



INSTITUT FÜR ENERGIE-
UND UMWELTFORSCHUNG
HEIDELBERG

Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2014 für das Land Berlin

SKU-Bilanz

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

Regine Vogt und Joachim Reinhardt

Heidelberg, Oktober 2015



Inhalt

0 Zusammenfassung	1
1 Vorbemerkung	6
2 Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz	7
2.1 Abfälle aus Haushaltungen	7
2.1.1 Hausmüll inkl. Geschäftsmüll (AVV 200301)	8
2.1.2 Sperrmüll (AVV 200307)	10
2.1.3 Bioabfall (BIOGUT) (AVV 200301)	12
2.1.4 Eigenkompostierung Bio- und Grünabfälle (AVV 200301)	14
2.1.5 Weihnachtsbäume (AVV 200138)	15
2.1.6 Organikabfall im Sammelsystem Laubsack (AVV 200301)	16
2.1.7 Altpapier (AVV 200101)	17
2.1.8 Leichtverpackungen (LVP) (AVV 150106) und stoffgleiche Nichtverpackungen (StNVP) (AVV 200301)	18
2.1.9 Altglas (AVV 200102)	20
2.1.10 Alttextilien (AVV 201111)	21
2.1.11 Altreifen (AVV 160103)	22
2.1.12 E-Schrott (AVV 200136)	24
2.1.13 Altmetalle (AVV 200140)	25
2.2 Abfälle aus anderen Herkunftsbereichen	26
2.2.1 Boden und Steine (AVV 170504)	26
2.2.2 Bauschutt (AVV 170102, 170103, 170107)	27
2.2.3 Beton (AVV 170101)	28
2.2.4 Gipsabfälle (AVV 170802)	29
2.2.5 Ziegel (AVV 170102)	30
2.2.6 Asphalt (AVV 170302)	31
2.2.7 Baggergut (AVV 170506)	32
Zusammenfassung mineralische Abfälle (Kap. 2.2.1 bis 2.2.7)	33
2.2.8 Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG) (AVV 200301)	34
2.2.9 Nicht überlassungspflichtige gemischte Siedlungsabfälle (AVV 200301) und gemischte Bau- und Abbruchabfälle (AVV170904)	36
2.2.10 Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie (AVV 200301)	38
2.2.11 Laub / Straßenlaub (AVV 200201)	39
2.2.12 Ungefaulter Klärschlamm (AVV 190805)	40
2.2.13 Gefaulter Klärschlamm (AVV 190805)	42

Inhalt

2.2.14	Straßenkehricht (AVV 200303)	44
2.2.15	Getrennt gesammeltes Altholz (AVV 200138 und AVV 170201)	46
2.2.16	Baum- und Strauchschnitt (AVV 200138)	47
2.2.17	Straßenbegleitgrün (AVV 200201)	48
2.2.18	Mähgut (AVV 200201)	49
2.2.19	Speisereste (AVV 200108)	50
2.2.20	Überlagerte Lebensmittel (AVV200399)	51
2.2.21	Fettabscheiderinhalte (AVV 190809)	52
	Zusammenfassung Organikabfälle aus Gewerbe (Kap. 2.2.19 bis 2.2.21)	53
2.2.22	Altfette (AVV 200125)	54
2.2.23	Pferdemist (AVV 020106)	55
2.2.24	Rechengut (AVV 190101)	56
2.3	Zusammenführung der Ergebnisse der Abfallarten	57
	Stoffstrombilanz 2014	57
	Klimagasbilanz 2014	60
	Umweltbilanz 2014	63
3	Recycling- und Verwertungsquoten	68
4	Veränderungen gegenüber der SKU-Bilanz 2012	72
4.1	Emissionsfaktoren Kompostierung und Vergärung	72
4.2	Bioabfall (BIOGUT)	75
4.3	LVP und StNVP im Sammelsystem Wertstofftonne	78
4.4	Versuch Mitverbrennung Laub/Straßenlaub im IKW Rüdersdorf	79
4.5	Gefaulter Klärschlamm	81
4.6	Weitere Anpassungen	82
4.6.1	Flächeninanspruchnahme Phosphatabbau	82
4.6.2	Quecksilberemissionen: Hg-Gehalte in EBS und Transferfaktoren bei der Mitverbrennung	83
4.6.3	Emissionen bei der Vergärung von gewerblichen Organikabfällen	84
4.6.4	Mineralische Sortierreste aus der Behandlung von nicht überlassungspflichtigen gemischten Siedlungsabfällen und gemischten Bauabfällen	85
5	Erschließung von weiteren Klimagas- und Umweltentlastungspotenzialen	87
5.1	Gipsabfälle	87

Inhalt

5.2	Ziegel	89
5.3	Asphalt	90
5.4	Szenarien Monoverbrennung des gefaulten und getrocknet gefaulten Klärschlammes mit Phosphatrückgewinnung	91
5.4.1	Beschreibung der Szenarien	91
5.4.2	Verfahren zur Phosphat-Rückgewinnung	94
5.4.3	Klimagas- und Umweltbilanz	96
5.4.4	Zusammenfassung	104
5.5	Szenarien EBS aus MPS	106
5.5.1	Spezifische Ergebnisse	107
5.5.2	Hg-Minderungsmöglichkeiten	109
6	Aktuelle Entwicklungen	113
6.1	REA-Gips aus der KSVA	113
6.2	Neue Haus- und Geschäftsmülluntersuchung	113
	Literaturverzeichnis	114
	Abbildungsverzeichnis	116
	Tabellenverzeichnis	118
	Abkürzungsverzeichnis	119

0 Zusammenfassung

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 weitere relevante Reduktion an schädlichen Klimagasen spätestens bis 2020 zu erzielen. Zur Evaluierung dieser Ziele sowie zur Steuerung der Abfallströme wird in den geraden Jahren¹ eine Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz (SKU-Bilanz) für die nicht gefährlichen Abfälle erstellt. Beginnend mit der vorliegenden SKU-Bilanz für das Jahr 2014 werden zudem Recycling- und Verwertungsquoten ermittelt und ausgewiesen.

Die Stoffstrombilanz beinhaltet die Ermittlung von Aufkommen und Verbleib von insgesamt 37 Abfallarten und bildet die Basis für die Berechnung der Klimagas- und Umweltbilanz. Die Klimagasbilanz berücksichtigt die Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Lachgas, die nach ihrem Treibhausgaspotenzial (IPCC 2007) zusammengefasst und in CO₂-Äquivalenten ausgewiesen sind.

Bilanzierung

Für die Umweltbilanz sind die folgenden als relevant identifizierten Parameter ausgewertet:

- Ressourcenschonung: mineralische und metallische Rohstoffe (Natursteine, Phosphat und Rohmetalle), energetische Rohstoffe (KEA fossil) und biogene Rohstoffe (Holz)
- Luftemissionen: Stickoxide (NO_x), Ammoniak (NH₃) und Quecksilber (Hg)
- Schadstoffeintrag in Boden: Cadmium (Cd)

Die Bilanzierung umfasst jeweils Belastungen der Abfallentsorgung sowie Entlastungen für die potenzielle Substitution von konventionell erzeugter Energie oder von Primärprodukten (Anrechnung durch Gutschrift)². Überwiegen die durch Substitution vermiedenen Emissionen die Belastungen aus der Abfallentsorgung, ergeben sich Nettoergebnisse mit negativem Vorzeichen (Einspar- oder Entlastungspotenziale). Zu verstehen ist dies als „Einsparung“ bzw. „Entlastung“, die potenziell in anderen Sektoren, dem Sektor Energie oder Industrie, ausgelöst wird.

Insgesamt wurde für das Jahr 2014 im Land Berlin für die 37 untersuchten Abfallarten ein gesamtes Abfallaufkommen von 6.965.519 Tonnen ermittelt (z. Vgl.: 2010 rd. 6,7 Mio. Mg, 2012 ebenfalls rd. 7 Mio. Mg). Hauptanteil daran nehmen die minerali-

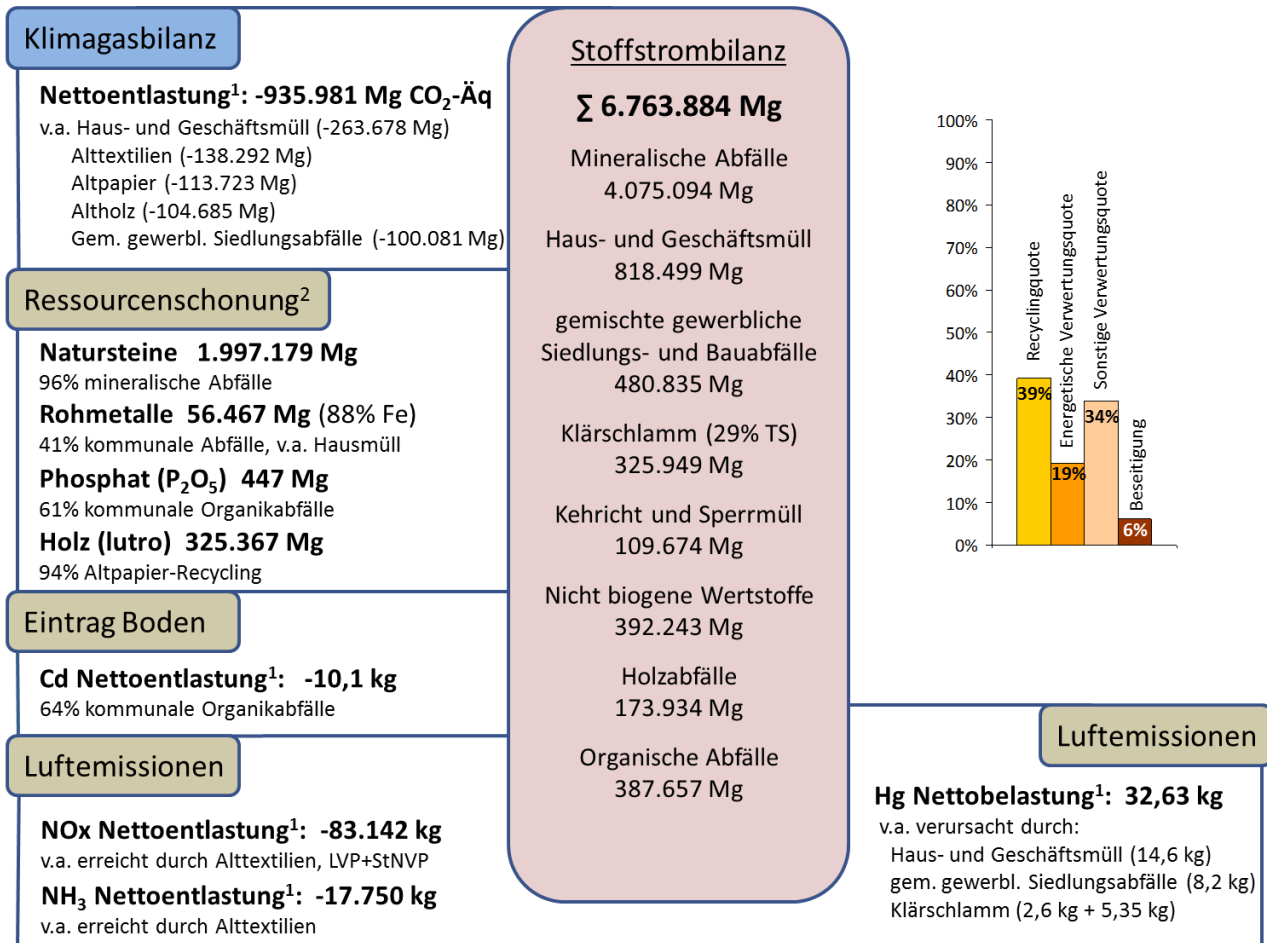
Stoffstrombilanz

¹ Alternierend mit einer Stoffstrombilanz für überlassungspflichtige Abfälle in den ungeraden Jahren.

² Deswegen muss in Vergleichen immer die gleiche Gesamtabfallmenge betrachtet werden, sonst führt „mehr“ Abfall zu „mehr“ Entlastung und damit zu einem falschen Ergebnis.

schen Abfälle ein. Die entsorgte Abfallmenge³ beläuft sich im Jahr 2014 auf 6.763.884 Tonnen (3% weniger als 2012).

Abbildung 0.1 zeigt eine Gesamtübersicht der SKU-Bilanz für das Jahr 2014. Die Stoffstrombilanz umfasst die gesamt entsorgte Menge untergliedert nach den mengenrelevanten Abfallarten bzw. -gruppierungen. Neben den mineralischen Abfällen, die 60% der entsorgten Abfallmenge ausmachen, stellen Haus- und Geschäftsmüll und im Weiteren gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und gemischte Bau- und Abbruchabfälle mengenrelevante Abfallarten dar.



- 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, Entlastungspotenzial mindestens -12.000 TJ

Abbildung 0.1: Ergebnisse Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz 2014

Die Abbildung weist des Weiteren die Recycling- und Verwertungsquoten aus. Die im Jahr 2014 entsorgten Berliner Abfälle wurden zu 39% recycelt (stofflich verwertet), zu 19% energetisch verwertet, zu 34% sonstig verwertet (Verfüllungen, Deponieersatzbaustoff) und zu 6% beseitigt (Deponierung und Klärschlammverbrennung in der KSVA).

³ Die entsorgte Abfallmenge unterscheidet sich vom Abfallaufkommen durch Bunkerdifferenzen bzw. vor allem Input-Output-Differenzen, die insbesondere aus Lagerbeständen bei Brech- und Klassieranlagen resultieren.

Durch die Nutzung der Berliner Abfälle als Ressource wurden im Jahr 2014 relevante Klimagas- und Umweltentlastungspotenziale erzielt. Das Nettoentlastungspotenzial an schädlichen Klimagasen beträgt -935.981 Mg CO₂-Äq. Die Entlastung liegt in ähnlicher Größenordnung wie in den Jahren 2010 und 2012 und entspricht rund 25% der vom Land Berlin von 2010 bis 2020 angestrebten Minderungen an Klimagasen. Den höchsten Entlastungsbeitrag liefert, wie in den beiden Vorjahren, die Entsorgung von Haus- und Geschäftsmüll. Ebenfalls wie in den beiden Vorjahren resultiert der zweithöchste Anteil aus der Entsorgung von Alttextilien, gefolgt von der Entsorgung von Altpapier, von getrennt erfasstem Altholz sowie von nicht überlassungspflichtigen gemischten Siedlungsabfällen und gemischten Bau- und Abbruchabfällen. Für acht der untersuchten Abfallarten wurde im Netto eine Klimagasbelastung ermittelt. Dabei handelt es sich um ungefaulten Klärschlamm, Straßenkehricht und die kompostierten Organikabfälle.

Klimagasbilanz

Das spezifische Nettoergebnis weist für die Klimagasbilanz 2014 ein Entlastungspotenzial von -138 kg CO₂-Äq pro Tonne Abfall aus. Damit zeigt sich eine Verbesserung gegenüber dem Jahr 2012 (-127 kg CO₂-Äq/Mg) wie auch eine leichte Steigerung gegenüber 2010 (-134 kg CO₂-Äq/Mg). Im Einzelnen ergeben sich relevante Verbesserungen bei Haus- und Geschäftsmüll durch die wiederum besseren Wirkungsgrade des MHKW Ruhleben (gilt auch für hausmüllähnliche Gewerbeabfälle), bei Bioabfall durch die jetzt erfolgende Vergärung in der BSR Biogas West sowie bei Altholz durch die vollständige energetische Verwertung. Diese Verbesserungen übertreffen die Verschlechterung bei der Kompostierung von Organikabfällen.

Die Umweltbilanz 2014 für die untersuchten Bereiche Ressourcenschonung, Luftemissionen sowie Schadstoffeintrag in Boden zeigt ein differenziertes Ergebnis. Bei fast allen untersuchten Indikatoren wurden Einsparungen bzw. Nettoentlastungen erzielt (vgl. Abbildung 0.1), lediglich bei den Quecksilberemissionen besteht eine Nettobelastung.

Umweltbilanz

Die Einsparung von Natursteinen ist zu 96% durch mineralische Abfälle bedingt, sie entspricht einer vermiedenen Flächeninanspruchnahme von 43.845 m². Die Einsparung von Rohmetallen (88% Eisenmetalle) ergibt sich zu 41% aus der Entsorgung von Abfällen kommunaler Herkunft, darunter v.a. Haus- und Geschäftsmüll. Die Schonung von Phosphat ergibt sich zu 61% aus der Entsorgung von Organikabfällen kommunaler Herkunft, darunter v.a. Bioabfall gefolgt von gefaultem Klärschlamm, für den die Phosphatrückgewinnung durch das MAP-Verfahren auf der Kläranlage Waßmannsdorf neu in die Bilanz aufgenommen wurde. Die Schonung von Holz ergibt sich zu 94% aus der Altpapierverwertung.

Ressourcenschonung

Im Vergleich zur SKU-Bilanz für das Jahr 2012 auf Basis spezifischer Ergebnisse zeigt sich, dass etwas weniger Natursteine geschont wurden. Grund ist die etwas geringere Recyclingquote von mineralischen Abfällen (47% statt 49,5%). Auch Holz als Rohstoff wurde etwas weniger eingespart, insbesondere dadurch, dass das erfasste Altholz im Jahr 2014 nicht stofflich verwertet wurde (2012: 10% stoffliche Verwertung). Dagegen ist die Schonung von Rohmetallen und Phosphat spezifisch etwas angestiegen.

Für den Bereich Luftemissionen ergibt sich eine NO_x-Nettoentlastung, die überwiegend aus der Verwertung (Wiederverwendung) von Alttextilien und des Weiteren aus der Verwertung von Leichtverpackungen (LVP) und stoffgleichen Nichtverpackungen (StNVP) resultiert. Die Wiederverwendung von Alttextilien trägt auch maßgeblich zur NH₃-Nettoentlastung bei. Bei Quecksilber resultieren Nettobelastungen v.a. aus der

**Luftemissionen und Cadmi-
umeintrag Boden**

Entsorgung von Haus- und Geschäftsmüll, nicht überlassungspflichtigen gemischten Siedlungsabfällen und gemischten Bau- und Abbruchabfällen sowie von Klärschlamm. Demgegenüber resultieren die höchsten Nettoentlastungen an Quecksilber aus der Wiederverwendung von Alttextilien.

Im spezifischen Ergebnis zeigt sich bei den Luftemissionen durchweg eine Verbesserung, bei den Ammoniakemissionen sogar eine Ergebnisumkehr von einer Nettobe- in eine Nettoentlastung. Die Verbesserung im spezifischen Ergebnis der NO_x-Emissionen basiert auf besseren Wirkungsgraden des MHKW Ruhleben. Auch Quecksilberbelastungen sind im spezifischen Ergebnis zurückgegangen. Hauptgrund ist die Aktualisierung der Transferfaktoren für die Mitverbrennung in Zementwerken zur Abbildung der verbesserten Abscheidung von Quecksilber.

Beim Cadmiumeintrag in den Boden wird das Nettoentlastungspotenzial v.a. durch die Entsorgung von Speiseresten, gefaultem Klärschlamm und Bioabfall erreicht. Gegenüber der SKU-Bilanz für 2012 zeigt sich eine höhere spezifische Nettoentlastung.

Weitergehende Klimagas- und Umweltentlastungspotenziale bestehen – wie teilweise in den Vorläuferstudien dargelegt – in der optimierten Behandlung von gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen und gemischten Bau- und Abbruchabfällen v.a. durch eine Steigerung der Wertstoffausbeute.

Weitere Klimagas- und Umweltentlastungspotenziale

Für die Bioabfallverwertung hat sich mit der Inbetriebnahme der BSR Biogas West die Situation deutlich verbessert. Weitere Entlastungspotenziale bestehen in der flächendeckenden Einführung der entgeltfreien Biotonne in ganz Berlin sowie in einer vollständigen Nutzung der Bioabfälle in entsprechenden emissionsarmen Anlagen. Für Laub zeigten sich die Mitverbrennungsversuche im IKW Rüdersdorf erfolgreich. So sollten diese Abfälle perspektivisch in moderne emissionsarme Behandlungsverfahren umgelenkt werden. Analoges gilt für Mähgut, das in emissionsarme biologische Behandlungsverfahren umgelenkt werden sollte.

Organikabfälle und trockene Wertstoffe

Für trockene Wertstoffe besteht weiterhin ein Optimierungspotenzial in der Steigerung der getrennt erfassten Mengen durch Entnahme aus dem Hausmüll.

Für mineralische Abfälle bestehen Optimierungsmaßnahmen weiterhin in Anstrengungen den Anteil an RC-Baustoffen durch Stoffstrommanagement zu steigern. Ein Einsatz von RC-Beton im Hochbau kann durch sortenreine getrennte Erfassung beim Gebäuderückbau erreicht werden und könnte Absatzmöglichkeiten im Straßenbau für andere Bauschuttabfälle (v.a. Ziegel) eröffnen. Grundsätzlich ist die sortenreine getrennte Erfassung von Baustofffraktionen eine wichtige Voraussetzung für eine hochwertige Verwertung. Zur Förderung der Kreislaufführung von Asphalt wurde 2015 eine entsprechende Ausführungsvorschrift für den Ausbau von Asphalt-schichten⁴ in Berlin erlassen, um künftig eine hochwertige Verwertung zu gewährleisten. Für weitere RC-Baustoffe wie Gipsabfälle oder Ziegel sind hochwertige Verwertungsmöglichkeiten gegeben, jedoch bestehen hier aufgrund von Kosten- und Akzeptanzgründen noch große Hemmnisse. Für Gipsrecycling sind in Deutschland bereits zwei Aufbereitungsanlagen in Betrieb. RC-Ziegelmaterial könnte künftig in relevanten Mengen in Substraten für Baumpflanzungen zum Einsatz kommen.

Mineralische Abfälle

⁴ Ausführungsvorschrift zu § 7 Berliner Straßengesetz über die Vorbereitung des Ausbaus von Asphalt-schichten im Straßenbau vom 21.05.2015

Die energetische Verwertung von Ersatzbrennstoffen (EBS) aus den beiden Berliner mechanisch-physikalischen Stabilisierungsanlagen (MPS) wurde vor dem Hintergrund der verbesserten Abscheidung von Quecksilber bei Zementwerken neu untersucht. Aus Klimaschutzsicht und zur Schonung fossiler Rohstoffe ist die EBS-Mitverbrennung in Kraft- oder Zementwerken vorzuziehen. Dagegen sind Quecksilberemissionen beim EBS-Einsatz in effizienten 17. BImSchV-Anlagen deutlich geringer. Deutliche Minderungsmöglichkeiten für Quecksilberemissionen sind bei der EBS-Mitverbrennung in Braunkohlekraftwerken gegeben.

EBS aus MPS

In Form von Szenarien wurden für gefaulten sowie gefaulten/getrockneten Klärschlamm potenzielle Verfahren zur Phosphatrückgewinnung⁵ untersucht. Im Fazit bleibt festzustellen, dass eine neue effiziente Monoverbrennungsanlage unabhängig vom Phosphatrückgewinnungsverfahren gegenüber der derzeitigen Mitverbrennung zu einer Verschlechterung in der Klimagasbilanz sowie Inanspruchnahme fossiler Rohstoffe führt. Eine Priorisierung innerhalb der Szenarien mit Phosphatrückgewinnung ist aufgrund Datenunsicherheiten beim Mephrec-Verfahren⁶ derzeit nicht belastbar möglich. Nach aktuellem Stand zeigt sich die direkte Behandlung des Klärschlammes mit dem Mephrec-Verfahren vorteilhaft. Grundsätzlich bedarf es jedoch der Datenvalidierung und Einbeziehung des Budenheim-Verfahrens. Zu empfehlen ist, den hier betrachteten Verfahren auch Phosphatrückgewinnungsverfahren gegenüberzustellen, die direkt auf der Kläranlage zur Anwendung kommen.

Gefaulter Klärschlamm

Im Rahmen der Erstellung der SKU-Bilanz 2014 fand wiederum ein intensiver, konstruktiver Fachaustausch mit relevanten Akteuren, vorwiegend auch zu weiteren Optimierungsmaßnahmen der Berliner Abfallwirtschaft, statt.

Fachaustausch

⁵ Neu untersucht werden konnten das Mephrec-Verfahren für Asche und für Klärschlamm sowie das AshDec-Verfahren für Asche nicht aber das Budenheimer Verfahren aufgrund fehlender konsolidierter Daten.

⁶ Hier sind die Ergebnisse der ersten großmaßstäblichen Pilotanlage in Nürnberg abzuwarten.

1 Vorbemerkung

Durch die Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanzierung von Abfällen wird das Ziel verfolgt, die Berliner Abfallwirtschaft unter Klima- und Umweltaspekten weiter zu optimieren und entsprechende Maßnahmen zur bestmöglichen Nutzung der Abfälle als Ressource zu initiieren.

Die Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz (SKU-Bilanz) 2014 über die in Berlin angefallenen Abfälle ist die dritte Bilanzierung dieser Art. Für das Jahr 2010 wurde erstmals eine Stoffstrom- und Klimagasbilanz erstellt und für das Jahr 2012 um eine Umweltbilanz ergänzt. Beide Studien können über die Webseite der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt abgerufen werden:

- Bilanz 2010:
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/abfall/entsorgung/de/klimakonzeption.shtml>
- Bilanz 2012:
http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/abfall/entsorgung/de/bilanz_2012.shtml

In diesen Studien wurden die untersuchten Abfallarten und das Vorgehen der Bilanzierung ausführlich beschrieben:

- Festlegung der relevanten Abfallarten und der dadurch bedingte Bilanzrahmen (nur Stoffströme, die über Anlagen erfasst werden),
- methodische Grundsätze der Ökobilanz der Abfallwirtschaft,
- Auswahl der Indikatoren zur Klimagas- und Umweltbilanz und deren Berechnung,
- weitere methodische Festlegungen wie die Anrechnung von erzeugter Energie bzw. substituiertem Brennstoff, der Umgang mit einer Kohlenstoffsенке (C-Senke) und die Bewertung mineralischer Abfälle,
- verwendete Eingangsdaten wie
 - Kenndaten der Abfallarten (Zusammensetzungen, Inhaltsstoffe),
 - Reinheitsgrade Metallfraktionen nach Sortierung,
 - Transferfaktoren für Quecksilberemissionen,
 - Emissionsfaktoren für z.B. Strom- und Wärmegutschriften.

In der vorliegenden Studie sind zunächst in Kapitel 2 die Ergebnisse der Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz 2014 für die einzelnen Abfallarten in Form von anschaulichen Steckbriefen dargestellt. In Kapitel 3 sind die Grundlagen für die erstmals ausgewiesenen Recycling- und Verwertungsquoten beschrieben. Kapitel 4 enthält die Änderungen gegenüber der SKU-Bilanz 2012. In Kapitel 5 sind für ausgewählte Abfallarten weiterführende Optimierungspotenziale beschrieben. Bereits in den Bilanzen 2010 und 2012 wurden umfassende Untersuchungen zu erschließbaren Potenzialen und möglichen Optimierungen der Berliner Abfallwirtschaft durchgeführt. Abschließend wird in Kapitel 6 auf aktuelle Entwicklungen eingegangen.

2 Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz

Die Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz – kurz SKU-Bilanz – für das Land Berlin wird im zweijährigen Rhythmus erstellt und umfasst überlassungspflichtige und nicht überlassungspflichtige Abfälle. Sie dient im jährlichen Wechsel mit der Stoffstrombilanz (ungerade Jahre) für überlassungspflichtige Abfälle inkl. DSD-Stoffe der Erfüllung rechtlicher Vorgaben zur Abfallbilanz-Berichterstattung, wobei diese Kombination weit über die in anderen Bundesländern praktizierte Abfallbilanz hinausgeht.

Die hier vorgelegte SKU-Bilanz ist systematisch unterteilt in die Bereiche „Abfälle aus Haushaltungen“ (überlassungspflichtige Abfälle) und „Abfälle aus anderen Herkunftsbereichen“ (v.a. nicht überlassungspflichtige Abfälle). Dies erleichtert die jährliche Nachvollziehbarkeit im Zusammenklang mit der Stoffstrombilanz der ungeraden Jahre.

Für die SKU-Bilanz werden abfallartenbezogene Steckbriefe erstellt, die in diesem Kapitel aufgeführt sind. Die 1-2-seitigen Steckbriefe sind dreiteilig aufgebaut:

- Stoffstrombilanz:
 - Darstellung der Mengenströme und Vergleich Aufkommen Vorjahre
 - Kenndaten für die Abfallart und Hinweise zur Bilanzierung
 - Ausweisung der Recycling- und Verwertungsquoten
- Klimagasbilanz:
 - Darstellung der Treibhausgasemissionen im Bilanzjahr
 - Spezifische Ergebnisse pro Tonne Abfall
 - Ergebnisse der Vorjahre
- Umweltbilanz:
 - Ausweisung der Ressourcenschonung: Einsparungen pro Jahr und spezifisch pro Tonne Abfall⁷
 - Ausweisung der Luftemissionen mit Nettoergebnissen pro Jahr und spezifisch pro Tonne Abfall sowie Ausweisung des Cadmiumeintrags in Boden; Nettoentlastungen tragen jeweils ein negatives Vorzeichen

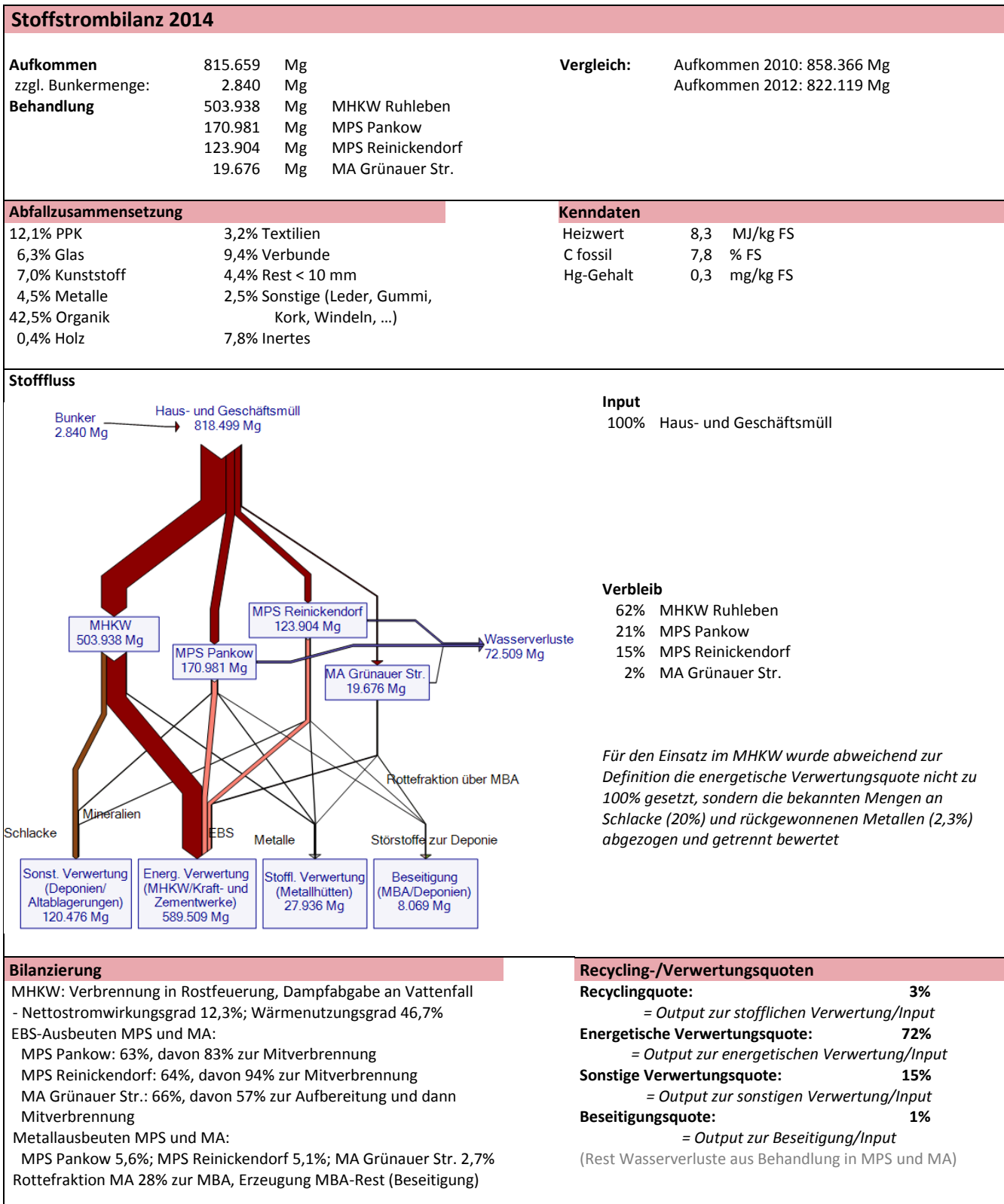
Generell gilt für die Umweltbilanz, dass je Abfallart nur die relevanten Umwelt-Indikatoren ausgewertet und ausgewiesen sind. Die in den Steckbriefen ausgewiesenen Recycling- und Verwertungsquoten sind in Kapitel 3 ausführlich beschrieben.

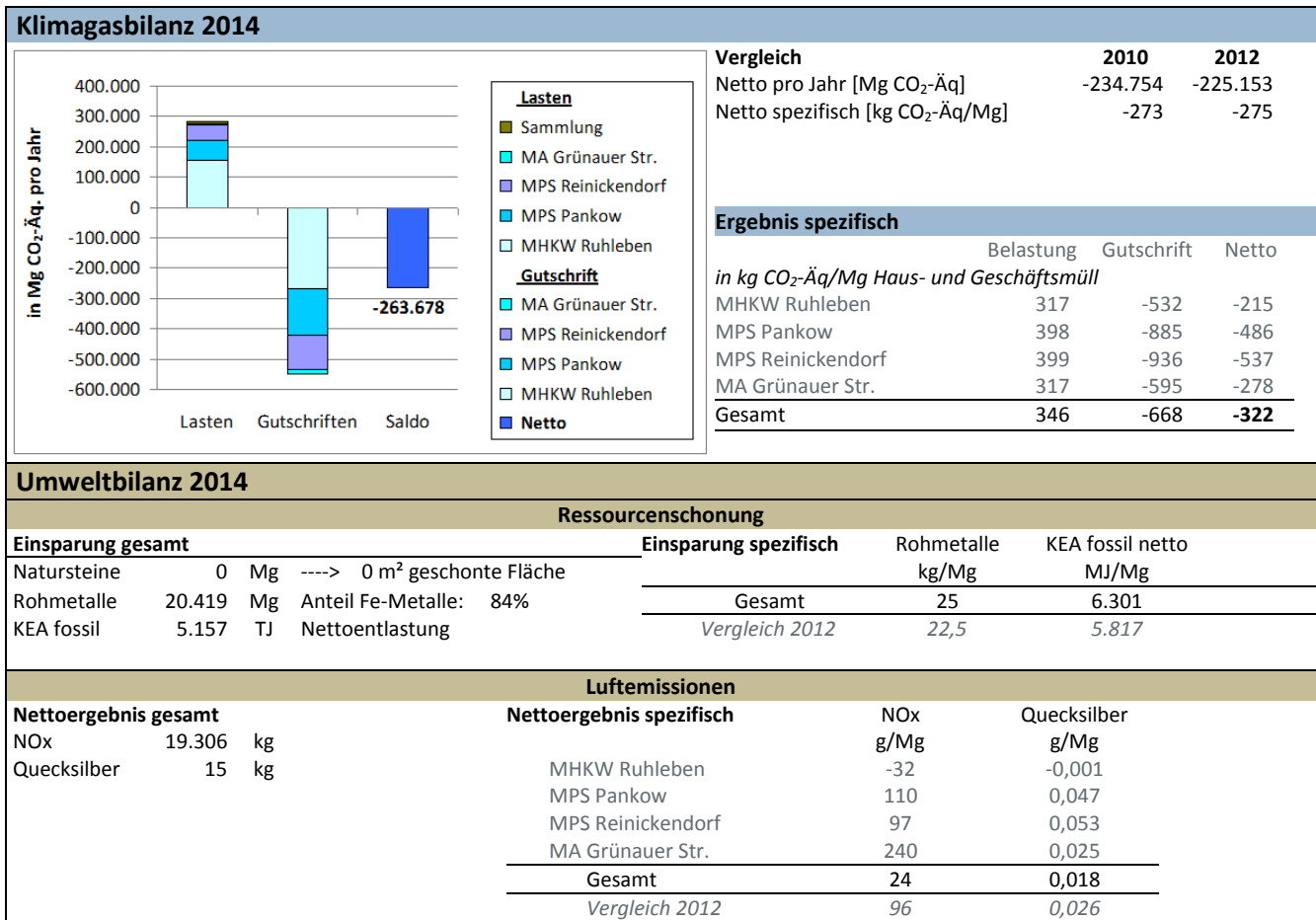
2.1 Abfälle aus Haushaltungen

Abfälle aus Haushaltungen sind Abfälle, die den Berliner Stadtreinigungsbetrieben (BSR) zur Entsorgung zu überlassen sind. Darüber hinaus werden hier auch die über die Dualen Systeme erfassten Wertstoffe Papier/Pappe/Kartonagen (PPK), Glas und Leichtverpackungen (LVP) einbezogen.

⁷ Bei der Schonung fossiler Ressourcen (KEA fossil) besteht in wenigen Fällen keine Einsparung, sondern eine Inanspruchnahme. Dies ist gesondert ausgewiesen.

2.1.1 Hausmüll inkl. Geschäftsmüll (AVV 200301)





Das Aufkommen 2014 (inkl. Bunkermenge) in Höhe von 818.499 Mg ist gegenüber 2012 nahezu gleich geblieben. Nur 3% wurden stofflich verwertet, 72% energetisch und 15% wurden einer sonstigen Verwertung (v.a. Deponiebaumaßnahmen) zugeführt. 1% (Störstoffe und die über MBA behandelte Rottefraktion aus der MA) wurde auf Deponien beseitigt.

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz zeigt, dass 2014 gegenüber 2012 die spezifische Nettoentlastung von -275 auf -322 kg CO₂-Äq/Mg gesteigert wurde. Grund ist v.a. das deutlich bessere spezifische Nettoergebnis der Behandlung über das MHKW Ruhleben aufgrund der verbesserten Wirkungsgrade. Zudem ist das spezifische Ergebnis für die MPS Reinickendorf aufgrund etwas höherer EBS-Anteile zur Mitverbrennung etwas besser. Dagegen liegen die spezifischen Ergebnisse für die MPS Pankow und die MA Grünauer Str. niedriger als 2012 (geringerer EBS-Anteil zur Mitverbrennung bzw. höherer aussortierter Anteil Rottefraktion). Auch bei der Umweltbilanz zeigt sich insgesamt ein besseres Ergebnis als 2012. Auch hier resultiert dies aus den verbesserten Wirkungsgraden des MHKW Ruhleben, dem 2014 anteilig auch mehr Abfälle zugeführt werden. Die Verringerung der spezifischen Quecksilberbelastung ergibt sich v.a. aufgrund der verbesserten Abscheidung von Quecksilber in Zementwerken (vgl. Kap. 4.6.2).

Optimierungsmaßnahmen

Optimierungsmöglichkeiten bestehen weiterhin in der Steigerung der getrennten Erfassung von Wertstoffen. Neben der Sammlung über die Wertstofftonne zählen zu den wesentlichen Maßnahmen hierfür die Umsetzung bedarfsgerechter Abfallmanagement-Lösungen inkl. Müllschleusen bei Großwohnanlagen (vgl. v.a. ifeu/ICU 2013, S.190).

2.1.2 Sperrmüll (AVV 200307)

Stoffstrombilanz 2014																			
Aufkommen	52.336 Mg																		
Behandlung	51.510 Mg	AAS Gradestr.																	
	449 Mg	Umschlag energ. Verwertung																	
	377 Mg	verschiedene Anlagen																	
		Vergleich:	Aufkommen 2010: 43.526 Mg Aufkommen 2012: 47.086 Mg																
Stofffluss		Kenndaten																	
<p>Input 100% Sperrmüll</p> <p>Output 95% EBS davon 6,6% Holz 4% Metalle 1% Sonstige (PPK, E-Schrott, ...)</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Sperrmüll</th> <th>EBS aus Sperrmüll</th> <th>Holz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Heizwert [MJ/kg FS]</td> <td>15,3</td> <td>16,2</td> <td>14</td> </tr> <tr> <td>C fossil [% FS]</td> <td>10%</td> <td>10,7%</td> <td>1%</td> </tr> <tr> <td>Hg-Gehalt [mg/kg FS]</td> <td>0,3</td> <td>0,3</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>			Sperrmüll	EBS aus Sperrmüll	Holz	Heizwert [MJ/kg FS]	15,3	16,2	14	C fossil [% FS]	10%	10,7%	1%	Hg-Gehalt [mg/kg FS]	0,3	0,3	-
	Sperrmüll	EBS aus Sperrmüll	Holz																
Heizwert [MJ/kg FS]	15,3	16,2	14																
C fossil [% FS]	10%	10,7%	1%																
Hg-Gehalt [mg/kg FS]	0,3	0,3	-																
Bilanzierung																			
Umschlagmenge zu EBS-KW Durchschnitt Deutschland EBS (ohne Holz) aus AAS 83% IKW Rüdersdorf, 2% TA Lauta, Rest EBS-KW Durchschnitt DE Holz zu Biomasse-HKW nach festem Verteilschlüssel (92% zu vier bestimmten Biomasse-HKW, Rest Durchschnitt DE)																			
Recycling-/Verwertungsquoten																			
Recyclingquote:		5%																	
= Output zur stofflichen Verwertung/Input																			
Energetische Verwertungsquote:		95%																	
= Output zur energetischen Verwertung/Input																			
Sonstige Verwertungsquote:		-																	
= Output zur sonstigen Verwertung/Input																			
Beseitigungsquote:		-																	
= Output zur Beseitigung/Input																			

Klimagasbilanz 2014												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>2010</th> <th>2012</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</td> <td>-18.069</td> <td>-18.345</td> </tr> <tr> <td>Netto spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</td> <td>-415</td> <td>-393</td> </tr> </tbody> </table>		Vergleich	2010	2012	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-18.069	-18.345	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-415	-393
Vergleich	2010	2012										
Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-18.069	-18.345										
Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-415	-393										
		Ergebnis spezifisch										
		Belastung	Gutschrift									
in kg CO ₂ -Äq/Mg Sperrmüll			Netto									
Gesamt		389	-781									
			-391									

Umweltbilanz 2014			
Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	
Natursteine	0 Mg	----->	0 m ² geschonte Fläche
Rohmetalle	1.783 Mg	Anteil Fe-Metalle:	100%
KEA fossil	388 TJ	Nettoentlastung	
		Rohmetalle	KEA fossil netto
		kg/Mg	MJ/Mg
		Gesamt	34
		Vergleich 2012	35
			7.460
Luftemissionen			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	
NOx	490 kg	NOx	Quecksilber
Quecksilber	0,25 kg	g/Mg	g/Mg
		Gesamt	9
		Vergleich 2012	24
			0,005

Das Aufkommen 2014 in Höhe von 52.336 Mg ist gegenüber 2012 und 2010 weiter angestiegen. Anteilig enthalten sind darin Altteppichmengen, die seit 2013 nicht mehr separat erfasst werden. Der im Jahr 2014 über die AAS behandelte Sperrmüllanteil liegt mit 99% höher als 2012 (94%). Der in der AAS aussortierte Anteil Holz ist 2014 mit 6,6% weiter zurückgegangen (2012: 8,2%, 2010: 11%).

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz zeigt, dass 2014 gegenüber 2012 die spezifische Nettoentlastung mit -391 gegenüber -393 kg CO₂-Äq/Mg nahezu unverändert ist. Auch die Schonung fossiler Ressourcen und von Rohmetallen entspricht nahezu der im Jahr 2012. Die spezifische Quecksilberbelastung ist ebenfalls gleich. Die spezifische NO_x-Belastung ist etwas niedriger wegen der vermehrten Behandlung über die AAS.

Eine gesteigerte Aussortierung von Holz und Metallen sollte geprüft werden. Bei Einsatz der EBS-Fraktion zur Mitverbrennung (vorbehaltlich Eignung) würde sich die Klimagasbilanz verbessern, allerdings würden umgekehrt die NO_x- und Quecksilberemissionen ansteigen.

Optimierungsmaßnahmen

2.1.3 Bioabfall (BIOGUT) (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2014																											
Aufkommen	66.901	Mg																									
Behandlung	58.461	Mg	BSR Biogas West																								
	6.700	Mg	Offene Kompostierung																								
	1.740	Mg	Vergärungsanlage Hennickend. Komp.																								
		Vergleich: Aufkommen 2010: 58.155 Mg Aufkommen 2012: 62.230 Mg																									
Kenndaten Störstoffe BSR Biogas West		Kenndaten Störstoffe andere																									
Anteil 15,4%		Anteil 3,6%																									
Heizwert	5,1 MJ/kg FS	Heizwert	20 MJ/kg FS																								
C fossil	2,3 % FS	C fossil	35 %FS																								
Stofffluss																											
<p style="text-align: center;">Bioabfall (BIOGUT) 66.901 Mg</p>		<p>Input 100% Bioabfall</p>																									
		<p>Verbleib 87% BSR Biogas West 3% BGA Henickendorfer Kompost 10% Offene Kompostierung</p>																									
<p><i>Die kombinierte stoffliche und energetische Verwertung ist für die Quotenermittlung aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchie der Recyclingquote zugeordnet</i></p>																											
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten																									
Emissionen Sammlung über Luftbelastung und Abfallmenge berechnet Offene Kompostierung und Vergärung Hennickendorfer Kompost nach Durchschnittswerten; Emissionsfaktoren aus UBA-Texte 39/2015 (s. Kap. 4.1); Methanertrag Vergärung Annahme wie BSR Biogas West ; Inhaltsstoffe kompostierter Gärrest gemäß Untersuchung BSR Biogas West Mengenströme nach Angaben BSR; Gasertrag, Energiebedarf, Emissionen Anlage, Gärrestlagerung, Nachrotte nach iba (2015) (s. Kap. 4.2); Inhaltsstoffe Gärprodukte nach RAL-Untersuchungen		<p>Recyclingquote: 86% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: 14% = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input</p>																									
Klimagasbilanz 2014																											
		<p>Vergleich</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2010</th> <th>2012</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</td> <td>53</td> <td>290</td> </tr> <tr> <td>Netto spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</td> <td>1</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>			2010	2012	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	53	290	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	1	5															
	2010	2012																									
Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	53	290																									
Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	1	5																									
		<p>Ergebnis spezifisch</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4"><i>in kg CO₂-Äq/Mg Bioabfall</i></td> </tr> <tr> <td>BSR Biogas-West</td> <td>150</td> <td>-275</td> <td>-125</td> </tr> <tr> <td>offene Kompostierung</td> <td>190</td> <td>-151</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>Vergärungsanlage HK</td> <td>285</td> <td>-204</td> <td>81</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>157</td> <td>-261</td> <td>-104</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Bioabfall</i>				BSR Biogas-West	150	-275	-125	offene Kompostierung	190	-151	39	Vergärungsanlage HK	285	-204	81	Gesamt	157	-261	-104
	Belastung	Gutschrift	Netto																								
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Bioabfall</i>																											
BSR Biogas-West	150	-275	-125																								
offene Kompostierung	190	-151	39																								
Vergärungsanlage HK	285	-204	81																								
Gesamt	157	-261	-104																								

Umweltbilanz 2014						
Ressourcenschonung						
Einsparung gesamt			Einsparung spezifisch		P ₂ O ₅	KEA fossil netto
Phosphorit	649	Mg	----> 64 m ² geschonte Fläche		kg/Mg	
P ₂ O ₅	130	Mg		Gesamt	1,94	1.161
Rohmetalle	56	Mg	aus Schlacke	Vergleich 2012	1,08	248
KEA fossil	78	TJ	Nettoentlastung		1,44	
Luftemissionen						
Nettoergebnis gesamt			Nettoergebnis spezifisch		NH ₃ [g/Mg]	
NH ₃	15.919	kg		BSR Biogas West	230	
				offene Kompostierung	276	
				Vergärungsanlage HK	345	
				Gesamt	238 (Vgl. 2012: 312 g/Mg)	
Cadmiumeintrag in Boden						
Nettoergebnis gesamt			Nettoergebnis spezifisch			
	-2,5	kg		-38 mg/Mg	(Vgl. 2012: -29 mg/Mg)	

Das Aufkommen 2014 in Höhe von 66.901 Mg liegt 8% höher als 2012. Im Jahr 2014 wurden 87% der Bioabfälle über die neue Vergärungsanlage BSR Biogas West behandelt. Insgesamt wurde der in der Biotonne erfasste Bioabfall (BIOGUT) zu 86% recycelt (inkl. Vergärung) und zu 14% energetisch verwertet (Störstoffe zur MVA).

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz 2014 ist durch die Biogasanlage BSR Biogas West geprägt. Im spezifischen Ergebnis wird die für 2012 berechnete spezifische Nettoentlastung durch Optimierung (-136 kg CO₂-Äq/Mg) nahezu erreicht, ohne dass die dafür angenommenen Maßnahmen (gasdichte Lagerung der flüssigen Gärprodukte und verbesserte Betriebsführung der Nachrotte der festen Gärprodukte) umgesetzt werden mussten. Es ist zu vermuten, dass durch die Aerobisierung und dem nach der Vergärung erreichten Rottegrad V des festen Gärprodukts die nach (gewitra 2009) angesetzten Emissionsfaktoren deutlich unterschritten werden konnten (vgl. Kap. 4.2). Die spezifischen Ergebnisse für eine offene Kompostierung sind ungünstiger als 2012 bzw. 2010 aufgrund der Anwendung aktualisierter Emissionsfaktoren (UBA-Texte 39/2015; vgl. Kap. 4.1). Auch die Behandlung über die Vergärungsanlage Hennickendorfer Kompost führt zu einer Nettobelastung (vgl. Kap. 4.2).

Das spezifische Ergebnis zur Einsparung fossiler Ressourcen korreliert mit dem Ergebnis der Klimagasbilanz. Für NH₃-Emissionen wurden die Emissionsfaktoren nach UBA-Texte 39/2015 verwendet (für Vergärung die Werte für „Vergärung mit offener Nachrotte“). Die überwiegende Behandlung in der BSR Biogas West bedingt 2014 eine geringere spezifische Nettobelastung als 2012, v.a. durch höhere Gutschriften für den Ersatz von Mineraldünger. Analog ergibt sich beim Cadmiumeintrag in den Boden eine höhere Nettoentlastung, da die Gärprodukte flüssig und fest höhere Nährstoffmengen liefern als nach bisherigen Rechenwerten. Analog zeigt sich für 2014 eine etwas höhere spezifische Einsparung für Phosphat. Die Rohmetalleinsparung ergibt sich durch aus der Schlacke zurückgewonnene Metalle bei der Störstoffverbrennung in einer MVA.

Weitere deutliche Optimierungsmöglichkeiten bestehen in einer Steigerung der über die Biotonne getrennt erfassten Mengen (flächendeckende Einführung der Biotonne, entgeltfreie, Befreiung vom Anschluss- und Benutzungszwang nur für definierte Ausnahmen) und der anschließenden Behandlung der gesamten Bioabfallmenge in emissionsarmen Behandlungsanlagen.

Optimierungsmaßnahmen



2.1.4 Eigenkompostierung Bio- und Grünabfälle (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2014			
Aufkommen	100.939 Mg	(nach Erhebung 2009)	Vergleich: 2010, 2012 gleiche Menge nach Erhebung 2009 Abschätzung nach unversiegelter Gartenfläche Validierung voraussichtlich 2016
Behandlung	100.939 Mg	Eigenkompostierung	
Stofffluss		Kenndaten Kompost	
<p>Eigenkompostierung Bio- und Grünabfälle 100.939 Mg</p> <p>Input 100% Bio- und Grünabfall</p> <p>Output Kompost (35% d. Input)</p> <p>stoffl. Verwertung (Kompostierung) 100.939 Mg</p>		<p>wie bei Laubsackinhalt gewertet</p> <p>P₂O₅-Gehalt 0,25% TS Cd-Gehalt 0,4 mg/kg TS</p>	
		Bilanzierung	
		<p>Emissionsfaktoren aus (Amlinger & Peyr 2002): 1490 g CH₄/Mg Abfall und 224 g N₂O/Mg Abfall Erzeugte Kompostmenge 350 kg/Mg Input, 70% TS Keine Anrechnung Kompostnutzen, da Berliner Gärtenböden gut mit Humus versorgt und mit Phosphat in 70% der Proben überdüngt</p>	
		Recycling-/Verwertungsquoten	
		<p>Recyclingquote: 100% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input</p>	
Klimagasbilanz 2014			
		Vergleich	
		2010	2012
		1.801	1.801
		18	18
		Ergebnis spezifisch	
		Belastung	Gutschrift
		in kg CO ₂ -Äq/Mg Abfall	
		Gesamt	120
			-102
			18
Umweltbilanz 2014			
Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	
Phosphorit	0 Mg	P ₂ O ₅	kg/Mg
	----> 0 m ² geschonte Fläche	Gesamt	0 (wie 2012)
P ₂ O ₅	0 Mg		
Luftemissionen			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	
NH ₃	79.203 kg	NH ₃ [g/Mg]	785 (wie 2012)
		Gesamt	
Cadmiumeintrag in Boden			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	
	2,0 kg		20 mg/Mg (wie 2012)

Die Ergebnisse sind gegenüber 2010 und 2012 unverändert. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung zu emissionsarmen Behandlungsverfahren.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.1.5 Weihnachtsbäume (AVV 200138)

Stoffstrombilanz 2014												
Aufkommen	1.815	Mg										
Behandlung	364	Mg	MVV BioPower									
	731	Mg	Hokawe Eberswalde									
	587	Mg	RWE KAC Rudow									
	134	Mg	BEB Feldberg									
			Vergleich: Aufkommen 2010: 2.324 Mg Aufkommen 2012: 1.615 Mg									
Stofffluss		Kenndaten										
		Heizwert 10,5 MJ/kg FS C fossil 1% FS										
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten										
Energetische Nutzung unter Strom- und Wärmeerzeugung entsprechend der Wirkungsgrade der Biomasse-HKW; fossile CO ₂ -Emissionen aus Verunreinigungen		Recyclingquote: - = Output zur stofflichen Verwertung/Input										
		Energetische Verwertungsquote: 100% = Output zur energetischen Verwertung/Input										
		Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input										
		Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input										
Klimagasbilanz 2014												
		Vergleich <table border="1" style="float: right;"> <thead> <tr> <th></th> <th>2010</th> <th>2012</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</td> <td>-2.567</td> <td>-1.784</td> </tr> <tr> <td>Netto spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</td> <td>-1.105</td> <td>-1.105</td> </tr> </tbody> </table>			2010	2012	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-2.567	-1.784	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-1.105	-1.105
	2010	2012										
Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-2.567	-1.784										
Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-1.105	-1.105										
Ergebnis spezifisch												
		Belastung	Gutschrift									
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>												
Gesamt		56	-633									
			-577									
Umweltbilanz 2014												
Ressourcenschonung												
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch										
Holz lutro	0	Mg	Holz lutro									
			0									
			kg/Mg (wie 2012)									
Luftemissionen												
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch										
NOx	409	kg	NOx [g/Mg]									
			Gesamt									
			225									
			(Vgl. 2012: 51 g/Mg)									

Im Jahr 2014 wurden Weihnachtsbäume in vier Biomasse-HKW's eingesetzt. Dadurch ergibt sich eine Verschlechterung in der Klimagasbilanz sowie bei den NOx-Emissionen. Soweit möglich, sollte eine Rückkehr zur Mitverbrennung erfolgen (2010 und 2012 Mitverbrennung im KW Reuter).

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.1.6 Organikabfall im Sammelsystem Laubsack (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2014																								
Aufkommen	9.164	Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 15.855 Mg																				
Behandlung	9.026	Mg	offene Kompostierung	Aufkommen 2012: 10.020 Mg																				
	138	Mg	Mitverbrennungsversuch IKW Rüdersdorf																					
Stofffluss				Kenndaten <i>Laubsackinhalt IKW Rüdersdorf</i> <i>Kompost</i> Heizwert 5,85 MJ/kg FS P ₂ O ₅ -Gehalt 0,25% TS Cd-Gehalt 0,4 mg/kg TS																				
	Bilanzierung Offene Kompostierung Störstoffanteil 0,4% (PE-Säcke: H _i 25 MJ/kg, C fossil 50%) Emissionsfaktoren UBA-Texte 39/2015 (Kap. 4.1) Erzeugte Kompostmenge 450 kg/Mg Input, 55% TS Mitverbrennungsversuch IKW Rüdersdorf siehe Kapitel 4.4			Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: 98% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 2% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input																				
Klimagasbilanz 2014																								
			Vergleich <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2010</th> <th>2012</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</td> <td>263</td> <td>-149</td> </tr> <tr> <td>Netto spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</td> <td>17</td> <td>-15</td> </tr> </tbody> </table>			2010	2012	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	263	-149	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	17	-15											
	2010	2012																						
Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	263	-149																						
Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	17	-15																						
			Ergebnis spezifisch <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Offene Kompostierung</td> <td>167</td> <td>-135</td> <td>32</td> </tr> <tr> <td>IKW Rüdersdorf</td> <td>50</td> <td>-282</td> <td>-231</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>165</td> <td>-137</td> <td>28</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>				Offene Kompostierung	167	-135	32	IKW Rüdersdorf	50	-282	-231	Gesamt	165	-137	28
	Belastung	Gutschrift	Netto																					
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>																								
Offene Kompostierung	167	-135	32																					
IKW Rüdersdorf	50	-282	-231																					
Gesamt	165	-137	28																					
Umweltbilanz 2014																								
Ressourcenschonung																								
Einsparung gesamt			Einsparung spezifisch																					
Phosphorit	28	Mg	P ₂ O ₅																					
-----> 3 m ² geschonte Fläche			kg/Mg																					
P ₂ O ₅	5,6	Mg	Gesamt	0,61 (Vgl. 2012: 0,62 kg/Mg)																				
Luftemissionen																								
Nettoergebnis gesamt			Nettoergebnis spezifisch																					
NH ₃	194	kg	NH ₃ [g/Mg]																					
NOx	1.016	kg	NOx [g/Mg]																					
			Gesamt	21 111																				
			<i>Vergleich 2012</i>	458 -																				
Cadmiumeintrag in Boden																								
Nettoergebnis gesamt	0,03	kg	Nettoergebnis spezifisch	2,9 mg/Mg (wie 2012)																				

Das Aufkommen 2014 liegt um 9% niedriger als 2012. Aufgrund aktualisierter Emissionsfaktoren zeigt die Klimagasbilanz eine Nettobelastung, während die spezifische NH₃-Nettobelastung geringer liegt als 2012 (Kap. 4.1). Der Mitverbrennungsversuch von Laub im IKW Rüdersdorf war erfolgreich (Kap. 4.4). Weitere Alternativen bestehen in der Umlenkung zu emissionsarmen biologischen Behandlungsverfahren.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

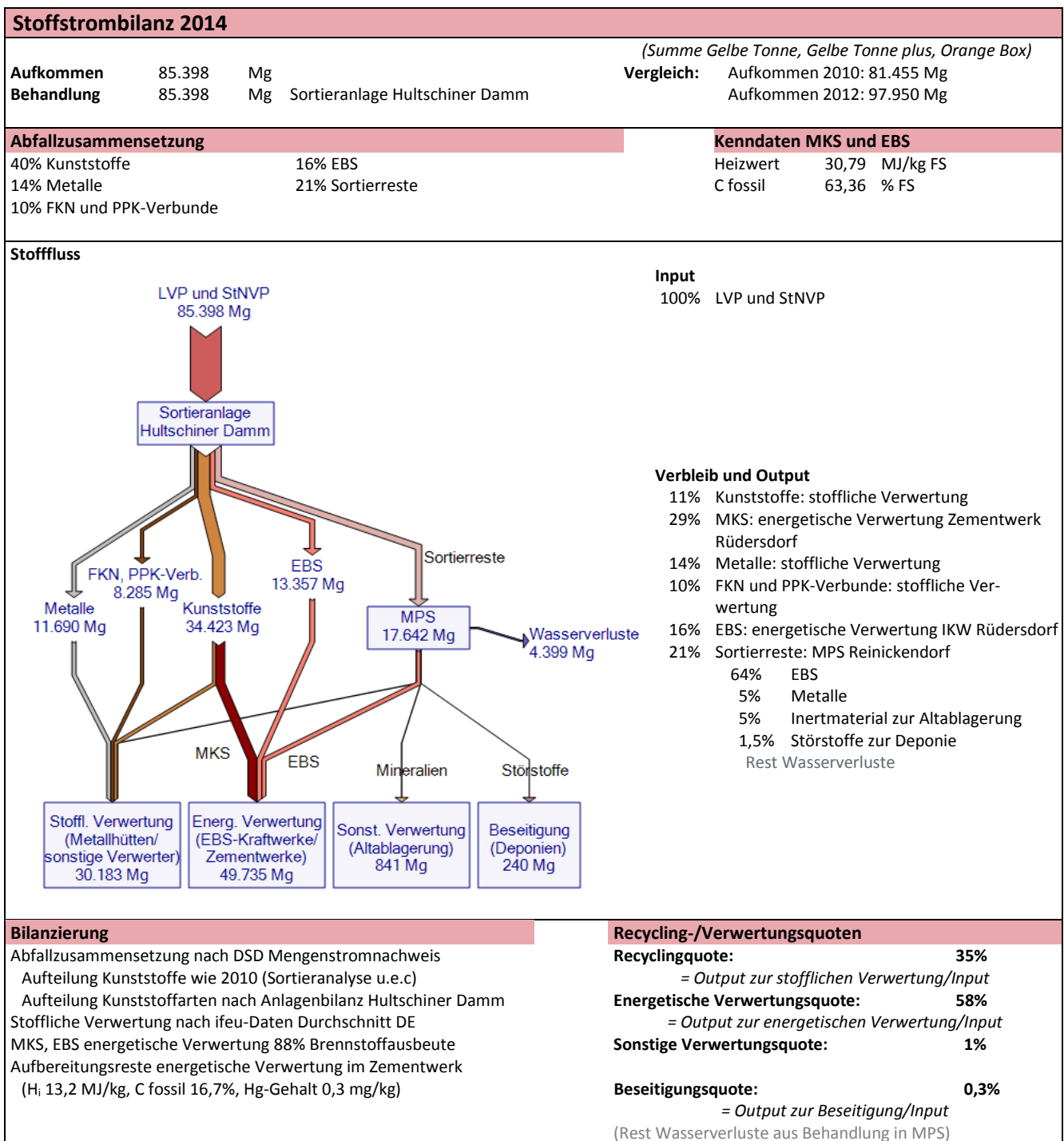
2.1.7 Altpapier (AVV 200101)

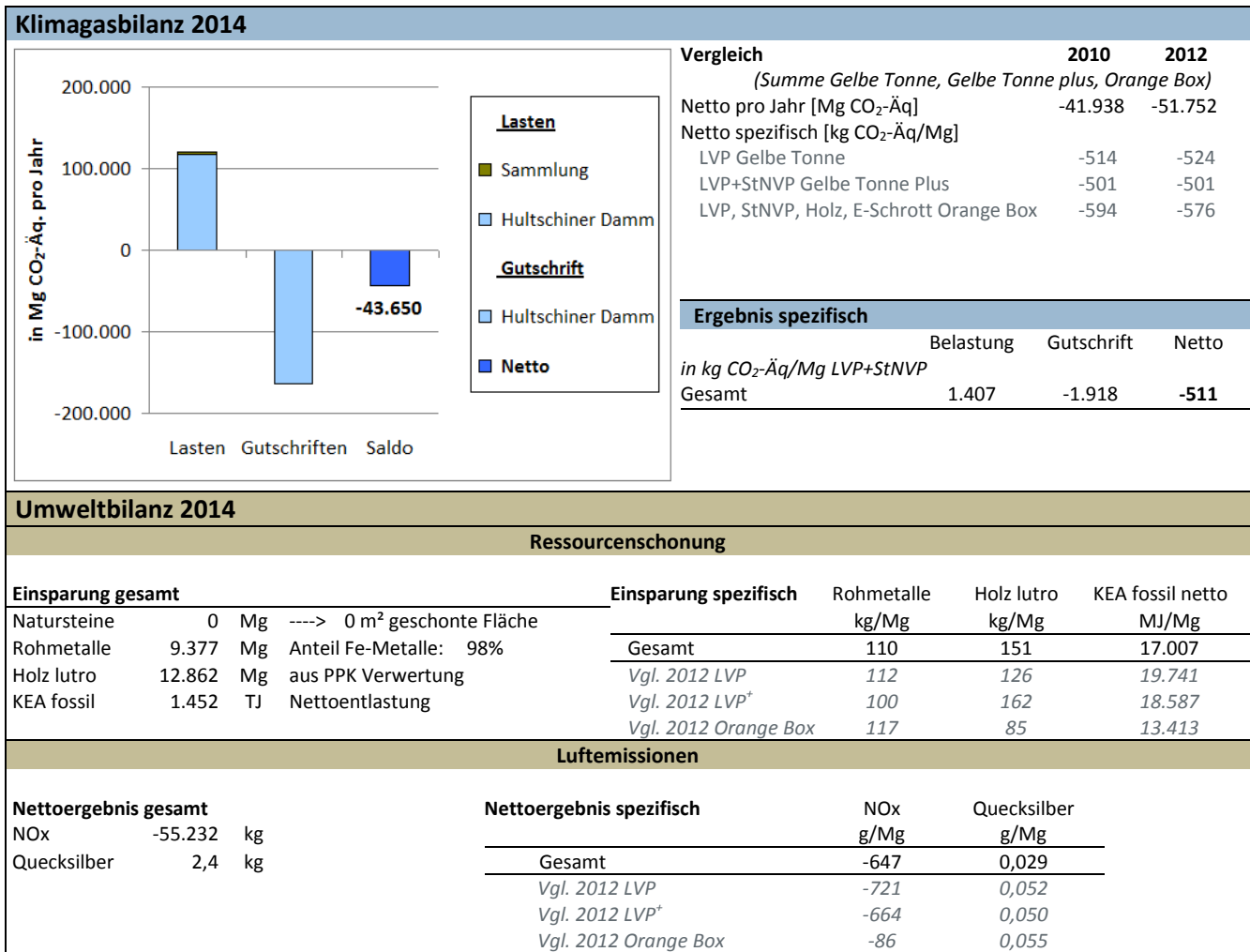
Stoffstrombilanz 2014				
Aufkommen	174.368 Mg	Vergleich:	Aufkommen 2010: 189.279 Mg	
Behandlung	174.368 Mg Sortieranlagen		Aufkommen 2012: 178.986 Mg	
Stofffluss	<p>Input 100% Altpapier, gesammelt</p> <p>Output 99% Altpapier, sortiert</p> <p>Sortierreste</p> <p>energ. Verw. (MVA) 1.744 Mg</p> <p>stoffl. Verw. (Papierfabriken) 172.624 Mg</p>	Abfallzusammensetzung	100% Altpapier aus getrennter Erfassung	
		Bilanzierung	<ul style="list-style-type: none"> - 57 km Sammelstrecke und 25 km zur Behandlungsanlage - Sortierung, Ausbeute 99% - Aufbereitung (Pulper), Ausbeute Sekundärfasern 82,8% - Technischer Substitutionsfaktor 0,95 - Substituierte Primärfasern: 57% Zellstoff, 43% Holzstoff <p>→ ersetzte Menge Primärfasern = 99% * 82,8% * 0,95 = 78%</p>	
		Recycling-/Verwertungsquoten	<p>Recyclingquote: 99% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: 1% = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input</p>	
Klimagasbilanz 2014				
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>50.000 0 -50.000 -100.000 -150.000 -200.000</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p> <p>Lasten</p> <ul style="list-style-type: none"> Sammlung Aufbereitung <p>Gutschrift</p> <ul style="list-style-type: none"> Primärfasern und Energie Netto <p>-113.723</p>	Vergleich	2010	2012	
		Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-121.555	-116.734
	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-642	-652	
		- Entlastung v.a. durch ersetzte Primärfasern		
	Ergebnis spezifisch	Belastung	Gutschrift	Netto
	in kg CO ₂ -Äq/Mg Altpapier			
	Gesamt	231	-883	-652
Umweltbilanz 2014				
Ressourcenschonung				
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch		
Holz lutro	307.399 Mg	Holz lutro	1.763 kg/Mg (wie 2012)	

Das Aufkommen 2014 liegt 3% niedriger als 2012. Darin umfasst sind häusliche und kleingewerbliche Papierabfälle, gewerbliche Mengen sind hier nicht einbezogen. Die spezifischen Ergebnisse der Klimagas- und Umweltbilanz sind gegenüber 2012 unverändert. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in einer Steigerung der getrennten Erfassung (um 22.894 Mg nach ifeu/ICU 2012, S.183) durch den Ausbau von Müllschleusen in Großwohnanlagen und Blockbebauungen.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.1.8 Leichtverpackungen (LVP) (AVV 150106) und stoffgleiche Nichtverpackungen (StNVP) (AVV 200301)





In 2014 kommt erstmals die Erfassung in der gemeinsamen Wertstofftonne zum Tragen (vgl. Kap. 4.3). Das Aufkommen 2014 in Höhe von 85.398 Mg liegt gegenüber dem gesamten Aufkommen 2012 (Summe Sammlung Gelbe Tonne, Gelbe Tonne Plus und Orange Box) um 12% niedriger. In der Abfallzusammensetzung 2014 ist der Kunststoffanteil gegenüber 2010 und 2012 von 52% auf 40% gesunken, der Sortierrestanteil ist von 4% bzw. 5% auf 21% angestiegen. Der Anteil EBS-Produkte ist von 20% auf 16% zurückgegangen.

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz 2014 zeigt mit einer spezifischen Nettoentlastung von -511 kg CO₂-Äq/Mg ein ähnliches Ergebnis wie die spezifischen Ergebnisse der drei bisherigen Sammelsysteme in den Vorjahren. Auch die Ergebnisse der Umweltbilanz liegen in ähnlicher Höhe wie zuvor die Ergebnisse für die drei Sammelsysteme. Die Reduktion der spezifischen Quecksilberbelastung ergibt sich v.a. aufgrund der verbesserten Abscheidung von Quecksilber bei der Mitverbrennung in Zementwerken (vgl. Kap. 4.6.2).

Weitere Steigerung der getrennten Erfassung von Wertstoffen aus Haus- und Geschäftsmüll durch die Weiterführung von Öffentlichkeitsarbeit und Bürgerberatung sowie durch die Einführung von Abfallmanagementsystemen insbesondere bei Großwohnanlagen und Blockbebauungen. Ergänzend werden Analysen bezüglich des jetzt höheren Sortierrestanteils empfohlen.

Optimierungsmaßnahmen

2.1.9 Altglas (AVV 200102)

Stoffstrombilanz 2014																																			
Aufkommen	63.634 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 67.958 Mg																																
Behandlung	63.634 Mg	Sortieranlagen	Aufkommen 2012: 66.453 Mg																																
Stofffluss			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #f28b82; color: white;">Abfallzusammensetzung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">100% Altglas aus getrennter Erfassung</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #f28b82; color: white;">Bilanzierung</th> </tr> <tr> <td colspan="2">- 15 km Sammelstrecke und 75 km zur Behandlungsanlage</td> </tr> <tr> <td colspan="2">- Sortierung, Ausbeute 97%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">- Substituierte Primärprozesse: 100% Rohmaterial: Sand, Soda, Kalkstein, Feldspat, Dolomit Thermische Energie: 9,6 kJ/kg Glas und % Gesamtscherbeneinsatz</td> </tr> <tr> <td colspan="2">→ ersetzte Menge Rohmaterial = 97%</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #f28b82; color: white;">Recycling-/Verwertungsquoten</th> </tr> <tr> <td>Recyclingquote:</td> <td style="text-align: right;">97%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur stofflichen Verwertung/Input</td> </tr> <tr> <td>Energetische Verwertungsquote:</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur energetischen Verwertung/Input</td> </tr> <tr> <td>Sonstige Verwertungsquote:</td> <td style="text-align: right;">-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur sonstigen Verwertung/Input</td> </tr> <tr> <td>Beseitigungsquote:</td> <td style="text-align: right;">3%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur Beseitigung/Input</td> </tr> </tbody> </table>	Abfallzusammensetzung		100% Altglas aus getrennter Erfassung		Bilanzierung		- 15 km Sammelstrecke und 75 km zur Behandlungsanlage		- Sortierung, Ausbeute 97%		- Substituierte Primärprozesse: 100% Rohmaterial: Sand, Soda, Kalkstein, Feldspat, Dolomit Thermische Energie: 9,6 kJ/kg Glas und % Gesamtscherbeneinsatz		→ ersetzte Menge Rohmaterial = 97%		Recycling-/Verwertungsquoten		Recyclingquote:	97%	= Output zur stofflichen Verwertung/Input		Energetische Verwertungsquote:	-	= Output zur energetischen Verwertung/Input		Sonstige Verwertungsquote:	-	= Output zur sonstigen Verwertung/Input		Beseitigungsquote:	3%	= Output zur Beseitigung/Input	
Abfallzusammensetzung																																			
100% Altglas aus getrennter Erfassung																																			
Bilanzierung																																			
- 15 km Sammelstrecke und 75 km zur Behandlungsanlage																																			
- Sortierung, Ausbeute 97%																																			
- Substituierte Primärprozesse: 100% Rohmaterial: Sand, Soda, Kalkstein, Feldspat, Dolomit Thermische Energie: 9,6 kJ/kg Glas und % Gesamtscherbeneinsatz																																			
→ ersetzte Menge Rohmaterial = 97%																																			
Recycling-/Verwertungsquoten																																			
Recyclingquote:	97%																																		
= Output zur stofflichen Verwertung/Input																																			
Energetische Verwertungsquote:	-																																		
= Output zur energetischen Verwertung/Input																																			
Sonstige Verwertungsquote:	-																																		
= Output zur sonstigen Verwertung/Input																																			
Beseitigungsquote:	3%																																		
= Output zur Beseitigung/Input																																			
Klimagasbilanz 2014																																			
	Vergleich	2010	2012																																
	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-30.568	-30.091																																
	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-450	-453																																
	- Entlastung zu 85% durch Substitution Rohmaterial davon 50% vermiedene mineralische CO ₂ -Emissionen																																		
	Ergebnis spezifisch																																		
		Belastung	Gutschrift																																
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Altglas</i>			Netto																																
Gesamt	45	-498	-453																																
Umweltbilanz 2014																																			
Ressourcenschonung																																			
Einsparung gesamt																																			
Natursteine	74.186 Mg	---->	2.110 m ² geschonte Fläche																																

Das Aufkommen 2014 liegt 4% niedriger als 2012. Das spezifische Ergebnis der Klimagasbilanz ist gegenüber 2012 unverändert. Optimierungsmöglichkeiten wurden für das Altglasrecycling nicht gesehen. Jedoch ist eine Steigerung der getrennten Erfassung von Altglas vor dem Hintergrund der Umstellung des Erfassungssystems von Hol- auf Bringsystem anzustreben.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.1.10 Alttextilien (AVV 201111)

Stoffstrombilanz 2014					
Aufkommen	32.949 Mg	(berechnet)	Vergleich:	Aufkommen 2010: 31.749 Mg	
Behandlung	32.949 Mg	Sortierung (Annahme händisch)		Aufkommen 2012: 31.054 Mg	
Stofffluss	<p>Alttextilien 32.949 Mg Input: 100% Alttextilien gesammelt Sortierung Output: 100% Alttextilien sortiert Wiederverw. EBS Energ. Verwertung (Steinkohlekraftwerke) 13.180 Mg Stoffl. Verwertung (Second Hand) 19.769 Mg</p>		Kenndaten	Heizwert 15 MJ/kg FS C fossil 12% FS	
			Bilanzierung	Aufkommen hochgerechnet basierend auf bundesdurchschnittlicher Sammelquote von 9,2 kg/(E*a) und Einwohnerzahl Berlin 2014 Transport zur Sortierung 350 km (Textil-Recycling Nord Himmelpforten) 60% Wiederverwendung Export 300 km Lkw, 2000 km Seeschiff; stark vereinfachende Annahme ersetzt zu 50% Neuware (60% Baumwolle, 40% PET) 40% Mitverbrennung Steinkohlekraftwerk mit obigen Kenndaten	
			Recycling-/Verwertungsquoten	Recyclingquote: 60% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 40% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input	
Klimagasbilanz 2014					
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Legend: Lasten (Sammlung, Sortierung), Gutschriften (Sortierung, Netto)</p> <p>Saldo: -138.292</p>		Vergleich	2010	2012	
		Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-134.166	-130.338	
		Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-4.226	-4.197	
		- Entlastung v.a. durch ersetzte Primäertextilfasern			
		Ergebnis spezifisch			
			Belastung	Gutschrift	Netto
		in kg CO ₂ -Äq/Mg Alttextilien			
		Gesamt	271	-4.468	-4.197
Umweltbilanz 2014					
Ressourcenschonung					
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch		KEA fossil netto	
KEA fossil	1.726 TJ	Gesamt	52.380 MJ/Mg	(wie 2012)	
	Nettoentlastung				
Luftemissionen					
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch			
NO _x	-201.654 kg	NO _x	g/Mg	Quecksilber	NH ₃
Quecksilber	-1,7 kg	Gesamt	-6.120	-0,05	-4.024
NH ₃	-132.602 kg				(wie 2012)

Das berechnete Aufkommen 2014 liegt aufgrund einer gestiegenen Einwohnerzahl in Berlin 6% höher als 2012. Die Klimagas- und Umweltbilanz ist gegenüber 2012 unverändert. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in einer Steigerung des Anteils zur Wiederverwendung, soweit die Qualitäten der Textilien dies erlauben.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.1.11 Altreifen (AVV 160103)

Stoffstrombilanz 2014			
Aufkommen	14.482 Mg	(berechnet)	Vergleich: Aufkommen 2010: 20.108 Mg Aufkommen 2012: 16.719 Mg
Behandlung	7.241 Mg	Recycling	
	7.241 Mg	Mitverbrennung Zementwerk	

Stofffluss

Input
100% Altreifen gesammelt

Output
50% Zementwerk
33,5% Regranulat
7% EBS (Textilcord)
9% Metalle
0,5% Inert zur Deponie

Kenndaten

Heizwert	26 MJ/kg FS	C fossil	51,6% FS
		Hg-Gehalt	0,17 mg/kg FS

Bilanzierung
Aufkommen berechnet ausgehend von bundesweitem Aufkommen; davon nur Anteil Granulierung und Mitverbrennung umgerechnet für Berlin über Einwohnerzahlen 2014
50% Granulierung nach Kooperationsstudie ifeu für die Fa. Genan
50% Mitverbrennung Zementwerk mit obigen Kenndaten

Recycling-/Verwertungsquoten

Recyclingquote: **51,5%**
= Output zur stofflichen Verwertung/Input

Energetische Verwertungsquote: **48,0%**
= Output zur energetischen Verwertung/Input

Sonstige Verwertungsquote: -
= Output zur sonstigen Verwertung/Input

Beseitigungsquote: **0,5%**
= Output zur Beseitigung/Input

Klimagasbilanz 2014

Vergleich

	2010	2012
Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-26.257	-22.657
Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-1.306	-1.355

Ergebnis spezifisch

	Belastung	Gutschrift	Netto
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Altreifen</i>			
Recycling	901	-2.823	-1.922
Zementwerk	1.993	-3.040	-1.047
Gesamt	1.447	-2.932	-1.485

Umweltbilanz 2014			
Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	
Natursteine	0 Mg ----> 0 m ² geschonte Fläche	Rohmetalle	KEA fossil netto
Rohmetalle	2.607 Mg Anteil Fe-Metalle: 100%	kg/Mg	MJ/Mg
KEA fossil	543 TJ Nettoentlastung	Gesamt	180
		<i>Vergleich 2012</i>	<i>180</i>
			<i>35.498</i>
Luftemissionen			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	
NOx	-23.767 kg	NOx	Quecksilber
Quecksilber	0,6 kg	g/Mg	g/Mg
		Recycling	-2.986
		Zementwerk	-297
		Gesamt	-1.641
		<i>Vergleich 2012</i>	<i>-1.496</i>
			<i>0,05</i>

Das berechnete Aufkommen 2014 in Höhe von 14.482 Mg liegt gegenüber 2012 um 13% niedriger, korrelierend mit dem bundesweit rückläufigen Aufkommen. Die Anteile der stofflichen Verwertung und der Mitverbrennung haben sich zugunsten der stofflichen Verwertung auf 50:50 geändert (2012: 45% zu 55%).

Zusammenfassung

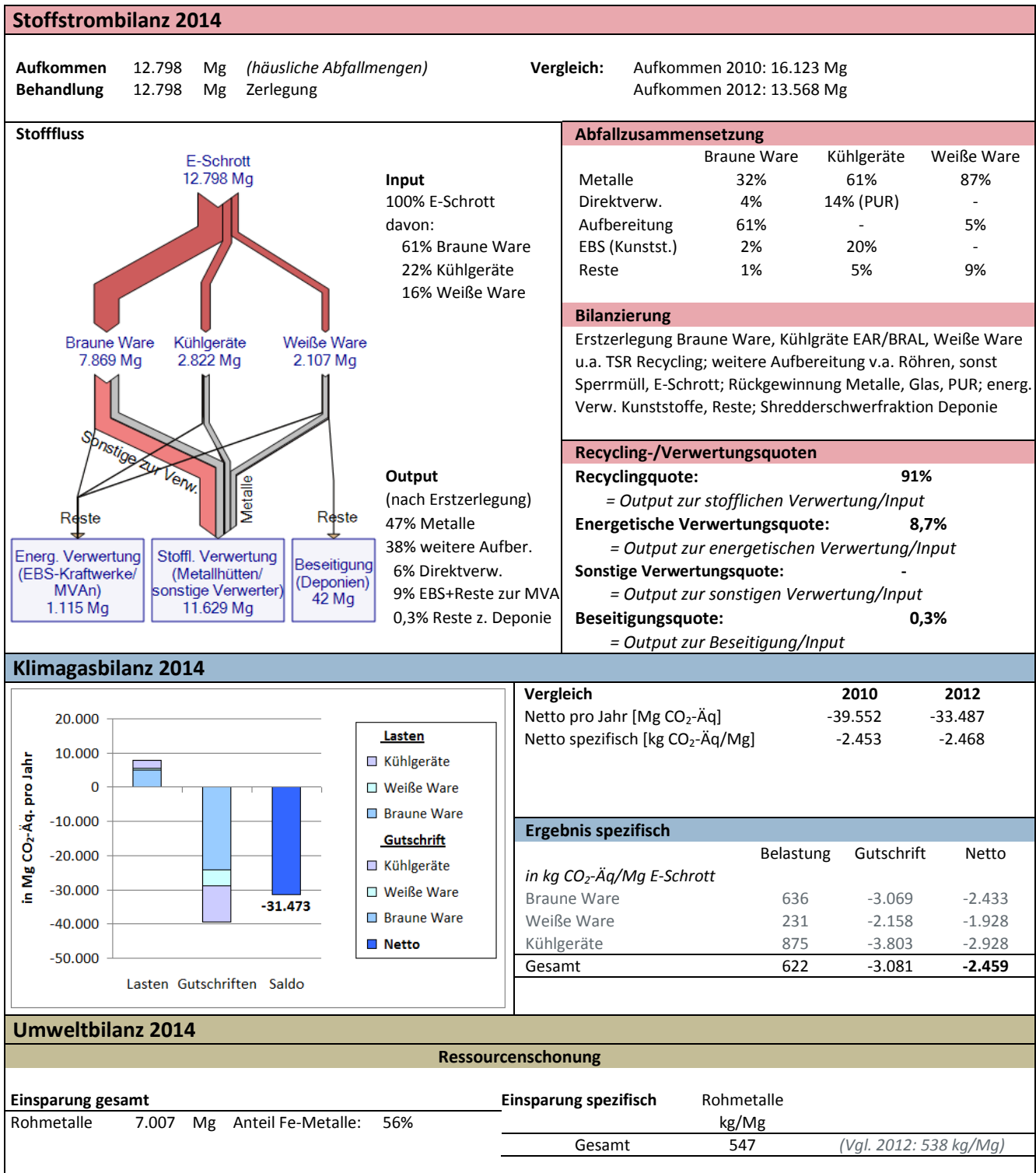
Die Klimagasbilanz zeigt, dass 2014 gegenüber 2012 die spezifische Nettoentlastung aufgrund des höheren Recyclinganteils von -1.355 auf -1.485 kg CO₂-Äq/Mg gesteigert wurde. Auch bei der Umweltbilanz konnten Verbesserungen erreicht werden. Die spezifischen Nettoentlastungen beim KEA fossil und den NO_x-Emissionen sind gestiegen. Für NO_x-Emissionen wird v.a. durch das Recycling eine hohe Nettoentlastung erreicht. Die spezifische Nettobelastung bei den Quecksilberemissionen liegt niedriger v.a. aufgrund der verbesserten Abscheidung von Quecksilber bei der Mitverbrennung in Zementwerken (vgl. Kap. 4.6.2).

Bereits in (ifeu/ICU 2013) wurde die weitere Steigerung einer hochwertigen stofflichen Verwertung auf 80% untersucht. Dies würde eine Steigerung der Klimagasentlastung sowie der Schonung fossiler Ressourcen um etwa 25%, eine Steigerung der NO_x-Entlastung um über 60% und eine Reduzierung der Quecksilberbelastung um mehr als 10% bewirken.

Optimierungsmaßnahmen

Ein wirkungsvolles Lenkungsinstrument wäre eine Rechtsverordnung auf Bundesebene zur Förderung der hochwertigen stofflichen Verwertung von Altreifen. Dabei ist sicherzustellen, dass die stoffliche Verwertung bestimmte Mindestkriterien erfüllt (v.a. Substitution von synthetischem Gummi oder thermoplastischen Polymeren). Alternativ kann eine solche Festlegung auch auf Länderebene für die öffentliche Hand erfolgen. Die Vorgabe dieser Mindestkriterien wurde daher in Form eines Leistungsblattes für die Verwertung von Altreifenabfällen in der Berliner Verwaltungsvorschrift „Beschaffung und Umwelt“ festgeschrieben.

2.1.12 E-Schrott (AVV 200136)



Das Aufkommen 2014 in Höhe von 12.798 Mg liegt gegenüber 2012 um 6% niedriger. Die Anteile Kühlgeräte, Braune und Weiße Ware sind in etwa gleich geblieben. Die Klimagas- und Umweltbilanz zeigt wie in den Vorjahren bedeutende Entlastungen. Eine Optimierung besteht in der Steigerung der getrennten Erfassung (v.a. Haushaltskleingeräte).

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.1.13 Altmetalle (AVV 200140)

Stoffstrombilanz 2014				
Aufkommen	8.614	Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 8.738 Mg Aufkommen 2012: 8.165 Mg	
Behandlung	8.614	Mg		
			Separierung (TSR Recycling)	
Stofffluss		Abfallzusammensetzung		
<p>Altmittel 8.614 Mg</p> <p>Input 100% Altmittel</p> <p>zur Aufbereitung/ Verwertung</p> <p>Output 100% Altmittel, separiert</p> <p>stoffl. Verwertung (Stahlwerke) 8.614 Mg</p>		100% Altmittel aus getrennter Erfassung (v.a. BSR-Recyclinghöfe); keine Trennung nach Fe- und NE-Metallen		
		Bilanzierung		
		kein Sammelaufwand (Bringsystem); Transport zur Separierung 60 km Annahme 100% Fe-Metalle; Transport zu Verwertern Annahme 100 km; Metallausbeute 78%		
		Recycling-/Verwertungsquoten		
		Recyclingquote: 100% = Output zur stofflichen Verwertung/Input		
		Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input		
		Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input		
		Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input		
Klimagasbilanz 2014				
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Legend: Lasten ■ Sammlung ■ Verwertung Gutschrift □ Primärmetall ■ Netto</p>		Vergleich		
			2010	2012
		Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]		
		-6.278		
		-5.866		
		Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]		
		-718		
		-718		
		Ergebnis spezifisch		
		Belastung	Gutschrift	Netto
		<i>in kg CO₂-Äq/Mg Altmittel</i>		
		Gesamt	283	-1.001
				-718
Umweltbilanz 2014				
Ressourcenschonung				
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch		
Rohmetalle	6.719 Mg	Anteil Fe-Metalle:	100%	
		Rohmetalle	kg/Mg	
		Gesamt	780 (wie 2012)	

Das Aufkommen 2014 liegt 5% höher als 2012. Es handelt sich bei diesem Stoffstrom ausschließlich um über die BSR erfasste Mengen. Die spezifischen Ergebnisse der Klimagas- und Umweltbilanz sind unverändert gegenüber 2012 und 2010. Eine Optimierungsmöglichkeit besteht darin, NE-Metalle getrennt zu erfassen bzw. diese abzutrennen. Hemmnisse bestehen v.a. im Kostenaufwand (Kontrolle, geschultes Personal, Aufbereitungstechnik). Das Optimierungspotenzial sollte im Rahmen der SKU-Bilanz 2016 vertieft untersucht werden.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2 Abfälle aus anderen Herkunftsbereichen

2.2.1 Boden und Steine (AVV 170504)

Stoffstrombilanz 2014		
Aufkommen	2.120.176 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 2.160.000 Mg
Behandlung	737.245 Mg Brech- und Klassieranlagen	Aufkommen 2012: 1.937.773 Mg
	603.076 Mg Deponien/Altablagierung	
	779.856 Mg Tagebau	
Stofffluss	<p>Input 100% Boden und Steine</p> <p>Output / Verbleib 100% Boden und Steine davon: 25% Baumaßnahmen 21% Deponie 12% Altablagierung 42% Tagebau</p> <p>Stoffliche Verw. (Baumaßnahmen) 468.430 Mg</p> <p>Sonstige Verwertung (Deponien/Tagebaue /Altablagierung) 1.373.791 Mg</p> <p>Beseitigung (Deponien) 18.725 Mg</p> <p>Differenz In-/Output: 259.231 Mg</p>	<p>Abfallzusammensetzung natürlich gewachsener oder bereits verwendeter Boden</p> <p>Bilanzierung Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Altablagierung Großziethen - Tagebaue (LBGR Brandenburg)</p> <p>Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: 25% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: 74% = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: 1% = Output zur Beseitigung/Input</p>
Klimagasbilanz 2014		
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet		
Umweltbilanz 2014		
Ressourcenschonung		
Einsparung gesamt		
Natursteine	468.430 Mg	----> 17.349 m ² geschonte Fläche

Das Aufkommen 2014 liegt 9% höher als 2012. Die Input-Output-Differenz der Brech- und Klassieranlagen für diese Abfallart resultiert aus entsprechend hohen Lagerbeständen.

Zusammenfassung

Von der ausgewiesenen Output/Verbleib-Menge Bodenaushub wurden 25% nach Aufbereitung in Brech- und Klassieranlagen in Baumaßnahmen stofflich verwertet (2012: 33%) und 74% unaufbereitet einer sonstigen Verwertung (Deponien, Altablagierung, Tagebaue) zugeführt. Lediglich 1% wurde direkt auf Deponien (MEAB) beseitigt.

Optimierungsmöglichkeiten bestehen in einer Steigerung des Einsatzes von Boden bei Baumaßnahmen zur Steigerung der Schonung mineralischer Rohstoffe. Dies bedarf der vertieften Untersuchung zur möglichen Umsetzung u.a. durch Stoffstrommanagement sowie der Initiierung einer verstärkten Nachfrage.

Optimierungsmaßnahmen

2.2.2 Bauschutt (AVV 170102, 170103, 170107)

Stoffstrombilanz 2014			
Aufkommen	938.201	Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 851.647 Mg Aufkommen 2012: 1.166.261 Mg
Behandlung	253.361	Mg	
	551.681	Mg	
	133.159	Mg	
			Brech- und Klassieranlagen Deponien/Altablagerung Tagebau
Stofffluss		Abfallzusammensetzung	
<p>Input 100% Bauschutt</p> <p>Output / Verbleib 100% Bauschutt davon: 14% Straßenbau 39% Deponie 30% Altablagerung 17% Tagebau</p>		<p>Gemische aus Beton, Ziegel, Fliesen und Keramik Die üblicherweise umfassten Einzelfractionen Beton, Ziegel Baustoffe auf Gipsbasis sind gesondert ausgewertet.</p>	
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten	
<p>Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Altablagerung Großziethen - Tagebaue (LBGR Brandenburg)</p>		<p>Recyclingquote: 14% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: 82% = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: 4% = Output zur Beseitigung/Input</p>	
Klimagasbilanz 2014			
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet			
Umweltbilanz 2014			
Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt			
Natursteine	115.058	Mg	----> 1.770 m ² geschonte Fläche

Das Aufkommen 2014 liegt 20% niedriger als 2012. Die Input-Output-Differenz der Brech- und Klassieranlagen für diese Abfallart ergibt sich – wie auch 2010 und 2012 – durch die Verwertung u.a. von Ziegelanteilen im aufbereiteten Betonmaterial für den Straßen- und Wegebau (bis zu 30% Ziegelanteil in Berlin zulässig) sowie aus Lagerbeständen (vgl. Kap. 2.2.3, Steckbrief „Beton“).

Zusammenfassung

Von der ausgewiesenen Output/Verbleib-Menge Bauschutt wurden 14% nach Aufbereitung in Brech- und Klassieranlagen in Straßenbaumaßnahmen stofflich verwertet (2012: 13%) und 82% unaufbereitet einer sonstigen Verwertung (Deponien, Altablagerung, Tagebaue) zugeführt. Rund 4% wurden direkt auf Deponien (MEAB) beseitigt.

Optimierungsmaßnahmen

Optimierungsmöglichkeiten bestehen in einer weiteren Steigerung des Einsatzes im Straßenbau zur Steigerung der Schonung mineralischer Rohstoffe. Bei verstärkter Nachfrage nach RC-Beton im Hochbau könnte der bisherige Betoneinsatz im Straßenbau weitgehend durch Bauschutt ersetzt werden.

2.2.3 Beton (AVV 170101)

Stoffstrombilanz 2014			
Aufkommen	930.659	Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 791.439 Mg Aufkommen 2012: 973.983 Mg
Behandlung	911.591	Mg	
	14.386	Mg	
	4.682	Mg	
			Brech- und Klassieranlagen
			Deponien/Altablagerung
			Tagebau
Stofffluss		Abfallzusammensetzung	
		Hochwertige Bauschuttfraktion; gesondert ausgewertet, um Potenzial für RC-Beton darzustellen	
		Bilanzenierung	
		Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Altablagerung Großziethen - Tagebaue (LBGR Brandenburg)	
		Recycling-/Verwertungsquoten	
		Recyclingquote: 98,5% = Output zur stofflichen Verwertung/Input	
		Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input	
		Sonstige Verwertungsquote: 1,46% = Output zur sonstigen Verwertung/Input	
		Beseitigungsquote: 0,06% = Output zur Beseitigung/Input	
Klimagasbilanz 2014			
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet			
Umweltbilanz 2014			
Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt			
Natursteine	1.237.292	Mg	----> 19.035 m ² geschonte Fläche

Das Aufkommen 2014 liegt 4% niedriger als 2012. Die Input-Output-Differenz der Brech- und Klassieranlagen für diese Abfallart resultiert daraus, dass aus dem Stoffstrom Bauschutt Anteile dem Beton zugeschlagen werden. Beton darf in Berlin z.B. für Straßenbaumaterial bis zu je 30% Ziegel und Asphalt enthalten. Betonrecyclingmaterial wird wie 2012 zu rund 99% im Straßenbau eingesetzt.

Zusammenfassung

Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung des RC-Betons zum Hochbaueinsatz durch sortenreine Erfassung beim Gebäuderückbau. Dadurch würden auch Absatzmöglichkeiten im Straßenbau für andere Bauschuttabfälle frei werden. Fördermaßnahmen für den Einsatz von RC-Beton v.a. bei öffentlichen Hochbaumaßnahmen bestehen im Rahmen der Vorgaben einer umweltverträglichen Beschaffung. Zur Akzeptanzsteigerung wurden in Berlin durch die Senatsumweltverwaltung bereits Pilotprojekte sowie ein breiter Fachdialog und Informationstransfer initiiert. Der Einsatz von RC-Beton im Hochbau kann kostenneutral erfolgen (<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/abfall/rc-beton/index.shtml> sowie ifeu/ICU 2013, S.204).

Optimierungsmaßnahmen

2.2.4 Gipsabfälle (AVV 170802)

Stoffstrombilanz 2014																																					
Aufkommen	36.061	Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: - Mg (nicht ausgewertet) Aufkommen 2012: 28.973 Mg																																		
Behandlung	36.061	Mg Deponie																																			
Stofffluss			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #f28b82;">Abfallzusammensetzung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Bauschuttfraktion; gesondert ausgewertet, um Potenzial für Recycling darzustellen (v.a. stofflich verwertbare Gipsplatten)</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #f28b82;">Bilanzierung</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen:</td> </tr> <tr> <td colspan="2">- Berliner Brech- und Klassieranlagen</td> </tr> <tr> <td colspan="2">- Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">- Altablagerung Großziethen</td> </tr> <tr> <td colspan="2">- Tagebaue (LBGR Brandenburg)</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #f28b82;">Recycling-/Verwertungsquoten</th> </tr> <tr> <td>Recyclingquote:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur stofflichen Verwertung/Input</td> </tr> <tr> <td>Energetische Verwertungsquote:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur energetischen Verwertung/Input</td> </tr> <tr> <td>Sonstige Verwertungsquote:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur sonstigen Verwertung/Input</td> </tr> <tr> <td>Beseitigungsquote:</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur Beseitigung/Input</td> </tr> </tbody> </table>	Abfallzusammensetzung		Bauschuttfraktion; gesondert ausgewertet, um Potenzial für Recycling darzustellen (v.a. stofflich verwertbare Gipsplatten)		Bilanzierung		Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen:		- Berliner Brech- und Klassieranlagen		- Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim)		- Altablagerung Großziethen		- Tagebaue (LBGR Brandenburg)		Recycling-/Verwertungsquoten		Recyclingquote:	-	= Output zur stofflichen Verwertung/Input		Energetische Verwertungsquote:	-	= Output zur energetischen Verwertung/Input		Sonstige Verwertungsquote:	-	= Output zur sonstigen Verwertung/Input		Beseitigungsquote:	100%	= Output zur Beseitigung/Input	
Abfallzusammensetzung																																					
Bauschuttfraktion; gesondert ausgewertet, um Potenzial für Recycling darzustellen (v.a. stofflich verwertbare Gipsplatten)																																					
Bilanzierung																																					
Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen:																																					
- Berliner Brech- und Klassieranlagen																																					
- Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim)																																					
- Altablagerung Großziethen																																					
- Tagebaue (LBGR Brandenburg)																																					
Recycling-/Verwertungsquoten																																					
Recyclingquote:	-																																				
= Output zur stofflichen Verwertung/Input																																					
Energetische Verwertungsquote:	-																																				
= Output zur energetischen Verwertung/Input																																					
Sonstige Verwertungsquote:	-																																				
= Output zur sonstigen Verwertung/Input																																					
Beseitigungsquote:	100%																																				
= Output zur Beseitigung/Input																																					
Klimagasbilanz 2014																																					
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet																																					
Umweltbilanz 2014																																					
Ressourcenschonung																																					
Einsparung gesamt																																					
Natursteine	0	Mg	----> 0 m ² geschonte Fläche																																		

Das Aufkommen 2014 liegt 24% höher als 2012. Die Abfallmenge wurde zu 100% auf Deponien (MEAB) zur Beseitigung verbracht. 2012 erfolgte anteilig noch eine Verbringung zur Altablagerung Großziethen, die seit 2013 untersagt ist.

Zusammenfassung

Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der sortenreinen Getrenntsammlung der Gipsabfälle (v.a. Gipsplatten) und deren hochwertigen Aufbereitung. Durch Anhebung der Deponiegebühren auf mindestens 35 €/Mg könnten deutliche Anreize zur Verwertung dieser Abfallart geschaffen werden. Weitere Maßnahmen sind die Bereitstellung umfassender Informationen für Bau- und Abrissunternehmen zu Verwertungsmöglichkeiten, sowie Pilotprojekte im Rahmen öffentlicher Bauvorhaben zur Akzeptanzsteigerung.

Optimierungsmaßnahmen

Der gegenwärtige Stand zur möglichen stofflichen Verwertung von Gipsabfällen ist in Kapitel 5.1 beschrieben.

2.2.5 Ziegel (AVV 170102)

Stoffstrombilanz 2014			
Aufkommen	60.354	Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: - Mg (nicht ausgewertet) Aufkommen 2012: - Mg (nicht ausgewertet)
Behandlung	60.354	Mg	
Stofffluss			Abfallzusammensetzung Bauschuttfraktion; gesondert ausgewertet, um Potenzial für Recycling darzustellen
			Bilanzierung Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Altablagerung Großziethen - Tagebaue (LBGR Brandenburg)
			Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: 100% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input
Klimagasbilanz 2014			
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet			
Umweltbilanz 2014			
Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt			
Natursteine	15.911	Mg	----> 245 m ² geschonte Fläche

Ziegel wurden 2014 erstmals getrennt ausgewertet. Das Aufkommen in Höhe von 60.354 Mg wird in Vorbehandlungsanlagen eingesetzt. Die Input-Output-Differenz der Brech- und Klassieranlagen für diese Abfallart ergibt sich durch die Verwertung von Ziegelanteilen im aufbereiteten Betonmaterial für den Straßen- und Wegebau (bis zu 30% Ziegelanteil in Berlin zulässig) sowie aus Lagerbeständen (vgl. Kap. 2.2.3, Steckbrief „Beton“). Die ausgewiesene Output/Verbleib-Menge an sortenreinem Ziegelmaterial aus den Brech- und Klassieranlagen wird zu 100% im Wegebau eingesetzt.

Zusammenfassung

Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Steigerung des Recyclinganteils durch sortenreine Erfassung von Ziegeln beim Gebäuderückbau. Weitere Maßnahmen liegen in der Erschließung von regelkonformen Einsatzmöglichkeiten von Ziegelbruch im Hoch- und Tiefbau (z.B. anteilig in RC-Beton oder im Straßenbau u.a. als Frostschicht) sowie in Pilotprojekten im Rahmen öffentlicher Bauvorhaben zur Akzeptanzsteigerung. Eine alternative Absatzmöglichkeit besteht für Ziegelmaterial im Garten- und Landschaftsbau (GaLaBau). Hierzu wurden seitens der Senatsumweltverwaltung entsprechende Maßnahmen initiiert (Kap. 5.2).

Optimierungsmaßnahmen

2.2.6 Asphalt (AVV 170302)

Stoffstrombilanz 2014												
Aufkommen	190.080	Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 181.613 Mg Aufkommen 2012: 162.571 Mg									
Behandlung	94.681	Mg										
	86.100	Mg										
	9.184	Mg										
	115	Mg										
			Brech- und Klassieranlagen									
			Asphaltmischwerke									
			Deponien/Altanlagen									
			Tagebau									
Stofffluss		Abfallzusammensetzung										
<p>Input 100% Asphalt</p> <p>Output / Verbleib 100% Asphalt davon: 90,4% Straßenbau 1,4% Deponie 8,1% Altanlage 0,1% Tagebau</p>		Mineralische Stoffe, die hydraulisch mit Bitumen gebunden oder ungebunden sind Bilanzierung Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Altanlage Großziethen - Tagebau (LBGR Brandenburg) - Berliner Asphaltmischwerke										
		Recycling-/Verwertungsquoten										
		Recyclingquote:	90,4%									
		= Output zur stofflichen Verwertung/Input										
		Energetische Verwertungsquote:	-									
		= Output zur energetischen Verwertung/Input										
		Sonstige Verwertungsquote:	8,2%									
		= Output zur sonstigen Verwertung/Input										
		Beseitigungsquote:	1,4%									
		= Output zur Beseitigung/Input										
Klimagasbilanz 2014												
		Vergleich <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2010</th> <th>2012</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</td> <td>-554</td> <td>-767</td> </tr> <tr> <td>Netto spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</td> <td>-5</td> <td>-11</td> </tr> </tbody> </table>			2010	2012	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-554	-767	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-5	-11
	2010	2012										
Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-554	-767										
Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-5	-11										
		Ergebnis spezifisch										
		Belastung	Gut-schrift									
		in kg CO ₂ -Äq/Mg Asphalt										
		Asphaltmischwerk	-13									
		Andere	0									
		Gesamt	-12									
			Netto									
			-13									
			0									
			-12									
Umweltbilanz 2014												
Ressourcenschonung												
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	KEA fossil netto [MJ/kg]									
Natursteine	84.069* Mg	----	3.114 m ² geschonte Fläche									
KEA fossil	163 TJ	Nettoentlastung										
		Asphaltmischwerk	1.895									
		Andere	0									
		Gesamt	1.710 (Vgl. 2012: 1.699 MJ/kg)									
*im Straßenbau stofflich verwertete Menge abzgl. Bitumenanteil (4%)												

Das Aufkommen 2014 liegt 17% höher als 2012. Die Input-Output-Differenz der Brech- und Klassieranlagen für diese Abfallart resultiert insbesondere daraus, dass Bitumen-gemische im Output von Brech- und Klassieranlagen gemeinsam mit anderen Bauprodukten wie Beton u.a. für Tragwerk- und Frostschutzschichten im Straßen- und Wegebau eingesetzt werden (vgl. Kap. 2.2.3, Steckbrief „Beton“).

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

Die ausgewiesene Output/Verbleib-Menge wird zu 90,4% im Straßenbau eingesetzt. 2012 lag dieser Anteil bei 89%.

Optimierungsmöglichkeiten bestehen in einer Steigerung der Einsatzmengen in Asphaltmischwerken durch verbesserte schichtenmäßige Abfräsung des Materials beim Rückbau von Asphaltstraßen (Kap. 5.3).

2.2.7 Baggergut (AVV 170506)

Stoffstrombilanz 2014			
Aufkommen	9.107	Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 4.422 Mg Aufkommen 2012: 10.889 Mg
Behandlung	9.107	Mg Deponie/Altablagerung	
Stofffluss	<p>Input 100% Baggergut</p> <p>Output / Verbleib 100% Baggergut davon: 88% Deponie 12% Altablagerung</p> <p>Sonst. Verw. (Deponien/Altablagerung) 6.296 Mg</p> <p>Beseitigung (Deponien) 2.812 Mg</p>		Abfallzusammensetzung Schlamm, der bei Aushubarbeiten von Gewässern anfällt Bilanzierung Erhebung Aufkommen durch Abfrage/Auswertung - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Wasserbauämter des Bundes und des Landes Berlin Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: - = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: 69% = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: 31% = Output zur Beseitigung/Input
Klimagasbilanz 2014			
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet			
Umweltbilanz 2014			
Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt			
Natursteine	0	Mg	----> 0 m ² geschonte Fläche

Das Aufkommen 2014 liegt 16% niedriger als 2012. Die gesamte Baggergutmenge wurde auf Deponien/Altablagerung entsorgt (verwertet und beseitigt). Der Anteil zur Beseitigung betrug 31%. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der vollständigen Anwendung des Baggerguts in einer Bodenverwertung.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

Zusammenfassung mineralische Abfälle (Kap. 2.2.1 bis 2.2.7)

Das gesamte Aufkommen 2014 für mineralische Abfälle ist gegenüber 2012 etwa gleich geblieben. Lediglich innerhalb der Abfallarten gab es Verschiebungen. Zwischen Aufkommen und Verbleib der mineralischen Abfälle wurde eine Differenzmenge von 209.545 Mg ermittelt, die insbesondere aus Lagerbeständen resultiert. Abbildung 2.1 zeigt Aufkommen und Verbleib der mineralischen Abfälle im Überblick.

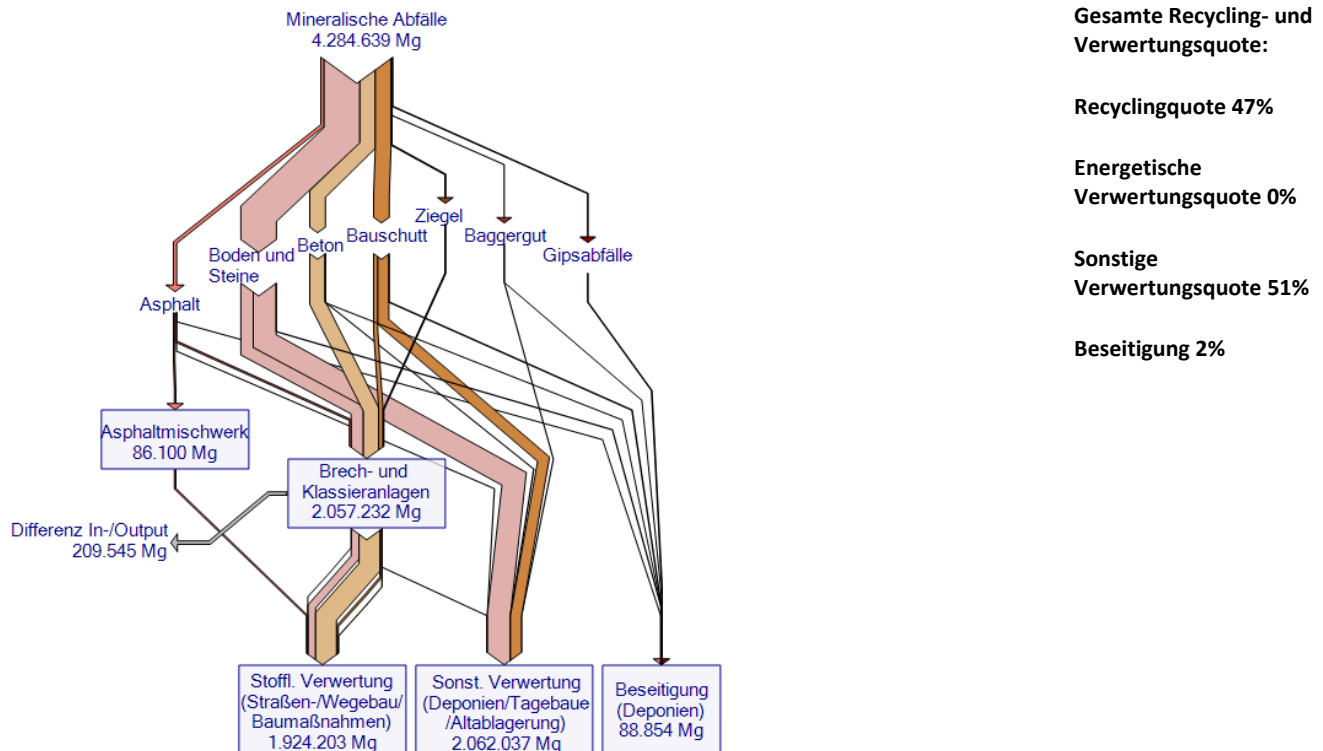


Abbildung 2.1: Stoffflussdiagramm zu Aufkommen und Verbleib der mineralischen Abfälle 2014

Knapp die Hälfte der mineralischen Abfälle – v.a. Beton, Boden und Steine – wurde über Brech- und Klassieranlagen behandelt. Die daraus hergestellten RC-Baustoffe wurden ganz überwiegend im Straßen- und Wegebau in Berlin und Brandenburg eingesetzt (stoffliche Verwertung, 47%). Ansonsten gingen die mineralischen Abfälle – v.a. Bauschutt, Boden und Steine – unbehandelt zu einer sonstigen Verwertung auf Deponien (16%, MEAB, BSR, Heim), der Altablagerung Großziethen (12%) oder in Tagebaue (23%, Verfüllung von Sand-, Kies- und Tongruben). Der beseitigte Anteil an mineralischen Abfällen in Höhe von 2% wurde ausschließlich auf den MEAB-Deponien abgelagert. Insgesamt wurden durch die recycelten mineralischen Abfälle (stofflich verwertete Menge abzgl. einer Bitumenmenge im Asphalt von 3.444 Mg) 1.920.759 Mg Natursteine eingespart und eine Fläche von 41.513 m² geschont.

Durch die Steigerung des Einsatzes zu Baumaßnahmen könnte die Schonung mineralischer Rohstoffe und von Fläche im Maximalfall verdoppelt werden. Wichtige Maßnahmen sind die sortenreine Erfassung beim Rückbau, Steigerung der Absatzmöglichkeit insbesondere von Ziegelmaterial im Straßenbau, Umlenkung von RC-Beton in den Hochbau sowie Initiierung einer verstärkten Nachfrage nach RC-Produkten im Bauwesen.

Gesamte Recycling- und Verwertungsquote:

Recyclingquote 47%

Energetische Verwertungsquote 0%

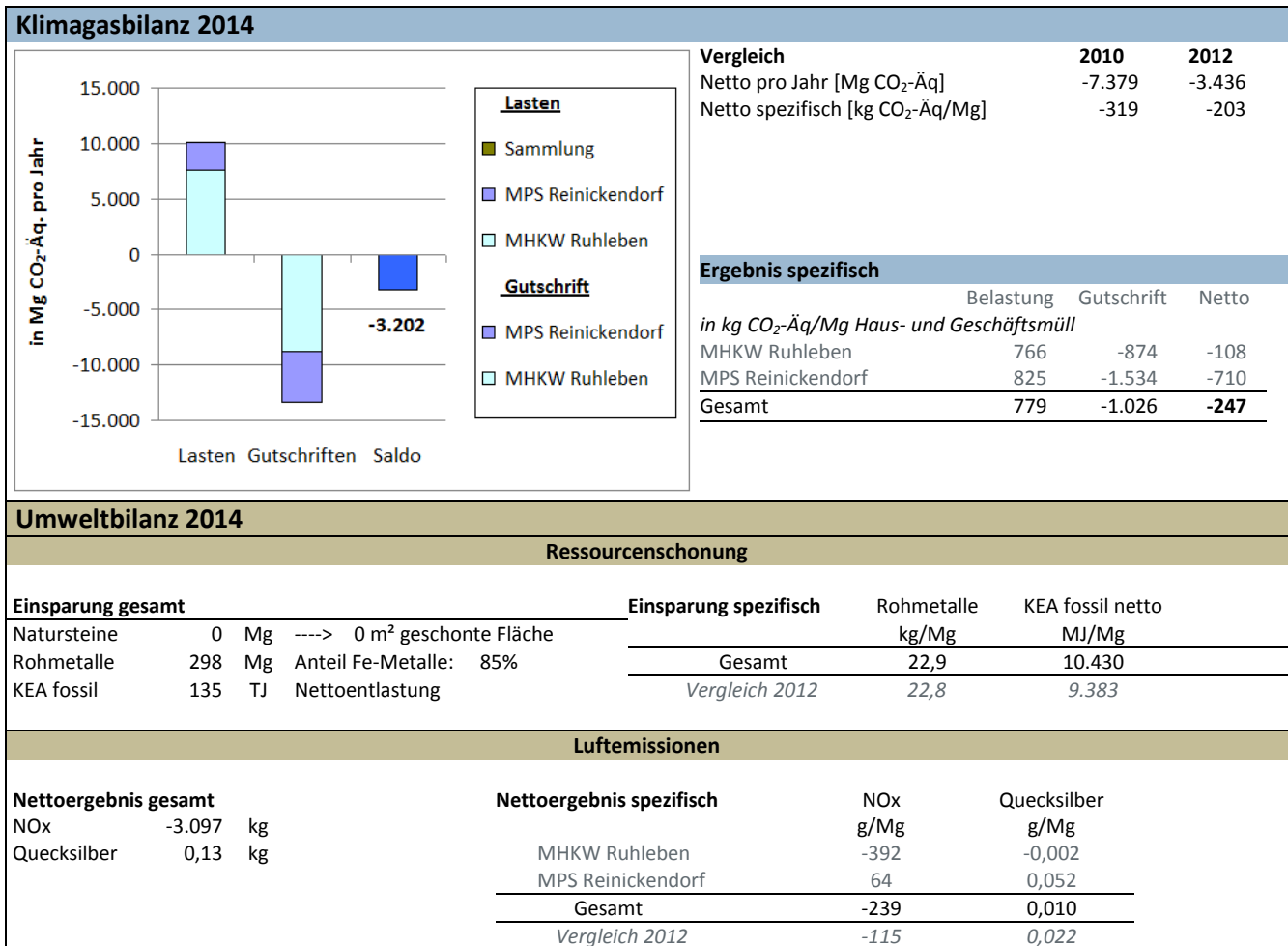
Sonstige Verwertungsquote 51%

Beseitigung 2%

Optimierungsmaßnahmen

2.2.8 Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG) (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2014				
Aufkommen	15.742 Mg			Vergleich: Aufkommen 2010: 23.096 Mg
Behandlung	9.992 Mg	MHKW Ruhleben		Aufkommen 2012: 16.992 Mg
	2.992 Mg	MPS Reinickendorf		
	139 Mg	MPS Pankow (< 1%)		
	2.619 Mg	Bunkerverluste		
Abfallzusammensetzung		Kenndaten		
24,1% PPK	0,7% Textilien	Heizwert	MJ/kg FS	HMG 14,2 MPS EBS HMG 21,0
4,8% Glas	9,6% Verbunde	C fossil	% FS	20,2 29,9
25,9% Kunststoff	2,9% Sonstige (v.a. gewerbe-spez. Abfälle)	Hg-Gehalt	mg/kg FS	0,3 0,3
6,0% Metalle				
19,0% Organik	5,0% Inertes			
2,0% Holz				
Stofffluss				
<p>überlassungspflichtige hausmüllähnliche Gewerbeabfälle 15.742 Mg</p>		<p>Input 100% Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG)</p> <p>Output / Verbleib 77% MHKW Ruhleben 23% MPS Reinickendorf</p> <p><i>Für den Einsatz im MHKW wurde abweichend zur Definition die energetische Verwertungsquote nicht zu 100% gesetzt, sondern die bekannten Mengen an Schlacke (20%) und rückgewonnenen Metallen (2,3%) abgezogen und getrennt bewertet</i></p>		
<p>Bunker 2.619 Mg Rest MPS Pankow <1%</p> <p>MHKW 9.992 Mg</p> <p>MPS Reinickendorf 2.992 Mg</p> <p>Wasserverluste 746 Mg</p> <p>Schlacke</p> <p>Mineralien</p> <p>EBS</p> <p>Metalle</p> <p>Störstoffe zur Deponie</p> <p>Sonst. Verwertung (Deponien) 2.180 Mg</p> <p>Energ. Verwertung (MHKW/Braunkohle-/EBS-/Zementwerke) 9.635 Mg</p> <p>Stoffl. Verwertung (Metallhütten) 382 Mg</p> <p>Beseitigung (Deponien) 41 Mg</p>				
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten		
<p>MHKW: Verbrennung in Rostfeuerung, Dampfabgabe an Vattenfall</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nettostromwirkungsgrad 12,3%; Wärmenutzungsgrad 46,7% - Metallausbeute NE-Metalle 90%, Fe-Metalle 87% <p>MPS EBS-Ausbeute 64%, davon 94% zur Mitverbrennung</p> <p>Metalloutput 5,1%, Ausbeute Fe-Metalle 78%, NE-Metalle 34%</p>		<p>Recyclingquote: 3% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: 74% = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: 17% = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: 0,3% = Output zur Beseitigung/Input (Rest Wasserverluste aus Behandlung in MPS)</p>		



Das Aufkommen 2014 in Höhe von 15.742 Mg ist gegenüber 2012 um 7% zurückgegangen. Abzüglich der Bunkerverluste gingen rund 77% der Abfälle zum MHKW Ruhleben (2012: 59%) und rd. 23% zur MPS Reinickendorf (2012: 28%). Geringfügige Mengen zur MPS Pankow (< 1%) wurden vernachlässigt.

Zusammenfassung

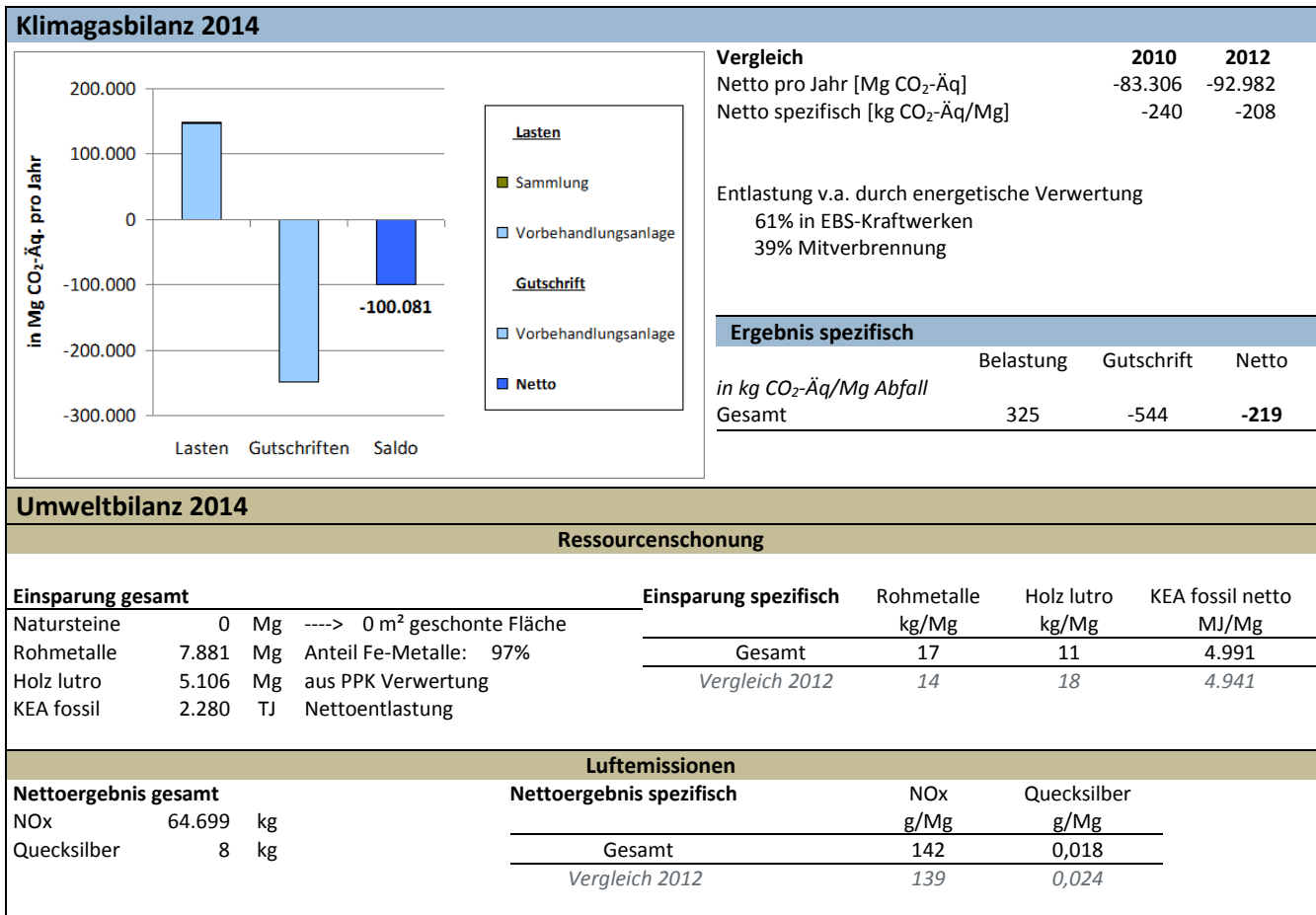
Die Klimagasbilanz zeigt, dass 2014 gegenüber 2012 die spezifische Nettoentlastung von -203 auf -247 kg CO₂-Äq/Mg gesteigert wurde. Grund ist zum einen die anteilig verstärkte Behandlung im MHKW Ruhleben mit dem deutlich besseren spezifischen Nettoergebnis aufgrund der verbesserten Wirkungsgrade sowie zum anderen die Behandlung in der MPS Reinickendorf mit einem in 2014 etwas höheren Anteil an EBS zur Mitverbrennung. Auch bei der Umweltbilanz zeigt sich insgesamt eine Verbesserung. Die spezifischen Nettoentlastungen beim KEA fossil und den NOx-Emissionen wurden gesteigert und die spezifische Nettobelastung bei den Quecksilberemissionen verringert. Ersteres ist, wie bei der Klimagasbilanz, auf die besseren Wirkungsgrade beim MHKW Ruhleben und den höheren Anteil an EBS aus MPS zur Mitverbrennung zurückzuführen, letzteres v.a. auf die verbesserte Abscheidung von Quecksilber in Zementwerken (vgl. Kap. 4.6.2).

Optimierungsmöglichkeiten bestehen in einer gemeinsamen Behandlung mit den nicht überlassungspflichtigen Gewerbeabfällen, sofern die Optimierungsmaßnahmen (v.a. Steigerung der stofflichen Verwertung) für diese Abfälle umgesetzt werden können (vgl. Kap. 2.2.9).

Optimierungsmaßnahmen

2.2.9 Nicht überlassungspflichtige gemischte Siedlungsabfälle (AVV 200301) und gemischte Bau- und Abbruchabfälle (AVV170904)

Stoffstrombilanz 2014			
Aufkommen	447.549 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 347.276 Mg
davon:	184.705 Mg	gemischte Siedlungsabfälle	Aufkommen 2012: 447.515 Mg
	262.845 Mg	gemischte Bauabfälle	
Behandlung	447.549 Mg	Vorbehandlungsanlagen	
zzgl. Differenz In-/Output	9.382 Mg		
Abfallzusammensetzung		Kenndaten	
gemischte Bauabfälle	75% mineralische Stoffe	Heizwert	12,3 MJ/kg FS
	11% trockene Wertstoffe	C fossil	14,4 % FS
	14% Reststoffe (Holz, Kunststoffe, Teppiche ...)	Hg-Gehalt	0,3 mg/kg FS
gemischte Siedlungsabfälle	50% trockene Wertstoffe (inkl. Verbunde)		
	25% Sonstige (Inert, Feinfraktion)		
	15% Reststoffe (Holz, Textilien)		
	10% Organik		
Stofffluss			
		Input 41% gemischte Siedlungsabfälle 59% gemischte Bauabfälle	
Differenz In-/Output -9.382 Mg Gemischte Siedlungs- und gemischte Bauabfälle 456.931 Mg Wasserverluste 8.440 Mg		Verbleib (nach Vorbehandlungsanlagen) 3,8% trockene Wertstoffe: stoffliche Verwertung in Aufbereitungs- und Verwertungsanlagen 55,0% EBS und Holz: energetische Verwertung in EBS-Kraftwerken, Mitverbrennungsanlagen, Biomasse-HKW 21,8% Mineralik: sonstige Verwertung durch Deponierekultivierung, Alt-ablagerung 17,6% Mineralische Sortierreste und Rottefraktion: Beseitigung auf Deponien	
Weitere Wertstoffe PPK Metalle Kunststoffe EBS-Fraktion Holz gemischte Siedlungsabfälle gemischte Bauabfälle Sortierreste Mineralien Rottefraktion MBA		Wertstoffausbeute (trockene Wertstoffe + Holz)/Input = 6,6% Vergleich: 2010: 12,4% 2012: 8,2%	
Stoffl. Verwertung (Metallhütten/Sonstige Verwerter) 17.377 Mg Energ. Verwertung (Braunkohlekraftwerk /EBS-/Holz-HKW's /Zementwerke) 251.199 Mg Sonst. Verwertung (Deponien/Tagebaue /Alt-lagerung) 99.640 Mg Beseitigung (MBA/Deponien) 80.275 Mg			
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten	
Getrennte Bilanzierung der Behandlung über die MPS Reinickendorf (spezifische Daten verfügbar) und sonstige Vorbehandlungsanlagen Für letztere Annahme: Sortierreste und gemischte Siedlungsabfälle zur Sortierung sowie 20% der EBS gehen zur EBS-Aufbereitung; Ausbeute 89% Holz zur energetischen Verwertung in Holz-HKW's nach allgemeinem Verteilschlüssel energetische Holznutzung (ifeu/ICU 2012, Tab. 2-18) Ausbeute stoffliche Verwertung Metalle 78% Für 2014 keine weitere Berechnung Klimawirksamkeit AVV 191209 (s. Kap. 4.6.4)		Recyclingquote: 3,8% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 55,0% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: 21,8% = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: 17,6% = Output zur Beseitigung/Input (Rest 1,8% Wasserverluste aus Behandlung in MPS)	



Das Aufkommen 2014 in Höhe von 447.549 Mg ist gegenüber 2012 nahezu gleich geblieben. Von der behandelten Menge (inkl. In-/Outputdifferenz) wurden nur 3,8% stofflich verwertet, 55% energetisch und 21,8% wurden einer sonstigen Verwertung (Mineralik u.a. bei Deponiebaumaßnahmen und Altlablagerungen) zugeführt. Ein Anteil von 17,6% (AVV 191209, 191212 und 170802) wurde auf Deponien beseitigt.

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz zeigt, dass 2014 gegenüber 2012 die spezifische Nettoentlastung von -208 auf -219 kg CO₂-Äq/Mg trotz geringerer Wertstoffausbeute leicht anstieg. Grund ist ein höherer Anteil EBS zur Mitverbrennung (39% statt 34%). Auch bei der Umweltbilanz konnten relevante Einsparungen beispielsweise von Rohmetallen und fossilen Ressourcen erreicht werden. Quecksilberemissionen sind niedriger aufgrund der verbesserten Abscheidung von Quecksilber bei der Mitverbrennung in Zementwerken (vgl. Kap. 4.6.2).

Bereits in (ifeu/ICU 2013) wurden folgenden Maßnahmen untersucht:

Optimierungsmaßnahmen

- Steigerung der Wertstoffausbeute auf 20%
- Einsatz von aufbereitetem EBS ausschließlich in Mitverbrennungsanlagen

Die beiden Maßnahmen würden eine Verdopplung der Nettoentlastung an Treibhausgasen sowie weitere Umweltentlastungen (zusätzliche Einsparung an Rohmetallen von 50%, zusätzliche Einsparung an fossilen Brennstoffen von 40% etc.) bewirken. Wesentliche Lenkungsinstrumente sind die Novellierung der Gewerbeabfallverordnung mit der Vorgabe zur Sortierung in Vorbehandlungsanlagen nach dem Stand der Technik, freiwillige Selbstverpflichtungen, Allianzen zwischen Behörden, Verbänden und Anlagenbetreibern sowie Förderprogramme z.B. zur Modernisierung der Sortiertechnik.

2.2.10 Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2014																
Aufkommen	11.879	Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 27.091Mg												
Behandlung	10.920	Mg	MHKW Ruhleben	Aufkommen 2012: 15.525 Mg												
	44	Mg	MPS Reinickendorf (< 1%)													
	915	Mg	Bunkerverluste													
Stofffluss			Kenndaten (Krankenhausabfälle)													
<p>Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie 11.879 Mg</p> <p>Input: 100% Sonstige Abfallarten aus Gewerbe</p> <p>Output: 100% MHKW Ruhleben</p> <p>Sonst. Verw. (Deponien) 2.227 Mg</p> <p>Energ. Verw. (MHKW) 8.444 Mg</p> <p>Stoffl. Verw. (Metallhütten) 249 Mg</p>			Heizwert 14,9 MJ/kg FS C fossil 19% FS Hg-Gehalt 0,3 mg/kg FS													
			Bilanzierung													
			Verbrennung in Rostfeuerung, Dampfabgabe an Vattenfall - Nettostromwirkungsgrad 12,3%; Wärmenutzungsgrad 46,7% - Metallausbeute NE-Metalle 90%, Fe-Metalle 87%													
			Recycling-/Verwertungsquoten													
			Recyclingquote: 2,3% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 77,3% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: 20,4% = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input (Ermittlung/Bewertung der Quoten wie HMG)													
Klimagasbilanz 2014																
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten: Sammlung, MHKW Ruhleben</p> <p>Gutschrift: MHKW Ruhleben</p> <p>Saldo: -2.064</p>			Vergleich <table border="1"> <tr> <td></td> <td>2010</td> <td>2012</td> </tr> <tr> <td>Netto pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</td> <td>-3.576</td> <td>-720</td> </tr> <tr> <td>Netto spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</td> <td colspan="2">Ausweisung nicht sinnvoll</td> </tr> </table>			2010	2012	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-3.576	-720	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Ausweisung nicht sinnvoll				
	2010	2012														
Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-3.576	-720														
Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Ausweisung nicht sinnvoll															
			Ergebnis spezifisch													
			<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Belastung</td> <td>Gutschrift</td> <td>Netto</td> </tr> <tr> <td>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>722</td> <td>-911</td> <td>-189</td> </tr> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	in kg CO ₂ -Äq/Mg Abfall				Gesamt	722	-911	-189
	Belastung	Gutschrift	Netto													
in kg CO ₂ -Äq/Mg Abfall																
Gesamt	722	-911	-189													
Umweltbilanz 2014																
Ressourcenschonung																
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch														
Natursteine	0 Mg ----> 0 m ² geschonte Fläche	Rohmetalle	kg/Mg	KEA fossil netto MJ/Mg												
Rohmetalle	224 Mg Anteil Fe-Metalle: 85%	Gesamt	20	10.314												
KEA fossil	113 TJ Nettoentlastung	Vergleich 2012	22,8	8.753												
Luftemissionen																
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch														
NOx	-3.925 kg	NOx	g/Mg	Quecksilber g/Mg												
Quecksilber	-0,02 kg	Gesamt	-359	-0,002												
		Vergleich 2012	-207	0,003												

Das Aufkommen 2014 liegt 23% niedriger als 2012. Die Abfälle werden abzüglich Bunkerverluste v.a. im MHKW Ruhleben behandelt, 2012 waren es 87%. Es handelt sich vorwiegend um Krankenhausabfälle, die ausschließlich thermisch behandelt werden können. Insofern liegt das Optimum der Entsorgung der Abfälle in einem möglichst hohen Gesamtwirkungsgrad der genutzten Verbrennungsanlage.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.11 Laub / Straßenlaub (AVV 200201)

Stoffstrombilanz 2014																							
Aufkommen	71.615 Mg	(24.142 Mg aus Erhebung 2009)	Vergleich: Aufkommen 2010: 24.142 + 32.253 Mg (56.395)																				
Behandlung	71.454 Mg	offene Kompostierung	Aufkommen 2012: 24.142 + 45.876 Mg (70.018)																				
	161 Mg	Mitverbrennungsversuch IKW Rüdersdorf																					
Stofffluss	<p>Input: 100% Laub, Straßenlaub</p> <p>Output: Kompost (38% d. Input), Strom, Wärme</p>		Kenndaten Laubsackinhalt IKW Rüdersdorf Kompost Heizwert 5,98 MJ/kg FS P ₂ O ₅ -Gehalt 0,25% TS Cd-Gehalt 0,4 mg/kg TS																				
			Bilanzierung Menge Bezirke, GaLaBau aus Erhebung 2009; Validierung vorauss. 2016 Offene Kompostierung; keine Störstoffe Emissionsfaktoren UBA-Texte 39/2015 (Kap. 4.1) Erzeugte Kompostmenge 382 kg/Mg Input, 55% TS Mitverbrennungsversuch IKW Rüdersdorf siehe Kapitel 4.4																				
			Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: 99,8% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 0,2% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input																				
Klimagasbilanz 2014																							
		Vergleich <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2010</th> <th>2012</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</td> <td>-821</td> <td>-935</td> </tr> <tr> <td>Netto spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</td> <td>-15</td> <td>-13</td> </tr> </tbody> </table>			2010	2012	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-821	-935	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-15	-13											
	2010	2012																					
Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-821	-935																					
Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-15	-13																					
		Ergebnis spezifisch <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Offene Kompostierung</td> <td>151</td> <td>-111</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>IKW Rüdersdorf</td> <td>37</td> <td>-288</td> <td>-251</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>151</td> <td>-112</td> <td>39</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>				Offene Kompostierung	151	-111	40	IKW Rüdersdorf	37	-288	-251	Gesamt	151	-112	39
	Belastung	Gutschrift	Netto																				
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>																							
Offene Kompostierung	151	-111	40																				
IKW Rüdersdorf	37	-288	-251																				
Gesamt	151	-112	39																				
Umweltbilanz 2014																							
Ressourcenschonung																							
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch																					
Phosphorit	188 Mg	----->	19 m ² geschonte Fläche																				
P ₂ O ₅	38 Mg																						
		Gesamt	0,52 (Vg. 2012: 0,53 kg/Mg)																				
Luftemissionen																							
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch																					
NH ₃	3.148 kg	NH ₃ [g/Mg]	NO _x [g/Mg]																				
NO _x	7.458 kg	Gesamt	44 104																				
		Vergleich 2012	420 -																				
Cadmiumeintrag in Boden																							
Nettoergebnis gesamt	0,18 kg	Nettoergebnis spezifisch	2,5 mg/Mg (wie 2012)																				

Das Aufkommen 2014 liegt um 2% höher als 2012. Aufgrund aktueller Emissionsfaktoren zeigt die Klimagasbilanz 2014 eine Nettobelastung, während die spezifische Nettobelastung für NH₃ geringer liegt als 2012 (Kap. 4.1). Der Mitverbrennungsversuch im IKW Rüdersdorf war erfolgreich (Kap. 4.4). Weitere Alternativen bestehen in der Umlenkung dieses Stoffstroms zu emissionsarmen biologischen Behandlungsanlagen.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.12 Ungefauter Klärschlamm (AVV 190805)

Stoffstrombilanz 2014			
Aufkommen	45.986 Mg TS	(161.072 Mg FS)	Vergleich: Aufkommen 2010: 41.320 Mg TS (160.561 Mg FS)
Behandlung	45.986 Mg TS	KSVA Ruhleben	Aufkommen 2012: 47.043 Mg TS (164.205 Mg FS)
Stofffluss		Kenndaten	
<p>Ungefauter Klärschlamm 45.986 Mg TS</p> <p>Input 100% ungefauter Klärschlamm</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">KSVA Ruhleben</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Beseitigung (KSVA) 45.986 Mg TS</p> <p>Output Strom (Asche, RGR-Abfälle)</p>		<p>Heizwert 3,1 MJ/kg FS</p> <p>TS-Gehalt 28,55% FS P-Gehalt 2,5% TS</p> <p>oTS-Gehalt 76,6% TS Hg-Gehalt 0,4 mg/kg TS</p>	
		Bilanzierung	
		<p>Verbrennung in Wirbelschichtfeuerung unter Stromerzeugung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nettostromwirkungsgrad 14% - Heizölbedarf KSVA um 26% gesunken auf 1.218 m³/a aus H_i-Verhältnis (Fremdschlamm : Rohschlamm) berechneter Anteil: rd. 12 kWh/Mg Input ungefauter Klärschlamm - aus oTS-Verhältnis berechneter Anteil N₂O-Emissionen: 1,67 kg N₂O/Mg TS Input ungefauter Klärschlamm 	
		Recycling-/Verwertungsquoten	
		<p>Recyclingquote: -</p> <p>= Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: -</p> <p>= Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: -</p> <p>= Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: 100%</p> <p>= Output zur Beseitigung/Input</p>	
Klimagasbilanz 2014			
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Legend: Lasten (light blue), Gutschrift (medium blue), Netto (dark blue)</p> <p>Netto: 8.872</p>		Vergleich	
		2010	2012
		16.198	9.597
		392	204
		Ergebnis spezifisch	
		Belastung	Gutschrift
		512	-319
		Netto	
		193	
Umweltbilanz 2014			
Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	
KEA fossil	138 TJ	KEA fossil netto	MJ/Mg
Nettoentlastung		Gesamt	3.011 (Vgl. 2012: 2.912 MJ/kg)
Luftemissionen			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	
NO _x	11.070 kg	NO _x	g/Mg
Quecksilber	2,6 kg	Quecksilber	g/Mg
		Gesamt	241
		Vergleich 2012	234
			0,03

Das Aufkommen 2014 in Höhe von 45.986 Mg Trockensubstanz (TS) ist gegenüber 2012 um 2% geringer. Auch die spezifischen Kenndaten TS- und oTS-Gehalt sowie der Heizwert liegen gegenüber 2012 etwas geringer.

Zusammenfassung

Der Heizölbedarf der KSVA ist weiter zurückgegangen, ebenso der aus dem Heizwertverhältnis zu dem ebenfalls mitverbrannten gefaulten Fremdschlamm berechnete Bedarfsanteil für den ungefaulten Klärschlamm. Der Nettostromwirkungsgrad liegt um 0,1 Prozentpunkte höher als 2012. Der N₂O-Emissionswert für die KSVA ist unverändert. Der dem ungefaulten Klärschlamm auf Basis des oTS-Verhältnisses von ungefaultem Klärschlamm zu Fremdschlamm (mitverbranntem gefaultem Klärschlamm) zugeordnete Anteil ist etwas geringer aufgrund des etwas geringeren oTS-Gehaltes des ungefaulten Klärschlammes, während der des Fremdschlammes unverändert ist.

Die Klimagasbilanz zeigt, dass 2014 gegenüber 2012 die spezifische Nettobelastung aufgrund der oben genannten Aspekte weiter gesunken ist. Analog fällt die Einsparung an fossilen Ressourcen etwas höher aus. Für NO_x- und Quecksilberemissionen ergeben sich aus den Emissionsdaten der KSVA etwas höhere Werte als für 2012.

Bereits in den Vorläuferstudien wurden folgenden Maßnahmen untersucht:

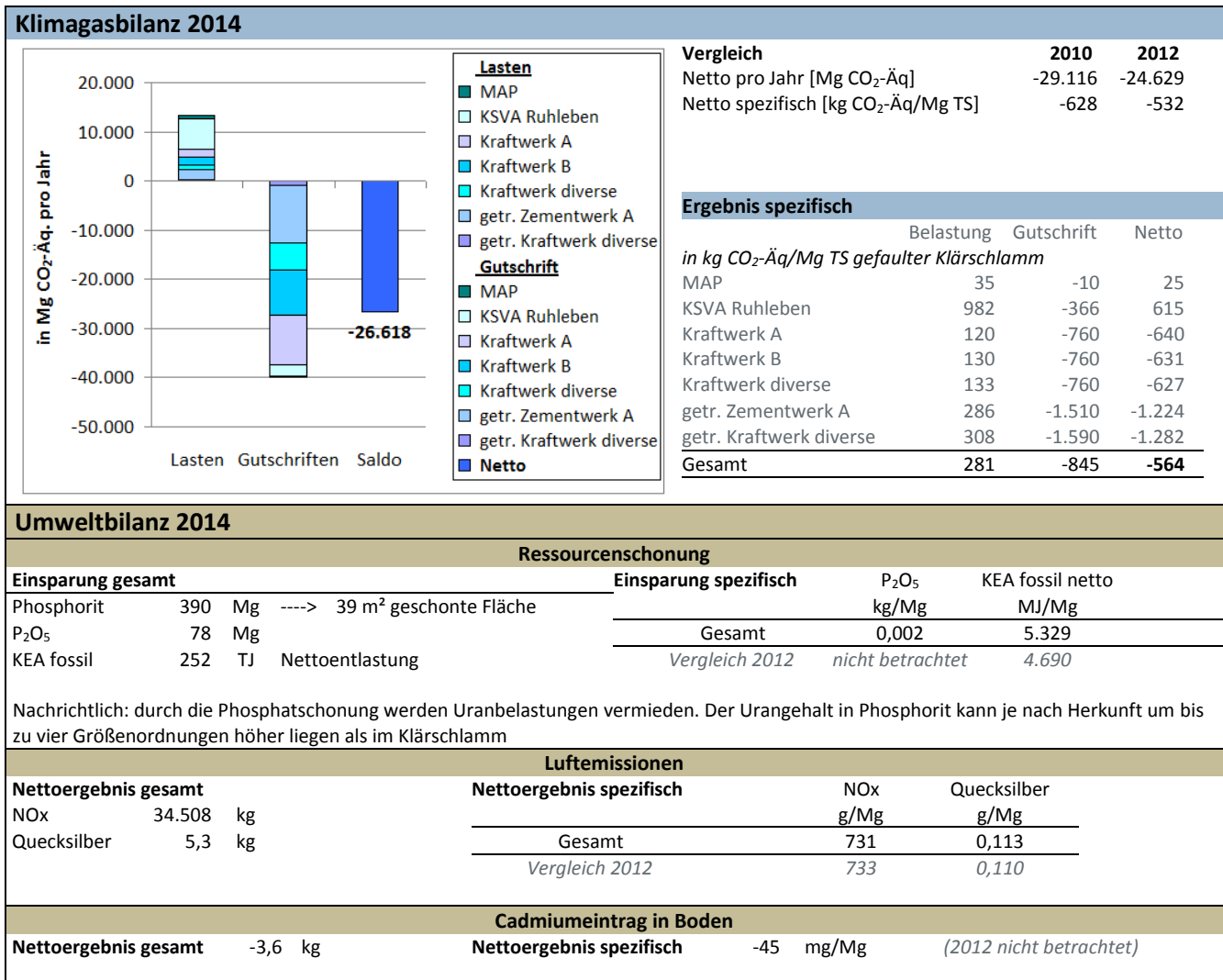
Optimierungsmaßnahmen

- Reduzierung der N₂O-Emissionen
- verbesserte Dampfnutzung

Zur Minderung der N₂O-Emissionen gilt weiterhin, dass die aktuelle Emissionssituation hinsichtlich N₂O- und NO_x-Emissionen erfasst werden sollte. Basierend darauf sollten Untersuchungen zu feuerungstechnischen Möglichkeiten zur Reduzierung der N₂O-Emissionen durchgeführt werden unter Erfassung und ggf. Einsatz geeigneter Minderungsmaßnahmen für NO_x-Emissionen. Eine verbesserte Dampfnutzung ist am Standort nicht möglich.

2.2.13 Gefaulter Klärschlamm (AVV 190805)

Stoffstrombilanz 2014			
Aufkommen	47.199 Mg TS	(164.878 Mg FS)	Vergleich: Aufkommen 2010: 46.332 Mg TS (140.998 Mg FS) Aufkommen 2012: 46.460 Mg TS (145.694 Mg FS)
davon:	19.609 Mg TS	MAP-Verfahren	
Behandlung	6.178 Mg TS	KSVA Ruhleben	
	32.755 Mg TS	Mitverbrennung Kraftwerke	
	8.266 Mg TS	Trocknung und Mitverbrennung	
Kenndaten gefaulter Klärschlamm		Kenndaten gefaulter und getrockneter Klärschlamm	
Heizwert	1,66 (1,64) MJ/kg FS	Heizwert	13,33 MJ/kg FS
TS-Gehalt	24,93 (24,84%) % FS	TS-Gehalt	95,92 % FS
oTS-Gehalt	65,0 % TS	oTS-Gehalt	65,0 % TS
P-Gehalt	3,7 % TS	P-Gehalt	3,7 % TS
Hg-Gehalt	0,6 mg/kg TS	Hg-Gehalt	0,6 mg/kg TS
Cd-Gehalt	0,7 mg/kg TS	Cd-Gehalt	0,7 mg/kg TS
<i>Abweichende Werte in Klammern für Fremdschlamm in KSVA</i>			
Stofffluss			
		<p>Input 100% gefaulter Klärschlamm davon 42% über MAP-Verfahren behandelt und 17% getrocknet</p> <p>Output / Verbleib 13% KSVA Ruhleben 28% Kraftwerk A 26% Kraftwerk B 15% verschiedene Kraftwerke 16% Zementwerk A (getrockneter Schlamm) 1% verschiedene Kraftwerke (getrockneter Schlamm) 0,6% MAP-Dünger</p>	
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten	
P-Rückgewinnung im MAP-Verfahren (s. Kap. 4.5) KSVA anteiliger Heizölbedarf rd. 420 kWh/Mg Input gefaulter Klärschlamm und anteilige N ₂ O-Emissionen 1,42 kg/Mg TS Input gefaulter Klärschlamm (weiteres siehe ungenutzter Klärschlamm) Mitverbrennung in Kraft- und Zementwerken; Transportentfernungen gefaulter und gefault, getrockneter Klärschlamm zu Kraftwerken ca. 200 km, gefault, getrockneter Klärschlamm zu Zementwerk rd. 50 km; Trocknung 98,6% Faulgas, 1,4% Erdgas heizwertäquivalente Substitution Braunkohle		<p>Recyclingquote: 0,2% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: 86,8% = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: 13% = Output zur Beseitigung/Input</p>	



Das Aufkommen 2014 in Höhe von 47.199 Mg Trockensubstanz (TS) liegt um 2% höher als 2012. Der Anteil gefault, getrockneter Klärschlamm ist von 28% auf 17% zurückgegangen.

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz zeigt 2014 gegenüber 2012 in Summe eine etwas höhere spezifische Nettoentlastung trotz des etwas schlechteren spezifischen Ergebnisses für die Behandlung in der KSWA (geringerer Heizwert) und des geringeren Anteils gefault, getrockneten Klärschlamm. Gründe sind der geringere über die KSWA Ruhleben behandelte Anteil (2012: 18%) sowie das bessere spezifische Ergebnisse bei der Mitverbrennung von gefault, getrocknetem Klärschlamm aufgrund der nahezu ausschließlichen Trocknung mit Faulgas (2012: rd. 54%). Analog zur Klimagasbilanz fällt die spezifische Einsparung fossiler Ressourcen etwas höher aus. Die spezifischen NOx- und Quecksilberemissionen sind nahezu gleich. Neu aufgenommen werden konnte die Phosphatrückgewinnung auf der Kläranlage Waßmannsdorf durch MAP-Verfahren (Kap. 4.5).

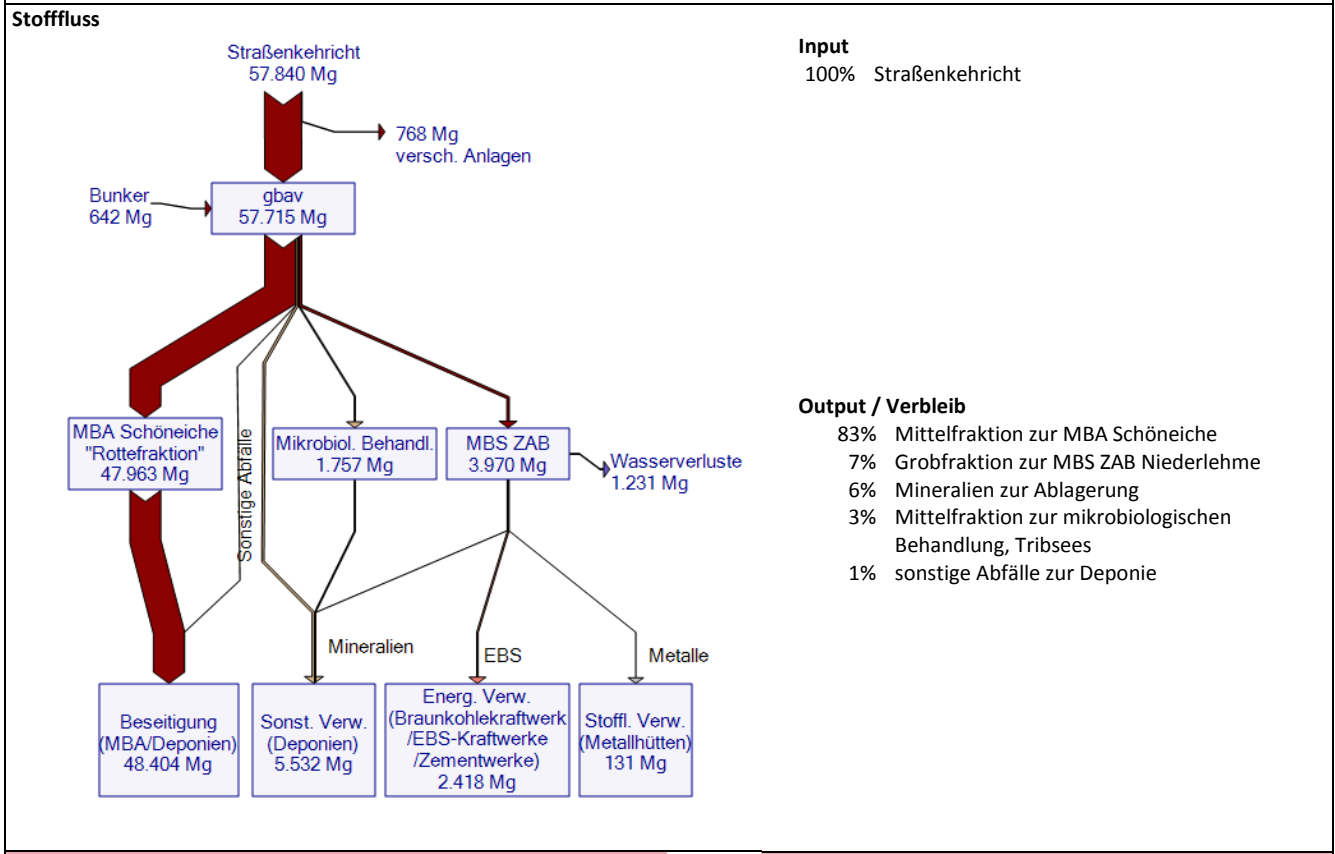
Für in der KSWA Ruhleben behandelten gefaulten Klärschlamm entsprechen Optimierungsmöglichkeiten denen bei ungefaultem Klärschlamm beschriebenen. Für gefaulten und gefault, getrockneten Klärschlamm zur Mitverbrennung wurden in (ifeu/ICU 2013) Szenarien zur Monoverbrennung mit Phosphatrückgewinnung untersucht. Diese Untersuchung konnte auf weitere Phosphatrückgewinnungsverfahren ausgedehnt werden (Kap. 5.4).

Optimierungsmaßnahmen

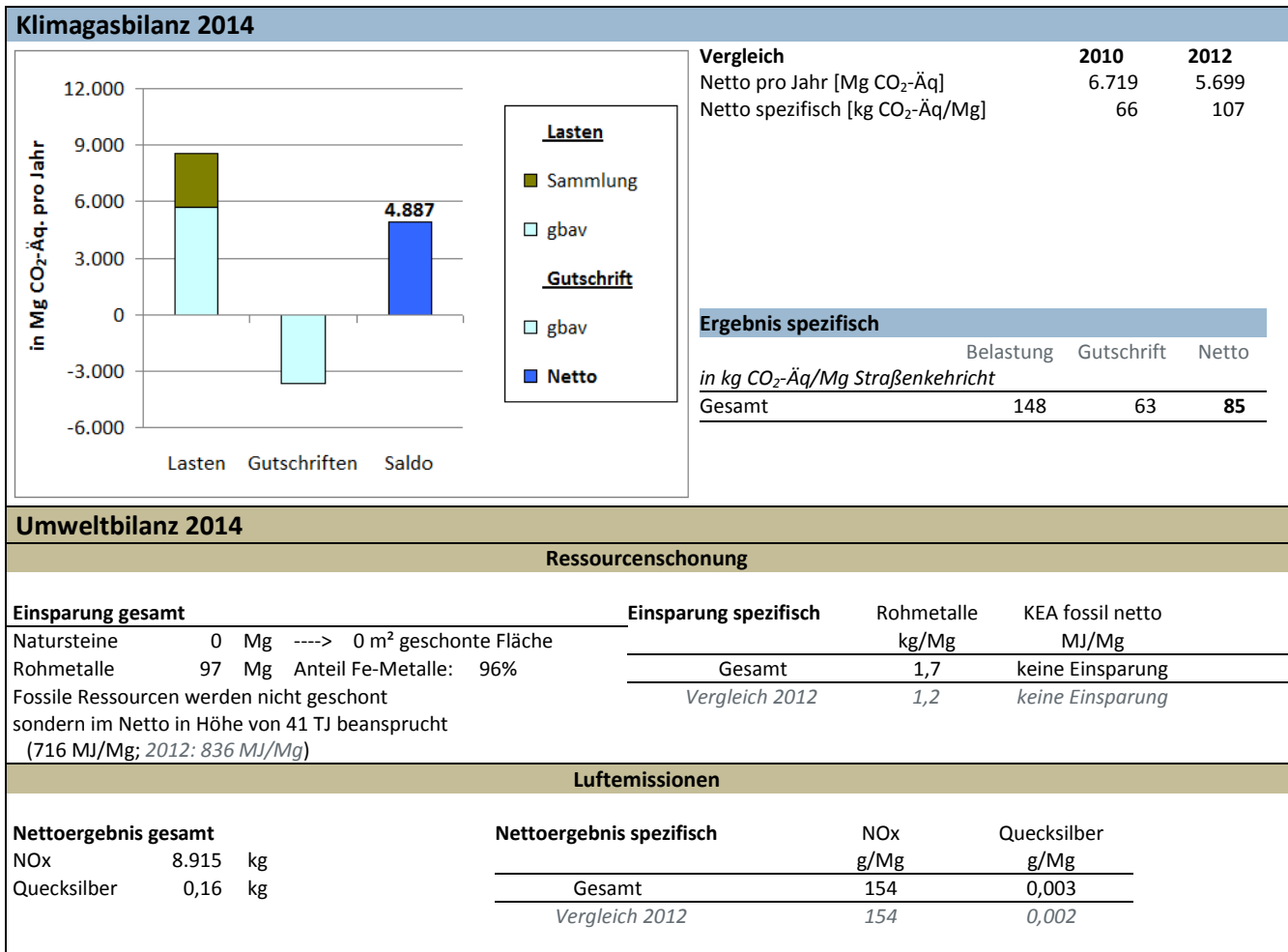
2.2.14 Straßenkehrriecht (AVV 200303)

Stoffstrombilanz 2014			
Aufkommen	57.840	Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 101.557 Mg Aufkommen 2012: 55.748 Mg
zzgl Bunkermenge:	642	Mg	
Behandlung	57.715	Mg	gbav verschiedene Anlagen (nicht betrachtet)
	768	Mg	

Abfallzusammensetzung	Kenndaten EBS aus MBS
68% Maschinenkehrriecht	Heizwert 13,5 MJ/kg FS Betreiberangaben
22% Handkehrriecht	C fossil 12,4 % FS Annahme Durchschnitt DE
10% Altstreugut (Streumittel Winterdienst v.a. mineralisch)	Hg-Gehalt 0,3 mg/kg FS Annahme



Bilanzierung	Recycling-/Verwertungsquoten
Sammlung Maschinenkehrriecht und Altstreugut mit Kehrmaschine (Annahme 20 l Diesel/Mg)	Recyclingquote: 0,2% = Output zur stofflichen Verwertung/Input
Strombedarf gbav Annahme 10 kWh/Mg	Energetische Verwertungsquote: 4,2% = Output zur energetischen Verwertung/Input
Mikrobiologische Behandlung Transport 260 km	Sonstige Verwertungsquote: 9,6% = Output zur sonstigen Verwertung/Input
Mittelfraktion MBA wie Rottefraktion, kann aber nicht direkt in Biologie eingebracht werden, Aufwand Durchschnitt DE	Beseitigungsquote: 83,9% = Output zur Beseitigung/Input
Massenbilanz, Energiebedarf MBS Betreiberangaben, EBS 90% zur Mitverbrennung	(Rest Wasserverluste aus Behandlung in MBS)



Das Aufkommen 2014 in Höhe von 57.840 Mg liegt um 4% höher als 2012. Der Anteil Handkehricht ist dabei einen Prozentpunkt höher, der von Altstreugut acht Prozentpunkte höher und der von Maschinenkehricht neun Prozentpunkte niedriger. Wie 2012 wurde Straßenkehricht fast ausschließlich über die gbav behandelt. Der daraus aussortierte Anteil zur MBA Schöneiche liegt gegenüber 2012 höher (83% statt 79%), ebenso der Mineralikanteil (2012: 3%). Umgekehrt ist der Anteil zur mikrobiologischen Behandlung niedriger (3% statt 13%).

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz zeigt eine etwas geringere spezifische Nettobelastung aufgrund der etwas höheren Gutschrift für die Grobfraction (Anteil 7% statt 5%), die über die MBS ZAB behandelt wird. Das Ergebnis der Umweltbilanz ist gegenüber 2012 kaum verändert. Die Entsorgung von Straßenkehricht verursacht eine Nettobelastung beim KEA fossil, die gegenüber 2012 etwas niedriger liegt.

Zur Optimierung bedarf es einer besseren Trennung der organischen und mineralischen Bestandteile des Straßenkehrichts. Hierfür wurde gegen Ende 2014 eine neue Siebanlage in Betrieb genommen, die weitgehend gute Trennergebnisse liefert. Die Ergebnisse der Optimierung werden in die SKU-Bilanz 2016 einfließen.

Optimierungsmaßnahmen

2.2.15 Getrennt gesammeltes Altholz (AVV 200138 und AVV 170201)

Stoffstrombilanz 2014															
Aufkommen	127.462 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 147.862 Mg												
Behandlung	107.471 Mg	Holzkontore	Aufkommen 2012: 139.156 Mg												
	19.991 Mg	direkt verwertete BSR-Menge													
Stofffluss			Kenndaten Heizwert 14 MJ/kg FS C fossil 1% FS (Verunreinigungen)												
			Bilanzierung Aufkommen aus Abfallberichten der beiden Holzkontore in Berlin abzgl. Holz mit gefährlichen Stoffen und nur Anteil aus Berlin (ohne Anteil aus Sperrmüll, in Bilanz für Sperrmüll enthalten) Verteilschlüssel Holz-HKWs aus Erhebung 2009; Validierung voraussichtlich 2016; Transport zu den Holz-HKWs 40 bis 85 km Energetische Nutzung mit Kenndaten und Wirkungsgraden der Holz-HKWs; gewichtetes Mittel Nettostrom 23,1%; Wärmenutzung 27,3%												
			Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: - = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 100% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input												
Klimagasbilanz 2014															
		Vergleich <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2010</th> <th>2012</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</td> <td>-98.175</td> <td>-102.939</td> </tr> <tr> <td>Netto spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</td> <td>-664</td> <td>-740</td> </tr> </tbody> </table>			2010	2012	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-98.175	-102.939	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-664	-740			
	2010	2012													
Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-98.175	-102.939													
Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-664	-740													
		Ergebnis spezifisch <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>in kg CO₂-Äq/Mg Altholz</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>59</td> <td>-881</td> <td>-821</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	in kg CO ₂ -Äq/Mg Altholz				Gesamt	59	-881	-821
	Belastung	Gutschrift	Netto												
in kg CO ₂ -Äq/Mg Altholz															
Gesamt	59	-881	-821												
Umweltbilanz 2014															
Ressourcenschonung															
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch													
Holz lutro	0 Mg	Holz lutro	0 kg/Mg (Vgl. 2012: 104 kg/Mg)												
Luftemissionen															
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch													
NOx	6.479 kg	NOx [g/Mg]													
		Gesamt	51 (Vgl. 2012: 72 g/Mg)												

Das Aufkommen 2014 liegt 8% niedriger als 2012. In der Klimagasbilanz wird eine höhere spezifische Nettoentlastung erzielt v.a. aufgrund der vollständigen energetischen Verwertung. Ebenso liegt die spezifische NOx-Belastung etwas niedriger. Dafür entfällt umgekehrt die Schonung der Ressource Holz. Relevante Optimierungen waren in (ifeu/ICU 2012) nicht erkennbar, da die energetische Verwertung bereits zu 84% in effizienten Holz-HKW erfolgte. Das gewichtete Mittel der Wirkungsgrade hat sich demgegenüber nur wenig verändert.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.16 Baum- und Strauchschnitt (AVV 200138)

Stoffstrombilanz 2014																																					
Aufkommen	44.749 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 44.656 + 1.236 Mg (45.892)																																		
Behandlung	44.656 Mg	(aus Erhebung 2009)	Aufkommen 2012: 44.656 + 1.361 Mg (46.017)																																		
	93 Mg	BSR Umschlag zur Kompostierung (<1%)																																			
Stofffluss	<p>Baum- und Strauchschnitt 44.749 Mg</p> <p>Umschlag zur Kompostierung <1%</p> <p>stoffl. Verw. (Mulchung) 9.702 Mg</p> <p>energ. Verw. (Kohlekraftwerke /Holz-HKW) 34.954 Mg</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Kenndaten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Heizwert</td> <td>9 MJ/kg FS C fossil 0% FS</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Bilanzierung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Aufkommen aus Erhebung 2009; Validierung voraussichtl. 2016</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Mulchung Dieselaufwand; Transport zu Holz-HKWs 40-85 km</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Holzaufbereitung Strombedarf Annahme 20 kWh/Mg</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Verteilschlüssel Holz-HKWs aus Erhebung 2009; Validierung voraussichtlich 2016; energetische Nutzung mit Kenndaten und Wirkungsgraden der Holz-HKWs; gewichtetes Mittel</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Nettostrom 17%; Wärmenutzung 49,4%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Recycling-/Verwertungsquoten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recyclingquote:</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur stofflichen Verwertung/Input</td> </tr> <tr> <td>Energetische Verwertungsquote:</td> <td>78%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur energetischen Verwertung/Input</td> </tr> <tr> <td>Sonstige Verwertungsquote:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur sonstigen Verwertung/Input</td> </tr> <tr> <td>Beseitigungsquote:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur Beseitigung/Input</td> </tr> </tbody> </table>	Kenndaten		Heizwert	9 MJ/kg FS C fossil 0% FS	Bilanzierung		Aufkommen aus Erhebung 2009; Validierung voraussichtl. 2016		Mulchung Dieselaufwand; Transport zu Holz-HKWs 40-85 km		Holzaufbereitung Strombedarf Annahme 20 kWh/Mg		Verteilschlüssel Holz-HKWs aus Erhebung 2009; Validierung voraussichtlich 2016; energetische Nutzung mit Kenndaten und Wirkungsgraden der Holz-HKWs; gewichtetes Mittel		Nettostrom 17%; Wärmenutzung 49,4%		Recycling-/Verwertungsquoten		Recyclingquote:	22%	= Output zur stofflichen Verwertung/Input		Energetische Verwertungsquote:	78%	= Output zur energetischen Verwertung/Input		Sonstige Verwertungsquote:	-	= Output zur sonstigen Verwertung/Input		Beseitigungsquote:	-	= Output zur Beseitigung/Input	
Kenndaten																																					
Heizwert	9 MJ/kg FS C fossil 0% FS																																				
Bilanzierung																																					
Aufkommen aus Erhebung 2009; Validierung voraussichtl. 2016																																					
Mulchung Dieselaufwand; Transport zu Holz-HKWs 40-85 km																																					
Holzaufbereitung Strombedarf Annahme 20 kWh/Mg																																					
Verteilschlüssel Holz-HKWs aus Erhebung 2009; Validierung voraussichtlich 2016; energetische Nutzung mit Kenndaten und Wirkungsgraden der Holz-HKWs; gewichtetes Mittel																																					
Nettostrom 17%; Wärmenutzung 49,4%																																					
Recycling-/Verwertungsquoten																																					
Recyclingquote:	22%																																				
= Output zur stofflichen Verwertung/Input																																					
Energetische Verwertungsquote:	78%																																				
= Output zur energetischen Verwertung/Input																																					
Sonstige Verwertungsquote:	-																																				
= Output zur sonstigen Verwertung/Input																																					
Beseitigungsquote:	-																																				
= Output zur Beseitigung/Input																																					
	Input	100% Baum- und Strauchschnitt																																			
	Output	22% Mulchung vor Ort 3,5% Kraftwerk Reuter West 6,5% Kraftwerk Klingenberg 28,3% Holz-HKW Ludwigsfelde 21,5% RWE KAC Holz-HKW 5,5% MVV Biopower 5,2% Unitherm Baruth 3,0% Sonstige Biomasse-HKW																																			
Klimagasbilanz 2014																																					
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p> <p>-22.690</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>2010</th> <th>2012</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</td> <td>-23.371</td> <td>-23.382</td> </tr> <tr> <td>Netto spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</td> <td>-509</td> <td>-508</td> </tr> </tbody> </table>		Vergleich	2010	2012	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-23.371	-23.382	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-509	-508																									
Vergleich	2010	2012																																			
Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-23.371	-23.382																																			
Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-509	-508																																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Ergebnis spezifisch</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>18</td> <td>526</td> <td>-508</td> </tr> </tbody> </table>		Ergebnis spezifisch					Belastung	Gutschrift	Netto	in kg CO ₂ -Äq/Mg Abfall				Gesamt	18	526	-508																		
Ergebnis spezifisch																																					
	Belastung	Gutschrift	Netto																																		
in kg CO ₂ -Äq/Mg Abfall																																					
Gesamt	18	526	-508																																		
Umweltbilanz 2014																																					
Ressourcenschonung																																					
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch																																			
Holz lutro	0 Mg	Holz lutro	0 kg/Mg (wie 2012)																																		
Luftemissionen																																					
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch																																			
NOx	9.676 kg	NOx [g/Mg]																																			
		Gesamt	217 (wie 2012)																																		

Das Aufkommen 2014 liegt 3% niedriger als 2012. Die Klimagas- und Umweltbilanz sind gegenüber 2012 nicht verändert. Relevante Optimierungen waren in (ifeu/ICU 2012) nicht erkennbar, da die energetische Verwertung bereits zu 83% in effizienten Holz-HKW erfolgte. Das gewichtete Mittel der Wirkungsgrade ist demgegenüber unverändert.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

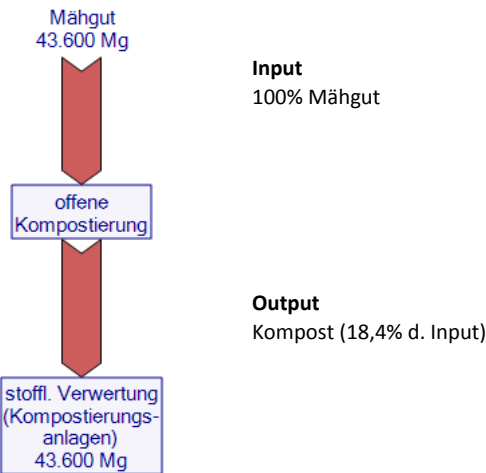
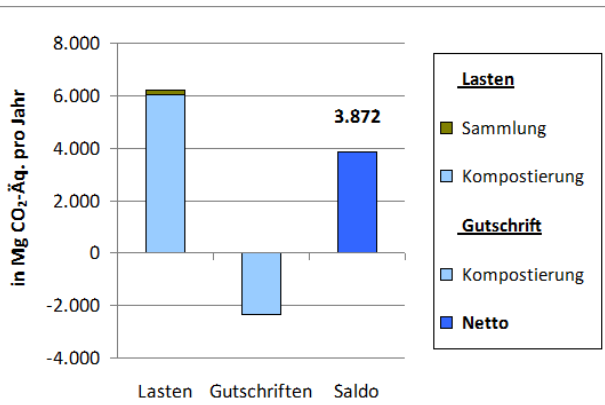
2.2.17 Straßenbegleitgrün (AVV 200201)

Stoffstrombilanz 2014					
Aufkommen	5.870	Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 4.758 Mg Aufkommen 2012: 5.398 Mg		
Behandlung	5.870	Mg		offene Kompostierung	
Stofffluss		Kenndaten Kompost			
<p>Input: 100% Straßenbegleitgrün</p> <p>Output: Kompost (18,4% d. Input)</p>		<i>wie bei Mähgut gewertet</i> P ₂ O ₅ -Gehalt 0,25% TS Cd-Gehalt 0,4 mg/kg TS			
		Bilanzierung			
		Offene Kompostierung; keine Störstoffe Emissionsfaktoren UBA-Texte 39/2015 (Kap. 4.1) Erzeugte Kompostmenge 184 kg/Mg Input, 55% TS			
		Recycling-/Verwertungsquoten			
		Recyclingquote: 100% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input			
Klimagasbilanz 2014					
		Vergleich			
		2010	2012		
		Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	70 240		
		Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	15 44		
		Ergebnis spezifisch			
		Belastung	Gutschrift	Netto	
		<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>			
		Gesamt	142	-54	89
Umweltbilanz 2014					
Ressourcenschonung					
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch			
Phosphorit	13 Mg	----->	1,3 m ² geschonte Fläche		
P ₂ O ₅	2,6 Mg				
		Gesamt	0,44 (wie 2012)		
Luftemissionen					
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch			
NH ₃	642 kg	Gesamt	NH ₃ [g/Mg] 109 (Vgl. 2012: 571 g/Mg)		
Cadmiumeintrag in Boden					
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch			
	-0,07 kg		-12 mg/Mg (wie 2012)		

Das Aufkommen 2014 liegt 9% höher als 2012. Aufgrund aktueller Emissionsfaktoren zeigt die Klimagasbilanz eine höhere spezifische Nettobelastung, während die spezifische Nettobelastung für NH₃ geringer liegt als 2012 (Kap. 4.1). Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung dieses Stoffstroms zu emissionsarmen biologischen Behandlungsanlagen.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.18 Mähgut (AVV 200201)

Stoffstrombilanz 2014																																			
Aufkommen	43.600 Mg	(nach Erhebung 2009)	Vergleich: 2010, 2012 gleiche Menge nach Erhebung 2009 Validierung voraussichtlich 2016																																
Behandlung	43.600 Mg	offene Kompostierung																																	
Stofffluss			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #f28b82;">Kenndaten Kompost</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P₂O₅-Gehalt</td> <td>0,25% TS</td> </tr> <tr> <td>Cd-Gehalt</td> <td>0,4 mg/kg TS</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #f28b82;">Bilanzierung</th> </tr> <tr> <td colspan="2">Offene Kompostierung; keine Störstoffe</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Emissionsfaktoren UBA-Texte 39/2015 (Kap. 4.1)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Erzeugte Kompostmenge 184 kg/Mg Input, 55% TS</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #f28b82;">Recycling-/Verwertungsquoten</th> </tr> <tr> <td>Recyclingquote:</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur stofflichen Verwertung/Input</td> </tr> <tr> <td>Energetische Verwertungsquote:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur energetischen Verwertung/Input</td> </tr> <tr> <td>Sonstige Verwertungsquote:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur sonstigen Verwertung/Input</td> </tr> <tr> <td>Beseitigungsquote:</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="2">= Output zur Beseitigung/Input</td> </tr> </tbody> </table>	Kenndaten Kompost		P ₂ O ₅ -Gehalt	0,25% TS	Cd-Gehalt	0,4 mg/kg TS	Bilanzierung		Offene Kompostierung; keine Störstoffe		Emissionsfaktoren UBA-Texte 39/2015 (Kap. 4.1)		Erzeugte Kompostmenge 184 kg/Mg Input, 55% TS		Recycling-/Verwertungsquoten		Recyclingquote:	100%	= Output zur stofflichen Verwertung/Input		Energetische Verwertungsquote:	-	= Output zur energetischen Verwertung/Input		Sonstige Verwertungsquote:	-	= Output zur sonstigen Verwertung/Input		Beseitigungsquote:	-	= Output zur Beseitigung/Input	
Kenndaten Kompost																																			
P ₂ O ₅ -Gehalt	0,25% TS																																		
Cd-Gehalt	0,4 mg/kg TS																																		
Bilanzierung																																			
Offene Kompostierung; keine Störstoffe																																			
Emissionsfaktoren UBA-Texte 39/2015 (Kap. 4.1)																																			
Erzeugte Kompostmenge 184 kg/Mg Input, 55% TS																																			
Recycling-/Verwertungsquoten																																			
Recyclingquote:	100%																																		
= Output zur stofflichen Verwertung/Input																																			
Energetische Verwertungsquote:	-																																		
= Output zur energetischen Verwertung/Input																																			
Sonstige Verwertungsquote:	-																																		
= Output zur sonstigen Verwertung/Input																																			
Beseitigungsquote:	-																																		
= Output zur Beseitigung/Input																																			
Klimagasbilanz 2014																																			
	Vergleich		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2010</th> <th>2012</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</td> <td>644</td> <td>644</td> </tr> <tr> <td>Netto spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>		2010	2012	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	644	644	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	15	15																							
		2010	2012																																
Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	644	644																																	
Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	15	15																																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #4f81bd; color: white;">Ergebnis spezifisch</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4"><i>in kg CO₂-Äq/Mg Mähgut</i></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>142</td> <td>-54</td> <td>89</td> </tr> </tbody> </table>		Ergebnis spezifisch					Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Mähgut</i>				Gesamt	142	-54	89																
Ergebnis spezifisch																																			
	Belastung	Gutschrift	Netto																																
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Mähgut</i>																																			
Gesamt	142	-54	89																																
Umweltbilanz 2014																																			
Ressourcenschonung																																			
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch																																	
Phosphorit	95 Mg	P ₂ O ₅ kg/Mg	9 m ² geschonte Fläche																																
P ₂ O ₅	19 Mg																																		
		Gesamt	0,44 (wie 2012)																																
Luftemissionen																																			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch																																	
NH ₃	4.767 kg	NH ₃ [g/Mg]	109 (Vgl. 2012: 289 g/Mg)																																
		Gesamt																																	
Cadmiumeintrag in Boden																																			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch																																	
	-0,5 kg		-12 mg/Mg (wie 2012)																																

Aufgrund aktueller Emissionsfaktoren zeigt die Klimagasbilanz eine höhere spezifische Nettobelastung, während die spezifische Nettobelastung für NH₃ geringer liegt als 2012 (Kap. 4.1). Darüber hinaus sind die Ergebnisse gegenüber 2012 unverändert. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung dieses Stoffstroms zu emissionsarmen biologischen Behandlungsanlagen.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.19 Speisereste (AVV 200108)

Stoffstrombilanz 2014																			
Aufkommen	46.718 Mg	(Abfrage Betreiber)	Vergleich: Aufkommen 2010: 37.325 Mg Aufkommen 2012: 35.980 Mg																
Behandlung	45.805 Mg	Anlagen mit Nachgärer																	
	913 Mg	Anlagen mit offenem Gärrestlager																	
Stofffluss			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #f28b82;">Kenndaten Gärrest</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4"><i>(berechnet)</i></td> </tr> <tr> <td>TS-Gehalt</td> <td>13%</td> <td>P₂O₅-Gehalt</td> <td>1,8% TS</td> </tr> <tr> <td>N-Gehalt</td> <td>1,8% TS</td> <td>Cd-Gehalt</td> <td>0,255 mg/kg TS</td> </tr> </tbody> </table>	Kenndaten Gärrest				<i>(berechnet)</i>				TS-Gehalt	13%	P ₂ O ₅ -Gehalt	1,8% TS	N-Gehalt	1,8% TS	Cd-Gehalt	0,255 mg/kg TS
Kenndaten Gärrest																			
<i>(berechnet)</i>																			
TS-Gehalt	13%	P ₂ O ₅ -Gehalt	1,8% TS																
N-Gehalt	1,8% TS	Cd-Gehalt	0,255 mg/kg TS																
			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #f28b82;">Bilanzierung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Transportentfernung gewichtetes Mittel 2014: 108 km</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Vergärung nach Durchschnittswerten: Methanertrag 64 m³/Mg FS; diffuse Emissionen 1% des produzierten Methans; CH₄-Emissionen Nachgärer 1,5%, offenes Lager 2,5% d. prod. Methans; NH₃-Emissionen neu s. Kap. 4.6.3 BHKW Nettowirkungsgrade 37,5/43; Anlageneigenbedarf 20% bzw. 25% Ausbringung Gärrest N₂O- und NH₃-Emissionen nach IPCC; Anrechnung Mineraldüngersubstitution nach Nährstoffgehalten Gärrest</td> </tr> </tbody> </table>	Bilanzierung		Transportentfernung gewichtetes Mittel 2014: 108 km		Vergärung nach Durchschnittswerten: Methanertrag 64 m ³ /Mg FS; diffuse Emissionen 1% des produzierten Methans; CH ₄ -Emissionen Nachgärer 1,5%, offenes Lager 2,5% d. prod. Methans; NH ₃ -Emissionen neu s. Kap. 4.6.3 BHKW Nettowirkungsgrade 37,5/43; Anlageneigenbedarf 20% bzw. 25% Ausbringung Gärrest N ₂ O- und NH ₃ -Emissionen nach IPCC; Anrechnung Mineraldüngersubstitution nach Nährstoffgehalten Gärrest											
Bilanzierung																			
Transportentfernung gewichtetes Mittel 2014: 108 km																			
Vergärung nach Durchschnittswerten: Methanertrag 64 m ³ /Mg FS; diffuse Emissionen 1% des produzierten Methans; CH ₄ -Emissionen Nachgärer 1,5%, offenes Lager 2,5% d. prod. Methans; NH ₃ -Emissionen neu s. Kap. 4.6.3 BHKW Nettowirkungsgrade 37,5/43; Anlageneigenbedarf 20% bzw. 25% Ausbringung Gärrest N ₂ O- und NH ₃ -Emissionen nach IPCC; Anrechnung Mineraldüngersubstitution nach Nährstoffgehalten Gärrest																			
			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="background-color: #f28b82;">Recycling-/Verwertungsquoten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recyclingquote:</td> <td>100%</td> <td><i>Die kombinierte stoffl. und energ. Verwertung ist aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchie der Recyclingquote zugeordnet</i></td> </tr> <tr> <td>Energetische Verwertungsquote:</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sonstige Verwertungsquote:</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Beseitigungsquote:</td> <td>-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Recycling-/Verwertungsquoten			Recyclingquote:	100%	<i>Die kombinierte stoffl. und energ. Verwertung ist aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchie der Recyclingquote zugeordnet</i>	Energetische Verwertungsquote:	-		Sonstige Verwertungsquote:	-		Beseitigungsquote:	-		
Recycling-/Verwertungsquoten																			
Recyclingquote:	100%	<i>Die kombinierte stoffl. und energ. Verwertung ist aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchie der Recyclingquote zugeordnet</i>																	
Energetische Verwertungsquote:	-																		
Sonstige Verwertungsquote:	-																		
Beseitigungsquote:	-																		
Klimagasbilanz 2014																			
	Vergleich		2010	2012															
	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]		-3.425	-2.907															
	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]		-92	-81															
	Ergebnis spezifisch																		
		Belastung	Gutschrift	Netto															
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>																			
Gesamt		72	141	-69															
Umweltbilanz 2014																			
Ressourcenschonung																			
Einsparung gesamt																			
Phosphorit	530 Mg	---->	53 m ² geschonte Fläche																
P ₂ O ₅	106 Mg																		
			Einsparung spezifisch	P ₂ O ₅ kg/Mg															
			Gesamt	2,27 (wie 2012)															
Luftemissionen																			
Nettoergebnis gesamt																			
NH ₃	5.010 kg																		
			Nettoergebnis spezifisch	NH ₃ [g/Mg]															
			Gesamt	107 (Vgl. 2012: 15 g/Mg)															
Cadmiumeintrag in Boden																			
Nettoergebnis gesamt																			
	-3,67 kg																		
			Nettoergebnis spezifisch	-79 mg/Mg (wie 2012)															

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen sind für diese Organikabfälle gemeinsam mit den nachfolgenden Abfällen beschrieben (nach Kap. 2.2.21).

2.2.20 Überlagerte Lebensmittel (AVV200399)

Stoffstrombilanz 2014																																																			
Aufkommen	5.958 Mg	(Abfrage Betreiber)	Vergleich: Aufkommen 2010: 24.106 Mg Aufkommen 2012: 25.345 Mg																																																
Behandlung	3.250 Mg	Anlagen mit Nachgärer																																																	
	2.708 Mg	Anlagen mit offenem Gärrestlager																																																	
Stofffluss	<p style="text-align: center;">Input 100% überlagerte Lebensmittelabfälle</p> <p style="text-align: center;">Output Gärrest Strom, Wärme</p>		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #f28b82; color: white;">Kenndaten Gärrest</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4"><i>wie Speisereste</i></td> </tr> <tr> <td>TS-Gehalt</td> <td>13%</td> <td>P₂O₅-Gehalt</td> <td>1,8% TS</td> </tr> <tr> <td>N-Gehalt</td> <td>1,8% TS</td> <td>Cd-Gehalt</td> <td>0,255 mg/kg TS</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #f28b82; color: white;">Bilanzierung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Transportentfernung gewichtetes Mittel 2014: 101 km</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Vergärung nach Durchschnittswerten: Methanertrag 64 m³/Mg FS; diffuse Emissionen 1% des produziertes Methans; CH₄-Emissionen Nachgärer 1,5%, offenes Lager 2,5% d. prod. Methans; NH₃-Emissionen neu s. Kap. 4.6.3 BHKW Nettowirkungsgrade 37,5/43; Anlageneigenbedarf 20% bzw. 25% Ausbringung Gärrest N₂O- und NH₃-Emissionen nach IPCC; Anrechnung Mineräldüngersubstitution nach Nährstoffgehalten Gärrest</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="background-color: #f28b82; color: white;">Recycling-/Verwertungsquoten</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Recyclingquote:</td> <td style="text-align: right;">100%</td> <td rowspan="2"><i>Die kombinierte stoffl. und energ. Verwertung ist aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchie der Recyclingquote zugeordnet</i></td> </tr> <tr> <td>= Output zur stofflichen Verwertung/Input</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Energetische Verwertungsquote:</td> <td style="text-align: right;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>= Output zur energetischen Verwertung/Input</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sonstige Verwertungsquote:</td> <td style="text-align: right;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>= Output zur sonstigen Verwertung/Input</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Beseitigungsquote:</td> <td style="text-align: right;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>= Output zur Beseitigung/Input</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Kenndaten Gärrest				<i>wie Speisereste</i>				TS-Gehalt	13%	P ₂ O ₅ -Gehalt	1,8% TS	N-Gehalt	1,8% TS	Cd-Gehalt	0,255 mg/kg TS	Bilanzierung		Transportentfernung gewichtetes Mittel 2014: 101 km		Vergärung nach Durchschnittswerten: Methanertrag 64 m ³ /Mg FS; diffuse Emissionen 1% des produziertes Methans; CH ₄ -Emissionen Nachgärer 1,5%, offenes Lager 2,5% d. prod. Methans; NH ₃ -Emissionen neu s. Kap. 4.6.3 BHKW Nettowirkungsgrade 37,5/43; Anlageneigenbedarf 20% bzw. 25% Ausbringung Gärrest N ₂ O- und NH ₃ -Emissionen nach IPCC; Anrechnung Mineräldüngersubstitution nach Nährstoffgehalten Gärrest		Recycling-/Verwertungsquoten			Recyclingquote:	100%	<i>Die kombinierte stoffl. und energ. Verwertung ist aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchie der Recyclingquote zugeordnet</i>	= Output zur stofflichen Verwertung/Input		Energetische Verwertungsquote:	-		= Output zur energetischen Verwertung/Input			Sonstige Verwertungsquote:	-		= Output zur sonstigen Verwertung/Input			Beseitigungsquote:	-		= Output zur Beseitigung/Input		
Kenndaten Gärrest																																																			
<i>wie Speisereste</i>																																																			
TS-Gehalt	13%	P ₂ O ₅ -Gehalt	1,8% TS																																																
N-Gehalt	1,8% TS	Cd-Gehalt	0,255 mg/kg TS																																																
Bilanzierung																																																			
Transportentfernung gewichtetes Mittel 2014: 101 km																																																			
Vergärung nach Durchschnittswerten: Methanertrag 64 m ³ /Mg FS; diffuse Emissionen 1% des produziertes Methans; CH ₄ -Emissionen Nachgärer 1,5%, offenes Lager 2,5% d. prod. Methans; NH ₃ -Emissionen neu s. Kap. 4.6.3 BHKW Nettowirkungsgrade 37,5/43; Anlageneigenbedarf 20% bzw. 25% Ausbringung Gärrest N ₂ O- und NH ₃ -Emissionen nach IPCC; Anrechnung Mineräldüngersubstitution nach Nährstoffgehalten Gärrest																																																			
Recycling-/Verwertungsquoten																																																			
Recyclingquote:	100%	<i>Die kombinierte stoffl. und energ. Verwertung ist aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchie der Recyclingquote zugeordnet</i>																																																	
= Output zur stofflichen Verwertung/Input																																																			
Energetische Verwertungsquote:	-																																																		
= Output zur energetischen Verwertung/Input																																																			
Sonstige Verwertungsquote:	-																																																		
= Output zur sonstigen Verwertung/Input																																																			
Beseitigungsquote:	-																																																		
= Output zur Beseitigung/Input																																																			
Klimagasbilanz 2014																																																			
	Vergleich	2010	2012																																																
	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-2.094	-1.756																																																
	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-87	-69																																																
Ergebnis spezifisch																																																			
		Belastung	Gutschrift	Netto																																															
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>																																																			
Gesamt	76	137	-61																																																
Umweltbilanz 2014																																																			
Ressourcenschonung																																																			
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch																																																	
Phosphorit	68 Mg	-----> 7 m ² geschonte Fläche	P ₂ O ₅																																																
P ₂ O ₅	14 Mg		kg/Mg																																																
		Gesamt	2,27 (wie 2012)																																																
Luftemissionen																																																			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch																																																	
NH ₃	639 kg	Gesamt	NH ₃ [g/Mg] 107 (Vgl. 2012: 25 g/Mg)																																																
Cadmiumeintrag in Boden																																																			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch																																																	
	-0,5 kg	-79 mg/Mg	(wie 2012)																																																

(Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen siehe nach Kap. 2.2.21)

2.2.21 Fettabscheiderinhalte (AVV 190809)

Stoffstrombilanz 2014															
Aufkommen	14.951 Mg	(Abfrage Betreiber)	Vergleich: Aufkommen 2010: 12.873 Mg												
Behandlung	12.773 Mg	Anlagen mit Nachgärer	Aufkommen 2012: 7.560 Mg												
	857 Mg	Anlagen mit offenem Gärrestlager													
	1.321 Mg	Mitbehandlung Kläranlage													
Stofffluss	<p>Input 100% Fettabscheiderinhalte</p> <p>Output Gärrest Strom, Wärme</p>		Kenndaten Gärrest TS-Gehalt 10,7% P ₂ O ₅ -Gehalt 2,0% TS N-Gehalt 7,0% TS Cd-Gehalt 0,255 mg/kg TS												
			Bilanzierung Transportentfernung gewichtetes Mittel 2014: 187 km Vergärung nach Durchschnittswerten: Methanertrag 122 m ³ /t; diffuse Emissionen 1% produziertes Methan; CH ₄ -Emissionen Nachgärer 1,5%, offenes Lager 2,5% prod. Methan; NH ₃ -Emissionen neu s. Kap. 4.6.3 BHKW Nettowirkungsgrade 37,5/43; Anlageneigenbedarf 20% bzw. 25% Ausbringung Gärrest N ₂ O- und NH ₃ -Emissionen nach IPCC; Anrechnung Mineraldüngersubstitution nach Nährstoffgehalten Gärrest												
			Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: 100% Die kombinierte stoffl. und energ. Verwertung = Output zur stofflichen Verwertung/Input ist aufgrund der Energetische Verwertungsquote: - höheren Stellung in = Output zur energetischen Verwertung/Input der Abfallhierarchie Sonstige Verwertungsquote: - der Recyclingquote = Output zur sonstigen Verwertung/Input zugeordnet Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input												
Klimagasbilanz 2014															
		Vergleich <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2010</th> <th>2012</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</td> <td>-1.304</td> <td>-2.303</td> </tr> <tr> <td>Netto spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</td> <td>-179</td> <td>-173</td> </tr> </tbody> </table>			2010	2012	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-1.304	-2.303	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-179	-173			
	2010	2012													
Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-1.304	-2.303													
Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-179	-173													
		Ergebnis spezifisch <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>129</td> <td>279</td> <td>-150</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	in kg CO ₂ -Äq/Mg Abfall				Gesamt	129	279	-150
	Belastung	Gutschrift	Netto												
in kg CO ₂ -Äq/Mg Abfall															
Gesamt	129	279	-150												
Umweltbilanz 2014															
Ressourcenschonung															
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch													
Phosphorit	131 Mg	P ₂ O ₅													
P ₂ O ₅	26 Mg	kg/Mg													
	----> 13 m ² geschonte Fläche	Gesamt	1,75 (Vgl. 2012: 1,18 kg/Mg)												
Luftemissionen															
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch													
NH ₃	5.112 kg	NH ₃ [g/Mg]													
		Gesamt	342 (Vgl. 2012: 22 g/Mg)												
Cadmiumeintrag in Boden															
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch													
	-1,0 kg														
			-68 mg/Mg (Vgl. 2012: -46 mg/Mg)												

Zusammenfassung Organikabfälle aus Gewerbe (Kap. 2.2.19 bis 2.2.21)

Das Aufkommen 2014 liegt für Speisereste um 30% höher als 2012. Das Aufkommen 2014 für überlagerte Lebensmittelabfälle liegt um 76% niedriger. Vermutlich wurden die beiden Abfallarten in diesem Jahr dem jeweils anderen Abfallschlüssel zugeordnet. Das Aufkommen 2014 für Fettabscheiderinhalte liegt in ähnlicher Höhe wie 2010 (16% höher), 2012 war eine etwa halb so hohe Menge berichtet worden.

Stoffstrombilanz

Die Klimagasbilanz 2014 für Speisereste und überlagerte Lebensmittelabfälle zeigt gegenüber 2012 jeweils eine etwas geringere spezifische Nettoentlastung v.a. aufgrund höherer gewichteter Transportentfernungen. Die Klimagasbilanz 2014 für Fettabscheiderinhalte zeigt ebenfalls eine geringere spezifische Nettoentlastung. Abgesehen von der ebenfalls höheren Transportentfernung kommt hier eine Verschiebung zwischen Anlagentypen zum Tragen. Der zu Anlagen mit offenen Gärrestlagern verbrachte Anteil ist deutlich zugunsten von Anlagen mit Nachgärern zurückgegangen, allerdings ist auch der Anteil zur Mitbehandlung in der Kläranlage (gasdichte Lagerung) deutlich niedriger (9% statt 39%).

Klimagasbilanz

Bei der Umweltbilanz ergeben sich für alle drei Abfallarten höhere spezifische Nettobelastungen für NH₃ aufgrund einer Anpassung der Emissionsfaktoren (vgl. Kap. 4.6.3). Bei den weiteren Umweltindikatoren sind die spezifischen Ergebnisse bei Speiseresten und bei überlagerten Lebensmittelabfällen gegenüber 2012 unverändert. Bei Fettabscheiderinhalten zeigen sich 2014 höhere spezifische Entlastungen hinsichtlich der Phosphatschonung und dem Cadmiumeintrag in den Boden, da geringere Mengen in der Kläranlage mitbehandelt wurden und dadurch ein höhere Gärrestmenge in der Landwirtschaft eingesetzt wurde (91% statt 61%).

Umweltbilanz

Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Nutzung von Anlagen mit gasdichten Gärrestlagern und zumindest einer Abfackelung der anfallenden Methangasmengen.

Optimierungsmaßnahmen

2.2.22 Altfette (AVV 200125)

Stoffstrombilanz 2014			
Aufkommen	5.500	Mg	Vergleich: Aufkommen nach Akteursangaben jährlich etwa einheitlich 5.500 Mg
Behandlung	5.500	Mg	
Stofffluss			<p>Abfallzusammensetzung Gemisch von pflanzlichen Frittierfetten und tierischen Fetten aus der Gastronomie, Kantinen, Imbissen, usw.</p> <p>Bilanzierung Herstellung von Altfettmethylester (AFME bzw. Biodiesel) Mechanische Reinigung (1% Störstoffabtrennung, 30 kWh/Mg TS) Umesterung gereinigtes Fett (AFME-Ausbeute 97%) und Destillation Produkt Altfett-Biodiesel mit H₂ 37,2 MJ/kg ersetzt heizwertäquivalent Diesel (pro Tonne Altfett rd. 0,85 Mg Diesel)</p> <p>Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: 99% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 1% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input</p>
Klimagasbilanz 2014			
	Vergleich	2010	2012
	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-14.728	-14.728
	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-2.678	-2.678
Ergebnis spezifisch			
	Belastung	Gutschrift	Netto
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>			
Gesamt	466	3.144	-2.678
Umweltbilanz 2014			
Luftemissionen			
Nettoergebnis gesamt	Nettoergebnis spezifisch	NH ₃	NO _x
NH ₃ 168 kg		g/Mg	g/Mg
NO _x 47.651 kg	Gesamt	30	8.664
		(wie 2012)	

Die Ergebnisse sind gegenüber 2010 und 2012 unverändert. Optimierungsmöglichkeiten wurden für die Altfettverwertung nicht gesehen. Jedoch besteht ein Optimierungspotenzial in einer Mengensteigerung durch Intensivierung der getrennten Erfassung. Hierzu müssten Kleinanfallstellen wie vor allem Imbiss-Läden an die Erfassung angeschlossen werden (vgl. ifeu/ICU 2012, S.140).

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.23 Pferdemist (AVV 020106)

Stoffstrombilanz 2014															
Aufkommen	9.282 Mg	(aus Erhebung 2009)	Vergleich: 2010, 2012 gleiche Menge nach Erhebung 2009 Validierung voraussichtlich 2016												
Behandlung	9.282 Mg	offene Kompostierung													
Stofffluss		Kenndaten													
<p>Input 100% Pferdemist</p> <p>Output Kompost (50% d. Input)</p>		Pferdemist Kompost (wie Biogut) P ₂ O ₅ -Gehalt 3,1 kg/Mg FS Cd-Gehalt 0,27 mg/kg TS													
		Bilanzierung													
		Offene Kompostierung; keine Störstoffe Emissionsfaktoren UBA-Texte 39/2015 (Kap. 4.1) Erzeugte Kompostmenge 500 kg/Mg Input, 40% TS													
		Recycling-/Verwertungsquoten													
		Recyclingquote: 100% = Output zur stofflichen Verwertung/Input													
		Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input													
		Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input													
		Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input													
Klimagasbilanz 2014															
		Vergleich													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2010</th> <th>2012</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</td> <td>-170</td> <td>-170</td> </tr> <tr> <td>Netto spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</td> <td>-18</td> <td>-18</td> </tr> </tbody> </table>			2010	2012	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-170	-170	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-18	-18			
	2010	2012													
Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-170	-170													
Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-18	-18													
		Ergebnis spezifisch													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>148</td> <td>-92</td> <td>56</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>				Gesamt	148	-92	56
	Belastung	Gutschrift	Netto												
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>															
Gesamt	148	-92	56												
Umweltbilanz 2014															
Ressourcenschonung															
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch													
Phosphorit	144 Mg	P ₂ O ₅													
	-----> 14 m ² geschonte Fläche	kg/Mg													
P ₂ O ₅	29 Mg	Gesamt	3,1 (Vgl. 2012: 0,86 kg/Mg)												
Luftemissionen															
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch													
NH ₃	49 kg	NH ₃ [g/Mg]													
		Gesamt	5 (Vgl. 2012: 185 g/Mg)												
Cadmiumeintrag in Boden															
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch													
	-0,5 kg		-53 mg/Mg (wie 2012)												

Aufgrund aktueller Emissionsfaktoren zeigt die Klimagasbilanz eine Nettobelastung, während die spezifische Nettobelastung für NH₃ geringer liegt als 2012 (Kap. 4.1). Die Phosphateinsparung liegt aufgrund einer Anpassung des P₂O₅-Gehaltes höher. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung dieses Stoffstroms zu emissionsarmen biologischen Behandlungsanlagen.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.24 Rechengut (AVV 190101)

Stoffstrombilanz 2014												
Aufkommen	7.159	Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 6.864 Mg Aufkommen 2012: 5.944 Mg									
Behandlung	7.159	Mg										
			MBS ZAB Niederlehme									
Stofffluss		Kenndaten										
		TS-Gehalt 34% FS oTS-Gehalt 95,2% TS										
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten										
Behandlung in der MBS zur EBS-Erzeugung, Ausbeute 39% mit H _i 13,5 MJ/kg FS und C fossil 6,2% FS zu 90% Mitverbrennung in Kraft- und Zementwerken 10% in den EBS-Kraftwerken Schwedt und Eisenhüttenstadt		Recyclingquote: - = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 39% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input (Rest Wasser- und Abbauverluste aus Behandlung in MBS)										
Klimagasbilanz 2014												
		Vergleich <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2010</th> <th>2012</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</td> <td>-2.760</td> <td>-2.388</td> </tr> <tr> <td>Netto spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</td> <td>-402</td> <td>-402</td> </tr> </tbody> </table>			2010	2012	Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-2.760	-2.388	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-402	-402
	2010	2012										
Netto pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	-2.760	-2.388										
Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	-402	-402										
Umweltbilanz 2014		Luftemissionen										
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch										
NOx	1.332 kg	NOx [g/Mg]										
		Gesamt	186 (wie 2012)									
Ergebnis spezifisch												
		Belastung	Gutschrift									
in kg CO ₂ -Äq/Mg Rechengut			Netto									
Gesamt		161	-563									
			-402									

Das Aufkommen 2014 liegt 20% höher als 2012. Die Klimagas- und Umweltbilanz ist gegenüber 2012 unverändert. Optimierungsmöglichkeiten wurden bei dem bestehenden Verwertungsverfahren nicht gesehen (s. ifeu/ICU 2012, S.143).

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.3 Zusammenführung der Ergebnisse der Abfallarten

Im Jahr 2014 wurden 37 Abfallarten mit einer Abfallmenge von rund 7 Mio. Tonnen im Land Berlin erfasst. Dies entspricht etwa der Menge von 2012. Den größten Anteil haben die mineralischen Abfälle mit einem Aufkommen von rund 4,3 Mio. Tonnen. Weitere mengenrelevante Abfallfraktionen mit einem Aufkommen über 300.000 Mg/a sind Haus- und Geschäftsmüll, gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und gemischte Bau- und Abbruchabfälle, die Summe der trockenen Wertstoffe Altpapier, Altglas, LVP und StNVP sowie Klärschlamm (Mischung aus ungefaultem Klärschlamm und gefaultem bzw. gefault, getrocknetem Klärschlamm). Die Verteilung der Mengenströme zeigt Abbildung 2.2. Unter den „weiteren nicht biogenen Wertstoffen“ sind Alttextilien, Altmetalle, Altreifen und E-Schrott zusammengefasst, unter den „überwiegend kommunalen organischen Abfällen“ sind Organikabfälle aus Haushalten, Laub/Straßenlaub, Grasschnitt (Mähgut und Straßenbegleitgrün) und Rechengut subsummiert. Die „nicht kommunalen organischen Abfälle“ umfassen die Organikabfälle aus Gewerbe, Alt fett und Pferdemit.

Stoffstrombilanz 2014

Die Abweichung zwischen Input- und Outputmenge ergibt sich v.a. aus den ermittelten Input-Output-Mengen für mineralische Abfälle der Brech- und Klassieranlagen (v.a. Lagerbestände). Gegenüber 2012 liegt das Aufkommen (Input) nahezu gleich hoch (-0,2%), die entsorgte Abfallmenge (Output) liegt um 3% niedriger als 2012.

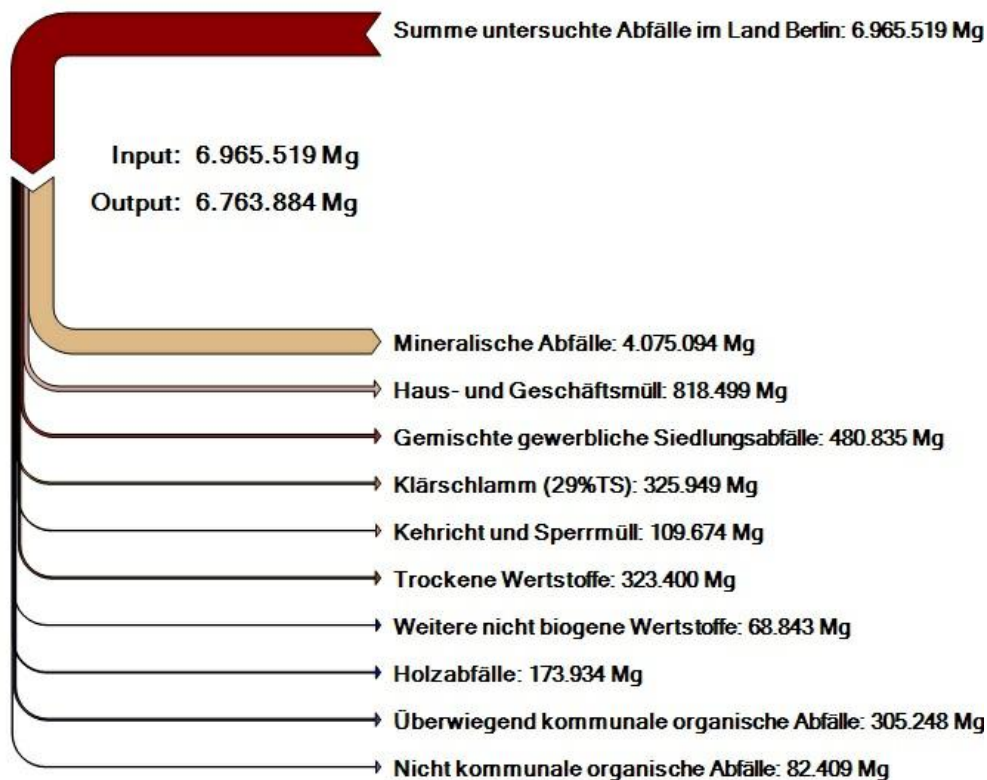


Abbildung 2.2: Sankeydiagramm Mengenströme 2014

Abbildung 2.3 zeigt die entsorgten (verwerteten und beseitigten) Einzelmengen nach den Abfallarten. Für Klärschlamm sind die ungefaulte und die gefaulte (und teils getrocknete) Menge aufgrund der unterschiedlichen Charakteristik getrennt ausgewiesen.

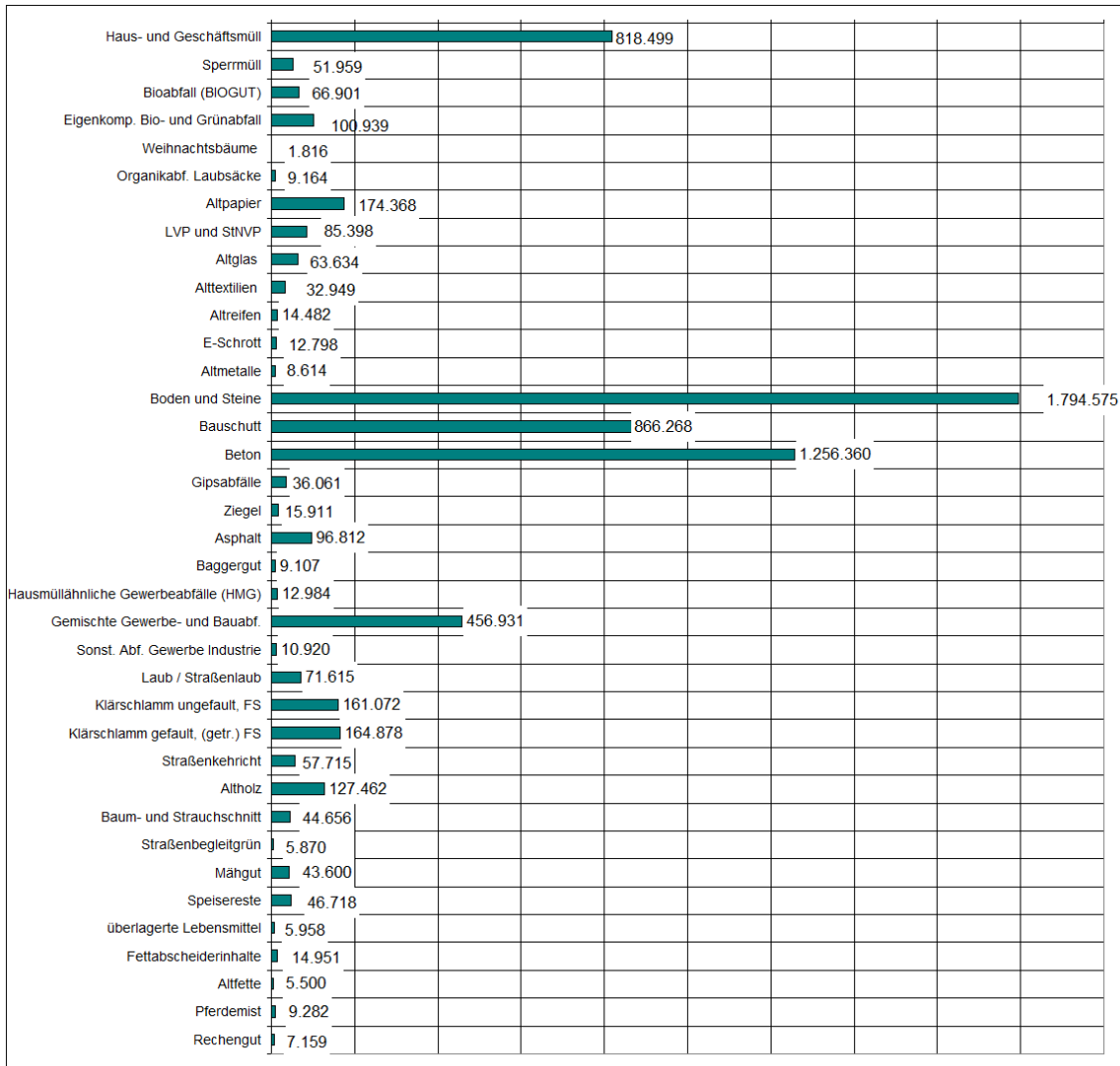


Abbildung 2.3: Entsorgte Mengen der Abfallarten 2014 (Mengenangaben in Tonnen)

Tabelle 2.1 zeigt die Ergebnisübersicht der Stoffstrombilanz (entsorgte Menge und Behandlung bzw. Verbleib) sowie die Recycling- und Verwertungsquoten der 37 untersuchten Abfallarten. Insgesamt wurden im Land Berlin 6.965.519 Mg Abfälle erfasst. Abzüglich der Input-Output-Differenzen verbleiben 6.763.884 Mg Abfälle, die 2014 entsorgt wurden. Davon wurden 39% recycelt (stofflich verwertet), 19% energetisch verwertet, 34% sonstig verwertet (Verfüllungen, Deponieersatzbaustoff) und 6% beseitigt (Deponierung und Klärschlammverbrennung in der KSVA). In der Tabelle grau markiert sind diejenigen Abfallarten, bei denen es sich größtenteils bzw. vollständig um kommunale Abfälle handelt (inkl. überlassungspflichtige Abfälle an den öffentlichen Entsorgungsträger im Land Berlin).

Tabelle 2.1: Ergebnisse Stoffstrombilanz 2014

Abfallart	entsorgte Menge [Mg]	%-Änderung zu 2012	Behandlung/Verbleib	Recycling	Energetische Verwertung	Sonstige Verwertung	Beseitigung
Hausmüll und Geschäftsmüll	818.499	0%	62% MHKW Ruhleben, 36% MPS, 2% MA	3%	72%	15%	1%
Sperrmüll	51.959	+11%	99% AAS, 1% Umschlag	5%	95%	-	-
Bioabfall (BIOGUT)	66.901	+8%	87% BSR Biogas West, 10% offene Kompostierung, 3% Vergärung Hennickend. Kompost	86%	14%	-	-
Eigenkompostierung	100.939	0%	Eigenkompostierung	100%			
Weihnachtsbäume	1.816	+12%	4 Biomasse-HKWs		100%		
Organikabfälle in Laubsäcken	9.164	-9%	98% offene Kompostierung, 2% IKW Rüdersdorf	98%	2%		
Altpapier	174.368	-3%	Verwertung Papierfabrik	99%	1%		
LVP und StNVP	85.398	-12%	Verwertung Fraktionen	35%	58%	1%	0,3%
Altglas	63.634	-4%	Verwertung Glashütte	97%			3%
Alttextilien	32.949	+6%	Textil-Recycling, Himmelpforten	60%	40%		
Altreifen	14.482	-13%	50% Granulierung, 50% Mitverbrennung Zementwerk	42,5%	57%		0,5%
E-Schrott	12.798	-6%	83% EAR/BRAL, 16% TSR Recycling	91%	8,7%		0,3%
Altmetalle	8.614	+5%	Verwertung Metallhütten	100%			
Boden und Steine	1.794.575	-5%	25% Baumaßnahmen, 33% Deponie/Altablagerung, 42% Tagebau	25%		74%	1%
Bauschutt	866.268	-11%	14% Straßenbau, 69% Deponie/Altablagerung, 17% Tagebau	14%		82%	4%
Beton	1.256.360	-6%	98,5% Straßenbau, 1,15% Deponie/Altablagerung, 0,4% Tagebau	98,5%		1,5%	0,06%
Gipsabfälle	36.061	+24%	Deponie				100%
Ziegel	15.911	neu	Wegebau	100%			
Asphalt	96.812	+41%	90,4% Straßenbau, 9,5% Deponie/Altablagerung, 0,1% Tagebau	90,4%		8,2%	1,4%
Baggergut	9.107	-16%	Deponie/Altablagerung			69%	31%
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG)	12.984	-23%	77% MHKW Ruhleben, 23% MPS Reinickendorf	3%	74%	17%	0,3%
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	456.931	+2%	Berliner und Brandenburger Vorbehandlungsanlagen	3,8%	55%	21,8%	17,6%
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie	10.920	-29%	MHKW Ruhleben	2,3%	77,3%	20,4%	
Laub, Straßenlaub	71.615	+2%	99,8% offene Kompostierung, 0,2% IKW Rüdersdorf	99,8%	0,2%		

Abfallart	entsorgte Menge [Mg]	%-Änderung zu 2012	Behandlung/Verbleib	Recycling	Energetische Verwertung	Sonstige Verwertung	Beseitigung
Ungefaulter Klärschlamm (Rohschlamm)	161.072 (45.986 Mg TS)	-2% (-3%)	KSVA Ruhleben				100%
Gefaulter und anteilig getrockneter Klärschlamm	164.878 (47.199 Mg TS)	+14% (+1,6%)	Bezug TS: 13% KSVA Ruhleben, 54% gefault zu Kraftwerken, 17% getrocknet zu Zement- und Kraftwerken	0,6%	86,4%		13%
Straßenkehrriecht	57.715	+8%	gbav	0,2%	4,2%	9,6%	83,9%
Getr. gesammeltes Altholz	127.462	-8%	Biomasse-HKWs		100%		
Baum- und Strauchschnitt	44.656	-3%	22% Mulchung, 10% Kraftwerke, 68% Biomasse-HKWs	22%	78%		
Straßenbegleitgrün	5.870	+9%	offene Kompostierung	100%			
Mähgut	43.600	0%	offene Kompostierung	100%			
Speisereste	46.718	+30%	Vergärung	100%			
Überlagerte Lebensmittel	5.958	-76%	Vergärung	100%			
Fettabscheiderinhalte	14.951	+98%	Vergärung	100%			
Altfette	5.500	0%	Altfettmethylester-Biodiesel	99%	1%		
Pferdemist	9.282	0%	offene Kompostierung	100%			
Rechengut	7.159	+20%	MBA ZAB Niederlehme		39%		
Summe	6.763.884	-3%		39%	19%	34%	6%

Differenz der Recycling-/Verwertungsquoten zu 100% durch Wasserverluste bei der Behandlung über MPS, MBS, MA (bei Rechengut auch Abbauverluste, Anteil nicht bekannt)

Klimagasbilanz 2014

Tabelle 2.2 zeigt die Ergebnisübersicht der Nettowerte der Klimagasbilanz 2014 für die untersuchten 37 Abfallarten. Insgesamt wurde im Land Berlin eine Nettoentlastung in Höhe von -935.981 Mg CO₂-Äq erreicht. In den Einzelergebnissen der Klimagasbilanz sind die Nettowerte mit einem Pluszeichen versehen, bei denen die Entsorgung der Abfälle zu einer Nettobelastung an Klimagasen führt. Insgesamt ist das bei acht Abfallarten der Fall, 2012 waren es sieben. Die Verschlechterung ist auf aktuelle Emissionsfaktoren für die Kompostierung zurückzuführen, die auf neuen, umfassenderen Messergebnissen beruhen (Kap. 4.1). Insgesamt zeigt die Klimagasbilanz gegenüber 2012 ein besseres Ergebnis, wie sich am spezifischen Nettoergebnis ablesen lässt, das auch etwas besser ist als das für 2010.

Abbildung 2.4 zeigt die absoluten Nettoergebnisse der Klimagasbilanz 2014 als Balkengrafik. Negative Zahlen weisen Nettoentlastungen aus, positive Zahlen Nettobelastungen. Ein direkter Vergleich der einzelnen Nettoergebnisse mit denen von 2012 und 2010 ist aufgrund der jeweils unterschiedlichen entsorgten Abfallmengen nicht sinnvoll. Für einen Vergleich dienen die spezifischen Nettoergebnisse in Tabelle 2.2. Hintergründe zu den Unterschieden sind in den Kapiteln mit den Steckbriefen erläutert.

Tabelle 2.2: Ergebnisse Klimagasbilanz 2014

	Klimagasbilanz 2014		Vergleich	
			2012	2010
Abfallart	Netto pro Jahr [kg CO ₂ -Äq]	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	
Hausmüll und Geschäftsmüll	-263.678	-322	-275	-273
Sperrmüll	-20.339	-391	-393	-415
Bioabfall (BIOGUT)	-6.930	-104	5	1
Eigenkompostierung	+1.801	+18	+18	+18
Weihnachtsbäume	-1.048	-577	-1.105	-1.105
Organikabfälle in Laubsäcken	+256	+28	-15	+17
Altpapier	-113.723	-652	-652	-642
LVP und StNVP	-43.650	-511	<i>vorher drei Systeme</i>	
Altglas	-28.814	-453	-453	-450
Alttextilien	-138.292	-4.197	-4.197	-4.226
Altreifen	-21.503	-1.485	-1.355	-1.306
E-Schrott	-31.473	-2.459	-2.468	-2.453
Altmetalle	-6.189	-718	-718	-718
Boden und Steine	0	0	0	0
Bauschutt	0	0	0	0
Beton	0	0	0	0
Gipsabfälle	0	0	0	0
Ziegel	0	0	0	0
Asphalt	-1.119	-12	-11	-5
Baggergut	0	0	0	0
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle	-3.202	-247	-203	-319
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	-100.081	-219	-208	-240
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie	-2.064	-189	<i>Ausweisung nicht sinnvoll*</i>	
Laub, Straßenlaub	+2.821	+39	-13	-15
Ungefalter Klärschlamm	+8.872	<i>Bezug TS: +193</i>	+204	392
Gefalter und anteilig getrockneter Klärschlamm	-26.618	<i>Bezug TS: -564</i>	-532	-628
Straßenkehricht	+4.887	+85	+107	+66
Getrennt gesammeltes Altholz	-104.685	-821	-740	-664
Baum- und Strauchschnitt	-22.690	-508	-508	-509
Straßenbegleitgrün	+521	+89	+44	+15
Mähgut	+3.872	+89	+15	+15
Speisereste	-3.214	-69	-81	-92
Überlagerte Lebensmittel	-365	-61	-69	-87
Fettabscheiderinhalte	-2.247	-150	-173	-179

Abfallart	Klimagasbilanz 2014		Vergleich	
	Netto pro Jahr [kg CO ₂ -Äq]	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	2012	2010
Altfette	-14.728	-2.678	-2.678	-2.678
Pferdemist	+517	+56	-18	-18
Rechengut	-2.877	-402	-402	-402
Summe	-935.981	-138	-127	-134

*In den Jahren 2012 und 2010 waren jeweils auch andere Behandlungswege enthalten mit anderen Abfallcharakteristika

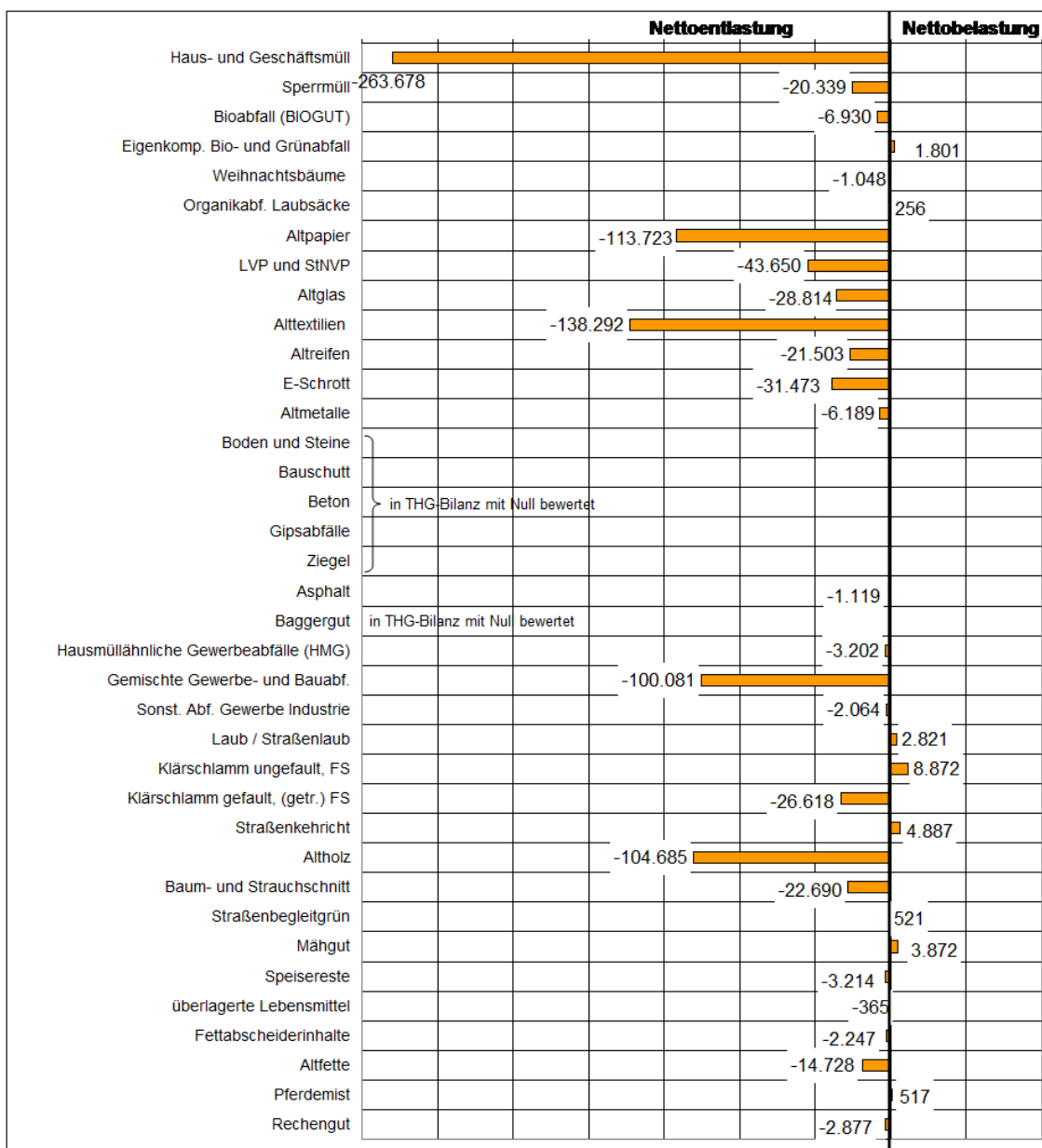


Abbildung 2.4: Absolute Nettoergebnisse der Klimagasbilanz 2014

Umweltbilanz 2014

Tabelle 2.3 zeigt die absoluten Ergebnisse für die Indikatoren zur Schonung von Rohstoffen. Das Ergebnis für die Schonung fossiler Rohstoffe (KEA fossil) ist als Nettoergebnis angegeben. Der KEA fossil wurde nur für Abfallarten untersucht bei denen nicht absehbar war, ob das Ergebnis mit dem der Klimagasbilanz korreliert. Ist das der Fall, ist die Auswertung der Klimagasbilanz zur Beurteilung der abfallwirtschaftlichen Leistung ausreichend. Die Ergebnisse für den KEA fossil sind der Vollständigkeit halber aufgeführt. Eine Summe wurde nicht gebildet, da diese die Gesamtsituation in Berlin unterschätzen würde.

Ressourcenschonung

Die Schonung von Natursteinen wird zu 96% durch die Verwertung der mineralischen Abfälle erreicht. Diese wurden 2014 zu 47% ressourcenschonend verwertet (Recyclingquote). Im Jahr 2012 waren es knapp 50%. Es besteht weiterhin ein hohes Optimierungspotenzial. Die gesamte Substitution von 1.997.179 Mg Natursteinen entspricht einer vermiedenen Flächeninanspruchnahme von 43.845 m².

Tabelle 2.3: Ergebnisse der Rohstoffschonung 2014

Abfallart	Natursteine Mg/a	Rohmetalle Mg/a	Holz (lutro) Mg/a	Phosphat Mg/a	KEA fossil netto in TJ/a
Hausmüll und Geschäftsmüll	0	20.419	-	-	-5.157
Sperrmüll	0	1.783	0	-	-388
Bioabfall (BIOGUT)	649	56	-	130	-78
Eigenkompostierung	0	-	-	0	-
Weihnachtsbäume	0	-	0	-	-
Organikabfälle in Laubsäcken	28	-	-	5,6	-
Altpapier	0	-	307.399	-	-
LVP und StNVP	0	9.377	12.862	-	-1.452
Altglas	74.186	-	-	-	-
Alttextilien	0	-	-	-	-1.726
Altreifen	0	2.607	-	-	-543
E-Schrott	0	7.007	-	-	-
Altmetalle	0	6.719	-	-	-
Boden und Steine	468.430	-	-	-	-
Bauschutt	115.058	-	-	-	-
Beton	1.237.292	-	-	-	-
Gipsabfälle	0	-	-	-	-
Ziegel	15.911	-	-	-	-
Asphalt	84.069	-	-	-	-163
Baggergut	0	-	-	-	-

Abfallart	Natursteine Mg/a	Rohmetalle Mg/a	Holz (lutro) Mg/a	Phosphat Mg/a	KEA fossil netto in TJ/a
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG)	0	298	-	-	-135
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	0	7.881	5.106	-	-2.280
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie	0	224	-	-	-113
Laub, Straßenlaub	188	-	-	38	-
Ungefauter Klärschlamm (Rohschlamm)	0	-	-	0	-138
Gefauter und anteilig getrockneter Klärschlamm	390	-	-	78	-252
Straßenkehrriecht	0	97	-	-	+41
Getr. gesammeltes Altholz	-	-	0	-	-
Baum- und Strauchschnitt	-	-	0	-	-
Straßenbegleitgrün	13	-	-	3	-
Mähgut	95	-	-	19	-
Speisereste	530	-	-	106	-
Überlagerte Lebensmittel	68	-	-	14	-
Fettabscheiderinhalte	131	-	-	26	-
Altfette	-	-	-	-	-
Pferdemist	144	-	-	29	-
Rechengut	0	-	-	-	-
Summe	1.997.179	56.467	325.367	447	(*)

(*)Die Ausweisung der Summe ist nicht sinnvoll, da der KEA fossil nur für bestimmte Abfallarten ausgewertet wurde
Das Zeichen „-“ steht dafür, dass der betreffende Indikator für die Abfallart nicht relevant ist

Tabelle 2.4 zeigt die absoluten Nettoergebnisse für Luftschadstoffemissionen (Quecksilber, NO_x, Ammoniak) sowie Schadstoffeintrag in den Boden (Cadmium). In der Summe über die ausgewerteten Abfallarten führt deren Entsorgung im Jahr 2014 hinsichtlich Quecksilberemissionen zu einer Nettobelastung, hinsichtlich NO_x- und Ammoniakemissionen sowie dem Cadmumeintrag in Boden zu einer Nettoentlastung. Im Jahr 2012 ergab sich bei den Ammoniakemissionen noch eine Nettobelastung. Die Veränderung ist nicht durch eine veränderte Entsorgungspraxis bestimmt, sondern durch die Anwendung aktueller Emissionsfaktoren für die Kompostierung und die Vergärung nach UBA-Texte 39/2015. Danach liegen Ammoniakemissionen für die Kompostierung und die Vergärung mit geschlossener Nachrotte niedriger als die zuvor nach (gewitra 2009) verwendeten, die für die Vergärung und die Vergärung mit offener Nachrotte höher (vgl. Tabelle 4.1 und Tabelle 4.2). Letztere spielen für die SKU-Bilanz eine untergeordnete Rolle. Insgesamt führt das zu Nettobelastungen aus der Kompostierung und Vergärung, die in Summe niedriger ausfallen als die Nettoentlastung durch die Verwertung (Wiederverwendung) von Alttextilien. Die Verwertung von Alttextilien hat auch, wie schon 2012, auf die Nettoentlastung bei den NO_x-Emissionen einen maßgeblichen Einfluss.

**Luftemissionen und
Cadmiumeintrag Boden**

Tabelle 2.4: Nettoergebnisse Luftemissionen und Cadmiueintrag in Boden 2014

Abfallart	Quecksilber (Luft) kg/a	NOx (Luft) kg/a	Ammoniak (Luft) kg/a	Cadmiumeintrag in Boden kg/a
Hausmüll und Geschäftsmüll	+14,64	+19.306	-	-
Sperrmüll	+0,25	+490	-	-
Bioabfall (BIOGUT)	-	-	+15.919	-2,5
Eigenkompostierung	-	-	+79.203	+2,0
Weihnachtsbäume	-	+409	-	-
Organikabfälle in Laubsäcken	-	-	+194	+0,03
Altpapier	-	-	-	-
LVP und StNVP	+2,44	-55.232	-	-
Altglas	-	-	-	-
Alttextilien	-1,71	-201.654	-132.602	-
Altreifen	+0,58	-23.767	-	-
E-Schrott	-	-	-	-
Altmetalle	-	-	-	-
Boden und Steine	-	-	-	-
Bauschutt	-	-	-	-
Beton	-	-	-	-
Gipsabfälle	-	-	-	-
Ziegel	-	-	-	-
Asphalt	-	-	-	-
Baggergut	-	-	-	-
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG)	+0,13	-3.097	-	-
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	+8,17	+64.699	-	-
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie	-0,02	-3.925	-	-
Laub, Straßenlaub	-	-	+3.148	+0,18
Ungefaulter Klärschlamm (Rohschlamm)	+2,63	+11.070	-	0
Gefaulter und anteilig getrockneter Klärschlamm	+5,35	+34.508	-	-3,6
Straßenkehrriecht	+0,16	+8.915	-	-
Getr. gesammeltes Altholz	-	+6.479	-	-
Baum- und Strauchschnitt	-	+9.676	-	-
Straßenbegleitgrün	-	-	+642	-0,07
Mähgut	-	-	+4.767	-0,5
Speisereste	-	-	+5.010	-3,7

Abfallart	Quecksilber (Luft) kg/a	NOx (Luft) kg/a	Ammoniak (Luft) kg/a	Cadmiumeintrag in Boden kg/a
Überlagerte Lebensmittel	-	-	+639	-0,5
Fettabscheiderinhalte	-	-	+5.112	-1,0
Altfette	-	+47.651	+168	-
Pferdemist	-	-	+49	-0,5
Rechengut	-	+1.332	-	-
Summe	+32,63	-83.142	-17.750	-10,2

Das Zeichen „-“ steht dafür, dass der betreffende Indikator für die Abfallart nicht relevant ist

Allgemein dient die Auswertung der Umweltindikatoren der Beurteilung der Umweltauswirkungen aus der Entsorgung der einzelnen Abfallarten, für die die Indikatoren von Bedeutung sind. Nur für diese wird die Bilanzierung vorgenommen. Aus diesem Grund ist es nur bedingt sinnvoll, spezifische Werte bezogen auf die gesamt entsorgte Abfallmenge zu bilden und zu vergleichen. Um dennoch Veränderungen gegenüber 2012 einschätzen zu können, wurden spezifische Werte gebildet, die sich auf die jeweils zugrundeliegende betrachtete Abfallmenge beziehen, z.B. bei der Schonung von Phosphat oder auch dem Cadmiumeintrag in den Boden für die ausgewerteten organischen Abfälle. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2.5 und Tabelle 2.6 ausgewiesen.

Tabelle 2.5: Spezifische Ergebnisse der Schonung von Rohstoffen 2014 im Vergleich zu 2012

	Natursteine kg/Mg	Rohmetalle kg/Mg	Holz (lutro) kg/Mg	Phosphat kg/Mg	KEA fossil netto MJ/Mg
Spezifisches Ergebnis 2014	311	35,4	345	0,64	-6,1
Anteil Bezugsmenge an gesamt entsorgter Abfallmenge	95%	24%	14%	10%	30%
Spezifisches Ergebnis 2012	333	34,6	365	0,42	-6,1
Anteil Bezugsmenge an gesamt entsorgter Abfallmenge	95%	23%	14%	10%	28%

Tabelle 2.6: Spezifische Nettoergebnisse für Luftemissionen und Cadmiumeintrag in Boden 2014 im Vergleich zu 2012

	Quecksilber (Luft) kg/a	NOx (Luft) kg/a	Ammoniak (Luft) kg/a	Cadmiumeintrag in Boden kg/a
Spezifisches Ergebnis 2014	0,017	-40	-43	-14,6
Anteil Bezugsmenge an gesamt entsorgter Abfallmenge	28%	30%	6%	10%
Spezifisches Ergebnis 2012	0,024	-16	65	-8,5
Anteil Bezugsmenge an gesamt entsorgter Abfallmenge	27%	29	6%	10%

In den Tabellen ebenfalls angegeben ist der Prozentanteil der jeweils zugrundeliegenden Abfallmenge an der gesamt entsorgten Abfallmenge. Daraus ist ersichtlich, dass in beiden Jahren die Bezugsabfallmengen eine ähnliche Gewichtung hatten.

Bei der Schonung von Rohstoffen zeigen sich unterschiedliche Tendenzen. Der spezifische Wert für den KEA fossil ist nahezu unverändert. Mineralische Rohstoffe wurden etwas weniger eingespart bedingt durch die etwas geringere Recyclingquote (47% gegenüber 49,5%). Holz als Rohstoff wurde etwas weniger eingespart, v.a. da Altholz im Jahr 2014 nicht stofflich verwertet wurde (2012: 10%). Umgekehrt ist die Einsparung von Rohmetallen und Phosphat im spezifischen Wert etwas angestiegen. Beim Phosphat ist dies dadurch bedingt, dass für die Gärprodukte flüssig und fest aus der BSR Biogas West belastbare Messwerte vorliegen, die in Summe höhere Phosphatgehalte aufweisen als die bislang verwendeten Rechenwerte für Kompost, so dass durch die Anwendung der beiden Gärprodukte eine höhere Mineraldüngersubstitution erzielt wird. Ebenfalls positiv zu Buche schlägt die Aufnahme des MAP-Verfahrens auf der Kläranlage Waßmannsdorf.

Bei den Luftschadstoffemissionen zeigt sich durchweg eine Verbesserung. Die Ergebnisumkehr von Nettobelastungen zu Nettoentlastungen bei den Ammoniakemissionen wurde bereits oben beschrieben. Die Verbesserung bei Quecksilberemissionen ergibt sich v.a. für die Mitverbrennung im Zementwerk aufgrund der verbesserten Abscheidung von Quecksilber in Zementwerken (vgl. Kap. 4.6.2). Bei den NO_x-Emissionen sind die Gründe weniger offensichtlich, eine wesentliche Ursache liegt in den besseren Wirkungsgraden des MHKW Ruhleben.

Beim Cadmiumeintrag in den Boden zeigt sich eine höhere spezifische Nettoentlastung als 2012. Da die Entlastungen v.a. durch substituierten Phosphatmineraldünger erzielt werden, basiert die Verbesserung auf den gleichen Gründen wie bei der Phosphatschonung.

3 Recycling- und Verwertungsquoten

Recycling- und Verwertungsquoten sind Indikatoren zur Bewertung der Qualität der Berliner Kreislaufwirtschaft sowie zu deren Optimierung. Zudem beschreiben diese Quoten anschaulich die aktuelle Abfallentsorgung sowie deren Entwicklung.

Mit der Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz 2014 für die überlassungspflichtigen und nicht überlassungspflichtigen Abfälle erfolgt erstmalig auch eine umfassende Ausweisung von Recycling- und Verwertungsquoten.

Stoffströme im Land Berlin werden vorwiegend stofflich, energetisch oder sonstig verwertet. Daneben werden mineralische Abfälle und Sortierreste auf Deponien beseitigt und auch die Klärschlammverbrennung in der KSVA Ruhleben ist als Beseitigung eingestuft. Um diese verschiedenen Entsorgungswege abzubilden, wurden folgende Quoten in der Bilanz 2014 ausgewiesen:

- Recyclingquote als Indikator für die stoffliche Verwertung
- Energetische Verwertungsquote als Indikator für die energetische Verwertung
- Sonstige Verwertungsquote als Indikator für die sonstige Verwertung (Verfüllung, Deponieersatzbaustoff)
- Beseitigungsquote als Indikator für die Beseitigung (Deponie, Klärschlammverbrennung in der KSVA Ruhleben)

Die **Recyclingquote** wird grundsätzlich wie folgt definiert:

$$\frac{\text{Menge zur stofflichen Verwertung (direkt oder Output Vorbehandlungsanlage)}}{\text{Erzeugte (gesammelte) Menge (bzw. Input Vorbehandlungsanlage)}}$$

Recyclingquote: Definition und Abgrenzung zu Substitutionsquote

Die Berechnung der Recyclingquote muss sich auf die Erstbehandlung in einer Vorbehandlungsanlage beschränken, da nur für diese Informationen verfügbar sind. Diese Recyclingquote macht jedoch keine Aussagen darüber wie viel Primärmaterial letztendlich durch einen Sekundärrohstoff substituiert wird. Häufig durchlaufen Abfallströme zur stofflichen Verwertung mehrere Vorbehandlungs- und Aufbereitungsanlagen bevor sie abschließend in der Produktion eingesetzt werden. Hierbei fallen i.d.R. weitere Sortier- und Aufbereitungsreste an. Hinzu kommt, dass die erzeugten Sekundärrohstoffe aufgrund der Qualität nicht in jedem Fall zu 100% Primärmaterial ersetzen können. So muss i.d.R. beispielsweise bei Kunststoffen oder Altpapier mehr Sekundärmaterial eingesetzt werden als Primärmaterial, damit das Produkt die gleiche Funktion erfüllt. Dieser Aspekt wird in der Bilanzierung durch einen sogenannten technischen Substitutionsfaktor berücksichtigt.

Das in Abbildung 3.1 gezeigte Beispiel der Altpapierverwertung veranschaulicht wie sich die Recyclingquote von einer abschließenden Substitutionsquote unterscheidet. Die in der Abbildung gezeigten Ausbeuten sind Werte für den Bundesdurchschnitt aus ifeu Studien, die auch in der SKU-Bilanz verwendet wurden.

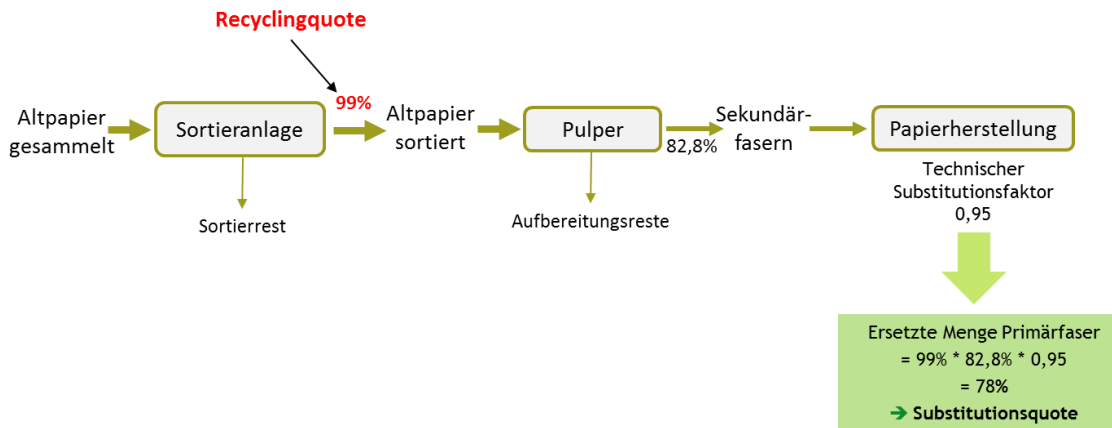


Abbildung 3.1: Zusammenhang Recyclingquote und Substitutionsquote am Beispiel Altpapier

Grundsätzlich sind die in der SKU-Bilanz 2014 ausgewiesenen Recyclingquoten aus den für das Land Berlin ermittelten Mengenströmen berechnet (s. Formel). In den Fällen, in denen Sortierrestmengen nicht aus der Stoffstrombilanz bekannt sind, wie z.B. bei Altpapier, wurden Werte für den Bundesdurchschnitt aus ifeu Studien verwendet.

Die Substitutionsquoten ergeben sich aus bundesdurchschnittlichen Erfahrungswerten aus verschiedenen Studien. Bei Wertstoffgemischen, wie den in der Wertstofftonne gesammelten Mengen, ist die Ermittlung der Substitutionsquote sehr komplex wie Abbildung 3.2 zeigt. Das Beispiel verdeutlicht, dass es nicht machbar ist, die entsprechenden Stoffstrominformationen im Detail für die Berliner Abfallströme zu ermitteln.

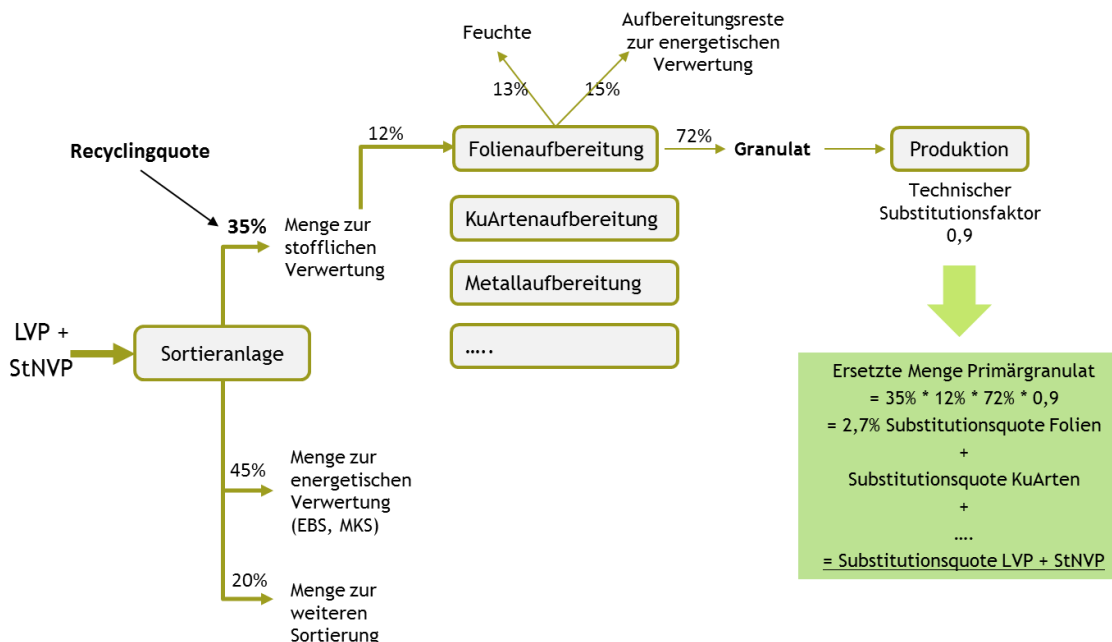


Abbildung 3.2: Beispiel Ermittlung Substitutionsquote bei Wertstoffgemischen

Für Metalle wurden Substitutionsquoten für das Land Berlin als Konvention festgelegt. Sie entsprechen den auf Basis von Untersuchungen und Experteneinschätzungen festgelegten Reinheitsgraden für Metallfraktionen nach Sammlung bzw. Vorbehandlung.

Bei der stofflichen Verwertung von organischen Abfällen durch aerobe oder anaerobe Behandlung wird die Recyclingquote nicht nach obiger Formel berechnet. Die Outputmenge Vorbehandlungsanlage – die Menge Kompost oder kompostierter Gärrest – würde der Anrechnung der Verwertungsmaßnahme nicht gerecht werden, da diese Menge gegenüber der Inputmenge allein durch mikrobiologische Umwandlungsverluste deutlich reduziert ist. Es wird stattdessen die Abfallinputmenge in die biologische Behandlungsstufe als recycelt angerechnet.

Sonderregel Recyclingquote: organische Abfälle

Die kombinierte stoffliche und energetische Verwertung durch Vergärung ist für die Quotenermittlung aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchie der Recyclingquote zugeordnet.

Die **energetische Verwertungsquote** wird analog der Recyclingquote berechnet:

Energetische Verwertungsquote

$$\frac{\text{Menge zur energetischen Verwertung (direkt oder Output Vorbehandlungsanlage)}}{\text{Erzeugte (gesammelte) Menge (bzw. Input Vorbehandlungsanlage)}}$$

Für die energetische Verwertung ist die Diskrepanz zwischen Outputmenge der Vorbehandlungsanlage und endgültig in einer Verbrennungsanlage eingesetzter Menge geringer. Häufig werden die anfallenden Sortierreste zu Müllverbrennungsanlagen verbracht und dort energetisch genutzt. Nur Inert- oder Störstoffanteile, die beseitigt oder sonstig verwertet werden, würden die Quote reduzieren. In Relation zu einer Substitutionsquote muss hier statt der Substitution nach Masse der Energiegehalt herangezogen werden. Bei der Mitverbrennung wird in der Bilanzierung die heizwert-äquivalente Substitution von fossilen Brennstoffen gerechnet, beim Einsatz in MVAN oder EBS-Kraftwerken bemisst sich die Substitutionsleistung an der jeweils erzeugten Endenergie (Strom, Wärme).

Aufgrund der Bedeutung und der bekannten Massenströme des MHKW Ruheleben wurde die energetische Verwertungsquote für den Abfalleinsatz im MHKW abweichend zur obigen Definition nicht zu 100% gesetzt, sondern die bekannten Mengen an Schlacke und rückgewonnenen Metallen wurde abgezogen und in den Steckbriefen getrennt bewertet.

Die **sonstige Verwertungsquote** folgt der gleichen Berechnungslogik wie zuvor:

Sonstige Verwertungsquote

$$\frac{\text{Menge zur sonstigen Verwertung (direkt oder Output Vorbehandlungsanlage)}}{\text{Erzeugte (gesammelte) Menge (bzw. Input Vorbehandlungsanlage)}}$$

Die sonstige Verwertung betrifft mineralische Abfälle, die zu Verfüllmaßnahmen (Alt-ablagerung, Tagebaue) oder als Deponieersatzbaustoff eingesetzt werden. Bei diesen Anwendungen werden keine Primärmaterialien wie Natursteine ersetzt. Es werden i.d.R. ausschließlich Abfälle verwendet. Aus diesem Grund wurde die Quote getrennt von der Recyclingquote etabliert und ausgewiesen.

Die Definition der Recyclingquote liegt in Übereinstimmung mit der Legaldefinition des KrWG für Recycling. Danach schließt Recycling „die Aufbereitung organischer Materialien ein, nicht aber die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind.“ Die Berechnung der Recycling- und Verwertungsquoten liegt weitgehend in Übereinstim-

Übereinstimmungen zum KrWG und zu EU Vorgaben

mung mit den Vorgaben der EU Kommission zur Überprüfung der in der Abfallrahmenrichtlinie enthaltenen Zielvorgaben⁸.

Die **Beseitigungsquote** beschreibt im Allgemeinen die Menge mineralischer Abfälle und Sortierreste, die auf Deponien beseitigt werden. Die Berechnung erfolgt wiederum analog:

Beseitigungsquote

$$\frac{\text{Menge zur Beseitigung (direkt oder Output Vorbehandlungsanlage)}}{\text{Erzeugte (gesammelte) Menge (bzw. Input Vorbehandlungsanlage)}}$$

Die Beseitigungsquote ist zur Vollständigkeit neben den o.g. Recycling- und Verwertungsquoten ausgewiesen. In den Fällen in denen die vier Quoten in Summe nicht 100% bilden, sind Feuchteverluste gegeben wie z.B. bei der Vorbehandlung in MPS-Anlagen.

Analog zur Sonderregel bei der biologischen Behandlung organischer Abfälle, wird bei MBAn der Abfallinput in die Biologie als Referenzmenge herangezogen und nicht der MBA-Rest (Output), der deponiert wird.

Unabhängig von obigen Ausführungen ist auch die Klärschlammverbrennung in der KSVa Ruhleben als Beseitigung eingestuft.

⁸ 2011/753/EU: Commission Decision of 18 November 2011 establishing rules and calculation methods for verifying compliance with the targets set in Article 11(2) of Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council (notified under document C(2011) 8165).

4 Veränderungen gegenüber der SKU-Bilanz 2012

4.1 Emissionsfaktoren Kompostierung und Vergärung

Mit UBA-Texte 39/2015 wurden aktuelle Ergebnisse aus umfassenderen Emissionsmessungen an Kompostierungs- und Vergärungsanlagen veröffentlicht. In Tabelle 4.1 und Tabelle 4.2 sind die daraus ermittelten Emissionsfaktoren (Mittelwerte und Medianwerte) den bisherigen Mittelwerten (gewitra 2009) gegenübergestellt⁹. In UBA-Texte 39/2015 gibt es keine Aussage oder Empfehlung zur Verwendung von Mittelwerten oder Medianwerten. An einer Stelle heißt es: [S.125] „der ermittelte Methanemissionsfaktor in Höhe von 790 g/Mg bezogen auf die Datenbasis Median spiegelt den Stand der Technik der Kompostierung wieder“.

Für die SKU-Bilanz wurden die neu berichteten Mittelwerte verwendet. Dies ist zum einen konsistent zum bisherigen Vorgehen, zum anderen ist es Aufgabe der SKU-Bilanz den Bestand abzubilden und nicht den Stand der Technik. Die neuen Mittelwerte für Methan liegen bei der Kompostierung höher als die bisherigen, im Extrem, bei der offenen Grünabfallkompostierung (unbelüftete Trapez- und Tafelmieten), um den Faktor fünf höher als bisher. Dieser neue Mittelwert liegt auch deutlich höher als der für die Kompostierungsanlage Hennickendorfer Kompost bisher in der SKU-Bilanz für eine ungünstige betriebliche Praxis verwendete (1.800 g CH₄/Mg). Diese gesonderte Bewertung für die Anlage wurde aufgegeben, da deren Emissionsniveau im neuen Mittelwert enthalten ist (zugrunde liegende Bandbreite offene Grünabfallkompostierung 540-12.000 g CH₄/Mg).

Neue Emissionsfaktoren für die SKU-Bilanz

Für die offene Bio- und Grünabfallkompostierung beziehen sich die Mittelwerte auf Frisch- und Fertigkompost, diese wurden 1:1 für die Bewertung der offenen Kompostierung von Bioabfall aus Berlin verwendet.

Für Lachgas liegen die neuen Mittelwerte für die Kompostierung sowohl höher als auch niedriger als bisher. Bei der „geschlossenen Kompostierung Frischkompost“ liegt der N₂O-Mittelwert um den Faktor sechs höher¹⁰, bei der offenen Grünabfallkompostierung über die Hälfte niedriger. Ammoniakemissionen liegen tendenziell niedriger bis deutlich niedriger als bisher.

⁹ Nicht aufgeführt sind die Ergebnisse für ebenfalls untersuchte teilgeschlossenen Kompostierungsanlagen (5) und Kompostierung unter semipermeabler Membran (2).

¹⁰ Typischerweise ist die Nachrotte potenzielle Hauptquelle für N₂O-Emissionen. Hier liegt aber der Mittelwert für Frischkompost höher als der für Fertigkompost. Ursache kann eine N₂O de novo Bildung im Biofilter sein. Keine der drei untersuchten geschlossenen Kompostierungsanlagen ist mit einem sauren Wäscher ausgestattet [Tabelle 4-2 in UBA-Texte 39/2015].

Tabelle 4.1: Emissionsfaktoren Kompostierung nach UBA-Texte 39/2015 und bisherige Werte (gewitra 2009)

Kompostierung	in g/t	Methan	Lachgas	Ammoniak
Anlieferung und mech.	Mittelwert	140	14	5,6
Aufbereitung	Median	150	12	5,6
	bisheriger Wert	100	12	5,6
geschlossen, Frischkompost	Mittelwert	630	87	60
	Median	450	79	42
	bisheriger Wert	570	14	50
geschlossen, Fertigkompost	Mittelwert	2500	77	32
	Median	790	41	15
	bisheriger Wert	710	68	63
offen, Frisch- und Fertigkompost, Bio+Grün	Mittelwert	2700	79	450
	Median	1800	53	370
	bisheriger Wert	1000	110	470
offen, Fertigkompost, Grün	Mittelwert	4300	31	170
	Median	2400	24	170
	bisheriger Wert	850	72	350

Tabelle 4.2: Emissionsfaktoren Vergärung nach UBA-Texte 39/2015 und bisherige Werte (gewitra 2009)

Vergärung	in g/t	Methan	Lachgas	Ammoniak
Vergärung	Mittelwert	910	15	780
	Median	460	9,7	18
	bisheriger Wert	2500	15	90
Vergärung mit geschlossener Nachrotte	Mittelwert	2600	66	140
	Median	2000	43	76
Vergärung mit offener Nachrotte	Mittelwert	7400	75	480
	Median	6200	74	86
Vergärung mit Nachrotte	bisheriger Wert	3700	120	200
Abpressung Gärrest*	bisheriger Wert	460	17	8
Lagerung Gärprodukt flüssig*	bisheriger Wert	2000	2	80

* in UBA-Texte 39/2015 nicht mehr getrennt ausgewiesen

Bei den neuen Emissionsfaktoren für die Vergärung werden einzelne Prozessschritte nicht mehr unterschieden. Die Entwässerung bzw. Separation des Gärrückstandes, die bei den bisherigen Werten den Hauptanteil der Methanemissionen bedingte, ist wei-

terhin der Vergärung zugeordnet. Der neue Methanmittelwert für die Vergärung liegt unter 40% des bisherigen Wertes. Bei der Vergärung mit Nachrotte liegt der Wert bei geschlossener Nachrotte bei rd. 70% des bisherigen Wertes, bei offener Nachrotte um den Faktor zwei höher. Bei Lachgas liegen die Mittelwerte gleich (Vergärung) oder um fast die Hälfte niedriger als bisher. Der Mittelwert für Ammoniak liegt bei der Vergärung um mehr als den Faktor acht höher. Hierzu wird in UBA-Texte 39/2015 erläutert, dass insbesondere die Trocknung von Gärrest zu erheblichen Ammoniakemissionen führt¹¹.

Die neuen Emissionsfaktoren haben deutliche Auswirkungen auf die Klimagasbilanz der organischen Abfälle. Tabelle 4.3 zeigt die spezifischen Nettoergebnisse der Klimagasbilanz 2012 im Vergleich zur Klimagasbilanz 2014 für die organischen Abfälle, die kompostiert werden. Für die Bioabfallkompostierung wurden die Emissionsfaktoren für eine offene Kompostierung von Bio- und Grünabfall aus Tabelle 4.1 verwendet, für alle anderen organischen Abfälle die für eine offene Grünabfallkompostierung. Lediglich die mit speziellen Emissionsfaktoren bewertete Eigenkompostierung wurde unverändert beibehalten. Die Verwendung der neuen Mittelwerte aus UBA-Texte 39/2015 führt durchweg zu höheren spezifischen Treibhausgasbelastungen durch die Kompostierung¹².

Auswirkungen auf die Klimagasbilanz der kompostierten organischen Abfälle

Tabelle 4.3: Veränderung der Klimagasbilanz aufgrund der neuen Emissionsfaktoren für die Kompostierung (Werte inkl. Sammlung)

Nettoergebnis in kg CO ₂ -Äq/Mg Abfall	2012	2014
Bioabfall (BIOGUT)	5	39
Eigenkompostierung	18	18
Organikabfälle in Laubsäcken	-15	32
Laub, Straßenlaub	-13	40
Straßenbegleitgrün	44	89
Mähgut	15	89

Für Ammoniak ergeben sich mit den neuen Mittelwerten durchweg geringere Nettobelastungen. Für die Grünabfallkompostierung liegt der Emissionsfaktor und damit die Belastung nur halb so hoch wie bisher.

In UBA-Texte 39/2015 wird darauf hingewiesen, dass die Höhe der Emissionen in erster Linie nicht vom Verfahren bzw. der Technik abhängt, sondern im Wesentlichen durch die Betriebsführung bestimmt wird. Hinweise für Maßnahmen zur Emissionsminderung finden sich in UBA-Texte 39/2015, Kapitel 6.2.

¹¹ Von den 16 untersuchten Vergärungsanlagen separieren/entwässern 12 den Gärrest, eine davon durch Trocknung; diese emittiert Ammoniak in Höhe von 10 kg/Mg über den Biofilter, es war kein saurer Wäscher in Betrieb. Weiter heißt es in UBA-Texte 39/2015 [S.79], dass die Trocknung keine Auswirkungen auf Methan- und Lachgasbildung hat.

¹² Das ungünstigere Abschneiden der Kompostierung von Straßenbegleitgrün und Mähgut lag und liegt weiterhin an den geringeren erzielten Gutschriften für die erzeugten Komposte aufgrund der geringeren TS-Gehalte der Abfallart Grünschnitt. Die früheren Unterschiede zwischen Straßenbegleitgrün und Mähgut lagen an der gesonderten Bewertung der über die Heinickendorfer Kompost behandelten Mengen, die jetzt aufgegeben wurde.

4.2 Bioabfall (BIOGUT)

In der SKU-Bilanz 2014 kommt erstmals die Behandlung von Bioabfall in der neuen Vergärungsanlage BSR Biogas West zum Tragen. 87% der Bioabfallmenge wurden über diese Anlage behandelt. 10% der Bioabfallmenge wurden wie zuvor in offenen Kompostierungsanlagen im Land Brandenburg verwertet und erstmals 3% der Menge über die Vergärungsanlage Hennickendorfer Kompost.

Die offene Kompostierung wurde mit den neu veröffentlichten Emissionsfaktoren aus UBA-Texte 39/2015 bewertet. Dies führt bei der Klimagasbilanz zu einer höheren spezifischen Belastung wie Tabelle 4.3 zeigt. Die Belastung durch Ammoniakemissionen fällt etwas geringer aus (vgl. Kap. 4.1).

Für die Behandlung in der Vergärungsanlage Hennickendorfer Kompost liegen nur wenige Informationen vor, so dass die Bilanzierung im Wesentlichen basierend auf Durchschnittswerten vorgenommen wurde. Folgende Annahmen wurden getroffen:

Modellierung Vergärungsanlage Hennickendorfer Kompost

- Störstoffanteil und dessen Verbleib wie Störstoffanteil für die Kompostierung (3,6% zur MVA; H_i 20 MJ/kg, C fossil 35%)
- Methanertrag wie berechneter Methanertrag für die BSR Biogas West
- Biogasnutzung in einem durchschnittlichen BHKW mit:
 - Nettostromwirkungsgrad 37,5%; Eigenbedarf Biogasanlage 20%
 - Wärmewirkungsgrad 43%; Eigenbedarf Biogasanlage 25%, ohne externe Wärmenutzung (Überschusswärme Komposttrocknung, keine Gutschrift)

Für die Bilanzierung der Emissionen aus der Vergärung wurden die Emissionsfaktoren für eine Vergärung mit offener Nachrotte aus Tabelle 4.2 verwendet. Die erzeugte Menge an kompostiertem Gärrest wurde nach UBA-Texte 31/2012 mit 387,8 kg/Mg Bioabfallinput angesetzt. Für die Inhaltszusammensetzung (TS-Gehalt, Nährstoffe) wurde seitens der BSR eine Kompostuntersuchung für Kompost aus Gärresten übermittelt, die für die Bilanzierung (Emissionen und Gutschriften für die Kompostanwendung in der Landwirtschaft) verwendet wurde.

Im Ergebnis führt die Behandlung über die Vergärungsanlage Hennickendorfer Kompost zu einer spezifischen Belastung in der Klimagasbilanz (Tabelle 4.4).

Tabelle 4.4: Spezifisches Ergebnis Klimagasbilanz Vergärungsanlage Hennickendorfer Kompost

in kg CO ₂ -Äq/Mg Bioabfall	Lasten	Gutschrift	Netto
Sammlung	19		19
Störstoffe	48	-34	14
Vergärung mit offener Nachrotte	200	-97	103
Anwendung kompostierter Gärrest	13	-74	-61
Transporte	5		5
Summe	285	-204	81

Ursächlich hierfür sind vor allem die hohen Methanemissionen aus der Vergärung mit offener Nachrotte nach UBA-Texte 39/2015, die um den Faktor 2,7 höher liegen als Methanemissionen aus der offenen Kompostierung von Bioabfällen (vgl. Tabelle 4.1 und Tabelle 4.2). Da umgekehrt auch ein vergleichsweise geringer Biogasertrag zugrunde liegt und keine Wärmenutzung angerechnet werden kann, können die Belastungen nicht durch Gutschriften ausgeglichen werden.

Für die Bilanzierung der Bioabfallvergärungsanlage BSR Biogas West wurden Mengendaten von den BSR übermittelt. Danach werden abgetrennte Störstoffe zu fast 100% im MHKW Ruhleben energetisch verwertet. Output der Vergärung sind feste und flüssige Gärreste. Erstere werden nach einer Aerobisierung zur Nachkompostierung zu offenen Kompostierungsanlagen im Land Brandenburg verbracht, die flüssigen Gärreste werden an Betriebe zur Lagerung abgegeben, die Lagerung erfolgt nicht gasdicht. Nach Aussagen der BSR weisen sowohl die flüssigen als auch die festen Gärreste ein geringes Restgaspotenzial auf, was durch die in iba (2015) berichteten Werte zur Treibhausgasbelastung aus der Behandlung der Gärreste bestätigt wird. Nach Mitteilung der BSR weist der feste Gärrest überwiegend einen Rottgrad V auf, eine Direktvermarktung ist nicht möglich, da vor der Vermarktung eine Veredelung erforderlich ist, die am Standort der Anlage aus Platzgründen nicht erfolgen kann.

Beschreibung und Modellierung BSR Biogas West

Daten zum Energiebedarf für die Modellierung – Eigenbedarf an Diesel und Biogas, Erdgasbedarf für die Aufbereitung zu Biomethan sowie Strombedarf – wurden iba (2015, Tab. 4-1) entnommen.

Der realisierte spezifische Biogasertrag belief sich nach Angaben in iba (2015, S.11) nur auf ca. 75% des Erwartungswertes aus der Planung. Für die Bilanzierung wurde entsprechend ein Wert von 90 m³/Mg Fermentereintrag angesetzt (120 x 0,75). Der Methangehalt im Rohbiogas stellte sich ebenfalls etwas niedriger ein als anhand der Auslegungsgrundlage angenommen. Für die Bilanzierung wurde dieser anhand der von den BSR übermittelten Einspeisemenge für Biomethan rückgerechnet und zu etwa 59 Vol% statt der für die Auslegung angenommenen 62 Vol% ermittelt. Gründe für die geringeren Ertragswerte werden in iba (2015, S.11) in einer gegenüber dem Untersuchungszeitraum veränderten Bioabfallzusammensetzung vermutet. Zur Umsetzung des biogenen Materials im Fermenter heißt es in iba (2015), dass sich diese anhand der Gaspotenzialanalysen durchgängig als umfassend erwies und dass auch die Laboruntersuchungen zum Restgaspotenzial der Gärreste durchgängig niedrige Werte lieferten.

Für die Inhaltszusammensetzung der Gärprodukte (TS-Gehalt, Nährstoffe, Cadmium) wurden seitens der BSR RAL-Untersuchungsergebnisse übermittelt, die für die Bilanzierung (Emissionen und Gutschriften für die Anwendung) verwendet wurden. Die sonstige Bilanzierung (Fackelverluste, Aminwäsche, Mindereffizienz Gaseinsatz versus Diesel in Fahrzeugen) wurde aus den bisherigen Bilanzierungen (ifeu/ICU 2012 und 2013) übernommen.

Für Transporte wurden folgende Entfernungen angesetzt:

- Störstoffe zum MHKW Ruhleben: 14 km
- Gärprodukt flüssig gewichtete Entfernung gemäß Verbleib nach Abfallbericht 2014: 68 km
- Gärprodukt fest gewichtete Entfernung gemäß BSR Entsorgungsbilanz 2014: 24 km

Aus den verfügbaren Daten wurden die Emissionen zur Bestimmung der Klimagasbilanz berechnet. Eine Ausnahme bilden die Methan- und Lachgasemissionen aus der Biogasanlage, aus der Lagerung des flüssigen Gärrestes sowie aus der Nachkompostierung des festen Gärrestes. Diese Angaben wurden 1:1 aus den Angaben in iba (2015) übernommen (s. Tabelle 4.6). Für die diesen aggregierten Werten zugrundeliegenden Methan- und Lachgasemissionen erging keine Datenfreigabe seitens der BSR.

Tabelle 4.5 zeigt das spezifische Ergebnis der Klimagasbilanz für die Vergärungsanlage BSR Biogas West. Im Gegensatz zur Behandlung über die Vergärungsanlage Hennickendorfer Kompost wird hier eine deutliche Nettoentlastung erreicht. Diese liegt etwas niedriger als in iba (2015) ausgewiesen, was vor allem auf die hier ebenfalls berücksichtigte Bioabfallsammlung zurückzuführen ist, die für sich genommen eine relativ hohe spezifische Treibhausgasbelastung verursacht.

Die Aufwendungen der Bioabfallsammlung sind bei allen Behandlungswegen für Bioabfall (BIOGUT) berücksichtigt. Die Sammlung muss unabhängig vom anschließenden Verfahren durchgeführt werden und kürzt sich im Vergleich der Verfahren heraus.

Tabelle 4.5: Spezifisches Ergebnis Klimagasbilanz Vergärungsanlage BSR Biogas West

in kg CO ₂ -Äq/Mg Bioabfall	Lasten	Gutschrift	Netto
Sammlung	19		19
Störstoffe	15	-46	-30
Vergärung mit Nachrotte	89	-117	-28
Kompostanwendung	21	-112	-91
Transporte	5		5
Summe	150	-275	-125

Ohne die Bioabfallsammlung liegt das hier ermittelte spezifische Ergebnis für die Klimagasbilanz sehr dicht bei dem in iba (2015) ausgewiesenen. In den einzelnen Prozessschritten gibt es mehr oder weniger hohe Abweichungen, in Summe aber eine vergleichsweise gute Übereinstimmung wie Tabelle 4.6 zeigt. Die direkt aus iba (2015) übernommenen Emissionswerte der Biogasanlage, der Flüssiggärrestlagerung und der Nachkompostierung sind in Tabelle 4.6 farblich hervorgehoben.

Tabelle 4.6: Vergleich Ergebnis Klimagasbilanz diese Studie mit iba (2015)

in kg CO ₂ -Äq/Mg Bioabfall	SKU-Bilanz	iba (2015)
Lasten		
Sammlung	19	
Transporte	5	9
Störstoffe / Siebreste Emissionen	15	23
Erdgasverbrauch	19	18
Stromverbrauch	27	28

in kg CO ₂ -Äq/Mg Bioabfall	SKU-Bilanz	iba (2015)
Emissionen Biogasanlage	18	18
Gärrest flüssig Lager	7	7
Gärrest flüssig Ausbringung	21	16
Nachkompostierung Energieverbrauch	3	4
Nachkompostierung Emissionen	7	7
Gasverdichtung	8	8
Sonstige		1
Gutschrift		
Anwendung Gärprodukte	-112	-117
Dieselsubstitution	-117	-111
Metalle aus Störstoffen	-0,7	-1,2
Strom, Wärme aus Störstoffen	-45	-60
Summe ohne Sammlung	-145	-149
Summe mit Sammlung	-125	

Im Vergleich zu den in UBA-Texte 39/2015 veröffentlichten Mittelwerten für die „Vergärung“ und „Vergärung mit (geschlossener/offener) Nachrotte“ liegen die Werte für die BSR Biogas West gegenüber der „Vergärung“ ähnlich hoch, sonst gegenüber der „Vergärung mit (geschlossener/offener) Nachrotte“ deutlich niedriger wie die Gegenüberstellung in Tabelle 4.7 zeigt. Nach den neuen Emissionsfaktoren aus UBA-Texte 39/2015 liegt die Vermutung nahe, dass bei diesen Werten die Nachrotte nicht allein für die hohen Methanemissionen verantwortlich ist, sondern die vorgelagerte Vergärung die nachgelagerten Emissionen mit beeinflusst und damit im allgemeinen nach dem Vorbild der BSR Biogas West optimierungsfähig ist.

Tabelle 4.7: Treibhausgas-Emissionsfaktoren Vergärung bisherige Werte (gewitra 2009), neue Werte (UBA-Texte 39/2015) und Werte nach (iba 2015) im Vergleich

in kg CO ₂ -Äq/Mg Bioabfall	gewitra (2009)	UBA-Texte 39/2015	iba (2015)
Vergärung	67	27	25
Vergärung mit Nachrotte	128		
Vergärung mit geschl. Nachrotte		85	
Vergärung mit offener Nachrotte		207	33

4.3 LVP und StNVP im Sammelsystem Wertstofftonne

Seit dem 01. Januar 2013 wird im Land Berlin die gemeinsame Wertstofftonne umgesetzt, in der die Gelbe Tonne, die Gelbe Tonne Plus und die Orange Box zusammengeführt wurden. Verantwortlich sind gemeinschaftlich die BSR und ALBA (Ausschreibungszyklus 2013-2015). Gemäß Abstimmungsvereinbarung wurden basierend auf Durchschnittswerten die DSD-Mengen für drei Jahre auf 72.000 Mg festgeschrieben.

Die Differenzmenge zur erfassten Menge wird den BSR zugeordnet (2014: rd. 13.500 Mg). Die über die Wertstofftonne gesammelten Leichtverpackungen (LVP) und stoffgleichen Nichtverpackungen (StNVP) werden vollständig über die LVP-Sortieranlage der Firma ALBA am Hultschiner Damm behandelt. Für die LVP-Mengen entspricht das dem bisherigen Entsorgungsweg, für die im Verantwortungsbereich der BSR stehenden StNVP wurde hierzu neu ein 2-Jahresvertrag abgeschlossen.

In der SKU-Bilanz 2014 ist die Neuerung vollständig umgesetzt. Die Ergebnisse daraus sind im Steckbrief für LVP und StNVP ausgewiesen.

4.4 Versuch Mitverbrennung Laub/Straßenlaub im IKW Rüdersdorf

Im Jahr 2014 wurden die im Rahmen der SKU-Bilanz 2012 geplanten praktischen Versuche zur Mitverbrennung von Laub im IKW Rüdersdorf durchgeführt.

Der erste Versuchsdurchlauf Anfang Mai 2014 erfolgte mit Laubmengen, die nach dem Winter im Sammelsystem Laubsack eingesammelt wurden (Abbildung 4.1). Die Laublieferungen wiesen keine erkennbaren Verunreinigungen auf, die Schadstoffgehalte (u.a. Schwermetalle) lagen im niedrigen Bereich. Der Geruch der angelieferten Abfälle war leicht süßlich, nicht unangenehm, so dass keine Geruchsbelästigungen zu erwarten sind. Der mittlere Heizwert des Laubs lag bei 5,85 MJ/kg. Im eingesetzten Abfallgemisch im Mischungsverhältnis von 1 : 4 lag der Heizwert bei über 12 MJ/kg.

Versuchsdurchlauf Frühjahr 2014 „Laubsack“



Abbildung 4.1: Angelieferte Laubsäcke und Inputmaterial (Bildmaterial IKW Rüdersdorf)

Durch die Mitverbrennung im genannten Mischungsverhältnis ergaben sich keine signifikanten Veränderungen der Emissionswerte und ebenfalls keine qualitativen Änderungen der Filterstäube und Kesselaschen. Damit zeigte sich dieser erste Versuchsdurchlauf zur direkten Mitverbrennung von Laub erfolgreich.

Der zweite Versuchsdurchlauf erfolgte Mitte November 2014 mit frisch angefallenem Laub, das lose eingesammelt und angeliefert wurde (Abbildung 4.2). Die Schadstoffgehalte lagen im niedrigen Bereich, vergleichbar mit der Frühjahrslieferung. Auch bei diesem Laub traten keine Geruchsbelästigungen auf. Der mittlere Heizwert des Laubs

Versuchsdurchlauf Herbst 2014 „Straßenlaub lose“

lag bei 5,98 MJ/kg. Die Versuchsergebnisse entsprechen denen des Versuchs im Frühjahr.



Abbildung 4.2: Angelieferte lose Laubmengen (Bildmaterial IKW Rüdersdorf)

Bei gegebener Abfallqualität können 200-250 Mg/d Laub ohne Probleme mitverbrannt werden. Darin ist berücksichtigt, dass Laub anteilig auch nass angeliefert werden könnte. Sollte nur nasses Laub angeliefert werden, würde die Menge auf 150-200 Mg/d reduziert werden. Insgesamt könnten bis zu 15.000 Mg Laub in den Monaten Oktober bis Dezember mitverbrannt werden. Darüber hinaus anfallende Mengen könnten nach einer Zwischenlagerung in der Anlage verwertet werden (rd. 45.000 Mg). Hierzu könnten die von der Fa. Grunske durchgeführten Ballierungsversuche für Mähgut wichtige Erkenntnisse liefern.

Zudem wurde eine Laublagerung 2012/13 von den BSR untersucht. Über zehn Monate wurden bei verschiedenen Lagerungsansätzen – einer unbehandelten offenen Lagerung, einer Containerlagerung unter Dach (lose/belüftet; verdichtet; Silage mit Folie umschlossen) sowie einer Ballenlagerung (Netzballen; kunststoffumwickelte Silageballen) – Temperatur und Gasbildung (O_2 , CO_2 , CH_4) regelmäßig erfasst sowie Materialproben zur Untersuchung von Stoffparametern entnommen. Die geringsten Verluste zeigten die Silageballen (5% Masse, 16% Energie), die größten die belüftete Lagerung unter Dach (30% Masse, 55% Energie). Zu achten ist auf die Lagerungstemperatur, ab 30°C Außentemperatur trat bei fast allen Varianten (Ausnahme die gut durchlüfteten) eine erhebliche Methanproduktion auf.

BSR-Laublagerungsversuche 2013

Allerdings ist die Realisierung der Laub-Mitverbrennung trotz der guten Versuchsergebnisse aufgrund der in den letzten 1-2 Jahren gestiegenen Annahmepreise nicht mehr wahrscheinlich. Bedingt durch hohe EBS-Importmengen v.a. aus England hat sich der Annahmepreis von 35 EUR/Mg auf knapp 60 EUR/Mg erhöht. Gegenüber der Kompostierung würden die Mehrkosten der Laubverwertung auf rund 53 EUR/Mg ansteigen (Vgl. Tabelle 8-2 in SKU-Bilanz 2012).

Realisierung und CO_2 -Vermeidungskosten

Demgegenüber würde die Klimagasbilanz bei der Mitverbrennung deutlich verbessert werden. Für loses Straßenlaub ergibt sich statt der bisherigen Nettobelastung von 36 kg CO_2 -Äq/Mg aus der Kompostierung durch die Mitverbrennung eine Nettoentlastung von -255 kg CO_2 -Äq/Mg (Ergebnisse 2014, jeweils ohne Sammlung). Mit obigen

Mehrkosten berechnen sich die Treibhausgas-Vermeidungskosten zu 150 EUR/Mg CO₂-Äq¹³.

4.5 Gefaulter Klärschlamm

Für gefaulten Klärschlamm haben sich im Wesentlichen zwei Neuerungen ergeben.

Dies betrifft zunächst den gefaulten und getrockneten Klärschlamm dessen Anteil im Jahr 2014 mit 17% gegenüber den Vorläuferbilanzen geringer liegt (28% bzw. 31% in 2012 bzw. 2010), da auf der Kläranlage Waßmannsdorf Klärschlamm nicht mehr getrocknet wird. Für die auf der Kläranlage Schönerlinde weiterhin erfolgende Trocknung wird zu rd. 99% Faulgas eingesetzt (vorher insgesamt rd. 55% Faulgas und 45% Erdgas). Ersteres hat wenig Einfluss auf die Bilanz, da die Trocknung quasi ins Kraftwerk verlagert wird (Verbrennung gefaulter Klärschlamm mit geringerem Heizwert). Letzteres bedingt ein besseres spezifisches Ergebnis für gefaulten und getrockneten Klärschlamm bei der Klimagasbilanz, der Schonung fossiler Ressourcen (KEA fossil) und den NOx-Emissionen.

Trocknung von gefaultem Klärschlamm

Die zweite Neuerung betrifft die Aufnahme der Phosphatrückgewinnung, die auf der Kläranlage Waßmannsdorf durch das Airprex MAP-Verfahren erfolgt, in die Bilanz. Hierzu wurden die Systemgrenzen auf das MAP-Verfahren ausgedehnt, das vor der Entwässerung des gefaulten Klärschlammes ansetzt. Datenbasis für die Bilanzierung bilden Veröffentlichungen des Kompetenzzentrums Wasser Berlin (KZWB 2012) sowie Auskünfte der BWB (behandelte Klärschlammmenge, gewonnene P-Menge, Cadmiumgehalt MAP). Abweichend zu dem in (KZWB 2012) ausgewiesenen „Carbon Footprint der MAP Produktion“ sind Gutschriften für eine Einsparung von Erdgas oder Strom bei der Trocknung nicht enthalten, da keine Trocknung mehr erfolgt. Die Einsparungen auf der Kläranlage hierdurch betreffen Polymerbedarf bei der Entwässerung sowie Strombedarf durch die Verminderung von P und N im Nebenstrom. Die Effekte wurden als gering abgeschätzt und nicht betrachtet. Die Einsparung von Mineraldünger (N, P) durch die Phosphatrückgewinnung mit dem MAP-Verfahren ist analog zu anderen Abfallarten in der SKU-Bilanz berücksichtigt. Dies betrifft die Vermeidung des Phosphatabbaus mit seinen Umweltwirkungen inkl. der dadurch geschonten Fläche (s. Kap. 4.6.1) und der vermiedenen Cadmiumbelastung.

MAP-Verfahren Kläranlage Waßmannsdorf

Zusätzlich wird nachrichtlich auf die ebenfalls durch die Phosphatrückgewinnung vermiedene Uranbelastung hingewiesen. In UBA-Texte 37/2012 sind folgende Urangelhalte in Klärschlämmen und in Phosphatdüngern ausgewiesen (in mg U/kg P):

Klärschlamm	0,0005	-	18,5
Triple-Superphosphat	52,3	-	362
NP-Dünger	0,62	-	198
PK-Dünger	31,2	-	163
NPK-Dünger	0,04	-	113

Spannweiten Urangelhalte in mg U/kg P

Für die sehr hohen Spannweiten sind keine Mittelwerte angegeben. Vor allem zielt die UBA-Studie darauf ab, eine mittlere Anreicherung von Uran im Boden abzuleiten und

¹³ Zum Vergleich: THG-Vermeidungskosten für Bioabfall-Zusatz-Menge im Mittel rd. 310 EUR/Mg CO₂-Äq (ifeu/ICU 2012, Abb.5-5).

nicht darauf eine Einschätzung abzugeben, in welcher Höhe die mittlere Uranbelastung für die Summe der Phosphatdünger liegen könnte. Eine solche Zahl liegt nicht vor, so dass die durch eine Phosphatrückgewinnung vermiedene Uranbelastung anhand der verfügbaren Informationen nicht quantifiziert werden kann. Da Uran kein Indikator der Umweltbilanz ist, wird lediglich qualitativ darauf hingewiesen, dass die Uranbelastung in Phosphaten aus sedimentären Lagerstätten¹⁴ um bis vier Größenordnungen höher liegen kann als im Klärschlamm.

4.6 Weitere Anpassungen

4.6.1 Flächeninanspruchnahme Phosphatabbau

Neu aufgenommen wurde die Flächeninanspruchnahme, die sich beim Abbau von Phosphatgestein ergibt. Hierzu liegen nur wenige Informationen vor, die daraus abgeleiteten Zahlen dienen als erste Einschätzung. In EU COM (2013) wird der Flächenverbrauch beim Phosphatabbau in Florida benannt. Dort heißt es in einer Fußnote: „Der Phosphatabbau in Florida erfordert jährlich eine Abbaufäche von etwa 5000-6000 Acres; dabei werden 9000 US-Tonnen pro Acre Abbaufäche gewonnen.“ Umgerechnet in metrische Tonnen und bezogen auf Quadratmeter ergibt sich die Abbaumenge zu 2 Mg Phosphat/m². Aus der Angabe kann nicht mit Sicherheit geschlossen werden, ob mit „Phosphat“ P₂O₅, Phosphaterz oder Rohphosphat gemeint ist.

Nach einer anderen Informationsquelle zu einem Abbaugbiet in Marokko wird angegeben, dass bauwürdiges Phosphatgestein in 1-3 m mächtigen Schichten liegt mit P₂O₅-Gehalten zwischen 22% und 28%¹⁵. Mit einer durchschnittlichen Dichte für Phosphorit von 3200 kg/m³ würde das einer flächenspezifischen Abbaumenge von 3,2 bis 9,6 Mg Phosphatgestein/m² entsprechen bzw. bei einem mittleren P₂O₅-Gehalt von 25% von 0,8 bis 2,4 Mg P₂O₅/m².

Vor diesem Hintergrund ist anzunehmen, dass die obigen Angaben für das Florida-Beispiel sich auf P₂O₅ beziehen. Nach aktuell verfügbaren Angaben der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe importierte Deutschland 2011/2012 Phosphat zu über 80% aus Israel¹⁶. Für Abbaustätten in Israel liegen keine Informationen vor. Allgemein haben Phosphatgesteine P₂O₅-Gehalte von 5-37% (niedrige Werte v.a. in magmatischen Lagerstätten) (BMZ/BGR 2013).

Für die Bewertung der Flächeninanspruchnahme des Phosphatabbaus wird basierend auf obigen Informationen als erste Einschätzung wie folgt vorgegangen:

Als mittlere flächenspezifische Abbaumenge wird von 2 Mg P₂O₅/m² ausgegangen. Die Flächeninanspruchnahme berechnet sich daraus als inverser Wert zu 0,5 m²/Mg P₂O₅. Zur Berechnung der abgebauten Menge Phosphorit (Naturstein) wird von einem Phosphatgehalt von 20% ausgegangen (gerundeter Mittelwert aus allgemeiner Bandbreite).

¹⁴ Die wenigen magmatischen Lagerstätten (z.B. Russland, Brasilien, Südafrika) sind fast frei von Uran (< 10 mg/kg Rohphosphat) (UBA-Texte 37/2012, S.13).

¹⁵ <http://www.mining-technology.com/projects/bengueair/>

¹⁶ https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/Rohsit-2012.pdf?__blob=publicationFile&v=11; Abb. 3.8

4.6.2 Quecksilberemissionen: Hg-Gehalte in EBS und Transferfaktoren bei der Mitverbrennung

Quecksilberemissionen ergeben sich durch den Gehalt an Quecksilber im Brennstoff, die Prozessführung der Verbrennung und die jeweils installierte Abgasreinigungstechnik (Entstäubung, Adsorption).

Im Rahmen der SKU-Bilanz 2012 wurden zur Abbildung unterschiedlicher Brennstoffe Quecksilbergehalte recherchiert. Verfügbar waren folgende Hg-Gehalte:

- EBS aus MPS (Jahresberichte 2012): 0,3 mg/kg FS und 0,31 mg/kg FS (bzw. 0,36 mg/kg TS und 0,38 mg/kg TS)
- EBS aus Hausmüll: 0,2-0,4 mg/kg TS (ifeu 2007, zitiert in ifeu/ICU 2013)
- Durchschnittswert EBS (Vattenfall): 0,29 mg/kg FS

In Ermangelung an weiteren Messdaten zu den untersuchten Abfallarten in Berlin wurde als Durchschnittswert für Hausmüll, EBS aus Hausmüll und EBS aus gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen in den Bilanzierungen ein einheitlicher Quecksilbergehalt von 0,3 mg/kg FS verwendet. Für die SKU-Bilanz 2014 wurden durch Anfragen bei relevanten Akteuren weitere Recherchen unternommen, um zu differenzierteren Werten zu gelangen bzw. den verwendeten Wert kritisch zu hinterfragen. Folgende Ergebnisse wurden ermittelt:

- Seitens Vattenfall Cottbus wurde der verwendete Wert für die EBS-Mitverbrennung in Braunkohlekraftwerken als geeigneter Durchschnittswert bestätigt.
- Seitens des Zementwerks Rüdersdorf wurden Analysewerte für EBS über den Zeitraum 2013-2015 zur Verfügung gestellt, deren Mittelwert mit 0,41 mg/kg ausgewiesen ist. Eine Differenzierung nach EBS-Herkunft war nicht möglich.
- Nach den MPS-Jahresberichten 2014 lagen die Hg-Gehalte in EBS bei 0,27 und 0,37 mg/kg TS.

Damit ergeben sich nahezu ähnliche Werte wie für 2012. Diese liegen sowohl etwas höher als auch etwas niedriger als der bisher verwendete Durchschnittswert. Informationen zu Hg-Gehalten in Hausmüll stehen jedoch weiterhin nicht zur Verfügung¹⁷. Vor diesem Hintergrund wurde der Durchschnittswert von 0,3 mg/kg FS einheitlich für die SKU-Bilanz 2014 als Rechenwert beibehalten.

Die Abhängigkeit der Quecksilberemissionen von der Verbrennungs- und Abgasreinigungstechnik ist in der Bilanzierung über einen Transferfaktor abgebildet. Für die SKU-Bilanz 2012 wurden einheitliche Transferfaktoren für die Mitverbrennung in Kohlekraftwerken und in Zementwerken abgeleitet mit dem Hinweis, dass diese z.B. durch Anfrage bei Verbänden oder Betreibern überprüft werden sollten.

- 0,2 für die Mitverbrennung in Kraftwerken (Durchschnittswert nach ifeu, im Abgleich mit MUNLV 2005¹⁸)

**Transferfaktoren
Mitverbrennung**

¹⁷ Quecksilbergehalte wurden in der neuen Haus- und Geschäftsmülluntersuchung 2014 nicht analysiert.

¹⁸ Darin Angabe von fünf Transferfaktoren für Steinkohle- und Braunkohlekraftwerke mit unterschiedlicher Feuerungs- bzw. Abgasreinigungstechnik (Bandbreite 0,065-0,588).

- 0,4 für die Mitverbrennung in Zementwerken (MUNLV 2005, s. ifeu/ICU 2013)

Für die Mitverbrennung in Braunkohlekraftwerken wurde hierzu seitens Vattenfall Cottbus ausgesagt, dass Transferfaktoren anlagenspezifisch sind und im Einzelnen von der Rauchgasreinigungstechnik abhängen. Der verwendete Rechenwert wurde nicht kommentiert. Dieser wurde für die SKU-Bilanz als Durchschnittswert für Kohlekraftwerke beibehalten. Dies auch vor dem Hintergrund, dass Einzelkraftwerke nicht abgebildet werden können, da entsprechende Informationen weder vollständig vorliegen noch mit vertretbarem Aufwand ermittelt werden können. Hier wären Veröffentlichungen/Angaben für Deutschland wünschenswert wie sie für Zementwerke vom Verein Deutscher Zementwerke (VDZ) wahrgenommen werden¹⁹.

Vor dem Hintergrund, dass im Zementwerk Rüdersdorf ein Transferfaktor von unter 0,2 (Abscheidegrad 80%) und besser realisiert werden kann und dass das Quecksilberemissionsniveau bei Zementwerken in Deutschland gegenüber dem Zeithorizont 2005 (Transferfaktor in MUNLV 2005) grundsätzlich gesunken ist, ist anzunehmen, dass der verwendete Transferfaktor von 0,4 nicht mehr zeitgemäß ist. In diesem Sinne wurde der VDZ angefragt, ob diese Einschätzung geteilt wird und ob ein Transferfaktor von 0,3 nicht realistischer wäre. In der Antwort des VDZ (31.08.2015) wurde mitgeteilt, dass der Transferfaktor von 0,4 auf Erkenntnissen für 2005 beruht und eine eher konservative Abschätzung unter Berücksichtigung sowohl des Verbund- als auch des Direktbetriebs darstellte. Weiter heißt es, dass aufgrund der Tatsache, dass bereits seit einigen Jahren bei sämtlichen der in Deutschland betriebenen Drehrohrofenanlagen der Zementindustrie Quecksilberemissionen kontinuierlich gemessen werden, eine gute Datenlage hinsichtlich Emissionen besteht und dass vor diesem Hintergrund für eine allgemeine Betrachtung der Gesamtsituation (Verbund- und Direktbetrieb) eine Abschätzung der Quecksilberemissionen mit einem mittleren Transferfaktor von 0,3 für die Komponente Quecksilber durchaus plausibel erscheint.

- Der Transferfaktor für die Mitverbrennung in Zementwerken wurde für die SKU-Bilanz 2014 entsprechend auf 0,3 gesenkt.

Im Zuge der Anpassung wurde auch eine Anpassung für die Mitverbrennung im Zementwerk Rüdersdorf vorgenommen.

- In den Fällen, in denen das Zementwerk Rüdersdorf als Mitverbrennungsanlage genannt ist, wird der anlagenspezifische Transferfaktor von 0,2 verwendet.

Vor dem Hintergrund dieser Aktualisierungen erfolgt in Kapitel 5.5 eine Neuberechnung zur Einschätzung der Erschließung von weiteren Klimagas- und Umweltentlastungspotenzialen für die energetische Verwertung von EBS aus MPS.

4.6.3 Emissionen bei der Vergärung von gewerblichen Organikabfällen

Mit der Aktualisierung der Emissionsfaktoren für die Bioabfallverwertung wurden auch daraus abgeleitete Annahmen für die Vergärung von gewerblichen Organikabfällen überprüft. Für Ammoniakemissionen war bisher als Näherungswert der Emissionsfak-

¹⁹ Der europäische Fachverband VGB PowerTech e. V. für die Strom- und Wärmeerzeugung, TC Konventionelle Kraftwerke bietet keine entsprechenden Informationen.

tor der fest-flüssig-Trennung nach (gewitra 2009) mit 50% angesetzt und für die Gärrestlagerung der dafür gegebene Emissionsfaktor (vgl. ifeu/ICU 2013, S.126).

In UBA-Texte 39/2015 sind Emissionen der fest-flüssig-Trennung und Gärrestlagerung nicht mehr getrennt ausgewiesen. Der neue NH_3 -Emissionsfaktor für die Vergärung liegt um mehr als das Achtfache höher als der bisherige (vgl. Kap. 4.1) und damit so hoch, dass unter Verwendung dieses Faktors Inkonsistenzen zur sonstigen Berechnung²⁰ auftreten, die Emissionen würden höher liegen als der Stickstoffgehalt in den Organikabfällen möglich macht.

Für die Neubewertung wurde deswegen nicht der neue Mittelwert nach gewitra (UBA-Texte 39/2015) verwendet, sondern es wurde in Anlehnung an Erkenntnisse aus der Bioabfallvergärung (Vogt et al. 2002) angenommen, dass die Hälfte der gasförmigen N-Verluste aus der Vergärung als Ammoniak freigesetzt wird. Im Ergebnis kommt es dadurch zu höheren spezifischen NH_3 -Emissionen als bisher.

4.6.4 Mineralische Sortierreste aus der Behandlung von nicht überlassungspflichtigen gemischten Siedlungsabfällen und gemischten Bauabfällen

Bei der Sortierung der gemischten Siedlungsabfälle und gemischten Bauabfälle über Berliner und Brandenburger Vorbehandlungsanlagen (Sonderabfrage) fallen im Output mineralische Sortierreste zur Verwertung und zur Beseitigung an. Für die als Sortierreste (AVV 191209, Mineralien) ausgewiesenen Mengen wurde 2010 und 2012 eine anteilige Klimagasbelastung ausgewiesen (Ausnahme MPS wegen Stabilisierung). Dabei wurde angenommen, dass in dieser Sortierfraktion „Mineralien“ im Mittel 25% nicht-mineralische, jedoch klimagasrelevante Anteile enthalten sind (ifeu/ICU 2012, S.46). Der Einfluss der so anteilig aus der Ablagerung angelasteten Methangasbildung und -freisetzung auf das Gesamtergebnis war in den Bilanzen für 2010 und 2012 gering (< 3%) und ist durch geringere Mengen im Jahr 2014 weiter in den Hintergrund getreten.

Die für 2014 verfeinerte Sonderabfrage – Trennung von Verwertung und Beseitigung – zeigt, dass überwiegend Mengen zur Beseitigung ausgewiesen sind, die an MEAB Deponien abgegeben wurden. Rund ein Drittel der beseitigten Abfälle wiesen eine so hohe organische Belastung auf, dass sie auf einer DK II-Deponie abgelagert werden mussten. Da die DK II-Deponien über Deponiegaserfassungssysteme verfügen, wurden für diese Abfälle keine Klimagasbelastungen für 2014 ausgewiesen. Die restlichen, nur gering belasteten mineralischen Abfälle, wurden auf DK I-Deponien abgelagert. Somit erfolgte für diese Abfallart keine Berechnung zur Klimawirksamkeit mehr.

Im Austausch mit dem Zementwerk Rüdersdorf wurde die Möglichkeit angefragt die mineralischen Sortierreste mit hoher organischer Belastung auch im Zementwerk einzusetzen. Dort könnte der Einsatz dieser mineralischen Abfälle (AVV 191209) in der vorgeschalteten Vergasung mit Wirbelschichtfeuerung interessant sein. Zum einen würden sie als Substitut für Sand wirken und zum anderen könnte der Energiegehalt der anteilig noch enthaltenen Organik genutzt werden. Niederkalorische Abfälle mit mineralischen Anteilen entsprechen dem Zuschnitt der dortigen Wirbelschichtfeue-

²⁰ Auf Basis von Stoffdaten für die Organikabfälle (TS, Nährstoffe, Gasertrag) sind die Gärrestmenge und deren Inhaltsstoffe berechnet. Dabei sind gasförmige N-Verluste der Vergärung mit 10% angesetzt.

rung/des Vergasers. Zu beachten wäre allerdings die Leichtflüchtigkeit organischer Verbindungen, um organische Schadstoffemissionen zu vermeiden. Zur Einschätzung der Einsatzmöglichkeit sollten Analysewerte und eine Probe untersucht werden.

Neu berücksichtigt ist in der SKU-Bilanz 2014 die anteilige zur Beseitigung ausgewiesene Rottefraktion, die über die MBA Schöneiche behandelt wurde. Der Einfluss auf die Klimagasbilanz ist gering, der Anteil an der Belastung liegt bei rund 1%.

5 Erschließung von weiteren Klimagas- und Umweltentlastungspotenzialen

Klimagas- und Umweltentlastungspotenziale wurden bereits in den beiden Vorläuferstudien für 2010 und 2012 ermittelt. Zudem wurden Maßnahmen aufgezeigt, die zur Erschließung der Potenziale erforderlich wären. In der Studie für 2010 wurden hierfür auch Leistungsblätter für relevante Abfallarten erstellt (ifeu/ICU 2012, Anhang F). In der Studie für 2012 sind Optimierungspotenziale, deren Entlastungseffekte sowie Maßnahmen zur Zielerreichung, umfassend beschrieben. Insoweit die in den Vorläuferstudien beschriebenen Optimierungsmaßnahmen weiterhin relevant sind, sind sie in dieser Studie bei den Steckbriefen erwähnt bzw. ggf. aktualisiert.

Für Abfallarten, für die sich neue bzw. weiterführende Erkenntnisse ergeben haben, sind diese nachfolgend beschrieben bzw. untersucht.

5.1 Gipsabfälle

Gipsabfälle wurden 2014 vollständig auf Deponien beseitigt. Seit 2013 ist die Annahme bei der Altablagerung Großziethen untersagt. Bei den Berliner Gipsabfällen handelt es sich vorwiegend um Gipskartonplatten, die sich sehr gut für ein Recycling zur Herstellung neuer Gipskartonplatten eignen. Seitens der MUEG (Mitteldeutsche Umwelt- und Entsorgungsgesellschaft mbH) besteht weiterhin das Interesse eine Aufbereitungsanlage in Berlin zu errichten. Berlin als Standort zeichnet sich durch ein ständig steigendes Aufkommen sowie die Nähe zum Gipskartonwerk in Brieselang als Abnehmer für RC-Gips aus.

Mit der derzeitigen Entsorgungssituation für Gipsabfälle ist das Recycling allerdings wirtschaftlich kaum darstellbar. Die Behandlungskosten für das Recycling liegen etwa zwischen 30 und 40 €/Mg. Demgegenüber stehen Deponierungskosten ab 18 €/Mg.

Die Aufbereitungsanlage der MUEG in Großpösna (Nähe Espenhain) wurde planmäßig Mitte 2014 in Probetrieb genommen. Sie verfügt mit 20 Mg/h installierter Leistung im Dreischichtbetrieb über eine Jahreskapazität von 75.000 Mg gipshaltiger Abfälle. Der erforderliche Strombedarf beträgt etwa 15 kWh/Mg. Der Übergang zum Regelbetrieb erfolgte im Juli 2015. Zu Beginn bestand die Problematik, dass 2/3 der angelieferten Inputmassen nicht recyclingfähig waren. Ursache waren hohe Anteile an Gas- und Porenbetonsteinen mit Gipsgehalten von 2-8% sowie sonstige Gemische, die ebenfalls unter AVV 170802 entsorgt werden. Geeignete Gipsabfälle sind dagegen Gipskartonplatten (Gipsgehalt 80-95%), Stuck-, Form- und Modellgipse. Durch intensive Zusammenarbeit mit den Abfallentsorgern gelang es die Annahmequalitäten stark zu verbessern. Der Anteil von nicht recyclingfähigem Gips konnte auf 1/3 gesenkt werden, angestrebt werden Anteile < 10%. Dafür wäre ein Getrennthaltungsgebot dieser Gipsabfälle am Anfallort erforderlich.

**Aufbereitungsanlage
Großpösna**

Die Anlage konnte nach entsprechenden Testfahrweisen seit Ende 2014 stabile Recyclingqualitäten herstellen, die durchweg in Gipswerken weiterverarbeitet werden können. Bis dato sind dabei keine Probleme aufgetreten. Der Recyclinggips hat Produktstatus. Die derzeitige Annahmemenge beläuft sich auf ca. 1.000 Mg/Monat. Hauptaufgabe ist die weitere Auslastung der Gipsrecyclinganlage.

Eine weitere Gipsaufbereitungsanlage wird von der STRABAG Umwelttechnik GmbH, Bereich Südwest in Deißlingen betrieben. Die Anlage befindet sich noch im Probebetrieb. Bezüglich des Stromverbrauchs wird nach ersten Erkenntnissen von 10 kWh/Mg ausgegangen. Probleme bei der Weiterverarbeitung des RC-Gips sind bisher nicht aufgetreten. Das Einzugsgebiet für Gipsabfälle liegt maximal bei 130 km. Der Output wird direkt in die Nachbarschaft abgesteuert (ca. 1 km).

**Aufbereitungsanlage
Deißlingen**

Nach Angaben des Bundesverbands der Gipsindustrie befinden sich Naturgipsvorkommen in Deutschland im Südhaz (ca. 260-300 km von Berlin) und nahe Saalfeld (ca. 280 km von Berlin). REA-Gips kann den Bedarf der Gipsindustrie nicht decken. 2013 wurden ca. 2,8 Mio. Mg Naturgips und 3,2 Mio. Mg REA-Gips eingesetzt. Gegenüber REA-Gips (ca. 10% Restfeuchte) sind sowohl Naturgips (Bergfeuchte ca. 1%) als auch RC-Gips (Qualitätsanforderung Feuchte < 15%) aus Klimaschutzsicht vorteilhaft, da sie deutlich weniger Energie zum Brennen benötigen. Für den Aufwand der Naturgips-Herstellung wurde auf die ÖKOBAU.DAT Datenbank verwiesen.

Naturgips

Die ÖKOBAU.DAT (www.oekobaudat.de) enthält Datensätze für Bauprodukte, darunter für Gipsprodukte wie Faserplatten, Wandbauplatten, Kalkputz, etc. Die Systemgrenzen beziehen sich auf die Produktionsphasen von der Wiege bis zum Werkstor. Eine Unterscheidung der Umweltwirkungen nach Prozessschritten ist nicht verfügbar. Auch werden für die Produkte bis zu 58% Sekundärstoffe eingesetzt. Bezogen auf 1 kg liegen die für die o.g. Produkte ausgewiesenen Treibhausgaspotenziale zwischen 150 und 330 kg CO₂-Äq. Darin umfasst sind nach Definition der Systemgrenze auch Transporte. Es bleibt zu vermuten, dass weiterhin gilt, dass die Klimagasbilanz für Gipsabfälle gegenüber dem Einsatz von Naturgips eher durch Transporte bestimmt wird. Der Aufwand der Aufbereitung (Strombedarf s.o.) ergibt sich zu etwa 6 bis 9,5 kg CO₂-Äq/Mg Gipsabfall. Hinzu kommt der Sammelaufwand, der sich bei 65 km (grob Durchmesser Land Berlin sowie Mittelwert Einzugsgebiet Deißlingen, s.o.) zu rund 8 kg CO₂-Äq ergibt. Demgegenüber stehen Transportaufwendungen für Naturgips (bei im Mittel 280 km, s.o.) von rd. 33 kg CO₂-Äq/Mg.

**Einschätzung
Klimagasbilanz**

Für das Recycling von Gips steht die Ressourcenschonung als Beweggrund im Vordergrund. Eine stoffliche Verwertung der 2014 deponierten Gipsabfälle in Höhe von 36.061 Mg würde bei Annahme einer Ausbeute von 90% eine Einsparung von 32.455 Mg Naturgips erreichen. Dadurch würde eine Flächeninanspruchnahme in Höhe von 1.623 m² vermieden.

Ressourcenschonung

Im Rahmen des UFOPLAN 2015 wurde das Vorhaben „Ökobilanzielle Betrachtung des Recyclings von Gipskartonplatten“ ausgeschrieben. Beauftragt wurde das Öko-Institut. Die Laufzeit des Projektes ist 30.09.2015 bis 30.09.2016. Gegebenenfalls können daraus Erkenntnisse für die SKU-Bilanz 2016 genutzt werden.

Künftige Erkenntnisse

5.2 Ziegel

Die Bauschuttfraktion Ziegel wurde in der SKU-Bilanz 2014 erstmals separat ausgewertet. Getrennt ausgewiesen ist die Fraktion in den Abfallberichten der Brech- und Klassieranlagen. Bei Deponien oder beim Tagebau sind Ziegelabfälle in der berichteten Bauschuttfraktion enthalten. Aus den Abfallberichten der Brech- und Klassieranlagen geht hervor, dass im Jahr 2014 eine sortenreine Menge von 60.354 Mg Ziegel angenommen wurde. Davon wurden 15.911 Mg als RC-Ziegelmaterial im Wegebau eingesetzt. Für die restliche Menge ist anzunehmen, dass diese mit RC-Beton als Tragschicht im Straßenbau verwendet wurde. Das RC-Tragschichtmaterial darf nach den Berliner Regelwerken des Straßenbaus einen Anteil von bis zu 30% Ziegel enthalten.

Insgesamt wird die jährlich anfallende Menge an Ziegelabfällen im Land Berlin auf 150.000 Mg geschätzt. Da die Ziegelfractionen aufgrund ihrer Struktur nur in definiertem Anteil in Frostschutz- und Schottertragschichten zugelassen sind, ist der größere Teil derzeit nicht verwertbar und wird auf Deponien/Altablagerungen abgelagert. Allerdings bestehen alternative Recyclingmöglichkeiten durch Anwendung im Garten- und Landschaftsbau, wo es weniger auf Kornfestigkeit und Frostbeständigkeit ankommt als vielmehr auf vegetationstechnische Eigenschaften. Ziegelmaterial besitzt hierfür relevante Eigenschaften wie hohe Porosität sowie Trittfestigkeit und Strukturstabilität.

Nach den geltenden Vorschriften (z.B. Düngemittelverordnung, Regelwerke der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau²¹) ist die Substitution von natürlichen Gesteinskörnungen (Lava und Bims) durch gütegesichertes RC-Ziegelmaterial standardgemäß möglich. In der DüMV (2012, Anlage 2, Tabelle 7, 7.3.15) ist Ziegelbruch, Ziegelsand und Ziegelsplitt als Ausgangsstoff zur Verwendung für Kultursubstrate (auf Flächen, die nicht der Nahrungsmittelerzeugung dienen) explizit benannt. Voraussetzung ist eine sortenreine Erfassung und Aufbereitung von Tonziegeln. Bisher in Deutschland durchgeführte Untersuchungen (z.B. Fachhochschule Erfurt²²) haben erfolgreich nachgewiesen, dass die natürlichen Gesteinskörnungen wie Lava und Bims bei Baum- und Dachsubstraten vollständig durch schadstofffreies Ziegelmaterial ersetzt werden können und gegenüber konventionellen Baums substraten keine Qualitätsnachteile auftreten.

Um die Nachfrage nach Ziegelmaterial anzuregen und vorhandene Vorbehalte gegen den Einsatz von Ersatzbaustoffen abzubauen, wurde durch die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt im Rahmen der jährlichen Stadtbaumkampagne die Verwendung von Ziegelmaterial im Pflanzsubstrat veranlasst. Bei der Herbstpflanzung 2014 und der Frühjahrspflanzung 2015 sind jeweils 30 Bäume mit einem Boden-Ziegelgemisch gepflanzt worden. Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt setzt im Sinne der Ressourcenschonung bei der Stadtbaukampagne künftig nur noch Ziegelmaterial oder Rostaschen als Baums substrat ein.

²¹ z.B. FLL-Dachbegrünungsrichtlinie (2008):

<http://www.fll.de/shop/bauwerksbegrueunung/dachbegrueunungsrichtlinie-2008-download-edition.html>

²² http://www.kalksandstein.de/bv_ksi/vegetationssubstrate-aus-recycling-material.php?page_id=80075

5.3 Asphalt

Zur Steigerung der Einsatzmengen von Straßenaufbruch in Asphaltmischwerken anstelle einer Behandlung über Brech- und Klassieranlagen, um Asphalt in den Stoffkreislauf zurückführen zu können, bedarf es einer optimierten Abtragung durch lagenweises Fräsen der Schichten.

Mit der entsprechenden Ausführungsvorschrift zu § 7 des Berliner Straßengesetzes über die Vorbereitung des Ausbaus von Asphaltmischschichten im Straßenbau vom 21.05.2015 wurde von dem für Straßenbau zuständigen Bereich der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt eine entsprechende Vorschrift erlassen, in der geregelt ist, dass der Ausbau von Asphaltmischschichten so zu erfolgen hat, dass das dabei gewonnene Ausbaumaterial einer möglichst hochwertigen Verwertung zugeführt werden kann. Dies erfordert die Beschaffung von Informationen zum Aufbau der aufzunehmenden Straßenbefestigung, deren Zusammensetzung und möglichen Schadstoffbelastungen. Des Weiteren enthält die Vorschrift Hinweise

Ausführungsvorschriften

- zur Ermittlung von Bestandsdaten (Schichtenaufbau, Prüfzeugnisse, Altlastenkennnisse, etc.);
- zu Festlegungen zur Prüfdichte (Bohrkernentnahme);
- zum Prüfungsinhalt (Behandlung und Untersuchung der Bohrkerne);
- zu Prüfergebnissen (Beurteilung der Umweltverträglichkeit und bautechnischen Eignung);
- zu Festlegungen zum Ausbau (auf Grundlage der Prüfergebnisse)
- zum Umgang mit Abweichungen (bedürfen der Zustimmung).

Flankierend für eine Kreislaufführung von RC-Asphalt wurden die folgenden Ausführungsvorschriften zu § 7 des Berliner Straßengesetzes angepasst:

- Ausführungsvorschriften „über Technische Lieferbedingungen für Asphaltmischgut für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen“ mit Hinweisen zur verbindlichen Mitverwendung von Asphaltgranulat, soweit es in der erforderlichen Qualität vorhanden und die technische Zugabe möglich ist;
- Ausführungsvorschriften „für den Bau von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt“ mit zusätzlichen technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien.

Ergänzend zu den genannten Maßnahmen hat das nachfolgende Forschungsprojekt den sparsamen und ressourcenschonenden Umgang mit mineralischen Baustoffen zum Inhalt.

Forschungsprojekt

- „Erhöhung der Ressourceneffizienz im Land Berlin durch Nutzung von mineralischen Sekundärrohstoffen im Rahmen einer umfassenden Umweltkommunikation“ für das Land Berlin

Im Rahmen des laufenden DBU-Forschungsvorhabens mit der btu Cottbus-Senftenberg sollen durch Untersuchungen von ausgewählten Berliner Rückbauvorhaben (Hoch- und Straßenbau) effiziente Rückgewinnungsmöglichkeiten von mineralischen Bauabfällen aus dem Rohstofflager Gebäude und Straßen eruiert werden. Dabei wird auch die Abfallart „Asphalt“ vertieft betrachtet, um weitere Einsatzmöglichkeiten

zu erschließen, wie Kalteinbau als ungebundene Tragschicht in Straßen geringer Belastungsklasse (u.a. Rad- oder Gehwege).

5.4 Szenarien Monoverbrennung des gefaulten und getrocknet gefaulten Klärschlammes mit Phosphatrückgewinnung

5.4.1 Beschreibung der Szenarien

In der Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2012 wurde für gefaulten und getrockneten gefaulten Klärschlamm untersucht, wie sich die Ergebnisse darstellen, wenn der Klärschlamm statt zur Mitverbrennung in einem neu zu errichtenden modernen Heizkraftwerk (Monoverbrennung) mit effizienter Energieauskopplung sowie entsprechender moderner Abluftreinigung (17. BImSchV-Bedingungen) eingesetzt würde. Die Monoverbrennung stellt die Voraussetzung zur Rückgewinnung von Phosphat aus der Asche dar. Wie in (ifeu/ICU 2013) beschrieben ist dabei von einer Wirbelschichtfeuerung auszugehen, wobei der Betrieb als KWK-Anlage sinnvoll ist. Der untere Heizwert des zu verbrennenden Klärschlammes sollte über 4 MJ/kg liegen und der TS-Gehalt mindestens 40-42% betragen. Als Standort wird Ruhleben betrachtet, obwohl dort derzeit keine Wärmesenke für den KWK-Betrieb vorhanden ist.

Für den in Berlin im Jahr 2014 angefallenen gefaulten und getrockneten gefaulten Klärschlamm wurden die entsprechenden Kenndaten, basierend auf den Stoffströmen für 2014, neu ermittelt. Für eine Monoverbrennung werden ausschließlich die bislang in Kraft- und Zementwerken mitverbrannten Mengen betrachtet. Die in der KSWA Ruhleben eingesetzte Menge an gefaultem Klärschlamm (6.178 Mg TS) wird für die konzeptionelle Betrachtung nicht einbezogen. Für diese Menge wird in den Szenarien unverändert die thermische Behandlung in der KSWA Ruhleben beibehalten. Tabelle 5.1 zeigt die Kenndaten für den bislang mitverbrannten gefaulten und gefault, getrockneten Klärschlamm. Es zeigt sich, dass in Summe der Heizwert von 4 MJ/kg nicht erreicht wird. Auch der TS-Gehalt des Gemischs liegt nur bei 29,3%.

Tabelle 5.1: Ermittelte Kenndaten für bislang mitverbrannten Klärschlamm

	TS-Menge in Mg/a	FS-Menge in Mg/a	Heizwert in MJ/kg
Gefaulter Klärschlamm Kraftwerk A	13.439	53.907	1,66
Gefaulter Klärschlamm Kraftwerk B	12.117	48.604	1,66
Gefaulter Klärschlamm verschiedene Kraftwerke	7.199	28.877	1,66
Getrockneter Klärschlamm Zementwerk	7.755	8.085	13,3
Getrockneter Klärschlamm verschiedene Kraftwerke	511	533	13,3
Summe	41.021	140.006	2,38

Um eine autonome Verbrennung des Klärschlammes – d.h. einen unteren Heizwert von mindestens 4 MJ/kg und einen TS-Gehalt von mindestens 40% – zu erreichen, werden die folgenden beiden Szenarien untersucht:

- Szenario 1:
der Anteil an nicht getrocknetem, gefaultem Klärschlamm wird reduziert
- Szenario 2:
der nicht getrocknete gefaulte Klärschlamm wird anteilig zusätzlich getrocknet

Zur Erreichung der erforderlichen Kenndaten im Szenario 1 muss der Anteil an nur gefaultem Klärschlamm um 24.783 Mg TS reduziert werden. Für diese Menge wird in der Bilanzierung angesetzt, dass sie weiterhin im Kraftwerk B mitverbrannt wird. Für die verbleibende zu betrachtende Menge berechnet sich der TS-Gehalt dann zu 40%. Die Massen und Heizwerte für dieses Szenario zeigt Tabelle 5.2.

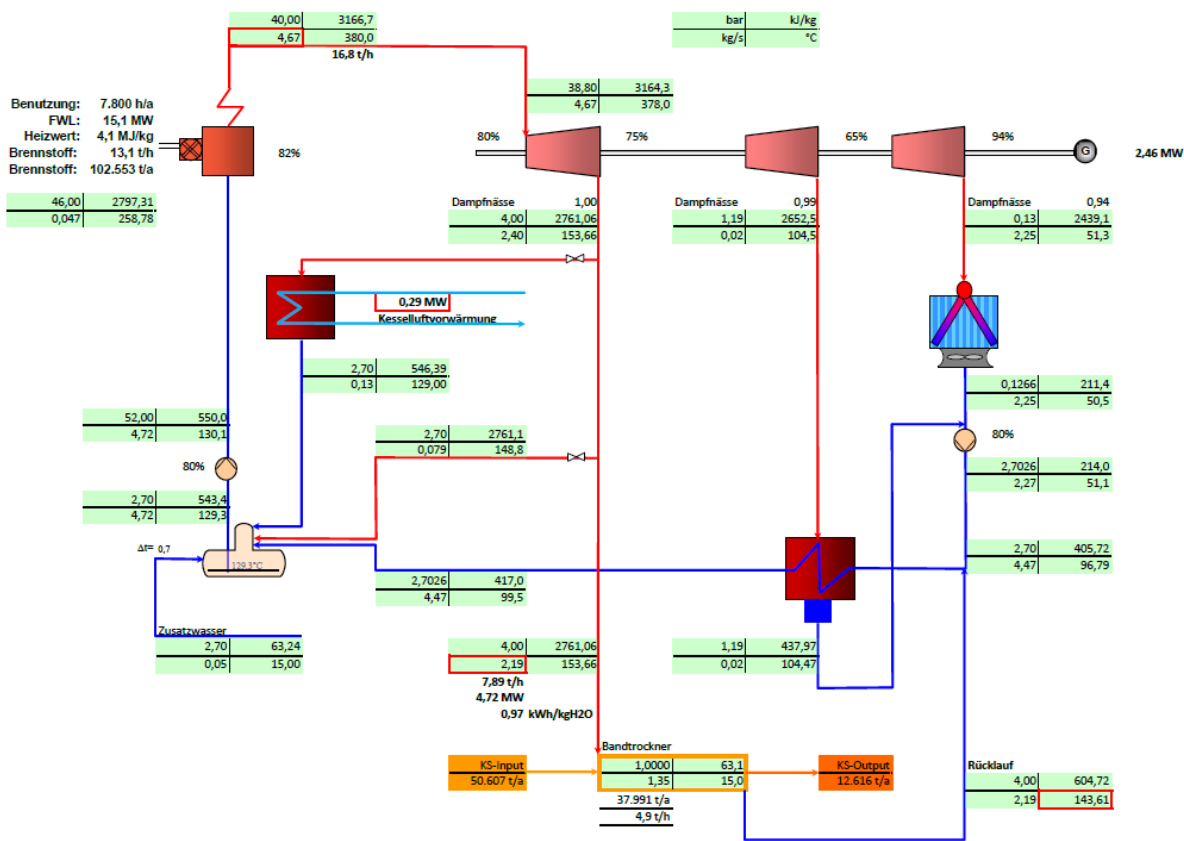
Tabelle 5.2: Ermittelte Kenndaten für Klärschlamm zur neuen KSVa im Szenario 1

	TS-Menge in Mg/a	FS-Menge in Mg/a	Heizwert in MJ/kg
Gefaulter Klärschlamm neue KSVa	7.972	31.977	1,66
Getrockneter Klärschlamm neue KSVa	8.266	8.618	13,3
Summe	16.238	40.594	4,13

Zur Erreichung der erforderlichen Kenndaten im Szenario 2 muss zusätzlich eine Menge von 12.616 Mg TS gefaulter Klärschlamm (50.607 Mg FS) getrocknet werden, damit für die gesamte bislang mitverbrannte Menge ein TS-Gehalt von 40% erreicht wird. Die Massen und Heizwerte für dieses Szenario zeigt Tabelle 5.3.

Tabelle 5.3: Ermittelte Kenndaten für Klärschlamm zur neuen KSVa im Szenario 2

	TS-Menge in Mg/a	FS-Menge in Mg/a	Heizwert in MJ/kg
Gefaulter Klärschlamm neue KSVa	20.139	80.782	1,66
Getrockneter Klärschlamm neue KSVa	20.882	21.770	13,3
Summe	41.021	102.553	4,13



(Quelle: Unterauftrag Grontmij August 2015)

Abbildung 5.1: Kreislaufschemata mit Auskopplung von Wärme zur Trocknung von Klärschlamm für Szenario 2

Zur Bilanzierung der erforderlichen Informationen über erzielbare Wirkungsgrade einer solchen neu zu errichtenden Anlage wurde auf Basis obiger Informationen die Grontmij GmbH²³ beauftragt. Aus den neuen Wärmekreislaufrechnungen für 2014 ergeben sich folgende Nettowirkungsgrade für das Szenario 1:

- Nettostromwirkungsgrad = 5,0%
Wärmenutzungsgrad = 56,3% (extern nutzbar)

Für das Szenario 2 wird wie in (ifeu/ICU 2013) eine Wärmeauskopplung in Höhe der für die zusätzliche Trocknung benötigten Energie angesetzt. Abbildung 5.1 zeigt das für diesen Fall von der Fa. Grontmij übermittelte Wärmekreislaufschemata. Daraus ergeben sich folgende Nettowirkungsgrade für Szenario 2:

- Nettostromwirkungsgrad = 13,6%
Wärmenutzungsgrad = 31,3% (für Klärschlamm-trocknung)

Neben den Massenströmen und der Energieerzeugung sind für die Betrachtung einer Monoverbrennung anstelle einer Mitverbrennung des Weiteren die jeweils gegebenen Luftschadstoffemissionen – Quecksilber, NO_x und N₂O – sowie die Möglichkeit der P-Rückgewinnung in den Szenarien 1 und 2 zu berücksichtigen. Insbesondere die N₂O-Emissionen stellen eine Herausforderung dar, da die Monoverbrennung in einer Wirbelschichtfeuerung erfolgt. In (ifeu/ICU 2013) finden sich dazu ausführliche Informati-

²³ In Person von Herrn Forkert, der auch die entsprechende Berechnung für die SKU-Bilanz 2012 durchgeführt hatte.

onen. Wie dort ausgeführt, wird durch Optimierung die N_2O -Konzentration in der Abluft auf 60 mg/m^3 abgesenkt, wobei der NO_x -Wert durch SNCR-Einsatz mit einer Ammoniaklösung von $1,4 \text{ kg/Mg TS}$ auf 80 mg/m^3 begrenzt werden kann.

5.4.2 Verfahren zur Phosphat-Rückgewinnung

Aufgrund der zum damaligen Berichtsstand gegebenen Datenlage wurde für die Bilanzierung in (ifeu/ICU 2013) das PASCH-Verfahren zugrunde gelegt. Mittlerweile liegen dem ifeu aus anderen Projektzusammenhängen erste Daten für das Mephrec-Verfahren vor, anhand derer eine bilanzielle Einschätzung für die alternative Rückgewinnung mit diesem thermochemischen Verfahren vorgenommen werden kann. Das Verfahren kann wahlweise auf entwässerten Klärschlamm oder Aschen angewendet werden. Weiterhin wird das thermochemische Verfahren AshDec in den Vergleich zur Phosphatrückgewinnung aus Aschen mit aufgenommen. Ursprünglich war auch eine Einschätzung des Budenheimer Kohlensäureverfahrens, welches Phosphat aus dem Klärschlamm rückgewinnt, vorgesehen. Die hierzu benötigten Daten werden aber erst nach Ende 2015 mit der Errichtung einer Pilotanlage auf der Kläranlage Mainz vorliegen, so dass eine Darstellung dieses Verfahrens erst in zukünftigen Studien erfolgen kann. In Tabelle 5.4 findet sich nochmals die leicht abgeänderte Übersicht über die P-Rückgewinnungsverfahren aus der vorangegangenen Studie (ifeu 2013).

Tabelle 5.4: Phosphatrückgewinnungsverfahren aus Abwasser, Klärschlamm und Klärschlammverbrennungasche

Abwasser	Klärschlamm		Klärschlammasche	
	Nasschemisch	Thermochemisch	Nasschemisch	Thermochemisch
MAP-Fällung	MAP-Fällung	Mephrec	BioCon	Mephrec
DHV-Crystalactor	Seaborne	ATZ-Verfahren	Sephos	ATZ-Verfahren
Phostrip	Aqua-Reci		PASCH	AshDec/SUSAN-Verfahren
P-RoC	Peco		Sesal-Phos	Thermphos*
PRISA	Phosnix			
Rephos	KREPRO			
RIM NUT	CAMBI			
PHOSIEDI	PHOXNAN			
	Fix-Phos			

* am 21.11.2012 für insolvent erklärt
farblich markiert: Daten zur Ökobilanzierung liegen vor

PASCH-Verfahren

Eine Beschreibung des PASCH-Verfahrens befindet sich in (ifeu/ICU 2013).

Mephrec-Verfahren

Beim Mephrec-Verfahren wird der Klärschlamm nach Trocknung auf 15% Restfeuchte ebenso wie die Asche zu Briketts verarbeitet. Bei der Aufgabe von getrocknetem Klärschlamm wird mit dem Verfahren neben der stofflichen Verwertung auch gleichzeitig die thermische Behandlung durchgeführt. In diesem Fall ist ein weiterer Entsorgungs-

schritt, z.B. durch Monoverbrennung, nicht erforderlich. In der Bilanz werden beide Varianten – direkter Einsatz von Klärschlamm sowie Einsatz von Klärschlammasche nach Monoverbrennung – betrachtet.

Die Briketts werden mit technischem Sauerstoff und unter Zusatz von Koks in einem Schacht-Schmelz-Vergaser entsprechend der Kupolofentechnologie umgesetzt. Dabei entsteht:

- eine flüssige Eisenmetalllegierung mit einer Anreicherung der im Klärschlamm enthaltenen Schwermetalle,
- eine getrennt abstechbare Schlacke, die das Phosphat in pflanzenverfügbarer Form enthält,
- ein heizwertreiches Brenngas.

Der Koks liefert dabei die für das Verfahren benötigte Prozesswärme und stellt reduzierende Bedingungen im Ofen ein. Zusätzlich wird externe Wärmeenergie von extern bezogen, welche hier über einen Gaskessel abgebildet wird. Bei niedrigen Temperaturen schmelzende Schwermetalle wie Zink, Cadmium und Quecksilber verdampfen, wohingegen bei höheren Temperaturen schmelzende Metalle wie Kupfer, Chrom und Nickel sich in der Eisenmetalllegierung anreichern. Aufgrund der größeren Dichte sammelt sich die Eisenmetallschlacke unterhalb der phosphathaltigen Schlacke. Diese stellt dadurch gleichzeitig eine Senke für Schwermetalle dar. Prozessabfälle fallen in Form von Abwasser und Material aus der Rauchgasreinigung an. Da die organischen Schadstoffe zerstört, ein Teil der Metalle verdampft und der andere Teil mit der Eisenmetalllegierung abgetrennt wird, weist das Phosphat-Produkt nur geringe Konzentrationen an Schadstoffen auf. Die Phosphat-Rückgewinnungsrate mit dem Verfahren beträgt ca. 80%, was ca. 70% bezogen auf den Kläranlagenzulauf bedeutet. Das Produkt weist eine ähnliche Zusammensetzung wie „Thomasmehl“ auf. Dem Rauchgas (heizwertreiches Brenngas/Synthesegas) kommt eine entscheidende Funktion zu. Einerseits bestimmt die Abreinigung der Schwermetalle wesentlich die diesbezüglichen Lasten, die aus dem Verfahren resultieren. Andererseits ist eine effiziente Nutzung der darin enthaltenen Energie Voraussetzung für die Substitution von Primärenergie, die dem Verfahren im Vergleich zu anderen Verfahren gutgeschrieben wird. Ob sich die bislang in Versuchen ermittelten Abreinigungs- und Wirkungsgrade in der Praxis so behaupten können, müssen Messungen im Pilot- und Großmaßstab zeigen. Das Verfahren soll im großtechnischen Pilotmaßstab zur Klärschlammbehandlung in Nürnberg umgesetzt und in diesem Zuge weiter erprobt und optimiert werden.

Die in den bisherigen Versuchen ermittelten Betriebsmittel- und Energieverbräuche hängen von den Eigenschaften des Inputmaterials ab und wurden nur für Klärschlamm, nicht aber für Klärschlammasche ermittelt. Für den Sauerstoff- und Eigenstromverbrauch wird ein materialunabhängig konstanter, auf die Trockenmasse bezogener Verbrauch angesetzt. Es wird davon ausgegangen, dass die von extern zugeführte Prozesswärme zum Verdampfen des Wassers im Klärschlamm verwendet wird und daher vom Wassergehalt des Inputmaterials abhängt. Weiterhin wird angenommen, dass der Energieinput über die organische Substanz des Materials und den Koks zusätzlich der von extern zugeführten Prozesswärme abzüglich der Verdampfungsenthalpie des enthaltenen Wassers in Summe für jedes Inputmaterial gleich sein muss, um den konstanten Stromoutput zu erreichen. Im Falle des Einsatzes von Asche führt das dazu, dass keine externe Wärmeenergie zur Trocknung benötigt wird, aber aufgrund der fehlenden organischen Substanz der dadurch entgangenen Energieinput durch Zugabe von Koks ersetzt werden muss. Diese Herangehensweise ist unsicher, weil zwar eine

gewisse Menge Koks zur Einstellung von reduzierenden Bedingungen benötigt wird, darüber hinaus gehender Energieinput aber auch durch andere Brennstoffe wie Erdgas gewährleistet werden kann. Das Ergebnis der praktischen Umsetzung in Nürnberg sollte in zukünftigen Studien berücksichtigt werden.

Der Stromwirkungsgrad für die Nutzung des dabei entstehenden Synthesegases ist relativ hoch angesetzt. Ob dieser Wirkungsgrad in der Praxis erreicht wird, muss sich ebenso erst zeigen. Problematiken, Wirkungsgradverluste bei der Gasreinigung und -nutzung können einen deutlichen Einfluss auf die Effizienz des Verfahrens haben. In einer Sensitivitätsbetrachtung wird daher der Fall betrachtet, dass nur die Hälfte des Stroms erzeugt und als Gutschrift angerechnet werden kann.

AshDec-Verfahren

Das AshDec-Verfahren entfrachtet die Klärschlammasche von einem Teil der Schwermetalle, indem Natrium-Schwefelverbindungen zugegeben werden, welche in der anschließenden Behandlung im Drehrohrofen mit den entsprechenden Schwermetallen in die Gasphase ausgetrieben werden. Weitere Betriebsmittel sind Strom, Erdgas zur Darstellung der Prozesswärme und eine kleinere Menge an Steinkohle, welche als Reduktionsmittel fungiert. Im Zuge der Abgasreinigung wird dann noch Calciumhydroxid zugegeben. Die benötigte Erdgasmenge sinkt, wenn die Anlage im Verbund mit einer Monoverbrennungsanlage betrieben wird. Anstatt Steinkohle kann auch getrockneter Klärschlamm als Reduktionsmittel dienen. Hier wird zunächst von einer alleinstehenden Anlage ausgegangen. Die Phosphat-Rückgewinnungsrate wird zu 99% angesetzt.

5.4.3 Klimagas- und Umweltbilanz

Für die Klimagasbilanz wurden die zuvor abgeleiteten Daten wie Heizwert des Klärschlammgemischs, energetische Wirkungsgrade, N₂O-Emissionen und Einsatz von Betriebsmitteln (Ammoniaklösung für SNCR) zugrunde gelegt. In allen Szenarien wird die zuvor stattfindende MAP-Behandlung auf der Kläranlage Waßmannsdorf mit betrachtet. Dies erhöht die absoluten Netto-Lasten in allen Szenarien um den jeweils gleichen Betrag. Die auf Trockenmasse bezogenen Netto-Lasten erhöhen sich dadurch entsprechend den Anteilen der Trockenmassen, die in den verschiedenen Szenarien in die jeweiligen Entsorgungsoptionen geleitet werden, weil die MAP-Behandlung gleichmäßig auf die Trockenmasse des gefaulten Klärschlammes umgelegt wird.

Im zunächst betrachteten Szenario 1 wird ein Teil des gefaulten Klärschlammes weiterhin im Kraftwerk B mitverbrannt. Die Asche aus der Monoverbrennung in der neu zu errichtenden KVA wird anschließend mit dem hydrochemischen Verfahren PASCH behandelt, um das Phosphat aus der Asche zurückzugewinnen („KVAneu mit PASCH“). Diese Variante entspricht der in (ifeu/ICU 2013) dargestellten, die hier zum Vergleich unter Berücksichtigung der Klärschlammzusammensetzung im Jahr 2014 mit aufgeführt wird. Ebenfalls weiterhin zum Vergleich mit aufgeführt ist die gegenwärtige Behandlung von gefaultem Klärschlamm in der KVA Ruhleben. Als neue Varianten sind die Behandlung der Asche aus der neu zu errichtenden KVA mit dem MePhrec- und dem AshDec-Verfahren anstatt dem PASCH-Verfahren dargestellt („KVAneu mit MePhrec“ bzw. „KVAneu mit AshDec“). Diesen Varianten wird das Mephrec-Verfahren mit der direkten Behandlung der gesamten betrachteten gefaulten Klärschlammmenge

gegenüber gestellt („Mephrec“), so dass eine Mitverbrennung im Kraftwerk B und eine Monoverbrennung in der neuen KVA entfällt.

Die spezifischen Ergebnisse der Klimagasbilanz für Szenario 1 zeigt Abbildung 5.2. Das Ashdec-Verfahren nach der Behandlung in der neuen KVA zeigt ähnliche Werte wie das PASCH-Verfahren. Der Hauptaufwand verschiebt sich in dieser Kategorie von der Chemikalienvorkette bei PASCH zur Energieproduktion bei AshDec. Im Mephrec-Verfahren zur Behandlung von Asche werden durch den Einsatz von Sauerstoff und insbesondere Koks relevante Lasten generiert, die durch die ebenso erhöhte Stromgutschrift nicht ausgeglichen werden können. Daher stellt sich diese Variante im Vergleich zu den anderen neuen Optionen im Standardfall etwas schlechter dar (Nettobelastung 47 kg CO₂-Äq/Mg TS). Wie oben beschrieben handelt es sich dabei aber um eine worst-case-Abschätzung, da neben Koks auch andere Brennstoffe zur Erzeugung der benötigten Prozesswärme in Frage kommen. Den Szenarien mit neuer KVA stehen die Lasten in der KVA Ruhleben durch die Lachgasemissionen in der nicht optimierten Wirbelschichtfeuerung gegenüber, welche mit der neuen KVA durch Optimierung ggf. deutlich eingeschränkt werden können, so dass auch die neue KVA inklusive Mephrec-Verfahren mit Ascheinput deutlich besser als die gegenwärtige Behandlung in der KVA Ruhleben abschneidet.

Spezifische Ergebnisse Klimagasbilanz

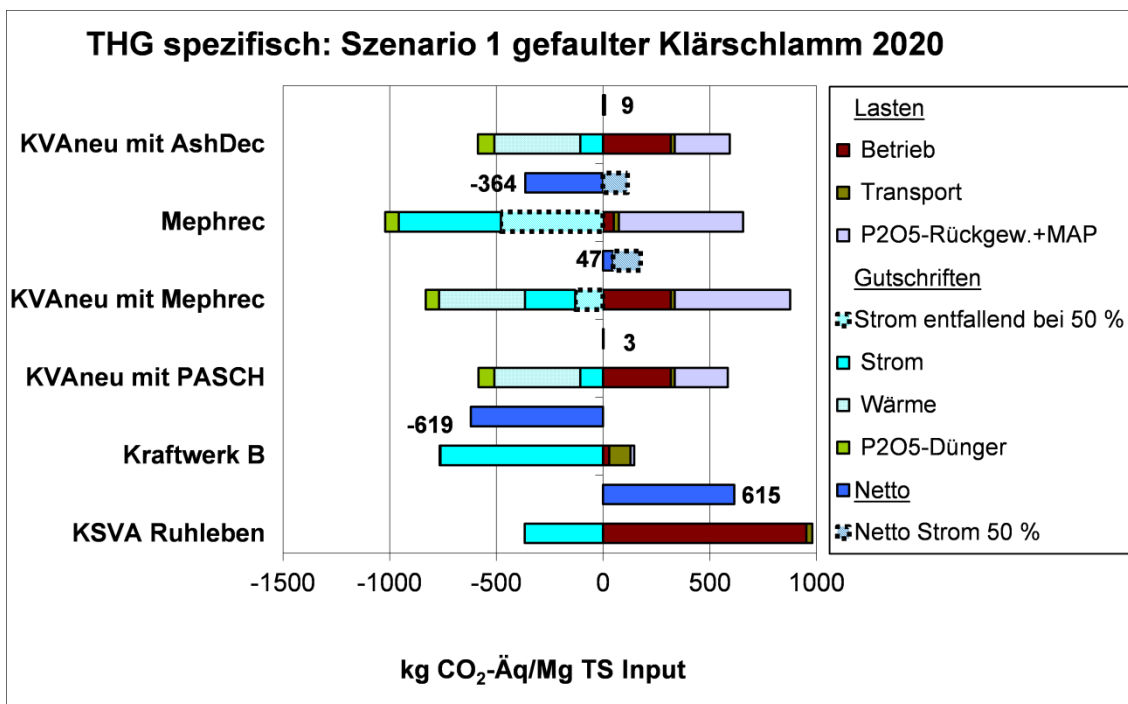


Abbildung 5.2: Spezifische Ergebnisse Klimagasbilanz Szenario 1 (vollständiger KWK-Betrieb der neuen KVA) und Vergleich direkte Klärschlammnutzung im Kupolofen (Mephrec)

Wenn der gefaulte Klärschlamm direkt mit dem Mephrec-Verfahren behandelt wird, ohne vorherige Verbrennung in der KVA, muss wegen des Energiegehalts im Klärschlamm viel weniger Koks zugegeben werden, wenngleich jetzt externe Wärmeenergie für die Trocknung benötigt wird, welche sich ebenso im Sektor P₂O₅-Rückgewinnung zeigt. Mit dieser Variante kann der gesamte gefaulte Klärschlamm, wie er derzeit vorliegt, behandelt werden, so dass eine Mit- und Monoverbrennung entfällt. Im Vergleich zu allen anderen betrachteten Optionen der Phosphatrückgewinnung nach der neuen KVA schneidet diese Variante am besten ab, wenn der hohe Stromwir-

kungsgrad im Mephrec-Verfahren in der Praxis erreicht wird und erreicht als einziges davon eine Nettoentlastung. Die Lachgasemissionen aus dem Kupolofen sind geringer als diejenigen auch der diesbezüglich optimierten KVA. Bei Mephrec gepunktet umrahmt dargestellt sind die Gutschriften, die dann nicht erzielt werden, wenn der Strom nur zu 50% angerechnet wird (Sensitivität). Entsprechend gepunktet dargestellt ist das Nettoergebnis, das sich mit einer Anrechnung von nur 50% des Stroms ergibt. Wenn nur die Hälfte des Stroms angerechnet wird, dann ist auch die direkte Behandlung des Klärschlammes mit dem Mephrec-Verfahren leicht ungünstiger als die jeweilige Kombination aus neuer KVA und PASCH bzw. AshDec.

Die hohe Entlastung der Mitverbrennung, wie sie gegenwärtig für den Großteil des hier betrachteten Klärschlammes zur Anwendung kommt, wird durch keine der neuen Varianten mit Phosphatrückgewinnung erreicht. Im Gegenzug werden nur durch die Monobehandlungsvarianten mit Phosphatrückgewinnung auch relevante Phosphatmengen rückgewonnen, da durch das MAP-Verfahren im Vorfeld der Mitverbrennung nur 3% des Phosphats im Kläranlagenzulauf zur Verfügung gestellt werden. Szenario 1, in welchem ein Teil des Klärschlammes wie bisher mitverbrannt und ein Teil in einer neuen KVA mit Phosphatrückgewinnung über PASCH oder AshDec mitverbrannt wird, stellt daher einen Kompromiss zwischen Klima- und Ressourcenschutz dar.

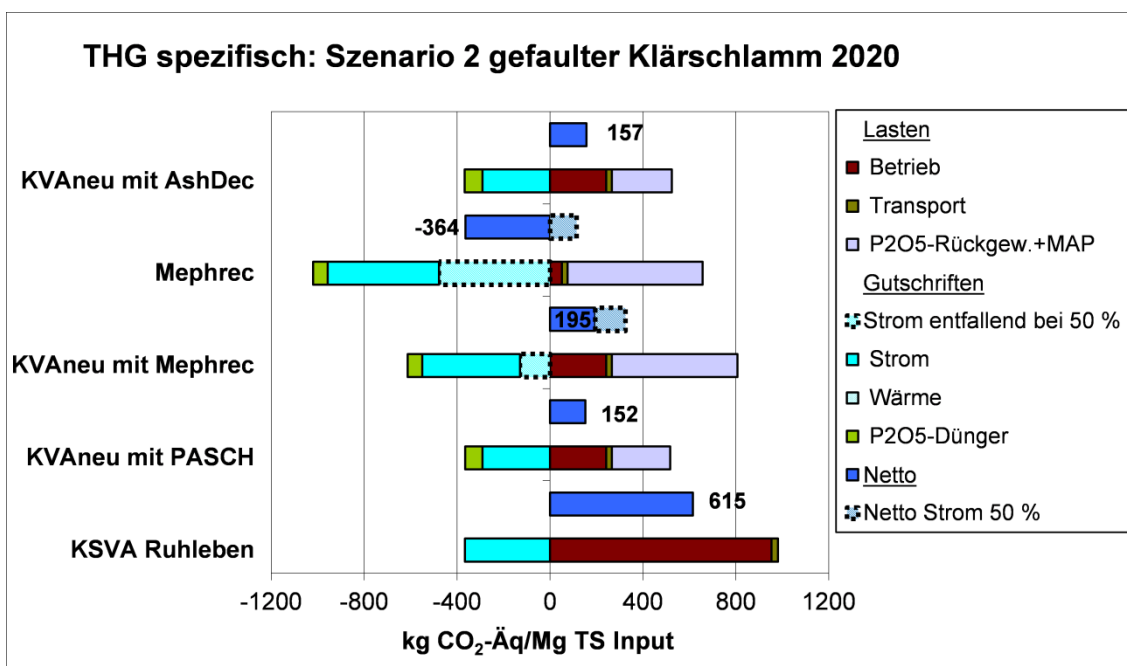


Abbildung 5.3: Spezifische Ergebnisse Klimagasbilanz Szenario 2 (vollständige Verarbeitung des gefaulten Klärschlammes in der neuen KVA) und Vergleich direkte Klärschlammnutzung im Kupolofen (Mephrec)

Im Szenario 2 fallen die spezifischen Netto-Ergebnisse für die Varianten aus neuer KVA und anschließender Phosphatrückgewinnung etwas schlechter aus als in Szenario 1, weil der Netto-Wirkungsgrad der KWK-Anlage zur Abgabe nach extern durch die Wärmeauskopplung für die zusätzliche Trocknung von Klärschlamm geringer ist (Abbildung 5.3). Unverändert bleibt das Verhältnis von PASCH, AshDec und Mephrec mit Ascheinput und die diesbezüglichen Aussagen.

Die direkte Behandlung des Klärschlammes mit dem Mephrec-Verfahren verändert sich hingegen nicht, weil hierfür keine zusätzliche Trocknung nötig ist und der gesamte

gefaulte Klärschlamm in der bislang vorliegenden Form behandelt wird. Daher ist diese Variante jetzt auch dann besser als die Kombination von neuer KVA und PASCH bzw. AshDec, wenn der erzeugte Strom aus dem Mephrec-Verfahren nur zur Hälfte angerechnet wird.

Der derzeitigen Behandlungspraxis des Klärschlammes mit einer jährlichen Nettoentlastung von -26.618 Mg CO₂-Äq steht eine Nettoentlastung von -11.496 Mg CO₂-Äq bzw. eine Nettobelastung von 10.033 Mg CO₂-Äq im Falle von Szenario 1 und 2 mit Phosphatrückgewinnung über PASCH gegenüber (Abbildung 5.4).

**Absolute Ergebnisse
Klimagasbilanz**

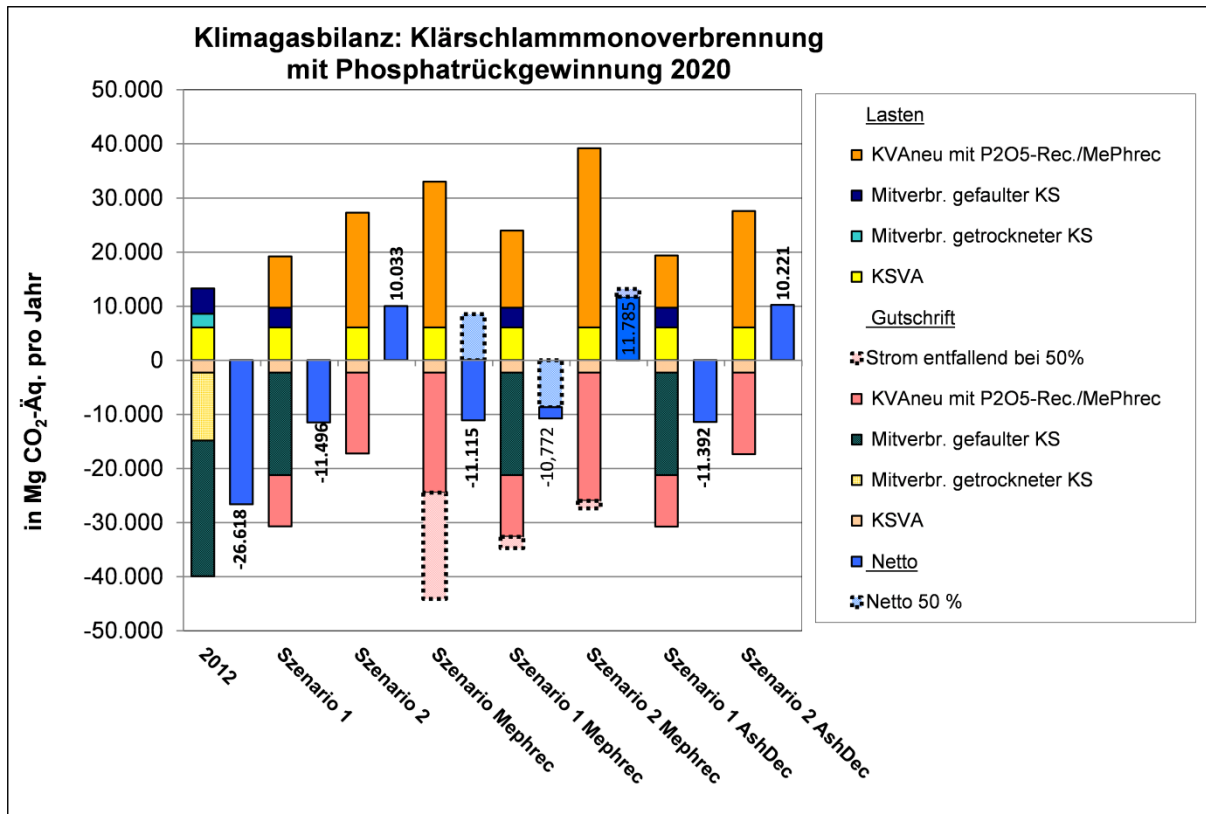


Abbildung 5.4: Absolute Ergebnisse Klimagasbilanz für die betrachteten Varianten. Der Postfix Mephrec bzw. AshDec hinter Szenario 1 und 2 bedeutet, dass die Phosphatrückgewinnung aus der Asche des Teilstroms, der zur neuen KVA geht, mit dem Mephrec- bzw. AshDec- anstatt dem PASCH-Verfahren erfolgt.

Das im Treibhauseffekt bessere Abschneiden von Szenario 1 liegt in der hohen Einsparung der Mitverbrennung begründet, welche nur im Szenario 1 noch teilweise erfolgt. Ähnliche Ergebnisse liefert die Kombination aus KVA und AshDec-Verfahren mit einer Nettoentlastung von -11.392 bzw. -belastung von 10.221 Mg CO₂-Äq im Szenario 1 bzw. 2. Mit dem Mephrec-Verfahren in Kombination mit der KVA wird hingegen mit gutem Stromwirkungsgrad aufgrund der Koksverbrennung maximal eine Entlastung von -10.772 Mg in Szenario 1 bzw. eine höhere Belastung von 11.785 Mg CO₂-Äq in Szenario 2 bewirkt. Im Szenario Mephrec findet keine Mitverbrennung mehr statt, so dass damit bei gutem Stromwirkungsgrad mit -11.115 Mg CO₂-Äq zwar eine geringere Einsparung als im Status-Quo und geringfügig geringere als in den Szenarien 1 mit PASCH und AshDec stattfindet, im Gegensatz zu den Szenarien 2 aber durch weitere Reduktion von Lachgasemissionen und geringeren zusätzlichen Lasten der Phosphatrückgewinnung wegen Integration in die thermische Behandlung aber eine deutliche Einsparung erzielt werden kann. Wenn der Strom nur zu 50% angerechnet wird, kehrt

sich diese in eine Belastung um, die aber immer noch geringer ausfällt als in den Szenarien 2.

Die Schonung fossiler Rohstoffe (KEA fossil) liegt bei der derzeitigen Praxis der Klärschlammbehandlung bei einer jährlichen Nettoentlastung von -252 TJ. Mit Szenario 1 und PASCH wird eine Nettoentlastung von -168 TJ und mit Szenario 2 und PASCH noch eine von -3 TJ erreicht. Der Abstand ergibt sich durch den Ersatz von fossilen Brennstoffen in der Mitverbrennung im Status Quo und zu einem reduzierten Anteil auch in Szenario 1 sowie dem Energieaufwand für die zusätzliche Trocknung von Klärschlamm in Szenario 2. Grund für das gegenüber der Klimagasbilanz relativ gute Abschneiden der Szenarien mit der neuen KVA sind die im Vergleich zur Mitverbrennung unterstellten geringeren Transportentfernungen und vor allem der Umstand, dass die Belastungen in der Klimagasbilanz wesentlich durch die Lachgasemissionen der Wirbelschichtverbrennung bestimmt sind, die für den fossilen kumulierten Energieaufwand keine Rolle spielen. Die Kombinationen mit neuer KVA und AshDec fallen ähnlich aus wie diejenigen mit PASCH, die mit Mephrec etwas besser als die mit AshDec und etwas schlechter als die mit PASCH. Im Vergleich zum Treibhauseffekt zeigt die Kombination aus neuer KVA und Mephrec bessere Ergebnisse, weil die Koksverbrennung gegenüber der Erdgasfeuerung zwar energiebezogen einen höheren spezifischen Treibhauseffekt aufweist, nicht aber einen höheren Verbrauch fossiler Rohstoffe. Im Szenario Mephrec, in welchem der gesamte gefaulte Klärschlamm direkt der Phosphatrückgewinnung unterzogen wird, wird mit einer Einsparung von -79 TJ mehr Energie eingespart als mit den Szenarien 2, aber weniger als mit den Szenarien 1. Damit ist das Szenario Mephrec im Vergleich zum Treibhauseffekt bei der Schonung fossiler Ressourcen schlechter. Grund dafür ist, dass die durch die Behandlung mit Mephrec eingesparten Lachgasemissionen hinsichtlich der Schonung fossiler Rohstoffe keine Wirkung haben. Wenn der Strom nur zur Hälfte angerechnet wird, resultiert mit +133 TJ eine deutliche Belastung, so dass auch gegenüber den Szenarien 2 eine deutliche Verschlechterung zu verzeichnen wäre. Hier zeigt sich, dass das Mephrec-Verfahren im Szenario Mephrec die thermische Verwertung des Klärschlammes gleich mit übernimmt, so dass hohe energetische Wirkungsgrade zur Bereitstellung entsprechender Mengen Strom für die externe Nutzung essenziell sind.

Ergebnisse Umweltbilanz – Schonung fossiler Rohstoffe (KEA fossil)

Hinsichtlich der Schonung von Phosphat lassen sich mit Szenario 2 mit Phosphatrückgewinnung über das PASCH-Verfahren entsprechend der angesetzten Rückgewinnungsrate von 95% 3.203 Mg der 3.400 Mg P_2O_5 im bislang mitverbrannten Klärschlamm in Form des Produkts Calciumhydrogenphosphat rückgewinnen. Mit Szenario 2 und Phosphatrückgewinnung über das Mephrec-Verfahren liegt der rückgewinnbare Anteil mit 80% etwas niedriger, wobei das Rezyklat in Form einer Schlacke anfällt. Mit dem AshDec-Verfahren kann aufgrund der höheren Rückgewinnungsrate von 99% noch etwas mehr Phosphat in Form eines gereinigten Ascheproduktes extrahiert werden. Da in den Szenarien 1 ein Teil des Klärschlammes weiterhin im Kraftwerk B mitverbrannt wird, können in der entsprechenden Konstellation nur 37% mit PASCH bzw. 31% mit Mephrec und 39% mit AshDec des oben genannten Phosphatpotenzials aufgeschlossen und zurückgewonnen werden. Wenn der Klärschlamm direkt über das Mephrec-Verfahren behandelt wird, liegt der zurückgewinnbare Anteil wiederum bei 80%.

Schonung Phosphat

Mit der Schonung von Phosphat ist die Schonung von entsprechender Abbaufäche verknüpft. Bei vollständiger Rückgewinnung der Phosphatmenge, die im bislang mitverbrannten Klärschlamm enthalten ist, könnten jährlich 1.724 m² Abbaufäche eingespart werden. Im Szenario 2 mit Behandlung durch das AshDec-Verfahren wird auf-

Schonung von Abbaufächen

grund der hohen Phosphatrückgewinnungsquote rechnerisch eine Fläche von 1.693 m² geschont, die mit dem PASCH-Verfahren noch bei 1.626 m² und mit der Behandlung der Asche durch das Mephrec-Verfahren bei 1.375 m² liegt. Die Einsparung fällt mit Szenario 1 und Behandlung der Asche durch das Mephrec-Verfahren mit einer Fläche von 568 m² am geringsten aus, weil hier am wenigsten Phosphat rückgewonnen wird, in Kombination mit PASCH sind es 667 m² und mit AshDec 693 m².

Mit der Ausbringung des Rezyklats ist wie mit der Ausbringung eines entsprechenden Phosphatprimärdüngers ein Eintrag von Cadmium in den Boden verbunden. Der Cadmium-Gehalt in den Rezyklaten variiert je nach Verfahren entsprechend der Abreicherung der Schadstoffe aus dem Klärschlamm im Produkt. In allen Fällen wird der Eintrag in den Boden durch Phosphatprimärdünger von den Rezyklaten aber unterschritten, so dass eine Vermeidung von Cadmumeintrag in den Boden im Vergleich zur Standarddüngung resultiert. Diese ist zum einen abhängig von der rückgewonnenen Menge Phosphat und daher größer mit den Szenarien 2, zum anderen aber von der verfahrensspezifischen Abreicherung der Schadstoffe, welche hier aber aufgrund der schon niedrigen Konzentration keine große Rolle spielen. Mit Szenario 2 und Behandlung mit dem PASCH-Verfahren wird eine Vermeidung von jährlich 153 kg Cd in Boden, mit dem Ashdec-Verfahren aufgrund der geringeren Schadstoffabreicherung ebenso 153 kg und mit dem Mephrec-Verfahren eine von 131 kg erreicht. Mit Szenario 1 sinkt die Vermeidung von Cd-Eintrag in Boden auf 63 kg im Falle von PASCH, 63 kg bei AshDec und 54 kg bei Mephrec. Mit der direkten Behandlung des Klärschlammes mit dem Mephrec-Verfahren beträgt die Vermeidung 131 kg.

Vermeidung von Cadmumeintrag in Boden

Die spezifischen NO_x-Emissionen fallen im Szenario 1 für die Errichtung einer neuen KVA und der anschließenden Phosphatrückgewinnung mit PASCH, AshDec und Mephrec günstiger aus als die bisherige Mitverbrennung (Abbildung 5.5). Dies ergibt sich durch die deutlich geringeren NO_x-Emissionen aus dem Transport durch verkürzte Wege mit der neuen KVA. Die optimierte neue KVA führt gegenüber der KVA Ruhleben zu leicht höheren NO_x-Emissionen, die durch die Minimierung der Lachgasemissionen bedingt sind. Da das AshDec-Verfahren höhere Netto-NO_x-Emissionen als PASCH aufweist, schneidet die Kombination aus neuer KVA und PASCH-Verfahren hier günstiger ab als die von neuer KVA und Ashdec. Noch geringere Netto-NO_x-Emissionen werden durch die Kombination von neuer KVA mit Mephrec erreicht, wenn der gewonnene Strom voll angerechnet wird. Dies liegt im Falle von AshDec in der NO_x-Emission der Vorkette der eingesetzten Natrium-Sulfide neben dem zusätzlichen Verbrennungsprozess begründet. Wenn aber anstatt dessen Natrium-Sulfide aus der Rauchgasreinigung eingesetzt werden, fallen die NO_x-Emissionen deutlich geringer aus. Dem stehen die zusätzliche Verbrennung im Rahmen von Mephrec und die energieintensive Bereitstellung von Sauerstoff und die Tatsache, dass mit PASCH und AshDec mehr Phosphat zurückgewonnen wird, so dass mehr Primärdünger und die dabei anfallenden NO_x-Emissionen eingespart werden können, gegenüber. Wenn Mephrec direkt mit Klärschlamm-Input zum Einsatz kommt, fällt das Ergebnis geringfügig schlechter aus. Dies gilt bezüglich der derzeit geplant Rauchgasreinigung beim Mephrec-Verfahren.

Ergebnis NO_x-Emissionen

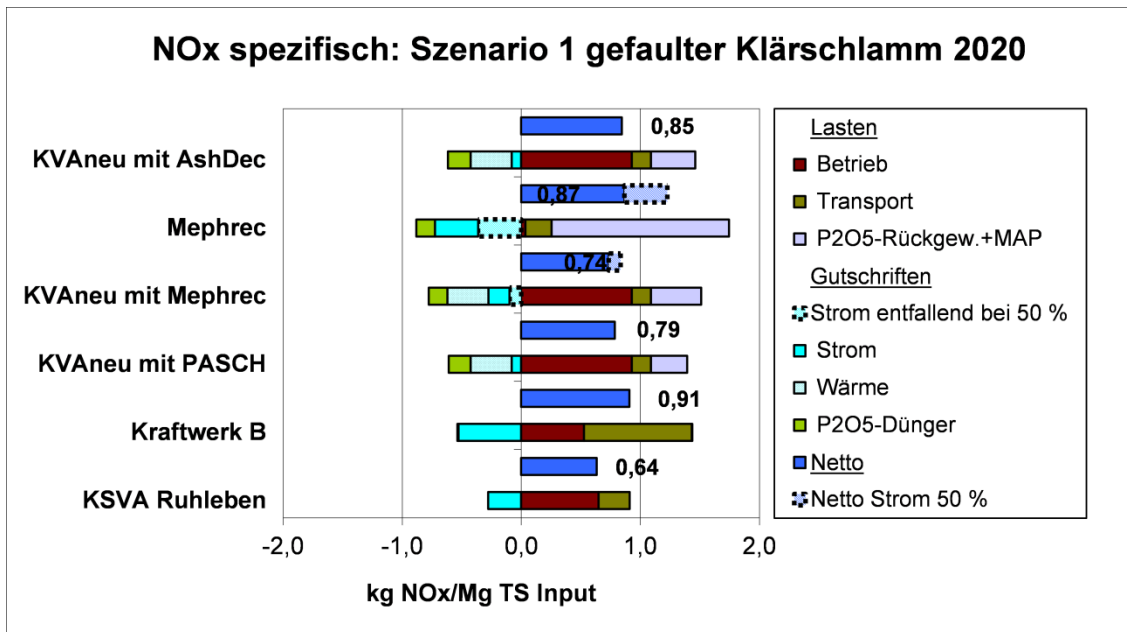


Abbildung 5.5: Spezifische Ergebnisse NOx-Emissionen Szenario 1 (vollständiger KWK-Betrieb der neuen KVA) und Vergleich direkte Klärschlammnutzung im Kupolofen (Mephrec)

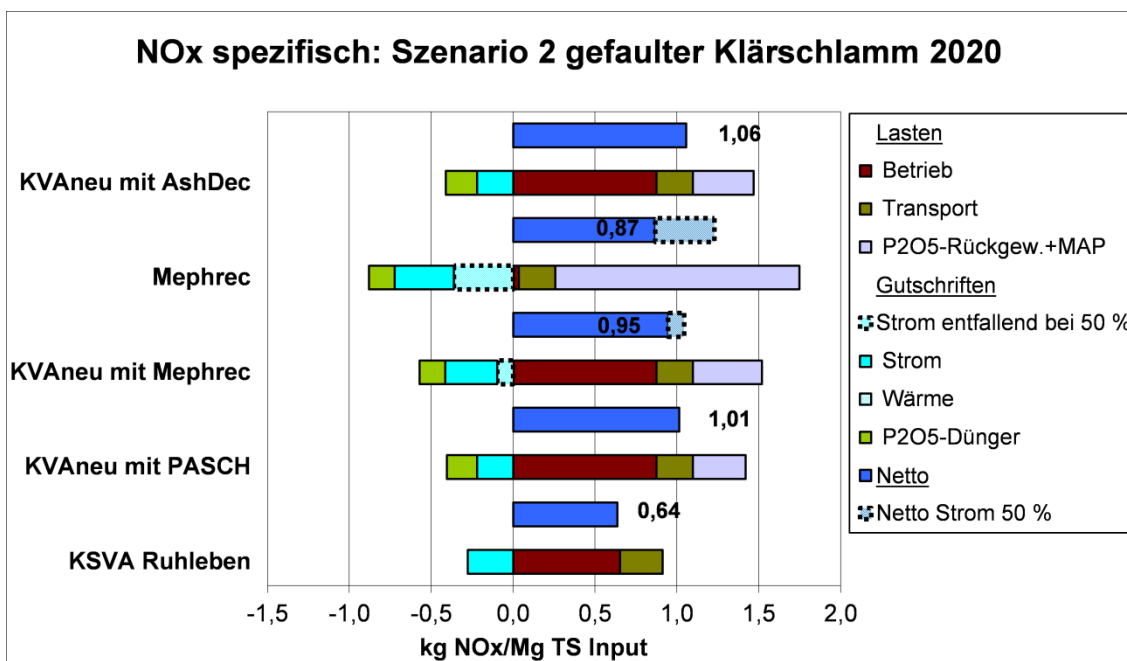


Abbildung 5.6: Spezifische NOx-Emissionen Szenario 2 (vollständige Verarbeitung des gefaulten Klärschlammes in der neuen KVA) und Vergleich direkte Klärschlammnutzung im Kupolofen (Mephrec)

Im Szenario 2 ergibt sich gegenüber Szenario 1 eine geringere Energiegutschrift durch die zusätzliche Vortrocknung sowie eine größere Belastung aus der Phosphatrückgewinnung nach der neuen KVA, weil die behandelte Menge steigt, und damit insgesamt eine höhere Nettobelastung (Abbildung 5.6). Das Szenario Mephrec ist daher dann besser als die Kombination von neuer KVA und zusätzlicher Phosphatrückgewinnung, wenn der dabei produzierte Strom voll angerechnet wird.

Der Ist-Stand der Klärschlammbehandlung im Jahr 2014 ist mit einer Nettobelastung von 34,5 Mg NO_x verbunden. Im Szenario 1 mit Phosphatrückgewinnung über PASCH steigt die Nettobelastung auf 39 Mg NO_x. Die Nettobelastung im Szenario 1 in der Kombination mit AshDec liegt bei 40 Mg NO_x, diejenige mit Mephrec bei 38 Mg NO_x. Im Szenario 2 mit PASCH kommt es aufgrund der geringeren Energiegutschriften und der Vergrößerung des Stoffstroms zur Phosphatrückgewinnung zu einer Nettobelastung von 46 Mg NO_x, die in Kombination mit AshDec auf 47 steigt und in Kombination mit Mephrec auf 43 Mg NO_x sinkt. Die direkte Behandlung des Klärschlammes mit dem Mephrec-Verfahren führt zu einer Belastung von 39 Mg NO_x, wenn der Strom voll angerechnet wird. Der niedrige Wert für den Ist-Stand resultiert u.a. aus geringen Transport-NO_x bei der Mitverbrennung im Zementwerk.

Hinsichtlich Quecksilberemissionen weist das Mephrec-Verfahren durch die Rauchgasreinigung nach der Anlage im derzeitigen Untersuchungsstand gute Abscheidegrade auf. Daher schneidet Mephrec mit Klärschlaminput am besten ab. Aber auch die neue KVA (wie die KSVA) hat höhere Abscheideleistungen als die Mitverbrennung. Gutschriften sind hier von untergeordneter Bedeutung (Abbildung 5.7).

Ergebnis
Quecksilberemissionen

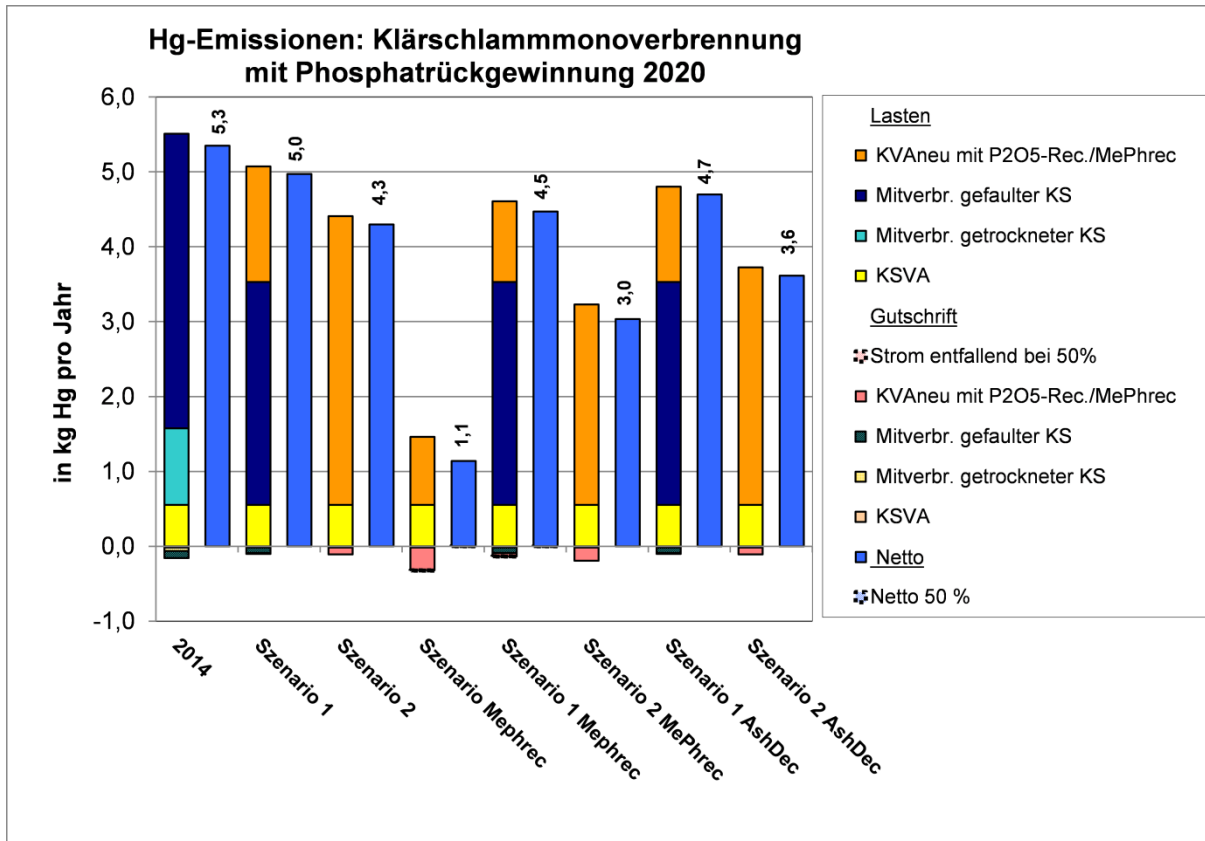


Abbildung 5.7: Absolute Ergebnisse Quecksilber-Emissionen für die betrachteten Varianten. Der Postfix Mephrec bzw. AshDec hinter Szenario 1 und 2 bedeutet, dass die Phosphatrückgewinnung aus der Asche des Teilstroms, der zur neuen KVA geht, mit dem Mephrec- bzw. AshDec- anstatt dem PASCH-Verfahren erfolgt.

Hier gilt es zu beachten, dass das PASCH-Verfahren zur Rückgewinnung des Phosphats aus der Asche relevante Quecksilberemissionen aufweist, welche die Reduktionen durch Monoverbrennung in der neuen KVA anstelle von Mitverbrennung teilweise wieder konterkarieren. Grund dafür ist die Herstellung der im Verfahren benötigten Salzsäure. Besser als die Kombination mit PASCH ist daher bezüglich Quecksilberemis-

sionen die Kombination mit AshDec, welches aufgrund der Natriumsulfid-Vorkette wiederum etwas schlechter abschneidet als die Kombination mit Mephrec. Wenn das Natrium-Sulfid aus Abfallstoffen abgegriffen werden kann, entfällt die Vorkette. Mit den Szenarien 2 sinken die Quecksilberemissionen gegenüber den Szenarien 1 weiter ab, weil hier der gesamte Faulschlamm über die neue KVA mit geringeren Quecksilberemissionen als im Zuge der Mitverbrennung behandelt wird.

Im Ist-Stand ist die Klärschlammbehandlung mit einer Nettobelastung von 5,3 kg Hg verbunden (Abbildung 5.7). Die Nettobelastung bleibt mit der teilweisen Behandlung in der KVA und Phosphatrückgewinnung durch das PASCH-Verfahren bei 5,0 kg und sinkt mit der vollständigen Behandlung des gefaulten Schlammes in der KVA im Szenario 2 auf 4,3 kg Hg. Wenn das PASCH-Verfahren in den Szenarien 1 und 2 durch das AshDec-/Mephrec-Verfahren getauscht wird, sinken die Werte weiter auf rund 4,7 bzw. 4,5 kg Hg im Szenario 1 und 3,6 bzw. 3,0 kg Hg im Szenario 2. Grund dafür sind geringere Netto-Hg-Emissionen mit dem Mephrec-Verfahren, die im PASCH-Verfahren vor allem durch die Vorkette der eingesetzten Salzsäure bedingt höher liegen. Für Mephrec mit Klärschlamminput liegen die Werte bei 1,1 kg Hg. Wenn der Strom aus dem Mephrec-Verfahren nur zur Hälfte angerechnet wird, ändert sich daran kaum etwas, weil die herkömmliche Stromerzeugung mit verhältnismäßig geringen Hg-Emissionen verbunden ist.

5.4.4 Zusammenfassung

An der Aussage von (ifeu/ICU 2013), dass die neu zu errichtende Monoverbrennung mit zusätzlicher Phosphatgewinnung mit einer Verschlechterung in der Klimagasbilanz und einer höheren Inanspruchnahme fossiler Rohstoffe gegenüber der bisherigen Mitverbrennung einhergeht, ändert sich auch mit der Berücksichtigung weiterer Phosphatrückgewinnungsverfahren nichts.

Ein Kompromiss stellen die Szenarien 1 dar, in welcher nur der Teil des gefaulten Klärschlammes, der in Summe einen TS-Gehalt von 40% aufweist, in der neuen KVA behandelt wird, wohingegen der Rest weiterhin mitverbrannt und keiner weiteren Phosphatrückgewinnung unterzogen wird. Bei einer anschließenden Phosphatrückgewinnung der Asche aus der neuen KVA mit dem PASCH-Verfahren entgehen damit jährliche Klimagaseinsparungen in Höhe von 15.122 Mg CO₂-Äq. gegenüber dem Status-Quo, mit AshDec und Mephrec sind es mit 15.226 bzw. 15.503 Mg CO₂-Äq. etwas mehr. Voraussetzung für diese Szenarien ist aber, dass eine Wärmenutzung am Ort der neuen KVA möglich ist.

Mit den Szenarien 2, die den gesamten bislang mitverbrannten gefaulten Klärschlamm in der neuen KVA behandeln, indem ein Teil der Wärmeenergie hieraus zur Trocknung des Klärschlammes auf in Summe 40% TS verwendet wird, kommt es mit dem PASCH-Verfahren zu einer höheren Verschlechterung gegenüber dem Status-Quo um 36.651 Mg CO₂-Äq, mit AshDec um 36.839 und mit Mephrec um 38.403 Mg CO₂-Äq. Im Gegenzug wird mehr Phosphat zurückgewonnen.

Für die Inanspruchnahme der fossilen Rohstoffe zeigt sich dasselbe Bild mit der Ausnahme, dass die Behandlung der Asche hier mit Mephrec etwas bessere Werte zeigt als diejenige mit AshDec. Die Verschlechterung für die Szenarien mit KVA und weiterer Phosphatrückgewinnung gegenüber dem Status-Quo fällt geringer aus als bei der Klimagasbilanz. Ein Grund dafür ist, dass die Lachgasemissionen aus der neuen KVA hier

keinen Einfluss haben. Auch bei den NO_x-Emissionen wiederholt sich das Muster mit einer weiter reduzierten Verschlechterung gegenüber dem Status-Quo. Die Kombination aus neuer KVA und Mephrec emittiert netto weniger als diejenigen aus neuer KVA und PASCH sowie AshDec aufgrund der bei den beiden letzten Verfahren anzulastenden Chemikalienvorketten. Bei den Quecksilberemissionen ist das Bild genau gegensätzlich zur Klimagasbilanz. Die neue KVA hat eine bessere Quecksilberabscheidung als die Mitverbrennung und Energiegutschriften spielen kaum eine Rolle, so dass die Szenarien, in welchen der gesamte gefaulte Klärschlamm in der neuen KVA behandelt wird, am besten abschneiden. Die Kombination mit PASCH-Verfahren ist hier am schlechtesten, bedingt durch die Vorkette der im Verfahren eingesetzten Salzsäure. Auch die Vorketten bei der Kombination mit AshDec führen zu einem schlechteren Ergebnis als bei derjenigen mit Mephrec.

Eine Sonderstellung hat die direkte Behandlung des gesamten gefaulten Klärschlammes mit dem Mephrec-Verfahren ohne Behandlung in einer neuen KVA. Sie liegt mit Ausnahme vom KEA fossil und den Quecksilberemissionen relativ nahe bei den Szenarien, in welchen ein Teil des gefaulten Klärschlammes weiterhin mitverbrannt wird. Beim KEA fossil liegt sie zwischen diesen Szenarien und denen, in welchem der gesamte gefaulte Klärschlamm in der neuen KVA behandelt wird. Bei den Quecksilberemissionen schneidet sie am besten ab.

Beim Mephrec-Verfahren gibt es noch einige Unsicherheiten. Diese betreffen zum einen den Energiewirkungsgrad des Verfahrens, welcher von der Aufbereitung des im Verfahren entstehenden Synthesegases und den Aufbereitungsverlusten abhängt. Der angesetzte Stromwirkungsgrad ist optimistisch. Wenn nur die Hälfte des veranschlagten Stroms produziert wird, verschlechtert sich das Ergebnis insbesondere für die direkte Behandlung des Klärschlammes mit Mephrec ohne neue KVA. Es liegt dann in der Klimagasbilanz nur noch knapp unter den Belastungen der Szenarien, in welchen der gesamte gefaulte Klärschlamm in der neuen KVA behandelt wird. Beim Verbrauch fossiler Ressourcen und NO_x ist es dann deutlich schlechter als alle anderen Szenarien. Nur bei den Quecksilberemissionen verbleibt der Vorteil.

Weitere Unsicherheiten betreffen die Behandlung der Asche aus der neuen KVA mit dem Mephrec-Verfahren. Hier ist unklar, wie viel Brennstoff in welcher Form zugegeben werden muss, weil bislang die Behandlung von Asche mit Mephrec nicht untersucht wurde. Das AshDec-Verfahren schneidet günstiger ab, wenn es im Verbund mit einer Monoverbrennungsanlage betrieben werden kann, weil dann zum einen weniger Erdgas durch Nutzung von Abwärme nötig ist und zum anderen im Durchschnitt 1/3 des Natriumsulfid-Bedarfs aus dem Rauchgasrückstand der Verbrennungsanlage gedeckt werden kann, so dass AshDec durchaus auch positiver als PASCH abschneiden kann. Die Schadstoffentfrachtung für einige Schwermetalle fällt bei AshDec geringer aus. Die Gehalte im normal belasteten Klärschlamm sind so hoch, dass der Eintrag von Schadstoffen mit dem AshDec-Rezyklat durchaus bedeutend sein kann, so dass vor Anwendung des AshDec-Verfahrens dieser Punkt für weitere Schwermetalle wie Blei beleuchtet werden sollte. Ggf. ist das Rezyklat nicht ohne weitere Aufbereitung zur Düngung geeignet.

Die zurückgewonnene Menge Phosphat liegt bei Mephrec etwas niedriger als bei PASCH und diese wiederum geringfügig niedriger als bei AshDec. Direkt davon abhängig sind die Flächenschonung durch hierdurch eingesparten Abbau von Phosphatgestein und die Vermeidung von Cadmiumeinträgen in Boden durch Ausbringung von Rezyklat anstatt höher belastetem Primärdünger.

Es lässt sich insgesamt keine eindeutige Empfehlung für eines der drei Verfahren abgeben, aufgrund **Fazit**

- a) der gegenläufigen Ergebnisse in den betrachteten Wirkungskategorien; hier ist eine gesellschaftspolitische Priorisierung „was ist wichtiger“ erforderlich;
- b) der bestehenden Datenunsicherheiten beim Mephrec-Verfahren; hier sind Ergebnisse der Pilotanlage in Nürnberg abzuwarten.

Hat die Phosphatrückgewinnung Priorität, bietet sich nach dem derzeitigen Stand die direkte Behandlung des Klärschlammes mit dem Mephrec-Verfahren als eine gute Alternative zur Behandlung des zusätzlich getrockneten Klärschlammes in einer neuen KVA mit anschließender Phosphatrückgewinnung an, wobei abzuwarten bleibt, wie sich der energetische Nutzungswirkungsgrad in der Praxis darstellen wird. Wenn nur die Hälfte des Stroms erzeugt wird, schmilzt der Vorteil der direkten Behandlung mit Mephrec.

In zukünftigen Studien sollten mit verbesserter Datenlage auch weitere Verfahren wie das Budenheim-Verfahren berücksichtigt werden. Auch anzumerken ist, dass in der vorliegenden Untersuchung Verfahren zur Phosphatrückgewinnung die auf der Kläranlage ansetzen, nicht betrachtet wurden, da dies einen Eingriff auf die Betriebsweise der Kläranlagen bedingen würde, was außerhalb des Betrachtungsrahmens der Abfallbilanz bzw. SKU-Bilanz liegt. Dennoch sollten solche Verfahren vergleichend erwogen werden, da sie eine Fortführung der Mitverbrennung des von Phosphat entfrachteten Klärschlammes ermöglichen. Auch wenn die Rückgewinnungsrate an dieser Stelle geringer ausfällt, könnte dies der bessere Kompromiss zur Klimagasbilanz sein.

5.5 Szenarien EBS aus MPS

In der SKU-Bilanz 2012 wurde die energetische Verwertung von EBS aus MPS zur Einschätzung der Erschließung weiterer Klimagas- und Umweltentlastungspotenziale untersucht. Der bestehenden überwiegenden Mitverbrennung (83% in Kraftwerken, 17% in Zementwerken) wurden drei Szenarien einer Monoverbrennung in einem hocheffizienten EBS-Kraftwerk gemäß 17. BImSchV gegenüber gestellt. Von besonderer Relevanz dabei sind die gegenläufigen Effekte: einerseits die Vorteile der Mitverbrennung bei der Klimagasbilanz und der Schonung fossiler Rohstoffe, andererseits die Vorteile der Verbrennung in einer 17. BImSchV-Anlage in Bezug auf Hg- und ggf. auch NO_x-Emissionen.

In der jetzigen SKU-Bilanz 2014 wurden die Transferfaktoren zur Berechnung der Quecksilberemissionen für die Mitverbrennung in Zementwerken aktualisiert (vgl. Kap. 4.6.2). Vor diesem Hintergrund erfolgt hier eine Neuberechnung zur Einschätzung der Erschließung von weiteren Klimagas- und Umweltentlastungspotenzialen für die energetische Verwertung von EBS aus MPS. Die Untersuchung wird differenzierter nach Einzelsystemen vorgenommen. Untersucht werden:

- Mitverbrennung in Kraftwerken
- Mitverbrennung in Zementwerken (Durchschnitt Deutschland)
- Mitverbrennung im Zementwerk Rüdersdorf
- Monoverbrennung im EBS-Kraftwerk mit reiner Stromerzeugung ($\eta_{el} = 27,4\%$)
- Monoverbrennung im EBS-Kraftwerk im KWK-Betrieb ($\eta_{el} = 19\%$; $\eta_{th} = 40\%$)

Die beiden letztgenannten Szenarien mit „Monoverbrennung im EBS-Kraftwerk“ entsprechen Szenario 1 und Szenario 3 aus der SKU-Bilanz 2012. Diese beiden Szenarien bilden die Bandbreite der Ergebnisse ab, so dass auf die Einbeziehung des Szenarios 2 an dieser Stelle verzichtet wurde. Die derzeitige Mitverbrennung wird hier ebenfalls in Form von Szenarien untersucht, um die neuen Entwicklungen (Hg-Transferfaktoren) im Einzelnen beurteilen zu können. Die Unterscheidung der Mitverbrennung in einem durchschnittlichen Zementwerk und im Zementwerk Rüdersdorf erfolgt aufgrund der Unterscheidung

- der Hg-Transferfaktoren (Durchschnitt 0,3; Rüdersdorf 0,2),
- dem bei Rüdersdorf angelasteten Effizienzabschlag von 5% (Wirkungsgradverlust wegen Vergasung, die EBS vor Verbrennung durchlaufen).

Die vorgeschaltete EBS-Vergasung in einer Wirbelschichtfeuerung (WSF) ist einzigartig bei deutschen Zementwerken. Sie hat den Vorteil, dass auch niederkalorische Abfälle eingesetzt werden können, wodurch das zur Mitverbrennung nutzbare Abfallspektrum deutlich erweitert wird.

5.5.1 Spezifische Ergebnisse

Abbildung 5.8 zeigt das spezifische Ergebnis der Klimagasbilanz. Die Vorteile der Mitverbrennung ergeben sich durch die heizwertäquivalente Kohlesubstitution. Die etwas geringe Nettoentlastung bei der Mitverbrennung im Zementwerk Rüdersdorf ist durch den Wirkungsgradverlust der vorgeschalteten WSF-Vergasung bedingt. Beim Einsatz im EBS-Kraftwerk bewirkt der KWK-Betrieb höhere Entlastungseffekte als die reine Stromerzeugung. Die spezifische Belastung ist bei allen Varianten etwa gleich hoch. Unterschiede ergeben sich durch unterschiedliche Transportentfernungen und den Betriebsmittelaufwand beim Einsatz im EBS-Kraftwerk.

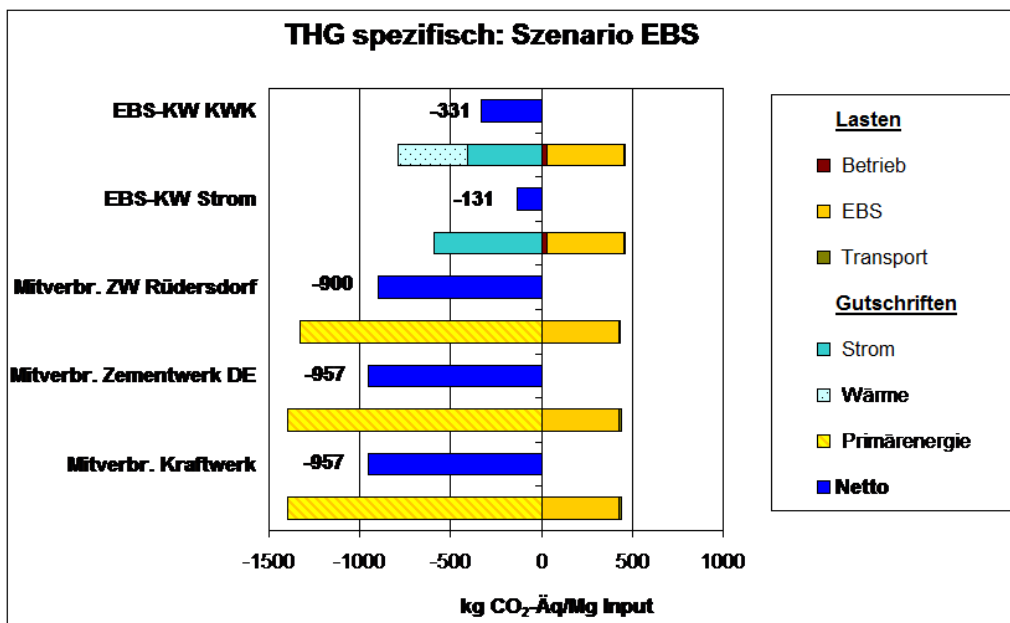


Abbildung 5.8: Spezifische THG-Emissionen Szenario EBS

Das Ergebnis für die Schonung fossiler Rohstoffe (KEA fossil) korreliert mit dem Ergebnis der Klimagasbilanz und ist hier nicht separat dargestellt.

Bei den NO_x-Emissionen zeigen sich unterschiedliche Tendenzen (Abbildung 5.9). Bei der Mitverbrennung sind NO_x-Emissionen verfahrensbedingt und gleichen sich heizwertäquivalent aus. Dies trifft auch bei der Mitverbrennung im Zementwerk Rüdersdorf zu. Hier kommt zwar auch der Effizienzabschlag zum Tragen, allerdings sind für die vorgeschaltete Vergasung keine NO_x-Emissionen veranschlagt (unterstöchiometrische Bedingungen). Entsprechend resultiert der Unterschied im spezifischen Nettoergebnis zur sonstigen Mitverbrennung einzig aus unterschiedlichen Transportentfernungen (40 km zum Zementwerk Rüdersdorf, 150 km für die sonstige Mitverbrennung in Anlehnung an die Transportentfernung zum Braunkohlekraftwerk Jänschwalde). Beim Einsatz im EBS-Kraftwerk wurde als Transportentfernung einheitlich bei beiden Szenarien die Entfernung zum IKW Rüdersdorf von 40 km angesetzt. Damit hängt das Ergebnis bei gegebener Abgasreinigungstechnik einzig vom energetischen Nutzungsgrad ab. Der vollständige KWK-Betrieb erzielt höhere Entlastungseffekte als die reine Stromerzeugung.

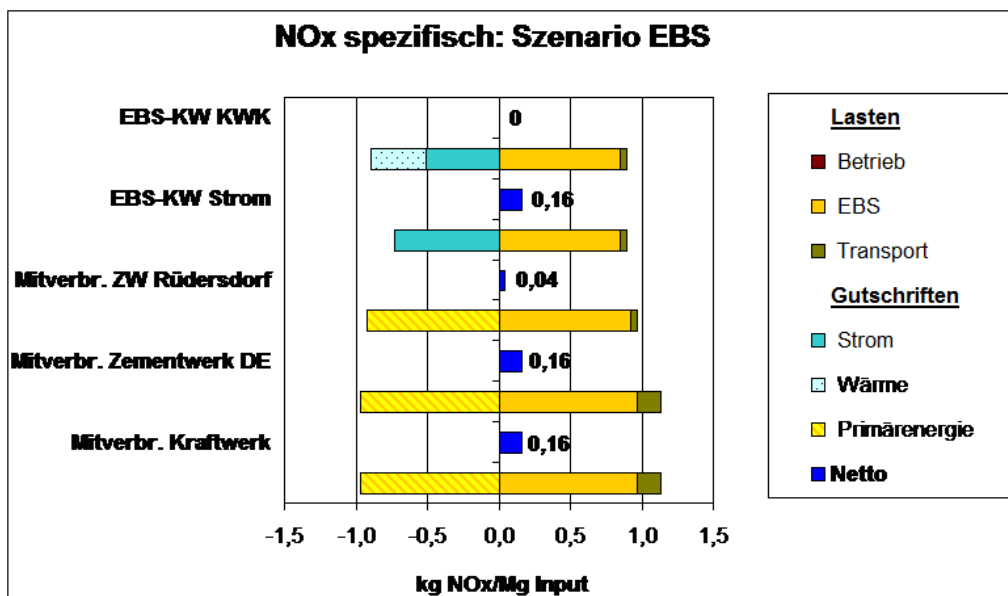


Abbildung 5.9: Spezifische NO_x-Emissionen Szenario EBS

Abbildung 5.10 zeigt das spezifische Ergebnis für Quecksilberemissionen. Bei der Mitverbrennung ergeben sich die Unterschiede im Ergebnis durch die unterschiedlichen Transferfaktoren. Die Entlastungseffekte haben hier kaum einen Einfluss. Die verwendeten Transferfaktoren geben entsprechend die Ergebnisreihenfolge vor. Die Mitverbrennung im durchschnittlichen Zementwerk hat die höchste Nettobelastung, die der Mitverbrennung in durchschnittlichen Kraftwerken und im Zementwerk Rüdersdorf liegt gleich hoch. Dies gilt für die Durchschnittsbetrachtung. Bei der Mitverbrennung in Kraftwerken ist zusätzlich das Ergebnis für die Bandbreite an Transferfaktoren (0,065-0,588; vgl. Fußnote 18) ausgewiesen. Die Ergebnisbandbreite reicht von 0,02 bis 0,176 kg Hg/Mg EBS-Input. Deutlich niedriger als bei den Mitverbrennungsvarianten fällt, aufgrund der umfassenderen Abgasreinigung, die Nettobelastung beim Einsatz in EBS-Kraftwerken aus. Das bessere Nettoergebnis erreicht die Variante mit reiner Stromerzeugung aufgrund der Gutschrift, da konventionell erzeugter Strom mit spezi-

fisch höheren Quecksilberemissionen verbunden ist als dies bei konventionell erzeugter Wärme der Fall ist.

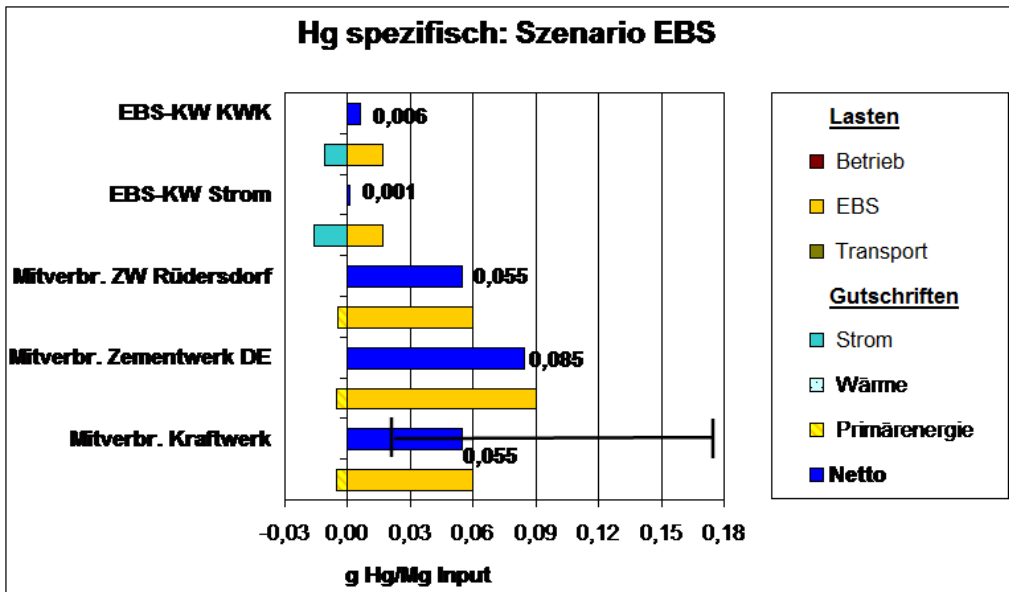


Abbildung 5.10: Spezifische Hg-Emissionen Szenario EBS

Aus Klimaschutzsicht und zur Schonung fossiler Rohstoffe ist für die energetische Verwertung von EBS die Mitverbrennung in Kraft- oder Zementwerken anzustreben. Beim Einsatz in EBS-Kraftwerken (oder anderen Abfallverbrennungsanlagen) ist bei der gegenwärtigen konventionellen Energieerzeugung der KWK-Betrieb vorteilhaft. Das Gleiche gilt im Vergleich der EBS-Varianten für NO_x-Emissionen. Insgesamt liegen die Nettoergebnisse für NO_x-Emissionen relativ dicht beieinander. Vordringlich sollte hier auf kurze Transportdistanzen geachtet werden. Bezüglich Quecksilberemissionen ist – gegenläufig zur Klimagasbilanz für die energetische Verwertung von EBS – der Einsatz in 17. BImSchV-Anlagen anzustreben. Alternativ bestehen Minderungsmöglichkeiten für Quecksilberemissionen aus der Mitverbrennung in Kraft- und Zementwerken.

Zusammenfassung

5.5.2 Hg-Minderungsmöglichkeiten

Im Folgenden werden Minderungsmöglichkeiten für Kraftwerke beschrieben. Für das Zementwerk Rüdersdorf liegt der Hg-Emissionswert bei < 5 µg/m³ und damit bereits unter dem von (Schönberger et al. 2012) geforderten Wert von 10 µg/m³ (vgl. ifeu/ICU 2013, S.185). Das Zementwerk Rüdersdorf verfügt über einen 4-stufigen E-Filter und setzt bereits bromierte Aktivkohle ein.

Für Großfeuerungsanlagen sind in Deutschland, auch bei der Mitverbrennung von Abfällen²⁴, nach gegebener Rechtslage folgende Emissionswerte einzuhalten:

Emissionssituation Kraftwerke

- Tagesmittelwert: 30 µg/Nm³
- Halbstundenmittelwert: 50 µg/Nm³
- Jahresmittelwert: 10 µg/Nm³ (bestehende Anlagen ab 01.01.2019)

²⁴ Zu beachten gilt der unterschiedliche Bezugssauerstoffgehalt.

Künftig werden diese Werte von den Hg-Maximalwerten der BVT-Schlussfolgerungen abgelöst werden. Anfang Juni 2015 wurden im Rahmen der Überarbeitung des BREF (Best Available Techniques Reference Document) für Großfeuerungsanlagen nach der zweiten ordentlichen Sitzung der Technischen Arbeitsgruppe des European IPPC Bureau (EIPPCB) folgende Maximalwerte vorgelegt (Jahreswerte für Bestandsanlagen ab etwa 2021²⁵):

Steinkohlekraftwerke	4 µg/m ³
Braunkohlekraftwerke	7 µg/m ³

Diese Werte werden bereits heute bei Kraftwerken eingehalten oder unterschritten wie Auswertungen in (BZL 2014) zeigen. Im Jahr 2012 unterschritten 16 von 34 Steinkohlekraftwerken den Maximalwert von 4 µg/m³, 2011 waren es 20. Von 16 Braunkohlekraftwerken wiesen 12 im Jahr 2012 Emissionswerte < 4-10 µg/m³ auf, 2011 waren es 11.

Technisch machbar sind weniger als 1 µg/m³²⁶. Auch in der BVT-Schlussfolgerung wird erwähnt, dass 1 µg/m³ durch Hg-spezifische Techniken erreicht werden kann (vdi-n 19.06.15). Nach Kenntnisstand von (Beckers et al. 2012) ist bereits heute bei nahezu allen Kohlekraftwerken in Deutschland die Senkung der Reingaswerte unter 3 µg/m³ technisch möglich. Bei Fortsetzung der Forschungen wird erwartet, dass in wenigen Jahren Reingaskonzentrationen unter 1 µg/m³ liegen können.

Im Wesentlichen bestehen zwei Verfahrenswege zur Hg-Abscheidung:

Minderungsmöglichkeiten

- Abscheidung im Staubfilter
(erhöht Hg in Filterasche; Problem Verwertung z.B. als Zementersatz)
- Auswaschung und Ausfällung
(erhöht Hg in Waschwasser/REA-Gips; Problem Verwertung als Naturgips-Ersatz)

Grundsätzlich wird das im Brennstoff gebundene Quecksilber unter Verbrennungsbedingungen quasi vollständig verflüchtigt und tritt in den Feuerungsgasen primär als elementares Quecksilber auf (Hg⁰). Eine Abscheidung des hochflüchtigen Hg⁰ kann z.B. an Aktivkohle erfolgen, die Wasserlöslichkeit ist im Gegensatz zu ionischem Quecksilber wie HgCl₂ oder HgBr₂ sehr gering²⁷. Eine Oxidation von Hg⁰ zu Hg(II) wird durch den Gehalt an Halogeniden im Rauchgas bestimmt (SCR begünstigt Ionisierung), umso höher der Halogenidanteil umso höher das Verhältnis von ionischem zu elementarem Hg, wenn gleichzeitig der die Oxidation störende Anteil an SO₂ oder SO₃ im Rauchgas gering ist. So wurden hinter Abfallverbrennungsanlagen Anteile von Hg(II) im Mittel von mehr als 90% ermittelt. Hinter Kraftwerken streuen die Messergebnisse zwischen 10 und 90% Hg(II) (Glinka 2015).

²⁵ Nach Industrieemissionsrichtlinie bzw. 2013 geändertem BImSchG müssen bestehende Anlagen vier Jahre nach Veröffentlichung von BVT-Schlussfolgerungen die mit besten verfügbaren Techniken verbundenen Emissionswerte einhalten; mit der Veröffentlichung ist bis 2017 zu rechnen; neue Anlagen müssen die Vorgaben dann umgehend erfüllen (Zeschmar-Lahl und Tebert 2014).

²⁶ Christian Schaible, Europäisches Umweltbüro zitiert in <http://www.zdf.de/frontal-21/quecksilbergefahraus-der-kohle-kraftwerke-stossen-tonnenweise-nervengift-aus-38873430.html> (16.6.2015)

²⁷ Relative Flüchtigkeit (Henry-Koeffizient; Proportionalitätsfaktor Konzentration Gasphase und wässrige Phase) Hg⁰: 1.040.000; HgCl₂: 1, HgBr₂: 4 (Glinka 2015).

Kohlen enthalten häufig nur wenige Halogenide, insofern bewirkt eine Zugabe von Halogenverbindungen – z.B. durch Eindüsung von bromierter Aktivkohle in den Abgasstrom (vor Wäscher und/oder Staubfilter) oder durch Zugabe von Bromsalzen zur Kohle oder in den Kessel – eine Steigerung der Quecksilberoxidation und je nach Rauchgasreinigungstechnik im weiteren eine Steigerung der Abscheidung. In Versuchen mit Zudosierung von Bromiden zur Kohle (wässrige Calciumbromidlösung vorteilhaft) im Bereich zwischen 50 und 300 ppm konnten zusätzliche Hg-Reduktionen zwischen 64% und > 80% erreicht werden (Glinka 2015). Voraussetzung dafür ist eine HgBr₂ Abscheidung hinter dem Kessel wie z.B. durch einen Wäscher²⁸.

Die Abscheidung im Wäscher ist umso besser, je größer die Löslichkeit in Wasser ist. Hg(II)-Verbindungen dissoziieren nicht, es bildet sich ein Phasengleichgewicht zwischen wässriger und Gasphase. Zur Minimierung (Entfernung Hg(II) aus Waschwasser) bestehen drei Möglichkeiten:

1. vollständige Komplexierung des Hg(II) zu geladenen und damit nicht flüchtigen Spezies HgX₄²⁻
2. Entfernung gelöster Hg(II)-Verbindungen aus der Wasserphase durch Fällung
3. Entfernung gelöster Hg(II)-Verbindungen aus der Wasserphase durch Sorption

Die Komplexierung erfordert eine hohe Konzentration von Halogeniden und/oder stärkere Liganden als Chlorid wie z.B. Bromid oder Cyanoferrat. Für die Fällung haben sich Organosulfide²⁹ im schwach sauren pH-Bereich bewährt, für die Sorption Aktivkohle. Die Trennung der Fällungsprodukte von Wertstoffen (Gips) kann mit Hydrozyklonen erfolgen (Glinka 2015).

Nach Expertenaussage in (vdz-n 24.2.15) können herkömmliche Hydrozyklone feine Hg-Partikel nicht ausreichend von grobkörnigeren Gipspartikeln trennen. Mit einem Waschwasserzyklon berichtet eine Firma in Österreich Abscheidegrade > 80%. Weiter heißt es in dem Artikel, dass Kraftwerke in den USA (ohne Entstickungsanlage und Rauchgaswäsche) hohe Abscheideraten durch die Eindüsung von bromierter Aktivkohle vor dem Elektrofilter erreichen.

Nach einer Greenpeace/EEB-Studie zitiert in (vdi-n 19.6.15) liegt der Anstieg der Stromentstehungskosten bei < 1% bei Aktivkohleeinsatz vorm Staubfilter (Nachteil Hg in Filterasche steigt), > 1% bei Einsatz von Membranmodulen mit Aktivkohle und bei etwa 0,2% bei Zugabe von Bromsalzen zur Kohle (plus weitere 0,02 ct/kWh für Fällung von Hg aus dem Waschwasser; plus Einsatz spezielle Hydrozyklone, um Hg im REA-Gips niedrig zu halten zu „geringen zusätzlichen Kosten“).

Kosten

Von den vier Braunkohlekraftwerken Jänschwalde, Schwarze Pumpe, Boxberg, Lippendorf weist Lippendorf höhere Hg-Frachten auf. Grund sind höhere Hg-Gehalte in der dort eingesetzten Kohle, die nach (Lippold 2015, S.18) im Jahresmittel überwiegend bei etwa 0,4 mg/kg³⁰ Rohbraunkohle liegen. In den drei anderen Kraftwerken wird der

**Braunkohlekraftwerke
Vattenfall**

²⁸ Die Abscheidung erfolgt dabei durch Übergang in die wässrige Phase; ein Trockenabsorptionsverfahren zur SO₂-Abscheidung hat keinen Einfluss auf Hg-Emissionen (keine Reaktion zwischen HgBr₂ und Kalkhydrat).

²⁹ z.B. Trinatrium-trimercapto-S-triazin (TMT), Natrium-dimethyldithiocarbamat (DMDTC) oder polymeres Dithiocarbamat.

³⁰ Weltweit liegen Hg-Gehalte in Kohlen etwa zwischen 0,02 und 1 mg/kg; in Extremfällen bei bis zu mehreren 10.000 ppb (gemessen in Nikitovkalagerstätte, Ukraine).

ab 01.01.2019 einzuhaltende Jahresmittelwert von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aktuell unterschritten. Jänschwalde erreicht einen Jahresmittelwert von $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In Boxberg hat die eingesetzte Kohle nach (Lippold 2015, S.17) einen Hg-Gehalt von im Mittel $< 0,049 \text{ mg}/\text{kg}$, die Hg-Abscheideraten lagen in den Jahren 2010-2013 zwischen 63% und 77%. In Lippendorf ist der Hg-Abscheidegrad von rd. 79% (2009) auf knapp 91% angestiegen (Lippold 2015, S.18). Erreicht wurde dies durch eine Minderungsmaßnahme mit Fällung³¹. Vor diesem Hintergrund besteht für Vattenfall keine Bereitschaft weitergehende Minderungsmaßnahmen umzusetzen. Für die Mitverbrennung von EBS wurde seitens Vattenfall angeregt diesen Calciumbromid zuzufügen. Wobei Vattenfall einschränkend zu bedenken gab, dass dies die Korrosionsanfälligkeit nachteilig beeinflussen könnte.

Sowohl für das Einsprühen von Bromid bzw. bromidhaltiger Verbindungen direkt in den Feuerraum als auch für die Zugabe zum Hauptbrennstoff (z.B. Kohle) besitzt die Vosteen Consulting GmbH das Patent³². Grundsätzlich ist die Bromierung des Nebenbrennstoffs EBS möglich (Anteil am Kohlemassestrom $< 10\%$). Allerdings wird dadurch nur die Oxidierung von elementarem zu ionischem Hg verstärkt, die Steigerung der Hg-Abscheidung hängt von der Abgasreinigungstechnik der Verbrennungsanlage ab in der die EBS eingesetzt werden. Beispielsweise hätte die Bromierung bei der EBS-Mitverbrennung im Zementwerk Rüdersdorf keinen weiteren Effekt, da dort eine SO_2 -Abscheidung mittels Trockenabsorptionsverfahren erfolgt (vgl. Fußnote 28) und bereits zusätzlich vorbromierte Aktivkohle eingesetzt wird.

EBS Bromierung

Es kommt hinzu, dass in EBS ähnlich wie in Hausmüll üblicherweise das Verhältnis von Chlor zu Schwefel in der Regel so günstig zu den Hg-Gehalten liegt, dass dadurch bei der Verbrennung bereits eine Oxidation des elementaren Hg zu HgCl_2 erreicht wird³³. Bei Chlorgehalten von grob 0,5% und Hg-Gehalten von bis $1 \text{ mg}/\text{kg}$ kann mit einer guten Hg-Oxidation ähnlich wie bei Hausmüll gerechnet werden (s.o. Anteil Hg(II) im Rauchgas von MVAn $> 90\%$). Eine zusätzliche Bromierung bewirkt keine Verstärkung der Oxidation. In den EBS aus MPS lagen die Chlorgehalte bei 0,64 bzw. 0,74% TS, die Hg-Gehalte bei 0,37 bzw. 0,27 mg/kg TS (Jahreswerte 2014).

Als Fazit ist festzuhalten, dass Hg-Minderungsmaßnahmen bei den Feuerungsanlagen ansetzen sollten. Inwiefern die Bromierung von EBS eine Oxidation des im Hauptbrennstoff Kohle gebundenen Quecksilbers erwirken können, müsste im Einzelfall geprüft werden, und es müssten messtechnisch gut überwachte Vorversuche durchgeführt werden, um die Sinnhaftigkeit einer solchen Maßnahme und der entsprechenden Investitionen zu ermitteln.

Weitere Hg-Minderungsmaßnahmen bei Braunkohlekraftwerken sind grundsätzlich wie beim Kraftwerk Lippendorf technisch möglich. Die rechtlichen Vorgaben können aber voraussichtlich ohne weitere Minderungsmaßnahmen eingehalten werden. Auch gilt zu bedenken, dass im Zuge der Energiewende eingeschränkte Restlaufzeiten bestehen. Nach Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und Kraftwerksbetreibern werden bis 2022 acht Kraftwerksblöcke zunächst für vier Jahre in die „Sicherheitsbereitschaft“ genommen und dann stillgelegt. Bei Vattenfall wurden hierfür zwei der sechs 500 MWe-Blöcke in Jänschwalde (Block F und E) ausgewählt.

Einfluss Energiewende

³¹ Deutsche Offenlegungsschrift (DE102012214065A1); vorgeschlagen wird ein Verfahren zum Entfernen von Quecksilber aus Rauchgasen mit modifizierter Kalkmilch und Verfahren bei denen im Wäscher Fällungsmittel zugesetzt wird, zuzüglich anschließender Reinigung.

³² <http://www.vosteen-consulting.de/de/patente.html>

³³ Persönliche Mitteilung Herr Prof. Glinka, 15.10.2015

6 Aktuelle Entwicklungen

6.1 REA-Gips aus der KSVA

REA-Gips aus der KSVA Ruhleben wird bisher nicht stofflich über Gipswerke verwertet, sondern abgelagert. Nach Angaben der BWB belief sich die angefallene Menge im Jahr 2014 auf 3.711 Mg. Diese Menge war EU-weit zur Verwertung ausgeschrieben, seitens Gipswerken erging kein Angebot.

Im Austausch mit Akteuren im Rahmen der SKU-Bilanz wurde beim Zementwerk Rüdersdorf bezüglich der Einsatzmöglichkeit des REA-Gipses angefragt. Grundsätzlich wird REA-Gips im Zementwerk eingesetzt, bei guten Qualitäten auch gegen Bezahlung. Im konkreten Fall sind zur Einschätzung der Einsatzmöglichkeit Analysewerte und Proben erforderlich. Thallium- und Quecksilbergehalte könnten limitierend sein. Entsprechende Analysewerte wurden unmittelbar an das Zementwerk Rüdersdorf übersandt.

Ebenfalls angefragt wurde die Verwertungsmöglichkeit des REA-Gipses bei CASEA³⁴, einem Unternehmen der Remondis-Gruppe, das sich auf die Produktion und den Vertrieb hochwertiger und individueller Calciumsulfate spezialisiert hat. CASEA wurde ebenfalls eine Analyse übermittelt mit der Bitte zu prüfen, ob der REA-Gips alle erforderlichen Qualitätsanforderungen für die stoffliche Verwertung erfüllt. Dies wurde seitens CASEA bestätigt und Interesse für die Abnahme signalisiert.

6.2 Neue Haus- und Geschäftsmülluntersuchung

Im Auftrag der BSR wurde von ARGUS eine neue Haus- und Geschäftsmülluntersuchung für Berlin für das Jahr 2014 durchgeführt (ARGUS 2015). Die Studie wurde am 11.11.15 von den BSR zur Verfügung gestellt. Eine Auswertung wird im Rahmen der SKU-Bilanz 2016 erfolgen. Je nach Ergebnis werden einerseits die Kenndaten für Haus- und Geschäftsmüll angepasst und andererseits die Potenziale zur gesteigerten getrennten Erfassung von Wertstoffen überprüft.

³⁴ <http://www.casea-gips.de/cs/sonderseiten/startseite/>

Literaturverzeichnis

ARGUS (2015): Haus- und Geschäftsmülluntersuchung Berlin 2014. ARGUS – Statistik und Informationssysteme in Umwelt und Gesundheit GmbH Berlin. Erstellt für die BSR. Berlin, 27.03.2015

Beckers et al. (2012): Rolf Becker, Joachim Heidemeier und Falk Hilliges: Kohlekraftwerke im Fokus der Quecksilberstrategie, ohne Jahr, zitierter Stand: Juli 2012

BMZ/BGR (2013): Phosphat. Mineralischer Rohstoff und unverzichtbarer Nährstoff für die Ernährungssicherheit weltweit. Im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ). Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (Hrsg.), Oktober 2013

BZL (2014): Dr. Barbara Zeschmar-Lahl: Quecksilberemissionen aus Kohlekraftwerken in Deutschland – Stand der Technik der Emissionsminderung. Studie im Auftrag der Fraktion Bündnis 90/DIE GRÜNEN im Bundestag, April 2014
<http://www.bzl.info/de/index.php?q=/node/41>

EU COM (2013) 517 final: Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Konsultative Mitteilung zur nachhaltigen Verwendung von Phosphor. Brüssel, den 8.7.2013

gewitra (2009): Ermittlung der Emissionssituation bei der Verwertung von Bioabfällen. UFO-Plan FKZ 206 33 326, Februar 2009 (erweitert in UBA-Texte 39/2015)

Glinka (2015) Prof. Dr.-Ing. U. Glinka (FH Bingen): Den Spuren auf der Spur – Novellierung der Richtlinie VDI 3927 Blatt 2. In: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, 75 (2015) Nr. 1/2- Jan./Febr.

iba (2015): BSR Biogas West - Ergebnisse des Evaluierungsprozesses zur Klimagasbilanz. Abschlussbericht Kurzfassung, Januar 2015

ifeu/ICU (2013): Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz Berlin 2012 für die Nutzung von Berliner Abfällen als Ressource. Regine Vogt und Joachim Reinhardt (ifeu Heidelberg) mit Beteiligung von ICU Berlin. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (SenStadtUm), Oktober 2013

ifeu/ICU (2012): Maßnahmenplan zur Umsetzung einer vorbildhaften klimafreundlichen Abfallentsorgung im Land Berlin. Regine Vogt und Horst Fehrenbach (ifeu Heidelberg) unter Mitwirkung von Ulrich Wiegel, Knud Ebert (ICU Berlin). Im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz. Gefördert durch das Bundesumweltministerium. Heidelberg/Berlin, September 2012

INFA (2014): Erarbeitung von Erfassungsmengen und Recyclingquoten. Im Auftrag der Gemeinschaftsinitiative. INFA Ahlen, 18.03.2014

IPCC (2007) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Contribution of Working Group I to the 4th Assessment Report: Climate Change 2007, www.ipcc.ch

KZWB (2012): Christian Remy: Project CoDiGreen, Work package 2: LCA study of sludge treatment line in WWTP Berlin-Waßmannsdorf. Im Auftrag von BWB und Veolia Water, Berlin 2012 und Folienauszug CoDiGreen: Carbon footprint of MAP production in Berlin-Waßmannsdorf by Christian Remy

Lippold (2015): Dr. G. Lippold, Sächsischer Landtag, Sprecher Energie- und Klimapolitik, Wirtschaft und Technologie, Fraktion Bündnis 90/ Die Grünen: Quecksilberausstoß aus Kohlekraftwerken – Bestandsaufnahme und mögliche Konsequenzen. Erfahrungen vor Ort: Quecksilberemissionen im Mitteldeutschen Braunkohlerevier. Berlin, 24.03.2015

UBA-Texte 39/2015: Ermittlung der Emissionssituation bei der Verwertung von Bioabfällen. UFOPLAN-Vorhaben FKZ 206 33 326 und 3709 44 320. Durchgeführt von Carsten Cuhls, Birte Mähl, Joachim Clemens (gewitra). Dessau-Roßlau, April 2015

UBA-Texte 37/2012: Uran in Boden und Wasser. Durchgeführt von Claudia Diemann, Jens Utermann (Umweltbundesamt, Fachgebiet II 2.6). Dessau-Roßlau, Juli 2012

UBA-Texte 31/2012: Optimierung der Verwertung organischer Abfälle. UFOPLAN-Vorhaben FKZ 3709 33 340. Durchgeführt von Florian Knappe, Regine Vogt (ifeu Heidelberg) unter Mitarbeit von Dr. Silvia Lazar, Dr. Silke Höke (ahu AG Aachen). Dessau-Roßlau, Juli 2012

UBA-Texte 19/2011: Aufkommen, Verbleib und Ressourcenrelevanz von Gewerbeabfällen. UFOPLAN-Vorhaben 3709 33 314. Durchgeführt von Oetjen-Dehne & Partner Umwelt- und Energie-Consult GmbH, Berlin und Kanthak & Adam GbR Berlin.

vdi-n (19.6.15) Ralph A. Ahrens: Schärfere Vorgaben für Kohlekraftwerke in Deutschland kein Problem. VDI nachrichten, 19. Juni 2015, Nr.25/26

vdi-n (24.2.12) Ralph A. Ahrens: USA setzen Maßstäbe bei Verringerung von Quecksilberemissionen. VDI nachrichten, 24. Februar 2012, Ausgabe 8

Vogt et al. (2002): Vogt, R., Knappe, F., Giegrich, J., Detzel, A. (ifeu Heidelberg, Hrsg.): Ökobilanz Bioabfallverwertung. Untersuchung zur Umweltverträglichkeit von Systemen zur Verwertung von biologisch-organischen Abfällen. Gefördert von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück (AZ 08848). Erschienen als Initiativen zum Umweltschutz, Band 52, Berlin 2002.

Zeschmar-Lahl und Tebert (2014): Barbara Zeschmar-Lahl (BZL) und Christian Tebert (Ökopol): Vom Winde verweht – Die Quecksilberemissionen aus Kohlekraftwerken in Deutschland könnten durch Einführung des Standes der Technik um die Hälfte reduziert werden. In: ReSource 2/2014.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 0.1: Ergebnisse Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz 2014	2
Abbildung 2.1: Stoffflussdiagramm zu Aufkommen und Verbleib der mineralischen Abfälle 2014	33
Abbildung 2.2: Sankeydiagramm Mengenströme 2014	57
Abbildung 2.3: Entsorgte Mengen der Abfallarten 2014 (Mengenangaben in Tonnen)	58
Abbildung 2.4: Absolute Nettoergebnisse der Klimagasbilanz 2014	62
Abbildung 3.1: Zusammenhang Recyclingquote und Substitutionsquote am Beispiel Altpapier	69
Abbildung 3.2: Beispiel Ermittlung Substitutionsquote bei Wertstoffgemischen	69
Abbildung 4.1: Angelieferte Laubsäcke und Inputmaterial (Bildmaterial IKW Rüdersdorf)	79
Abbildung 4.2: Angelieferte lose Laubmengen (Bildmaterial IKW Rüdersdorf)	80
Abbildung 5.1: Kreislaufschema mit Auskopplung von Wärme zur Trocknung von Klärschlamm für Szenario 2	93
Abbildung 5.2: Spezifische Ergebnisse Klimagasbilanz Szenario 1 (vollständiger KWK-Betrieb der neuen KVA) und Vergleich direkte Klärschlammnutzung im Kupolofen (Mephrec)	97
Abbildung 5.3: Spezifische Ergebnisse Klimagasbilanz Szenario 2 (vollständige Verarbeitung des gefaulten Klärschlammes in der neuen KVA) und Vergleich direkte Klärschlammnutzung im Kupolofen (Mephrec)	98
Abbildung 5.4: Absolute Ergebnisse Klimagasbilanz für die betrachteten Varianten. Der Postfix Mephrec bzw. AshDec hinter Szenario 1 und 2 bedeutet, dass die Phosphatrückgewinnung aus der Asche des Teilstroms, der zur neuen KVA geht, mit dem Mephrec- bzw. AshDec- anstatt dem PASCH-Verfahren erfolgt.	99
Abbildung 5.5: Spezifische Ergebnisse NOx-Emissionen Szenario 1 (vollständiger KWK-Betrieb der neuen KVA) und Vergleich direkte Klärschlammnutzung im Kupolofen (Mephrec)	102
Abbildung 5.6: Spezifische NOx-Emissionen Szenario 2 (vollständige Verarbeitung des gefaulten Klärschlammes in der neuen KVA) und Vergleich direkte Klärschlammnutzung im Kupolofen (Mephrec)	102
Abbildung 5.7: Absolute Ergebnisse Quecksilber-Emissionen für die betrachteten Varianten. Der Postfix Mephrec bzw. AshDec hinter Szenario 1 und 2 bedeutet, dass die Phosphatrückgewinnung aus der Asche des Teilstroms, der	

zur neuen KVA geht, mit dem Mephrec- bzw. AshDec- anstatt dem PASCH-Verfahren erfolgt.

103

Abbildung 5.8: Spezifische THG-Emissionen Szenario EBS

107

Abbildung 5.9: Spezifische NOx-Emissionen Szenario EBS

108

Abbildung 5.10: Spezifische Hg-Emissionen Szenario EBS

109

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Ergebnisse Stoffstrombilanz 2014	59
Tabelle 2.2: Ergebnisse Klimagasbilanz 2014	61
Tabelle 2.3: Ergebnisse der Rohstoffschonung 2014	63
Tabelle 2.4: Nettoergebnisse Luftemissionen und Cadmиеintrag in Boden 2014	65
Tabelle 2.5: Spezifische Ergebnisse der Schonung von Rohstoffen 2014 im Vergleich zu 2012	66
Tabelle 2.6: Spezifische Nettoergebnisse für Luftemissionen und Cadmиеintrag in Boden 2014 im Vergleich zu 2012	66
Tabelle 4.1: Emissionsfaktoren Kompostierung nach UBA-Texte 39/2015 und bisherige Werte (gewitra 2009)	73
Tabelle 4.2: Emissionsfaktoren Vergärung nach UBA-Texte 39/2015 und bisherige Werte (gewitra 2009)	73
Tabelle 4.3: Veränderung der Klimagasbilanz aufgrund der neuen Emissionsfaktoren für die Kompostierung (Werte inkl. Sammlung)	74
Tabelle 4.4: Spezifisches Ergebnis Klimagasbilanz Vergärungsanlage Hennickendorfer Kompost	75
Tabelle 4.5: Spezifisches Ergebnis Klimagasbilanz Vergärungsanlage BSR Biogas West	77
Tabelle 4.6: Vergleich Ergebnis Klimagasbilanz diese Studie mit iba (2015)	77
Tabelle 4.7: Treibhausgas-Emissionsfaktoren Vergärung bisherige Werte (gewitra 2009), neue Werte (UBA-Texte 39/2015) und Werte nach (iba 2015) im Vergleich	78
Tabelle 5.1: Ermittelte Kenndaten für bislang mitverbrannten Klärschlamm	91
Tabelle 5.2: Ermittelte Kenndaten für Klärschlamm zur neuen KSVА im Szenario 1	92
Tabelle 5.3: Ermittelte Kenndaten für Klärschlamm zur neuen KSVА im Szenario 2	92
Tabelle 5.4: Phosphatrückgewinnungsverfahren aus Abwasser, Klärschlamm und Klärschlammverbrennungssasche	94

Abkürzungsverzeichnis

AAS	Sperrmüllaufbereitungsanlage der BSR
AME	Altfettmethylester (Biodiesel aus Altfett)
AVV	Abfallverzeichnisverordnung
BBU	Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen
BHKW	Blockheizkraftwerk
BSR	Berliner Stadtreinigungsbetriebe
C fossil	fossiler Kohlenstoff
CO ₂ -Äq	Kohlendioxid-Äquivalente (Umrechnungseinheit für klimawirksame Gase)
DOC	hier: gelöster organischer Kohlenstoff (desolved organic carbon)
EBS	Ersatzbrennstoff
FS	Frischsubstanz (auch FM, Frischmasse)
GaLaBau	Garten- und Landschaftsbau
HKW	Heizkraftwerk
HMG	Hausmüllähnlicher Gewerbeabfall
H _i	Heizwert (früher unterer Heizwert Hu)
kGR	kompostierter Gärrest
LBGR	Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe (LBGR) Brandenburg
LVP	Leichtverpackungen
MBA	Mechanisch-biologische Behandlungsanlage
MBS	Mechanisch-biologische Stabilisierungsanlage
MEAB	Märkische Entsorgungsanlagen Betriebsgesellschaft
Mg	Megagramm (1 Mg = 1 t = 1000 kg)
MHKW	Müllheizkraftwerk

MPS	Mechanisch-physikalische Stabilisierungsanlage
MUEG	Mitteldeutsche Umwelt- und Entsorgungsgesellschaft mbH
MVA	Müllverbrennungsanlage
NOx	Stickstoffoxide
ORS	Otto-Rüdiger Schulze Holz und Baustoffrecycling GmbH & Co.KG
oTS	Organische Trockensubstanz
PPK	Papier, Pappe, Kartonagen
SenStadtUm	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz
SKU-Bilanz	Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz
StNVP	Stoffgleiche Nichtverpackungen
THG	Treibhausgas
TOC	total organic carbon (organische Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff)
TS	Trockensubstanz (auch TM, Trockenmasse)
VwVBU	Allgemeine Verwaltungsvorschrift für die Anwendung von Umweltschutzanforderungen bei der Beschaffung von Liefer-, Bau- und Dienstleistungen (Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt – VwVBU)