung tragen.

Die landesweite Restabfallanalyse 2009/10 wäre ohne die Mitarbeit vieler engagierter Institutionen und Personen nicht möglich gewesen. So gilt unser Dank in erster Linie den projektinvolvierten Gemeinden im allgemeinen und den Gesprächspartnern der Abfallsyndikate SIDEC, SIDOR und SIGRE im besonderen. Sie standen der Projektleitung jederzeit gerne mit Daten, Kompetenz und großem persönlichem Einsatz zur Seite.

Überdies gilt unser Dank den Mitarbeitern des Studien- und Beratungsbüros für abfallwirtschaftliche Fragen und nachhaltige Entwicklung ECO-Conseil für die Projektausführung, ferner dem Personal an den Eingangswaagen der Restabfallbehandlungsanlagen für ihre Koordinationsleistungen vor Ort im Zuge der Restabfallbeprobung, und außerdem den Mitarbeitern der Firmen E.On Energy from Waste Leudelange, UMZ und Osch & Fils sowie der Syndikate SIDEC und SICA, die für die Probenkonditionierung an den Restabfallbehandlungsanlagen verantwortlich zeichneten.

Bedanken möchten wir uns hier auch bei allen verantwortlichen Mitarbeitern der privaten und kommunalen Müllabfuhrdienste, sowie bei der SuperDrecksKëscht® und ihren Mitarbeitern, die den Restabfallprobentransport übernahm und die darüber hinaus auch Räumlichkeiten für alle Komponenten der Sortieranlage bzw. -einrichtung zur Verfügung stellte.

Ein ganz besonderer Dank sei den Sortierteams der Restabfallanalyse gesagt. Ihr nicht gerade leichter Einsatz im Dienste und zum Wohle der Allgemeinheit verdient größten Respekt.

Auch allen anderen, die zum Gelingen der Untersuchung in irgendeiner Weise beigetragen haben, sei an dieser Stelle noch einmal auf das Herzlichste gedankt.

Luxemburg, im September 2010

BEVOR SIE WEITERBLÄTTERN ...

... möchten wir Sie beim Umgang mit diesem Band auf folgende Punkte hinweisen:

❶ Der Projektbericht umfasst insgesamt drei Bände:

- Band 1: Kompendium (grüner Einband)
- Band 2: Anhang (roter Einband)
- Band 3: Ausgewählte Resultate für die abfallwirtschaftliche Praxis (blauer Einband).

❷ Die dreigeteilte Berichtskonzeption war wie folgt motiviert: Band 1 sollte von vornherein in relativ bündiger Form sowohl die methodischen Grundlagen als auch die wesentlichen Studienergebnisse enthalten und dabei nicht zu sehr mit Detailinformationen überfrachtet werden. Band 2 sollte ein möglichst bequemes und paralleles Studium beider Bände mittels Querverweisen ermöglichen (i.d.R. von Band 1 auf Band 2). Der Band 3 sollte darüber hinaus Datenbeiträge für die Kommunalpolitik und für die abfallwirtschaftliche Praxis herausstellen.

❸ Auf Grund der schier unbegrenzten Darstellungs- und Auswertungsmöglichkeiten des vorhandenen Datenmaterials beschränken sich die nachfolgenden Ausführungen auf ausgewählte Sachverhalte. Die beiliegenden Datenübersichten, insbesondere in Band 2, bieten darüber hinaus ein weites Betätigungsfeld für weitergehende Auswertungen und/oder graphische Ergebnisaufbereitungen.

❹ Vor der Interpretation von Übersichten sind unbedingt die zugehörigen Bemerkungen und Fußnoten zu berücksichtigen. Dadurch werden sowohl Verständniserleichtungen angeboten als auch Missverständnisse vermieden.

❺ Die vordergründige Aufgabe der Untersuchung lag in der Gewinnung aktueller und differenzierter Restabfalldaten für das Großherzogtum Luxemburg. Ob und wie die im Zuge der Untersuchung gewonnenen Erkenntnisse des Projekts schließlich in die Praxis umgesetzt werden, liegt im Verantwortungsbereich der sich der Daten Bedienenden.

❻ Bevor von Dritten beabsichtigt wird, auf der Grundlage dieses Berichtes bestimmte Auszüge oder Inhalte zu veröffentlichen oder zur konkreten Abfallwirtschaftsarbeit zu verwerten, sollten die geplanten Ausführungen - um negativen Auswirkungen vorzubeugen - von vornherein mit der Umweltverwaltung abgestimmt werden.

❼ Konkret formulierte Erkenntnisinteressen von Dritten sollten schriftlich an die Umweltverwaltung herangetragen werden.

❽ Viele der nachfolgend aufgeführten Daten können im Sinne eines induktiven methodischen Ansatzes gesehen werden. D.h., auf der Basis der Größenordnung von Einzeldaten können allgemeine Erkenntnisse oder Regeln hergeleitet werden. Einer Prozentpunkt- und Rundungsfehlerdiskussion sollte dagegen von vornherein eine nachgeordnete Bedeutung beigemessen werden. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, dass bei allen Projektdiskussionen stets zu beachten ist, dass es sich bei den dargestellten Daten i.d.R. um Schätzdaten handelt, wenngleich Sie mit wissenschaftlichen Methoden hergeleitet wurden.

❾ Es sei schließlich darauf hingewiesen, dass bezüglich der geschätzten Daten für die Restabfallsammensetzung lediglich die dargestellten Beträge für das Großherzogtum und für die Syndikate SIDEC, SIDOR und SIGRE einen repräsentativen Charakter annehmen. Mit gewissen Abstrichen trifft das auch auf Cluster- und Gemeindebetrachtungen zu, wobei sich letztere von den Clustern ableiten lassen. Diesbezüglich empfiehlt es sich bei der Datenarbeit in jedem Fall, die Bemerkungen unter Punkt 6.5 in Band 2 zur Kenntnis zu nehmen.

Verzeichnis der Zeichen und Abkürzungen

a	anno (Jahr)
bzw.	beziehungsweise
c.p.	ceteris paribus (unter sonst gleichen Bedingungen)
d.h.	das heisst
einschl.	einschließlich
f	Funktion
GDL	Großherzogtum Luxemburg (abgeleitet von Grand-Duché de Luxembourg)
Gew.-%	Gewichtsprozent
G _{Faktor}	Gewichtungsfaktor
ggf.	gegebenenfalls
i.d.H.	in der Hauptsache
i.d.R.	in der Regel
i.e.S.	im engeren Sinne
i.V.m.	in Verbindung mit
insb.	insbesondere
K1 (2,3,4)	Kampagne 1 (2,3,4)
kg	Kilogramm
kg/E.a	Kilogramm pro Einwohner und Jahr
Lfd.Nr.	Laufende Nummer
ltr.	Liter
ltr./E.a	Liter pro Einwohner und Jahr
m ³	Kubikmeter
MGB	Müllgroßbehälter
ō	Resultat der Stichprobenuntersuchung
Ō	Geschätztes Resultat für die Grundgesamtheit
RA _{2004/05}	Restabfallanalyse 2004/05 im Großherzogtum Luxemburg
RA _{2009/10}	Restabfallanalyse 2009/10 im Großherzogtum Luxemburg
resp.	respektive
SDK	SuperDrecksKëscht®
sog.	sogenannt(e)(r)
Sp.	Spalte
t	Gewichtstonne
Tot.	Total
u.a.	unter anderem
u.U.	unter Umständen
v.g.	vorgenannt
Vol.-%	Volumenprozent
z.B.	zum Beispiel

1 EINLEITUNG

1.1 Anlass und Erkenntnisinteresse der Studie

Die vorherige landesweite Restabfallanalyse 2004/2005 hatte aufgezeigt, dass sich im Großherzogtum Luxemburg das Restabfallaufkommen und die Restabfallzusammensetzung durch eine Verbesserung der Wertstoffabgabe deutlich geändert haben. Trotz allem war das Wertstoffpotenzial, das über die „graue Tonne“ den Entsorgungsanlagen zugeführt wurde, noch sehr hoch.

Inwieweit sich der Ausbau und die Einführung neuer abfallwirtschaftlicher Strukturen auf die Quantität und die Qualität der an den Restabfallbehandlungsanlagen angedienten Abfälle ausgewirkt hat, soll durch die neuerliche Untersuchung der Restabfälle in 2009/2010 eruiert werden.

Im Einzelnen sollen u.a. die folgenden Leistungen erbracht bzw. Sachverhalte beleuchtet werden:

- Darstellung der Restabfalldatenentwicklung nach Gemeinden im Zeitraum 2004 – 2009;
- Abschätzung des Aufkommens und der Zusammensetzung der Restabfälle 2009/10 unter besonderer Berücksichtigung der Verpackungsabfälle, der biogenen Abfälle, des Elektro(nik)schrotts, der Problemstoffe und der allgemeinen Wertstoffpotenziale;
- Erfolgsabschätzung mit Bezug auf die auf nationaler und (inter)kommunaler Ebene umgesetzten abfallwirtschaftlichen Maßnahmen in den vergangenen Jahren;
- Differenzierung der Ergebnisse entsprechend der unterschiedlichen abfallwirtschaftlichen Strukturen in den Raumeinheiten (insb. Syndikate);
- Erfolgskontrolle im Hinblick auf die Einführung der wiederverwendbaren Einkaufstasche („ECO-Sac“).

Mit Blick auf die künftig zu schaffenden abfallwirtschaftlichen Strukturen sollte die Restabfallanalyse 2009/10 der Bereitstellung allgemeiner Struktur- und Planungsdaten sowie Beurteilungsgrundlagen dienen. Hier insbesondere für die Darstellung und Beurteilung der abfallwirtschaftlichen Ist-Situation und der daraus resultierenden Maßnahmen, um die abfallwirtschaftlichen Ziele gemäß der Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG zu erreichen.

1.2 Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes

Bei der Restabfallanalyse 2009/10 im Großherzogtum Luxemburg handelt es sich um eine Studie mit dem operativen Hauptziel der Abschätzung einer mittleren Restabfallzusammensetzung für das Land. Dabei liegt der Untersuchung der folgende Restabfallbegriff zugrunde:

- Unter Restabfall werden alle Abfälle verstanden, die vor ihrer Zuführung zur „Endbehandlung“ (Verbrennung, Deponierung) im Rahmen der öffentlichen Müllabfuhr über sog. „graue Tonnen“ (i.d.R. bis MGB 1.100) erfasst werden, und zwar unabhängig davon, ob sie Privathaushalten entstammen oder nicht. Diese Abfälle können auch als „nicht-sperriger Haus- und Geschäftsmüll“ bezeichnet werden.

Alle anderen Abfälle, (insb. der sog. „Sperrmüll“ und der sog. „Gewerbeabfall“) bleiben bei der vorliegenden Restabfallanalyse ex definitione außen vor.

1.3 Methodik und Berichtsaufbau

Die Realisierung der Restabfallanalyse 2009/10 im Großherzogtum Luxemburg, die sich in etwa über den Zeitraum eines Jahres erstreckte und die in stetiger Abstimmung mit der Umweltverwaltung erfolgte, beruhte im Grundsatz

- a) auf einer Bestandsdatenaufnahme (nebst –analyse), und
- b) auf einer auf den Bestandsdaten beruhenden, stichprobenartigen und quartalsweisen Sortierung von Restabfällen aus 28 der 116 luxemburgischen Gemeinden.

Dementsprechend wird nach den einführenden Kapiteln (Punkt 1: Einleitung) im Kernstück der Studie (Punkt 2: Projektimplementierung und Punkt 3: Ergebnisse) neben der allgemeinen Dateneruierung (Gewinnung und Auswertung primär- und sekundärstatistischer Daten) die Ermittlung von Strukturmustern und Testgemeinden hergeleitet und ferner der Probenabgriff und die Probenkonditionierung dargestellt, bevor dann die Restabfallsortierung i.e.S. dokumentiert wird (Ablauforganisation, Datenmanagement, Resultate; einschließlich eines komplexen Modells zur Abschätzung einer repräsentativen Restabfallzusammensetzung auf Landes- und Syndikatsniveau). Im Anschluss daran wird aufgezeigt,

welche restabfallbezogenen Veränderungen sich im Verlauf der letzten 5 Jahre eingestellt haben,

welche Resultate die vorliegende Restabfallanalyse im Rahmen von Komplementäruntersuchungen hervorgebracht hat und

welche Empfehlungen sich auf der Grundlage der Studienerkenntnisse für eine optimierte Restabfallwirtschaft im Großherzogtum ableiten lassen (Punkt 4: Datenanalysen).

Zum Ende der Berichterstattung werden die wesentlichen Daten und Erkenntnisse der Untersuchung nochmals aggregiert dargestellt und einer kurzen perspektivischen Betrachtung unterzogen (Punkt 5: Zusammenfassung und Ausblick).

Den physischen Studienabschluss bilden umfangreiche Anlagen (Punkte 6 - 9), die in einen separaten Band eingebunden sind.¹

¹ Es sei erwähnt, dass von vornherein auf ein direktes Einbinden der einzelnen Anlagen in den laufenden Text verzichtet wurde, und zwar aus folgenden Gründen: zum einen bestünde das Problem, dass durch zu viele Detailinformationen „der rote Faden“ bei der Studienlektüre verloren ginge, zum anderen würden mitunter Informationen transportiert, die dem Auftraggeber der Studie, sprich der Umweltverwaltung, ohnehin bekannt sind (*Redundanzvermeidung*). Interessierte haben durch die angewandte Dokumentationsweise aber in jedem Fall die Möglichkeit, einzelne Projektschritte – wie bei wissenschaftlichen Arbeiten üblich - nachzuvollziehen (*Transparenzpostulat*). Überdies werden dem Auftraggeber die Grunddaten des Projekts und des v.g. Schätzmodells auf Datenträger überlassen (CD; nebst einer Fotodokumentation). Verzichtet wird im Rahmen dieser Arbeit *weitestgehend* auf graphische Ergebnisdarstellungen (Diagramme). Diese können anhand des umfangreichen Datenmaterials im Bedarfsfall individuell erstellt und gestaltet werden.

1.4 Anmerkungen zur Restabfallanalyse

Im Vorfeld jeder Restabfallanalyse stellt sich zunächst einmal die Frage, welche Bestimmungsfaktoren (Determinanten) das Restabfallaufkommen respektive die Restabfallzusammensetzung grundsätzlich bestimmen.

Formal lässt sich der in einem bestimmten Raum anfallende Restabfall durch eine einfache Regressionsgleichung beschreiben, etwa in der folgenden Form:

$$R_R = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_m x_m + e$$

mit	RR	Restabfallaufkommen/-zusammensetzung in dem betrachteten Raum R
	b ₀	Konstante
	b _i	Regressionskoeffizienten
	x _i	Einflussfaktoren (Regressoren), wie z.B. Wohnbevölkerung, Wohn-/Gewerbestructur, Abfallbehälterstruktur, Einkommen, Erziehung, persönliche Einstellung zum Themenkomplex ‚Abfall und Umwelt‘, Bildung, politische Rahmenbedingungen, lokale Verfügbarkeit selektiver Sammelsysteme, Saison, Wetter, Gartenverfügbarkeit, Lebenszyklus von Produkten und Abfallproduzenten, etc.
	e	Restschwankung (Residuum).

Vereinfachend ausgedrückt beinhaltet der vorstehende Ausdruck, dass der in einem bestimmten Raum anfallende Restabfall u.a. abhängig ist von der Wohnbevölkerung (je mehr Personen in einer Region leben, desto größer kann die Restabfallmenge sein), vom Einkommen (je mehr konsumiert werden kann, desto mehr Restabfall kann entstehen), vom Geschäftsbesatz (je mehr Geschäfte vorhanden sind, desto höher kann der Geschäftsmüllanteil am Restabfall sein), von der Restabfallbehälterstruktur (je größer die „graue Tonne“ ist, desto mehr und größere Abfälle können eingefüllt werden), vom Wetter (je schlechter das Wetter ist, desto seltener kann die Beteiligung an selektiven Sammelsystemen sein), von der persönlichen Einstellung zur Abfallproblematik (je höher der Informationsgrad über vernetzte Umweltzusammenhänge ist, desto geringer kann die Bereitschaft zur Restabfallproduktion sein), etc..

Ein komplexes quantitatives und repräsentatives Restabfallmodell in der oben skizzierten Art müsste - theoretisch - all diese Einflussgrößen (einschl. ihrer möglichen Eintrittswahrscheinlichkeiten) - und darüber hinaus noch viele andere mehr - mit berücksichtigen. Doch schon alleine bei Betrachtung der wenigen o.g. Faktoren wird offensichtlich, dass praktisch kaum konkrete spezifische Informationen hierzu vorhanden sind bzw. nur mit einem unverhältnismäßig hohen Aufwand erzielbar wären. Aus diesem Grund wird das im Rahmen dieser Studie zur Anwendung kommende Restabfallanalysemodell, das repräsentativitätsorientiert ist, auch praktikabel operationalisiert, wie im weiteren Verlauf der Ausführungen gezeigt wird.²

² Grundsätzliche Ausführungen zur *allgemeinen Repräsentativitätsproblematik* enthält der Anhang (vgl. ebenda, Punkt 6.2.1).

2 PROJEKTIMPLEMENTIERUNG

2.1 Grunddatenaufnahme zur Entwicklung einer Beprobungsplanung

2.1.1 Skizzierung der Raum-, Bevölkerungs- und Abfallwirtschaftsstrukturen im GDL

Das Großherzogtum Luxemburg ist ein *Verbund von 116 Gemeinden* mit 493.500 Einwohnern³ auf einer Fläche von 2.586 km². Zur Endbehandlung des sperrigen und nicht-sperrigen Haus- und Geschäftsmülls haben sich die Gemeinden zu drei Zweckverbänden (*Syndikaten*) zusammengeschlossen, die jeweils getrennte *Abfallbehandlungsanlagen* eingerichtet haben und unterhalten (s. nachfolgende Übersicht).

Übersicht 1: Ausgewählte abfallwirtschaftliche Strukturen im Großherzogtum Luxemburg

Syndikat <small>Sp. 1</small>	Erläuterung	Gemeinden- anzahl <small>3</small>	Abfallbehandlungsanlage <small>4</small>
SIDOR	Syndicat intercommunal pour la gestion des déchets en provenance des ménages et des déchets assimilables des communes des cantons de Luxembourg, d'Esch et de Capellen	36	Müllverbrennungsanlage (MVA) Leudelange*
SIDEC	Syndicat intercommunal pour la gestion des déchets en provenance des ménages et des déchets assimilables des communes de la région de Diekirch, Ettelbruck et Colmar-Berg	55	Deponie „Fridhaff“ bei Diekirch/Erpeldange
SIGRE	Syndicat intercommunal pour la collecte, l'évacuation et l'élimination des ordures provenant des communes de la région de Grevenmacher, Remich et Echternach	25	Deponie „Muertendall“ bei Flaxweiler

*Wärmerückgewinnung zur Stromproduktion mit der Option zur zukünftigen Einspeisung der Wärme in Fernwärmenetz.

Einzelheiten zu aktuellen Raum- und Bevölkerungsstrukturen und ferner zu ausgewählten abfallwirtschaftlichen Strukturen im Großherzogtum Luxemburg können dem Anhang entnommen werden (s. die Punkte 6.1 und 6.2.2).

2.1.2 Statistische Grundlagen

Im Vorfeld der Studie wurden *Grunddaten* zusammengestellt, die neben bevölkerungs- und flächenbezogenen Gemeindedaten seitens des STATEC auch die Situation der Restabfallbewirtschaftung und ihre Bestimmungsfaktoren in den einzelnen Gemeinden beschreiben.

Als wesentliche Datenquellen fungierten dabei

- die *Luxemburgische Abfallwirtschaftsdatenbank*, in die jene Informationen Eingang finden, die die luxemburgischen Gemeinden der Umweltverwaltung alljährlich auf der Grundlage der in Art. 17 Nr. 5. der geltenden Fassung des luxemburgischen Abfallwirtschaftsgesetzes festgeschriebenen Berichtspflicht zu übermitteln haben (*Sekundärdaten*; zeitliche Datenverfügbarkeit: bis einschl. 2007);
- *eigene Erhebungen*, die zwecks Schließung von Datenlücken und Komplementierung des Wissensstandes bei den verschiedenen Stellen (Gemeinden, Valorlux, Innenministerium) erfolgten (*Primärdaten*; Zeitbezug: 2008 und 2009).

Zudem haben die Syndikate SIDEC, SIDOR und SIGRE gemeindebezogene Restabfallmengendaten bzw. die Grundlage zur Berechnung dieser Werte für die Jahre 2008 und 2009 bereitgestellt.

³ STATEC Stand 01.01.2009

2.2 Gewinnung der zu untersuchenden Restabfallchargen

2.2.1 Beprobungsherleitung

Zur Abschätzung einer repräsentativen Restabfallzusammensetzung im Großherzogtum Luxemburg - mit ebenfalls repräsentativen Resultaten für die Syndikate SIDEC, SIDOR und SIGRE - wurde im Vorfeld der Projektbearbeitung *grundsätzlich* ein *Stichprobenansatz* gewählt. Der planvollen Stichprobeneruierung lag dabei ein *gemeindebezogener, clusteranalytischer Ansatz* zugrunde, der auf den folgenden *sechs Abscheidekriterien* beruhte:

Übersicht 2: *Stichprobenherleitung Restabfallanalyse (hier: Darstellung clusteranalytischer Abscheidekriterien)*

Kriterien Art	lfd. Nr.	Bezeichnung	Kriteriencharakter
Sp.1	2	3	4
quantitativ	1	Siedlungscharakteristik/Bevölkerungsdichte [E/km ²]	numerisch ⁰⁾
	2	Verfügbares spezifisches Restmüllbehältervolumen [ltr./E.wo]	numerisch ¹⁾
qualitativ	3	VALORLUX-Kooperation (PMG-Sammlung von Haus-zu-Haus)	binär („ja – nein“)
	4	Biotonnenanschluss ²⁾	binär („ja – nein“)
	5	Recyclingparkanschluss ³⁾	binär („ja – nein“)
	6	Restmüllbehälterverwiege-/ident-System	binär („ja – nein“)

0) Zwecks späterer Digitalisierung: Differenzierung nach „relativ städtisch geprägt“ (400 E/km² und mehr) und „relativ ländlich geprägt“ (unter 400 E/km²).

1) Zwecks späterer Digitalisierung: Differenzierung nach $\leq 46,0$ ltr./E.wo und $>46,0$ ltr./E.wo. (Medianorientierung).

2) Mit Erfassung organischer Küchenabfälle/Speisereste.

3) Es wurden nur solche stationären Recyclingparks gelistet, bei denen zumindest die Abgabe der sog. „klassischen Wertstoffe“ für Privathaushalte kostenlos war.

Datengrundlage: Luxemburger Abfallwirtschaftsdatenbank (basierend auf Art. 17 Nr. 5., Loi du 17 juin 1994 relative à la prévention et à la gestion des déchets“ [geltende Version]; Datenstand: 2006/2007); ergänzt durch aktuelle Informationen aus unterschiedlichen Quellen.

Konkret wurde dabei wie folgt vorgegangen: Zunächst einmal wurde jeder der 116 luxemburgischen Gemeinden eine den o.g. Abscheidekriterien zuordenbare Ausprägung zugeteilt (*1. Herleitungsschritt*, vgl. Punkt 6.2.2 Übersicht 3 im Anhang). Dann wurden *alle* vorgenannten Abscheidekriterien auf ein *digitales Ausprägungsmuster* hin standardisiert⁴ und die Daten - der vorgenannten Anlage entsprechend - in das neue Datenmuster transformiert (*2. Herleitungsschritt*; vgl. ebenda, Übersicht 4). Die derart gewonnenen Daten wurden schließlich *kriterienscharf* strukturiert, wodurch sich letztendlich insgesamt *28 Raumcluster* herauskristallisierten (*3. Herleitungsschritt*; s. ebenda, Übersicht 5). Aus jedem Cluster waren später die zu untersuchenden Restabfälle in einer bestimmten Art und Weise abzugreifen und zu sortieren.⁵

Der Stichprobenkonzeption lag nun der Grundgedanke zugrunde, dass jedes Cluster (*C*) hinsichtlich der Restabfallzusammensetzung von *genau einer Gemeinde* (G_{Test}) repräsentiert werden sollte. In 14 Fällen war es so, dass sich das Cluster aus genau einer Gemeinde konstituierte (CL02/Lorentzweiler_{Test}, CL07/Roeser_{Test}, CL08/Frisange_{Test}, CL09/Leudelange_{Test}, CL11/Schuttrange_{Test}, CL14/Reckange-sur-Mess_{Test}, CL15/Hesperange_{Test}, CL16/Sanem_{Test}, CL18/Differdange_{Test}, CL19/Dudelange_{Test}, CL21/Luxembourg_{Test}, CL24/Dalheim_{Test}, CL25/Wellenstein_{Test}, CL28/Remich_{Test}). Somit waren die besagten Gemeinden *a priori* als Testgemeinden in die Restabfallbeprobung einzubeziehen. Was diejenigen Cluster betrifft, die durch *zwei oder mehr Gemeinden* gebildet wurden, so war in der Folge *eine Gemeinde* als *Repräsentant* für das jeweilige Cluster zu bestimmen.

⁴ Mit 1 = „trifft zu“ und mit 0 = „trifft nicht zu“.

⁵ Alle Cluster werden im übrigen dadurch charakterisiert, dass die das Cluster konstituierenden Gemeinden im Hinblick auf die vorgenannten Abscheidekriterien jeweils gleiche Ausprägungsmuster aufweisen. Die Cluster untereinander sind demzufolge *zumindest* in Bezug auf *ein* Abscheidekriterium voneinander verschieden.

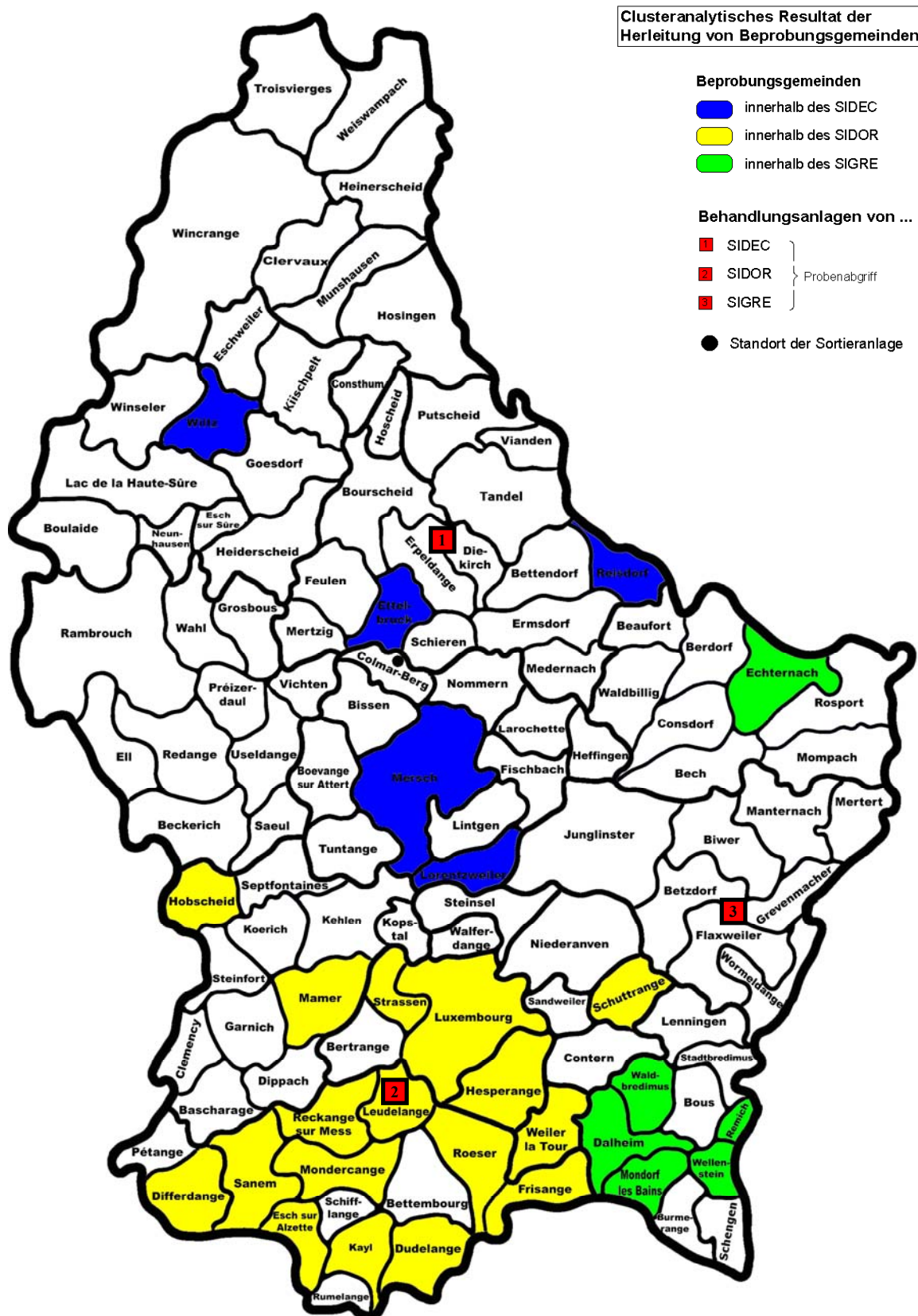
Vor dem Hintergrund einer zeit- und somit kostenoptimalen Sortierplanung/-terminierung wurden die restlichen Testgemeinden derart ausgewählt, dass unter Einbeziehung der 14 vorbestimmten Gemeinden an i.d.R. 28 aufeinander folgenden Sortierarbeitstagen pro Quartal *genau eine Restabfallcharge* aus einer bzw. mehreren die das jeweilige Raumcluster repräsentierenden Gemeinde(n) an der Sortieranlage in Colmar-Berg eingehen sollte. Somit konnte letztendlich das nachfolgende Beprobungsmuster erstellt werden (s. Punkt 6 im Anhang).

Übersicht 3: Beprobungsgemeinden

Cluster Lfd. Nr.	Gemeinde	Syndikat	Raumcluster-Abscheidkriterien (mit 1 = trifft zu; 0 = trifft nicht zu)					
			Einwohner ≥400 E/km ²	verfügbares Restabfall- behältervolumen >46,0 ltr./E.wo	Anschluss			Verwiege-/ Ident-Sy. vorhanden
<i>Sp.1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	PMG- Sammlung <i>6</i>	Biotonne <i>7</i>	stationärer Recyclingpark <i>8</i>	<i>9</i>
01	Reisdorf	SIDEC	0	0	0	0	1	0
02	Lorentzweiler	SIDEC	0	0	1	1	1	0
03	Wiltz	SIDEC	0	0	1	0	1	0
04	Mersch	SIDEC	0	1	1	0	1	0
05	Ettelbruck	SIDEC	1	1	1	0	1	0
06	Weiler-la-Tour	SIDOR	0	0	0	0	1	0
07	Roeser	SIDOR	0	0	0	1	1	0
08	Frisange	SIDOR	0	0	1	1	0	0
09	Leudelange	SIDOR	0	0	1	1	1	0
10	Mamer	SIDOR	0	0	1	1	1	1
11	Schuttrange	SIDOR	0	1	0	1	1	1
12	Hobscheid	SIDOR	0	1	1	1	0	0
13	Mondercange	SIDOR	0	1	1	1	1	1
14	Reckange-s.-Mess	SIDOR	0	1	1	1	1	0
15	Hesperange	SIDOR	1	0	0	0	1	0
16	Sanem	SIDOR	1	0	0	1	1	1
17	Strassen	SIDOR	1	0	1	0	1	0
18	Differdange	SIDOR	1	0	1	1	1	1
19	Dudelange	SIDOR	1	1	0	1	1	0
20	Esch-sur-Alzette	SIDOR	1	1	0	1	1	1
21	Luxembourg	SIDOR	1	1	1	0	1	0
22	Kayl	SIDOR	1	1	1	1	1	1
23	Waldbredimus	SIGRE	0	0	1	0	0	0
24	Dalheim	SIGRE	0	0	1	0	1	0
25	Wellenstein	SIGRE	0	1	0	0	1	0
26	Mondorf-les-Bains	SIGRE	0	1	1	0	0	0
27	Echternach	SIGRE	0	1	1	0	1	0
28	Remich	SIGRE	1	0	1	0	1	0

1) Fett gedruckte Gemeinden: Selbstdefinition (nur ein Fall pro Cluster); nicht fett gedruckte Gemeinden: Auswahl (2 oder mehr Fälle pro Cluster)

Übersicht 4: Kartographische Darstellung der Beprobungsgemeinden



Übersicht 5: Rahmenzeitplanung in 2009/2010

Projektabschnitte in 2009 und 2010	Monatsumfang	
1. Kampagne (3. Quartal 2009)	Juli	⇒ Vorbereitung der Folgekampagne
	August	
	September	
2. Kampagne (4. Quartal 2009)	Oktober	⇒ Vorbereitung der Folgekampagne
	November	
	Dezember	
3. Kampagne (1. Quartal 2010)	Januar	⇒ Vorbereitung der Folgekampagne
	Februar	
	März	
4. Kampagne (2. Quartal 2010)	April	
	Mai	
	Juni	

grau unterlegt: Phasen der praktischen Projektimplementierung (Probengewinnung und -sortierung)

2.2.2 Probenmanagement

Dem *Probenmanagement* lag grundsätzlich die folgende Strukturierung zu Grunde:

Übersicht 6: Schema des Probenmanagements

a) Werktag X	: Probengewinnung
b) Werktag X + 1 Tag	: Probenabholung
c) Werktag X + 2 Tage	: Probensortierung
d) Werktag X + 3 Tage	: Probenentsorgung

Um möglichst wenig in die reguläre Müllabfuhr einzugreifen, wurden alle im Rahmen der Maßnahme zu analysierenden Restmüllproben im Rahmen eines *standardisierten Beprobungsmusters* direkt an den drei Behandlungsanlagen von SIDEC, SIDOR und SIGRE aus den betreffenden Müllfahrzeugen abgegriffen und dann in fünf bereitstehende MGB 1100 eingefüllt (Probenbehälter).

Über die Verfahrensweise des *Probenabgriffs* an den einzelnen Anlagen gibt die nachfolgende Übersicht Auskunft.

Übersicht 7: Restmüllprobengewinnung und -konditionierung an den Restmüllbehandlungsanlagen

Behandlungs-anlage	Beschreibung der Restmüllprobengewinnung/-konditionierung		
	Verantwortlichkeit vor Ort	Probenentladung aus Müllfahrzeug	Umladung in jeweils 5 leere MGB 1100
SIDEC	SIDEC	separat, am Ende der Abladehalle	mittels Greifbagger
SIDOR	E.On Energy from Waste Leudelange Sàrl.*	separat, in leere Zelle der Abladehalle	mittels Radlader
SIGRE	UMZ*	separat, in Container	mittels Greifbagger

*Betreiber der Abfallbehandlungsanlage im Auftrag des Syndikates.

Die vorgenannten Akteure, die betroffenen Entsorger, die SuperDrecksKëscht® (SDK) als Probenabholer und -transporteur, und insb. das Personal an den Eingangswaagen der drei Behandlungsanlagen der Syndikate wurden im Vorfeld der Beprobungen von der

Projektleitung⁶ mittels eines *Probenmanagementplanes* über die anstehenden Maßnahmen informiert (s. Punkt 6.2.3 im Anhang).

Das Personal an den Eingangswaagen hatte dann die Aufgabe, die Mannschaften der betreffenden Müllsammelfahrzeuge zwecks Probenabscheidung zu dem jeweiligen Probenumladeplatz zu delegieren. Gleichzeitig informierte das Waagenpersonal das Aufsichtspersonal vor Ort über die anstehende Restmüllanlieferung.

Besagtes Aufsichtspersonal war anschließend für das selektive Ausladen der Restmüllproben aus den jeweiligen Müllsammelfahrzeugen und das Umfüllen der Proben in die bereitstehenden leeren Müllgroßbehälter (MGB 1.100) verantwortlich. Diese Konditionierungsarbeiten wurden i.d.R. in überdachten Bereichen durchgeführt, so dass kein direktes Niederschlagswasser (insbesondere Regenwasser) in den Restmüll eindringen konnte, was zu einer signifikanten Verzerrung der Analyseresultate hätte führen können.

Nach der Umladung der Proben wurden selbige – bei geschlossenem Deckel der MGB - zwischengelagert und am folgenden Werktag von einem Servicefahrzeug der SDK abgeholt. Zur Minimierung des Fahrtaufwandes und somit der Kosten und der Emissionen wurde die Probenabholung in die regulären Fahrten der Problemstoffentsorgung integriert. Mit Ausnahme der ersten Termine pro Quartal wurden die Probenabholungen stets auch mit Probenentsorgungen gekoppelt, d.h. das probenabholende Fahrzeug führte i.d.R. auch bereits sortierte und folglich zu entsorgende Restabfälle mit. Dabei spielte es keine Rolle, welche analysierten Restabfälle welchem Syndikat angedient wurden.

Im Anschluss an die Abholung der Proben wurden selbige dann zur *Sortierhalle in Colmar-Berg* transportiert und bis zur Sortierung, die i.d.R. unmittelbar am darauffolgenden Werktag ausgeführt wurde, in einem eingehausten und überdachten Bereich zwischengelagert. Auf diese Weise war sichergestellt, dass die Sortierer zum Arbeitsbeginn ihre reguläre Arbeit aufnehmen und dass gleichzeitig unangenehme Geruchsbildungen weitestgehend vermieden werden konnten (Sortierung „frischer Abfälle“).

Nach ihrer Ausladung aus dem Abholfahrzeug wurden die Probenbehälter (MGB 1100) mit einer *Identifikationsplakette* versehen, der die Informationen *Testgemeinde* und *Beprobungsdatum* entnehmbar waren, wodurch Behälter- und somit Probenverwechslungen vorgebeugt wurde.

Einige Leistungsdaten zur Restabfallbeprobung:

Aus den Müllfahrzeugen wurden 104,19 t Probematerial entnommen. Bei 112 Chargen (= 28 Cluster x 4 Kampagnen) entspricht dies einer mittleren Probemenge von 930 kg. Bei einer Befüllung von 5 MGB 1100 je Charge wurden bei 112 Chargen insgesamt 560 MGB 1100 befüllt. Pro MGB1100 wurden im Mittel 186 kg Probematerial eingefüllt.

Diesbezügliche Einzelheiten können den Punkten 6.2.4 und 6.2.5 im Anhang entnommen werden.

⁶ Projektleitende: s. Impressum (Innenseite des Titelblattes).

2.3 Restabfallsortierung

2.3.1 Beschreibung der sortierungsbezogenen Ablauforganisation

Nach einer eingehenden Schulung des Sortierpersonals wurden die selektiv erfassten und konditionierten Restabfälle im Zeitraum 06.07.2009 – 21.05.2010 nach Vorgabe der Umweltverwaltung in der auf dem Betriebsgelände der SDK in Colmar-Berg eingerichteten Sortierhalle sortiert.⁷

Im folgenden wird kurz dargestellt, wie sich die in eine *Hauptsortierung* und mehrere *Nachsortierungen* bzw. *Sichtungsanalysen* untergliederten Arbeiten gestaltet haben.

2.3.1.1 Hauptsortierung

Im Zuge der Hauptsortierung wurden *112 differenzierte Einzelanalysen* durchgeführt (28 Cluster), wobei auf 27 Fraktionen hin mit anschließender *fraktionsbezogener Gewichts- und Volumenbestimmung* untersucht wurde (s. nachfolgende Übersicht).⁸

Übersicht 8: Restabfallanalysestrukturierung nach Stoffgruppen und Sortierfraktionen (Hauptsortierung)

Stoffgruppe (SG)		Sortierfraktion (SF)	
lfd. Code <small>Sp.1</small>	Bezeichnung <small>2</small>	lfd. Code <small>3</small>	Bezeichnung <small>4</small>
SG01	Papier/Pappe/Karton (PPK)	SF01	Pappe/Karton
		SF02	Druckerzeugnisse
		SF03	Sonstige PPK
SG02	Kunststoffe	SF04	Folien *
		SF05	Flaschen/Flakons
		SF06	Becher/Blister
		SF07	Expandiertes Polystyrol (EPS)
		SF08	Sonstige Kunststoffe
SG03	Inertstoffe	SF09	Verpackungsglas
		SF10	Sonstige Inertstoffe
SG04	Materialverbund	SF11	Getränkkartons u.ä.
		SF12	Schuhe
		SF13	Elektro(nik)schrott
		SF14	Sonstiger Materialverbund
SG05	Metalle	SF15	Fe-Metalle (Verpackungen)
		SF16	Fe-Metalle (Nicht-Verpackungen)
		SF17	NE-Metalle (Verpackungen)
		SF18	NE-Metalle (Nicht-Verpackungen)
SG06	Bioabfall	SF19	Küchenabfälle
		SF20	Garten-/Grünabfälle
		SF21	Holz
SG07	Körperhygieneartikel	SF22	Körperhygieneartikel
SG08	Bekleidung/Textilien	SF23	Bekleidung/Textilien
SG09	Problemstoffe	SF24	Problemstoffe
SG10	Siebfraktion	SF25	Siebfraktion >0 - 8 mm
		SF26	Siebfraktion >0 - 40 mm
SG11	Reststoffe	SF27	Reststoffe

* Einweg-Einkaufstaschen, PMG-Säcke und die wiederverwendbare Einkaufstasche ECO-Sac wurden zusätzlich getrennt erfasst.

⁷ Das Sortierpersonal wurde von der SDK bereitgestellt bzw. rekrutiert und den Richtlinien der Arbeitssicherheit gemäß ausgestattet.

⁸ Die 11 Stoffgruppen zuordenbaren 27 Sortierfraktionen wurden im Vorfeld der Restabfallsortierung von ECO-Conseil ausgearbeitet und mit den Verantwortlichen der Umweltverwaltung abgestimmt (aus Gründen der späteren Datenvergleichbarkeit wurde dabei auf eine Kompatibilität zur Fraktionierung der *landesweiten Restabfallanalyse 2004/2005 im GDL* geachtet). Parallel dazu wurde eine kurze Sortieranleitung erstellt, die in ein Protokoll der Hauptsortierung eingearbeitet wurde.

Bei den Arbeiten zur *Hauptsortierung* handelte es sich um gemischt maschinell-manuelle Abläufe, wobei von der Ablaufchronologie her zunächst einmal die vorstehend aufgeführten Sortierfraktionen 25 und 26 (Siebbfraktionen) automatisch per Vibrationslochsieb in spezielle Auffangwannen und anschließend die Sortierfraktionen 01 bis 24 manuell von bis zu 4 Sortierern in handelsübliche MGB 240 aussortiert werden (*Positivsortierung*)⁹. Als Produkt der *Negativsortierung* gelangten alle bis dahin nicht aussortierten Abfälle in den Überlauf (Sortierfraktion 27); hier fungierte ein eigens präparierter MGB 1.100 als Aufnahmevorrichtung.

Die derart gewonnenen *Reststoffe* wurden anschließend wenigstens noch einmal der Schüttung zugeführt und nachsortiert, um somit den residualen Restmüllanteil von vornherein *auf sortiertechnischem Wege* in optimaler Weise zu minimieren.¹⁰

Nach jeder der 28 testgebietsbezogenen Teilsortierungen wurden die einzelnen Sortiergefäße MGB 240 mit den abgesonderten Fraktionen auf einer geeichten, auf 50g genau anzeigenden Flachwaage verwogen. Zusätzlich wurde von jeder aussortierten Fraktion das Volumen nach einer von ECO-Conseil entwickelten standardisierten Methode bestimmt. Die derart ermittelten Daten wurden dann auf einem auf die Untersuchung abgestimmten Erhebungsbogen dokumentiert (*Protokoll der Hauptsortierung*; s. Punkt 6.3.1 im Anhang). Parallel zu diesen Arbeiten fanden die erforderlichen Sortiervor- bzw. Sortiernachbereitungen statt.

Nach Abschluss der mit den chargenspezifischen Sortierungen verbundenen Aktivitäten wurden die aussortierten Abfälle grundsätzlich wieder den Behandlungsanlagen angedient.¹¹

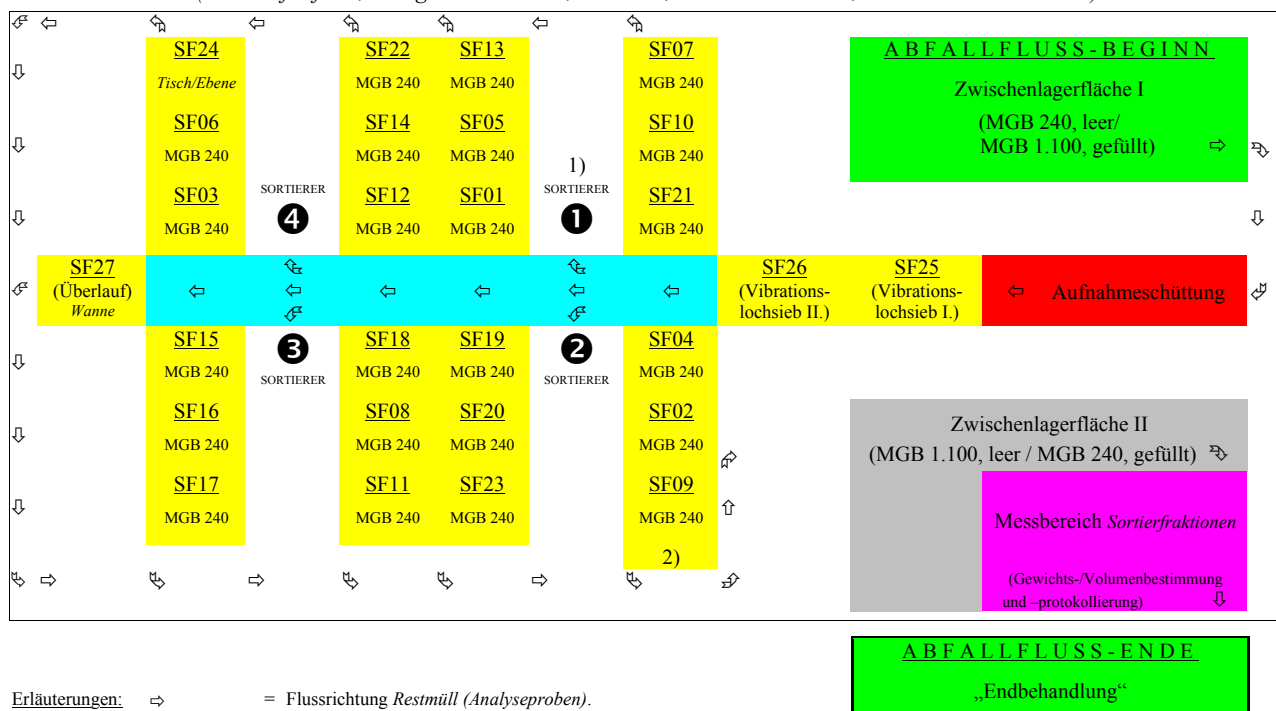
Einzelheiten zur *Organisation der Hauptsortierung* enthält die nachfolgende Übersicht.

⁹ Jeder einzelne MGB 240 (Sortier-/Messgefäß) wurde vorab in leerem und sauberem Zustand verwogen. Das Resultat dieser Verwiegung („Taragewicht“) wurde auf einer an dem jeweiligen MGB angebrachten Plakette dokumentiert.

¹⁰ Wie im Zuge der Anwendung des Schätzmodells später erfolgt, wird der aussortierte Reststoffanteil auf *simulative* Weise weiter reduziert (s.Punkt 3.3.5).

¹¹ Im Projektplanungsstadium wurde zwischen ECO-Conseil und den Verantwortlichen der Umweltverwaltung, der Syndikate und der SDK vereinbart, dass die aussortierten *Problemstoffe* über die SDK entsorgt werden.

Übersicht 9: Organisationsschema der Restmüllsortierung
(insb. Abfallfluss, Anlagenbestandteile, Sortierer, Sortierbehältnisse, aussortierte Fraktionen)



Erläuterungen: ⇨ = Flussrichtung Restmüll (Analyseproben).

⇨ = Sortierband.

MGB 240 = Sortiergefäß: Müllgroßbehälter mit einem Fassungsvermögen von 240 Litern (Behältergröße ggf. modifizierbar).

Wanne = Sortiergefäß: Aufnahme der Produkte der Negativsortierung.
Der Inhalt dieses Gefäßes wird wiederholt der Aufnahmeschüttung zugeführt (Zweck: Minimierung des Reststoffanteils).

1) = Vorarbeiter (Unterweisung durch die Projektleitung), u.a. mit folgenden Aufgaben: Erteilung von Anweisungen an das restliche Sortierpersonal, Bedienung der Aufnahmeschüttung, Öffnung geschlossener Abfalltüten und Entleerung auf dem Sortierband, Leitung und Protokollierung der Mengenbestimmung.

2) = Zusätzliche Behälter für Einweg-Einkaufstüten, PMG-Säcke und ECO-Sacs.

SF99 = Aussortierung einer bestimmten Sortierfraktion (s. nachfolgende Auflistung [fett gedruckte Umrahmung]; variable Anordnung der Sortiergefäße, u.a. in Abhängigkeit ergonomischer Aspekte und der Sortierpersonalstruktur).

Stoffgruppe (SG)	Sortierfraktion (SF)		Sortiertechnik	
	lfd. Titel	Bezeichnung		lfd. Titel
SG01	Papier/Pappe/Karton (PPK)	Pappe/Karton	SF01	Positivsortierung <i>manuell</i>
		Druckerzeugnisse	SF02	
		Sonstige PPK	SF03	
SG02	Kunststoffe	Folien	SF04	
		Flaschen/Flakons	SF05	
		Becher/Blisters	SF06	
		Expandiertes Polystyrol (EPS)	SF07	
		Sonstige Kunststoffe	SF08	
		Sonstige Inertstoffe	SF09	
SG03	Inertstoffe	Verpackungsglas	SF10	
		Sonstige Inertstoffe	SF11	
SG04	Materialverbund	Getränkekartons u.ä.	SF12	
		Schuhe	SF13	
		Elektro(nik)schrott	SF14	
		Sonstiger Materialverbund	SF15	
SG05	Metalle	Fe-Metalle (Verpackungen)	SF16	
		Fe-Metalle (Nicht-Verpackungen)	SF17	
		NE-Metalle (Verpackungen)	SF18	
		NE-Metalle (Nicht-Verpackungen)	SF19	
SG06	Bioabfall	Küchenabfälle	SF20	
		Garten-/Grünabfälle	SF21	
		Holz	SF22	
SG07	Körperhygieneartikel	Körperhygieneartikel	SF23	<i>maschinell</i>
SG08	Bekleidung/Textilien	Bekleidung/Textilien	SF24	
SG09	Problemstoffe	Problemstoffe	SF25	
SG10	Siebfraktion	Siebfraktion >0 - 8 mm	SF26	
SG11	Reststoffe	Siebfraktion >0 - 40 mm	SF27	Negativsortierung
		Reststoffe	SF27	

2.3.1.2 Nachsortierungen

Im Projektplanungsstadium wurde es für erforderlich erachtet, verschiedene *Nachsortierungen* zu realisieren. Die Arten der Nachsortierungen und die diesbezüglichen Motivationen werden in der Folge näher beleuchtet.

Nachdem im Zuge der Hauptsortierung bereits wesentliche *verpackungsrelevante Daten* ermittelt werden konnten, wurden mit dem Hauptziel einer verfeinerten Abschätzung von Verpackungsanteilen auf Landesniveau für jede betroffene Chargenfraktion die in der folgenden Übersicht dargestellten Nachsortierungen durchgeführt.

Übersicht 10: Sortieraster zur verfeinerten Abschätzung von Verpackungsanteilen (Nachsortierung)

Quellfraktionen		Datenerfassung nach Zielfraktionen			
Lfd.Nr.	Bezeichnung	Verpackungen		Nicht-Verpackungen	
<small>Sp.1</small>	<small>2</small>	[kg] <small>3</small>	[ltr.] <small>4</small>	[kg] <small>5</small>	[ltr.] <small>6</small>
3	Sonstige PPK		●		●
8	Sonstige Kunststoffe		●		●
14	Sonstiger Materialverbund		●		●
21	Holz	●	●	●	●

Mit der Ausnahme *Holz* (gewichts- und volumenbezogene Messungen) wurden bei den vorgelisteten Fraktionen volumenbezogene Sichtungsanalysen durchgeführt.

Zur verfeinerten Abschätzung von *Bioabfallanteilen* wurden bei jeder Charge folgende Nachsortierungen der Siebfraktion durchgeführt:

Übersicht 11: Sortieraster zur verfeinerten Abschätzung von Bioabfallanteilen (Nachsortierung)

Quellfraktionen		Datenerfassung nach Zielfraktionen			
Lfd.Nr.	Bezeichnung	Bioabfall		Nicht-Bioabfall	
<small>Sp.1</small>	<small>2</small>	[kg] <small>3</small>	[ltr.] <small>4</small>	[kg] <small>5</small>	[ltr.] <small>6</small>
25	Siebfraktion >0-8mm		●		●
26	Siebfraktion >0-40mm	●	●	●	●

Für die Stoffgruppe *Kunststoffe* (SG02) wurden *materialspezifische Nachsortierungen* der Sortierfraktion *SF05 Flaschen/Flakons* durchgeführt. Die Sortierungen erfolgten stichprobenartig.

Übersicht 12: Sortieraster zur Abschätzung der Zusammensetzung der Sortierfraktion ‚Flaschen/ Flakons‘ (Nachsortierung)

Quellfraktion		Zielfraktionen		Datenerfassung	
Lfd.Nr.	Bezeichnung	Lfd.Nr.	Bezeichnung	[kg] <small>5</small>	[ltr.] <small>6</small>
<small>Sp.1</small>	<small>2</small>	<small>3</small>	<small>4</small>	<small>5</small>	<small>6</small>
5	Flaschen/Flakons	1	PET	●	●
		2	PE		
		3	PP		
		4	andere/unbekannt		

Eine weitere Maßnahme zur Verfeinerung der Datenqualität bestand in einer Nachsortierung der Sortierfraktion *Reststoffe* (SF27). Hierbei wurden bei jeder Charge gut durchmischte und somit repräsentative 30-Liter-Proben entsprechend der Sortierstrukturierung der Hauptsortierung minutiös nachsortiert. Hiervon ausgenommen waren die beiden Siebfraktionen, da die jeweiligen Reststoffe eindeutig den übrigen 25 Fraktionen zuordenbar waren.

Übersicht 13: Sortierraster zur Abschätzung der Zusammensetzung der Sortierfraktion ‚Reststoffe‘ (Nachsortierung)

Quellfraktion		Zielfraktionen*		Datenerfassung			
Lfd.Nr. <i>Sp.1</i>	Bezeichnung	Lfd.Nr. <i>3</i>	Bezeichnung	[kg] <i>5</i>	[ltr.] <i>6</i>		
27	Reststoffe	1	Pappe/Karton	●	●		
		2	Druckerzeugnisse	●	●		
		3	Sonstige PPK	●	●		
		4	Folien	●	●		
		5	Flaschen/Flakons	●	●		
		6	Becher/Blister	●	●		
		7	EPS	●	●		
		8	Sonstige Kunststoffe	●	●		
		9	Verpackungsglas	●	●		
		10	Sonstige Inertstoffe	●	●		
		11	Getränkekartons	●	●		
		12	Schuhe	●	●		
		13	Elektro(nik)schrott	●	●		
		14	Sonstiger Materialverbund	●	●		
		15	Fe (Verpackungen)	●	●		
		16	Fe (Nicht-Verpackungen)	●	●		
		17	NE (Verpackungen)	●	●		
		18	NE (Nicht-Verpackungen)	●	●		
		19	Küchenabfälle	●	●		
		20	Garten-/Grünabfälle	●	●		
		21	Holz	●	●		
		22	Körperhygieneartikel	●	●		
		23	Bekleidung/Textilien	●	●		
		24	Problemstoffe	●	●		
		25	Siebfraktion >0-8 mm				
		26	Siebfraktion >0-40 mm				
		27	Reststoffe			●	●

*Orientierung an der Hauptsortierungsstruktur.

Eine weitere Nachsortierung bezog sich auf die Sortierfraktion *Problemstoffe* (SF24). Dabei wurden die je Sortiercharge en bloc ausgesonderten Problemstoffe von einer erfahrenen Fachkraft der SDK untersucht. Die Strukturierung der Nachsortierung orientierte sich dabei an der Praxis der Problemstoffqualifizierung der SDK, die 1:1 übernommen wurde (s. nachfolgende Übersicht).

Übersicht 14: Sortieraster zur Abschätzung der Zusammensetzung der Sortierfraktion ‚Problemstoffe‘ (Nachsortierung)

Quellfraktion		Zielfraktionen		Datenerfassg.	
Lfd.Nr. <i>Sp.1</i>	Bezeichnung	Lfd.Nr. <i>3</i>	Bezeichnung	[kg] <i>5</i>	[ltr.] <i>6</i>
24	Problemstoffe	1	Altöl	●	●
		2	Asbesthaltige Stoffe		
		3	Asbestzement und Eternit		
		4	Bitumen		
		5	Bleiakkumulatoren		
		6	Datenträger		
		7	Druckgasflaschen		
		8	Düngemittel und Pestizide		
		9	Elektrogeräte (Starter) und Kondensatoren		
		10	Energiesparlampen, Glüh- u. Halogenlampen, Lampen quecksilberhaltig, ...		
		11	Farben/Lacke, Fässer mit Farbresten		
		12	Feuerzeuge		
		13	Feuerlöscher		
		14	Ionenaustauscherharze aus Wasseraufbereitung		
		15	Karton, Papier*		
		16	Kraftstoffe		
		17	Laborchemikalien		
		18	Laugen, basische Reiniger		
		19	Lösungsmittel		
		20	Medikamente		
		21	Metallfässer 200 Liter, recycelbar		
		22	Nicht identifizierte Stoffe		
		23	NiCa-Akkumulatoren		
		24	Öl- und Dieselfilter		
		25	Ölradiatoren		
		26	Ölverschmutzte Produkte		
		27	Öl-Wasser-Emulsionen		
		28	Photochemikalien gemischt		
		29	PU-Schaumdosen		
		30	Quecksilber und Quecksilberthermometer		
		31	Roofing, Bitumenabdichtungsbahnen		
		32	Säuren und saure Reiniger		
		33	Schadstoffverpackungen (Altöl, Fette).		
		34	Schadstoffverpackungen (Säure, Lauge, Photochemie)		
		35	Schmierfette		
		36	Speiseöle und -fette		
		37	Spraydosen		
		38	Spritzen und Kanülen		
		39	Streusalz		
		40	Tonerkartuschen, Tintenpatronen		
		41	Trockenbatterien		

* Kein Problemstoff i.e.S.

Überdies wurde pro Kampagne vom dafür qualifizierten Personal der SDK eine ausschließlich gewichtsbezogene Nachsortierung der in den Problemstoffen enthaltenen *Trockenbatterien* durchgeführt.

Übersicht 15: Sortierraster zur Abschätzung der Zusammensetzung der Sortierfraktion ‚Problemstoffe‘ (hier: Nachsortierung Trockenbatterien)

Quellfraktion		Zielfraktionen		Datenerfassung	
Lfd.Nr. <i>Sp.1</i>	Bezeichnung <i>2</i>	Lfd.Nr. <i>3</i>	Bezeichnung <i>4</i>	[kg] <i>5</i>	[ltr.] <i>6</i>
41	Trockenbatterien	1	Alkali-Mangan und Zink-Kohle	●	
		2	Lithium		
		3	Nickel-Cadmium		
		4	Nickel-Metallhydrid		

Unter Bezugnahme auf die Europäische Elektro(nik)schrottrichtlinie¹² wurde schließlich eine chargenbezogene Nachsortierung aller im Zuge der Hauptsortierung en bloc abgesonderten Bestandteile der Sortierfraktion *Elektro(nik)schrott (SF13)* realisiert. Strukturierungsgrundlage bildete hierbei Anhang IB der vorgenannten Richtlinie, der allerdings von den Projektarbeitern um eine Auffangkategorie zur Aufnahme aller nicht explizit gelisteten Produkte erweitert wurde (vgl. nachfolgende Übersicht).

¹² Richtlinie 2002/96/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Januar 2003 über Elektro- und Elektronik-Altgeräte. Nationale Umsetzung durch: *Règlement grand-ducal du 18 janvier 2005 relatif aux déchets des équipements électriques et électroniques ainsi qu'à la limitation d'emploi de certains de leurs composants dangereux.*

Übersicht 16: Sortieraster zur Abschätzung der Zusammensetzung der Sortierfraktion ‚Elektro(nik)schrott‘ (Nachsortierung)

Kategorien Lfd.Nr.	Bezeichnung Sp.1	Produktaufistung		Datenerfassung	
		Lfd.Nr.	Bezeichnung	[kg]	[ltr.]
0	Residuen/Reste	1	Alle nicht den nachfolgenden Punkten 1. - 10. zuordenbaren Abfälle	•	•
		-	Alle nicht den nachfolgenden Punkten 1. - 10. zuordenbaren Abfälle		
1	Haushaltsgroßgeräte	1	Große Kühlgeräte		
		2	Kühlschränke		
		3	Gefriergeräte		
		4	Sonstige Großgeräte zur Kühlung, Konservierung und Lagerung von Lebensmitteln		
		5	Waschmaschinen		
		6	Wäschetrockner		
		7	Geschirrspüler		
		8	Herde und Backöfen		
		9	Elektrische Kochplatten		
		10	Elektrische Heizplatten		
		11	Mikrowellengeräte		
		12	Sonstige Großgeräte zum Kochen oder zur sonstigen Verarbeitung von Lebensmitteln		
		13	Elektrische Heizgeräte		
		14	Elektrische Heizkörper		
		15	Sonstige Großgeräte zum Beheizen von Räumen, Betten und Sitzmöbeln		
		16	Elektrische Ventilatoren		
		17	Klimageräte		
		18	Sonstige Belüftungs-, Entlüftungs- und Klimatisierungsgeräte		
		-	Haushaltsgroßgeräte		
2	Haushaltskleingeräte	1	Staubsauger		
		2	Teppichkehrmaschinen		
		3	Sonstige Reinigungsgeräte		
		4	Geräte zum Nähen, Stricken, Weben oder zur sonstigen Bearbeitung von Textilien		
		5	Bügelisen und sonst. Geräte zum Bügeln, Mangeln oder zur sonstigen Pflege von Kleidung		
		6	Tosster		
		7	Fritteusen		
		8	Möhlen, Kaffeemasch. u. Geräte zum Öffnen od. Verschließen von Behältnissen od. Verp.		
		9	Elektrische Messer		
		10	Haarschneidegeräte, Haartrockner, elektr. Zahnbürsten, Rasierapparate, Massagegeräte ...		
		11	Wecker, Armbanduhr und Geräte zum Messen, Anzeigen oder Aufzeichnen der Zeit		
		12	Waagen		
				-	Haushaltskleingeräte
3	IT- und Telekommunikationsgeräte	1	Großrechner		
		2	Minicomputer		
		3	Drucker		
		4	PCs (einschließlich CPU, Maus, Bildschirm und Tastatur)		
		5	Laptops (einschließlich CPU, Maus, Bildschirm und Tastatur)		
		6	Notebooks		
		7	Elektronische Notizbücher		
		8	Drucker		
		9	Kopiergeräte		
		10	Elektrische und elektronische Schreibmaschinen		
		11	Taschen- und Tischrechner		
		12	Sonst. Produkte und Geräte zur Erfassung, Speicherung, Verarbeitung, Darstellung oder ...		
		13	Benutzerendgeräte und -systeme		
		14	Faxgeräte		
		15	Telexgeräte		
		16	Telefone		
		17	Münz- und Kartentelefone		
		18	Schnurlose Telefone		
		19	Mobiletelefone		
		20	Anrufbeantworter		
		21	Sonst. Produkte oder Geräte zur Übertragung von Tönen, Bildern od. sonst. Informationen ...		
		-	IT- und Telekommunikationsgeräte		
4	Geräte der Unterhaltungselektronik	1	Radiogeräte		
		2	Fernseheräte		
		3	Videokameras		
		4	Videorekorder		
		5	Hi-Fi-Anlagen		
		6	Audio-Verstärker		
		7	Musikinstrumente		
		8	Sonstige Produkte oder Geräte zur Aufnahme oder Wiedergabe von Tönen oder Bildern, ...		
		-	Geräte der Unterhaltungselektronik		
5	Beleuchtungskörper	1	Leuchten für Leuchtstofflampen mit Ausnahme von Leuchten in Haushalten		
		2	Stabförmige Leuchtstofflampen		
		3	Kompaktleuchtstofflampen		
		4	Entladungslampen, einschl. Hochdruck-Natriumdampflampen und Metaldampflampen		
		5	Niederdruck-Natriumdampflampen		
		6	Sonst. Beleuchtungskörper od. Geräte für d. Ausbreitung od. Steuerung v. Licht mit Ausn. ...		
		-	Beleuchtungskörper		
6	Elektrische und elektronische Werkzeuge (mit Ausnahme ortsfester industrieller Großwerkzeuge)	1	Bohrmaschinen		
		2	Sägen		
		3	Nähmaschinen		
		4	Geräte z. Drehen, Fräsen, Schleifen, Zerkleinern, Sägen, Schneiden, Abscheren, Bohren, ...		
		5	Niet-, Nagel- oder Schraubwerkzeuge oder Werkzeuge zum Lösen von Niet-, Nagel- oder ...		
		6	Schweiß- und Lötwerkzeuge oder Werkzeuge für ähnliche Verwendungszwecke		
		7	Geräte zum Versprühen, Ausbringen, Verteilen oder zur sonstigen Verarbeitung von ...		
		8	Rasenmäher und sonstige Gartengeräte		
		-	Elektr. und elektron. Werkzeuge (mit Ausnahme ortsfester industrieller Großwerkzeuge)		
7	Spielzeug sowie Sport- und Freizeitgeräte	1	Elektrische Eisenbahnen oder Autorennbahnen		
		2	Videospielkonsolen		
		3	Videospiele		
		4	Fahrrad-, Tauch-, Lauf-, Rudercomputer usw.		
		5	Sportausrüstung mit elektrischen oder elektronischen Bauteilen		
		6	Geldspielautomaten		
		-	Spielzeug sowie Sport- und Freizeitgeräte		
8	Medizinische Geräte (mit Ausnahme aller implantierten und infizierten Produkte)	1	Geräte für Strahlentherapie		
		2	Kardiologiegeräte		
		3	Dialysegeräte		
		4	Beatmungsgeräte		
		5	Nuklearmedizinische Geräte		
		6	Laborgeräte für In-vitro-Diagnostik		
		7	Analysegeräte		
		8	Gefriergeräte		
		9	Fertilisations-Testgeräte		
		10	Sonstige Geräte zur Erkennung, Vorbeugung, Überwachung, Behandlung oder Linderung ...		
		-	Medizinische Geräte (mit Ausnahme aller implantierten und infizierten Produkte)		
9	Überwachungs- und Kontrollinstrumente	1	Rauchmelder		
		2	Heizregler		
		3	Thermostate		
		4	Geräte zum Messen, Wiegen oder Regeln in Haushalt und Labor		
		5	Sonst. Überwachungs- und Kontrollinstrumente von Industrieanlagen (z. B. in Bedienpulten)		
		-	Überwachungs- und Kontrollinstrumente		
10	Automatische Ausgabegeräte	1	Heißgetränkautomaten		
		2	Automaten für heiße oder kalte Flaschen oder Dosen		
		3	Automaten für feste Produkte		
		4	Geldautomaten		
		5	Jegliche Geräte zur automatischen Abgabe von Produkten		
		-	Automatische Ausgabegeräte		

2.3.2 Datenmanagement

Die über alle Sortiervorgänge ermittelten und in den jeweiligen Protokollen dokumentierten Daten wurden bei ECO-Conseil mit dem vorrangigen Ziel der Abschätzung einer mittleren Restabfallzusammensetzung innerhalb des Großherzogtum Luxemburg und der Syndikate elektronisch verarbeitet.

Die aufgenommenen und eingegebenen Daten unterlagen dabei einer systematischen *Vollzähligkeits-, Vollständigkeits- und Plausibilitätskontrolle*. Falls erforderlich, wurden Daten ex-post an bestimmte vorliegende Erkenntnisse angepasst (legitime, positive *Datenmanipulation*), wobei u.a. empirische Mess- und Vergleichsdaten als Manipulations- bzw. Korrekturbasis fungierten.¹³

Auf diese Weise konnte, insbesondere im Hinblick auf das später herzuleitende Anheben der beobachteten Projektdaten auf Landes- und Syndikatsniveau (Schätzmodell; vgl. Punkt 3.3), eine plausible und aussagekräftige Datenbasis gewonnen werden.

¹³ Im Zuge der Plausibilitätskontrolle (hier: komparative Schüttgewichtsbetrachtung) fiel beispielsweise in Einzelfällen auf, dass manche Schüttgewichte signifikant von den entsprechenden Vergleichswerten bei anderen Testgemeinden abwichen. Es konnte gefolgert werden, dass hier offensichtlich volumenbezogene Messfehler seitens des Messenden bzw. des Protokollführers bei der Datenerfassung aufgetreten sind, da bei der in Ansatz gebrachten, volumenbezogenen Messtechnik relativ große Messfehler im unteren Wertebereich möglich sind. Diese Fehler wurden dann im Zuge der Datenmanagements nach Plausibilitätsmaßstäben korrigiert.

3 ERGEBNISSE

3.1 Sortierleistung

Im Zuge der Sortierarbeiten wurden knapp 97 t Restabfälle sortiert, was einem Restabfallvolumen von ca. 503 m³ entspricht. Aus diesen Werten resultiert ein Schüttgewicht von etwa 192 kg/m³.

Einzelheiten können der nachfolgenden Übersicht und insbesondere dem Anhang entnommen werden (s. ebenda, Punkt 7).¹⁴

Übersicht 17: Sortierleistung (sortierte Restabfallmengen nach Clustern und Kampagnen)

Cluster		Syndikat	Sortierleistung [kg]				Total	Mittelwert
Lfd.Nr.	Gemeinde		K1 (3.Quartal 2009)	K2 (4.Quartal 2009)	K3 (1.Quartal 2010)	K4 (2.Quartal 2010)		
<i>Sp.1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
1	Reisdorf	SIDEC	863	842	1.279	999	3.983	996
2	Lorentzweiler	SIDEC	665	580	922	495	2.661	665
3	Wiltz	SIDEC	1.302	1.148	866	1.040	4.355	1.089
4	Mersch	SIDEC	1.054	1.073	1.163	824	4.113	1.028
5	Ettelbruck	SIDEC	926	961	772	806	3.465	866
6	Weiler-la-Tour	SIDOR	836	640	698	785	2.959	740
7	Roeser	SIDOR	617	477	731	728	2.553	638
8	Frisange	SIDOR	1.336	1.209	1.116	989	4.650	1.163
9	Leudelange	SIDOR	545	507	546	472	2.070	518
10	Mamer	SIDOR	983	891	1.093	906	3.873	968
11	Schuttrange	SIDOR	803	796	722	869	3.190	797
12	Hobscheid	SIDOR	1.016	554	912	835	3.316	829
13	Mondercange	SIDOR	1.273	904	653	1.046	3.876	969
14	Reckange-s-Mess	SIDOR	675	1.104	624	836	3.239	810
15	Hesperange	SIDOR	902	747	676	614	2.939	735
16	Sanem	SIDOR	820	598	898	717	3.033	758
17	Strassen	SIDOR	468	619	890	840	2.817	704
18	Differdange	SIDOR	1.097	981	1.036	844	3.958	990
19	Dudelange	SIDOR	1.492	764	859	994	4.109	1.027
20	Esch-sur-Alzette	SIDOR	661	893	1.169	872	3.594	899
21	Luxembourg	SIDOR	860	698	1.024	982	3.564	891
22	Kayl	SIDOR	928	637	1.019	891	3.474	869
23	Waldbredimus	SIGRE	1.273	839	750	795	3.657	914
24	Dalheim	SIGRE	934	965	711	909	3.518	880
25	Wellenstein	SIGRE	862	794	690	555	2.901	725
26	Mondorf-les-Bains	SIGRE	1.383	802	921	630	3.736	934
27	Echternach	SIGRE	1.575	845	911	785	4.116	1.029
28	Remich	SIGRE	979	827	853	415	3.074	768
Total			27.126	22.693	24.501	22.472	96.793	24.198

¹⁴ Durch Rundungen können Summenwerte und Summen von Einzelwerten geringfügig voneinander abweichen.

3.2 Stichprobenbezogene Restabfallzusammensetzung

In der nachfolgenden Übersicht, die das Sortierergebnis als Summe der einzelnen Clusterresultate mit Bezug auf die Hauptsortierung widerspiegelt, ist dargestellt, wie sich die aussortierte Gesamtmenge (ca. 97 t bzw. 503 m³) auf die einzelnen Sortierfraktionen verteilt.

Die clusterbezogenen Resultate können dem Anhang entnommen werden (vgl. ebenda, Punkt 7.1.1).

Übersicht 18: Stichprobenbezogene Restabfallzusammensetzung 1 (hier: Hauptsortierung über alle Cluster)

Stoffgruppe(SG)		Sortierfraktion (SF)		Gewicht		Volumen		Schüttgewicht
Lfd.Nr. <i>Sp.1</i>	Bezeichnung	Lfd.Nr. <i>3</i>	Bezeichnung	[kg] <i>5</i>	[Gew.-%] <i>6</i>	[ltr.] <i>7</i>	[Vol.-%] <i>8</i>	[kg/m ³] <i>9</i>
01	Papier/Pappe/Karton (PPK)	01	Pappe/Karton	3.441,10	3,56	27.670,00	5,50	124,36
		02	Druckerzeugnisse	5.878,55	6,07	27.163,00	5,40	216,42
		03	Sonstige PPK	5.857,80	6,05	33.335,00	6,62	175,73
02	Kunststoffe	04	Folien	7.317,60	7,56	91.058,50	18,09	80,36
		05	Flaschen/Flakons	1.622,60	1,68	27.430,00	5,45	59,15
		06	Becher/Blister	3.139,65	3,24	45.640,00	9,07	68,79
		07	EPS	395,50	0,41	12.620,00	2,51	31,34
		08	Sonstige Kunststoffe	2.098,05	2,17	23.718,00	4,71	88,46
03	Inertstoffe	09	Verpackungsglas	2.813,75	2,91	6.665,00	1,32	422,17
		10	Sonstige Inertstoffe	967,20	1,00	1.764,00	0,35	548,30
04	Materialverbund	11	Getränkekartons	514,90	0,53	6.505,00	1,29	79,15
		12	Schuhe	663,50	0,69	4.063,00	0,81	163,30
		13	Elektro(nik)schrott	468,05	0,48	1.725,90	0,34	271,19
		14	Sonstiger Materialverbund	1.277,90	1,32	14.750,00	2,93	86,64
05	Metalle	15	Fe (Verpackungen)	1.123,30	1,16	7.675,00	1,52	146,36
		16	Fe (Nicht-Verpackungen)	327,20	0,34	1.306,35	0,26	250,47
		17	NE (Verpackungen)	631,00	0,65	6.020,00	1,20	104,82
		18	NE (Nicht-Verpackungen)	164,00	0,17	700,45	0,14	234,14
06	Bioabfall	19	Küchenabfälle	24.000,65	24,80	55.700,00	11,06	430,89
		20	Garten-/Grünabfälle	3.131,35	3,24	11.850,00	2,35	264,25
		21	Holz	635,80	0,66	4.038,00	0,80	157,45
07	Körperhygieneartikel	22	Körperhygieneartikel	5.813,35	6,01	20.830,00	4,14	279,09
08	Bekleidung/Textilien	23	Bekleidung/Textilien	2.789,20	2,88	17.192,00	3,41	162,24
09	Problemstoffe	24	Problemstoffe	997,10	1,03	4.465,00	0,89	223,31
10	Siebfraktionen	25	Siebfraktion >0-8 mm	1.596,80	1,65	2.516,00	0,50	634,66
		26	Siebfraktion >0-40 mm	11.046,55	11,41	21.515,00	4,27	513,43
11	Reststoffe	27	Reststoffe	8.080,15	8,35	25.547,00	5,07	316,29
TOTAL				96.792,60	100,00	503.462,20	100,00	192,25

Nach Stoffgruppen zusammengefasst, ergibt sich folgendes Bild:

Übersicht 19: Stichprobenbezogene Restabfallzusammensetzung 2 (hier: Hauptsortierung über alle Cluster)

Stoffgruppe(SG)		Gewicht		Volumen		Schüttgewicht
Lfd.Nr. <i>Sp.1</i>	Bezeichnung	[kg] <i>3</i>	[Gew.-%] <i>4</i>	[ltr.] <i>5</i>	[Vol.-%] <i>6</i>	[kg/m ³] <i>7</i>
01	Papier/Pappe/Karton (PPK)	15.177,45	15,68	88.168,00	17,51	172,14
02	Kunststoffe	14.573,40	15,06	200.466,50	39,82	72,70
03	Inertstoffe	3.780,95	3,91	8.429,00	1,67	448,56
04	Materialverbund	2.924,35	3,02	27.043,90	5,37	108,13
05	Metalle	2.245,50	2,32	15.701,80	3,12	143,01
06	Bioabfall	27.767,80	28,69	71.588,00	14,22	387,88
07	Körperhygieneartikel	5.813,35	6,01	20.830,00	4,14	279,09
08	Bekleidung/Textilien	2.789,20	2,88	17.192,00	3,41	162,24
09	Problemstoffe	997,10	1,03	4.465,00	0,89	223,31
10	Siebfraktionen	12.643,35	13,06	24.031,00	4,77	526,13
11	Reststoffe	8.080,15	8,35	25.547,00	5,07	316,29
Total		96.792,60	100,00	503.462,20	100,00	192,25

3.3 Modell zur Abschätzung einer repräsentativen Restabfallzusammensetzung im GDL

3.3.1 Vorbemerkungen und Prämissen

Im folgenden wird die Entwicklung *repräsentativer Schätzdaten zur Restabfallzusammensetzung* dargestellt. Diese werden - unter Berücksichtigung bestimmter Prämissen - durch ein komplexes System *freier* und *gebundener* Hochrechnungen gewonnen.

Durch die Art der Anlage des *Schätzmodell* wird die Nachvollziehbarkeit der eruierten Daten und somit auch der wissenschaftliche Charakter der Untersuchung gewährleistet.

Vom Grundsatz her, lässt sich das hier zur Anwendung kommende Schätzmodell als einfache *Funktionsgleichung* abbilden:

$$RZ_{GDL} = f(R, S, Z)_{2009}$$

Mit	RZ _{GDL}	Restabfallzusammensetzung im GDL (<i>hier: aktuell für 2009</i>)	
	R	Räumliche Einflussfaktoren	(→ Raumbene)
	S	Sachliche Einflussfaktoren	(→ Sachebene)
	Z	Zeitliche Einflussfaktoren	(→ Zeitebene).

Den vorgenannten Einflussfaktoren liegen einzelne *Variablen* zugrunde, deren jeweilige Ausprägungen letztendlich in Bezug auf die Restabfallzusammensetzung landesweit wirksam werden.¹⁵

In das Schätzmodell werden ausschließlich *räumliche* und *sachliche Momente* einfließen. *Zeitliche Momente* werden nicht explizit in das Schätzmodell mit eingebunden, da das Projekt vom Grundansatz her durch die quartalsweise Beprobung saisonale Effekte berücksichtigt.

Das Schätzmodell basiert auf den folgenden, vereinfachenden Prämissen:

- es wird davon ausgegangen, dass jede analysierte Restabfallprobe die jeweilige *Testgemeinde* in Bezug auf die Restabfallzusammensetzung repräsentiert;
- es wird unterstellt, dass die Testgemeinde *das Cluster* repräsentiert, dem sie zuordenbar ist;
- es wird schließlich davon ausgegangen, dass sich die Auswirkungen konditionierungsbedingter wechselseitiger Abfallanhaftungen sowie sortierungsbedingter Fehlwürfe mit Bezug auf die einzelnen Sortierfraktionen im Zuge der Mengenermittlung gegenseitig aufheben bzw. neutralisieren.¹⁶

Auf der Grundlage dieser Prämissen kann die Abschätzung der Restabfallzusammensetzung auf Landes- bzw. Syndikatsniveau nun sukzessive über ein mehrstufiges Verfahren erfolgen.

Es sei in diesem Zusammenhang erwähnt, dass sich die Genauigkeit der Resultate nach dem „Gesetz der großen Zahlen“ methodenbedingt mit wachsender Raumbene erhöhen, d.h. auf Landesniveau weisen die Schätzdaten den höchsten Grad an Aussagekraft bzw. Zuverlässigkeit auf, gefolgt von den Daten auf Syndikatsniveau und gefolgt von den Daten auf Clusterniveau, bei denen der systematische Fehler naturgemäß am größten ist.¹⁷

¹⁵ Als Beispiele für solche Variablen seien Siedlungs- und Bebauungsstrukturen (Raumbene), Restabfallbehälterstrukturen (Sachebene) und saisonale Effekte (Zeitebene) angeführt.

¹⁶ Zur Erläuterung: Die Abfallverpressung im Müllfahrzeug (beim Einsatz von ROTOPRESS-Fahrzeugen eine zusätzliche Vermischung u. Zerkleinerung) führt neben vergleichsweise hohen Schüttgewichten [kg/m³] in der Sortierpraxis dazu, dass Abfälle auf das Sortierband gelangen, die miteinander „verbacken“ sind und somit nicht in jedem Fall ohne weiteres durch die Sortierer voneinander getrennt werden können (Beispiel: Kunststoffe in der Fraktion Bioabfälle – Bioabfälle in der Fraktion Kunststoffe).

¹⁷ Es sei darauf verwiesen, dass das nachfolgende Schätzmodell die ausschließliche Datenherleitung für das Großherzogtum Luxemburg aufzeigt (Landesniveau). Die Datenherleitung auf Syndikats- und Clusterniveau läuft vom Grundsatz her in gleicher Art und Weise ab.

3.3.2 Schätzstufen I und II: Übernahme und Standardisierung der stichprobenbezogenen Sortierdaten

Als Grundlage des Modells zur *Abschätzung einer mittleren Restabfallzusammensetzung 2009 im GDL* werden zunächst einmal die einzelnen *clusterspezifischen Sortierdaten* in Ansatz gebracht (Zwischenresultat 1; s. Punkt 7.1.1 im Anhang).

$S_I = \text{Übernahme der stichprobenbezogenen Sortierdaten (Datenbasis)}$

Mit S_I : Stufe I der Abschätzung einer mittleren Restabfallzusammensetzung 2009 im GDL.

Da bei den einzelnen Stichproben - trotz eines *theoretisch* einheitlichen Restabfallabgriffs bei der Beprobung (jeweils 5 x MGB 1.100) auf Grund des Faktors *Mensch* und der verschiedenen Restabfallzusammensetzungen - *praktisch* unterschiedliche Gesamtgewichtswerte zustande gekommen sind (vgl. ebenda), ist es in einem zweiten Schritt erforderlich, die unterschiedlichen Mengen zu *standardisieren*.

Die Standardisierung erfolgt im vorliegenden Modell für jede Clustercharge auf einem einheitlichen (standardisierten) Gewichtsniveau von 100 kg, was der *prozentualen Gewichtsverteilung* entspricht. Die korrespondierenden Volumenwerte werden unter Konstanthaltung der aus den Sortierdaten resultierenden Schüttgewichte gewonnen.

$S_{II} = \text{Stufe II Standardisierung der stichprobenbezogenen Sortierdaten}$

Mit S_{II} : Stufe II der Abschätzung einer mittleren Restabfallzusammensetzung 2009 im GDL.

3.3.3 Schätzstufe III: Gewichtung der standardisierten stichprobenbezogenen Sortierdaten

Im nächsten Schritt werden nun die standardisierten, stichprobenbezogenen Sortierdaten in Bezug auf die einzelnen *Sortierfraktionen und Cluster* gewichtet. Als Gewichtungsfaktoren werden dabei diejenigen *Bevölkerungsanteilswerte* in Ansatz gebracht, die die einzelnen Cluster auf sich vereinigen (mit $\Sigma_{GDL} = 1,0000$; s. folgende Übersicht und Punkt 8.1 im Anhang).

Übersicht 20: Herleitung bevölkerungsbezogener Gewichtungsfaktoren

Lfd.Cluster-Nr.		Syndikat	Wohnbevölkerung zum 1.1.2009 *		
GDL	Syndikat		[1]	[%]	Gewichtungsfaktor (G _{Faktor}) [1]
Sp.1	2	3	4	5	6=Spalte 5/100
1	1	SIDEC	2.260	0,46	0,0046
2	2	SIDEC	3.182	0,64	0,0064
3	3	SIDEC	60.313	12,22	0,1222
4	4	SIDEC	24.095	4,88	0,0488
5	5	SIDEC	14.032	2,84	0,0284
6	1	SIDOR	6.447	1,31	0,0131
7	2	SIDOR	5.147	1,04	0,0104
8	3	SIDOR	3.641	0,74	0,0074
9	4	SIDOR	2.097	0,42	0,0042
10	5	SIDOR	29.884	6,06	0,0606
11	6	SIDOR	3.440	0,70	0,0070
12	7	SIDOR	15.832	3,21	0,0321
13	8	SIDOR	15.764	3,19	0,0319
14	9	SIDOR	2.059	0,42	0,0042
15	10	SIDOR	12.786	2,59	0,0259
16	11	SIDOR	14.255	2,89	0,0289
17	12	SIDOR	14.106	2,86	0,0286
18	13	SIDOR	20.979	4,25	0,0425
19	14	SIDOR	18.278	3,70	0,0370
20	15	SIDOR	48.008	9,73	0,0973
21	16	SIDOR	88.586	17,95	0,1795
22	17	SIDOR	31.187	6,32	0,0632
23	1	SIGRE	16.617	3,37	0,0337
24	2	SIGRE	1.993	0,40	0,0040
25	3	SIGRE	1.498	0,30	0,0030
26	4	SIGRE	17.567	3,56	0,0356
27	5	SIGRE	16.281	3,30	0,0330
28	6	SIGRE	3.166	0,64	0,0064
Total			493.500	100,00	1,0000

* Datengrundlage STATEC

$$S_{III} = \sum_{i=1}^{28} \text{stand}^{Xi*} G_{\text{Faktor}}$$

Mit S_{III} : Stufe III der Abschätzung einer mittleren Restabfallzusammensetzung 2009 im GDL.

Es sei angeführt, dass mit der Gewinnung dieser Datenkonsolidierung nun die Ebene der clusterbezogenen Betrachtungen verlassen werden kann. Auf den nächsten Schätzstufen wird ausschließlich auf der Grundlage der aus den vorstehenden Schätzstufen resultierenden aggregierten Daten weiter operiert.

3.3.4 Schätzstufe IV: Umlage von Bioabfallanteilen aus den Siebfraktionen

Da seit Beginn der *landesweiten Restabfallanalyse 1992 - 1994 im Großherzogtum Luxemburg* bekannt ist, dass sich die *Siebfraktionen* größtenteils aus Bioabfällen aufbauen, werden die biogenen Bestandteile der besagten Siebfraktionen im folgenden - analog zur v.g. Studie - auf die Stoffgruppe *06 Bioabfall* umgelegt. Die Umlage der Daten, die sich aus den jeweiligen Nachsortierungen der beiden *Siebfraktionen >0-8mm (SF25) und >0-40mm (SF26)* ergaben, erfolgte dabei verhältnisorientiert auf die Sortierfraktionen *Küchenabfälle* und *Garten-/Grünabfälle*. Die Verhältnisanteile wurden dabei auf der Grundlage der Resultate der Hauptsortierung eruiert.

Die dem Bioabfall zugeschlagenen biogenen Siebfraktionsanteile wurden analog dazu bei den Siebfraktionen in Abzug gebracht, so dass die unter den Siebfraktionen ausgewiesenen Daten ausschließlich „*bioabfallfrei*“ Bestandteile beinhalten.

3.3.5 Schätzstufe V: Minimierung der Reststoffanteile

Neben dem relativ hohen Siebfraktionsanteil (ca. 13 Gew.-%) ist auf dem Stand der Schätzstufen I und II auch der verhältnismäßig hohe *Reststoff-Anteil* bemerkenswert (ca. 8 Gew.-%; vgl. Punkt 7.2.1.1). Unter Hinweis auf die unter Punkt 3.3.1 erwähnte dritte Prämisse wird dieser relativ hohe Anteil dadurch erklärt, dass die dem Sortierband zugeführten Restabfälle bereits in dem Sammelfahrzeug verpresst und beim Einsatz von Rotopresssystemen zudem noch zerkleinert und vermischt worden waren, wodurch relativ viele Einzelabfälle miteinander „verbacken“ und somit im Zuge der Sortierung nicht ohne weiteres voneinander separierbar waren; sie wurden somit unmittelbar dem Überlauf zugeführt.

Durch die Nachsortierung des Reststoffanteils (analog zu der *Restabfallanalyse 2004/05* im GDL) ist es möglich, den Reststoffanteil in der Sortierpraxis auf *1,0 – 2,0 Gew.-%* zu reduzieren. Aus diesem Grunde hielten es die Projektbearbeiter im Vorfeld für erforderlich, eine *Nachsortierung der Reststoffe* durchzuführen und die Daten der Sortierfraktion Reststoffe und in der Folge auch diejenigen der anderen Sortierfraktionen *ex-post* zu korrigieren. Diese Anpassungserfordernis basiert auf dem einfachen Grundgedanken, dass die Sortierfraktion Reststoffe Abfälle enthält, die eigentlich anderen Sortierfraktionen zuordenbar sind. Entsprechend den Resultaten der Reststoff-Nachsortierung (s. Punkt 7.1.6) wurden die jeweiligen Mengen – mit Ausnahme der Siebfraktion - auf die übrigen Fraktionen umgelegt und von den ursprünglichen Reststoffmengen in Abzug gebracht. Auf diese Weise konnte die Reststoffmenge auf unter *2 Gew.-%* gesenkt werden.

3.3.6 Schätzstufe VI: Ermittlung absoluter und spezifischer Restabfallaufkommenswerte

Wird die auf der vorigen Schätzstufe ermittelte Restabfallzusammensetzung nun in Relation zu den von den Syndikaten SIDEC, SIDOR und SIGRE übermittelten absoluten Restabfallaufkommensdaten des Jahres 2009 (121.217,29 t; vgl. Punkt 6.4.1) und ferner zur Wohnbevölkerung zum 1.1.2009 gesetzt (s. Punkt 6.1), so wird das folgende sortierfraktionsorientierte Restabfall-Strukturbild gewonnen.

REPRÄSENTATIVE RESTABFALLZUSAMMENSETZUNG 2009 IM GDLÜbersicht 21: Geschätzte Restabfallzusammensetzung 2009 im GDL nach Sortierfraktionen (repräsentatives Endergebnis)

Stoffgruppe(SG)		Sortierfraktion (SF)		Zusammensetzung						Schüttgewicht [kg/m ³] ₁₁
Lfd.Nr. <small>Sp. 1</small>	Bezeichnung <small>2</small>	Lfd.Nr. <small>3</small>	Bezeichnung <small>4</small>	Gewicht			Volumen			
				[kg/E.a] ₅	[t] ₆	[Gew.-%] ₇	[ltr./E.a] ₈	[m ³] ₉	[Vol.-%] ₁₀	
01	Papier/Pappe/Karton (PPK)	01	Pappe/Karton	9,72	4.794,74	3,96	76,51	37.759,86	5,84	126,98
		02	Druckerzeugnisse	15,38	7.590,33	6,26	72,37	35.716,14	5,53	212,52
		03	Sonstige PPK	18,60	9.178,92	7,57	105,08	51.855,78	8,02	177,01
02	Kunststoffe	04	Folien	19,05	9.402,82	7,76	239,98	118.428,70	18,33	79,40
		05	Flaschen/Flakons	4,36	2.152,89	1,78	73,31	36.176,61	5,60	59,51
		06	Becher/Blister	7,97	3.933,67	3,25	114,87	56.688,07	8,77	69,39
		07	EPS	1,23	604,60	0,50	37,42	18.468,35	2,86	32,74
		08	Sonstige Kunststoffe	5,03	2.483,28	2,05	56,93	28.093,77	4,35	88,39
03	Inertstoffe	09	Verpackungsglas	7,73	3.813,31	3,15	18,25	9.006,26	1,39	423,41
		10	Sonstige Inertstoffe	2,65	1.307,55	1,08	4,73	2.334,59	0,36	560,08
04	Materialverbund	11	Getränkcartons	1,34	659,91	0,54	16,70	8.240,75	1,28	80,08
		12	Schuhe	1,59	782,91	0,65	9,89	4.882,03	0,76	160,37
		13	Elektro(nik)schrott	1,16	570,06	0,47	4,12	2.034,80	0,31	280,15
		14	Sonstiger Materialverbund	3,61	1.782,53	1,47	42,18	20.816,84	3,22	85,63
05	Metalle	15	Fe (Verpackungen)	3,06	1.508,15	1,24	20,76	10.246,03	1,59	147,19
		16	Fe (Nicht-Verpackungen)	0,88	432,74	0,36	3,29	1.622,54	0,25	266,71
		17	NE (Verpackungen)	1,86	918,45	0,76	17,16	8.467,53	1,31	108,47
		18	NE (Nicht-Verpackungen)	0,45	221,25	0,18	1,63	803,14	0,12	275,48
06	Bioabfall	19	Küchenabfälle *	85,08	41.985,28	34,64	197,69	97.562,13	15,10	430,34
		20	Garten-/Grünabfälle *	9,09	4.483,85	3,70	35,27	17.407,16	2,69	257,59
		21	Holz	1,65	812,70	0,67	10,29	5.078,09	0,79	160,04
07	Körperhygieneartikel	22	Körperhygieneartikel	14,84	7.321,37	6,04	53,55	26.425,79	4,09	277,05
8	Bekleidung/Textilien	23	Bekleidung/Textilien	6,70	3.305,99	2,73	41,68	20.568,09	3,18	160,73
09	Problemstoffe	24	Problemstoffe	2,62	1.290,53	1,06	11,72	5.783,82	0,90	223,13
10	Siebfraktionen	25	Siebfraktion >0-8 mm **	1,96	967,74	0,80	3,13	1.545,55	0,24	626,14
		26	Siebfraktion >0-40 mm **	13,73	6.776,13	5,59	26,97	13.310,30	2,06	509,09
11	Reststoffe	27	Reststoffe ***	4,33	2.135,60	1,76	13,93	6.873,72	1,06	310,69
TOTAL				245,63	121.217,29	100,00	1.309,42	646.196,44	100,00	187,59

*Einschließlich der geschätzten Bioabfallanteile der Siebfraktionen. **Ohne geschätzte Bioabfallanteile. ***Ohne geschätzte Anteile der restlichen Sortierfraktionen.

Nach Stoffgruppen zusammengefasst, ergibt sich folgendes Bild:

Übersicht 22: Geschätzte Restabfallzusammensetzung 2009 im GDL nach Stoffgruppen (repräsentatives Endergebnis)

Stoffgruppe(SG)		Zusammensetzung						Schüttgewicht [kg/m ³] ₉
Lfd.Nr. <small>Sp. 1</small>	Bezeichnung <small>2</small>	Gewicht			Volumen			
		[kg/E.a] ₃	[t] ₄	[Gew.-%] ₅	[ltr./E.a] ₆	[m ³] ₇	[Vol.-%] ₈	
01	Papier/Pappe/Karton (PPK)	43,70	21.563,99	17,79	253,97	125.331,78	19,40	172,06
02	Kunststoffe	37,64	18.577,26	15,33	522,50	257.855,50	39,90	72,05
03	Inertstoffe	10,38	5.120,86	4,22	22,98	11.340,84	1,76	451,54
04	Materialverbund	7,69	3.795,41	3,13	72,90	35.974,41	5,57	105,50
05	Metalle	6,24	3.080,59	2,54	42,84	21.139,24	3,27	145,73
06	Bioabfall *	95,81	47.281,82	39,01	243,26	120.047,39	18,58	393,86
07	Körperhygieneartikel	14,84	7.321,37	6,04	53,55	26.425,79	4,09	277,05
08	Bekleidung/Textilien	6,70	3.305,99	2,73	41,68	20.568,09	3,18	160,73
09	Problemstoffe	2,62	1.290,53	1,06	11,72	5.783,82	0,90	223,13
10	Siebfraktionen **	15,69	7.743,87	6,39	30,10	14.855,85	2,30	521,27
11	Reststoffe ***	4,33	2.135,60	1,76	13,93	6.873,72	1,06	310,69
Total		245,63	121.217,29	100,00	1.309,42	646.196,44	100,00	187,59

*Einschließlich der geschätzten Bioabfallanteile der Siebfraktionen. **Ohne geschätzte Bioabfallanteile. ***Ohne geschätzte Anteile der restlichen Sortierfraktionen.

3.3.7 Modellkritik und Datenhandhabung

Einem komplexen Schätzmodell, wie dem vorliegenden, sind naturgemäß eine Fülle von *Ansatzpunkten zur Kritik* immanent. Kritikmöglichkeiten bieten in erster Linie die dem Modell zugrunde liegenden Prämissen, und darüber hinaus auch die vielen in Ansatz gebrachten *Schätz- bzw. Korrekturfaktoren* bei den verschiedenen Rechenoperationen.

Auf eine detaillierte Aufführung und Diskussion dieser Schätzgrundlagen sei hier verzichtet. Die Projekt- und Berichtskonzeption erlaubt es aber, falls erforderlich, sie jederzeit *entweder* in dem vorliegenden Bericht *und/oder* in den dem Auftraggeber der Studie separat als Dateien überlassenen Datensätzen zu recherchieren und ggf. in modifizierter Form aufzubereiten.

Es sei ausdrücklich erwähnt, dass das hier in Ansatz gebrachte Schätzmodell nur *eine* von unendlich vielen Simulationsmöglichkeiten darstellt. Allerdings ist dabei zu beachten, dass die Projektbearbeiter u.a einen hohen empirisch-fundierten Wahrscheinlichkeitsmaßstab und darüber hinaus die Erfahrung von fast 20 Jahren abfallwirtschaftlicher und insbesondere abfallanalytischer Tätigkeit im Großherzogtum Luxemburg in das Modell eingebracht haben.

Trotz aller Möglichkeiten zur Kritik stellt das zur Anwendung gekommene Schätzmodell *eine* Arbeitsgrundlage dar, die im Bedarfsfall zu weiteren Modellsimulationen unter Berücksichtigung der Variabilität von *Parametern* und *Wahrscheinlichkeitsmaßstäben* befähigt.

Bezüglich der in diesem Band, und insbesondere der im separaten Anhangband ausgewiesenen Daten sei nochmals unterstrichen, dass sie sich schwerpunktmäßig auf eine Darstellung der landesweiten Situation sowie der Situation in den Syndikaten SIDEC, SIDOR und SIGRE konzentrieren. Strukturdaten für die einzelnen Gemeinden können auf der Grundlage der clusterbezogenen Daten abgeschätzt werden. Welche Gemeinde welchem Cluster zuordenbar ist und wie bei der Gemeindeschätzung zu verfahren ist, kann Punkt 6.5 im Anhang entnommen werden.

Bekanntlich nimmt die Genauigkeit der Schätzungen auf Grund des systematischen Fehlers mit kleiner werdenden Raumeinheiten ab. Diese *Stichprobeneffekte*, die z.B. von Ausreißern als Ausdruck außergewöhnlicher Ereignisse verursacht werden können, werden mit wachsender Raumebene „nivelliert“. Als ein Beispiel hierfür sei angeführt, dass z.B. ein schwerer Bleiak-kumulator im Restabfall einen relativ hohen Problemstoffgehalt in der Stichprobe bedingen kann, der i.d.R. für die Clustereinheit nicht repräsentativ ist. Umgelegt auf den Gesamtumfang der Stichproben und mit Blick auf die Ausweisung repräsentativer Werte für das GDL oder für die Syndikate bedeuten solche Werte aber, dass hin und wieder auftretende Bleiak-kumulatoren nun einmal Fakt sind und somit der Schätzung der jeweiligen Grundgesamtheit förderlich sein können.

4 DATENANALYSEN

4.1 Restabfallentwicklung 2004 –2009 im GDL

4.1.1 Restabfallaufkommen

4.1.1.1 Vorbemerkungen

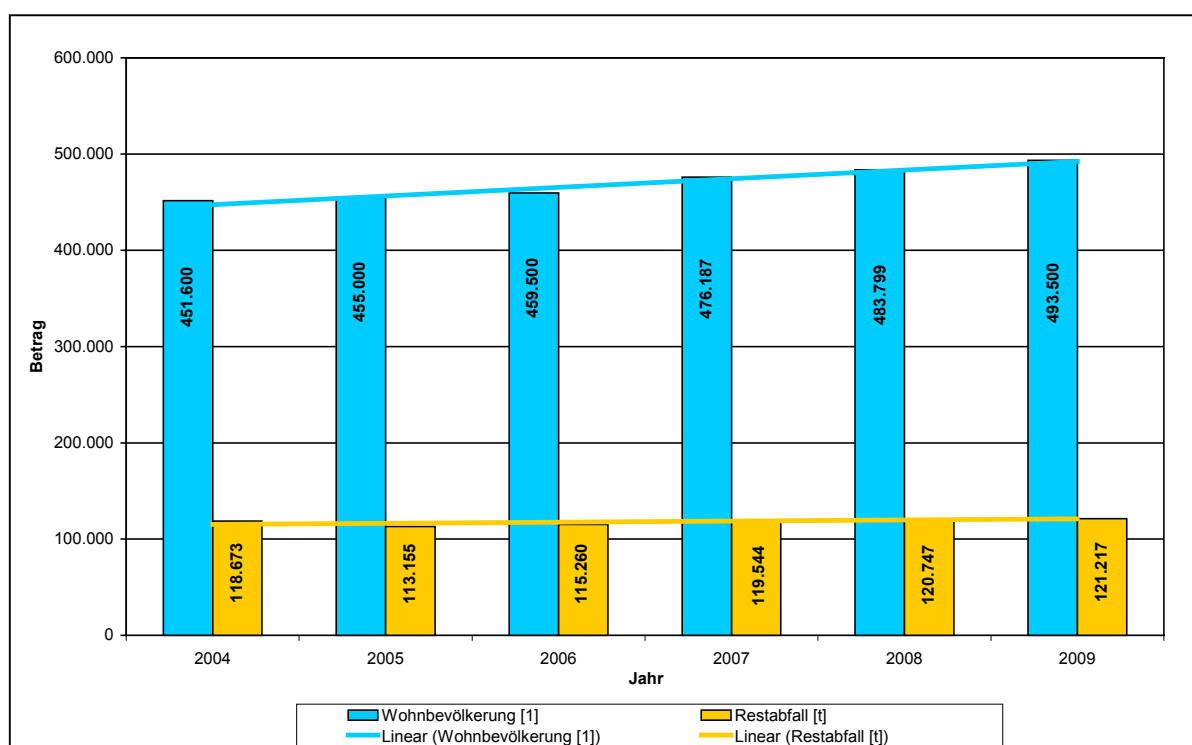
Die im Anhang unter Punkt 6.4 dokumentierten und hier kurz kommentierten Grunddaten zum *Restabfallaufkommen 2004-2009 im GDL nach Gemeinden und Syndikaten* entstammen der *Luxemburgischen Abfallwirtschaftsdatenbank* (Bezugsjahre 2004-2009).

Zur Datengenerierung ist anzuführen, dass diese aus logistischen Gründen von Syndikat zu Syndikat unterschiedlich ist. Während im SIDOR jede Gemeinde separat entsorgt wird und dementsprechend gemeindespezifische Wiegedaten aus der sog. Verrechnungsdatei vorliegen, wurden die Daten im SIDEC, in dem der überwiegende Teil der Gemeinden nicht einzeln abgefahren wird, auf der Grundlage der über die Waage ermittelten Gesamttonnage und des in den Gemeinden pro Monat durchschnittlich bereitstehenden Behältervolumens abgeschätzt, was der statutarisch festgeschriebenen Abrechnungsgrundlage entspricht. Ähnlich verhält es sich im SIGRE. Hier wurden die jeweiligen Daten für die Bezugsjahre 2004 – 2008 auf der Grundlage der sog. „FLO-Sammeltouren“ (interne Bezeichnung) zusammengestellt. Ab dem Jahr 2009 wird im Einzugsgebiet des SIGRE jede Gemeinde getrennt abgefahren. Alle Daten beziehen sich auf Restabfall entsprechend der Definition unter dem unter Punkt 1.2 („Haus- und Geschäftsmüll“).

4.1.1.2 Dokumentation und Bewertung

Seit 2004 ist ein kontinuierliches Wachstum der Wohnbevölkerung von 451.600 Einwohnern auf 493.500 Einwohner in 2009 zu verzeichnen. Dies entspricht einem Zuwachs von 9,28 %. Ausgehend von einer absoluten Restabfallmenge von rund 118.673 t in 2004, stieg die Menge nach einem zwischenzeitlichen Rückgang auf 113.155 t im Jahr 2005, kontinuierlich bis 2009 auf 121.217 t an.¹⁸ Somit kann im gleichen Zeitraum für die absolute Menge der behandelten Restabfälle nur ein geringer Anstieg von 2,14 % festgestellt werden.¹⁹

Abbildung 1: Entwicklung der Wohnbevölkerung 2004-2009 und der im gleichen Zeitraum behandelten Restabfälle (absolut)



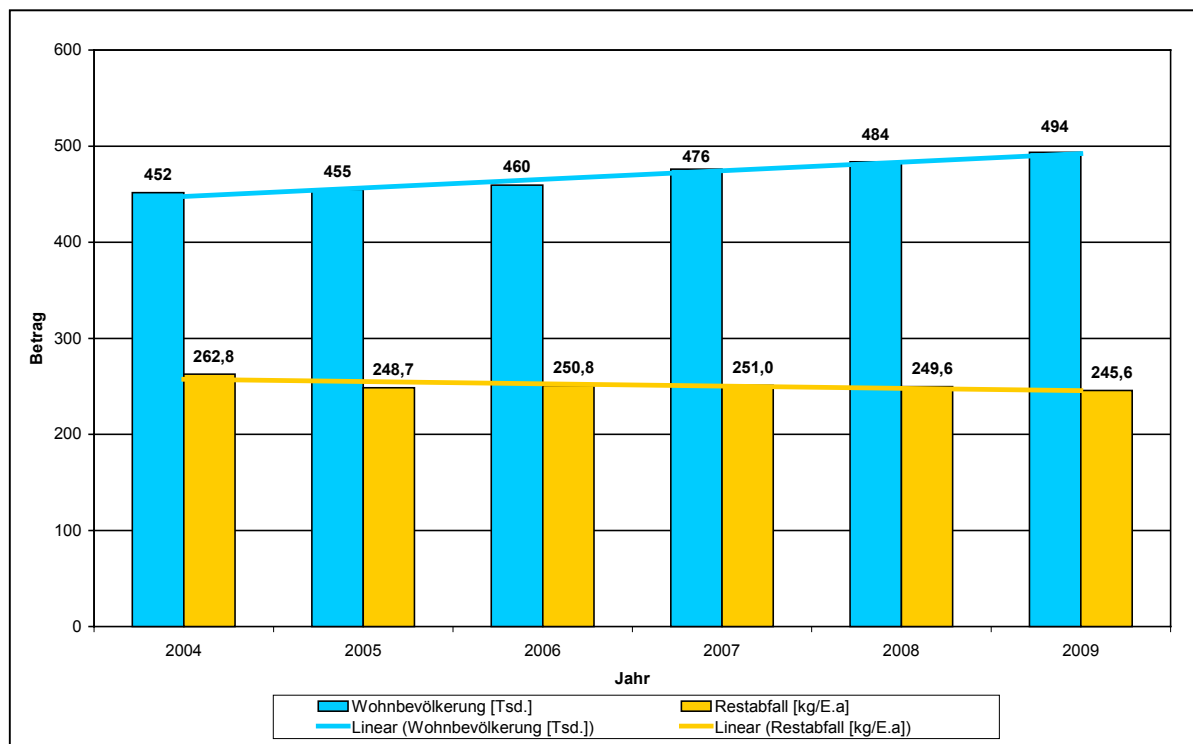
Auf Grund des relativ hohen Bevölkerungswachstums und dem geringen Anstieg der absoluten Restabfallmenge kann für das spezifische Restabfallaufkommen eine Reduktion um

¹⁸ Vgl. Artikel „Luxemburger Wort“ vom 15.06.2010 „Fünf Planeten sind nicht genug“. Der Konsum der Grenzgänger macht demnach 16% des ökologischen Fußabdrucks in Luxemburg aus (siehe auch Punkt 6.1.2 im Anhang).

¹⁹ S. nachfolgende Übersicht i. V.m. den Punkten 6.1 und 6.4.1.

6,53 % konstatiert werden (von rund 263 kg/E.a₂₀₀₄ auf 246 kg/E.a₂₀₀₉; s. nachfolgende Abbildung). Diese Reduktion kann global als ein Erfolg aller Akteure (Öffentliche Hand, Industrie, Verbraucher, ...) gesehen werden, die dazu beigetragen haben, die Menge der zu behandelten Restabfälle durch bestehende Maßnahmen zu verringern.

Abbildung 2: Entwicklung der Wohnbevölkerung und des einwohnerbezogenen spezifischen Restabfallaufkommens 2004-2009



Auf *Syndikatsniveau* stellt sich die Situation etwas differenzierter dar: Zwar ist auch hier bei allen drei Syndikaten (SIDEK, SIDOR, SIGRE) bezüglich der Wohnbevölkerung zunächst einmal ein nahezu stetiger Zuwachs zu verzeichnen. Aber während sich die absoluten Restabfallmengen bei SIDEK (zwischen 22.200 und 22.800 t/a) und bei SIGRE (zwischen 14.400 und 15.100 t/a) auf einem Niveau konsolidiert haben, sind die Mengen im SIDOR nach einem Absinken von rund 81.130 t 2004 auf 78.840 t 2005 seit 2006 tendenziell wieder im Steigen begriffen und haben 2009 ein Niveau von über 83.700 t erreicht.

Das spezifische Restabfallaufkommen ist in 2009 in allen drei Syndikaten gegenüber 2004 gesunken.

Im Syndikat SIGRE ist der größte Rückgang zu verzeichnen. Das durchschnittliche Aufkommen je Einwohner hat sich im Betrachtungszeitraum im SIGRE um 10,51 % von 286,58 kg/E.a auf 256,45 kg/E.a verringert. Im SIDEK verminderte sich das spezifische Restabfallaufkommen um 6,91 % (von 235,66 kg/E.a in 2004 auf 219,39 kg/E.a in 2009) und im SIDOR um 5,70 % (von 267,20 kg/E.a in 2004 auf 251,97 kg/E.a in 2009).

Diesbezügliche Einzelheiten können den Punkten 6.1 und 6.4 im Anhang entnommen werden.

4.1.2 Restabfallzusammensetzung

4.1.2.1 Vorbemerkungen

Die in der Folge dokumentierte Entwicklung der Restabfallzusammensetzung 2004 – 2009 im GDL beruht auf den Daten der

- landesweiten Restabfallanalyse 2004/05 (RA_{2004/05}), und
- der hier vorliegenden Restabfallanalyse 2009/10 (RA_{2009/10}).

Die Datenanalyse erfolgt auf der Grundlage einer Gegenüberstellung, schwerpunktmäßig und sinnigerweise der gewichtsbezogenen Daten, wobei mit Bezug auf Letztere insbesondere die spezifischen Aufkommenswerten [kg/E.a] berücksichtigt werden.

4.1.2.2 Gegenüberstellung der Resultate der Restabfallanalysen 2009/10 und 2004/05

Die beiden nachfolgenden Übersichten beinhalten eine vergleichende Betrachtung der geschätzten Zusammensetzung des in 2004 und in 2009 für das GDL über die öffentliche Abfuhr erfassten Restabfalls, und zwar differenziert nach

- Sortierfraktionen (Übersicht 23), und
- Stoffgruppen (Übersicht 24).

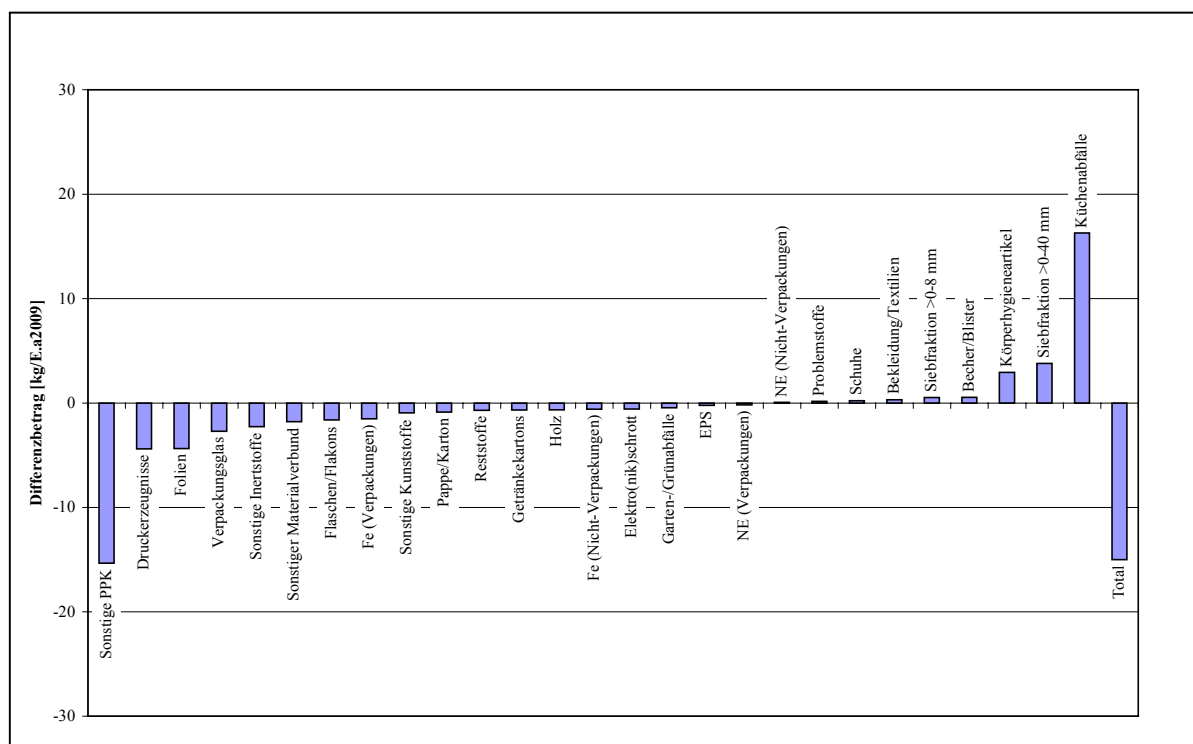
Übersicht 23: Vergleichende Betrachtung der geschätzten Restabfallzusammensetzung 2004 und 2009 im GDL nach Sortierfraktionen

Stoffgruppe (SG)		Sortierfraktion (SF)		Restabfallzusammensetzung						Differenz (2009-2004)	
Lfd.Nr.	Bezeichnung	Lfd.Nr.	Bezeichnung	2009			2004				
<i>Sp.1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	[kg/E.a] <i>5</i>	[t] <i>6</i>	[Gew.-%] <i>7</i>	[kg/E.a] <i>8</i>	[t] <i>9</i>	[Gew.-%] <i>10</i>	[kg/E.a] <i>11</i>	[Gew.-%] <i>12</i>
1	Papier/Pappe/ Karton (PPK)	1	Pappe/Karton	9,72	4.794,74	3,96	10,58	4.779,21	4,06	-0,86	-0,10
		2	Druckerzeugnisse	15,38	7.590,33	6,26	19,78	8.932,88	7,59	-4,40	-1,33
		3	Sonstige PPK	18,60	9.178,92	7,57	33,95	15.333,73	13,03	-15,35	-5,46
2	Kunststoffe	4	Folien	19,05	9.402,82	7,76	23,41	10.572,27	8,98	-4,36	-1,22
		5	Flaschen/Flakons	4,36	2.152,89	1,78	5,98	2.698,82	2,29	-1,62	-0,51
		6	Becher/Blister	7,97	3.933,67	3,25	7,42	3.349,25	2,85	0,55	0,40
		7	EPS	1,23	604,60	0,50	1,44	651,66	0,55	-0,21	-0,05
		8	Sonstige Kunststoffe	5,03	2.483,28	2,05	5,97	2.694,26	2,29	-0,94	-0,24
3	Inertstoffe	9	Verpackungsglas	7,73	3.813,31	3,15	10,43	4.709,43	4,00	-2,70	-0,85
		10	Sonstige Inertstoffe	2,65	1.307,55	1,08	4,91	2.219,20	1,89	-2,26	-0,81
4	Materialverbund	11	Getränkekartons	1,34	659,91	0,54	2,01	908,89	0,77	-0,67	-0,23
		12	Schuhe	1,59	782,91	0,65	1,36	612,91	0,52	0,23	0,13
		13	Elektro(nik)schrott	1,16	570,06	0,47	1,74	785,82	0,67	-0,58	-0,20
		14	Sonstiger Materialverbund	3,61	1.782,53	1,47	5,40	2.440,83	2,07	-1,79	-0,60
5	Metalle	15	Fe (Verpackungen)	3,06	1.508,15	1,24	4,57	2.063,55	1,75	-1,51	-0,51
		16	Fe (Nicht-Verpackungen)	0,88	432,74	0,36	1,47	662,22	0,56	-0,59	-0,20
		17	NE (Verpackungen)	1,86	918,45	0,76	2,04	923,08	0,78	-0,18	-0,02
		18	NE (Nicht-Verpackungen)	0,45	221,25	0,18	0,39	176,03	0,15	0,06	0,03
6	Bioabfall	19	Küchenabfälle	85,08	41.985,28	34,64	68,80	31.070,84	26,40	16,28	8,24
		20	Garten-/Grünabfälle	9,09	4.483,85	3,70	9,53	4.304,32	3,66	-0,44	0,04
		21	Holz	1,65	812,70	0,67	2,31	1.041,10	0,88	-0,66	-0,21
7	Körperhyg.art.	22	Körperhygieneartikel	14,84	7.321,37	6,04	11,90	5.372,00	4,56	2,94	1,48
8	Bekleidung/Text.	23	Bekleidung/Textilien	6,70	3.305,99	2,73	6,39	2.883,84	2,45	0,31	0,28
9	Problemstoffe	24	Problemstoffe	2,62	1.290,53	1,06	2,45	1.108,46	0,94	0,17	0,12
10	Siebfraktionen	25	Siebfraktion >0-8 mm	1,96	967,74	0,80	1,44	650,77	0,55	0,52	0,25
		26	Siebfraktion >0-40 mm	13,73	6.776,13	5,59	9,93	4.485,66	3,81	3,80	1,78
11	Reststoffe	27	Reststoffe	4,33	2.135,60	1,76	5,03	2.270,14	1,93	-0,70	-0,17
Total				245,63	121.217,29	100,00	260,63	117.701,15	100,00	-15,00	0,00

Übersicht 24: Vergleichende Betrachtung der geschätzten Restabfallzusammensetzung 2004 und 2009 im GDL nach Stoffgruppen

Stoffgruppe(SG)		Restabfallzusammensetzung						Differenz (2009 – 2004)	
Lfd.Nr.	Bezeichnung	2009			2004				
Sp.1	2	[kg/E.a.] ₃	[t] ₄	[Gew.-%] ₅	[kg/E.a.] ₆	[t] ₇	[Gew.-%] ₈	[kg/E.a.] ₉	[Gew.-%] ₁₀
1	Papier/Pappe/Karton (PPK)	43,70	21.563,99	17,79	64,31	29.045,82	24,68	-20,61	-6,89
2	Kunststoffe	37,64	18.577,26	15,33	44,22	19.966,26	16,96	-6,58	-1,63
3	Inertstoffe	10,38	5.120,86	4,22	15,34	6.928,63	5,89	-4,96	-1,67
4	Materialverbund	7,69	3.795,41	3,13	10,51	4.748,45	4,03	-2,82	-0,90
5	Metalle	6,24	3.080,59	2,54	8,47	3.824,88	3,24	-2,23	-0,70
6	Bioabfall	95,81	47.281,82	39,01	80,64	36.416,26	30,94	15,17	8,07
7	Körperhygieneartikel	14,84	7.321,37	6,04	11,90	5.372,00	4,56	2,94	1,48
8	Bekleidung/Textilien	6,70	3.305,99	2,73	6,39	2.883,84	2,45	0,31	0,28
9	Problemstoffe	2,62	1.290,53	1,06	2,45	1.108,46	0,94	0,17	0,12
10	Siebfraktionen	15,69	7.743,87	6,39	11,37	5.136,43	4,36	4,32	2,03
11	Reststoffe	4,33	2.135,60	1,76	5,03	2.270,14	1,93	-0,70	-0,17
Total		245,63	121.217,29	100,00	260,63	117.701,15	100,00	-15,00	0,00

Abbildung 3: Sortierfraktionsbezogene Veränderungen der spezifischen Restabfallmengen 2009 im Vergleich zu den spezifischen Restabfallmengen 2004



Die Entwicklung der Restabfallzusammensetzung von 2004 zu 2009 wird mit Bezug auf die Sortierfraktionen bzw. Stoffgruppen²⁰ wie folgt kommentiert:

Sortierfraktionen

01 Pappe/Karton
02 Druckerzeugnisse
03 Sonstige PPK
Total (Stoffgruppe 1)

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
10,58	9,72
19,78	15,38
33,95	18,60
64,31	43,70



Das spezifische Aufkommen der Stoffgruppe Papier/Pappe/Karton (PPK) lag bei der RA_{2004/05} bei 64,31 kg/E.a und bei der RA_{2009/10} bei 43,70 kg/E.a. Dies entspricht einer Verringerung um -32,05 % (-24,61 kg/E.a).

Der Rückgang lässt sich dahingehend interpretieren, dass die abfallwirtschaftlichen Bestrebungen zur Verwertung von Altpapier und -karton erfolgreich sind (Aus- und Umbau der Erfassungssysteme für PPK, und hier insbesondere die verstärkte Umstellung von Bring- auf Holsysteme: u.a. die Einführung der Papiertonne im SIDEC und Entfernung der Depotcontainer).²¹

Sortierfraktionen

04 Folien
05 Flaschen/Flakons
06 Becher/Blister
07 EPS
08 Sonstige Kunststoffe
Total (Stoffgruppe 2)

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
23,41	19,05
5,98	4,36
7,42	7,97
1,44	1,23
5,97	5,03
44,22	37,64



Mit Ausnahme der Sortierfraktion *Becher/Blister* sind Rückgänge der restlichen Sortierfraktionen zu verzeichnen. Die Maßnahmen zur Vermeidung (Einführung der wiederverwendbaren Einkaufstasche ECO-Sac) und Verwertung (Ausweitung der PMG-Sammlung) haben dazu beigetragen das Gesamtaufkommen an Kunststoffabfällen um 14,88 % von 44,22 auf 37,64 kg/E.a zu verringern.

Unter dem Aspekt, dass das Verpackungsaufkommen der Kunststoffe seit der letzten Analyse weiter angestiegen ist, kann die Entwicklung als positiv angesehen werden, obgleich das Verwertungspotenzial hier nach wie vor noch sehr groß ist.

Sortierfraktion

09 Verpackungsglas

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
10,43	7,73



Beim Verpackungsglas (sog. Weiss-, Grün- und Braunglas) ist ein signifikanter Rückgang des einwohnerbezogenen spezifischen Aufkommens von 10,43 kg/E.a (RA_{2004/05}) auf 7,73 kg/E.a (RA_{2009/10}) zu beobachten (-25,89 %). Als Gründe für diesen Rückgang können die abfallwirtschaftlichen Bestrebungen (Umstellung von Bring- auf Holsysteme) einerseits und geänderten Konsumgewohnheiten und Verpackungsformen andererseits angeführt werden (z.B. verstärktes Angebot von Erfrischungsgetränken und Mineralwässern in leichteren Einwegverpackungen aus Kunststoff).

²⁰ Vgl. Strukturierung in Übersicht 23.

²¹ Generell werden über die Papiertonne größere Altpapiermengen erfasst als über Depotcontainer. Zudem ist die Qualität des erfassten Altpapiers besser.

Sortierfraktion

10 Sonstige Inertstoffe

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
4,91	2,65



Bei den sonstigen Inertstoffen ist ein deutlicher Rückgang von 4,91 auf 2,65 kg/E.a (-46,03 %) zu verzeichnen.

Sortierfraktion

11 Getränkekartons

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
2,01	1,34



Bei den *Getränkekartons* ist ein Rückgang der spezifischen Aufkommenswerte um 33,33 % von 2,01 (RA_{2004/05}) auf 1,34 kg/E.a (RA_{2009/10}) zu beobachten. Dieser Betragsrückgang spiegelt die verstärkten abfallwirtschaftlichen Bestrebungen in Bezug auf die *Getränkekartons* wider (insb. die Ausweitung der PMG-Sammlung von Haus-zu-Haus durch Valorlux).²²

Sortierfraktion

12 Schuhe

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
1,36	1,59



Bei der Sortierfraktion *Schuhe* ist eine Erhöhung der spezifischen Aufkommenswerte um 16,91 % zu beobachten.

Sortierfraktion

13 Elektro(nik)schrott

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
1,74	1,16



Basierend auf der RA_{2004/05} hat sich das Pro-Kopf-Aufkommen an Elektro(nik)schrott im Restabfall in 2009 um rund 33,33 Gew.-% auf 1,16 kg/E.a reduziert (-0,58 kg/E.a). Dieser Betragsrückgang spiegelt die verstärkten abfallwirtschaftlichen Bestrebungen in Bezug auf die Verwertung von Elektro(nik)schrott wider (insb. Aufnahme der Aktivitäten der ECOTREL a.sb.l.).²³

Sortierfraktion

14 Sonstiger Materialverbund

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
5,40	3,61



Das spezifische Aufkommen an *Sonstigem Materialverbund* nahm in 2009, verglichen mit der Menge in 2004, um ca. 1,79 kg/E.a ab (- 33,15 %).

Sortierfraktionen

15 Fe (Verpackungen)

16 Fe (Nicht-Verpackungen)

17 NE (Verpackungen)

18 NE (Nicht-Verpackungen)

Total (Stoffgruppe 5)

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
4,57	3,06
1,47	0,88
2,04	1,86
0,39	0,45
8,47	6,24



²² Siehe www.valorlux.lu.

²³ Siehe www.ecotrel.lu.

Bei den *Metallen* ist ein Rückgang der spezifischen Aufkommenswerte um 26,33 % von 8,47 (RA_{2004/05}) auf 6,24 kg/E.a (RA_{2009/10}) zu konstatieren. Dieser Betragsrückgang spiegelt die abfallwirtschaftlichen Bestrebungen in Bezug auf die Vermeidung und Verwertung von *Metallabfällen* wieder.

Sortierfraktionen

19 Küchenabfälle
20 Garten-/Grünabfälle
21 Holz
Total (Stoffgruppe 6)

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
68,80	85,08
9,53	9,09
2,31	1,65
80,64	95,81



Bezüglich der Bioabfälle ist ein signifikanter Anstieg der spezifischen Aufkommenswerte um 18,81 % von 80,64 (RA_{2004/05}) auf 95,81 kg/E.a (RA_{2009/10}) zu beobachten. Dieser Anstieg beruht allein auf dem Anstieg der Sortierfraktion *Küchenabfälle*. Im Gegensatz dazu sind die Aufkommenswerte der Sortierfraktionen *Garten-/Grünabfälle* und *Holz* rückläufig.

Diesbezüglich sei angemerkt, dass seit der letzten Restabfallanalyse 2004/05 die Maßnahmen zur Vermeidung und Verwertung von *Küchenabfällen* nicht wesentlich erweitert wurden.

An dieser Stelle soll nicht unerwähnt bleiben, dass der Anteil an Lebensmitteln noch vollständig originalverpackt oder teilaufgebrauchte Verpackungen optisch sehr auffällig war. Ob der Anteil der verpackten Lebensmittel höher liegt als bei der RA_{2004/05} kann indessen nicht angegeben werden, da eine qualitative und quantitative Differenzierung der Nahrungsmittel im Restabfall nicht vorgenommen wurde.

Sortierfraktion

22 Körperhygieneartikel

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
11,90	14,84



Bei der Sortierfraktion *Körperhygieneartikel* ist eine deutliche Erhöhung der spezifischen Aufkommenswerte um 24,71 % zu beobachten.

Sortierfraktion

23 Bekleidung/Textilien

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
6,39	6,70



Das spezifische Aufkommen von *Bekleidung/Textilien* nahm gegenüber der RA_{2004/05} um 4,85 % zu.

Sortierfraktion

24 Problemstoffe

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
2,45	2,62



Die spezifische Problemstoffmenge nahm in 2009 im Vergleich zur Menge in 2004 um ca. 0,17 kg/E.a zu.

Sortierfraktion

25 Siebfraktion >0-8 mm
 26 Siebfraktion >0-40 mm
 Total (Stoffgruppe 10)

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
1,44	1,96
9,93	13,73
11,37	15,69



Zu den Siebfraktionen (maschinelle Aussortierung) ist anzumerken, dass die Aufkommenswerte angestiegen sind. Ein Grund für diesen Anstieg könnte u.a die Zunahme des Einsatzes von Rotopress-Fahrzeugen bei der Einsammlung der Restabfälle sein.²⁴

Sortierfraktion

27 Reststoffe

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
5,03	4,33



Der Reststoffanteil hat sich zur letzten Restabfallanalyse verringert.

TOTAL:**Sortierfraktionen**

01 - 27

Datenentwicklung [kg/E.a]

RA _{2004/05}	RA _{2009/10}
260,63	245,63



4.1.2.3 Differenzierte Restabfallzusammensetzung innerhalb des GDL

Bekanntlich sind strukturelle Unterschiede in der Restabfallzusammensetzung nicht nur in zeitlicher, sondern auch in räumlicher Hinsicht von abfallwirtschaftlichem Interesse. Aus diesem Grunde wird in den nachfolgenden Übersichten 25 und 26 eine sortierfraktionsbezogene Gegenüberstellung relativer Werte (Gew.-%) und spezifischer Werte (kg/E.a) nach Raumclustern vorgenommen.

Anhand der standardisierten Werte lässt sich u.a. ablesen, wie die Werte bei den einzelnen Clustern im Verhältnis zu dem repräsentativen Mittelwert für das GDL (letzte Spalte) stehen.²⁵

²⁴ Beim Einsatz von Rotopress-Fahrzeugen wird der in die Schüttung eingefüllte Abfall durch die „Förderschnecke“ der Trommel leicht zerkleinert und vermischt.

²⁵ Auf eine Diskussion der nachstehenden Resultate wird hier bewusst verzichtet.

Übersicht 25: Synoptische Darstellung der Restabfallzusammensetzung im GDL 2009 nach Raumclustern (hier: relative Aufkommenswerte [Gew.-%])

Stoffgruppe (SG)		Sortierfraktion (SF)		Angaben nach Raumcluster in [Gew.-%] *																												
Lfd.Nr. ₁	Bezeichnung ₂	Lfd.Nr. ₃	Bezeichnung ₄	CL01 ₅	CL02 ₆	CL03 ₇	CL04 ₈	CL05 ₉	CL06 ₁₀	CL07 ₁₁	CL08 ₁₂	CL09 ₁₃	CL10 ₁₄	CL11 ₁₅	CL12 ₁₆	CL13 ₁₇	CL14 ₁₈	CL15 ₁₉	CL16 ₂₀	CL17 ₂₁	CL18 ₂₂	CL19 ₂₃	CL20 ₂₄	CL21 ₂₅	CL22 ₂₆	CL23 ₂₇	CL24 ₂₈	CL25 ₂₉	CL26 ₃₀	CL27 ₃₁	CL28 ₃₂	GDL ₃₃
01	Papier/Pappe/ Karton (PPK)	01	Pappe/Karton	2,63	3,97	2,95	2,62	3,55	3,97	4,18	5,04	4,15	3,22	4,05	6,81	4,53	7,19	5,04	2,67	3,24	4,04	4,47	3,52	5,36	3,53	3,46	2,94	4,53	2,97	3,50	5,00	3,96
		02	Druckerzeugnisse	2,86	3,40	4,57	4,55	5,59	7,93	4,14	6,87	7,53	4,79	7,90	13,56	7,20	10,27	11,65	2,39	5,26	7,28	7,39	4,52	8,54	6,80	2,66	3,59	8,90	3,96	5,25	8,12	6,26
		03	Sonstige PPK	5,74	8,28	6,94	7,69	7,67	6,93	8,17	9,13	7,66	6,98	8,52	7,36	9,58	6,88	8,13	9,02	6,87	7,71	6,09	6,75	8,31	7,51	6,10	8,07	5,87	8,21	8,62	7,25	7,57
02	Kunststoffe	04	Folien	8,09	10,51	8,34	6,18	8,30	6,06	7,23	12,08	5,52	9,13	6,39	7,73	10,47	6,75	7,61	9,27	6,10	10,07	8,10	8,06	7,51	5,74	7,08	8,45	5,09	6,02	6,05	8,83	7,76
		05	Flaschen/Flakons	0,98	1,20	1,30	0,99	1,10	1,72	3,98	2,14	0,99	0,94	2,19	1,12	1,54	1,11	2,93	3,98	0,77	1,18	3,79	2,73	2,14	1,71	0,96	1,08	1,71	0,95	1,03	1,47	1,78
		06	Becher/Bliester	3,22	5,04	2,48	2,61	2,53	3,24	3,81	4,80	3,11	4,35	3,28	3,25	4,89	3,53	4,29	5,50	2,95	3,56	3,91	3,56	3,07	2,61	2,94	4,07	2,87	2,35	2,09	2,18	3,25
		07	EPS	0,41	0,70	0,30	0,39	0,41	0,39	0,61	0,39	0,50	0,62	0,60	0,30	0,65	0,42	0,48	0,47	0,49	0,46	0,54	0,63	0,68	0,42	0,48	0,49	0,36	0,36	0,38	0,37	0,50
		08	Sonstige Kunststoffe	2,54	3,26	2,14	2,51	1,97	1,71	2,35	3,65	2,26	2,43	2,68	2,87	2,87	4,95	1,55	2,79	1,51	1,93	1,52	2,11	1,22	2,24	2,77	3,09	2,08	1,73	2,08	2,08	2,05
03	Inertstoffe	09	Verpackungsglas	3,57	3,41	3,45	3,72	4,99	5,50	3,72	1,23	3,68	2,20	4,95	2,80	1,41	1,70	4,28	2,00	3,25	2,67	2,39	2,38	4,19	2,03	2,01	2,39	4,84	2,82	3,49	5,46	3,15
		10	Sonstige Inertstoffe	1,39	2,42	0,80	2,19	1,31	1,31	1,57	0,66	2,19	0,63	2,73	1,69	0,90	1,52	0,45	0,87	0,70	0,68	0,54	1,20	0,98	1,12	1,53	1,69	0,87	0,79	1,71	0,85	1,08
04	Material- verbund	11	Getränkekartons	0,44	0,44	0,59	0,37	0,53	0,94	1,24	0,40	0,38	0,30	0,87	0,34	0,33	0,54	1,16	1,50	0,25	0,47	1,14	0,85	0,36	0,45	0,22	0,28	0,59	0,37	0,39	0,39	0,54
		12	Schuhe	0,87	0,99	0,53	0,80	0,42	0,45	0,52	0,92	0,68	0,94	0,59	0,71	0,81	0,80	0,57	0,88	0,51	0,76	0,91	1,11	0,25	0,72	0,62	0,52	0,41	0,62	0,53	0,50	0,65
		13	Elektro(nik)schrott	0,55	0,74	0,48	0,41	0,36	0,64	0,36	0,25	0,25	0,29	0,44	0,50	0,58	0,48	0,31	0,80	0,76	0,33	0,46	0,57	0,28	0,63	0,57	0,56	0,36	0,51	0,88	0,47	0,47
		14	Sonstiger Materialverbund	1,43	1,65	1,39	1,48	1,23	1,15	1,48	1,27	1,58	2,20	1,93	1,41	2,67	2,09	1,35	2,71	1,40	1,21	1,26	1,77	1,18	1,33	0,87	2,11	1,54	1,21	0,96	1,04	1,47
05	Metalle	15	Fe (Verpackungen)	1,13	1,15	1,17	1,13	1,19	1,25	1,78	1,59	0,79	0,77	1,42	1,11	1,41	1,01	1,31	3,07	0,66	1,20	2,16	1,74	1,14	1,05	0,82	0,89	1,10	0,80	0,85	0,87	1,24
		16	Fe (Nicht-Verpackungen)	0,36	0,66	0,11	0,28	0,43	0,11	0,26	0,44	0,32	0,40	0,29	0,63	0,52	0,89	0,22	0,40	0,29	0,28	0,21	0,52	0,36	0,52	0,53	0,43	0,23	0,25	0,36	0,14	0,36
		17	NE (Verpackungen)	0,54	1,17	0,67	0,61	0,65	0,66	0,99	0,98	0,69	0,74	0,90	0,69	0,84	0,57	0,85	1,45	0,85	0,80	0,86	1,05	0,59	0,74	0,81	0,78	0,65	0,68	0,51	0,61	0,76
		18	NE (Nicht-Verpackungen)	0,05	0,17	0,20	0,23	0,14	0,14	0,25	0,18	0,28	0,27	0,32	0,14	0,29	0,20	0,03	0,39	0,13	0,09	0,14	0,20	0,16	0,14	0,16	0,18	0,17	0,22	0,13	0,14	0,18
06	Bioabfall	19	Küchenabfälle	34,44	23,34	38,19	37,57	38,42	36,39	32,70	20,57	36,86	28,56	29,99	20,20	16,30	17,27	31,64	22,43	45,96	33,14	33,26	32,55	37,11	42,94	40,35	37,36	38,66	47,18	28,92	31,96	34,64
		20	Garten-/Grünabfälle	10,00	2,14	3,60	5,11	5,00	4,09	3,35	1,71	4,97	2,51	2,45	5,10	6,84	10,64	1,99	1,85	2,18	1,78	3,24	3,52	2,92	1,14	10,50	4,19	4,34	2,23	9,02	4,62	3,70
		21	Holz	1,00	0,93	0,52	0,85	0,75	0,35	0,47	1,23	0,99	0,49	0,56	0,97	1,23	1,63	0,77	0,75	0,76	0,39	0,38	0,70	0,69	0,54	0,74	0,89	0,75	0,54	0,83	0,44	0,67
07	Körperhyg.art.	22	Körperhygieneartikel	6,29	7,68	5,47	6,42	5,25	7,49	6,68	5,48	5,84	13,55	6,21	3,75	6,15	3,76	5,28	6,75	5,54	8,29	6,00	5,53	4,22	6,66	5,76	6,38	6,09	6,34	3,99	3,57	6,04
08	Bekleidung/T.	23	Bekleidung/Textilien	3,03	3,93	2,22	3,29	2,31	2,19	1,76	4,33	2,92	3,01	2,39	3,44	4,20	3,42	2,10	3,32	1,42	3,72	3,06	3,00	2,11	2,29	2,71	3,32	2,59	3,10	3,54	3,75	2,73
09	Problemstoffe	24	Problemstoffe	1,06	1,56	0,95	0,86	0,96	1,13	0,96	1,06	1,80	1,05	1,15	0,91	1,06	0,94	0,82	1,39	1,29	1,07	0,88	1,23	1,24	1,06	0,69	1,34	1,07	0,83	1,03	0,82	1,06
10	Siebfraktionen	25	Siebfraktion >0- 8 mm	0,59	0,79	1,40	0,79	0,44	0,68	0,74	0,77	0,61	0,73	1,01	0,99	0,81	1,13	0,81	0,77	1,55	0,89	0,67	0,95	0,29	0,72	1,11	0,58	0,59	0,56	0,71	0,55	0,80
		26	Siebfraktion >0-40 mm	4,03	6,90	6,18	3,97	4,00	2,30	5,41	9,78	2,17	7,11	5,17	10,33	6,51	9,41	3,54	8,54	4,77	4,88	4,69	7,91	4,36	4,80	2,41	3,68	3,04	2,94	8,86	6,05	5,59
11	Reststoffe	27	Reststoffe	2,76	3,55	3,06	2,37	0,50	1,27	1,29	3,06	1,28	1,77	1,02	1,32	5,41	0,92	0,84	4,04	0,55	1,13	1,94	1,36	0,75	0,60	1,12	0,67	0,70	1,47	4,26	2,49	1,76
Total				100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

- Minimum (über die Zeile)
- Maximum (über die Zeile)
- Mittelwert (über die Zeile)

Übersicht 26: Synoptische Darstellung der Restabfallzusammensetzung im GDL 2009 nach Raumclustern (hier: spezifische Aufkommenswerte [kg/E.a])

Stoffgruppe (SG)		Sortierfraktion (SF)		Angaben nach Raumcluster in [kg/E.a] *																												
Lfd.Nr. sg/	Bezeichnung	Lfd.Nr.	Bezeichnung	CL01	CL02	CL03	CL04	CL05	CL06	CL07	CL08	CL09	CL10	CL11	CL12	CL13	CL14	CL15	CL16	CL17	CL18	CL19	CL20	CL21	CL22	CL23	CL24	CL25	CL27	CL28	GDL	
01	Papier/Pappe/ Karton (PPK)	01	Pappe/Karton	5,37	4,60	6,00	6,76	8,83	8,47	6,72	7,64	8,13	4,95	7,30	16,11	7,91	19,29	9,58	4,05	7,25	7,28	11,52	7,50	21,37	7,44	8,41	6,39	11,15	7,83	9,22	13,96	9,72
		02	Druckerzeugnisse	5,83	3,94	9,29	11,74	13,92	16,90	6,65	10,40	14,74	7,38	14,26	32,11	12,58	27,55	22,11	3,64	11,76	13,12	19,07	9,63	34,02	14,33	6,48	7,81	21,92	10,44	13,83	22,67	15,38
		03	Sonstige PPK	11,70	9,59	14,10	19,83	19,10	14,78	13,14	13,83	15,01	10,76	15,38	17,44	16,73	18,48	15,43	13,72	15,37	13,89	15,70	14,36	33,12	15,82	14,82	17,57	14,46	21,65	22,71	20,24	18,60
02	Kunststoffe	04	Folien	16,50	12,16	16,94	15,93	20,67	12,91	11,63	18,30	10,81	14,07	11,54	18,30	18,29	18,13	14,45	14,09	13,63	18,15	20,89	17,15	29,92	12,09	17,21	18,38	12,54	15,89	15,93	24,64	19,05
		05	Flaschen/Flakons	1,99	1,39	2,64	2,54	2,75	3,67	6,39	3,25	1,93	1,45	3,96	2,65	2,70	2,97	5,57	6,06	1,71	2,13	9,77	5,81	8,52	3,59	2,34	2,35	4,22	2,50	2,72	4,11	4,36
		06	Becher/Bliester	6,57	5,83	5,05	6,72	6,30	6,90	6,12	7,27	6,09	6,71	5,91	7,69	8,54	9,48	8,15	8,36	6,60	6,42	10,10	7,57	12,23	5,50	7,13	8,85	7,06	6,20	5,51	6,08	7,97
		07	EPS	0,85	0,81	0,60	1,01	1,02	0,84	0,98	0,59	0,98	0,95	1,08	0,71	1,13	1,12	0,92	0,71	1,09	0,83	1,38	1,33	2,70	0,89	1,18	1,06	0,88	0,96	1,00	1,05	1,23
		08	Sonstige Kunststoffe	5,18	3,78	4,34	6,48	4,91	3,64	3,78	5,53	4,44	3,74	4,85	6,78	5,01	13,28	2,94	4,24	3,38	3,47	3,93	4,49	4,85	4,71	6,74	5,13	4,55	5,47	5,80	5,80	5,03
03	Inertstoffe	09	Verpackungsglas	7,27	3,95	7,02	9,60	12,43	11,73	5,98	1,86	7,22	3,39	8,93	6,62	2,46	4,55	8,12	3,04	7,26	4,82	6,15	5,06	16,69	4,27	4,88	5,21	11,91	7,44	9,19	15,23	7,73
		10	Sonstige Inertstoffe	2,83	2,80	1,63	5,64	3,27	2,78	2,52	0,99	4,29	0,97	4,93	4,01	1,57	4,07	0,85	1,32	1,56	1,22	1,38	2,56	3,90	2,35	3,71	3,68	2,14	2,10	4,50	2,37	2,65
04	Material- verbund	11	Getränkekartons	0,90	0,51	1,19	0,97	1,32	2,01	1,99	0,61	0,74	0,47	1,58	0,80	0,57	1,45	2,20	2,29	0,56	0,85	2,94	1,80	1,42	0,94	0,54	0,60	1,46	0,99	1,02	1,08	1,34
		12	Schuhe	1,77	1,14	1,07	2,07	1,05	0,97	0,84	1,39	1,33	1,45	1,07	1,67	1,42	2,14	1,08	1,34	1,15	1,36	2,35	2,36	0,99	1,53	1,52	1,13	1,01	1,64	1,41	1,38	1,59
		13	Elektro(nik)schrott	1,11	0,85	0,97	1,06	0,89	1,37	0,58	0,38	0,50	0,45	0,79	1,17	1,02	1,28	0,58	1,21	1,70	0,60	1,20	1,21	1,12	1,32	1,39	1,22	0,88	1,36	2,31	1,31	1,16
		14	Sonstiger Materialverbund	2,91	1,91	2,83	3,82	3,06	2,46	2,39	1,93	3,10	3,40	3,48	3,33	4,66	5,60	2,57	4,13	3,13	2,17	3,26	3,76	4,70	2,80	2,13	4,59	3,78	3,19	2,52	2,89	3,61
05	Metalle	15	Fe (Verpackungen)	2,31	1,33	2,39	2,90	2,96	2,66	2,86	2,41	1,55	1,18	2,56	2,62	2,46	2,70	2,50	4,66	1,47	2,16	5,57	3,70	4,53	2,20	1,98	1,93	2,70	2,11	2,25	2,44	3,06
		16	Fe (Nicht-Verpackungen)	0,74	0,77	0,23	0,73	1,08	0,24	0,42	0,67	0,62	0,61	0,53	1,48	0,90	2,40	0,42	0,61	0,64	0,50	0,54	1,11	1,45	1,11	1,29	0,93	0,56	0,65	0,95	0,38	0,88
		17	NE (Verpackungen)	1,09	1,36	1,36	1,56	1,61	1,41	1,59	1,48	1,35	1,14	1,62	1,64	1,47	1,53	1,61	2,21	1,90	1,44	2,21	2,24	2,34	1,56	1,98	1,69	1,59	1,80	1,33	1,69	1,86
		18	NE (Nicht-Verpackungen)	0,09	0,20	0,40	0,60	0,35	0,30	0,40	0,27	0,55	0,42	0,57	0,34	0,51	0,53	0,06	0,59	0,30	0,15	0,37	0,42	0,65	0,29	0,40	0,39	0,41	0,58	0,35	0,40	0,45
06	Bioabfall	19	Küchenabfälle	70,22	27,01	77,59	96,89	95,70	77,58	52,56	31,15	72,21	44,00	54,12	47,82	28,48	46,34	60,07	34,10	102,75	59,73	85,77	69,30	147,88	90,49	98,09	81,27	95,17	124,50	76,17	89,21	85,08
		20	Garten-/Grünabfälle	20,39	2,48	7,31	13,18	12,45	8,73	5,38	2,59	9,74	3,86	4,42	12,07	11,95	28,55	3,78	2,81	4,87	3,20	8,36	7,49	11,62	2,40	25,52	9,13	10,70	5,88	23,77	12,89	9,09
		21	Holz	2,04	1,08	1,06	2,18	1,86	0,74	0,75	1,87	1,94	0,76	1,02	2,29	2,16	4,38	1,46	1,13	1,71	0,71	0,97	1,49	2,73	1,13	1,80	1,93	1,85	1,42	2,19	1,22	1,65
07	Körperhyg.art.	22	Körperhygieneartikel	12,82	8,89	11,12	16,56	13,06	15,96	10,74	8,30	11,43	20,88	11,20	8,88	10,75	10,08	10,02	10,26	12,39	14,94	15,47	11,77	16,82	14,04	13,99	13,88	15,00	16,74	10,52	9,97	14,84
08	Bekleidung/T.	23	Bekleidung/Textilien	6,18	4,54	4,51	8,48	5,76	4,66	2,83	6,56	5,72	4,63	4,31	8,15	7,34	9,18	3,99	5,05	3,17	6,71	7,90	6,38	8,42	4,82	6,58	7,22	6,37	8,19	9,31	10,48	6,70
09	Problemstoffe	24	Problemstoffe	2,15	1,80	1,92	2,21	2,39	2,41	1,54	1,61	3,52	1,62	2,08	2,17	1,84	2,54	1,55	2,11	2,87	1,93	2,28	2,62	4,95	2,22	1,67	2,91	2,63	2,20	2,71	2,30	2,62
10	Siebfraktionen	25	Siebfraktion >0- 8 mm	1,21	0,92	2,85	2,04	1,11	1,45	1,20	1,17	1,19	1,13	1,82	2,33	1,42	3,02	1,53	1,17	3,46	1,61	1,72	2,02	1,17	1,52	2,71	1,25	1,46	1,47	1,88	1,54	1,96
		26	Siebfraktion >0-40 mm	8,22	7,99	12,55	10,24	9,95	4,90	8,70	14,81	4,26	10,95	9,33	24,45	11,38	25,26	6,72	12,98	10,66	8,79	12,08	16,84	17,36	10,11	5,86	8,01	7,48	7,76	23,34	16,88	13,73
11	Reststoffe	27	Reststoffe	5,64	4,10	6,21	6,11	1,25	2,71	2,08	4,63	2,51	2,73	1,85	3,13	9,46	2,46	1,60	6,13	1,23	2,04	5,01	2,90	2,99	1,26	2,73	1,46	1,73	3,87	11,23	6,94	4,33
Total				203,90	115,73	203,17	257,85	249,05	213,18	160,75	151,47	195,93	154,04	180,48	236,76	174,72	268,35	189,86	152,01	223,57	180,25	257,91	212,87	398,48	210,72	243,08	217,56	246,18	263,91	263,35	279,17	245,63

- Minimum (über die Zeile)
- Maximum (über die Zeile)
- Mittelwert (über die Zeile)

* Erläuterungen

Raumcluster		Testgemeinde	Cluster-Gemeinden	Syndikat	Raumcluster-Abscheidekriterien (mit 1 = trifft zu; 0 = trifft nicht zu)					
Lfd. Nr.	Einwohner				Einwohner ≥400 E/km ²	verfügbares Restabfall- behältervolumen >46,0 ltr./E.wo	Anschluss			Restabfall-Verwiege-/ Ident-System vorhanden
Sp.1	2	3	4	5	6	7	PMG- Sammlung 6	Biotonne 8	stationärer Recyclingpark 9	10
1	2.260	Reisdorf ¹⁾	Goesdorf	SIDEC	0	0	0	0	1	0
2	3.182	Lorentzweiler	-	SIDEC	0	0	1	1	1	0
3	60.313	Wiltz	Beaufort, Beckerich, Bissen, Boevange-sur-Attert, Clervaux, Colmar-Berg, Ell, Ermsdorf, Eschweiler, Feulen, Grosbous, Heffingen, Heiderscheid, Heinerscheid, Hoscheid, Hosingen, Kiischpelt, Lac-de-la-H.-Sûre, Larochette, Lintgen, Medemach, Mertzig, Munshausen, Neunhausen, Nommern, Putscheid, Rambrouch, Saeul, Schieren, Tandel, Troisvierges, Vichten, Wahl, Weiswampach, Wincrange, Winseler	SIDEC	0	0	1	0	1	0
4	24.095	Mersch	Bettendorf, Boulaide, Bourscheid, Consthun, Erpeldange, Esch-sur-Sûre, Fischbach, Préziderdaul, Redange, Tuntange, Useldange, Vianden	SIDEC	0	1	1	0	1	0
5	14.032	Ettelbruck	Diekirch	SIDEC	1	1	1	0	1	0
6	6.447	Weiler-la-Tour	Steinsel ¹⁾	SIDOR	0	0	0	0	1	0
7	5.147	Roeser	-	SIDOR	0	0	0	1	1	0
8	3.641	Frisange	-	SIDOR	0	0	1	1	0	0
9	2.097	Leudelange	-	SIDOR	0	0	1	1	1	0
10	29.884	Mamer	Bertrange, Contern, Garnich, Kehlen, Niederanven, Septfontaines	SIDOR	0	0	1	1	1	1
11	3.440	Schuttrange	-	SIDOR	0	1	0	1	1	1
12	15.832	Hobscheid	Bascharage, Clemency, Dippach	SIDOR	0	1	1	1	0	0
13	15.764	Mondercange	Koerich, Kopstal, Steinfort	SIDOR	0	1	1	1	1	1
14	2.059	Reckange-s.-Mess	-	SIDOR	0	1	1	1	1	0
15	12.786	Hesperange	-	SIDOR	1	0	0	0	1	0
16	14.255	Sanem	-	SIDOR	1	0	0	1	1	1
17	14.106	Strassen	Walferdange	SIDOR	1	0	1	0	1	0
18	20.979	Differdange	-	SIDOR	1	0	1	1	1	1
19	18.278	Dudelange	-	SIDOR	1	1	0	1	1	0
20	48.008	Esch-sur-Alzette ¹⁾	Bettembourg, Schifflange	SIDOR	1	1	0	1	1	1
21	88.586	Luxembourg	-	SIDOR	1	1	1	0	1	0
22	31.187	Kayl	Pétange, Rumelange, Sandweiler	SIDOR	1	1	1	1	1	1
23	16.617	Waldbredimus	Berdorf, Betzdorf, Grevenmacher, Lenningen, Manternach, Rosport, Waldbillig	SIGRE	0	0	1	0	0	0
24	1.993	Dalheim	-	SIGRE	0	0	1	0	1	0
25	1.498	Wellenstein	-	SIGRE	0	1	0	0	1	0
26	17.567	Mondorf-les-Bains	Bech, Biwer, Consdorf, Flaxweiler, Mertert, Mompach, Wormeldange	SIGRE	0	1	1	0	0	0
27	16.281	Echternach	Bous, Burmerange, Junglinster, Schengen, Stadtbredimus	SIGRE	0	1	1	0	1	0
28	3.166	Remich	-	SIGRE	1	0	1	0	1	0

1) Die PMG-Sammlung wurde in den Gemeinden Reisdorf (Juli 2009), Steinsel (September 2009) und Esch-sur-Alzette (April 2010) eingeführt.

4.2 Ausgewählte Einzelanalysen

4.2.1 Leichtfraktionen und Leichtstoffgruppen

Bei der Diskussion von Abfallzusammensetzungen empfiehlt sich grundsätzlich eine *Differenzierung* nach Gewichts- und Volumen-Prozent (abgekürzt als *Gew.-%* bzw. *Vol.-%*), um unmissverständliche Aussagen zu treffen. Häufig ist aber nur von Prozent die Rede, wobei dann i.d.R. die Kategorie *Gew.-%* gemeint ist. Um aber die Bedeutung einzelner Fraktionen oder Stoffgruppen zu unterstreichen, ist oftmals auch die *Vol.-%-Betrachtung* sinnvoll, beispielsweise im Zusammenhang mit den sog. Leichtfraktionen.²⁶

Als *Leichtfraktionen* werden hier solche Sortierfraktionen definiert, bei denen die Volumen-Prozent-Beträge größer als die Gewichts-Prozent-Beträge sind.²⁷

Zu den *Leichtfraktionen* zählen im vorliegenden Falle die in der nachfolgenden Übersicht dargestellten Sortierfraktionen.

Die korrespondierenden Schüttgewichte bewegen sich in einem Intervall von 32,74 kg/m³ (EPS) bis 177,01 kg/m³ (Sonstige PPK).²⁸

Übersicht 27: Leichtfraktionen und Schüttgewichte

Kategorie	Sortierfraktion (SF)		Gewicht			Volumen			Schüttgewicht [kg/m ³] ¹⁰
	Lfd.Nr. ²	Bezeichnung ³	[t] ⁵	[kg/E.a] ⁴	[Gew.-%] ⁶	[m ³] ⁸	[ltr./E.a] ⁷	[Vol.-%] ⁹	
LEICHT - FRAKTIONEN	07	EPS	604,60	1,23	0,50	18.468,35	37,42	2,86	32,74
	05	Flaschen/Flakons	2.152,89	4,36	1,78	36.176,61	73,31	5,60	59,51
	06	Becher/Blister	3.933,67	7,97	3,25	56.688,07	114,87	8,77	69,39
	04	Folien	9.402,82	19,05	7,76	118.428,70	239,98	18,33	79,40
	11	Getränkekartons	659,91	1,34	0,54	8.240,75	16,70	1,28	80,08
	14	Sonstiger Materialverbund	1.782,53	3,61	1,47	20.816,84	42,18	3,22	85,63
	08	Sonstige Kunststoffe	2.483,28	5,03	2,05	28.093,77	56,93	4,35	88,39
	17	NE (Verpackungen)	918,45	1,86	0,76	8.467,53	17,16	1,31	108,47
	01	Pappe/Karton	4.794,74	9,72	3,96	37.759,86	76,51	5,84	126,98
	15	Fe (Verpackungen)	1.508,15	3,06	1,24	10.246,03	20,76	1,59	147,19
	21	Holz	812,70	1,65	0,67	5.078,09	10,29	0,79	160,04
	12	Schuhe	782,91	1,59	0,65	4.882,03	9,89	0,76	160,37
	23	Bekleidung/Textilien	3.305,99	6,70	2,73	20.568,09	41,68	3,18	160,73
03	Sonstige PPK	9.178,92	18,60	7,57	51.855,78	105,08	8,02	177,01	
KEINE LEICHT - FRAKTIONEN	02	Druckerzeugnisse	7.590,33	15,38	6,26	35.716,14	72,37	5,53	212,52
	24	Problemstoffe	1.290,53	2,62	1,06	5.783,82	11,72	0,90	223,13
	20	Garten-/Grünabfälle	4.483,85	9,09	3,70	17.407,16	35,27	2,69	257,59
	16	Fe (Nicht-Verpackungen)	432,74	0,88	0,36	1.622,54	3,29	0,25	266,71
	18	NE (Nicht-Verpackungen)	221,25	0,45	0,18	803,14	1,63	0,12	275,48
	22	Körperhygieneartikel	7.321,37	14,84	6,04	26.425,79	53,55	4,09	277,05
	13	Elektro(nik)schrott	570,06	1,16	0,47	2.034,80	4,12	0,31	280,15
	27	Reststoffe	2.135,60	4,33	1,76	6.873,72	13,93	1,06	310,69
	09	Verpackungsglas	3.813,31	7,73	3,15	9.006,26	18,25	1,39	423,41
	19	Küchenabfälle	41.985,28	85,08	34,64	97.562,13	197,69	15,10	430,34
	26	Siebfraktion >0-40 mm	6.776,13	13,73	5,59	13.310,30	26,97	2,06	509,09
	10	Sonstige Inertstoffe	1.307,55	2,65	1,08	2.334,59	4,73	0,36	560,08
	25	Siebfraktion >0-8 mm	967,74	1,96	0,80	1.545,55	3,13	0,24	626,14
Total			121.217,29	245,63	100,00	646.196,44	1.309,42	100,00	187,59

²⁶ In der abfallwirtschaftlichen Praxis ist die Gew.-%-Betrachtung i.d.R. von größerem Interesse. Ganz entscheidend ist, dass jeweilige Anteilswerte stets in Relation zu entsprechenden spezifischen Pro-Kopf-Werten gesehen werden (z.B. [kg/E.a]). So muss eine Erhöhung der Anteilswerte nicht automatisch eine Erhöhung der spezifischen Werte nach sich ziehen.

²⁷ Diese Definition ist analog auf den nachfolgenden Begriff der Leichtstoffgruppen zu übertragen.

²⁸ Es sei erwähnt, dass die Qualität des Abfallprobenabgriffs eine wesentliche Determinante zur Einordnung einer Sortierfraktion als Leichtfraktion ist. So macht es einen Unterschied, ob die Abfallproben hochverdichtet direkt aus dem Müllfahrzeug abgegriffen werden (wie im Fall der Restabfallanalyse 2009/10) oder ob sie relativ lose direkt aus der grauen Tonne entnommen werden. Dementsprechend sind auch die sortierfraktionsbezogenen Schüttgewichte zu würdigen.

Erwartungsgemäß können alle Kunststofffraktionen als Leichtfraktionen klassifiziert werden. Diese Tatsache schlägt sich dann auch entsprechend in einer analogen *Stoffgruppenbetrachtung* nieder (s. folgende Übersicht). Hier sind Schüttgewichte zwischen 72,05 kg/m³ (Kunststoffe) und 172,06 kg/m³ (Papier(Pappe/Karton) zu verzeichnen.

Übersicht 28: *Leichtstoffgruppen*

Kategorie	Stoffgruppe (SG)		Gewicht			Volumen			Schüttgewicht [kg/m ³] ¹⁰
	Lfd.Nr. ²	Bezeichnung ³	[t] ⁵	[kg/E.a] ⁴	[Gew.-%] ⁶	[m ³] ⁸	[ltr./E.a] ⁷	[Vol.-%] ⁹	
LEICHT-STOFFGRUPPEN	02	Kunststoffe	18.577,26	37,64	15,33	257.855,50	522,50	39,90	72,05
	04	Materialverbund	3.795,41	7,69	3,13	35.974,41	72,90	5,57	105,50
	05	Metalle	3.080,59	6,24	2,54	21.139,24	42,84	3,27	145,73
	08	Bekleidung/Textilien	3.305,99	6,70	2,73	20.568,09	41,68	3,18	160,73
	01	Papier/Pappe/Karton	21.563,99	43,70	17,79	125.331,78	253,97	19,40	172,06
KEINE LEICHT-STOFFGRUPPEN	09	Problemstoffe	1.290,53	2,62	1,06	5.783,82	11,72	0,90	223,13
	07	Körperhygieneartikel	7.321,37	14,84	6,04	26.425,79	53,55	4,09	277,05
	11	Reststoffe	2.135,60	4,33	1,76	6.873,72	13,93	1,06	310,69
	06	Bioabfall	47.281,82	95,81	39,01	120.047,39	243,26	18,58	393,86
	03	Inertstoffe	5.120,86	10,38	4,22	11.340,84	22,98	1,76	451,54
	10	Siebfraktionen	7.743,87	15,69	6,39	14.855,85	30,10	2,30	521,27
Total			121.217,29	245,63	100,00	646.196,44	1.309,42	100,00	187,59

4.2.2 Vermeidungs- und Verwertungspotenzial

Die nationale Abfallwirtschaftspolitik räumt bekanntlich vorrangig der *Abfallvermeidung* und nachgeordnet der *Abfallverwertung* höchste abfallwirtschaftliche Prioritäten ein. Vor diesem Hintergrund ist es von Interesse, abzuschätzen, welche Restabfälle in welcher Menge theoretisch erst gar nicht in die Behandlungsanlagen von SIDEC, SIDOR und SIGRE gelangen müssten.

Ausgehend von den nachfolgenden Begriffsbestimmungen für *Abfall* und *Müll*²⁹ kann der Begriff der *Vermeidung* in der abfallwirtschaftlichen Diskussion grundsätzlich in zweierlei Hinsicht verstanden werden:

1. als vorsorgliche Abfallvermeidung, und
2. als nachsorgliche Müllvermeidung (Abfallverwertung).

Unter der *vorsorglichen Abfallvermeidung* ist die klassische Vermeidung in dem Sinne zu verstehen, dass bereits beim Einkauf von Waren möglichst auf abfallarme bzw. langlebige Produkte geachtet wird. Die vorsorgliche Abfallvermeidung sollte aus ökologischen Gründen auch bei jedem Verbraucher die oberste abfallwirtschaftliche Priorität genießen.

Die *nachsorgliche Müllvermeidung* - hier verstanden als die nichtthermische Abfallverwertung - geht davon aus, dass wenn schon nicht beim Einkauf auf abfallarme Produkte zurückgegriffen wurde, dass dann wenigstens die verwertbaren Stoffe möglichst in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden sollen (bestenfalls Recycling, schlechtestenfalls Downcycling). Dazu stehen der Bevölkerung verschiedene Entsorgungsalternativen als Hol- und Bringsysteme zur Verfügung. Diese Entsorgungsalternativen sind allerdings innerhalb des GDL nach wie vor in Qualität und Quantität unterschiedlich ausgeprägt.

Bei der nun folgenden Abschätzung der Vermeidungs- und Verwertungspotenziale wird – ungeachtet der Möglichkeiten an der MVA Leudelange und MBA SIDEC zur Rückge-

²⁹ Abfall: Bewegliche Sachen, deren sich die jeweiligen Besitzer entledigen wollen oder bereits entledigt haben (subjektiver Abfallbegriff) oder deren ordnungsgemäße Behandlung zur Wahrung des Wohls der Allgemeinheit, insbesondere des Schutzes der Umwelt, geboten ist (objektiver Abfallbegriff).

Müll: Wertstoff- und problemstofffreier Abfall, für den es i.d.R. nach dem aktuellen Wissensstand und dem Stand der Technik keine andere Form der Abfallbehandlung als die Entsorgung auf Deponien oder Verbrennung resp. die thermische Behandlung gibt.

winnung von Fe-Metallen per Magnetabscheidung - unter ausschließlicher Betrachtung der nachsorglichen Müllvermeidung³⁰ zweigleisig verfahren, und zwar wie folgt:

In Variante 1 (Übersicht 29) werden diejenigen Restabfallvermeidungs-/verwertungspotenziale berücksichtigt, die bei einer optimalen Nutzung der derzeit in allen Gemeinden vorhandenen Entsorgungsalternativen für bestimmte Restabfallfraktionen theoretisch möglich wären (Minimalschätzung). Hierbei handelt es sich in differenzierter Weise um die Fraktionen *Pappe/Karton, Druckerzeugnisse, Verpackungsglas, Bekleidung/Textilien* und *Problemstoffe*, die sich integral in jeder Gemeinde über derzeit vorhandene Hol- oder Bringsysteme separat erfassen ließen und deren Anfall als Abfall somit auch vermieden werden könnte. Dies würde allerdings eine optimale Information, Bereitschaft und Mobilität der Bevölkerung voraussetzen.

Nach dieser Schätzung könnte c.p. ca. ein Sechstel der gesamten Restabfallmenge nachsorglich vermieden werden. Im einzelnen handelt es sich dabei um Vermeidungs-/Verwertungspotenziale von ca. 16,47 Gew.-% bzw. 16,05 Vol.-%. Umgelegt auf das spezifische Restabfallaufkommen in 2009 bedeutet dies, dass anstelle einer Menge von 245,63 kg/E.a (1.309,42 ltr./E.a) nur noch 205,16 kg/E.a (1.099,30 ltr./E.a) in die graue Tonne hätten gelangen müssten. Dies ist gleichzusetzen mit jährlichen Pro-Kopf-Vermeidungspotenzialen von 40,46 kg resp. 210,47 Litern.

Weitere Einzelheiten dazu können der nachfolgenden Übersicht entnommen werden.

Übersicht 29: Geschätzte Restabfallzusammensetzung im GDL 2009 und Abschätzung von Vermeidungs-/Verwertungspotenzialen (VVP)

Variante 1: Vermeidungs-/Verwertungspotenziale bei konsequenter Nutzung der in allen Gemeinden uniform vorhandenen separaten Wertstoff-Erfassungssysteme (Minimalschätzung)

SF*	Sortierfraktion	Gewicht				Volumen			
		Geschätztes Aufkommen		Geschätzte VVP**		Geschätztes Aufkommen		Geschätzte VVP**	
		[t/a] ₃	[Gew.-%] ₄	[t/a] ₅	[Gew.-%] ₆	[m³/a] ₇	[Vol.-%] ₈	[m³/a] ₉	[Vol.-%] ₁₀
1,00	Pappe/Karton	4.794,74	3,96	4.794,74	3,96	37.759,86	5,84	37.759,86	5,84
1,00	Druckerzeugnisse	7.590,33	6,26	7.590,33	6,26	35.716,14	5,53	35.716,14	5,53
1,00	Verpackungsglas	3.813,31	3,15	3.813,31	3,15	9.006,26	1,39	9.006,26	1,39
1,00	Problemstoffe	1.290,53	1,06	1.290,53	1,06	5.783,82	0,90	5.783,82	0,90
0,75	Bekleidung/Textilien	3.305,99	2,73	2.479,49	2,05	20.568,09	3,18	15.426,07	2,39
0,00	Sonstige PPK	9.178,92	7,57	0,00	0,00	51.855,78	8,02	0,00	0,00
0,00	Folien	9.402,82	7,76	0,00	0,00	118.428,70	18,33	0,00	0,00
0,00	Flaschen/Flakons	2.152,89	1,78	0,00	0,00	36.176,61	5,60	0,00	0,00
0,00	Becher/Bliester	3.933,67	3,25	0,00	0,00	56.688,07	8,77	0,00	0,00
0,00	EPS	604,60	0,50	0,00	0,00	18.468,35	2,86	0,00	0,00
0,00	Sonstige Kunststoffe	2.483,28	2,05	0,00	0,00	28.093,77	4,35	0,00	0,00
0,00	Sonstige Inertstoffe	1.307,55	1,08	0,00	0,00	2.334,59	0,36	0,00	0,00
0,00	Getränkekartons	659,91	0,54	0,00	0,00	8.240,75	1,28	0,00	0,00
0,00	Schuhe	782,91	0,65	0,00	0,00	4.882,03	0,76	0,00	0,00
0,00	Elektro(nik)schrott	570,06	0,47	0,00	0,00	2.034,80	0,31	0,00	0,00
0,00	Sonstiger Materialverbund	1.782,53	1,47	0,00	0,00	20.816,84	3,22	0,00	0,00
0,00	Fe (Verpackungen)	1.508,15	1,24	0,00	0,00	10.246,03	1,59	0,00	0,00
0,00	Fe (Nicht-Verpackungen)	432,74	0,36	0,00	0,00	1.622,54	0,25	0,00	0,00
0,00	NE (Verpackungen)	918,45	0,76	0,00	0,00	8.467,53	1,31	0,00	0,00
0,00	NE (Nicht-Verpackungen)	221,25	0,18	0,00	0,00	803,14	0,12	0,00	0,00
0,00	Küchenabfälle	41.985,28	34,64	0,00	0,00	97.562,13	15,10	0,00	0,00
0,00	Garten-/Grünabfälle	4.483,85	3,70	0,00	0,00	17.407,16	2,69	0,00	0,00
0,00	Holz	812,70	0,67	0,00	0,00	5.078,09	0,79	0,00	0,00
0,00	Körperhygieneartikel	7.321,37	6,04	0,00	0,00	26.425,79	4,09	0,00	0,00
0,00	Siebfraktion >0- 8 mm	967,74	0,80	0,00	0,00	1.545,55	0,24	0,00	0,00
0,00	Siebfraktion >0-40 mm	6.776,13	5,59	0,00	0,00	13.310,30	2,06	0,00	0,00
0,00	Reststoffe	2.135,60	1,76	0,00	0,00	6.873,72	1,06	0,00	0,00
-	Alle Fraktionen	121.217,29	100,00	19.968,40	16,47	646.196,44	100,00	103.692,15	16,05

* Empirischer Schätzfaktor für Vermeidungs-/Verwertungspotenziale

** Vermeidungs-/Verwertungspotenziale

³⁰ Auf die schwierige Abschätzung der Potenziale der vorsorglichen Abfallvermeidung wird im Rahmen dieser Studie bewusst verzichtet.

Variante 2 (Übersicht 30) geht von einem landesweit optimierten Ausbau der separaten Wertstoff-Erfassungssysteme aus (*Maximalschätzung*). Hierbei wird insbesondere gedacht an einen flächendeckenden Ausbau

- von Systemen zur Behandlung organischer Abfälle im Sinne der Kompostierung/Vergärung (Förderung der Eigenkompostierung, Einführung/Ausweitung der Biotonne, u.ä.);
- der von der VALORLUX geförderten PMG-Sammlung von Haus-zu-Haus;
- von Recyclingparks.

Nach dieser Variante würden sich die Vermeidungs-/Verwertungspotenziale c.p. sogar theoretisch bis auf *knapp drei Viertel* aller Restabfälle im Großherzogtum Luxemburg erstrecken (ca. 73,66 Gew.-% bzw. 78,75 Vol.-%). Das würde bedeuten, dass anstelle der mittleren spezifischen Restabfallmenge von 245,63 (1.309,42 ltr./E.a) nur noch 64,70 kg/E.a (278,25 ltr./E.a) in die grauen Tonnen gelangen müssten oder umgekehrt - etwa 180,93 kg/E.a (1.031,16 ltr./E.a) ließen sich theoretisch nachsorglich vermeiden, was einer absoluten Menge von ca. 89.290 t entspräche.

Übersicht 30: *Geschätzte Restabfallzusammensetzung im GDL 2009 und Abschätzung von Vermeidungs-/Verwertungspotenzialen (VVP)*

Variante 2: Vermeidungs-/Verwertungspotenziale bei einem syndikatsweit optimierten Ausbau separater Wertstoff-Erfassungssysteme (Maximalschätzung)

SF*	Sortierfraktion	Gewicht				Volumen			
		Geschätztes Aufkommen		Geschätzte VVP**		Geschätztes Aufkommen		Geschätzte VVP**	
		[t/a] ₃	[Gew.-%] ₄	[t/a] ₅	[Gew.-%] ₆	[m³/a] ₇	[Vol.-%] ₈	[m³/a] ₉	[Vol.-%] ₁₀
1,00	Pappe/Karton	4.794,74	3,96	4.794,74	3,96	37.759,86	5,84	37.759,86	5,84
1,00	Druckerzeugnisse	7.590,33	6,26	7.590,33	6,26	35.716,14	5,53	35.716,14	5,53
1,00	Verpackungsglas	2.483,28	2,05	2.483,28	2,05	28.093,77	4,35	28.093,77	4,35
1,00	Problemstoffe	1.290,53	1,06	1.290,53	1,06	5.783,82	0,90	5.783,82	0,90
1,00	Folien	9.402,82	7,76	9.402,82	7,76	118.428,70	18,33	118.428,70	18,33
1,00	Flaschen/Flakons	2.152,89	1,78	2.152,89	1,78	36.176,61	5,60	36.176,61	5,60
1,00	Becher/Blister	3.933,67	3,25	3.933,67	3,25	56.688,07	8,77	56.688,07	8,77
1,00	EPS	604,60	0,50	604,60	0,50	18.468,35	2,86	18.468,35	2,86
1,00	Getränkekartons	659,91	0,54	659,91	0,54	8.240,75	1,28	8.240,75	1,28
1,00	Fe (Verpackungen)	1.508,15	1,24	1.508,15	1,24	10.246,03	1,59	10.246,03	1,59
1,00	Fe (Nicht-Verpackungen)	432,74	0,36	432,74	0,36	1.622,54	0,25	1.622,54	0,25
1,00	NE (Verpackungen)	918,45	0,76	918,45	0,76	8.467,53	1,31	8.467,53	1,31
1,00	NE (Nicht-Verpackungen)	221,25	0,18	221,25	0,18	803,14	0,12	803,14	0,12
1,00	Küchenabfälle	41.985,28	34,64	41.985,28	34,64	97.562,13	15,10	97.562,13	15,10
1,00	Garten-/Grünabfälle	4.483,85	3,70	4.483,85	3,70	17.407,16	2,69	17.407,16	2,69
0,75	Bekleidung/Textilien	3.305,99	2,73	2.479,49	2,05	20.568,09	3,18	15.426,07	2,39
0,75	Sonstige Inertstoffe	3.813,31	3,15	2.859,98	2,36	9.006,26	1,39	6.754,69	1,05
0,75	Elektro(nik)schrott	570,06	0,47	427,54	0,35	2.034,80	0,31	1.526,10	0,24
0,50	Holz	812,70	0,67	406,35	0,34	5.078,09	0,79	2.539,05	0,39
0,50	Sonstige Kunststoffe	1.307,55	1,08	653,77	0,54	2.334,59	0,36	1.167,29	0,18
0,00	Sonstige PPK	9.178,92	7,57	0,00	0,00	51.855,78	8,02	0,00	0,00
0,00	Schuhe	782,91	0,65	0,00	0,00	4.882,03	0,76	0,00	0,00
0,00	Sonstiger Materialverbund	1.782,53	1,47	0,00	0,00	20.816,84	3,22	0,00	0,00
0,00	Körperhygieneartikel	7.321,37	6,04	0,00	0,00	26.425,79	4,09	0,00	0,00
0,00	Siebfraktion >0- 8 mm	967,74	0,80	0,00	0,00	1.545,55	0,24	0,00	0,00
0,00	Siebfraktion >0-40 mm	6.776,13	5,59	0,00	0,00	13.310,30	2,06	0,00	0,00
0,00	Reststoffe	2.135,60	1,76	0,00	0,00	6.873,72	1,06	0,00	0,00
-	Alle Fraktionen	121.217,29	100,00	89.289,63	73,66	646.196,44	100,00	508.877,81	78,75

* Empirischer Schätzfaktor für Vermeidungs-/Verwertungspotenziale

** Vermeidungs-/Verwertungspotenziale

In der Zusammenschau ergibt sich somit folgendes Ergebnis:

Übersicht 31: *Geschätztes aktuelles Restabfallaufkommen und geschätzte theoretisch mögliche Restabfallreduzierung im GDL 2009 bei Ausschöpfung der in Ansatz gebrachten Vermeidungs-/Verwertungspotenziale*

Bezug	Variante	Restabfallaufkommen			Vermeidungs-/Verwertungspotenziale ggü dem Status quo					
		spezifisch		gesamt	prozentual		spezifisch		gesamt	
		[kg/E.a] <small>Sp.1</small>	[litr./E.a] <small>2</small>	[t/a] <small>3</small>	[Gew.-%] <small>6</small>	[Vol.-%] <small>7</small>	[kg/E.a] <small>8</small>	[litr./E.a] <small>9</small>	[t/a] <small>10</small>	
Status quo	Status quo	245,63	1.309,42	121.217,29	-	-	-	-	-	
Theoretisch mögliche Werte nach Realisierung von ...	Variante 1	205,16	1.099,302	101.248,89	16,47	16,05	40,46	210,47	19.968,40	
	Variante 2	64,70	278,25	31.927,67	73,66	78,75	180,93	1031,16	89.289,63	

4.2.3 Bioabfallanteile in der Siebfraction

Auf der Grundlage der Nachsortierung der Siebfraction sind landesweit gesehen signifikante Bioabfallanteile zu konstatieren, die bei der Darstellung der Restabfallzusammensetzung datentechnisch bekanntlich anteilmäßig den Sortierfraktionen „Küchenabfälle“ und „Garten-/Grünabfälle“ zugeschlagen wurden.

Die Bioabfallanteile der Siebfractionen >0-8 mm und >0-40 mm werden für das Großherzogtum Luxemburg jeweils auf rund 50 Gew.-% geschätzt.

Einzelheiten dazu enthalten die Übersichten unter den Punkten 8.6 und 8.7 im Anhang.

4.2.4 Verpackungsanteile

Im Zuge der Herleitung einer Verpackungsanteilsschätzung im luxemburgischen Restabfall werden die einzelnen Sortierfraktionen mit Schätzfaktoren für Verpackungsanteile (SVA) belegt. Die daraus resultierende Datenentwicklung kann den beiden nachfolgenden Übersichten entnommen werden.

Übersicht 32: Herleitung der Abschätzung von absoluten Verpackungsanteilen im Restabfall 2009 im GDL

Verpack.- (material) kategorie	Sortierfraktion SVA ¹⁾	Bezeichnung	Gewicht				Volumen				
			Restabfallaufkommen		Geschätztes Verpackungsaufkommen		Restabfallaufkommen		Geschätztes Verpackungsaufkommen		
			[t]	[Gew.-%]	[t]	[Gew.-%]	[m ³]	[Vol.-%]	[m ³]	[Vol.-%]	
Glas	1,00	Verpackungsglas	3.813,31	3,15	3.813,31	3,15	9.006,26	1,39	9.006,26	1,39	
PPK	0,99	Pappe/Karton	4.794,74	3,96	4.746,79	3,92	37.759,86	5,84	37.382,26	5,78	
	0,20	Sonstige PPK	9.178,92	7,57	1.835,78	1,51	51.855,78	8,02	10.371,16	1,60	
Kunststoff	0,90	Folien	9.402,82	7,76	8.462,53	6,98	118.428,70	18,33	106.585,83	16,49	
	1,00	Flaschen/Flakons	2.152,89	1,78	2.152,89	1,78	36.176,61	5,60	36.176,61	5,60	
	1,00	Becher/Blister	3.933,67	3,25	3.933,67	3,25	56.688,07	8,77	56.688,07	8,77	
	0,90	EPS	604,60	0,50	544,14	0,45	18.468,35	2,86	16.621,52	2,57	
	²⁾ 0,14	Sonstige Kunststoffe	2.483,28	2,05	354,61	0,29	28.093,77	4,35	4.011,79	0,62	
	1,00	Getränkekartons	659,91	0,54	659,91	0,54	8.240,75	1,28	8.240,75	1,28	
Verbund	²⁾ 0,92	Sonstiger Materialverbund	1.782,53	1,47	1.639,57	1,35	20.816,84	3,22	19.147,33	2,96	
	1,00	Fe (Verpackungen)	1.508,15	1,24	1.508,15	1,24	10.246,03	1,59	10.246,03	1,59	
Metall	1,00	NE (Verpackungen)	918,45	0,76	918,45	0,76	8.467,53	1,31	8.467,53	1,31	
	²⁾ 0,29	Holz	812,70	0,67	236,58	0,20	5.078,09	0,79	1.478,23	0,23	
Holz	²⁾ 0,29	Holz	812,70	0,67	236,58	0,20	5.078,09	0,79	1.478,23	0,23	
Verschied.	0,50	Problemstoffe	1.290,53	1,06	645,27	0,53	5.783,82	0,90	2.891,91	0,45	
Nicht- Verpak- kungen	0,00	Druckerzeugnisse	7.590,33	6,26	0,00	0,00	35.716,14	5,53	0,00	0,00	
	0,00	Sonstige Inertstoffe	1.307,55	1,08	0,00	0,00	2.334,59	0,36	0,00	0,00	
	0,00	Schuhe	782,91	0,65	0,00	0,00	4.882,03	0,76	0,00	0,00	
	0,00	Elektro(nik)schrott	570,06	0,47	0,00	0,00	2.034,80	0,31	0,00	0,00	
	0,00	Fe (Nicht-Verpackungen)	432,74	0,36	0,00	0,00	1.622,54	0,25	0,00	0,00	
	0,00	NE (Nicht-Verpackungen)	221,25	0,18	0,00	0,00	803,14	0,12	0,00	0,00	
	0,00	Küchenabfälle	41.985,28	34,64	0,00	0,00	97.562,13	15,10	0,00	0,00	
	0,00	Garten-/Grünabfälle	4.483,85	3,70	0,00	0,00	17.407,16	2,69	0,00	0,00	
	0,00	Körperhygieneartikel	7.321,37	6,04	0,00	0,00	26.425,79	4,09	0,00	0,00	
	0,00	Bekleidung/Textilien	3.305,99	2,73	0,00	0,00	20.568,09	3,18	0,00	0,00	
	0,00	Siebfraction >0- 8 mm	967,74	0,80	0,00	0,00	1.545,55	0,24	0,00	0,00	
	0,00	Siebfraction >0-40 mm	6.776,13	5,59	0,00	0,00	13.310,30	2,06	0,00	0,00	
	0,00	Reststoffe	2.135,60	1,76	0,00	0,00	6.873,72	1,06	0,00	0,00	
	Total			121.217,29	100,00	31.451,66	25,95	646.196,44	100,00	327.315,27	50,65

1) Empirischer Schätzfaktor für Verpackungsanteile.

2) Ermittelt über Sichtungsanalysen (vgl. Punkt 2.3.1.2).

Werden die vorstehenden Daten nach Verpackungs(material)kategorien zusammengefasst, so ergibt sich das folgende Bild.

Übersicht 33: Herleitung der Abschätzung von absoluten Verpackungsanteilen im Restabfall 2009 im GDL (Datenaggregation)

Verpackungs(material)kategorie	Gewicht				Volumen			
	Restabfallaufkommen		Geschätztes Verpackungsaufkommen		Restabfallaufkommen		Geschätztes Verpackungsaufkommen	
	[t]	[Gew.-%]	[t]	[Gew.-%]	[m ³]	[Vol.-%]	[m ³]	[Vol.-%]
Glas	3.813,31	3,15	3.813,31	3,15	9.006,26	1,39	9.006,26	1,39
PPK	13.973,66	11,53	6.582,58	5,43	89.615,64	13,87	47.753,42	7,39
Kunststoff	18.577,26	15,33	15.447,85	12,74	257.855,50	39,90	220.083,82	34,06
Verbund	2.442,44	2,01	2.299,48	1,90	29.057,59	4,50	27.388,08	4,24
Metall	2.426,60	2,00	2.426,60	2,00	18.713,56	2,90	18.713,56	2,90
Holz	812,70	0,67	236,58	0,20	5.078,09	0,79	1.478,23	0,23
Verschiedenes	1.290,53	1,06	645,27	0,53	5.783,82	0,90	2.891,91	0,45
Nicht-Verpackungen	77.880,80	64,25	0,00	0,00	231.085,98	35,76	0,00	0,00
Total	121.217,29	100,00	31.451,66	25,95	646.196,44	100,00	327.315,27	50,65

Nach diesem Schätzmodell werden die Verpackungsanteile im luxemburgischen Restabfall für das Bezugsjahr 2009 auf etwa 31.452 t (ca. 26 Gew.-%) bzw. 327.315 m³ (ca. 50,7 Vol.-%) geschätzt. Bei einer durchschnittlichen Pro-Kopf-Restabfalljahresproduktion von rund 245,63 kg/E.a bzw. 1.309,42 Liter/E.a kann der auf den Deponien des Landes bzw. in der MVA behandelte spezifische Verpackungsabfall auf rund 63,73 kg/E.a bzw 663,25 ltr./E.a geschätzt werden, wie den Übersichten 32 und 33 zu entnehmen ist.

Übersicht 34: Herleitung der Abschätzung von spezifischen Verpackungsanteilen im Restabfall 2009 im GDL

Verpack.- (material) kategorie	Sortierfraktion		Gewicht				Volumen			
	SVA ¹⁾	Bezeichnung	Restabfallaufkommen		Geschätztes Verpackungsaufkommen		Restabfallaufkommen		Geschätztes Verpackungsaufkommen	
			[kg/E.a ₂₀₀₉]	[Gew.-%]	[kg/E.a ₂₀₀₉]	[Gew.-%]	[ltr./E.a ₂₀₀₉]	[Vol.-%]	[ltr./E.a ₂₀₀₉]	[Vol.-%]
Glas	1,00	Verpackungsglas	7,73	3,15	7,73	3,15	18,25	1,39	18,25	1,39
PPK	0,99	Pappe/Karton	9,72	3,96	9,62	3,92	76,51	5,84	75,75	5,78
	0,20	Sonstige PPK	18,60	7,57	3,72	1,51	105,08	8,02	21,02	1,60
Kunststoff	0,90	Folien	19,05	7,76	17,15	6,98	239,98	18,33	215,98	16,49
	1,00	Flaschen/Flakons	4,36	1,78	4,36	1,78	73,31	5,60	73,31	5,60
	1,00	Becher/Blister	7,97	3,25	7,97	3,25	114,87	8,77	114,87	8,77
	0,90	EPS	1,23	0,50	1,10	0,45	37,42	2,86	33,68	2,57
	²⁾ 0,14	Sonstige Kunststoffe	5,03	2,05	0,72	0,29	56,93	4,35	8,13	0,62
	1,00	Getränkekartons	1,34	0,54	1,34	0,54	16,70	1,28	16,70	1,28
Verbund	²⁾ 0,92	Sonstiger Materialverbund	3,61	1,47	3,32	1,35	42,18	3,22	38,80	2,96
	1,00	Fe (Verpackungen)	3,06	1,24	3,06	1,24	20,76	1,59	20,76	1,59
Metall	1,00	NE (Verpackungen)	1,86	0,76	1,86	0,76	17,16	1,31	17,16	1,31
	²⁾ 0,29	Holz	1,65	0,67	0,48	0,20	10,29	0,79	3,00	0,23
<i>Verschied.</i>	0,50	Problemstoffe	2,62	1,06	1,31	0,53	11,72	0,90	5,86	0,45
Nicht- Verpak- kungen	0,00	Druckerzeugnisse	15,38	6,26	0,00	0,00	72,37	5,53	0,00	0,00
	0,00	Sonstige Inertstoffe	2,65	1,08	0,00	0,00	4,73	0,36	0,00	0,00
	0,00	Schuhe	1,59	0,65	0,00	0,00	9,89	0,76	0,00	0,00
	0,00	Elektro(nik)schrott	1,16	0,47	0,00	0,00	4,12	0,31	0,00	0,00
	0,00	Fe (Nicht-Verpackungen)	0,88	0,36	0,00	0,00	3,29	0,25	0,00	0,00
	0,00	NE (Nicht-Verpackungen)	0,45	0,18	0,00	0,00	1,63	0,12	0,00	0,00
	0,00	Küchenabfälle	85,08	34,64	0,00	0,00	197,69	15,10	0,00	0,00
	0,00	Garten-/Grünabfälle	9,09	3,70	0,00	0,00	35,27	2,69	0,00	0,00
	0,00	Körperhygieneartikel	14,84	6,04	0,00	0,00	53,55	4,09	0,00	0,00
	0,00	Bekleidung/Textilien	6,70	2,73	0,00	0,00	41,68	3,18	0,00	0,00
	0,00	Siebfraktion >0- 8 mm	1,96	0,80	0,00	0,00	3,13	0,24	0,00	0,00
	0,00	Siebfraktion >0-40 mm	13,73	5,59	0,00	0,00	26,97	2,06	0,00	0,00
	0,00	Reststoffe	4,33	1,76	0,00	0,00	13,93	1,06	0,00	0,00
	Total			245,63	100,00	63,73	25,95	1.309,42	100,00	663,25

1) Empirischer Schätzfaktor für Verpackungsanteile.

2) Ermittelt über Sichtungsanalysen (vgl. Punkt 2.3.1.2).

Übersicht 35: Herleitung der Abschätzung von spezifischen Verpackungsanteilen im Restabfall 2009 im GDL (Datenaggregation)

Verpackungs(material)kategorie	Gewicht				Volumen			
	Restabfallaufkommen		Geschätztes Verpackungsaufkommen		Restabfallaufkommen		Geschätztes Verpackungsaufkommen	
	[kg/E.a ₂₀₀₉]	[Gew.-%]	[kg/E.a ₂₀₀₉]	[Gew.-%]	[ltr./E.a ₂₀₀₉]	[Vol.-%]	[ltr./E.a ₂₀₀₉]	[Vol.-%]
Glas	7,73	3,15	7,73	3,15	18,25	1,39	18,25	1,39
PPK	28,32	11,53	13,34	5,43	181,59	13,87	96,76	7,39
Kunststoff	37,64	15,33	31,30	12,74	522,50	39,90	445,97	34,06
Verbund	4,95	2,01	4,66	1,90	58,88	4,50	55,50	4,24
Metall	4,92	2,00	4,92	2,00	37,92	2,90	37,92	2,90
Holz	1,65	0,67	0,48	0,20	10,29	0,79	3,00	0,23
<i>Verschiedenes</i>	2,62	1,06	1,31	0,53	11,72	0,90	5,86	0,45
Nicht-Verpackungen	157,81	64,25	0,00	0,00	468,26	35,76	0,00	0,00
Total	245,63	100,00	63,73	25,95	1.309,42	100,00	663,25	50,65

Im Vergleich zur Restabfallanalyse 2004/05 haben sich die Verpackungsanteile im Restabfall wie folgt reduziert:

Übersicht 36 Vergleich der spezifischen Verpackungsanteile im Restabfall 2009 und 2004 im GDL

Bezeichnung <small>Sp.1</small>	Spezifische Mengen					
	Restabfallaufkommen		Geschätztes Verpackungsaufkommen			
	Gewicht	Volumen	Gewicht		Volumen	
	[kg/E.a.] <small>2</small>	[ltr./E.a.] <small>3</small>	[kg/E.a.] <small>4</small>	[Gew.-%] <small>5</small>	[ltr./E.a.] <small>6</small>	[Vol.-%] <small>7</small>
2009 (RA _{2009/10})	245,63	1.309,42	63,73	25,95	663,25	50,65
2004 (RA _{2004/05})	260,63	1.312,56	84,25	32,31	699,06	53,27
Differenz	-15,00	-3,14	-20,52	-6,36	-35,81	-2,62

Der Rückgang der Verpackungsanteile lässt sich u.a. durch die folgenden Aspekte erklären:

- Verpackungsoptimierung durch die Industrie (Gewichtseinsparung);
- Ausweitung der von der VALORLUX geförderten PMG-Sammlung;
- Umstellung von Bring- auf Holsammlungen (hier: partieller Abzug von Depotcontainern - Einführung von Papiertonnen).

4.2.5 Sortierfraktion „Flaschen/Flakons“

Bei 28 von 112 untersuchten Restabfallproben wurde episodisch eine materialorientierte Nachsortierung der Kunststoff-Sortierfraktion „Flaschen/Flakons“ durchgeführt. Auf dieser Grundlage wird die Zusammensetzung der Fraktion, wie in den Spalten 5 und 6 der nachfolgenden Übersicht ausgewiesen, geschätzt (*es gilt: $\bar{o} = \bar{O}$*).³¹

Übersicht 37: Summenresultat der episodischen Nachsortierung der Sortierfraktion „Flaschen/Flakons“

Nachsortierfraktion (NSF)		Zusammensetzung				Schüttgewicht [kg/m ³] <small>7</small>
Lfd.Nr. <small>Sp.1</small>	Bezeichnung <small>2</small>	[kg] <small>3</small>	[ltr.] <small>4</small>	[Gew.-%] <small>5</small>	[Vol.-%] <small>6</small>	
1	PET	231,00	4.690,00	69,54	77,87	49,25
2	PE	62,05	916,50	18,68	15,22	67,70
3	PP	9,35	118,20	2,81	1,96	79,10
4	andere/unbekannt/ nicht identifizierbar	29,80	298,50	8,97	4,96	99,83
Total		332,20	6.023,20	100,00	100,00	55,15

Im Vergleich zur Restabfallanalyse 2004/2005 hat sich die prozentuale Verteilung der Sortierfraktion „Flaschen/Flakons“ geändert. Gemäß der Nachsortierung der Sortierfraktion „Flaschen/Flakons“ in 2009/10 erhöhte sich der Anteil der PET-Fraktion um ca. 5 %, wohingegen sich der Anteil der PE-Fraktion um ca. 5 % verringert hat.

³¹ S. Verzeichnis der Zeichen und Abkürzungen auf Seite 8.

4.2.6 Problemstoffe

Die Schätzdaten zur Problemstoffzusammensetzung 2009 im luxemburgischen Restabfall können der nachstehenden Übersicht entnommen werden.

Übersicht 38: Schätzung der Problemstoffzusammensetzung im Restabfall 2009 im GDL

Problemstoff		Zusammensetzung		
Lfd.Nr. <i>Sp.1</i>	Bezeichnung <i>2</i>	[kg/E.a] <i>3</i>	[t] <i>4</i>	[Gew.-%] <i>5</i>
1	Altöl	0,012	6,02	0,47
2	Asbesthaltige Stoffe	0,000	0,00	0,00
3	Asbestzement und Eternit	0,003	1,64	0,13
4	Bitumen	0,001	0,46	0,04
5	Bleiakkumulatoren	0,005	2,52	0,20
6	Datenträger	0,270	133,31	10,33
7	Druckgasflaschen	0,000	0,00	0,00
8	Düngemittel und Pestizide	0,010	5,00	0,39
9	Elektrogeräte (Starter) und Kondensatoren	0,000	0,00	0,00
10	Energiesparlampen, Glüh-,	0,036	17,85	1,38
11	Farben/Lacke, Fässer mit Farbresten	0,497	245,25	19,00
12	Feuerzeuge	0,023	11,42	0,89
13	Feuerlöscher	0,004	2,03	0,16
14	Ionenaustauscherharze aus Wasseraufbereitung	0,000	0,00	0,00
15	Karton, Papier*	0,000	0,00	0,00
16	Kraftstoffe	0,000	0,00	0,00
17	Laborchemikalien	0,003	1,41	0,11
18	Laugen, basische Reiniger	0,036	17,76	1,38
19	Lösungsmittel	0,000	0,00	0,00
20	Medikamente	1,128	556,63	43,13
21	Metallfässer 200 Liter, recycelbar	0,000	0,00	0,00
22	Nicht identifizierte Stoffe	0,000	0,00	0,00
23	NiCa-Akkumulatoren	0,000	0,00	0,00
24	Öl- und Dieselfilter	0,012	5,89	0,46
25	Ölradiatoren	0,000	0,00	0,00
26	Ölverschmutzte Produkte	0,000	0,22	0,02
27	Öl-Wasser-Emulsionen	0,000	0,00	0,00
28	Photochemikalien gemischt	0,000	0,00	0,00
29	PU-Schaumdosen	0,006	3,17	0,25
30	Quecksilber und Quecksilberthermometer	0,000	0,04	0,00
31	Roofing, Bitumenabdichtungsbahnen	0,013	6,19	0,48
32	Säuren und saure Reiniger	0,007	3,30	0,26
33	Schadstoffverpackungen (Altöl, Fette).	0,007	3,62	0,28
34	Schadstoffverpackungen (Säure, Lauge, ..)	0,022	10,84	0,84
35	Schmierfette	0,000	0,00	0,00
36	Speiseöle und -fette	0,001	0,58	0,04
37	Spraydosen	0,413	203,93	15,80
38	Spritzen und Kanülen	0,017	8,50	0,66
39	Streusalz	0,000	0,00	0,00
40	Tonerkartuschen, Tintenpatronen	0,010	5,01	0,39
41	Trockenbatterien	0,077	37,91	2,94
Total		2,615	1.290,53	100,00

Explizit bemerkenswert ist, dass rund 88 Gew.-% auf lediglich vier signifikante Problemstofffraktionen entfallen, nämlich:

- Medikamente (43,13 Gew.-%),
- Farben/Lacke (19,00 Gew.-%),
- Spraydosen (15,80 Gew.-%) und
- Datenträger (10,33 Gew.-%).

Die restlichen Einzelfraktionen haben demgegenüber eine quantitativ wesentlich geringere Bedeutung.

Übersicht 39: Gegenüberstellung der spezifischen Problemstoffzusammensetzung im Restabfall 2009 und 2004 im GDL

Problemstoff		Zusammensetzung				Differenz	
Lfd.Nr.	Bezeichnung	2009		2004		(2009 – 2004)	
<i>Sp.1</i>	<i>2</i>	[kg/E.a] <i>3</i>	[Gew.-%] <i>4</i>	[kg/E.a] <i>5</i>	[Gew.-%] <i>6</i>	[kg/E.a] <i>7</i>	[Gew.-%] <i>8</i>
1	Altöl	0,012	0,47	0,009	0,35	0,004	0,12
2	Asbesthaltige Stoffe	0,000	0,00	0,004	0,15	-0,004	-0,15
3	Asbestzement und Eternit	0,003	0,13	0,000	0,00	0,003	0,13
4	Bitumen	0,001	0,04	0,001	0,03	0,000	0,00
5	Bleiakkumulatoren	0,005	0,20	0,018	0,75	-0,013	-0,56
6	Datenträger	0,270	10,33	0,250	10,21	0,020	0,12
7	Druckgasflaschen	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
8	Düngemittel und Pestizide	0,010	0,39	0,004	0,15	0,006	0,24
9	Elektrogeräte (Starter) und Kondensatoren	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
10	Energiesparlampen, Glüh-,	0,036	1,38	0,035	1,42	0,001	-0,03
11	Farben/Lacke, Fässer mit Farbresten	0,497	19,00	0,543	22,14	-0,046	-3,14
12	Feuerzeuge	0,023	0,89	0,041	1,66	-0,018	-0,78
13	Feuerlöscher	0,004	0,16	0,000	0,00	0,004	0,15
14	Ionenaustauscherharze	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
15	Karton, Papier*	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
16	Kraftstoffe	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
17	Laborchemikalien	0,003	0,11	0,001	0,03	0,002	0,08
18	Laugen, basische Reiniger	0,036	1,38	0,040	1,62	-0,004	-0,24
19	Lösungsmittel	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
20	Medikamente	1,128	43,13	0,536	21,86	0,592	21,27
21	Metallfässer 200 Liter, recycelbar	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
22	Nicht identifizierte Stoffe	0,000	0,00	0,003	0,12	-0,003	-0,12
23	NiCa-Akkumulatoren	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
24	Öl- und Dieselfilter	0,012	0,46	0,029	1,18	-0,017	-0,72
25	Ölradiatoren	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
26	Ölverschmutzte Produkte	0,000	0,02	0,004	0,15	-0,003	-0,13
27	Öl-Wasser-Emulsionen	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
28	Photochemikalien gemischt	0,000	0,00	0,004	0,17	-0,004	-0,17
29	PU-Schaumdosen	0,006	0,25	0,013	0,51	-0,006	-0,27
30	Quecksilber und Quecksilberthermometer	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
31	Roofing, Bitumenabdichtungsbahnen	0,013	0,48	0,041	1,67	-0,028	-1,19
32	Säuren und saure Reiniger	0,007	0,26	0,006	0,26	0,000	0,00
33	Schadstoffverpackungen (Altöl, Fette).	0,007	0,28	0,003	0,10	0,005	0,18
34	Schadstoffverpackungen (Säure, Lauge, ..)	0,022	0,84	0,070	2,84	-0,048	-2,00
35	Schmierfette	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00
36	Speiseöle und -fette	0,001	0,04	0,095	3,89	-0,094	-3,84
37	Spraydosen	0,413	15,80	0,562	22,95	-0,149	-7,15
38	Spritzen und Kanülen	0,017	0,66	0,015	0,61	0,002	0,05
39	Streusalz	0,000	0,00	0,001	0,03	-0,001	-0,03
40	Tonerkartuschen, Tintenpatronen	0,010	0,39	0,001	0,06	0,009	0,33
41	Trockenbatterien	0,077	2,94	0,125	5,09	-0,048	-2,15
Total		2,615	100,00	2,450	100,00	0,165	0,00

Die spezifische Problemstoffmenge in 2009 nahm verglichen mit der Menge in 2004 um ca. 0,165 kg/E.a zu (+ 6,73 %). Der Anstieg basiert im wesentlichen auf einer Zunahme bei der Problemstofffraktion „Medikamente“. Diese Menge hat sich gegenüber der Untersuchung 2004/05 mehr als verdoppelt.^{32 33}

³² In Österreich ist im Zeitraum 1996 – 2006/07 ein deutlicher Anstieg des Medikamentenkonsums zu verzeichnen - Quelle: STATISTIK AUSTRIA, Mikrozensus September 1999, Österreichische Gesundheitsbefragung 2006/07.

³³ Anzumerken ist, dass der Verpackungsanteil der Problemstoffe auf etwa 50% des Gesamtgewichtes geschätzt wird (vgl. Punkt 4.2.4).

4.2.7 Trockenbatterien

Die dem Restabfall entnommenen Trockenbatterien wurden am Ende jeder Kampagne von erfahrenem Personal der SDK nachsortiert, und zwar mit folgendem Resultat:

Übersicht 40: Nachsortierung der Trockenbatterien (Restabfallanalyse 2009/10)

Trockenbatterien		Sortierresultat	
Lfd.Nr. <small>Sp.1</small>	Bezeichnung <small>2</small>	[kg] <small>3</small>	[Gew.-%] <small>4</small>
1	Alkali-Mangan und Zink-Kohle	26,18	92,25
2	Lithium	0,10	0,35
3	Nickel-Cadmium	1,39	4,90
4	Nickel-Metallhydrid	0,71	2,50
Total		28,38	100,00

Werden die in der vorigen Übersicht in Spalte 4 stehenden Relativwerte übernommen und zur freien Hochrechnung für absolute und spezifische Trockenbatteriemengen auf das Großherzogtum Luxemburg herangezogen, so ergibt sich das folgende Bild:

Übersicht 41: Schätzung von Trockenbatterieanteilen im Restabfall im GDL 2009

Trockenbatterien		Zusammensetzung		
Lfd.Nr. <small>Sp.1</small>	Bezeichnung <small>2</small>	[Gew.-%] <small>3</small>	[kg/E.a] <small>4</small>	[t] <small>5</small>
1	Alkali-Mangan und Zink-Kohle	92,25	0,0709	34,975
2	Lithium	0,35	0,0003	0,134
3	Nickel-Cadmium	4,90	0,0038	1,857
4	Nickel-Metallhydrid	2,50	0,0019	0,949
Total		100,00	0,0768	37,914

Danach gelangten im Jahr 2009 schätzungsweise 37,9 t Trockenbatterien in den luxemburgischen Restabfall (entsprechend ca. 0,077 kg/E.a).

Bei einem relativen Problemstoffanteil am Restabfall in Höhe von 1,06 Gew.-% und bei einem Trockenbatterieanteil an den Problemstoffen in Höhe von 2,94 Gew.-% kann der Trockenbatterieanteil im luxemburgischen Restabfall insgesamt auf knapp 0,031 Gew.-% geschätzt werden.³⁴

Wie sich die Trockenbatterieanteile im Vergleich zur Restabfallanalyse 2004/05 verändert haben, ist der nachstehenden Übersicht zu entnehmen. Demnach hat sich das Pro-Kopf-Aufkommen in 2009 gegenüber 2004 um ca. 0,048 kg/E.a reduziert. Dies entspricht einer Reduktion von 38,4 Gew.-%.

³⁴ Erwähnt sei, dass de facto noch kleindimensionierte Trockenbatterien (Batterien der Größe AA und kleiner) in der Siebfraction >0-40mm enthalten waren. Darüber hinaus waren noch vereinzelt Trockenbatterien in diversen Gegenständen in dem Elektro(nik)schrott zuordenbaren Abfall enthalten.

Übersicht 42: Gegenüberstellung der spezifischen Trockenbatterieanteile im Restabfall 2009 und 2004 im GDL

Trockenbatterien		Zusammensetzung				Differenz	
Lfd.Nr.	Bezeichnung	2009		2004		(2009 – 2004)	
		[kg/E.a]	[Gew.-%]	[kg/E.a]	[Gew.-%]	[kg/E.a]	[Gew.-%]
1	Alkali-Mangan und Zink-Kohle	0,07087	92,25	0,11787	94,520	-0,04700	-2,270
2	Lithium	0,00027	0,35	0,00030	0,240	-0,00003	0,110
3	Nickel-Cadmium	0,00376	4,9	0,00387	3,100	-0,00010	1,800
4	Nickel-Metallhydrid	0,00192	2,5	0,00267	2,140	-0,00075	0,360
Total		0,07683	100	0,12471	100,000	-0,04788	0,000

4.2.8 Reststoffe

Die aussortierten Reststoffe setzten sich den Nachsortierungen gemäß wie folgt zusammen:

Übersicht 43: Nachsortierung der Sortierfraktion Reststoffe (Restabfallanalyse 2009/10)

Stoffgruppe (SG)		Sortierfraktion (SF)		Zusammensetzung				
Lfd.Nr.	Bezeichnung	Lfd.Nr.	Bezeichnung	Absolute Werte		Relative Werte		Schüttgewicht [kg/m ³]
				[kg]	[litr.]	[Gew.-%]	[Vol.-%]	
1	Papier/Pappe/ Karton (PPK)	1	Pappe/Karton	435,93	1.738,67	5,40	6,81	250,73
		2	Druckerzeugnisse	174,18	795,93	2,16	3,12	218,84
		3	Sonstige PPK	1.475,06	4.836,25	18,26	18,93	305,00
2	Kunststoffe	4	Folien	281,23	3.194,40	3,48	12,50	88,04
		5	Flaschen/Flakons	5,80	22,31	0,07	0,09	260,03
		6	Becher/Bliester	171,29	893,32	2,12	3,50	191,75
		7	EPS	59,35	531,75	0,73	2,08	111,61
		8	Sonstige Kunststoffe	220,84	1.096,44	2,73	4,29	201,42
3	Inertstoffe	9	Verpackungsglas	233,31	227,33	2,89	0,89	1.026,32
		10	Sonstige Inertstoffe	221,22	196,58	2,74	0,77	1.125,30
4	Materialverbund	11	Getränkekartons	28,69	88,25	0,36	0,35	325,17
		12	Schuhe	0,00	0,00	0,00	0,00	-
		13	Elektro(nik)schrott	8,12	15,77	0,10	0,06	514,88
		14	Sonstiger Materialverbund	195,44	1.460,80	2,42	5,72	133,79
5	Metalle	15	Fe (Verpackungen)	73,30	120,77	0,91	0,47	606,90
		16	Fe (Nicht-Verpackungen)	33,34	29,54	0,41	0,12	1.128,69
		17	NE (Verpackungen)	118,27	335,70	1,46	1,31	352,31
		18	NE (Nicht-Verpackungen)	11,74	17,04	0,15	0,07	688,90
6	Bioabfall	19	Küchenabfälle	1.862,99	3.482,95	23,06	13,63	534,89
		20	Garten-/Grünabfälle	292,46	1.452,92	3,62	5,69	201,29
		21	Holz	96,30	195,59	1,19	0,77	492,35
7	Körperhyg.art.	22	Körperhygieneartikel	95,31	393,04	1,18	1,54	242,50
8	Bekleidung/Text.	23	Bekleidung/Textilien	105,88	463,23	1,31	1,81	228,56
9	Problemstoffe	24	Problemstoffe	27,91	46,74	0,35	0,18	597,18
10	Siebfraktionen	25	Siebfraktion >0-8 mm	0,00	0,00	0,00	0,00	-
		26	Siebfraktion >0-40 mm	0,00	0,00	0,00	0,00	-
11	Reststoffe	27	Reststoffe	1.852,19	3.911,68	22,92	15,31	473,50
Total				8.080,15	25.547,00	100,00	100,00	316,29

Wie schon bei der Restabfallanalyse 2004/05 gesehen, machen allein die Sortierfraktionen *Sonstige PPK*, *Küchenabfälle* und *Reststoffe* ca. zwei Drittel der gewichtbezogenen Reststoffmenge aus.

Diesbezügliche Einzelheiten können den Übersichten unter den Punkten 7.1.6 und 7.2.4 im Anhang entnommen werden.

4.2.9 Elektro(nik)schrott

Die Zusammensetzung des in 2009 über den Restabfall entsorgten Elektro(nik)schrotts wird wie folgt abgeschätzt:

Übersicht 44: Schätzung der Elektro(nik)schrottzusammensetzung im Restabfall 2009 im GDL

Elektro(nik)schrott-Unterfraktion (EUF)		Zusammensetzung						Schüttgewicht [kg/m ³] ₉
Lfd. Nr. <small>Sp. 1</small>	Bezeichnung	Gewichtsbezogene Daten			Volumenbezogene Daten			
		[Gew.-%] ₃	[kg/E.a.] ₄	[t] ₅	[Vol.-%] ₆	[ltr./E.a.] ₇	[m ³] ₈	
0	Residuen/Reste ¹⁾	57,398	0,663	327,202	64,277	2,893	1.427,694	229,182
1	Haushaltsgroßgeräte	1,608	0,019	9,168	1,752	0,079	38,922	235,546
2	Haushaltskleingeräte	9,823	0,113	55,994	7,538	0,339	167,429	334,434
3	IT- und Telekommunikationsgeräte	10,809	0,125	61,615	7,979	0,359	177,226	347,665
4	Geräte der Unterhaltungselektronik	8,006	0,092	45,637	7,775	0,350	172,689	264,271
5	Beleuchtungskörper	9,259	0,107	52,781	8,836	0,398	196,263	268,932
6	Elektr. und elektron. Werkzeuge ²⁾	1,166	0,013	6,646	0,494	0,022	10,969	605,913
7	Spielzeug sowie Sport- u. Freizeitgeräte	1,828	0,021	10,418	1,308	0,059	29,048	358,657
8	Medizinische Geräte ³⁾	0,006	0,000	0,032	0,003	0,000	0,073	438,425
9	Überwachungs- und Kontrollinstrumente	0,099	0,001	0,565	0,037	0,002	0,833	678,665
10	Automatische Ausgabegeräte	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total		100,000	1,155	570,059	100,00	4,501 ⁴⁾	2.221,145	256,651

1) Alle nicht den nachfolgenden Unterfraktionen zuordenbaren Abfälle.

2) Mit Ausnahme ortsfester industrieller Großwerkzeuge.

3) Mit Ausnahme aller implantierten und infizierten Produkte.

4) Das Volumen wurde anhand der Schüttgewichte der Einzelfraktionen hochgerechnet (entspricht nicht der Menge der landesweiten Hochrechnung).

Ausgehend von der obigen Schätzung der Zusammensetzung des Elektro(nik)schrotts befanden sich 2009 noch ca. 570 t Elektro(nik)schrott im Restabfall; dies entspricht ca. 1,155 kg/E.a. Einzelheiten dazu können dem Punkt 8.5 im Anhang entnommen werden.

Übersicht 45: Gegenüberstellung des Elektro(nik)schrotts im Restabfall 2009 und 2004 im GDL

Elektro(nik)schrott-Unterfraktion (EUF)		Zusammensetzung						Differenz (2009 – 2004)	
Lfd. Nr. <small>Sp. 1</small>	Bezeichnung	2009			2004				
		[Gew.-%] ₃	[kg/E.a.] ₄	[t] ₅	[Gew.-%] ₆	[kg/E.a.] ₇	[t] ₈	[kg/E.a.] ₉	[t] ₉
0	Residuen/Reste ¹⁾	57,398	0,663	327,202	52,880	0,920	415,542	-0,257	-88,340
1	Haushaltsgroßgeräte	1,608	0,019	9,168	1,250	0,022	9,823	-0,003	-0,655
2	Haushaltskleingeräte	9,823	0,113	55,994	16,990	0,296	133,511	-0,182	-77,517
3	IT- und Telekommunikationsgeräte	10,809	0,125	61,615	9,170	0,160	72,060	-0,035	-10,444
4	Geräte der Unterhaltungselektronik	8,006	0,092	45,637	5,540	0,096	43,534	-0,004	2,102
5	Beleuchtungskörper	9,259	0,107	52,781	9,270	0,161	72,846	-0,054	-20,064
6	Elektr. und elektron. Werkzeuge ²⁾	1,166	0,013	6,646	0,470	0,008	3,693	0,005	2,953
7	Spielzeug sowie Sport- u. Freizeitgeräte	1,828	0,021	10,418	4,220	0,073	33,162	-0,052	-22,743
8	Medizinische Geräte ³⁾	0,006	0,000	0,032	0,020	0,000	0,157	0,000	-0,125
9	Überwachungs- und Kontrollinstrumente	0,099	0,001	0,565	0,190	0,003	1,493	-0,002	-0,928
10	Automatische Ausgabegeräte	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Total		100,000	1,155	570,059	100,000	1,740	785,820	-0,585	-215,761

1) Alle nicht den nachfolgenden Unterfraktionen zuordenbaren Abfälle.

2) Mit Ausnahme ortsfester industrieller Großwerkzeuge.

3) Mit Ausnahme aller implantierten und infizierten Produkte.

Das Pro-Kopf-Aufkommen an Elektro(nik)schrott im Restabfall 2009 hat sich gegenüber 2004 um rund 33,6 Gew.-% auf 1,155 kg/E.a reduziert (-0,585 kg/E.a).³⁵ Mit Ausnahme der „elektrischen und elektronischen Werkzeuge“ sind in 2009 gegenüber 2004 die absoluten und spezifischen Mengen aller Unterfraktionen gesunken.

³⁵ Seit 2006 wird die Einsammlung von Elektro(nik)schrott durch ECOTREL finanziell unterstützt, so dass eine kostenlose Rücknahme der Elektro(nik)geräte gewährleistet ist.

4.2.10 Wiederverwendbare Einkaufstasche „ECO-Sac“ und PMG-Säcke

Im Zuge der Sortierarbeiten (Kampagnen 2, 3 und 4) wurden im Restabfall befindliche wiederverwendbare Einkaufstaschen (ECO-Sac) und blaue PMG-Säcke (Valorlux-Sammlung) separat erfasst. Gewicht, Volumen und Anzahl der ECO-Sac sowie der PMG-Säcke wurden registriert.

Auf eine gewichtete Hochrechnung wird an dieser Stelle verzichtet, da der Verschmutzungsgrad durch Anhaftungen der wiederverwendbaren Einkaufstasche „ECO-Sac“ und der PMG-Säcke verhältnismäßig groß war und die Ergebnisse daher nicht repräsentativ gewesen wären.

Die folgende Tabelle enthält die Anzahl der aussortierten ECO-Sacs und PMG-Säcke in Relation zu den korrespondierenden Gesamtgewichten der Sortierung.

Übersicht 46: Anzahl der PMG-Säcke und ECO-Sacs in den Restabfallproben (Sortiermengen in K2, K3 u. K4)

Cluster		Syndikat	Mengen in K2, K3 und K4				
Lfd.Nr.	Gemeinde		Gewicht	Anzahl			
			Sortiermenge [kg]	PMG-Säcke [1]	ECO-Sacs groß [1]	ECO-Sacs klein [1]	ECO-Sacs gesamt [1]
Sp.1	2	3	4	5	6	7	8
1	Reisdorf **	SIDEC	3.120	17	3	0	3
2	Lorentzweiler	SIDEC	1.997	45	8	1	9
3	Wiltz	SIDEC	3.054	27	3	1	4
4	Mersch	SIDEC	3.060	21	4	1	5
5	Ettelbruck	SIDEC	2.539	16	7	1	8
6	Weiler-la-Tour *	SIDOR	2.123	11	0	1	1
7	Roeser *	SIDOR	1.936	8	1	0	1
8	Frisange	SIDOR	3.314	24	5	0	5
9	Leudelange	SIDOR	1.525	27	3	1	4
10	Mamer	SIDOR	2.890	38	7	3	10
11	Schuttrange *	SIDOR	2.387	3	0	2	2
12	Hobscheid	SIDOR	2.301	33	2	0	2
13	Mondercange	SIDOR	2.603	18	2	2	4
14	Reckange-s.-Mess	SIDOR	2.564	24	1	0	1
15	Hesperange *	SIDOR	2.037	7	1	0	1
16	Sanem *	SIDOR	2.213	5	3	0	3
17	Strassen	SIDOR	2.349	51	1	0	1
18	Differdange	SIDOR	2.861	50	9	2	11
19	Dudelange *	SIDOR	2.617	9	5	0	5
20	Esch-sur-Alzette ***	SIDOR	2.934	10	9	6	15
21	Luxembourg	SIDOR	2.704	25	5	1	6
22	Kayl	SIDOR	2.547	10	4	2	6
23	Waldbredimus	SIGRE	2.384	32	0	0	0
24	Dalheim	SIGRE	2.585	39	0	1	1
25	Wellenstein *	SIGRE	2.039	7	4	2	6
26	Mondorf-les-Bains	SIGRE	2.353	36	5	0	5
27	Echternach	SIGRE	2.541	64	0	0	0
28	Remich	SIGRE	2.095	22	1	0	1
Total			69.666	679	93	26	119

* Gemeinde ohne PMG-Sammlung.

** PMG- Sammlung seit Juli 2009

*** PMG-Sammlung seit April 2010.

Aus der Übersicht resultiert, dass im Durchschnitt in einer Gewichtstonne Restabfall bezogen auf die Sortiermenge

- 9,75 Stück PMG-Säcke,
- 1,33 Stück ECO-Sacs groß und
- 0,37 Stück ECO-Sacs klein

enthalten sind.

Werden die oben genannten Werte übernommen und zur freien Hochrechnung der absoluten Mengen für das Großherzogtum Luxemburg herangezogen, so ergibt sich das folgende Bild:

Übersicht 47: Schätzung der PMG-Säcke und ECO-Sac im Restabfall im GDL

Bezeichnung <i>Sp.1</i>	Menge [Stück] pro	
	1 [t] Restabfall <i>2</i>	121.217 [t] Restabfall <i>3</i>
PMG-Säcke	9,75	1.181.869
ECO-Sac groß	1,33	161.219
ECO-Sac klein	0,37	44.850

4.2.11 Einweg-Einkaufstaschen

Mit Hilfe der ermittelten Daten über die Mengen der *Einweg-Einkaufstaschen*³⁶ sollen Auswirkungen betreffend der Einführung der *wiederverwendbaren Einkaufstasche ECO-Sac* in 2004 und den damit verbundenen Verzicht von Einwegtüten an den Kunden in allen Filialen der großen Supermarktketten (*Auchan, Cactus, Cora, Delhaize, Match*) seit 29.01.2007 gewonnen werden. Seit v.g. Zeitpunkt wird dem Kunden ein sogenannter „sac de dépannage“ zum Preis von 0,03 € angeboten.

Übersicht 48: Schätzung der Menge der Einweg-Einkaufstaschen im Restabfall 2009 im GDL

Folien		Absolute Mengen		Spezifische Mengen		Schüttgewicht [kg/m ³]
Lfd.Nr. <i>Sp.1</i>	Bezeichnung <i>2</i>	Gewicht [t] <i>3</i>	Volumen [m ³] <i>4</i>	Gewicht [Gew.-%] <i>5</i>	Volumen [Vol.-%] <i>6</i>	
1	Einweg-Einkaufstaschen	284,07	6.867,61	3,03	5,82	41,36
2	Sonstige Folien	9.087,70	111.170,09	96,97	94,18	81,75
Total		9.371,77	118.037,70	100,00	100,00	79,40

Nach einer Schätzung gelangten 2009 noch ca. 284,07 t Einweg-Einkaufstaschen in den Restabfall.³⁷

Um einen Vergleich zu haben, wird die Menge der Einweg-Einkaufstüten, die die Unternehmen *Auchan, Cactus, Coopérative des Cheminots und Courtheoux (Match)* an ihre Kunden im Jahr 2003 ausgegeben haben, aufgeführt. Entsprechend der Angaben dieser Unternehmen betrug die Menge rd. 437 t (61 Millionen Einweg-Einkaufstaschen).

³⁶ Vgl. Übersicht 9, Differenzierung der Sortierfraktion „Folien“ (s. Übersicht 46).

³⁷ Die Schätzung beinhaltet nicht die Menge des „sac de dépannage“. In 2009 wurden 9,36 Millionen „sac de dépannage“ von Kunden gekauft. Das entspricht einem Gewicht von ca. 75 t.

4.2.12 Restabfallzusammensetzung mit und ohne Biotonne nach Syndikaten

Die Analyse der Restabfälle in 2009/10 zeigt deutlich, dass der Anteil an Bioabfällen sehr hoch ist.

In Gemeinden, in denen eine Bioabfallabfuhr angeboten wird, ist das Aufkommen an Bioabfällen im Restabfall rund 8,5 Gew-% niedriger als in Gemeinden ohne Anschluss an die Biotonne.

Übersicht 49: Betrachtung der Restabfallzusammensetzung hinsichtlich dem Anschluss an die Biotonne auf Syndikateebene (Gew.-%)

Stoffgruppe (SG)		Sortierfraktion (SF)		Abfallgewicht [Gew.-%]						
Lfd.Nr.	Bezeichnung	Lfd.Nr.	Bezeichnung	Gemeinden ohne Biotonne				Gemeinden mit Biotonne		
<i>Sp.1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	SIDEC <i>5</i>	SIDOR <i>6</i>	SIGRE <i>7</i>	Total <i>8</i>	SIDEC <i>9</i>	SIDOR <i>10</i>	Total <i>11</i>
01	Papier/Pappe/Karton (PPK)	01	Pappe/Karton	2,95	5,01	3,42	3,96	3,97	3,97	3,97
		02	Druckerzeugnisse	4,67	8,45	4,30	6,28	3,40	6,33	6,29
		03	Sonstige PPK	7,19	8,05	7,59	7,63	8,28	7,46	7,47
02	Kunststoffe	04	Folien	7,81	7,28	6,55	7,30	10,51	8,29	8,33
		05	Flaschen/Flakons	1,19	2,04	1,03	1,53	1,20	2,11	2,10
		06	Becher/Blister	2,54	3,19	2,51	2,81	5,04	3,79	3,81
		07	EPS	0,34	0,62	0,41	0,47	0,70	0,53	0,53
		08	Sonstige Kunststoffe	2,21	1,31	2,21	1,81	3,26	2,33	2,35
03	Inertstoffe	09	Verpackungsglas	3,74	4,16	2,96	3,78	3,41	2,32	2,34
		10	Sonstige Inertstoffe	1,22	0,91	1,30	1,10	2,42	1,03	1,05
04	Materialverbund	11	Getränkekartons	0,53	0,46	0,34	0,46	0,44	0,66	0,66
		12	Schuhe	0,58	0,32	0,58	0,47	0,99	0,87	0,88
		13	Elektro(nik)schrott	0,45	0,36	0,63	0,44	0,74	0,50	0,50
		14	Sonstiger Materialverbund	1,39	1,22	1,07	1,25	1,65	1,76	1,76
05	Metalle	15	Fe (Verpackungen)	1,16	1,11	0,83	1,07	1,15	1,48	1,47
		16	Fe (Nicht-Verpackungen)	0,20	0,33	0,36	0,29	0,66	0,44	0,45
		17	NE (Verpackungen)	0,65	0,65	0,67	0,65	1,17	0,89	0,90
		18	NE (Nicht-Verpackungen)	0,19	0,14	0,17	0,17	0,17	0,20	0,20
06	Bioabfall	19	Küchenabfälle *	37,99	37,52	38,58	37,92	23,34	30,46	30,36
		20	Garten-/Grünabfälle *	4,30	2,80	6,83	4,16	2,14	3,11	3,10
		21	Holz	0,64	0,69	0,69	0,67	0,93	0,67	0,67
07	Körperhygieneartikel	22	Körperhygieneartikel	5,69	4,66	5,34	5,17	7,68	7,17	7,18
08	Bekleidung/Textilien	23	Bekleidung/Textilien	2,50	2,04	3,14	2,43	3,93	3,10	3,12
09	Problemstoffe	24	Problemstoffe	0,93	1,20	0,87	1,03	1,56	1,10	1,11
10	Siebfraktionen	25	Siebfraktion >0-8 mm **	1,10	0,51	0,77	0,78	0,79	0,83	0,83
		26	Siebfraktion >0-40 mm **	5,30	4,21	4,67	4,69	6,90	6,76	6,76
11	Reststoffe	27	Reststoffe ***	2,53	0,76	2,17	1,69	3,55	1,83	1,86
TOTAL				100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*Einschließlich der geschätzten Bioabfallanteile der Siebfraktionen. **Ohne geschätzte Bioabfallanteile. ***Ohne geschätzte Anteile der restlichen Sortierfraktionen.

4.2.13 Restabfallzusammensetzung mit und ohne PMG-Sammlung nach Syndikaten

VALORLUX führt gemeinsam mit 106 von 116 Gemeinden des Großherzogtum Luxemburgs im Rahmen von Haus-zu-Haus-Sammlungen mit blauen Säcken die selektive Sammlung von PMG-Abfällen (Plastikflaschen und Flakons, Metallverpackungen, Getränkekartons) durch. Wie die PMG-Sammlung sich auf die Restabfallzusammensetzung auswirkt, veranschaulicht die nachfolgende Übersicht mehr als deutlich.

Im Restabfall der Gemeinden ohne eine PMG-Sammlung befanden sich ca. 6,92 Gew.-% an Verpackungsmaterialien, der oben genannten Fraktionen. Die Menge ist damit ca. doppelt so hoch als bei Gemeinden mit einer PMG-Sammlung (3,56 Gew.-%).

Übersicht 50: Betrachtung der Restabfallzusammensetzung hinsichtlich dem Anschluss an die PMG-Sammlung auf Syndikatssebene (Gew.-%)

Stoffgruppe (SG)		Sortierfraktion (SF)		Abfallgewicht [Gew.-%]							
Lfd.Nr.	Bezeichnung	Lfd.Nr.	Bezeichnung	Gemeinden ohne PMG-Sammlung				Gemeinden mit PMG-Sammlung			
Sp.1	2	3	4	SIDEC	SIDOR	SIGRE	Total	SIDEC	SIDOR	SIGRE	Total
				5	6	7	8	9	10	11	12
01	Papier/Pappe/Karton (PPK)	01	Pappe/Karton	2,63	3,82	4,53	3,81	2,99	4,61	3,39	4,00
		02	Druckerzeugnisse	2,86	5,86	8,90	5,84	4,67	7,71	4,17	6,39
		03	Sonstige PPK	5,74	7,23	5,87	7,18	7,26	7,89	7,64	7,69
02	Kunststoffe	04	Folien	8,09	7,96	5,09	7,92	7,89	7,90	6,59	7,71
		05	Flaschen/Flakons	0,98	3,08	1,71	3,02	1,19	1,61	1,01	1,41
		06	Becher/Blister	3,22	3,94	2,87	3,91	2,60	3,39	2,50	3,05
		07	EPS	0,41	0,56	0,36	0,55	0,35	0,56	0,41	0,48
03	Inertstoffe	08	Sonstige Kunststoffe	2,54	2,04	2,08	2,05	2,24	1,92	2,21	2,05
		09	Verpackungsglas	3,57	2,88	4,84	2,92	3,73	3,05	2,91	3,21
04	Materialverbund	10	Sonstige Inertstoffe	1,39	1,03	0,87	1,04	1,25	0,96	1,32	1,09
		11	Getränkekartons	0,44	1,04	0,59	1,03	0,52	0,37	0,33	0,40
05	Metalle	12	Schuhe	0,87	0,90	0,41	0,89	0,59	0,56	0,59	0,57
		13	Elektro(nik)schrott	0,55	0,54	0,36	0,54	0,45	0,40	0,64	0,45
		14	Sonstiger Materialverbund	1,43	1,71	1,54	1,71	1,40	1,49	1,06	1,40
06	Bioabfall	15	Fe (Verpackungen)	1,13	1,90	1,10	1,87	1,16	1,07	0,83	1,06
		16	Fe (Nicht-Verpackungen)	0,36	0,37	0,23	0,37	0,21	0,41	0,36	0,35
		17	NE (Verpackungen)	0,54	1,02	0,65	1,00	0,67	0,70	0,67	0,69
		18	NE (Nicht-Verpackungen)	0,05	0,20	0,17	0,19	0,20	0,17	0,17	0,18
07	Körperhygieneartikel	19	Küchenabfälle *	34,44	31,39	38,66	31,55	37,61	33,86	38,58	35,55
		20	Garten-/Grünabfälle *	10,00	3,06	4,34	3,22	4,10	2,96	6,89	3,84
		21	Holz	1,00	0,62	0,75	0,63	0,64	0,70	0,69	0,68
08	Bekleidung/Textilien	22	Körperhygieneartikel	6,29	5,93	6,09	5,94	5,74	6,40	5,32	6,07
09	Bekleidung/Textilien	23	Bekleidung/Textilien	3,03	2,82	2,59	2,82	2,54	2,66	3,16	2,70
10	Problemstoffe	24	Problemstoffe	1,06	1,12	1,07	1,12	0,95	1,14	0,86	1,05
10	Siebfraktionen	25	Siebfraktion >0-8 mm **	0,59	0,84	0,59	0,83	1,11	0,65	0,77	0,79
		26	Siebfraktion >0-40 mm **	4,03	6,39	3,04	6,30	5,38	5,55	4,72	5,38
11	Reststoffe	27	Reststoffe ***	2,76	1,73	0,70	1,74	2,56	1,30	2,21	1,77
TOTAL				100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

*Einschließlich der geschätzten Bioabfallanteile der Siebfraktionen. **Ohne geschätzte Bioabfallanteile. ***Ohne geschätzte Anteile der restlichen Sortierfraktionen.

4.2.14 Mittlerer Heizwert, Feuchte- und Aschegehalt des Restabfalls aus den SIDOR-Gemeinden

Als Beurteilungsparameter zur Einschätzung der Restabfallqualität werden unter Berücksichtigung der bei der MVA Leudelingen installierten Anlagentechnik nachfolgend die Kriterien *Heizwert* (H_{u}), *Feuchtegehalt* und *Aschegehalt* des Restabfalls aus den SIDOR-Gemeinden herangezogen.

Für das unter Punkt 3.4 hergeleitete Mengenaufkommen ergeben sich somit die folgenden Qualitätsmerkmale:

*Übersicht 51: Abschätzung des mittleren Heizwertes (H_{u}) sowie des Feuchte- und Aschegehaltes des Restabfalls 2009 aus den SIDOR-Gemeinden*³⁸

Sortierfraktion		Aufkommen [t/a] ³	Heizwert (H_{u}) [MJ/t] ⁴	Feuchtegehalt [Gew.-%] ⁵	Aschegehalt [Gew.-%] ⁶			
Lfd.Nr. <i>Sp.1</i>	Bezeichnung ²							
01	Pappe/Karton	3.536,27	13.000	18	15			
02	Druckerzeugnisse	5.729,36						
03	Sonstige PPK	6.477,51						
04	Folien	6.582,64	30.000	12	5			
05	Flaschen/Flakons	1.791,77						
06	Becher/Blister	2.991,20						
07	EPS	482,44						
08	Sonstige Kunststoffe	1.634,56						
09	Verpackungsglas	2.596,62				0	5	95
10	Sonstige Inertstoffe	866,04				0	10	90
11	Getränkkartons	513,02						
12	Schuhe	558,78						
13	Elektro(nik)schrott	373,03	10.000	5	60			
14	Sonstiger Materialverbund	1.328,60	15.000	15	15			
15	Fe (Verpackungen)	1.135,07	0	1	99			
16	Fe (Nicht-Verpackungen)	321,69						
17	NE (Verpackungen)	679,91						
18	NE (Nicht-Verpackungen)	158,76						
19	Küchenabfälle *	28.079,99	5.000	50	15			
20	Garten-/Grünabfälle *	2.403,47						
21	Holz	547,36						
22	Körperhygieneartikel	5.334,27	10.000	55	5			
23	Bekleidung/Textilien	2.229,98	13.000	20	10			
24	Problemstoffe	959,81	18.000	1	10			
25	Siebfraktion >0-8 mm **	596,89	3.000	20	40			
26	Siebfraktion >0-40 mm **	4.673,04						
27	Reststoffe ***	1.195,76	7.000	20	25			
Total		83.777,83	10.681	29	23			

*Einschließlich der geschätzten Bioabfallanteile der Siebfraktionen. **Ohne geschätzte Bioabfallanteile. ***Ohne geschätzte Anteile der restlichen Sortierfraktionen.

Bemerkenswert sind hier vor allem die hohen verbrennungshemmenden Feuchtegehalte beim Bioabfall (insbe. SF 19 –20) und bei den Körperhygieneartikeln (SF 22) mit Beträgen in einer Größenordnung von 50-55 Gew.-%.

³⁸ Quelle der in den Spalten 4-6 ausgewiesenen Daten: IZES (*Fortschreibung der Saarländischen Abfallerhebung*, S. 49; Saarbrücken, 2001), unter Einbeziehung diverser Quellen: u.a. ITU GmbH (*Ermittlung des Heizwertes des Anlageninputmaterials der geplanten Müllverbrennungsanlage Köln*; 1993) und KERN (*Abschätzung des Potentials an regenerativen Energieträgern im Restmüll* [...]; Witzenhausen, 2001).

4.3 Empfehlungen für eine optimierte Restabfallbewirtschaftung innerhalb des GDL

4.3.1 Vorbemerkungen

Bei den nachfolgenden Punkten handelt es sich um *Empfehlungen*, die sich aus den Untersuchungsergebnissen ableiten lassen und die die heterogene und weiterhin noch nicht optimale Situation der Restabfallbewirtschaftung innerhalb des Landes berücksichtigen.

Inwieweit die Empfehlungen in die abfallwirtschaftliche Praxis umgesetzt werden, liegt letztendlich im Entscheidungsrahmen der Gemeinden und Syndikate bzw. der zuständigen abfallwirtschaftlichen Gremien.

4.3.2 Optimierungsvorschläge

Obgleich im GDL in den letzten 20 Jahren abfallwirtschaftliche Maßnahmen erfolgreich umgesetzt worden sind und sich dadurch insbesondere das spezifische Restabfallaufkommen reduziert hat, wurde im Zuge der Auswertung der Daten der vorliegenden Restabfallanalyse offensichtlich, dass den luxemburgischen Restabfallbehandlungsanlagen nach wie vor noch viele Wertstoffe und organische Abfälle über die grauen Tonnen zugeführt werden. Auf Grund der Oberziele der nationalen Abfallwirtschaftspolitik, nach denen Abfälle vorrangig zu vermeiden und nicht vermeidbare Abfälle vor einer Endbehandlung (Deponierung, Verbrennung) vorrangig zu verwerten sind, wird es somit als erforderlich erachtet, Vorschläge zu unterbreiten, wie die abfallwirtschaftliche Situation innerhalb des GDL weiter verbessert bzw. optimiert werden kann.

Die Optimierungsvorschläge beziehen sich vordergründig auf die informativen und entsorgungslogistischen Determinanten in den einzelnen Gemeinden bzw. Syndikaten.

4.3.2.1 Öffentlichkeitsarbeit

Wie die Resultate der Restabfallanalyse gezeigt haben, werden den Restabfallbehandlungsanlagen derzeit noch zu viele *verwertbare* und darüber hinaus *vermeidbare* Abfälle zugeführt. Aus diesem Grunde sollten die künftig anstehenden Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit vorzugsweise auf die abfallwirtschaftlichen Oberziele *Abfallvermeidung* und *Abfallverwertung* ausgerichtet sein (Aufzeigen von Handlungsalternativen).

Bei den Restabfallsortierungsarbeiten ist z.B. aufgefallen, dass der grauen Tonne oftmals originalverpackte Lebensmittel zugeführt werden, bei denen, wie stichprobenartige Prüfungen ergeben haben, in den meisten Fällen das auf der Verpackung angegebene Mindesthaltbarkeitsdatum abgelaufen war. Damit diese Form der *Wegwerfmentalität* nicht weiter um sich greift, sollte im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit auf die moralischen, ökologischen und ökonomischen Folgen dieser Verhaltensmuster und auf die Möglichkeiten einer systematischen Haushaltsführung verwiesen werden (z.B. durch eine „chronologische“ Anordnung der Produkte im Regal bzw. im Kühl-/Gefrierschrank).

Grundsätzlich wird es für erforderlich erachtet, die Öffentlichkeit *wiederholt* über geeignete Maßnahmen und Medien darauf aufmerksam zu machen, dass es für nicht vermeidbare, aber verwertbare Abfälle Alternativen zur Entsorgung über die graue Tonne gibt (Zuführung zu selektiven Sammelsystemen im Hol- oder im wohnumfeldnahen Bringsystem).

Es empfiehlt sich, im Rahmen der Öffentlichkeit grundsätzlich Aspekten der *Nachhaltigkeit* Genüge zu tun. In diesem Zusammenhang wird empfohlen, dass insbesondere die Gemeinden und die Schulen verstärkt Gebrauch von entsprechenden Informationsangeboten machen sollten.

Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit ist nicht zuletzt auf eine integrierte, unmissverständliche, lückenlose und koordinierte Informationsübermittlung hinzuwirken. Dabei empfiehlt es sich, ggf. auf die Dienste in der Sache erfahrener Kommunikationsexperten zurückzugreifen, die u.a. die psychologische Wirkung bestimmter Informations- bzw. Werbemaßnahmen richtig einzuschätzen vermögen.

4.3.2.2 Verbesserung der wohnumfeldnahen Wertstoffabgabemöglichkeiten

Mit Blick auf das abfallwirtschaftliche Oberziel der Abfallverwertung kann festgestellt werden, dass die Möglichkeiten bzw. Angebote der selektiven Wertstoffabgabe noch nicht in allen Gemeinden gegeben sind resp. wahrgenommen werden. So sind beispielsweise bis dato noch einige Gemeinden noch nicht an einen Recyclingpark bzw. noch nicht an die von der VALORLUX a.s.b.l. angebotene PMG-Sammlung von Haus-zu-Haus angeschlossen (s. Punkt 6.2.2 im Anhang³⁹). Gerade, was den letztgenannten Aspekt betrifft, so sollte im Einzelfall geprüft werden, ob ein solcher Anschluss, der für die Gemeinden und Haushalte prinzipiell kostenlos ist, nicht vielleicht doch in Frage kommt. Insbesondere der Anschluss an eine separate Tonne für Bioabfälle (Küchen- und/oder Garten-/Grünabfälle) kann bei landesweiter Betrachtung als ausbaufähig bewertet werden.⁴⁰

Grundsätzlich wird empfohlen, dass die einzelnen Gemeinden ihr Konzept der selektiven Wertstoffeffassung nochmals überdenken und ggf. an die Erkenntnisse der vorliegenden Untersuchung bzw. an neueste abfallwirtschaftliche Erkenntnisse anpassen.

4.3.2.3 Organisation der Restabfallentsorgungspraxis

Was die Praxis der grundsätzlich nicht vermeidbaren und nicht verwertbaren Restabfälle betrifft, so wird grundsätzlich vorgeschlagen, die logistischen und satzungstechnischen Voraussetzungen für eine *integrierte, verursacherorientierte Taxenreglementierung* zu schaffen. Bis dato verfügen lediglich 20 Gemeinden im Großherzogtum Luxemburg über entsprechende Restabfallentsorgungs- bzw. -taxenkonzepte, die entweder als gewichtsorientierte Ansätze (Restabfallverwiegung) oder als volumenorientierte Ansätze (Ident-System) realisiert worden sind (siehe dazu im Anhang Punkt 6.2.2 Übersicht 3). Den Gemeinden, die bis dato noch nicht über integrierte, verursacherorientierte Restabfallentsorgungskonzepte verfügen, wird grundsätzlich empfohlen, mittel- bis langfristig eben solche zu implementieren. Gerade dabei empfiehlt es sich in jedem Fall, professionelle Abfallwirtschaftsexperten (allgemeine Berater, Systemanbieter) zu konsultieren.

³⁹ Die PMG-Sammlung wurde in den Gemeinden Reisdorf (Juli 2009), Steinsel (September 2009) und Esch-sur-Alzette (April 2010) eingeführt.

⁴⁰ Die Motivation zur Nutzung der Biotonne ist generell verbesserungswürdig.

5 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Im Zeitraum Juli 2009 bis Mai 2010 wurde die landesweite Restabfallanalyse 2009/10 im Großherzogtum Luxemburg im Auftrag der Umweltverwaltung durchgeführt. Die Vorgehensweise der Untersuchung orientierte sich an der Restabfallanalyse 2004/05, da sich dieses Konzept zum einen bewährt hatte und zum anderen eine direkte Vergleichbarkeit der gewonnenen Daten gewährleistet sein sollte, nicht zuletzt aus Gründen einer abfallwirtschaftlichen Erfolgskontrolle.

Im Zuge eines planvollen und stichprobenartigen Verfahrens wurden insgesamt 104,2 t Inputmaterial als Direktentnahme aus 112 Müllsammelfahrzeugen in differenzierter Weise analysiert. Bei der Hauptsortierung orientierte sich die Analyse an 27 Sortierfraktionen; durch Nachsortierungen bzw. Sichtungsanalysen ausgewählter Sortierfraktionen wurden die gewonnenen Daten schließlich ergänzt.

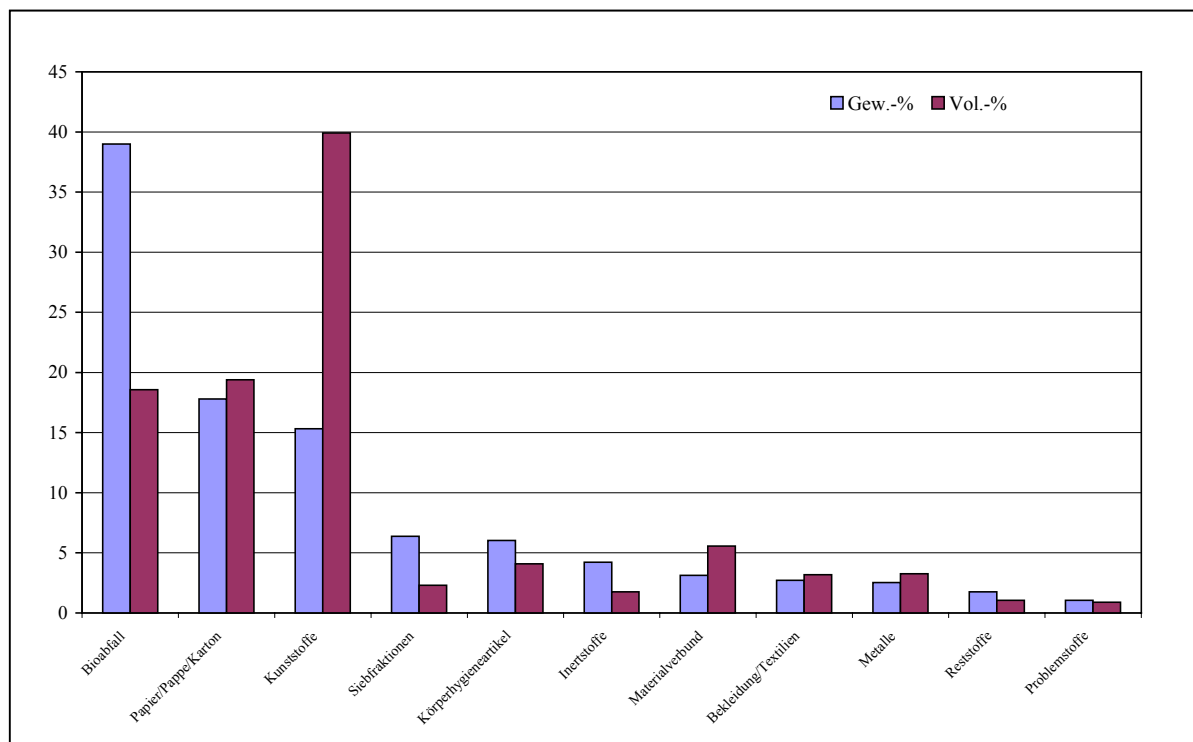
Auf der Grundlage der Probenanalysen i.V. mit einem komplexen Schätzverfahren konnte die repräsentative Restabfallzusammensetzung 2009 im Großherzogtum Luxemburg schließlich wie folgt hergeleitet werden:

Übersicht 52: Darstellung der geschätzten repräsentativen Restabfallzusammensetzung 2009 im GDL

Stoffgruppe(SG)		Sortierfraktion (SF)		Zusammensetzung						Schüttgewicht
Lfd.Nr.	Bezeichnung	Lfd.Nr.	Bezeichnung	Gewicht			Volumen			
<i>Sp.1</i>				[kg/E.a]	[t]	[Gew.-%]	[ltr./E.a]	[m ³]	[Vol.-%]	[kg/m ³]
				<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>
01	Papier/Pappe/Karton (PPK)	01	Pappe/Karton	9,72	4.794,74	3,96	76,51	37.759,86	5,84	126,98
		02	Druckerzeugnisse	15,38	7.590,33	6,26	72,37	35.716,14	5,53	212,52
		03	Sonstige PPK	18,60	9.178,92	7,57	105,08	51.855,78	8,02	177,01
02	Kunststoffe	04	Folien	19,05	9.402,82	7,76	239,98	118.428,70	18,33	79,40
		05	Flaschen/Flakons	4,36	2.152,89	1,78	73,31	36.176,61	5,60	59,51
		06	Becher/Blister	7,97	3.933,67	3,25	114,87	56.688,07	8,77	69,39
		07	EPS	1,23	604,60	0,50	37,42	18.468,35	2,86	32,74
		08	Sonstige Kunststoffe	5,03	2.483,28	2,05	56,93	28.093,77	4,35	88,39
03	Inertstoffe	09	Verpackungsglas	7,73	3.813,31	3,15	18,25	9.006,26	1,39	423,41
		10	Sonstige Inertstoffe	2,65	1.307,55	1,08	4,73	2.334,59	0,36	560,08
04	Materialverbund	11	Getränkekartons	1,34	659,91	0,54	16,70	8.240,75	1,28	80,08
		12	Schuhe	1,59	782,91	0,65	9,89	4.882,03	0,76	160,37
		13	Elektro(nik)schrott	1,16	570,06	0,47	4,12	2.034,80	0,31	280,15
		14	Sonstiger Materialverbund	3,61	1.782,53	1,47	42,18	20.816,84	3,22	85,63
05	Metalle	15	Fe (Verpackungen)	3,06	1.508,15	1,24	20,76	10.246,03	1,59	147,19
		16	Fe (Nicht-Verpackungen)	0,88	432,74	0,36	3,29	1.622,54	0,25	266,71
		17	NE (Verpackungen)	1,86	918,45	0,76	17,16	8.467,53	1,31	108,47
		18	NE (Nicht-Verpackungen)	0,45	221,25	0,18	1,63	803,14	0,12	275,48
06	Bioabfall	19	Küchenabfälle *	85,08	41.985,28	34,64	197,69	97.562,13	15,10	430,34
		20	Garten-/Grünabfälle *	9,09	4.483,85	3,70	35,27	17.407,16	2,69	257,59
		21	Holz	1,65	812,70	0,67	10,29	5.078,09	0,79	160,04
07	Körperhygieneartikel	22	Körperhygieneartikel	14,84	7.321,37	6,04	53,55	26.425,79	4,09	277,05
08	Bekleidung/Textilien	23	Bekleidung/Textilien	6,70	3.305,99	2,73	41,68	20.568,09	3,18	160,73
09	Problemstoffe	24	Problemstoffe	2,62	1.290,53	1,06	11,72	5.783,82	0,90	223,13
10	Siebfraktionen	25	Siebfraktion >0-8 mm **	1,96	967,74	0,80	3,13	1.545,55	0,24	626,14
		26	Siebfraktion >0-40 mm **	13,73	6.776,13	5,59	26,97	13.310,30	2,06	509,09
11	Reststoffe	27	Reststoffe ***	4,33	2.135,60	1,76	13,93	6.873,72	1,06	310,69
TOTAL				245,63	121.217,29	100,00	1.309,42	646.196,44	100,00	187,59

*Einschließlich der geschätzten Bioabfallanteile der Siebfraktionen. **Ohne geschätzte Bioabfallanteile. ***Ohne geschätzte Anteile der restlichen Sortierfraktionen.

Abbildung 4: Repräsentative Restabfallzusammensetzung 2009 im GDL (nach Stoffgruppen)



a) Restabfallentwicklung

Seit 2004 ist ein kontinuierliches Wachstum der Wohnbevölkerung von 451.600 Einwohnern auf 493.500 Einwohner in 2009 zu verzeichnen. Dies entspricht einem Zuwachs von 9,28 %.

Ausgehend von einer absoluten Restabfallmenge von rund 118.673 t in 2004, stieg die Menge nach einem zwischenzeitlichen Rückgang auf 113.155 t im Jahr 2005, kontinuierlich bis 2009 auf 121.217 t an. Die absolute Menge der behandelten Restabfälle stieg demnach gegenüber 2004 um 2,14 Gew.-%.

Auf Grund des relativ hohen Bevölkerungswachstums und dem geringen Anstieg der absoluten Restabfallmenge, kann für das spezifische Restabfallaufkommen eine Reduktion um 6,53 % konstatiert werden (von rund 263 kg/E.a₂₀₀₄ auf circa. 246 kg/E.a₂₀₀₉).

b) Restabfallzusammensetzung

Ein Vergleich der Ergebnisse beider Restabfallanalysen ergibt teilweise signifikante Unterschiede. Einwohnerbezogen lassen sich Betragsminderungen vor allem bei den Fraktionen *Sonstige PPK*, *Druckerzeugnisse*, *Folien*, *Verpackungsglas*, *Sonstige Inertstoffe*, *Sonstiger Materialverbund*, *Flaschen/Flakons* und *Fe-Verpackungen* nachweisen.

Ein ausgeprägter Anstieg der Mengen ist bei den Fraktionen *Küchenabfälle* und *Körperhygieneartikel* sowie bei der *Siebfraktion >0-40 mm* festzustellen.

Die Unterschiede der Sortierfraktionen *Sonstige PPK* (-15,35 kg/E.a) und *Küchenabfälle* (+16,28 kg/E.a) sind hier besonders zu erwähnen.

Eine detaillierte Betrachtung der Restabfallzusammensetzung zeigt die Übersicht 53.

Übersicht 53: Vergleichende Betrachtung der geschätzten Zusammensetzung des Restabfalls in 2004 und in 2009 für das GDL nach Sortierfraktionen

Stoffgruppe (SG)		Sortierfraktion (SF)		Restabfallzusammensetzung						Differenz (2009-2004)	
Lfd.Nr.	Bezeichnung	Lfd.Nr.	Bezeichnung	2009			2004				
Sp.1		Sp.2		[kg/E.a.] ₅	[t] ₆	[Gew.-%] ₇	[kg/E.a.] ₈	[t] ₉	[Gew.-%] ₁₀	[kg/E.a.] ₁₁	[Gew.-%] ₁₂
1	Papier/Pappe/ Karton (PPK)	1	Pappe/Karton	9,72	4.794,74	3,96	10,58	4.779,21	4,06	-0,86	-0,10
		2	Druckerzeugnisse	15,38	7.590,33	6,26	19,78	8.932,88	7,59	-4,40	-1,33
		3	Sonstige PPK	18,60	9.178,92	7,57	33,95	15.333,73	13,03	-15,35	-5,46
2	Kunststoffe	4	Folien	19,05	9.402,82	7,76	23,41	10.572,27	8,98	-4,36	-1,22
		5	Flaschen/Flakons	4,36	2.152,89	1,78	5,98	2.698,82	2,29	-1,62	-0,51
		6	Becher/Blister	7,97	3.933,67	3,25	7,42	3.349,25	2,85	0,55	0,40
		7	EPS	1,23	604,60	0,50	1,44	651,66	0,55	-0,21	-0,05
		8	Sonstige Kunststoffe	5,03	2.483,28	2,05	5,97	2.694,26	2,29	-0,94	-0,24
		9	Verpackungsglas	7,73	3.813,31	3,15	10,43	4.709,43	4,00	-2,70	-0,85
3	Inertstoffe	10	Sonstige Inertstoffe	2,65	1.307,55	1,08	4,91	2.219,20	1,89	-2,26	-0,81
		11	Getränkekartons	1,34	659,91	0,54	2,01	908,89	0,77	-0,67	-0,23
4	Materialverbund	12	Schuhe	1,59	782,91	0,65	1,36	612,91	0,52	0,23	0,13
		13	Elektro(nik)schrott	1,16	570,06	0,47	1,74	785,82	0,67	-0,58	-0,20
		14	Sonstiger Materialverbund	3,61	1.782,53	1,47	5,40	2.440,83	2,07	-1,79	-0,60
		15	Fe (Verpackungen)	3,06	1.508,15	1,24	4,57	2.063,55	1,75	-1,51	-0,51
5	Metalle	16	Fe (Nicht-Verpackungen)	0,88	432,74	0,36	1,47	662,22	0,56	-0,59	-0,20
		17	NE (Verpackungen)	1,86	918,45	0,76	2,04	923,08	0,78	-0,18	-0,02
		18	NE (Nicht-Verpackungen)	0,45	221,25	0,18	0,39	176,03	0,15	0,06	0,03
		19	Küchenabfälle	85,08	41.985,28	34,64	68,80	31.070,84	26,40	16,28	8,24
6	Bioabfall	20	Garten-/Grünabfälle	9,09	4.483,85	3,70	9,53	4.304,32	3,66	-0,44	0,04
		21	Holz	1,65	812,70	0,67	2,31	1.041,10	0,88	-0,66	-0,21
		22	Körperhygieneartikel	14,84	7.321,37	6,04	11,90	5.372,00	4,56	2,94	1,48
8	Bekleidung/Text.	23	Bekleidung/Textilien	6,70	3.305,99	2,73	6,39	2.883,84	2,45	0,31	0,28
9	Problemstoffe	24	Problemstoffe	2,62	1.290,53	1,06	2,45	1.108,46	0,94	0,17	0,12
10	Siebfraktionen	25	Siebfraktion >0-8 mm	1,96	967,74	0,80	1,44	650,77	0,55	0,52	0,25
		26	Siebfraktion >0-40 mm	13,73	6.776,13	5,59	9,93	4.485,66	3,81	3,80	1,78
11	Reststoffe	27	Reststoffe	4,33	2.135,60	1,76	5,03	2.270,14	1,93	-0,70	-0,17
Total				245,63	121.217,29	100,00	260,63	117.701,15	100,00	-15,00	0,00

Bezüglich der einzelnen Stoffgruppen und Sortierfraktionen zeigen sich in den letzten Jahren unterschiedliche Entwicklungen.

Für die *trockenen Wertstoffe*⁴¹ ist generell ein Rückgang der einwohnerspezifischen Aufkommen festzustellen.

Im Gegensatz dazu ist das spezifische Aufkommen an Bioabfällen (hier die Küchenabfälle) deutlich angestiegen. Insbesondere hier besteht ein beträchtliches Vermeidungs- und Verwertungspotenzial, so dass Anstrengungen für den flächendeckenden Ausbau von Systemen zur Behandlung organischer Abfälle im Sinne der Kompostierung/Vergärung (Förderung der Eigenkompostierung, Einführung/Ausweitung der Biotonne, u.ä.) unerlässlich erscheinen.

Weitere Empfehlungen beziehen sich insbesondere

- auf die Öffentlichkeitsarbeit (vorrangige Ziele: Abfallvermeidung und -verwertung),
- auf verbesserte wohnumfeldnahe Wertstoffabgabemöglichkeiten (vorrangiges Ziel: Abfallverwertung), und
- die Organisation der Restabfallentsorgungspraxis (vorrangiges Ziel: verursacherorientierte Taxensysteme).

Den Gemeinden und Syndikaten bzw. den jeweils für die Abfallwirtschaft zuständigen (inter)kommunalen Gremien kommt als den Entscheidungsträgern vor Ort bei der Realisierung dieser aus übergeordneter Sicht der Umweltbehörde wünschenswerten und vorrangig zu realisierenden Zielen letztendlich eine tragende Rolle zu.

⁴¹ In der Regel werden unter dem Begriff „trockene Wertstoffe“ die Abfallfraktionen Glas, Papier-Pappe-Karton (PPK) und Verpackungen aus Kunststoffen, Metallen; PPK und deren Verbund verstanden.

Die Umweltbehörde ihrerseits (Ministerium für nachhaltige Entwicklung und Infrastruktur, Umweltverwaltung) wird bemüht sein, die abfallwirtschaftlichen Rahmenbedingungen zum Wohle der Allgemeinheit zu schaffen.

Durch ein partnerschaftliches und koordiniertes Miteinander werden sich auch in Zukunft zumindest die spezifischen Restabfallmengen im Großherzogtum Luxemburg weiter reduzieren lassen.

6 ANHANG

Bemerkung:

Wie bereits eingangs dieses Bandes erwähnt wurde, ist für den Anhang (Punkte 6 ff.) ein separater Band (rot) verfügbar.

Den Printversionen der Bände 1 – 3 liegt zudem eine *Daten-CD als externe Anlage* bei, die neben den der Untersuchung zugrunde liegenden Urdaten zur Restabfallsortierung auch den vorliegenden Band 1 (*Kompendium*) sowie die Bände 2 (*Anhang*) und 3 (*Ausgewählte Resultate für die abfallwirtschaftliche Praxis*) enthält – jeweils im *pdf-Format*.

Darüber hinaus enthält die CD auch eine *projektbezogene Fotodokumentation* im *jpg-Format*.⁴²

⁴² Die Fotodokumentation gliedert sich dem Verzeichnis entsprechend wie folgt: 01-Probenahme; 02-Sortiereinrichtung; 03-Sortierverlauf; 04-Sortierfraktionen (mit entsprechenden Unterverzeichnissen); 05-Sonstiges.