



# **Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz 2012 für die Nutzung von Berliner Abfällen als Ressource**

## **Kurzfassung**

**von Regine Vogt, Joachim Reinhardt  
IFEU Heidelberg**

unter Beteiligung von  
Knud Ebert, Ulrich Wiegel,  
ICU Berlin

**für die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt  
(SenStadtUm)  
Referat Kreislaufwirtschaft  
10179 Berlin**

**Heidelberg, Oktober 2013**



## Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	1
2	Untersuchungsrahmen für die Klimagas- und Umweltbilanzierung	1
3	Ergebnisse Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz 2012	2
4	Erschließung von weiteren Klimagas- und Umweltentlastungspotenziale bis 2020	7
4.1	Nicht überlassungspflichtige gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und gemischte Bau- und Abbruchabfälle	7
4.2	Bioabfall aus Haushalten	8
4.3	Trockene Wertstoffe aus Haushalten	9
4.4	Gefaulter und getrockneter gefaulter Klärschlamm	10
4.5	Klärschlamm in der KSVA Ruhleben	11
4.6	Laub und Straßenlaub	12
4.7	Mähgut	13
4.8	Ersatzbrennstoffe aus MPS-Anlagen	13
4.9	Altreifen	15
4.10	RC-Beton	15
4.11	Gipsabfälle	16
5	Ausblick	18
6	Anhang - Steckbriefe	19
6.1	Nicht überlassungspflichtige gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und gemischte Bau- und Abbruchabfälle	19
6.2	Bioabfall aus Haushalten	21
6.3	Trockene Wertstoffe aus Haushalten	23
6.4	Klärschlamm	24
6.4.1	Gefaulter und getrockneter gefaulter Klärschlamm	24
6.4.2	Ungefaulter Klärschlamm in der KSVA Ruhleben	26
6.5	Laub und Straßenlaub	28
6.6	Mähgut	30
6.7	Altreifen	32
6.8	Beton	34
6.9	Bauschutt	35
6.10	Gipsabfälle	36

## 1 Veranlassung

Nach dem Abfallwirtschaftskonzept für das Land Berlin (2010 bis 2020) soll die Berliner Abfallwirtschaft insbesondere unter den Aspekten des Ressourcen- und des Klimaschutzes neu ausgerichtet und entsprechend optimiert werden. Ziel und Anspruch ist es, eine konsequente Nutzung der „Ressource“ Abfall durch das Land Berlin zu erreichen und weitere relevante Reduktionen an schädlichen Klimagasen und Umweltbelastungen spätestens bis 2020 zu erzielen. Zur Evaluierung dieser Ziele sowie zur Steuerung der Abfallströme wird von der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt künftig in regelmäßigen Abständen eine Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für die nicht gefährlichen Abfälle erstellt.

Mit der vorliegenden Studie wurde erstmalig eine derartige Bilanzierung für das Jahr 2012 erstellt (<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/abfall/entsorgung/>). Für die Entsorgung der Berliner Abfallströme wurden die damit verbundenen klimagas- und umweltrelevanten Emissionen ermittelt sowie noch erschließbare Klimagas- und Umweltentlastungspotenziale untersucht.

## 2 Untersuchungsrahmen für die Klimagas- und Umweltbilanzierung

Die Klimagas- und Umweltbilanzierung der untersuchten Berliner Abfallströme wurde in Anlehnung an die Ökobilanzmethode nach ISO 14040 und 14044 nach folgenden Grundsätzen sowie mittels folgender ausgewählter Indikatoren vorgenommen:

### Grundsätze der Bilanzierung

- In der Ökobilanz der Abfallwirtschaft beginnt die Lebenswegbetrachtung mit dem Abfallanfall und endet nach thermischer Behandlung oder nach Erzeugung eines Sekundärprodukts. Erzeugte Nutzen, wie Substitutionspotenzial für Primärenergie oder Primärprodukte, werden durch Gutschriften der Abfallwirtschaft angerechnet, obwohl die Minderung faktisch in anderen Wirtschaftssektoren wie „Energie“ oder „Industrie“ stattfindet (Sektoralbetrachtung). Häufig liegen die Gutschriften höher als die Belastungen der Abfallentsorgung, in der Differenz ergeben sich dann Werte mit negativem Vorzeichen (= Nettoentlastung). Deswegen muss in Vergleichen immer die gleiche Gesamtabfallmenge betrachtet werden, sonst führt „mehr“ Abfall zu „mehr“ Entlastung und damit zu einem falschen Ergebnis. Aus dem gleichen Grund kann keine Abfallvermeidung betrachtet werden.
- Gemäß Berliner Abfallwirtschaftskonzept 2011 erfolgte eine abfallartenbezogene Bilanzierung (keine Anlagenbilanzierung, für die Umweltverträglichkeit einer Anlage müssten andere Methoden herangezogen werden). Das bedeutet, dass Ergebnisse keine Aussagen über Behandlungsverfahren machen, sondern darüber, welche Behandlungsarten (Gesamtlebensweg) sich für welche Abfallart aus ökologischer Sicht vorzugsweise eignen.

### Ausgewählte Indikatoren für die Klimagas- und Umweltbilanz

Die **Klimagasbilanz** wird über die Umweltwirkungskategorie Klimawandel (Treibhauseffekt) abgebildet. Zur Darstellung des Treibhauseffekts wurden die einzelnen Treibhausgase Kohlendioxid, regeneratives und fossiles Methan sowie Lachgas entsprechend ihrer

CO<sub>2</sub>-äquivalenten Wirkung nach (IPCC 2007)<sup>1</sup> zusammengefasst und in kg CO<sub>2</sub>-Äq/kg angegeben.

Die Auswahl der Indikatoren für die **Umweltbilanz** erfolgte durch die Identifizierung der für eine Abfallart relevanten Parameter. Im Ergebnis dieser Betrachtungen wurden die folgenden Indikatoren ausgewählt:

- **Ressourcenschonung:** mineralische und metallische Rohstoffe (Natursteine, Phosphat und Rohmetalle), energetische Rohstoffe (fossile Brennstoffe) und biogene Rohstoffe (Holz)
- **Luftemissionen:** Stickoxide (NO<sub>x</sub>), Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und Quecksilber (Hg)
- **Eintrag in Boden:** Cadmium (Cd)

Für die Schonung mineralischer Rohstoffe wird neben der durch mineralisches Recyclingmaterial substituierten Menge an Natursteinen auch die durch die Substitution vermiedene Flächeninanspruchnahme ausgewiesen. Die Schonung von Rohmetallen wird über die Masse von reinem Sekundärmetall angegeben unter zusätzlicher Ausweisung des Eisenmetallanteils. Für eine Phosphatschonung wird das durch die Abfallentsorgung substituierte Phosphat (v.a. durch Kompostanwendung, Rückgewinnung aus Klärschlamm) als P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> angegeben. Für die Schonung von Holz wird die durch stoffliche Holz- oder PPK-Verwertung substituierte Holzmenge als Holz luto ausgewiesen (= „lufttrocken“, Wassergehalt 20%).

Der Indikator „Inanspruchnahme fossiler Brennstoffe“ wird über den Energiegehalt der für die Abfallentsorgung eingesetzten bzw. der durch die Abfallentsorgung ersetzten fossilen Brennstoffe ausgedrückt. Die Summe der genutzten bzw. substituierten fossilen Brennstoffe wird als kumulierter fossiler Energieaufwand (KEA fossil) in der Einheit Joule angegeben.

Zur Darstellung des Schadstoffeintrags in Luft wurden Stickoxid (NO<sub>x</sub>)-, Ammoniak (NH<sub>3</sub>)- und Quecksilber (Hg)- Emissionen ausgewertet: NO<sub>x</sub>- und Quecksilbermissionen v.a. bei thermischen Prozessen, Ammoniakemissionen v.a. bei der Behandlung biogener Abfälle.

Zur Beurteilung des Schadstoffeintrags in Boden wurde Cadmium (Cd) betrachtet. Der Cadmumeintrag in Boden ergibt sich aus dem Cadmiumgehalt im Kompost bzw. Gärrest. Cadmium ist auch in Mineraldüngern enthalten, so dass es mit deren Substitution teilweise zu Nettoentlastungen kommt.

Durch die ausgewählten Indikatoren werden sowohl die relevantesten Auswirkungen bei der Entsorgung der untersuchten Abfallarten abgebildet als auch die drei Schutzgüter menschliche Gesundheit, ökologische Gesundheit und Ressourcen berücksichtigt.

### 3 Ergebnisse Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz 2012

Insgesamt wurde mit den 37 untersuchten Abfallarten für das Land Berlin im Jahr 2012 eine Abfallmenge von rund 7 Mio. Mg verwertet und beseitigt (2010: 6,7 Mio. Mg).

<sup>1</sup> Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Contribution of Working Group I to the 4th Assessment Report: Climate Change 2007, [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)

Tabelle 1 zeigt das Ergebnis der Stoffstrombilanz für die einzelnen Abfallarten. In der Tabelle farblich markiert sind diejenigen Abfallarten, bei denen es sich größtenteils bzw. vollständig um kommunale Abfälle handelt (inkl. überlassungspflichtige Abfälle an den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger im Land Berlin).

Tabelle 1 Abfallaufkommen und -verbleib nach Abfallart

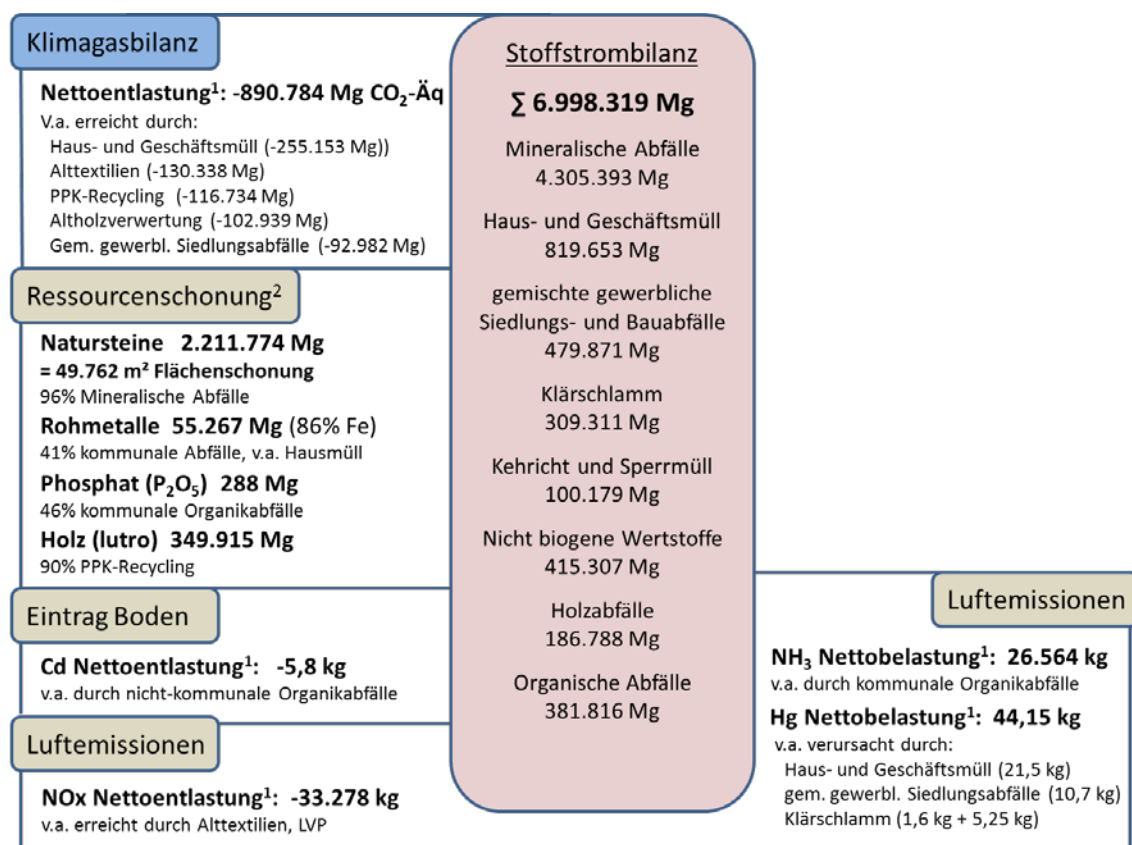
Abfallart	Menge in Mg/a	Verbleib
Boden und Steine	1.882.970	41% Deponie/Altablagerung 33% Baumaßnahmen 26% Tagebau
Bauschutt	974.425	71% Deponie/Altablagerung 16% Tagebau 13% Straßenbau
Beton	1.339.268	99,5% Straßenbau 0,3% Deponie/Altablagerung 0,2% Tagebau
Gipsabfälle	28.973	100% Deponie/Altablagerung
Asphalt	68.868	86% Asphaltmischwerk 12% Deponie/Altablagerung 3% Straßenbau 0,02% Tagebau
Baggergut	10.889	97% Deponie/Altablagerung 3% Tagebau
Haus- und Geschäftsmüll	819.653	55,0% MHKW Ruhleben 37,6% MPS-Anlagen 3,9% MA Grünauer Str. 3,5% EBS-Kraftwerke
Überlassungspflichtige haus- müllähnliche Gewerbeabfälle	16.914	60% MHKW Ruhleben 28% MPS Reinickendorf 8% AAS Gradestr. 3% EBS-Kraftwerke 1% MA Grünauer Str.
Sonstige überlassungspflichtige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie	15.442	87,9% MHKW Ruhleben 6,3% EBS-Kraftwerke 2,5% MA Grünauer Str. 1,7% AAS Gradestr. 1,6% MPS Reinickendorf
Nicht überlassungspflichtige ge- mischte gewerbliche Siedlungsab- fälle und Bau- und Abbruchabfälle	447.515	93,5% Berliner und Brandenburger Vor- behandlungsanlagen 6,5% MPS Reinickendorf
Klärschlamm (30% TS)	309.311 <sup>1)</sup>	
davon Rohschlamm (28,65% TS)	164.205 (TS: 47.043)	KSVA Ruhleben
davon gefaulter und getrockneter Schlamm (25,3% und 94,6% TS)	145.106 (TS: 46.311)	Bezug TS: 18% KSVA Ruhleben 54% Mitverbrennung Kraftwerke

Abfallart	Menge in Mg/a	Verbleib
		28% Trocknung, Mitverbrennung Kraft-, Zementwerke
Sperrmüll	46.711	94% AAS Gradestr. 6% EBS-Kraftwerk nach Umschlag
Straßenkehrsicht	53.468	100% gbav Gradestr.
PPK	178.986	Papierfabriken
Altglas	66.453	Glashütten
LVP	78.750	Verwertung Fraktionen
Wertstoffe in GTP	4.500	Verwertung Fraktionen
Wertstoffe in Orange Box	14.315	Verwertung Fraktionen
Alttextilien	31.054	60% Wiederverwendung 40% Steinkohle-Kraftwerke
Altteppiche	2.224	energetische Verw. EBS-KW
Altreifen	16.719	45% stoffliche Verwertung 55% Zementwerk
E-Schrott	13.568	Verwertung Fraktionen
Altmetalle	8.738	Metallhütten
Getrennt gesammeltes Altholz	139.156	90% Biomasse-Heizkraftwerke 10% stoffliche Verwertung
Baum-, Strauchschnitt	46.017	78% Biomasse-Heizkraftwerke 22% Kompostierung
Weihnachtsbäume	1.615	Heizkraftwerk Reuter
Bioabfall (BIOGUT)	62.230	Offene Kompostierung
Eigenkompostierung Bio- und Grünabfälle	100.939	Eigenkompostierung
Organikabfälle in Laubsäcken	10.020	Offene Kompostierung
Laub, Straßenlaub	70.018	Offene Kompostierung
Straßenbegleitgrün	5.398	Offene Kompostierung
Mähgut	43.600	Offene Kompostierung
Speisereste	35.980	Vergärung
Überlagerte Lebensmittel	25.345	Vergärung
Fettabscheiderinhalte	7.560	Vergärung
Altfette	5.500	Altfettmethylester-Biodiesel
Pferdemist	9.282	Offene Kompostierung
Rechengut	5.944	MBS ZAB Niederlehme
<b>Summe</b>	<b>6.998.319</b>	

1) Summe der Frischmassen aus Rohschlamm (TS 28,65%), gefaultem Schlamm (TS im Mittel 25,3%) und getrocknetem Schlamm (TS im Mittel 94,6%)

Eine Gesamtübersicht der Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2012 zeigt Abbildung 1. Zur besseren Darstellung der Stoffstrombilanz sind die 37 Abfallarten zum Teil zusammengefasst. Es wird deutlich, dass den größten Mengenanteil mineralische Abfälle einnehmen, aber daneben auch Haus- und Geschäftsmüll sowie gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und gemischte Bau- und Abbruchabfälle mengenrelevante Abfallarten darstellen.

Durch die Nutzung der Berliner Abfälle als Ressource wurden im Jahr 2012 relevante **Klimagas- und Umweltentlastungspotenziale** erzielt.



1) Nettoent-/belastung als Summe über alle Abfallarten, die im Einzelnen Be- oder Entlastungen bedingen

2) Fossile Energieträger (KEA fossil) nicht für alle Abfallarten ausgewertet, Einsparung mindestens -12.000 TJ

Abbildung 1 Ergebnisse Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz 2012

So wurde durch die Entsorgung von 6.998.319 Mg Abfällen eine Nettoentlastung an schädlichen Klimagasen in Höhe von -890.784 Mg CO<sub>2</sub>-Äq erreicht. Eine derartige Entlastung entspricht rund 25 Prozent der vom Land Berlin von 2010 bis 2020 angestrebten Einsparungen an Klimagasen. Somit wird deutlich, dass die Berliner Abfallwirtschaft schon derzeit einen großen Beitrag zur Erreichung der klimapolitischen Ziele des Landes Berlin leistet und weitere relevante Entlastungspotentiale besitzt. Beispielsweise verursacht die Entsorgung von sieben Abfallarten wie ungefaulten Klärschlamm, Straßenkehricht und Biogut noch eine vermeidbare Treibhausgasbelastung (siehe Kapitel 4).

Hinsichtlich der Ressourcenschonung wurden durch die Abfallentsorgung folgende beachtliche Einsparungen erzielt:

- 2.211.774 Mg Natursteine, wodurch die Inanspruchnahme von 49.762 m<sup>2</sup> Fläche vermieden wurde,
- 55.267 Mg Rohmetalle, darunter 86% als Eisenmetalle,
- 349.915 Mg Holz (lutro) vor allem durch das Recycling von Papier, Pappe, Kartonen (PPK),
- 288 Mg Phosphat durch die Anwendung von erzeugten Komposten und Gärresten.

Auch bei der Ressourcenschonung besteht noch ein signifikantes Potenzial zur weiteren Steigerung.

Hinsichtlich des Cadmiumeintrags in Boden wurde eine Nettoentlastung in Höhe von -5,8 kg erreicht, bedingt durch die Anwendung von Komposten und Gärresten und die dadurch erreichte Substitution von Mineraldünger und organischen Düngern.

Dagegen zeigt sich bei den Luftemissionen ein gegenläufiges Bild. Hinsichtlich der NO<sub>x</sub>-Emissionen überwiegen in Summe über die Abfallarten auch die Entlastungen. Bei Ammoniak- und Quecksilberemissionen kommt es jedoch in Summe zu Nettobelastungen. Konkret wurden folgende Ergebnisse ermittelt:

- Eine Nettoentlastung bei NO<sub>x</sub>-Emissionen in Höhe von -33.278 Mg, bedingt durch thermische Prozesse und erreichte Entlastungen durch Substitution konventioneller Energieerzeugung.
- Eine Nettobelastung bei Ammoniakemissionen in Höhe von 26.564 Mg, bedingt durch biologische Behandlungsprozesse.
- Eine Nettobelastung mit Quecksilberemissionen in Höhe von 44,2 kg, v.a. bedingt durch thermische Prozesse.

Quecksilberemissionen sind durch den Quecksilbergehalt im Abfall und durch die Betriebsweise von Verbrennungsanlagen bzw. die installierte Abgasreinigung bedingt. In der Langfassung der Studie ist dem dazu bestehenden Optimierungspotenzial ein Kapitel gewidmet. Neben dem Aspekt, dass die festgelegten Transferfaktoren für Quecksilber in der geplanten Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanzierung für 2014 durch Analysen (Quecksilbergehalt in Abfällen, Emissionsfrachten) überprüft werden sollten, wird empfohlen, das Minderungspotenzial bei der Mitverbrennung in den Braunkohlekraftwerken und Zementwerken zu untersuchen.

Bei Ammoniakemissionen ist die Belastung durch die Nutzung der überwiegend einfachen offenen Kompostierung der Organikabfälle bedingt. Optimierungspotenziale liegen hier in einer Kompostierung nach guter fachlicher Praxis, vor allem aber in einer kombinierten stofflichen und energetischen Nutzung in TA-Luft konformen Behandlungsanlagen.

## 4 Erschließung von weiteren Klimagas- und Umweltentlastungspotenzialen bis 2020

Die in dieser Studie untersuchten Möglichkeiten zur Erschließung weiterer Klimagas- und Umweltentlastungspotenziale sind nachfolgend für relevante Abfallarten dargelegt und hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit kurz beschrieben.

### 4.1 Nicht überlassungspflichtige gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und gemischte Bau- und Abbruchabfälle

Im Jahr 2012 wurde durch die stoffliche und energetische Verwertung dieser gewerblichen Abfälle bereits eine relevante Klimagasentlastung sowie ein relevantes Umweltentlastungspotenzial hinsichtlich der Schonung von Metallen und von fossilen Brennstoffen realisiert. Bei den Luftemissionen NO<sub>x</sub> und Quecksilber überwiegen dagegen die Belastungen (siehe Steckbrief Anhang 6.1).

Durch folgende untersuchte **Optimierungsmaßnahmen:**

- Steigerung der stofflichen Verwertung von sortenrein aussortierten Wertstoffen auf 20%,
- Einsatz heizwertreicher Sortierfraktionen nach einer Aufbereitung zu Ersatzbrennstoffen (EBS) zur Mitverbrennung in modernen Zementwerken,
- Behandlung mineralischer Sortierreste (AVV 191209), die nicht-mineralische Anteile mit hohen TOC-Werten aufweisen, über eine MBA

können weitere **Klimagas- und Umweltentlastungseffekte** für das Land Berlin bis 2020 erschlossen werden:

- Verdopplung der Klimagasentlastung auf -194.312 Mg CO<sub>2</sub>-Äq,
- Steigerung der Schonung fossiler Energieträger um 40% auf -3100 TJ,
- Umkehr Stickoxidbelastung zu einer Nettoentlastung in Höhe von -8.403 kg NO<sub>x</sub>,
- Reduzierung der Quecksilberbelastung um 11% auf 9,5 kg Hg.

**Zur Erreichung dieses Ziels sind folgende Maßnahmen erforderlich:**

1. Novellierung der Gewerbeabfallverordnung des Bundes hinsichtlich einer Vorbehandlungspflicht über moderne Sortieranlagen, einer stofflichen Verwertungsquote sowie einer optimierten Verwertung der Outputstoffströme (z.B. Ersatzbrennstoffe und mineralischen Sortierreste).
2. Ausschließliche Nutzung der EBS in Zementwerken (z.B. Rüdersdorf) mit weitergehender Emissionsminderung gemäß dem Stand der Technik bei der Betriebsführung und Abluftreinigung.
3. Festlegung von ökologischen Mindestanforderungen für die externe Verwertung derartiger Abfälle bei der öffentlichen Hand im Rahmen der Verwaltungsvorschrift „Beschaffung und Umwelt“.

4. Implementierung eines Wettbewerbs zur Darstellung beispielhafter Vorzeigeunternehmen von Gewerbe- und Bauabfallbehandlungsanlagen in Berlin und Brandenburg.
5. Einführung eines Markenzeichens für Rohstoff- und Energieeffizienz.
6. Aufbau eines breiten Informationsangebotes über geeignete und hochwertige Verwertungswege.
7. Erfahrungsaustausch in Form eines Symposiums u.a. mit der Entsorgungswirtschaft.

## 4.2 Bioabfall aus Haushalten

Im Jahr 2012 ergab die ausschließlich stoffliche Verwertung von Bioabfällen in einfachen offenen, nicht TA-Luft konformen Kompostierungsanlagen eine Klimagasbelastung. Die Umweltbilanz zeigt ebenfalls eine Nettobelastung hinsichtlich Ammoniakemissionen, jedoch ein Entlastungspotenzial bei der Ressourcenschonung (z.B. Phosphat) sowie beim Cadmumeintrag in Boden (siehe Steckbrief Anhang 6.2).

Durch folgende untersuchte **Optimierungsmaßnahmen:**

- gasdichte Lagerung der flüssigen Gärreste aus der neuen BSR-Vergärungsanlage,
- Optimierung der Nachrotte der festen Gärreste aus der neuen BSR-Vergärungsanlage,
- flächendeckende Einführung der Biotonne und Errichtung von emissionsarmen gekapselten Behandlungsanlagen

können weitere **Klimagas- und Umweltentlastungseffekte** für das Land Berlin bis 2020 erschlossen werden:

- Umkehr der Klimagasbelastung hin zu einer Entlastung in Höhe von -8.491 Mg CO<sub>2</sub>-Äq durch eine optimierte Gärrestbehandlung.
- Steigerung der Schonung fossiler Energieträger von -15 auf -104 TJ durch eine optimierte Gärrestbehandlung.
- Umkehr der Ammoniakbelastung hin zu einer Entlastung in Höhe von -6.264 kg NH<sub>3</sub> durch eine optimierte Gärrestbehandlung.
- Zusätzlich kann durch die vom Abgeordnetenhaus<sup>2</sup> geforderte flächendeckende Einführung der Biotonne rund 103.000 Mg/a Bioabfall aus Haushalten getrennt erfasst und durch die Behandlung in TA-Luft konformen und neu zu errichtenden Anlagen (z.B. Vergärungsanlage) eine weitere Klimagasentlastung von rund -11.000 Mg CO<sub>2</sub>-Äq/a bewirkt werden<sup>3</sup>.

### **Zur Erreichung dieses Ziels sind folgende Maßnahmen erforderlich:**

1. Optimierung der Behandlung fester und flüssiger Gärreste aus der BSR-Vergärungsanlage.

<sup>2</sup> Im Rahmen der Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanzierung 2012 wurden auch die Vorgaben zur Bioabfallsammlung gemäß Abgeordnetenhausbeschluss vom 31. August 2006 (Drucksache 15/5528 und 16/0323) berücksichtigt.

<sup>3</sup> Ergebnis Vorläuferstudie Stoffstrom- und Klimagasbilanz 2010

2. Evaluierung der Freisetzung von Klimagasemissionen (v.a. Methan, Lachgas) bei der BSR-Vergärungsanlage mittels Messdaten.
3. Flächendeckende Einführung der Biotonne in allen Berliner Siedlungsgebietsstrukturen bis 2015. Befreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang nur für definierte Ausnahmen (z.B. Eigenkompostierung abhängig von der Grundstücksgröße).
4. Einführung einer entgeltfreien Biotonne in ganz Berlin:

Die Erfahrungen aus anderen Großstädten mit entgeltfreien Biotonnen zeigen, dass durch diese Maßnahmen deutlich höhere Biogutmengen erfasst werden können.

Stadt	Einwohner 31.12.2010	Bevölkerungs- dichte	Biogut 2010 in Mg	Biogut 2010 in kg/(E*a)	Biotonne kostenfrei
Berlin	3.460.725	3.881	58.302	17	Nein
Hamburg	1.786.448	2.365	28.100	16	Nein
München	1.353.186	4.355	38.633	29	Ja
Köln	1.007.119	2.486	29.285	29	Ja
Frankfurt	679.664	2.737	24.115	35	Ja
Stuttgart	606.588	2.925	14.715	24	Nein
Düsseldorf	588.735	2.710	7.696	13	Nein
Dortmund	580.444	2.068	19.107	33	Nein
Essen	574.635	2.732	10.048	17	Nein
Bremen	547.340	1.682	22.077	40	Ja

5. Errichtung von emissionsarmen TA-Luft konformen Behandlungsanlagen für die zusätzlich erfassten Biogutmengen (103.000 Mg/a) durch die BSR oder beauftragte Dritte.
6. Umsetzung einer zielgerichteten und dauerhaften Öffentlichkeitsarbeit zur Erhöhung der Akzeptanz der Biotonne.
7. Regelmäßige Abfuhr und Reinigung der Biotonnen sowie Einsatz von modernen Tonnen (z.B. Biofilterdeckel).

#### 4.3 Trockene Wertstoffe aus Haushalten

Durch eine einheitliche Wertstofftonne sowie die weitere Einführung von Müllschleusen bzw. Abfallmanagementsystemen in Großwohnanlagen und Blockbebauung kann eine zusätzliche Menge von 69.394 Mg Wertstoffe – davon 22.894 Mg PPK – künftig aus dem Restmüll entnommen, getrennt erfasst und verwertet werden. In Summe mit den bisher getrennt erfassten Leichtverpackungen und stoffgleichen Nichtverpackungen sind dies neben der o.g. PPK-Menge 129.750 Mg Wertstoffe (siehe Abbildung Anhang 6.3).

Durch folgende **Optimierungsmaßnahmen:**

- Flächendeckender Einsatz der einheitlichen Wertstofftonne,
- Einführung von Müllschleusen bzw. Abfallmanagement unter Berücksichtigung bedarfsgerechter Lösungen für die jeweiligen Wohngebiete,

- Umsetzung einer zielgerechten und dauerhaften Öffentlichkeitsarbeit zur Erhöhung der Akzeptanz der Wertstofftonne

können weitere **Klimagas- und Umweltentlastungseffekte** für das Land Berlin bis 2020 erschlossen werden:

- Steigerung der Klimagasentlastung um 12% bzw. um -30.928 Mg CO<sub>2</sub>-Äq für das Gesamtsystem aus Wertstoffverwertung und Entsorgung des verbleibenden Haus- und Geschäftsmülls,
- Steigerung der Schonung fossiler Energieträger um 12%,
- Steigerung der Ausbeute und Verwertung von Rohmetallen um 13%, da mehr Metalle mit höherem Reinheitsgrad getrennt erfasst werden,
- Reduzierung der Quecksilberbelastung um 14% auf 22 kg Hg.

**Zur Erreichung dieses Ziels sind folgende Maßnahmen erforderlich:**

1. Sortierung der über die einheitliche Wertstofftonne erfassten Wertstoffe über Sortieranlagen nach dem Stand der Technik dauerhaft umsetzen.
2. Ermittlung von weiteren geeigneten Wohngebietstypen mit dem Ziel, bedarfsgerechte Abfallmanagement-Lösungen so weit wie möglich pauschalisieren zu können sowie
3. Umsetzung von weiteren Projekten für diese Wohngebietstypen in Zusammenarbeit der Wohnungsunternehmen und den BSR mit den Schwerpunkten Behältervolumen, Leerungsrhythmus, Stellplatzkapazität und Kostenverteilung sowie insbesondere auch Art und Weise einer umfassenden Information der Mieter.
4. Fortführung des Dialogs mit den Akteuren wie BBU und Wohnungsbauunternehmen zu den jeweiligen Zielen hinsichtlich Reduktion des Restmüllaufkommens durch gesteigerte getrennte Erfassung.

#### **4.4 Gefauter und getrockneter gefauter Klärschlamm**

Im Jahr 2012 wurde durch die energetische Verwertung von gefautem und getrocknetem gefautem Klärschlamm eine relevante Klimagasentlastung realisiert. Die Umweltbilanz zeigt ein Entlastungspotenzial hinsichtlich der Schonung fossiler Energieträger, jedoch eine relevante Nettobelastung bei Luftemissionen (siehe Steckbrief Anhang 6.4.1).

Folgende **Optimierungsszenarien** wurden untersucht:

- Anteiliger Einsatz des bisher in Kraft- und Zementwerken mitverbrannten Klärschlammes (Gemisch mit 40% TS) in einer neu zu errichtenden Klärschlamm-Monoverbrennungsanlage (KVA) mit emissionsmindernden Maßnahmen hinsichtlich N<sub>2</sub>O- und NO<sub>x</sub>-Emissionen sowie einer Einrichtung zur Phosphatrückgewinnung aus der Verbrennungsasche; im KWK-Betrieb mit vollständiger Wärmenutzung (Szenario 1A) oder alternativ mit reiner Stromerzeugung (Szenario 1B),
- Einsatz des gesamten bisher mitverbrannten Klärschlammes nach weitergehender Trocknung eines Teils des gefauten Klärschlammes aus Eigenenergieerzeugung (Gemisch mit 40% TS) in o.g. neu zu errichtenden KVA mit ansonsten reiner Stromerzeugung und mit Phosphatrückgewinnung (Szenario 2).

Es können folgende weitere **Umweltentlastungseffekte** für das Land Berlin bis 2020 erschlossen werden, sofern das Szenario 1A zur Anwendung kommt:

- Schonung der Ressource Phosphat in Höhe von 2.124 Mg  $P_2O_5$ ,
- Reduzierung der Quecksilberbelastung um 36% auf 3,4 kg Hg.

Durch die Maßnahme kommt es allerdings zu einer Verschlechterungen durch

- Abnahme der Entlastung in der Klimagasbilanz in Höhe von rund 23.000 Mg  $CO_2$ -Äq.
- Abnahme der Schonung fossiler Ressourcen um 116 TJ.
- Erhöhung der Stickstoffbelastung um 13% auf rd. 4.400 kg NOx.

Die weiteren untersuchten Szenarien führen zu einer weiteren Verschlechterung in der Klimagasbilanz, der Schonung fossiler Ressourcen sowie der Stickstoffbelastung. Die Belastung mit Quecksilberemissionen hingegen sinkt mit Szenario 2 nochmals leicht und die Schonung der Ressource Phosphat steigt.

**Zur Erreichung dieses Ziels wäre folgende Maßnahme erforderlich:**

- Errichtung einer neuen Klärschlammverbrennungsanlage, die bei einer Freiraumtemperatur von 935°C (Bettemperatur zwischen 820 und 845°C) in Kraft-Wärme-Kopplung unter vollständiger Wärmenutzung betrieben wird und die über eine SNCR-Technologie zur Reduzierung von NOx-Emissionen sowie über die Installation einer Technik zur Phosphatrückgewinnung aus der Asche verfügt.

**Aufgrund der Nachteile in der Klimagasbilanz, der fossilen Ressourcenbeanspruchung und der NOx-Belastung für diese untersuchte Maßnahme (Monoverbrennung) sollten bei der Bilanzierung 2014 zunächst noch folgende offene Punkte untersucht werden:**

1. Überprüfung der o.g. Szenarien mit den alternativen thermochemischen Phosphatrückgewinnungsverfahren Mephrec und Ash Dec auf Basis von Ergebnissen aus dem laufenden EU-Förderprojekt P-Rex.
2. Untersuchungen, ob und wie bei der Mitverbrennung in Kraft- und Zementwerken entsprechende Optimierungen hinsichtlich NOx- und Quecksilberemissionen erreicht werden können.

#### 4.5 Klärschlamm in der KSVA Ruhleben

Im Jahr 2012 ergab die energetische Verwertung von ungefaultem und gefaultem Klärschlamm in der KSVA Ruhleben v.a. aufgrund hoher Lachgasemissionen ( $N_2O$ ) eine relevante Klimagasbelastung. Die Umweltbilanz zeigt ein Entlastungspotenzial hinsichtlich der Schonung fossiler Energieträger, jedoch eine Nettobelastung bei NOx- und Quecksilberemissionen (siehe Steckbrief Anhang 6.4.2).

Durch folgende in der Vorläuferstudie untersuchte **Optimierungsmaßnahmen:**

- deutliche Reduzierung der  $N_2O$ -Emissionen und
- verbesserte Dampfnutzung

können weitere **Klimagas- und Umweltentlastungseffekte** für das Land Berlin bis 2020 erschlossen werden.

### **Zur Erreichung dieses Ziels gelten weiterhin folgende Empfehlungen:**

1. Erfassung der aktuellen Emissionssituation der KSVA Ruhleben hinsichtlich  $N_2O$ - und  $NO_x$ -Emissionen.
2. Basierend auf diesen Ergebnissen Untersuchung von feuerungstechnischen Möglichkeiten zur Reduzierung der  $N_2O$ -Emissionen unter Erfassung und ggf. Einsatz geeigneter Minderungsmaßnahmen für  $NO_x$ -Emissionen.

### **Ergänzend sollte bei der Bilanzierung 2014 noch folgende Optimierungsvariante untersucht werden:**

- Möglichkeit der Brikettierung und des Einsatzes des Klärschlammes im Mephrec-Verfahren in einem neu zu errichtenden Kupolofen mit dem Vorteil, dass dadurch nicht nur Phosphat zurückgewonnen werden kann, sondern zudem die Verbrennung im Kupolofen bei Temperaturen deutlich oberhalb  $1000^\circ C$  keine nennenswerten  $N_2O$ -Emissionen verursacht.

## **4.6 Laub und Straßenlaub**

Im Jahr 2012 ergab die ausschließlich stoffliche Verwertung von Laub und Straßenlaub in einfachen offenen, nicht TA-Luft konformen Kompostierungsanlagen ein leichtes Klimagasentlastungspotenzial. Die Umweltbilanz zeigt ebenfalls ein Entlastungspotenzial hinsichtlich Ressourcenschonung, jedoch ein Belastungspotenzial bei Ammoniakemissionen und dem Cadmиеintrag in Boden (siehe Steckbrief Anhang 6.5).

Durch folgende in der Vorläuferstudie untersuchte **Optimierungsmaßnahmen:**

- Hydrothermale Carbonisierung (HTC)-Behandlung zur Erzeugung und energetischen Nutzung von HTC-Kohle,
- Trocknung und Mitverbrennung,
- EBS-Erzeugung in MPS- oder MBS-Anlagen und anschließende Mitverbrennung

können weitere **Klimagasentlastungseffekte** für das Land Berlin bis 2020 erschlossen werden.

Im Rahmen dieser Studie ergab der weitere Fachaustausch mit Vattenfall jedoch, dass weder eine Trocknung noch die Herstellung von HTC-Kohle derzeit eine geeignete Option darstellen. Denkbar ist allerdings eine thermische Behandlung von Laub im Industriekraftwerk (IKW) Rüdersdorf ohne vorherige Trocknung. Diese Möglichkeit wurde mit Vattenfall diskutiert und entsprechende praktische Verbrennungsversuche für das Jahr 2014 vorbereitet.

### **Zur Erreichung dieses Ziels sind folgende Schritte vorgesehen:**

1. Durchführung der Verbrennungsversuche im IKW Rüdersdorf im Frühjahr bzw. Herbst 2014.
2. Basierend auf den Versuchsergebnissen Untersuchung dieses Verwertungsweges in der geplanten Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für 2014.

3. Festlegung von ökologischen Mindestanforderungen für die externe Verwertung derartiger Abfälle bei der öffentlichen Hand im Rahmen der Verwaltungsvorschrift „Beschaffung und Umwelt“.

Bei einer erfolgreichen Umsetzung der Maßnahme sind weitere **Klimagas- und Umweltentlastungseffekte** für das Land Berlin bis 2020 zu erwarten.

Bedingt durch die Energieerzeugung gegenüber der ausschließlichen stofflichen Nutzung über einfache Kompostierungsanlagen kommt es zu einer relevanten Verbesserung hinsichtlich der Klimagasbilanz sowie der Schonung fossiler Energieträger. Des Weiteren würden bei der energetischen Nutzung keine Ammoniakemissionen entstehen, dafür jedoch NO<sub>x</sub>-Emissionen. Hinsichtlich Quecksilberemissionen hängt das Ergebnis vom Quecksilbergehalt im Laub ab, der ermittelt werden sollte. Ein Cadmiumeintrag in Boden wäre nicht mehr gegeben, dafür umgekehrt aber auch keine Schonung der Ressource Phosphat.

#### 4.7 Mähgut

Im Jahr 2012 ergab die ausschließlich stoffliche Verwertung von Mähgut in einfachen offenen, nicht TA-Luft konformen Kompostierungsanlagen eine Klimagasbelastung. Die Umweltbilanz zeigt ebenfalls eine Nettobelastung hinsichtlich Ammoniakemissionen, jedoch ein Entlastungspotenzial bei der Schonung von Phosphat und dem Cadmiumeintrag in Boden (siehe Steckbrief Anhang 6.6).

Durch folgende in der Vorläuferstudie untersuchte **Optimierungsmaßnahmen**:

- HTC-Behandlung in einer TA-Luft konformen Anlagen,
- Vergärung in einer TA-Luft konformen Anlage

können weitere relevante **Klimagasentlastungseffekte** für das Land Berlin bis 2020 erschlossen werden.

Im Rahmen dieser Studie ergab der Austausch mit Akteuren, dass eine HTC-Behandlung derzeit aus ökonomischen Gründen keine geeignete Option darstellt.

Jedoch wird eine Vergärung von Mähgut im Dialog mit Marktakteuren vertieft untersucht. Eine wesentliche Voraussetzung für privatwirtschaftliche Initiativen wäre eine Investitionssicherheit bezüglich der mittelfristigen Verfügbarkeit für Mähgut. Daher beabsichtigt die Senatsumweltverwaltung die Festlegung von ökologischen Mindestanforderungen für die externe Verwertung derartiger Abfälle bei der öffentlichen Hand im Rahmen der Verwaltungsvorschrift „Beschaffung und Umwelt“.

Basierend auf den weitergehenden Erkenntnissen wird die Vergärung von Mähgut in der geplanten Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für 2014 untersucht.

#### 4.8 Ersatzbrennstoffe aus MPS-Anlagen

Erzeugte Ersatzbrennstoffe (EBS) aus den beiden Berliner MPS-Anlagen wurden im Jahr 2012 etwa zu 73% in Kraftwerken und zu 15% in Zementwerken mitverbrannt (Rest EBS-Kraftwerke). Die Mitverbrennung ist aus Klimaschutzsicht in der Regel vorteilhaft, weil dadurch heizwertäquivalent Kohle ersetzt werden kann. Allerdings ist die Mitverbrennung in Kraft- und Zementwerken gegenüber der thermischen Behandlung in Monoverbren-

nungsanlagen üblicherweise mit höheren Luftschadstofffrachten verbunden. Der Sachverhalt wurde in Vergleichsszenarien untersucht. Da eine Neuanlage mit Standort in Berlin unter den gegebenen marktwirtschaftlichen Randbedingungen nicht wirtschaftlich darstellbar ist, aber die Möglichkeit besteht, eine EBS-Menge von etwa 100.000 Mg/a im IKW Rüdersdorf (Anlage gemäß 17. BImSchV) einzusetzen, wurde dieses Fallbeispiel im Rahmen dieser Studie untersucht. Das IKW Rüdersdorf erreicht durch Zwischenüberhitzung (ohne Zusatzfeuerung) hohe Dampfparameter und damit bei gegebener reiner Stromerzeugung einen europaweit im Spitzenbereich liegenden Bruttostromwirkungsgrad von etwa 30%.

Folgende **Optimierungsszenarien** wurden untersucht:

- Energetische Nutzung der EBS in einer hochwertigen effizienten Anlage gemäß den Anforderungen nach der 17. BImSchV mit einem Nettostromwirkungsgrad von 27,4% bei reiner Stromerzeugung (Szenario 1),
- Wie Szenario 1 jedoch mit anteiliger Wärmeauskopplung gemäß Planungsstand beim IKW Rüdersdorf (Nettostromwirkungsgrad 26,9%, Wärmenutzungsgrad 2,1%) (Szenario 2),
- Wie Szenario 1 jedoch im vollständigen KWK-Betrieb (Nettostromwirkungsgrad 19%, Wärmenutzungsgrad 40%) (Szenario 3).

Es können folgende weitere **Umweltentlastungseffekte** für das Land Berlin bis 2020 erschlossen werden, wenn Szenario 3 zur Anwendung kommt:

- Reduzierung der Stickoxidbelastung um 99% auf 180 kg NO<sub>x</sub>,
- Reduzierung der Quecksilberbelastung um 91% auf rund 0,6 kg Hg.

Durch die Maßnahme kommt es allerdings zu einer deutlichen Verschlechterung hinsichtlich der Klimagasbilanz und der Schonung fossiler Energieträger. Die Mehrbelastung an klimawirksamen Emissionen beläuft sich auf rund 62.000 Mg CO<sub>2</sub>-Äq, die Schonung fossiler Energieträger fällt um rund 325 TJ geringer aus.

Die weiteren untersuchten Szenarien führen zu einer noch höheren Mehrbelastung in der Klimagasbilanz und höheren Einbußen bei der Schonung fossiler Energieträger, wobei sie die o.g. Entlastungspotenziale vergleichsweise gut erreichen.

**Aufgrund der Nachteile in der Klimagasbilanz sowie bei der Schonung fossiler Energieträger sollten bei der Bilanzierung 2014 zunächst noch folgende offene Punkte geprüft werden:**

1. Ist die erhebliche Minderung bei NO<sub>x</sub>- und Hg-Emissionen so bedeutend, dass dafür die deutliche Verschlechterung hinsichtlich der Klimagasbilanz und der Schonung fossiler Energieträger in Kauf genommen werden kann?
2. Können, und wenn ja in welchem Umfang, bei der Mitverbrennung in Kraft- und Zementwerken entsprechende Optimierungen hinsichtlich NO<sub>x</sub>- und Quecksilberemissionen erreicht werden?

#### 4.9 Altreifen

Im Jahr 2012 wurden durch die stoffliche und energetische Verwertung von Altreifen bereits ein relevantes Klimagasentlastungspotenzial sowie ein relevantes Umweltentlastungspotenzial hinsichtlich Ressourcenschonung und NO<sub>x</sub>-Emissionen realisiert. Hinsichtlich Quecksilberemissionen besteht ein leichtes Belastungspotenzial (siehe Steckbrief Anhang 6.7).

Durch folgende untersuchte **Optimierungsmaßnahme:**

- Steigerung des stofflich verwerteten Anteils von 45% auf 80%

können weitere **Klimagas- und Umweltentlastungseffekte** für das Land Berlin bis 2020 erschlossen werden:

- Steigerung der Klimagasentlastung um 27% auf -28.717 Mg CO<sub>2</sub>-Äq,
- Steigerung der Schonung fossiler Energieträger um 25% Prozent auf -743 TJ,
- Steigerung der Stickoxidentlastung um 64% auf -40.927 kg NO<sub>x</sub>,
- Reduzierung der Quecksilberbelastung um 14% auf 0,7 kg Hg.

**Zur Erreichung dieses Ziels sind folgende Maßnahmen erforderlich bzw. geeignet:**

1. Förderung der hochwertigen stofflichen Verwertung durch eine entsprechende Verordnung für die Altreifenverwertung auf Bundesebene.
2. Sicherstellung, dass die stoffliche Verwertung bestimmte Mindestkriterien erfüllt (Hochwertigkeit der Verwertung durch Substitution von synthetischem Gummi oder thermoplastischen Polymeren).
3. Festlegung von ökologischen Mindestanforderungen für die externe Verwertung derartiger Abfälle bei der öffentlichen Hand im Rahmen der Verwaltungsvorschrift „Beschaffung und Umwelt“ wie für 2014 vorgesehen.

#### 4.10 RC-Beton

Im Jahr 2012 wurde durch die Verwertung von Beton und Bauschutt (Gemisch u.a. aus Beton und Ziegel) ein relevantes Umweltentlastungspotential hinsichtlich Ressourcenschonung realisiert (siehe Steckbriefe Beton und Bauschutt Anhang 6.8 und 6.9). Aufgrund des Stoffcharakters der „Mineralik“ sind keine nennenswerten Klimagaswirkungen gegeben.

Durch folgende untersuchte **Optimierungsmaßnahmen:**

- sortenreine Erfassung von Beton und Ziegel beim Rückbau von Gebäuden,
- Einsatz von RC-Beton vor allem bei öffentlichen Hochbaumaßnahmen,
- Erschließung von regelkonformen Einsatzmöglichkeiten von Ziegelbruch im Hoch- und Tiefbau (z.B. anteiliger Einsatz im RC-Beton oder im Straßenbau (u.a. Frostschuttschichten))

können weitere **Umweltentlastungseffekte** für das Land Berlin erschlossen werden:

- Durch den zusätzlichen Einsatz jeder Tonne Recyclingmaterial (Beton und Ziegel) kann eine Einsparung von einer Tonne gebrochener Natursteine erzielt werden, die eine entsprechende Schonung mineralischer Ressourcen und vermiedene Flächeninanspruchnahme bewirkt. So könnten bei öffentlichen Hochbaumaßnahmen schätzungsweise rund 60.000 Mg Beton-Gesteinskörnungen eingesetzt und damit eine jährliche Flächeninanspruchnahme von rund 900 Quadratmetern vermieden werden.
- Vermeidung von Umweltbelastungen in Form von Luftschadstoffen und Lärm bei der Gewinnung und dem Transport von Natursteinen.

**Zur Erreichung dieses Ziels sind folgende Maßnahmen erforderlich:**

1. Fachdialog mit Recycling- und Bauunternehmen, wie und in welchem Umfang eine Nutzung von bisher abgelagerten mineralischen Stoffen bis 2020 erfolgen kann.
2. Durchführung von gezielten Untersuchungen im Hoch- und Tiefbau zur Gewinnung sortenreiner Bauschuttfractionen (u.a. durch selektiven Rückbau) sowie zum Einsatz von Recyclingmaterialien (Beton und Ziegel).
3. Festlegung von ökologischen Mindestanforderungen u.a. für den selektiven Rückbau von Gebäuden sowie zum Einsatz von RC-Beton bei der öffentlichen Hand im Rahmen der Verwaltungsvorschrift „Beschaffung und Umwelt“.
4. Aufbau eines breiten Informationsangebotes über Beton und Ziegel als hochwertige Recyclingmaterialien.

#### **4.11 Gipsabfälle**

Im Jahr 2012 wurde durch die vollständige Deponierung bzw. Ablagerung der als Monofraktion anfallenden Gipsabfälle kein Umweltentlastungspotential realisiert (siehe Steckbrief Gipsabfälle Anhang 6.10). Klimagaswirkungen sind aufgrund des Stoffcharakters der „Mineralik“ nicht relevant.

Durch folgende untersuchte **Optimierungsmaßnahmen:**

- Vorgaben zur sortenreinen Getrenntsammlung von Gipsabfällen, v.a. bei allen öffentlichen Bauvorhaben sowie Nutzung eines hochwertigen stofflichen Verwertungsverfahrens,
- Umlenkung der als Monofraktion anfallenden Gipsabfälle zur stofflichen Verwertung durch Einschränkung der Beseitigung auf Deponien

können weitere **Umweltentlastungseffekte** für das Land Berlin erschlossen werden:

- Durch den zusätzlichen Einsatz jeder Tonne Gipsabfall kann eine Einsparung von einer Tonne Naturgips erzielt werden. Für die 2012 angefallenen Gipsabfälle wäre bei einer stofflichen Verwertung eine jährliche Flächeninanspruchnahme von rund 1.450 Quadratmetern vermieden worden.
- Zudem könnten hohe Sulfatbelastungen im Deponiesickerwasser vermindert sowie die Bildung von Schwefelwasserstoff vermieden werden.

**Zur Erreichung dieses Ziels sind folgende Maßnahmen erforderlich:**

1. Initiative zur Umlenkung der sortenreinen Gipsabfälle hin zu einer stofflichen Verwertung u. a. durch Anhebung der Deponierungskosten von derzeit rund 25 €/Mg auf mindestens rund 35 €/Mg.
2. Umfassende Informationen für Bau- und Abrissunternehmen über Möglichkeiten der stofflichen Verwertung gipshaltiger Abfälle.
3. Wissenschaftlich begleitete Pilotprojekte im Rahmen öffentlicher Bauvorhaben zur weitergehenden Steigerung der Akzeptanz in der Entsorgungswirtschaft.

## 5 Ausblick

Die Ergebnisse der Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz 2012 stellen eine wichtige Basis für die Weiterentwicklung und Umsetzung der Vorgaben des vom Berliner Abgeordnetenhaus am 12. Mai 2011 beschlossenen Abfallwirtschaftskonzeptes 2010 – 2020 dar.

Ein derartige umfassende Stoffstrom-, Klima- und Umweltbilanzierung von relevanten Abfallströmen existiert bisher in keinem anderen Bundesland und wurde von diesen sowie von Bundesbehörden positiv gewürdigt.

Im Rahmen dieser Studie wurden praxistaugliche Konzeptionen zur Minimierung der Umweltbelastungen für ausgewählte Abfallarten unter Abschätzung der Kosten entwickelt. Zudem wurden geeignete ökonomische und rechtliche Lenkungsinstrumente zur Erreichung der Umweltentlastungspotenziale aufgezeigt.

Diese Konzepte (z.B. Steigerung der stofflichen Verwertung von gewerblichen Abfällen, Minderung der Lachgasemissionen bei der Klärschlammverbrennung und klimaverträgliche Verwertung biogener Stoffe wie Laub und Mähgut) sollen möglichst zeitnah umgesetzt werden.

Die Umsetzung der hier aufgezeigten Maßnahmen kann jedoch nur durch Fortführung des engen konstruktiven Dialogs mit den wesentlichen Akteuren der Berliner Wirtschaft gelingen.

Bei der Fortführung der Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2014 sollen die bereits initiierten Maßnahmen wie

- Quecksilberminderung bei der energetischen Verwertung von EBS in Kraftwerken,
- Verbrennungsversuch von Laub im IKW Rüdersdorf,
- Vergärung von Mähgut,
- stoffliche Verwertung von Gipsabfällen,
- RC-Betoneinsatz im öffentlichen Hochbau

hinsichtlich der Umweltentlastung vertieft untersucht und bewertet werden.

## 6 Anhang - Steckbriefe

### 6.1 Nicht überlassungspflichtige gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und gemischte Bau- und Abbruchabfälle

Nach Abfallverzeichnis-Verordnung ist diese Abfallart der AVV 20 03 01 zuzuordnen.

#### Stoffstrombilanz 2012

Aufkommen	Vorbehandlung	Verbleib
447.515 Mg davon:	29.065 Mg MPS Reinickendorf	18.756 Mg EBS-Anlagen
		2.012 Mg Inertmaterial Altablagerung
		1.472 Mg Metalle
194.771 Mg gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle	418.450 Mg zu rd. 30 Berliner und Brandenburger Vorbehandlungs- anlagen	24.327 Mg gem. Siedlungsabfall zur EBS-Behandlung
		25.850 Mg gem. Siedlungsabfall energ. Verw.
		74.265 Mg gem. Bauabfall Sortierung
		877 Mg gem. Bauabfall energ. Verw.
		5.207 Mg Kunststoffe
		4.519 Mg PPK
		17.476 Mg Holz
		7.034 Mg Metalle
		48.169 Mg Mineralische Fraktion Deponie/Tagebau
		7.161 Mg weitere Wertstoffe
		66.946 Mg EBS-Anlagen
		6.722 Mg Sortierreste zur EBS-Behandlung
		82.601 Mg Sortierreste energ. Verw.
		23.240 Mg Mineralische Sortierreste Deponie/Tagebau
		26.046 Mg Mineralische Abfälle zur Deponie
252.744 Mg gemischte Bau- und Abbruchabfälle		
447.515 Mg	449.505 Mg	
Differenz In-/Output: -1.989 Mg (aus Angaben Sonderabfrage -> Verbleib auf Inputmenge bezogen)		

#### Klimagasbilanz 2012

Behandlung	Spezifisches Ergebnis in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg			Absolut in Mg CO <sub>2</sub> -Äq
	Belastung	Gutschrift	Netto	
MPS Reinickendorf	514	-1.042	-528	
Vorbehandlungsanlagen	300	-486	-186	
Alle	314	-522	-208	-92.982

## Umweltbilanz 2012

### Ressourcenschonung

#### Mineralische Ressourcen – Natursteine



#### Rohmetalle, fossile und biogene Ressourcen (Holz)

Behandlung	Rohmetalle in kg/Mg	KEA fossil netto in MJ/Mg
MPS Reinickendorf	29,7	-8.245
Vorbehandlungsanlagen	13,0	-4.711
<b>Alle</b>	<b>14,1</b>	<b>-4.941</b>

- Absolute Einsparung **Rohmetalle 6.323 Mg**, davon als Eisenmetalle 5.460 Mg
- Absolute Einsparung **fossile Ressourcen -2.211 TJ**
- Absolute Einsparung **Holz (Iutro) 7.929 Mg** (aus PPK-Verwertung)

### Luftemissionen

Behandlung	NOx netto in g/Mg	Hg netto in g/Mg
MPS Reinickendorf	69	0,075
Vorbehandlungsanlagen	108	0,020
<b>Alle</b>	<b>106</b>	<b>0,024</b>

- Absolute Nettobelastung **NOx 47.301 kg**
- Absolute Nettobelastung **Quecksilber 11 kg**

Weitere Umwelt-Indikatoren sind nicht relevant für diese Abfallart.

## 6.2 Bioabfall aus Haushalten

Nach Abfallverzeichnis-Verordnung ist diese Abfallart der AVV 20 03 01 zuzuordnen.

### Stoffstrombilanz 2012

Aufkommen	Vorbehandlung	Verbleib
62.230 Mg	Keine	57.355 Mg offene Kompostierung (5 Anl.) 4.875 Mg Hennickendorfer Kompost
<b>62.230 Mg</b>		<b>62.230 Mg</b>

### Klimagasbilanz 2012

	Spezifisches Ergebnis in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg			Absolut in Mg CO <sub>2</sub> -Äq
Behandlung	Belastung	Gutschrift	Netto	
Kompostierung	156	-151	5	
<b>Alle</b>	<b>156</b>	<b>-151</b>	<b>5</b>	<b>290</b>

### Umweltbilanz 2012

#### Ressourcenschonung

*Rohmetalle, Phosphat und fossile Ressourcen*

Behandlung	Rohmetalle in kg/Mg	Phosphat in kg/Mg	KEA fossil netto in MJ/Mg
Kompostierung	1,44	1,08	-248
<b>Alle</b>	<b>1,44</b>	<b>1,08</b>	<b>-248</b>

- Absolute Einsparung **Phosphat 67 Mg**
- Absolute Einsparung **Rohmetalle 90 Mg**, davon 100% als Eisenmetalle
- Absolute Einsparung **fossile Ressourcen -15 TJ**

### Luftemissionen

Behandlung	NH <sub>3</sub> netto in g/Mg
Kompostierung	312
Alle	312

- Absolute Nettobelastung **Ammoniak 19.399 kg**

### Cadmiumeintrag in Boden

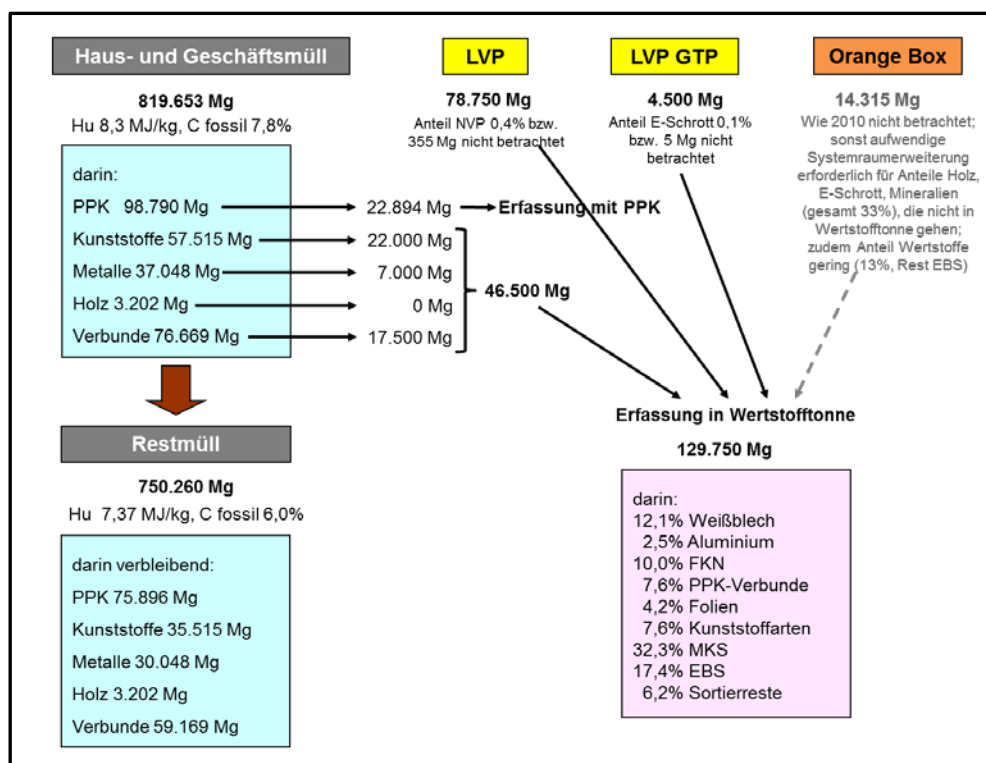
	Spezifisches Ergebnis in mg Cd/Mg		
Behandlung	Belastung	Gutschrift	Netto
Kompostierung	68	-96	-29
Alle	68	-96	-29

- Absolute Nettoentlastung **Cadmiumeintrag in Boden -1,8 kg**

Weitere Umwelt-Indikatoren sind nicht relevant für diese Abfallart.

### 6.3 Trockene Wertstoffe aus Haushalten

Anstelle der verschiedenen Steckbriefe für die unterschiedlichen betrachteten Abfallarten ist zur besseren Darstellung der zusätzlichen Entnahme trockener Wertstoffe aus dem Haus- und Geschäftsmüll zur gemeinsamen Entsorgung mit den bisher bereits getrennt erfassten Wertstoffen nachfolgende Abbildung eingefügt.



## 6.4 Klärschlamm

Nach Abfallverzeichnis-Verordnung ist diese Abfallart der AVV 19 08 05 zuzuordnen.

### 6.4.1 Gefaulter und getrockneter gefaulter Klärschlamm

#### Stoffstrombilanz 2012

Aufkommen	Trockenmasse	Verbleib
33.462 Mg TS gefaulter Klärschlamm (132.024 Mg FS)	8.294 Mg TS	KSVA Ruhleben
	8.964 Mg TS	Kraftwerk A
	16.055 Mg TS	Kraftwerk B
12.998 Mg TS getrockneter Klärschlamm (13.740 Mg FS)	9.351 Mg TS	Zementwerk A
	3.647 Mg TS	Diverse Kraftwerke
<b>46.460 Mg TS (145.764 Mg FS)</b>	<b>46.311 Mg TS</b>	

Differenz In-/Output:  
149 Mg TS zu Kraftwerk C, nicht betrachtet, <1%

#### Klimagasbilanz 2012

Behandlung	Spezifisches Ergebnis in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg TS			Absolut in Mg CO <sub>2</sub> -Äq
	Belastung	Gutschrift	Netto	
KSVA Ruhleben	956	-362	594	
Kraftwerk A	119	-779	-660	
Kraftwerk B	128	-779	-651	
Zementwerk A	500	-1.507	-1.006	
Diverse Kraftwerke	522	-1.559	-1.037	
<b>Alle</b>	<b>381</b>	<b>-913</b>	<b>-532</b>	<b>-24.629</b>

## Umweltbilanz 2012

### Ressourcenschonung

Mineralische Ressourcen – Natursteine



Phosphat und fossile Ressourcen

Behandlung	Phosphat in kg/Mg TS	KEA fossil netto in MJ/Mg TS
KSVA Ruhleben	0	2.566
Kraftwerk A	0	-5.651
Kraftwerk B	0	-5.536
Zementwerk A	0	-7.495
Diverse Kraftwerke	0	-7.910
<b>Alle</b>	<b>0</b>	<b>-4.690</b>

- Absolute Einsparung **Phosphat 0 Mg**  
(nachrichtlich: rd. 100 Mg  $P_2O_5$  aus MAP-Verfahren Kläranl. Waßmannsdorf)
- Absolute Einsparung **fossile Ressourcen -217 TJ**

### Luftemissionen

Behandlung	NOx netto in g/Mg TS	Hg netto in g/Mg TS
KSVA Ruhleben	616	0,04
Kraftwerk A	810	0,11
Kraftwerk B	891	0,11
Zementwerk A	502	0,21
Diverse Kraftwerke	697	0,10
<b>Alle</b>	<b>733</b>	<b>0,11</b>

- Absolute Nettobelastung **NOx 33.928 kg**
- Absolute Nettobelastung **Quecksilber 5,2 kg**

Weitere Umwelt-Indikatoren sind nicht relevant für diese Abfallart.

## 6.4.2 Ungefaulter Klärschlamm in der KSVA Ruhleben

### Stoffstrombilanz 2012

Aufkommen	Trockenmasse	Verbleib
47.043 Mg TS ungefaulter Klärschlamm	47.043 Mg TS	KSVA Ruhleben
<b>47.043 Mg TS (164.205 Mg FS)</b>	<b>47.043 Mg TS</b>	

### Klimagasbilanz 2012

Behandlung	Spezifisches Ergebnis in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg			Absolut in Mg CO <sub>2</sub> -Äq
	Belastung	Gutschrift	Netto	
KSVA Ruhleben	525	-321	204	
<b>Alle</b>	<b>525</b>	<b>-321</b>	<b>204</b>	<b>9.597</b>

### Umweltbilanz 2012

#### Ressourcenschonung

Mineralische Ressourcen – Natursteine



Phosphat und fossile Ressourcen

Behandlung	Phosphat in kg/Mg TS	KEA fossil netto in MJ/Mg TS
KSVA Ruhleben	0	-2.912
<b>Alle</b>	<b>0</b>	<b>-2.912</b>

- Absolute Einsparung **Phosphat 0 Mg**
- Absolute Einsparung **fossile Ressourcen -137 TJ**

## Luftemissionen

Behandlung	NOx netto in g/Mg	Hg netto in g/Mg
KSVA Ruhleben	234	0,03
Alle	234	0,03

- Absolute Nettobelastung **NOx 11.000 kg**
- Absolute Nettobelastung **Quecksilber 1,6 kg**

Weitere Umwelt-Indikatoren sind nicht relevant für diese Abfallart.

## 6.5 Laub und Straßenlaub

Nach Abfallverzeichnis-Verordnung ist diese Abfallart der AVV 20 02 01 zuzuordnen.

### Stoffstrombilanz 2012

Aufkommen	Herkunft	Verbleib
70.018 Mg	45.876 Mg BSR 13.133 Mg Bezirke 11.009 Mg GaLaBau	24.536 Mg Hennickendorfer Kompost 45.482 Mg offene Kompostierung (5 Anlagen)
<b>70.018 Mg</b>		<b>70.018 Mg</b>

### Klimagasbilanz 2012

	Spezifisches Ergebnis in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg			Absolut in Mg CO <sub>2</sub> -Äq
Behandlung	Belastung	Gutschrift	Netto	
Kompostierung	98	-111	-13	
<b>Alle</b>	<b>98</b>	<b>-111</b>	<b>-13</b>	<b>-935</b>

### Umweltbilanz 2012

#### Ressourcenschonung

##### Phosphat

Behandlung	Phosphat in kg/Mg
Kompostierung	0,53
<b>Alle</b>	<b>0,53</b>

- Absolute Einsparung **Phosphat 37 Mg**

## Luftemissionen

Behandlung	NH <sub>3</sub> netto in g/Mg
Kompostierung	420
Alle	420

- Absolute Nettobelastung **Ammoniak 29.428 kg**

## Cadmiumeintrag in Boden

	Spezifisches Ergebnis in mg Cd/Mg		
Behandlung	Belastung	Gutschrift	Netto
Kompostierung	84	-82	2
Alle	84	-82	2

- Absolute Nettobelastung **Cadmiumeintrag in Boden 0,17 kg**

Weitere Umwelt-Indikatoren sind nicht relevant für diese Abfallart.

## 6.6 Mähgut

Nach Abfallverzeichnis-Verordnung ist diese Abfallart der AVV 20 02 01 zuzuordnen.

### Stoffstrombilanz 2012

Aufkommen	Herkunft	Verbleib
43.600 Mg	27.738 Mg Bezirke 15.862 Mg GaLaBau	43.600 Mg offene Kompostierung
<b>43.600 Mg</b>		<b>43.600 Mg</b>

### Klimagasbilanz 2012

Behandlung	Spezifisches Ergebnis in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg			Absolut in Mg CO <sub>2</sub> -Äq
	Belastung	Gutschrift	Netto	
Kompostierung	68	-54	15	
<b>Alle</b>	<b>68</b>	<b>-54</b>	<b>15</b>	<b>644</b>

### Umweltbilanz 2012

#### Ressourcenschonung

##### Phosphat

Behandlung	Phosphat in kg/Mg
Kompostierung	0,44
<b>Alle</b>	<b>0,44</b>

- Absolute Einsparung **Phosphat 19 Mg**

#### Luftemissionen

Behandlung	NH <sub>3</sub> netto in g/Mg
Kompostierung	289
<b>Alle</b>	<b>289</b>

- Absolute Nettobelastung **Ammoniak 12.615 kg**

### Cadmiumeintrag in Boden

	Spezifisches Ergebnis in mg Cd/Mg		
Behandlung	Belastung	Gutschrift	Netto
Kompostierung	27	-39	-12
Alle	27	-39	-12

- Absolute Nettoentlastung **Cadmiumeintrag in Boden -0,5 kg**

Weitere Umwelt-Indikatoren sind nicht relevant für diese Abfallart.

## 6.7 Altreifen

Nach Abfallverzeichnis-Verordnung ist diese Abfallart der AVV 16 01 03 zuzuordnen.

### Stoffstrombilanz 2012

Aufkommen	Vorbehandlung	Verbleib
16.719 Mg	Keine	7.457 Mg stoffliche Verwertung
		9.262 Mg Zementwerk
<b>16.719 Mg</b>		<b>16.719 Mg</b>

### Klimagasbilanz 2012

Behandlung	Spezifisches Ergebnis in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg			Absolut in Mg CO <sub>2</sub> -Äq
	Belastung	Gutschrift	Netto	
Stoffliche Verwertung	901	-2.823	-1.922	
Zementwerk	1.993	-2.892	-898	
<b>Alle</b>	<b>1.506</b>	<b>-2.861</b>	<b>-1.355</b>	<b>-22.657</b>

### Umweltbilanz 2012

#### Ressourcenschonung

##### Rohmetalle und fossile Ressourcen

Behandlung	Rohmetalle in kg/Mg	KEA fossil netto in MJ/Mg
Stoffliche Verwertung	180	-49.528
Zementwerk	180	-24.202
<b>Alle</b>	<b>180</b>	<b>-35.498</b>

- Absolute Einsparung **Rohmetalle 3.009 Mg**, davon 100% als Eisenmetalle
- Absolute Einsparung **fossile Ressourcen -593 TJ**

## Luftemissionen

Behandlung	NOx netto in g/Mg	Hg netto in g/Mg
Stoffliche Verwertung	-2.986	0,039
Zementwerk	-297	0,059
<b>Alle</b>	<b>-1.496</b>	<b>0,050</b>

- Absolute Nettoentlastung **NOx -25.012 kg**
- Absolute Nettobelastung **Quecksilber 0,84 kg**

Weitere Umwelt-Indikatoren sind nicht relevant für diese Abfallart.

## 6.8 Beton

Nach Abfallverzeichnis-Verordnung ist diese Abfallart der AVV 17 01 01 zuzuordnen.

### Stoffstrombilanz 2012

Aufkommen	Vorbehandlung	Verbleib
973.983 Mg	Keine	4.505 Mg Deponie/Altablagerung
	Keine	2.464 Mg Tagebau
	967.014 Mg Brech- und Klassieranlagen	1.332.299 Mg Straßenbau
<b>973.983 Mg</b>		<b>1.339.268 Mg</b>

Differenz In-/Output: -365.285 Mg

99% Straßenbau  
0,3% Deponie/Altablagerung  
0,2% Tagebau

### Klimagasbilanz 2012

Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet

### Umweltbilanz 2012

#### Ressourcenschonung

Mineralische Ressourcen – Natursteine



Weitere Umwelt-Indikatoren sind nicht relevant für diese Abfallart.

## 6.9 Bauschutt

Nach Abfallverzeichnis-Verordnung ist diese Abfallart der AVV 17 01 07 zuzuordnen.

### Stoffstrombilanz 2012

Aufkommen	Vorbehandlung	Verbleib
1.166.261 Mg	Keine	693.787 Mg Deponie/Altablagerung
	Keine	158.589 Mg Tagebau
	313.884 Mg Brech- und Klassieranlagen	122.048 Mg Straßenbau
<b>1.166.261 Mg</b>		<b>974.425 Mg</b>

Differenz In-/Output:  
191.836 Mg (16%)

71% Deponie/Altablagerung  
16% Tagebau  
13% Straßenbau

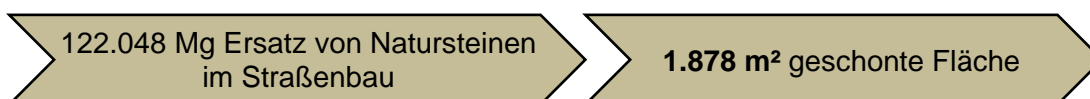
### Klimagasbilanz 2012

Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet

### Umweltbilanz 2012

#### Ressourcenschonung

*Mineralische Ressourcen – Natursteine*



Weitere Umwelt-Indikatoren sind nicht relevant für diese Abfallart.

## 6.10 Gipsabfälle

Nach Abfallverzeichnis-Verordnung ist diese Abfallart der AVV 17 08 02 zuzuordnen.

### Stoffstrombilanz 2012

Aufkommen	Vorbehandlung	Verbleib
28.973 Mg		28.973 Mg Deponie/Altablagerung
28.973 Mg		28.973 Mg

100% Deponie/Altablagerung

### Klimagasbilanz 2012

Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet

### Umweltbilanz 2012

#### Ressourcenschonung

Mineralische Ressourcen – Natursteine



Weitere Umwelt-Indikatoren sind nicht relevant für diese Abfallart.