



INSTITUT FÜR ENERGIE-
UND UMWELTFORSCHUNG
HEIDELBERG

Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2016 für das Land Berlin

SKU-Bilanz

für die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (SenUVK),
Referat Kreislaufwirtschaft, 10179 Berlin

Regine Vogt, Sophia Fehrenbach

Heidelberg, Oktober 2017



Inhalt

0 Zusammenfassung	1
1 Vorbemerkung	7
2 Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz	9
2.1 Abfälle aus Haushaltungen	9
2.1.1 Hausmüll inkl. Geschäftsmüll (AVV 200301)	10
2.1.2 Sperrmüll (AVV 200307)	12
2.1.3 Bioabfall (BIOGUT) (AVV 200301)	14
2.1.4 Eigenkompostierung Bio- und Grünabfälle (AVV 200301)	16
2.1.5 Weihnachtsbäume (AVV 200138)	17
2.1.6 Organikabfall im Sammelsystem Laubsack (AVV 200301)	18
2.1.7 Altpapier (AVV 200101)	19
2.1.8 Leichtverpackungen (LVP) (AVV 150106) und stoffgleiche Nichtverpackungen (StNVP) (AVV 200301)	20
2.1.9 Altglas (AVV 200102)	22
2.1.10 Alttextilien (AVV 201111)	23
2.1.11 Altreifen (AVV 160103)	24
2.1.12 E-Schrott (AVV 200136)	26
2.1.13 Altmetalle (AVV 200140)	27
2.2 Abfälle aus anderen Herkunftsbereichen	28
2.2.1 Boden und Steine (AVV 170504)	28
2.2.2 Bauschutt (AVV 170103, 170107)	29
2.2.3 Beton (AVV 170101)	30
2.2.4 Gipsabfälle (AVV 170802)	31
2.2.5 Ziegel (AVV 170102)	32
2.2.6 Asphalt (AVV 170302)	33
2.2.7 Baggergut (AVV 170506)	34
Zusammenfassung mineralische Abfälle (Kap. 2.2.1 bis 2.2.7)	35
2.2.8 Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie (AVV 200301)	37
2.2.9 Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG) (AVV 200301)	38
2.2.10 Nicht überlassungspflichtige gemischte Siedlungsabfälle (AVV 200301) und gemischte Bau- und Abbruchabfälle (AVV170904)	40
2.2.11 Ungefaulter Klärschlamm (AVV 190805)	42
2.2.12 Gefaulter Klärschlamm (AVV 190805)	44
2.2.13 Straßenkehricht (AVV 200303)	46

Inhalt

2.2.14	Getrennt gesammeltes Altholz (AVV 200138 und AVV 170201)	48
2.2.15	Baum- und Strauchschnitt (AVV 200138)	49
	Gesamt-Stoffstrombilanz Holzabfälle aus Berlin (v.a. Kap. 2.2.14 und 2.2.15)	50
2.2.16	Laub / Straßenlaub (AVV 200201)	52
2.2.17	Straßenbegleitgrün (AVV 200201)	53
2.2.18	Mähgut (AVV 200201)	54
2.2.19	Speisereste (AVV 200108)	55
2.2.20	Fettabscheiderinhalte (AVV 190809)	56
	Zusammenfassung Speisereste und Fettabscheiderinhalte (Kap. 2.2.19 und 2.2.20)	57
2.2.21	Altfette (AVV 200125)	58
2.2.22	Pferdemist (AVV 020106)	59
2.2.23	Rechengut (AVV 190101)	60
2.3	Zusammenführung der Ergebnisse der Abfallarten	61
	Stoffstrombilanz 2016	61
	Klimagasbilanz 2016	64
	Umweltbilanz 2016	67
3	Aktualisierungen	72
3.1	Emissionsfaktoren Energie	72
3.1.1	Festlegungen zu Emissionsfaktoren für Strom und Wärme	72
3.1.2	Emissionsfaktoren Energie und Brennstoffe	73
3.2	Emissionen Verwertung trockene Wertstoffe	75
3.3	Bewertungsfaktoren für Treibhausgase nach IPCC	76
3.4	Kenndaten Haus- und Geschäftsmüll	77
3.5	Metallausbeuten	79
3.6	Zusammenfassung: Einfluss der Aktualisierung	79
4	Erschließung von weiteren Klimagas- und Umweltentlastungspotenzialen	81
4.1	Gipsabfälle	81
4.2	REA-Gips der KSVA	82
4.3	Ziegel	83
4.4	Potenziale Steigerung getrennte Erfassung	83
4.5	Umsetzung klimaverträgliche Biomasseverwertung	84
5	Szenario Energiewende Berlin	86

Inhalt

Literaturverzeichnis	93
Abbildungsverzeichnis	96
Tabellenverzeichnis	97
Abkürzungsverzeichnis	98
6 Anhang	100
Definition Recycling- und Verwertungsquoten	100

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. Zudem werden seit 2014 Recycling- und Verwertungsquoten ermittelt und ausgewiesen.

Die Stoffstrombilanz 2016 beinhaltet die Ermittlung von Aufkommen und Verbleib von insgesamt 36² 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 zusammengefasst und in CO₂-Äquivalenten ausgewiesen sind. Für die SKU-Bilanz 2016 wurden hierfür die aktuellen Charakterisierungsfaktoren nach IPCC (2013) herangezogen (vgl. Kap. 3.3).

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)³. 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 2016 im Land Berlin für die 36 untersuchten Abfallarten ein gesamtes Abfallaufkommen von 7.081.123 Tonnen ermittelt (z. Vgl.: 2010 rd. 6,7 Mio. Mg, 2012 und 2014 jeweils ebenfalls rd. 7 Mio. Mg). Hauptanteil daran

Stoffstrombilanz

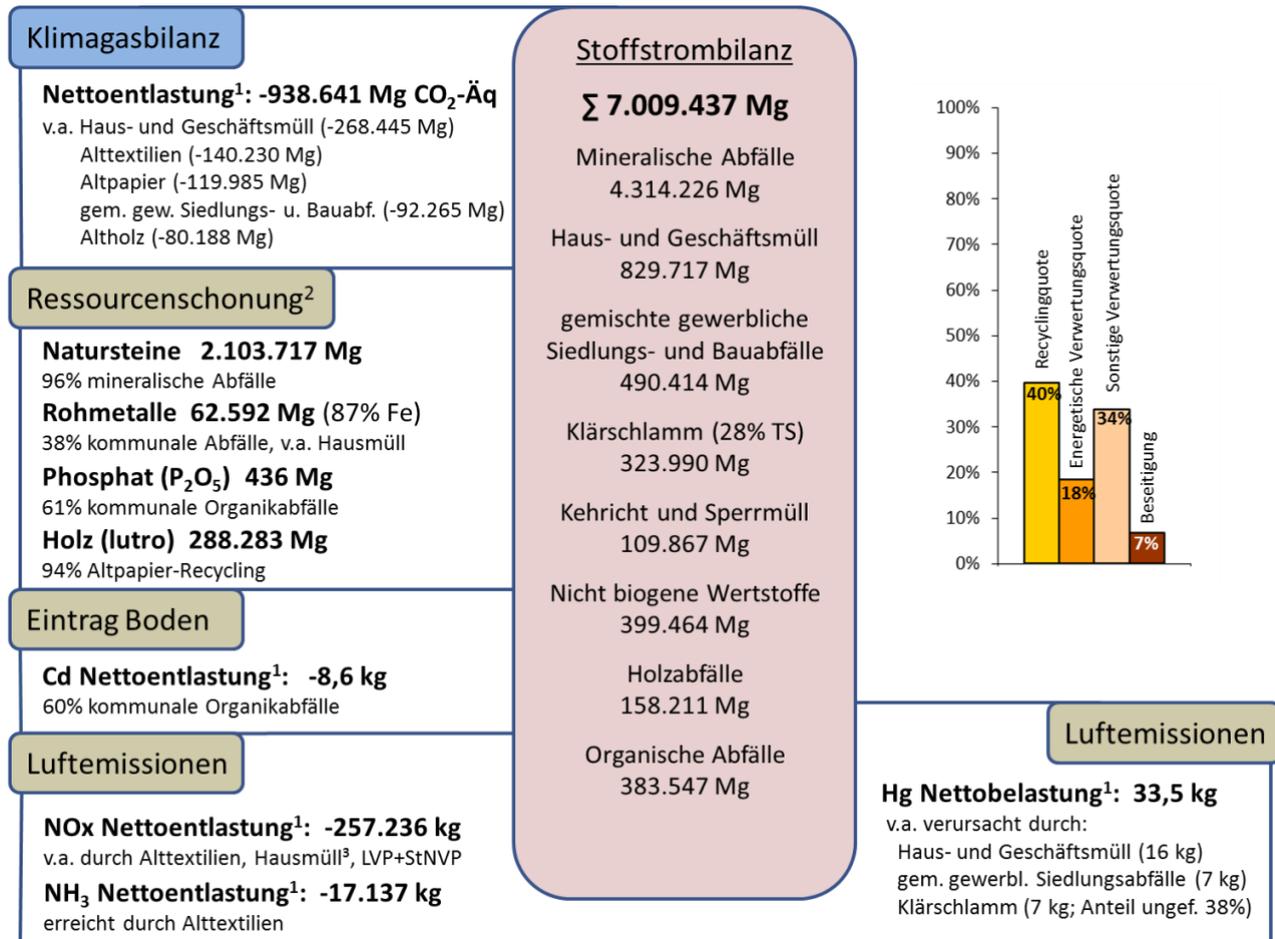
¹ Alternierend mit einer Stoffstrombilanz für überlassungspflichtige Abfälle in den ungeraden Jahren.

² Für die SKU-Bilanz 2016 entfällt die Ausweisung von überlagerten Lebensmittelabfällen.

³ Dieser Ansatz der Ökobilanzmethode der Abfallwirtschaft erlaubt Vergleiche nur bei gleicher Gesamtabfallmenge, sonst führt „mehr“ Abfall zu „mehr“ Entlastung. Entsprechend erfolgen Analysen der Entwicklung über die Jahre ausschließlich auf Basis der spezifischen Ergebnisse pro Tonne Abfall.

nehmen die mineralischen Abfälle ein. Die entsorgte Abfallmenge⁴ beläuft sich im Jahr 2016 auf 7.009.437 Tonnen (4% mehr als 2014, ähnliche Menge wie 2012).

Abbildung 0.1 zeigt eine Gesamtübersicht der SKU-Bilanz für das Jahr 2016. Die Stoffstrombilanz umfasst die gesamt entsorgte Menge untergliedert nach den mengenrelevanten Abfallarten bzw. -gruppierungen. Neben den mineralischen Abfällen, die 62% 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
- 3) Gegenüber 2014 höherer Beitrag Hausmüll zur Nettoentlastung bedingt durch Umstellung Emissionsfaktoren (vgl. Kap. 3.1)

Abbildung 0.1: Ergebnisse Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz 2016

Die Abbildung weist des Weiteren die Recycling- und Verwertungsquoten aus. Gegenüber dem Jahr 2014 ergeben sich nur geringe Veränderungen. Die Recyclingquote (stoffliche Verwertung) ist von 39% auf rund 40% angestiegen, die energetische Verwertung um einen Prozentpunkt auf 18% abgesunken. Die sonstige Verwertung (Verfüllungen, Deponieersatzbaustoff) ist gegenüber 2014 mit 34%

⁴ Die entsorgte Abfallmenge unterscheidet sich vom Abfallaufkommen durch Bunkerdiffenzen bzw. vor allem Input-Output-Differenzen, die insbesondere aus Lagerbeständen bei Brech- und Klassieranlagen resultieren.

unverändert. Die Beseitigungsquote (Deponierung und Klärschlammverbrennung in der KSVA) liegt mit 7% einen Prozentpunkt höher.

Durch die Nutzung der Berliner Abfälle als Ressource wurden im Jahr 2016 wiederum relevante Klimagas- und Umweltentlastungspotenziale erzielt. Das Nettoentlastungspotenzial an schädlichen Klimagasen beträgt -938.641 Mg CO₂-Äq. Die Entlastung liegt ähnlich hoch wie in den Vorjahren und entspricht rund 25% der vom Land Berlin von 2010 bis 2020 angestrebten Minderung an Klimagasen. Den höchsten Entlastungsbeitrag liefert wiederum die Entsorgung von Haus- und Geschäftsmüll. Ebenfalls wie bisher resultiert der zweithöchste Anteil aus der Entsorgung von Alttextilien, gefolgt von der Entsorgung von Altpapier. Umgekehrt wurde wie 2014 für acht der untersuchten Abfallarten 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 2016 ein Entlastungspotenzial von -134 kg CO₂-Äq pro Tonne Abfall aus und liegt damit etwas unter dem Ergebnis für 2014 (-138 kg CO₂-Äq/t)⁵. Hier sind jedoch die verschiedenen, nicht durch abfallwirtschaftliche Maßnahmen bedingten Aktualisierungen zu beachten (Kap. 3), die teils gegenläufige Effekte aufweisen. Hierzu zählt die Vereinheitlichung der Emissionsfaktoren für Energie, da der Bundesmix gegenüber den Faktoren für Berlin höhere Werte für die Wärmeerzeugung aufweist, aber geringere für Strom und entsprechend auch höhere bzw. geringere Gutschriften für Energie aus Abfall resultieren. Ein weiteres Beispiel ist der aktuelle Stand des Wissens zur Treibhausgaswirkung von Emissionen. Nach IPCC (2013) ist das Treibhauspotenzial für Methan höher als bisher, das für Lachgas geringer. Die Verwendung der aktuellen IPCC-Faktoren betrifft die Ergebnisse für organische Abfälle bzw. für die biologische Behandlung von Abfällen.

Für die einzelnen Abfallarten ergeben sich durch abfallwirtschaftliche Maßnahmen in Summe Verbesserungen wie beispielsweise bei Haus- und Geschäftsmüll durch abermals leicht bessere Wirkungsgrade des MHKW Ruhleben und einen geringeren Betriebsmittelbedarf (gilt auch für hausmüllähnliche Gewerbeabfälle) sowie durch einen höheren Anteil Ersatzbrennstoffe (EBS) zur Mitverbrennung aus der Mechanisch-physikalischen Stabilisierungsanlage (MPS) Pankow. Bei Bioabfall ergibt sich eine Verbesserung, da die in 2014 in der weniger effizienz- und emissionsoptimierten Vergärungsanlage Hennickendorfer Kompost eingesetzten Mengen stattdessen in der Anlage BSR Biogas West behandelt wurden. Ebenfalls eine Verbesserung ist bei Sperrmüll gegeben, da jetzt erzeugte EBS anteilig (35%) weiter für eine Mitverbrennung aufbereitet wurden, wodurch heizwertäquivalent Kohle ersetzt werden kann.

Die Umweltbilanz 2016 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. Die gegenüber 2014 deutlich höhere Nettoentlastung bei den NO_x-Emissionen ist vor allem auf die Aktualisierung und Umstellung der Emissionsfaktoren

Umweltbilanz

⁵ Gegenüber den Bilanzen für 2012 und 2010 liegt das spezifische Ergebnis für 2016 besser bzw. gleich (2012: -127 kg CO₂-Äq/Mg; 2010: -134 kg CO₂-Äq/Mg).

für Energie zurückzuführen (vgl. Kap. 3.1), wodurch die energetische Verwertung innerhalb Berlins höhere Nettoentlastungen erzielt (v.a. Einsatz von Haus- und Geschäftsmüll sowie hausmüllähnlichem Gewerbeabfall im MHKW Ruhleben).

Die Einsparung von Natursteinen (inkl. Sande & Kies) ist zu 96% durch mineralische Abfälle bedingt. Sie entspricht insgesamt einer vermiedenen Flächeninanspruchnahme von 45.963 m². Eine Schonung von Flächen erfolgt auch durch die Schonung von Phosphat bzw. Phosphorit (insgesamt 216 m²). Die Einsparung von Rohmetallen (87% Eisenmetalle) ist zu 38% auf die Entsorgung von Abfällen kommunaler Herkunft zurückzuführen, 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. Die Schonung von Holz wird zu 94% durch die Altpapierverwertung bestimmt.

Ressourcenschonung

Im Vergleich zu spezifischen Ergebnissen der SKU-Bilanz 2014 zeigen sich nur geringe Verschiebungen. Die Schonung von Natursteinen und Rohmetallen fällt leicht höher aus, die spezifische Einsparung von Phosphat ist etwa gleich, die spezifische Einsparung von Holz fällt etwas geringer aus. Ursächlich sind leichte Verschiebungen in den Verwertungsmengen bzw. bei Holz auch Aktualisierungen der Bilanzierung (vgl. Kap. 3.2).

Für den Bereich Luftemissionen ergibt sich eine NO_x-Nettoentlastung, die überwiegend aus der Verwertung (Wiederverwendung) von Alttextilien resultiert. Gegenüber den Vorjahren bewirkt die Vereinheitlichung der Emissionsfaktoren für Energie einen höheren Entlastungsbeitrag bei Abfallarten, die im MHKW Ruhleben eingesetzt werden bzw. allgemein bei innerhalb Berlins energetisch verwerteten Abfällen, da der bisher gutgeschriebene Vattenfallstrom pro Kilowattstunde geringere NO_x-Emissionen aufwies als der jetzt einheitlich angesetzte Bundesmix. Bei Haus- und Geschäftsmüll sowie Altholz ergibt sich u.a. dadurch eine Ergebnisumkehr hin zu einer Nettoentlastung. Des Weiteren ergibt sich ein Beitrag zu höheren spezifischen Nettoentlastungen dadurch, dass die direkten NO_x-Emissionen des MHKW und auch der KSVa Ruhleben pro Tonne Abfall im Jahr 2016 geringer ausfielen.

Luftemissionen und
Cadmiumeintrag Boden

Die Wiederverwendung von Alttextilien trägt auch maßgeblich zur NH₃-Nettoentlastung bei. Alle anderen Abfallarten, für die NH₃-Emissionen relevant sind und ausgewertet wurden, weisen Nettobelastungen auf. Im Vergleich zu den spezifischen Ergebnissen der SKU-Bilanz 2014 zeigen sich kleinere Veränderungen bei Biogut, Organikabfall im Sammelsystem Laubsäcke und Fettabscheiderinhalten aufgrund des leicht veränderten Verbleibs der Abfälle.

Bei Quecksilber resultieren Nettobelastungen v.a. aus der Entsorgung von Haus- und Geschäftsmüll, nicht überlassungspflichtigen gemischten Siedlungsabfällen und gemischten Bau- und Abbruchabfällen sowie von Klärschlamm. Nettoentlastungen sind nur bei Alttextilien und sonstigen Abfällen aus Gewerbe und Industrie gegeben. Bei letzteren ist dies auf die fast vollständige energetische Verwertung im MHKW Ruhleben zurückzuführen. Quecksilber wird dabei durch Rauchgasreinigung umfassender abgeschieden als bei der substituierten Stromerzeugung in Kohlekraftwerken. Im Vergleich zu spezifischen Ergebnissen der SKU-Bilanz 2014 liegt die Nettobelastung in Summe über alle Abfallarten nur wenig höher. Deutlichere Änderungen bestehen v.a. bei Sperrmüll durch die anteilige Mitverbrennung von EBS in Zementwerken, die gegenüber dem Einsatz in 17. BImSchV-Anlagen mit höheren Quecksilberemissionen verbunden ist (vgl. auch ifeu 2015a). Des Weiteren liegen die

spezifischen Quecksilberemissionen des MHKW und der KSVA Ruhleben in 2016 ein wenig höher als 2014. Die genannten Aspekte überwiegen die etwas höhere spezifische Gutschrift für substituierten Strom, die sich wie bei NO_x aus der Umstellung von Vattenfallstrom auf Bundesmix ergibt (vgl. Kap. 3.1).

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 2014 zeigt sich eine etwas geringere spezifische Nettoentlastung. Dies ist z.B. auf aktuelle Kompostanalysen für Organikabfall im Sammelsystem Laubsack zurückzuführen, die höhere Cadmiumbelastungen aufweisen und des Weiteren auf etwas geringere MAP-Mengen mit entsprechend etwas geringerer Substitution von cadmiumhaltigem mineralischem Phosphatdünger.

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 gilt weiterhin, dass die Behandlung über die Anlage BSR Biogas West vorteilhaft ist. 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 ist eine energetische Verwertung vorteilhaft wie die für die SKU-Bilanz 2014 bilanzierten Mitverbrennungsversuche gezeigt haben (ifeu 2015a). Hemmnisse sind hier v.a. in den wirtschaftlichen Randbedingungen zu sehen. Auch für Mähgut wie allgemein für kompostierte Abfälle gilt weiterhin, dass diese perspektivisch in moderne emissionsarme Behandlungsverfahren umgelenkt werden sollten. Für trockene Wertstoffe besteht weiterhin ein Optimierungspotenzial in der Steigerung der getrennt erfassten Mengen durch Entnahme aus dem Hausmüll.

Organikabfälle und trockene Wertstoffe

Für mineralische Abfälle bestehen Optimierungsmaßnahmen 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. In der Folge könnten damit weitere Absatzmöglichkeiten im Straßenbau für andere Bauschuttabfälle (v.a. Ziegel) eröffnet werden. Grundsätzlich ist die sortenreine getrennte Erfassung von Baustofffraktionen eine wichtige Voraussetzung für eine hochwertige Verwertung. Für weitere RC-Baustoffe wie Gipsabfälle oder Ziegel sind hochwertige Verwertungsmöglichkeiten gegeben, jedoch bestehen hier aufgrund von Kosten- und Akzeptanzgründen noch große Hemmnisse.

Mineralische Abfälle

Für die energetische Verwertung von Ersatzbrennstoffen (EBS) aus den beiden Berliner mechanisch-physikalischen Stabilisierungsanlagen (MPS) sei hier nochmals auf die Untersuchung in der SKU-Bilanz 2014 verwiesen in der gezeigt werden konnte, dass auch verbesserte Abscheidegrade von Quecksilber bei Zementwerken nicht zu einer Ergebnisumkehr führen. Es gilt weiterhin, dass die EBS-Mitverbrennung aus Klimaschutzsicht und zur Schonung fossiler Rohstoffe vorteilhaft ist, jedoch Quecksilberemissionen beim EBS-Einsatz in effizienten 17. BImSchV-Anlagen deutlich geringer ausfallen. Deutliche Minderungsmöglichkeiten für Quecksilberemissionen sind bei der EBS-Mitverbrennung in Braunkohlekraftwerken gegeben.

EBS aus MPS

Für die in der SKU-Bilanz 2014 für gefaulen Klärschlamm bilanzierten Szenarien bestehen noch keine neuen belastbaren Erkenntnisse für potenzielle Verfahren zur

Gefaulter Klärschlamm

Phosphatrückgewinnung. Unabhängig davon wird der Bau einer effizienten Monoverbrennungsanlage für Klärschlamm grundsätzlich erforderlich werden, zum einen um die Vorgaben der novellierten Klärschlammverordnung zu erfüllen und zum anderen, um Alternativen für die Mitverbrennung in Kohlekraftwerken zu ermöglichen. Letzteres wird infolge der Klimaschutzziele und der Energiewende spätestens im Zeitraum 2030 bis 2050 zunehmend relevant werden.

Die Energiewende hat insgesamt einen relevanten Einfluss auf die Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft. Dies konnte in einem „Szenario Energiewende Berlin“ gezeigt werden, das im Rahmen der SKU-Bilanz 2016 als Sonderthema untersucht wurde (vgl. Kap. 5). Durch die Energiewende entfällt nicht nur die Möglichkeit der Mitverbrennung von Abfällen in Kraftwerken, sondern es ändern sich auch notwendigerweise die potenziellen Klimaschutzbeiträge (Gutschriften) aus der energetischen Verwertung von Abfällen, weil es immer weniger zu ersetzende fossile Brennstoffe gibt. Dies bedeutet nicht, dass sich die Leistungen der Abfallwirtschaft ändern bzw. verschlechtern, sondern, dass sich mit Erreichen der Klimaschutzziele die energiewirtschaftlichen Randbedingungen ändern. Die Abfallwirtschaft hat zu dieser Zielerreichung bereits wesentlich beigetragen, allen voran durch das Deponieverbot und im Weiteren die stoffliche und energetische Verwertung von Abfällen. Und sie kann auch künftig wesentliche Beiträge zum Klimaschutz leisten. Dies insbesondere bei der energetischen Verwertung, wenn diese der flexiblen Stromerzeugung (Ersatz fossiler Reservekraftwerke) dienen kann und generell durch die weitere Optimierung im Umgang mit Abfallbiomassen sowie die weitere Steigerung der stofflichen Verwertung von Abfällen.

**Szenario Energiewende
Berlin**

Das Szenario Energiewende Berlin wurde in einem Fachgespräch mit relevanten Akteuren ausgetauscht und auf Basis der Hinweise optimiert.

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 – die SKU-Bilanz – 2016 über die in Berlin angefallenen Abfälle ist die vierte Bilanzierung dieser Art. In den Vorläuferstudien für 2010 (ifeu/ICU 2012) und 2012 (ifeu/ICU 2013) wurden zunächst Rechenmodelle zur Bilanzierung entwickelt, die in der Bilanz für 2014 (ifeu 2015a) verfeinert und fortgeschrieben wurden. Der Entwicklungsprozess sowie die jeweils identifizierten und angestrebten Optimierungen und Maßnahmen wurden jeweils in engem Austausch mit relevanten Akteuren gestaltet und erörtert. Die Studien können über die Webseite der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz abgerufen werden:

- SKU-Bilanz 2010:
<http://www.berlin.de/senuvk/umwelt/abfall/entsorgung/de/klimakonzeption.shtml>
- SKU-Bilanz 2012:
http://www.berlin.de/senuvk/umwelt/abfall/entsorgung/de/bilanz_2012.shtml
- SKU-Bilanz 2014:
http://www.berlin.de/senuvk/umwelt/abfall/entsorgung/download/studie_langfassung_2014.pdf

In den Studien für 2010 und 2012 finden sich die untersuchten Abfallarten und das Vorgehen der Bilanzierung ausführlich beschrieben. Wesentliche Aspekte sind:

- Festlegung der relevanten Abfallarten und des dadurch bedingten Bilanzrahmens (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.

Für die vorliegende Studie wurden verschiedene Anpassungen vorgenommen. Diese betreffen zum einen Aktualisierungen von Emissionsfaktoren und zum anderen Anpassungen aufgrund neuer Erkenntnisse bzw. Festlegungen wie vor allem:

- Kenndaten für Haus- und Geschäftsmüll,
- Festlegungen zu Emissionsfaktoren für Strom und Wärme,
- Bewertungsfaktoren für die Treibhauswirksamkeit von Emissionen nach IPCC.

Die Anpassungen finden sich im Detail in Kapitel 3 beschrieben. Die Ergebnisse der SKU-Bilanz 2016 für die einzelnen Abfallarten sind wiederum in Form von anschaulichen Steckbriefen in Kapitel 2 dargestellt und anschließend zusammengefasst. Kapitel 4 beinhaltet für ausgewählte Abfallarten weiterführende Optimierungspotenziale. Umfassende Untersuchungen zu erschließbaren Potenzialen und möglichen Optimierungen der Berliner Abfallwirtschaft wurden bereits in den Vorläuferbilanzen, vor allem für 2010 und 2012, durchgeführt.

Sonderthema der SKU-Bilanz 2016 war die Untersuchung des Einflusses der Energiewende auf die potenziellen Beiträge, die die Berliner Abfallwirtschaft zum Klimaschutz leistet und künftig leisten kann. Das Ergebnis dieser Untersuchung wurde in einem separaten Bericht veröffentlicht (ifeu 2017). In dieser Studie sind die wesentlichen Annahmen und Erkenntnisse in Kapitel 5 beschrieben.

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. Diese Kombination geht weit über die in anderen Bundesländern praktizierte Abfallbilanz hinaus. Die 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 Zusammenspiel 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 in drei Bereiche untergliedert:

- 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 (Natursteine inkl. Sande & Kies, Phosphat, Rohmetalle): Einsparung pro Jahr und spezifisch pro Tonne Abfall⁶
 - Ausweisung der Luftemissionen (Stickoxide, Ammoniak, Quecksilber) sowie des Cadmiumeintrags in Boden: Nettoergebnisse pro Jahr und spezifisch pro Tonne Abfall; 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 angegebenen Recycling- und Verwertungsquoten finden sich im Anhang kurz erläutert. Die Quoten wurden mit der SKU-Bilanz 2014 erstmals eingeführt und definiert, dort finden sich Erläuterungen inkl. Einordnung gegenüber dem (europa)rechtlichen Kontext.

2.1 Abfälle aus Haushaltungen

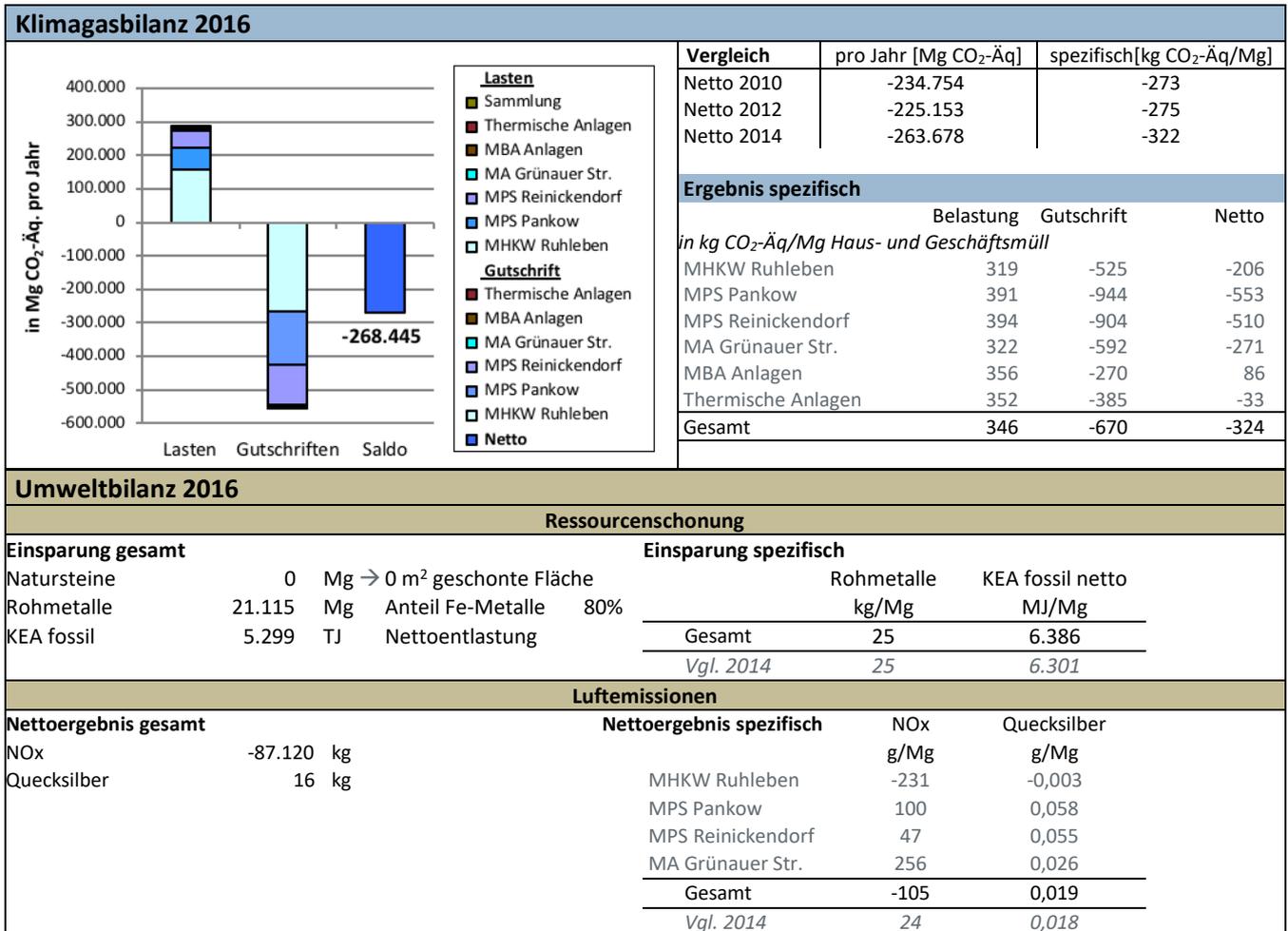
Abfälle aus Haushaltungen sind Abfälle, die den Berliner Stadtreinigungsbetrieben (BSR) zur Entsorgung zu überlassen sind. Darüber hinaus werden hier auch die über

⁶ Bei der Schonung fossiler Ressourcen (KEA fossil) besteht in wenigen Fällen keine Einsparung, sondern eine Inanspruchnahme. Dies ist gesondert ausgewiesen.

die Dualen Systeme erfassten Wertstoffe Papier/Pappe/Kartonagen (PPK), Glas und Leichtverpackungen (LVP) einbezogen.

2.1.1 Hausmüll inkl. Geschäftsmüll (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2016			
Aufkommen	827.113 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 858.366 Mg Aufkommen 2012: 822.119 Mg Aufkommen 2014: 815.659 Mg
zzgl. Bunkermenge:	2.604 Mg		
Behandlung	503.429 Mg	MHKW Ruhleben	
	171.930 Mg	MPS Pankow	
	131.157 Mg	MPS Reinickendorf	
	11.417 Mg	MA Grünauer Str.	
	5.543 Mg	MBA Anlagen	
	6.241 Mg	thermische Anlagen	
Abfallzusammensetzung (neu s. Kap. 3.4)		Kenndaten (neu s. Kap. 3.4)	
9,5% PPK	3,3% Textilien	Heizwert	8,11 MJ/kg FS
6,3% Glas	5,0% Verbunde	C fossil	8,0 % FS
8,3% Kunststoff	6,5% Rest < 10 mm	Hg-Gehalt	0,30 mg/kg FS
4,5% Metalle	4,5% Sonstige (Leder, Gummi, Kork, Windeln, ...)		
43,7% Organik	6,5% Inertes		
1,8% Holz			
Stofffluss			
		Input 100% Haus- und Geschäftsmüll	
Verbleib 60,7% MHKW Ruhleben 20,7% MPS Pankow 15,8% MPS Reinickendorf 1,4% MA Grünauer Str. 0,7% MBA Anlagen 0,8% Thermische Anlagen		<i>Für den Einsatz im MHKW und in thermischen Anlagen 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>	
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten	
MHKW: Verbrennung in Rostfeuerung, Dampfabgabe an Vattenfall - Nettostromwirkungsgrad 12,5%; Wärmenutzungsgrad 50,8% EBS-Ausbeuten MPS und MA: MPS Pankow: 64%, davon 92% zur Mitverbrennung MPS Reinickendorf: 66%, davon 86% zur Mitverbrennung MA Grünauer Str.: 65%, davon 57% zur Aufbereitung und dann Mitverbrennung Metallausbeuten MPS und MA: MPS Pankow 5,8%; MPS Reinickendorf 5,5%; MA Grünauer Str. 2,1% Rottefraktion MA 30% zur MBA, Erzeugung MBA-Rest (Beseitigung) Thermische Anlagen und MBA anlagen als durchschnittliche Anlagen bilanziert		Recyclingquote: 4% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 73% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: 14% = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: 1% = Output zur Beseitigung/Input (Rest Wasserverluste aus Behandlung in MPS ,MA und MBA Anlagen)	



Die entsorgte Abfallmenge 2016 (inkl. Bunkermenge) in Höhe von 829.717 Mg liegt ähnlich hoch wie in den Vorjahren. Gegenüber 2014 ergeben sich geringe Änderungen der Recycling- und Verwertungsquoten zugunsten der stofflichen und der energetischen Verwertung. Neu wurden etwa 1,4% der Abfallmenge über sonstige MBA und thermische Anlagen entsorgt, die als durchschnittliche Anlagen bilanziert wurden.

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz zeigt eine leichte Steigerung der spezifischen Nettoentlastung von -322 auf -324 kg CO₂-Äq/Mg. Dies ist v.a. auf eine um knapp 10%-Punkte gesteigerte Verbringung von EBS aus der MPS Pankow zur Mitverbrennung zurückzuführen. Ansonsten fallen die spezifischen Nettoentlastungen der Behandlungswege etwas niedriger aus aufgrund der Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Energie (vgl. Kap. 3.1). Die ausgewertete neue Sortieranalyse (ARGUS 2015) ergab nur eine geringe Änderung der Kenndaten mit geringem Einfluss auf die Klimagasbilanz. Bei der Umweltbilanz zeigt sich bei den NOx-Emissionen eine Ergebnisumkehr hin zu einer Nettoentlastung, was allerdings v.a. auf die aktualisierten Emissionsfaktoren zurückzuführen ist. Letzteres beeinflusst auch das Ergebnis für Quecksilberemissionen, allerdings bedingt hier der höhere Anteil EBS zur Mitverbrennung insgesamt eine etwas höhere spezifische Nettobelastung.

Optimierungsmöglichkeiten bestehen weiterhin in der Steigerung der getrennten Erfassung von Wertstoffen. Neben der Sammlung über die Wertstofftonne zählen zu

Optimierungsmaßnahmen

den wesentlichen Maßnahmen die Umsetzung bedarfsgerechter Abfallmanagement-Lösungen inkl. Müllschleusen bei Großwohnanlagen (vgl. v.a. ifeu/ICU 2013, S.190).

2.1.2 Sperrmüll (AVV 200307)

Stoffstrombilanz 2016			
Aufkommen	58.402 Mg	Vergleich:	Aufkommen 2010: 43.526 Mg
Behandlung	54.446 Mg AAS Gradestr.		Aufkommen 2012: 47.086 Mg
	3.581 Mg MHKW Ruhleben		Aufkommen 2014: 52.336 Mg
	375 Mg verschiedene Anlagen		
Stofffluss	<p>Input 100% Sperrmüll</p> <p>Output 91% EBS 4% Holz* 5% Metalle 1% Sonstige (PPK, E-Schrott)</p> <p><i>*davon 106 Mg über Holzkontor Preußen</i></p>		
Kenndaten	Sperrmüll	EBS aus Sperrmüll	Holz
Heizwert [MJ/kg FS]	15,3	16,2	14
C fossil [% FS]	10%	11%	1%
Hg-Gehalt [mg/kg FS]	0,30	0,30	-
Bilanzierung	EBS aus AAS: 43% IKW Rüdersdorf, 35% EBS-Aufbereitung zur Mitverbrennung im Zementwerk, Rest EBS-KW Durchschnitt D Holz v.a. zu Holz-HKW Berlin-Neukölln Bilanzierung MHKW s. Haus- und Geschäftsmüll		
Recycling-/Verwertungsquoten	Recyclingquote: 5,4% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 93,5% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: 1,2% = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input		
Klimagasbilanz 2016			
<p>Lasten ■ Sammlung ■ AAS Gradestr. ■ MHKW Ruhleben</p> <p>Gutschrift ■ AAS Gradestr. ■ MHKW Ruhleben</p> <p>Netto</p> <p>-38.247</p>	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]
	Netto 2010	-18.069	-415
Netto 2012	-18.345	-393	
Netto 2014	-20.339	-391	
Ergebnis spezifisch	Belastung	Gutschrift	Netto
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Sperrmüll</i>			
MHKW Ruhleben	395	-940	-545
AAS Gradestr.	406	-1.073	-667
Gesamt	405	-1.064	-659
Umweltbilanz 2016			
Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	Rohmetalle KEA fossil netto
Natursteine	0 Mg → 0 m ² geschonte Fläche		kg/Mg MJ/Mg
Rohmetalle	2.086 Mg Anteil Fe-Metalle: 99%	Gesamt	36 9.635
KEA fossil	559 TJ Nettoentlastung	Vgl. 2014	34 7.462
Luftemissionen			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	NOx Quecksilber
NOx	1.489 kg		g/Mg g/Mg
Quecksilber	1,14 kg	Gesamt	26 0,020
		Vgl. 2014	9 0,005

Das Aufkommen liegt 2016 mit 58.402 Mg höher als in den Vorjahren. Der über die Aufbereitungsanlage für Sperrmüll (AAS) behandelte Anteil liegt mit 93% wieder etwas niedriger als 2014 (99%). Dafür wurden rd. 6% der Sperrmüllmenge über das MHKW Ruhleben behandelt. Die Bilanzierung für das MHKW ist im Steckbrief für Haus- und Geschäftsmüll kurz beschrieben, die hier anhand der Kenndaten für Sperrmüll angewandt wurde. Wie in 2014 wurden bei der Behandlung über die AAS etwa 95% Sekundärbrennstoffe aussortiert, rd. 91% EBS und rd. 4% Holz. Damit ist der Holzanteil weiter zurückgegangen (2014: 6,6%, 2012: 8,2%, 2010: 11%).

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz zeigt eine höhere spezifische Nettoentlastung, da EBS aus der AAS in 2016 anteilig für eine Mitverbrennung aufbereitet wurden (35%). Die anteilige energetische Verwertung im MHKW Ruhleben ist von untergeordneter Bedeutung für das Gesamtergebnis, weist aber demgegenüber spezifisch ebenfalls eine höhere spezifische Nettoentlastung auf bedingt durch dessen höhere Wirkungsgrade. Analog der Klimagasbilanz fällt auch die Schonung fossiler Ressourcen höher aus als 2014, während die spezifische Metallrückgewinnung ähnlich hoch liegt. Die anteilige Mitverbrennung von EBS aus der AAS bewirkt umgekehrt im spezifischen Gesamtergebnis eine höhere NOx- und Quecksilberbelastung.

Die anteilige Mitverbrennung der EBS-Fraktion folgt der Optimierungsempfehlung aus der SKU-Bilanz 2014. Vorbehaltlich der Eignung würde eine weitere Steigerung dieses Anteils die Klimagasbilanz und die Schonung fossiler Ressourcen weiter verbessern, allerdings umgekehrt auch zu weiter ansteigenden NOx- und Quecksilberemissionen führen. Ungeachtet dessen sollte die Möglichkeit einer gesteigerten Aussortierung von Holz und Metallen geprüft werden.

Optimierungsmaßnahmen

2.1.3 Bioabfall (BIOGUT) (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2016															
Aufkommen	72.161 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 58.155 Mg												
Behandlung	65.826 Mg BSR Biogas West		Aufkommen 2012: 62.230 Mg												
	6.335 Mg Offene Kompostierung		Aufkommen 2014: 66.901 Mg												
Kenndaten Störstoffe BSR Biogas West		Kenndaten Störstoffe andere													
Anteil 17%		Anteil 3,6%													
Heizwert	5,1 MJ/kg FS	Heizwert	20 MJ/kg FS												
C fossil	2,3 % FS	C fossil	35 %FS												
Stofffluss		Input 100% Bioabfall													
		Verbleib 91% BSR Biogas West 9% Offene Kompostierung													
<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 nach Durchschnittswerten; Emissionsfaktoren aus UBA-Texte 39/2015 (vgl. ifeu 2015a) BSR Biogas West Mengenströme nach Angaben BSR; Gasertrag, Energiebedarf, Emissionen Anlage, Gärrestlagerung, Nachrotte nach iba (2015) (vgl. ifeu 2015a); Inhaltsstoffe Gärprodukte nach RAL-Untersuchungen		Recyclingquote: 96% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 4% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input													
Klimagasbilanz 2016															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto 2010</td> <td>53</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>290</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>-6.930</td> <td>-104</td> </tr> </tbody> </table>		Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Netto 2010	53	1	Netto 2012	290	5	Netto 2014	-6.930	-104
Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]													
Netto 2010	53	1													
Netto 2012	290	5													
Netto 2014	-6.930	-104													
		Ergebnis spezifisch													
		Belastung	Gutschrift												
in kg CO ₂ -Äq/Mg Bioabfall			Netto												
BSR Biogas-West		162	-303												
offene Kompostierung		195	-149												
Gesamt		165	-290												
			Netto												
			-125												

Umweltbilanz 2016						
Ressourcenschonung						
Einsparung gesamt			Einsparung spezifisch			
Phosphorit	705 Mg	→ 70 m ² geschonte Fläche		P ₂ O ₅	Rohmetalle	KEA fossil netto
P ₂ O ₅	141 Mg			kg/Mg	kg/Mg	MJ/Mg
Rohmetalle	55 Mg	aus Schlacke	Gesamt	1,95	0,77	1.490
KEA fossil netto	107 TJ	Nettoentlastung	Vgl. 2014	1,94	0,83	1.161
Luftemissionen						
Nettoergebnis			Nettoergebnis spezifisch		NH ₃ g/Mg	
NH ₃	17.243 kg		Gesamt	239		
			Vgl. 2014	238		
Cadmiumeintrag in Boden						
Nettoergebnis gesamt			Nettoergebnis spezifisch		mg/kg	
	-2,6 kg		Gesamt	-36		
			Vgl. 2014	-38		

Das Aufkommen 2016 in Höhe von 72.161 Mg liegt wiederum 8% höher als in der Vorläuferbilanz. Im Gegensatz zu 2014 wurden keine Teilmengen über die Vergärungsanlage Hennickendorfer Kompost behandelt, sondern alternativ höhere Mengen über die neue Vergärungsanlage BSR Biogas West. 2016 beträgt der Anteil 91% und liegt um vier Prozentpunkte höher als 2014. Auch die Recyclingquote wurde gegenüber 2014 gesteigert, sie liegt mit 96% 10 Prozentpunkte höher. Grund ist, dass abgetrennte Störstoffe im Jahr 2016 nur zu etwa 26% zur MVA gingen und ansonsten einer stofflichen Verwertung zugeführt wurden (Kompostierung, MA).

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz 2016 ist wie 2014 durch die Biogasanlage BSR Biogas West geprägt. Durch die anteilig höhere über diese Anlage behandelte Menge fällt die spezifische Nettoentlastung höher aus. Auch die spezifische Nettoentlastung der Anlage selbst liegt mit -142 kg CO₂-Äq/Mg höher als 2014 (-125 kg CO₂-Äq/Mg), u.a. bedingt durch eine etwas höhere Methanausbeute. Die Umstellung auf die aktuellen Charakterisierungsfaktoren für Treibhausgaswirksamkeit nach IPCC (2013) wirkt nur gering auf das Ergebnis. Dies ist mitunter dem Umstand geschuldet, dass die Werte für Methan- und Lachgasemissionen aus der Biogasanlage, der Lagerung des flüssigen Gärrests sowie aus der Nachkompostierung des festen Gärrests noch nicht angepasst werden konnten, da diese nur aggregiert vorliegen. Für die zugrundeliegenden Emissionen erging keine Datenfreigabe seitens der BSR. Hier werden für die SKU-Bilanz 2018 angepasste aggregierte Werte angefragt.

Das spezifische Ergebnis zur Einsparung fossiler Ressourcen korreliert mit dem Ergebnis der Klimagasbilanz. Die Schonung von Phosphat und Rohmetallen liegt im spezifischen Ergebnis in ähnlicher Höhe wie 2014. Auch die NH₃-Emissionen sowie der Cadmiumeintrag in Boden sind im spezifischen Ergebnis gegenüber 2014 nur wenig verändert.

Weitere deutliche Optimierungsmöglichkeiten bestehen weiterhin in einer Steigerung der über die Biotonne getrennt erfassten Mengen (flächendeckende Einführung der Biotonne, entgeltfrei, 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 2016				
Aufkommen	100.939 Mg	Vergleich:	konstante Menge nach Erhebung 2009	
Behandlung	100.939 Mg Eigenkompostierung		Abschätzung nach unversiegelter Gartenfläche keine signifikante Flächenänderung erwartet	
Stofffluss 		Kenndaten Kompost <i>wie Biogut gewertet</i> P ₂ O ₅ -Gehalt 0,43% TS Cd-Gehalt 0,27 mg/kg TS		
Input 100% Bio- und Grünabfall		Bilanzierung Emissionsfaktoren aus (Amlinger & Peyr 2002): 1490 g CH ₄ /Mg Abfall und 224 g N ₂ O/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		
Output Kompost (35% d. Input)		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		
stoffl. Verwertung (Kompostierung) 100.939 Mg				
Klimagasbilanz 2016				
	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	
	Netto 2010, 2012, 2014	1.801	18	
	- Mengen und Emissionsfaktoren unverändert - Änderung für 2016 durch neue Charakterisierungsfaktoren nach (IPCC 2013)			
Ergebnis spezifisch				
		Belastung	Gutschrift	Netto
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Bio- und Grünabfall</i>				
Gesamt		117	-102	15
Umweltbilanz 2016				
Ressourcenschonung				
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch P ₂ O ₅ [kg/Mg]		
Phosphorit	0 Mg → 0 m ² geschonte Fläche	Gesamt	0 (unverändert)	
P ₂ O ₅	0 Mg			
Luftemissionen				
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch NH ₃ [g/Mg]		
NH ₃	79.203 kg	Gesamt	785 (unverändert)	
Cadmiumeintrag in Boden				
Nettoergebnis gesamt 2,0 kg		Nettoergebnis spezifisch 20 mg/Mg (unverändert)		

Die Ergebnisse sind gegenüber den Vorläuferbilanzen unverändert. Zusammenfassung und Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung zu emissionsarmen Optimierungsmaßnahmen Behandlungsverfahren.

2.1.5 Weihnachtsbäume (AVV 200138)

Stoffstrombilanz 2016																														
Aufkommen	1.960 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 2.324 Mg																												
Behandlung	941 Mg über Holzkontor Preußen	Aufkommen 2012: 1.615 Mg																												
	583 Mg über Interseroh Holzkontor	Aufkommen 2014: 1.815 Mg																												
	436 Mg stoffl. Verw. EBK Schönefeld																													
Stofffluss	<p>Weihnachtsbäume 1.960 Mg</p> <p>Input 100% Weihnachtsbäume</p> <p>Output Strom, Wärme RC-Holz</p> <p>energ. Verwertung (Biomasse-HKWs) 1.524 Mg</p> <p>stoffl. Verwertung 436 Mg</p>	Kenndaten Heizwert 10,5 MJ/kg FS C fossil 1% FS																												
		Bilanzierung Energetische Verwertung über allgemeinen Verteilschlüssel für Holz aus Holzkontoren; fossile CO ₂ -Emissionen aus Verunreinigungen Gewichtetes Mittel Wirkungsgrade Holz-HKWs Nettostrom 21%, Wärmenutzung 32,5% Stoffliche Verwertung Annahme Einsatz für Spanplatten																												
		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																												
Klimagasbilanz 2016																														
<p>Lasten</p> <ul style="list-style-type: none"> Sammlung Stoffl. Verwertung Energ. Verwertung <p>Gutschriften</p> <ul style="list-style-type: none"> Stoffl. Verwertung Energ. Verwertung <p>Netto</p> <p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto 2010</td> <td>-2.567</td> <td>-1.105</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>-1.784</td> <td>-1.105</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>-1.048</td> <td>-577</td> </tr> </tbody> </table>	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Netto 2010	-2.567	-1.105	Netto 2012	-1.784	-1.105	Netto 2014	-1.048	-577	<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 colspan="4"><i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>130</td> <td>-564</td> <td>-434</td> </tr> </tbody> </table>	Ergebnis spezifisch					Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>				Gesamt	130	-564	-434
Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]																												
Netto 2010	-2.567	-1.105																												
Netto 2012	-1.784	-1.105																												
Netto 2014	-1.048	-577																												
Ergebnis spezifisch																														
	Belastung	Gutschrift	Netto																											
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>																														
Gesamt	130	-564	-434																											
Umweltbilanz 2016																														
Ressourcenschonung																														
Einsparung gesamt	Einsparung spezifisch	Holz lutro [kg/Mg]																												
Holz lutro 273 Mg	Gesamt	139 (vgl. 2014: 0 kg/Mg)																												
Luftemissionen																														
Nettoergebnis gesamt	Nettoergebnis spezifisch	NOx [g/Mg]																												
NOx 385 kg	Gesamt	197 (vgl. 2014: 225kg/Mg)																												

2016 wurden Weihnachtsbäume überwiegend über die Holzkontore aufbereitet und energetisch verwertet, anteilig aber auch einer stofflichen Verwertung zugeführt. Letzteres bedingt ein leicht schlechteres abschneiden in der Klimagasbilanz, dafür eine Einsparung von Primärholz. Die spezifische NO_x-Belastung liegt zwar gegenüber 2014 etwas niedriger, dies ist jedoch v.a. auf die Umstellung der Emissionsfaktoren Energie zurückzuführen (vgl. Kap. 3.1). Grundsätzlich gilt weiterhin, dass soweit möglich, eine Rückkehr zur Mitverbrennung erfolgen sollte (2010, 2012 im KW Reuter).

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.1.6 Organikabfall im Sammelsystem Laubsack (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2016														
Aufkommen	7.572 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 15.855 Mg												
Behandlung	7.572 Mg offene Kompostierung	Aufkommen 2012: 10.020 Mg												
		Aufkommen 2014: 9.164 Mg												
Stofffluss	<p>Input 100% Organikabfall aus Laubsack</p> <p>Output Kompost (45% d. Input) Strom, Wärme</p>	Kenndaten Kompost Mittel aus 2 Fertigkompostanalysen 2017, Galle GmbH P ₂ O ₅ -Gehalt 0,52% TS Cd-Gehalt 0,74 mg/kg TS												
		Bilanzierung Offene Kompostierung Störstoffanteil 0,4% (PE-Säcke: H _i 25 MJ/kg, C fossil 50%) Emissionsfaktoren UBA-Texte 39/2015 (vgl. ifeu 2015a) Erzeugte Kompostmenge 450 kg/Mg Input, 55% TS												
		Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: 99,6% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 0,4% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input												
Klimagasbilanz 2016														
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>332</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto 2010</td> <td>263</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>-149</td> <td>-15</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>256</td> <td>28</td> </tr> </tbody> </table>	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Netto 2010	263	17	Netto 2012	-149	-15	Netto 2014	256	28	
Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]												
Netto 2010	263	17												
Netto 2012	-149	-15												
Netto 2014	256	28												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ergebnis spezifisch</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>179</td> <td>-135</td> <td>44</td> </tr> </tbody> </table>	Ergebnis spezifisch	Belastung	Gutschrift	Netto	in kg CO ₂ -Äq/Mg Abfall				Gesamt	179	-135	44
Ergebnis spezifisch	Belastung	Gutschrift	Netto											
in kg CO ₂ -Äq/Mg Abfall														
Gesamt	179	-135	44											
Umweltbilanz 2016														
Ressourcenschonung														
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch P ₂ O ₅ kg/Mg												
Phosphorit 49 Mg → 5 m ² geschonte Fläche		Gesamt 1,28												
P ₂ O ₅ 9,7 Mg		Vgl. 2014 0,61												
Luftemissionen														
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch NH ₃ [g/Mg] NO _x [g/Mg]												
NH ₃ 163 kg		Gesamt 22 -*												
		Vgl. 2014 21												
		* nur für Mitverbrennungsversuch 2014 ausgewertet												
Cadmiumeintrag in Boden														
Nettoergebnis gesamt	0,66 kg	Nettoergebnis spezifisch mg/Mg												
		Gesamt 87												
		Vgl. 2014 2,9												

Das Aufkommen ist weiter rückläufig und 2016 um 17% niedriger als 2014. Die höhere spezifische Nettobelastung der Klimagasbilanz ergibt sich durch die aktuellen Faktoren nach IPCC (2013) (vgl. Kap. 3.1). Die höhere Phosphatschonung, aber auch der höhere Cadmiumeintrag in Boden sind durch neue Kompostanalysen bedingt. NO_x-Emissionen wurden 2014 nur aufgrund des Mitverbrennungsversuchs im IKW Rüdersdorf ausgewertet. Dieser war erfolgreich (ifeu 2015a). Weitere Alternativen bestehen in der Umlenkung zu emissionsarmen biologischen Behandlungsverfahren.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.1.7 Altpapier (AVV 200101)

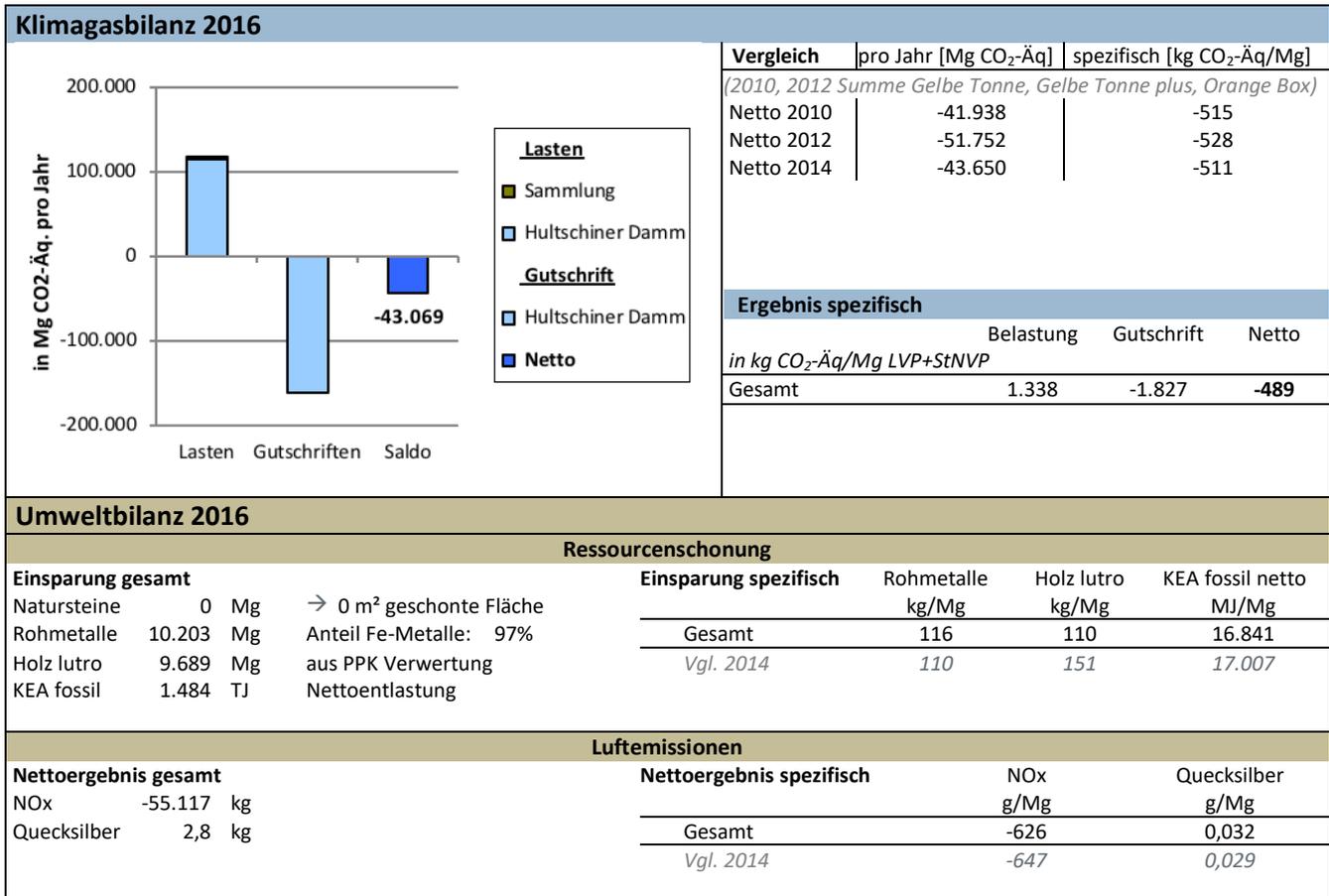
Stoffstrombilanz 2016													
Aufkommen	169.797 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 189.279 Mg											
Behandlung	169.797 Mg Sortieranlagen	Aufkommen 2012: 178.986 Mg											
		Aufkommen 2014: 174.368 Mg											
Stofffluss 		Abfallzusammensetzung 100% Altpapier aus getrennter Erfassung Bilanzierung - 57 km Sammelstrecke und 25 km zur Behandlungsanlage - Sortierung, Ausbeute 99% - Aufbereitung (Deinking), Ausbeute Sekundärfasern 80% - Technischer Substitutionsfaktor 0,95 - Substituierte Primärfasern: 50% Zellstoff, 50% Holzstoff → ersetzte Menge Primärfasern = 99% * 80% * 0,95 = 75%											
		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											
Klimagasbilanz 2016													
	Vergleich Netto 2010: -121.555 Netto 2012: -116.734 Netto 2014: -113.723	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq] spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg] -642 -652 -652											
	- Entlastung v.a. durch ersetzte Primärfasern 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 Altpapier</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>226</td> <td>-933</td> <td>-707</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Altpapier</i>				Gesamt	226	-933
	Belastung	Gutschrift	Netto										
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Altpapier</i>													
Gesamt	226	-933	-707										
Umweltbilanz 2016													
Ressourcenschonung													
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch Holz lutro [kg/Mg]											
Holz lutro	271.124 Mg	Gesamt: 1.597											
		Vgl. 2014: 1.763											

Das Aufkommen 2016 liegt wiederum rd. 3% niedriger als in der Vorläuferbilanz. Die Veränderungen im spezifischen Ergebnis der Klimagas- und Umweltbilanz ergeben sich durch Aktualisierungen der Aufbereitungs- und Primärprozesse wie z.B. die Aktualisierung des ersetzten Primärfasersplits auf 50:50 (zuvor 47% Zellstoff, 43% Holzstoff, s.a. Kap. 3.2). Optimierungsmöglichkeiten bestehen in einer Steigerung der getrennten Erfassung durch den Ausbau von Müllschleusen in Großwohnanlagen und Blockbebauungen (vgl. ifeu/ICU 2012, S.183).

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

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

Stoffstrombilanz 2016	
<i>(Summe 2010 und 2012 Gelbe Tonne, Gelbe Tonne plus, Orange Box)</i>	
Aufkommen	88.107 Mg
Behandlung	88.107 Mg Sortieranlage Hultschiner Damm
Vergleich: Aufkommen 2010: 81.455 Mg Aufkommen 2012: 97.950 Mg Aufkommen 2014: 85.398 Mg	
Abfallzusammensetzung	Kenndaten MKS und EBS
37% Kunststoffe	14% EBS
15% Metalle	26% Sortierreste
7% FKN und PPK-Verbunde	Heizwert 30,8 MJ/kg FS
	C fossil 63,4 % FS
Stofffluss	
Input 100% LVP und StNVP	
Verbleib und Output	
10% Kunststoffe: stoffliche Verwertung	
27% MKS: energetische Verwertung Zementwerk Rüdersdorf	
15% Metalle: stoffliche Verwertung	
7% FKN und PPK-Verbunde: stoffliche Verwertung	
14% EBS: energetische Verwertung IKW Rüdersdorf	
26% Sortierreste: MPS Reinickendorf	
66% EBS	
5% Metalle	
6% Inertmaterial zur Altablagerung	
0,5% Störstoffe zur Deponie	
Rest Wasserverluste	
Bilanzierung	Recycling-/Verwertungsquoten
Abfallzusammensetzung nach DSD Mengenstromnachweis	Recyclingquote: 34%
Aufteilung Kunststoffe wie 2010 (Sortieranalyse u.e.c)	= Output zur stofflichen Verwertung/Input
Aufteilung Kunststoffarten nach Anlagenbilanz Hultschiner Damm	Energetische Verwertungsquote: 59%
Stoffliche Verwertung nach ifeu-Daten Durchschnitt D	= Output zur energetischen Verwertung/Input
MKS, EBS energetische Verwertung 88% Brennstoffausbeute	Sonstige Verwertungsquote: 2%
Aufbereitungsreste energetische Verwertung im Zementwerk	= Output zur sonstigen Verwertung/Input
(H _i 13,2 MJ/kg, C fossil 16,7%, Hg-Gehalt 0,3 mg/kg)	Beseitigungsquote: 0,1%
	= Output zur Beseitigung/Input
	(Rest Wasserverluste aus Behandlung in MPS)



Das Aufkommen 2016 in Höhe von 88.107 Mg liegt gegenüber 2014 um rd. 3% höher. In der Abfallzusammensetzung ist v.a. der Sortierrestanteil von 21% auf 26% angestiegen und umgekehrt der für FKN, EBS, MKS und Kunststoffe abgesunken.

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz 2016 zeigt mit einer spezifischen Nettoentlastung von -489 kg CO₂-Äq/Mg ein etwas geringeres Ergebnis gegenüber 2014. Hintergrund sind Aktualisierungen der Emissionsfaktoren für Energie und für Primärprozesse. Insbesondere die Primärherstellung von Kunststoff ist nach aktuellen Zahlen von PlasticsEurope mit geringeren Belastungen verbunden und ergibt entsprechend geringere Gutschriften.

Das spezifische Ergebnis der Schonung fossiler Ressourcen korreliert mit der Klimagasbilanz. Die Veränderung der Schonung von Holz und von Rohmetall hängt mit der veränderten Zusammensetzung der Verpackungsabfälle zusammen. Die Änderungen bei den spezifischen Ergebnissen der NOx- und Quecksilberemissionen ergeben sich wiederum v.a. durch die mit den Aktualisierungen verbundenen geringeren Gutschriften.

Optimierungsmöglichkeiten liegen weiterhin in einer weiteren 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 aktuelle Analysen zur Zusammensetzung der Wertstofftonne oder zumindest der Kunststofffraktionen und des Sortierrestanteils empfohlen.

Optimierungsmaßnahmen

2.1.9 Altglas (AVV 200102)

Stoffstrombilanz 2016											
Aufkommen	64.877 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 67.958 Mg									
Behandlung	64.877 Mg Sortieranlagen	Aufkommen 2012: 66.453 Mg									
		Aufkommen 2014: 63.634 Mg									
Stofffluss	<p>Input 100% Altglas, gesammelt</p> <p>Output 97% Altglas sortiert</p>										
	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 2016											
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p>	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]								
	<table border="1"> <tr> <td>Netto 2010</td> <td>-30.568</td> <td>-450</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>-30.091</td> <td>-453</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>-28.814</td> <td>-453</td> </tr> </table> <p>- Entlastung zu 85% durch Substitution Rohmaterial davon 50% vermiedene mineralische CO₂-Emissionen</p>	Netto 2010	-30.568	-450	Netto 2012	-30.091	-453	Netto 2014	-28.814	-453	Ergebnis spezifisch
Netto 2010	-30.568	-450									
Netto 2012	-30.091	-453									
Netto 2014	-28.814	-453									
		Belastung	Gutschrift	Netto							
	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Altglas</i>										
	Gesamt	44	-492	-448							
Umweltbilanz 2016											
Ressourcenschonung											
Einsparung gesamt											
Natursteine	75.627 Mg	→ 2.151 m ² geschonte Fläche									

Das Aufkommen 2016 liegt 2% höher als 2014. Das spezifische Ergebnis der Klimagasbilanz liegt etwas niedriger als 2014. Hintergrund sind Aktualisierungen der Aufbereitungs- und Primärprozesse. Hier kommen vor allem aktualisierte Emissionen für Energiebereitstellung und Transportprozesse zum Tragen, die bei der Primärherstellung niedriger sind, so dass geringere Gutschriften erzielt werden. 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

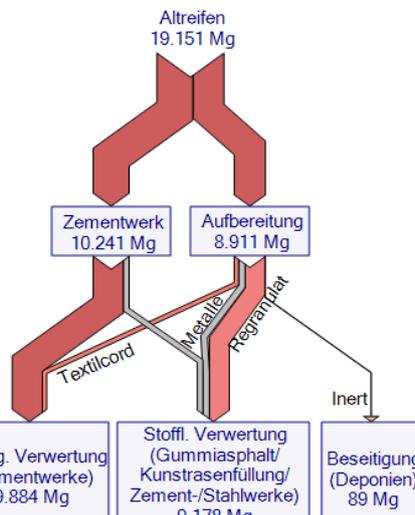
2.1.10 Alttextilien (AVV 201111)

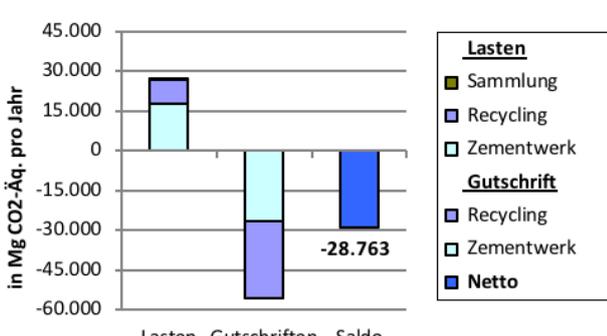
Stoffstrombilanz 2016																
Aufkommen	33.248 Mg	<i>(berechnet)</i>	Vergleich:	Aufkommen 2010: 31.749 Mg												
Behandlung	33.248 Mg	Sortierung (Annahme händisch)		Aufkommen 2012: 31.054 Mg												
				Aufkommen 2014: 32.949 Mg												
Stofffluss			Kenndaten													
			Heizwert 15 MJ/kg FS C fossil 12% FS													
			Bilanzierung													
			Aufkommen hochgerechnet basierend auf bundesdurchschnittlicher Sammelquote von 9,2 kg/(E*a) und Einwohnerzahl Berlin 2016 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 2016																
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto 2010</td> <td>-134.166</td> <td>-4.226</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>-130.338</td> <td>-4.197</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>-138.292</td> <td>-4.197</td> </tr> </tbody> </table>		Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Netto 2010	-134.166	-4.226	Netto 2012	-130.338	-4.197	Netto 2014	-138.292	-4.197
Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]														
Netto 2010	-134.166	-4.226														
Netto 2012	-130.338	-4.197														
Netto 2014	-138.292	-4.197														
			- Entlastung v.a. durch ersetzte Primärtextilfasern													
			Ergebnis spezifisch													
			<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 Alttextilien</i></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>260</td> <td>-4.477</td> <td>-4.218</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Alttextilien</i>				Gesamt	260	-4.477	-4.218
	Belastung	Gutschrift	Netto													
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Alttextilien</i>																
Gesamt	260	-4.477	-4.218													
Umweltbilanz 2016																
Ressourcenschonung																
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch		KEA fossil netto												
KEA fossil	1.746 TJ Nettoentlastung	Gesamt	52.517 MJ/Mg													
		<i>Vgl. 2014</i>	52.380 MJ/Mg													
Luftemissionen																
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch		NOx Quecksilber NH ₃												
NOx	-220.368 kg	Gesamt	g/Mg	g/Mg g/Mg												
Quecksilber	-1,7 kg	<i>Vgl. 2014</i>	-6.628	-0,052 -4.024												
NH ₃	-133.807 kg		-6.120	-0,052 -4.024												

Das berechnete Aufkommen 2016 liegt korrelierend zur Einwohnerzahl in Berlin 1% höher als 2014. Leichte Veränderungen bei der Klimagas- und Umweltbilanz sind auf die Aktualisierungen von Emissionsfaktoren (Energie, Transporte) zurückzuführen (vgl. Kap. 3). 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 2016										
Aufkommen	19.151 Mg (berechnet)	Vergleich: Aufkommen 2010: 20.108 Mg Aufkommen 2012: 16.719 Mg Aufkommen 2014: 14.482 Mg								
Behandlung	10.241 Mg Recycling									
	8.911 Mg Mitverbrennung Zementwerk									
Stofffluss	 <p>Input 100% Altreifen gesammelt</p> <p>Output 53% Zementwerk 30% Regranulat 7% EBS (Textilcord) 10% Metalle 0,5% Inert zur Deponie</p>	<p>Kenndaten</p> <table border="1"> <tr> <td>Heizwert</td> <td>26 MJ/kg FS</td> <td>C fossil</td> <td>51,6% FS</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Hg-Gehalt</td> <td>0,17 mg/kg FS</td> </tr> </table> <p>Bilanzierung Aufkommen berechnet auf Basis bundesweites Aufkommen; davon nur Anteil Granulierung und Mitverbrennung umgerechnet für Berlin über Einwohnerzahlen 2016 53% Granulierung nach DTC et al. (2007) 47% Mitverbrennung Zementwerk mit obigen Kenndaten</p> <p>Recycling-/Verwertungsquoten</p> <p>Recyclingquote: 47,9% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: 51,6% = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: 0,5% = Output zur Beseitigung/Input</p>	Heizwert	26 MJ/kg FS	C fossil	51,6% FS			Hg-Gehalt	0,17 mg/kg FS
Heizwert	26 MJ/kg FS	C fossil	51,6% FS							
		Hg-Gehalt	0,17 mg/kg FS							

Klimagasbilanz 2016			
 <p>Lasten</p> <ul style="list-style-type: none"> Sammlung Recycling Zementwerk <p>Gutschrift</p> <ul style="list-style-type: none"> Recycling Zementwerk Netto 	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]
	Netto 2010	-26.257	-1.306
	Netto 2012	-22.657	-1.355
Netto 2014	-21.503	-1.485	
Ergebnis spezifisch			
	Belastung	Gutschrift	Netto
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Altreifen</i>			
Recycling	901	-2.823	-1.922
Zementwerk	1.998	-3.007	-1.019
Gesamt	1.407	-2.909	-1.502

Umweltbilanz 2016			
Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	KEA fossil netto
Natursteine	0 Mg → 0 m ² geschonte Fläche	Rohmetalle	kg/Mg
Rohmetalle	3.447 Mg Anteil Fe-Metalle: 100%	Gesamt	180
KEA fossil	735 TJ Nettoentlastung	Vgl. 2014	180
			37.515
Luftemissionen			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	NOx
NOx	-33.229 kg	Recycling	g/Mg
Quecksilber	0,8 kg	Zementwerk	-2.986
		Gesamt	-298
		Vgl. 2014	-1.735
			-1.641
			Quecksilber
			g/Mg
			0,039
			0,041
			0,040
			0,040

Das berechnete Aufkommen 2016 in Höhe von 19.151 Mg liegt um 32% höher als 2014 entsprechend den höheren Anteilen zur Granulierung und energetischen Verwertung auf Bundesebene. Die Anteile der stofflichen Verwertung und der Mitverbrennung haben sich nochmals zugunsten der stofflichen Verwertung auf 53:47 geändert (2014: 50:50, 2012: 45% zu 55%).

Zusammenfassung

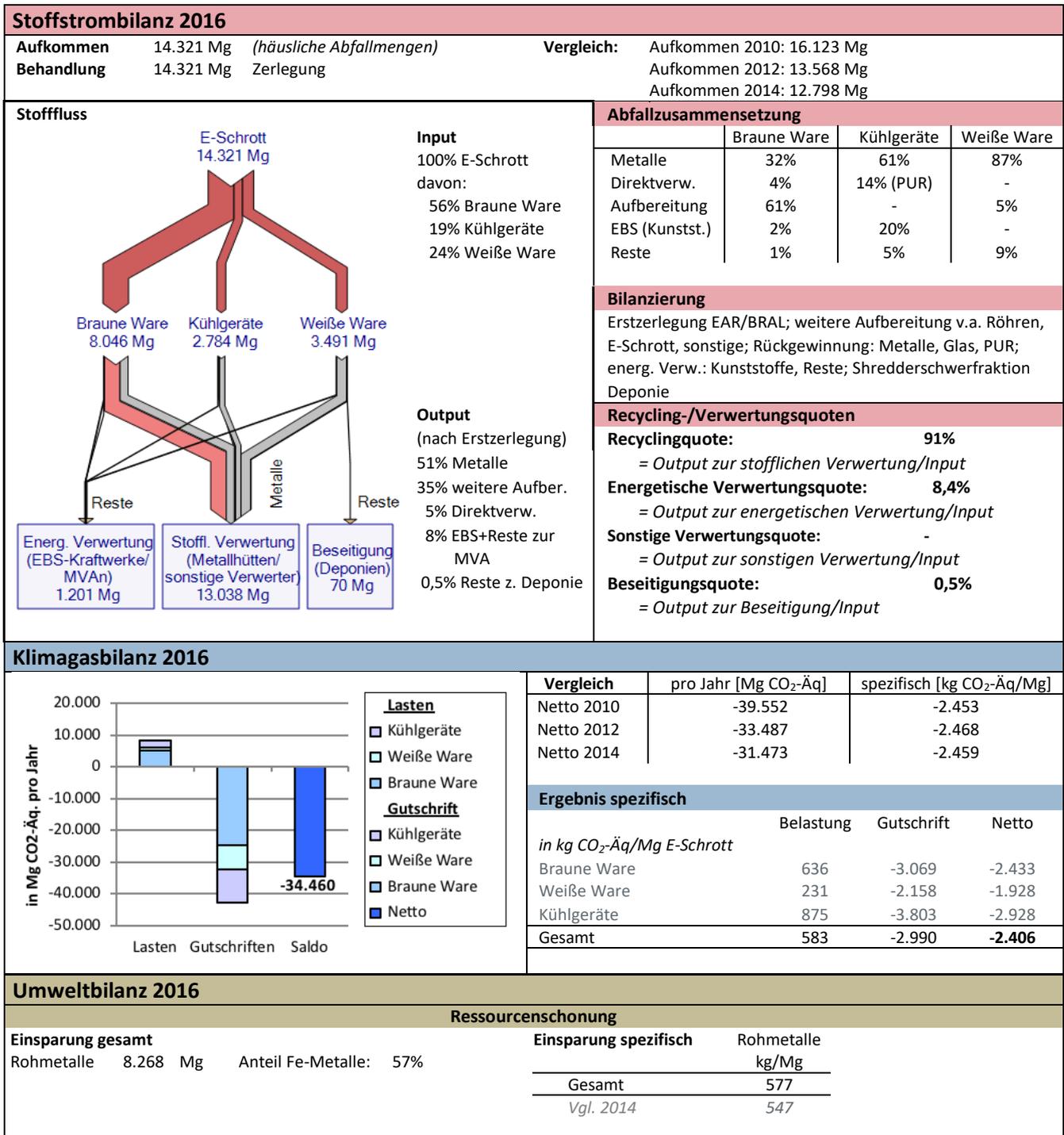
Die Klimagasbilanz zeigt, dass 2016 gegenüber 2014 die spezifische Nettoentlastung aufgrund des höheren Recyclinganteils von -1.485 auf -1.502 kg CO₂-Äq/Mg gesteigert wurde. Auch bei der Umweltbilanz konnten entsprechend Verbesserungen bei den spezifischen Nettoentlastungen des KEA fossil und der NO_x-Emissionen erreicht werden. Das spezifische Ergebnis für die Schonung von Rohmetallen ist gegenüber 2014 unverändert, da beide Verfahren - Granulierung und Mitverbrennung im Zementwerk – zu einer Eisenerzeinsparung führen. Auch die spezifische Nettobelastung bei Quecksilberemissionen ist wenig verändert, da beide Verfahren mit ähnlichen Emissionen verbunden sind.

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 2016 in Höhe von 14.321 Mg liegt gegenüber 2014 um 12% höher. Die Anteile Braune Ware sind um fünf Prozentpunkte, die für Kühlgeräte um drei Prozentpunkte zurückgegangen und umgekehrt jene für Weiße Ware, die vermehrt eingesammelt wurde, angestiegen. Die Klimagas- und Umweltbilanz zeigt wie in den Vorjahren bedeutende Entlastungen. Änderungen ergeben sich durch die veränderte Aufteilung der Fraktionen. Eine Optimierung besteht in der Steigerung der getrennten Erfassung von v.a. Haushaltskleingeräten.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.1.13 Altmetalle (AVV 200140)

Stoffstrombilanz 2016				
Aufkommen	9.963 Mg	Vergleich:	Aufkommen 2010: 8.738 Mg	
Behandlung	9.963 Mg Separierung (TSR Recycling)		Aufkommen 2012: 8.165 Mg	
			Aufkommen 2014: 8.614 Mg	
Stofffluss <p>Input 100% Altmetall</p> <p>Output 100% Altmetall, separiert</p>		Abfallzusammensetzung 100% Altmetall 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 2016				
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Legend: Lasten ■ Sammlung ■ Verwertung Gutschrift □ Primärmetall ■ Netto</p>	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	
	Netto 2010	-6.278	-718	
	Netto 2012	-5.866	-718	
Netto 2014	-6.189	-718		
Ergebnis spezifisch				
		Belastung	Gutschrift	Netto
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Altmetall</i>				
Gesamt	283	-1.001	-718	
Umweltbilanz 2016				
Ressourcenschonung				
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	Rohmetalle	
Rohmetalle	7.771 Mg Anteil Fe-Metalle: 100%		kg/Mg	
		Gesamt	780 (unverändert)	

Das Aufkommen 2016 liegt 16% höher als 2014. Es handelt sich bei diesem Stoffstrom ausschließlich um über die BSR erfasste Mengen. Die spezifischen Ergebnisse der Klimagas- und Umweltbilanz sind unverändert gegenüber den Vorläuferbilanzen. 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 nach Möglichkeit vertieft untersucht werden.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2 Abfälle aus anderen Herkunftsbereichen

2.2.1 Boden und Steine (AVV 170504)

Stoffstrombilanz 2016		
Aufkommen	2.265.656 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 2.160.000 Mg
Behandlung	790.542 Mg Brech- und Klassieranlagen	Aufkommen 2012: 1.937.773 Mg
	499.645 Mg Deponien/Altablagung	Aufkommen 2014: 2.120.176 Mg
	975.469 Mg Verfüllung	
Stofffluss	<p>Input 100% Boden und Steine</p> <p>Output / Verbleib 100% Boden und Steine davon: 26% Baumaßnahmen 8% Deponie 17% Altablagung 49% Verfüllung</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) - Altablagung Großziethen - Verfüllungen (LBGR Brandenburg)</p> <p>Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: 26% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: 71% = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: 2% = Output zur Beseitigung/Input</p>	
Klimagasbilanz 2016		
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet		
Umweltbilanz 2016		
Ressourcenschonung		
Einsparung gesamt		
Natursteine	531.017 Mg	→ 19.667 m ² geschonte Fläche

Das Aufkommen 2016 liegt 7% höher als 2014. 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 26% nach Aufbereitung in Brech- und Klassieranlagen in Baumaßnahmen stofflich verwertet (2014: 25%, 2012: 33%) und 71% unaufbereitet einer sonstigen Verwertung (Deponien, Altablagung, Verfüllung) zugeführt. Rund 2% wurden 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 170103, 170107)

Stoffstrombilanz 2016	
Aufkommen	1.023.659 Mg
Behandlung	315.556 Mg Brech- und Klassieranlagen
	521.700 Mg Deponien/Altablagerung
	186.403 Mg Verfüllung
Vergleich:	Aufkommen 2010: 851.647 Mg
	Aufkommen 2012: 1.166.261 Mg
	Aufkommen 2014: 938.201 Mg
Stofffluss	<p>Input 100% Bauschutt</p> <p>Output / Verbleib 100% Bauschutt davon: 13% Straßenbau 23% Deponie 41% Altablagerung 23% Verfüllung</p> <p>Abfallzusammensetzung Gemische aus Beton, Ziegel, Fliesen und Keramik Die üblicherweise umfassten Einzelfractionen Beton, Ziegel, Baustoffe auf Gipsbasis sind gesondert ausgewertet</p> <p>Bilanzierung Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Altablagerung Großziethen - Verfüllungen (LBGR Brandenburg)</p> <p>Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: 13% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: 80% = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: 8% = Output zur Beseitigung/Input</p>
Klimagasbilanz 2016	
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet	
Umweltbilanz 2016	
Ressourcenschonung	
Einsparung gesamt	
Natursteine	103.595 Mg → 1.594 m ² geschonte Fläche

Das Aufkommen 2016 liegt 9% höher als 2014. Die Input-Output-Differenz der Brech- und Klassieranlagen für diese Abfallart ergibt sich durch die anteilige Verwertung im aufbereiteten Betonmaterial für den Straßen- und Wegebau (vgl. Kap. 2.2.3, Steckbrief „Beton“) sowie aus Lagerbeständen.

Zusammenfassung

Von der ausgewiesenen Output/Verbleib-Menge Bauschutt wurden 13% nach Aufbereitung in Brech- und Klassieranlagen in Straßenbaumaßnahmen stofflich verwertet (2014: 14%, 2012: 13%) und 80% unaufbereitet einer sonstigen Verwertung (Deponien, Altablagerung, Verfüllungen) zugeführt. Rund 8% (2014: 4%) wurden direkt auf Deponien (MEAB) beseitigt.

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.

Optimierungsmaßnahmen

2.2.3 Beton (AVV 170101)

Stoffstrombilanz 2016		
Aufkommen	842.719 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 791.439 Mg
Behandlung	833.666 Mg Brech- und Klassieranlagen	Aufkommen 2012: 973.983 Mg
	9.052 Mg Deponien/Altablagerung	Aufkommen 2014: 930.659 Mg
	2 Mg Verfüllung	
Stofffluss		Abfallzusammensetzung Hochwertige Bauschuttfraktion; gesondert ausgewertet, um Potenzial für RC-Beton darzustellen
	Input 100% Beton	Bilanzierung Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Altablagerung Großziethen - Verfüllungen (LBGR Brandenburg)
	Output / Verbleib 100% Beton davon: 99,3% Straßenbau 0,4% Deponie 0,3% Altablagerung 0,0002% Verfüllung	Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: 99,3% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: 0,7% = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: 0,03% = Output zur Beseitigung/Input
Klimagasbilanz 2016		
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet		
Umweltbilanz 2016		
Ressourcenschonung		
Einsparung gesamt		
Natursteine	1.263.561 Mg	→ 19.439 m ² geschonte Fläche

Das Aufkommen 2016 liegt 9% niedriger als 2014. 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 und 2014 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 2016	
Aufkommen	34.767 Mg
Behandlung	34.767 Mg Deponie
Vergleich: Aufkommen 2010: - Mg (nicht ausgewertet) Aufkommen 2012: 28.973 Mg Aufkommen 2014: 36.061 Mg	
Stofffluss	Abfallzusammensetzung
<p>Input 100% Gipsabfälle</p> <p>Output / Verbleib 100% Gipsabfälle zur Deponie</p>	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) - Ablagerung Großziethen - Verfüllungen (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 2016	
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet	
Umweltbilanz 2016	
Ressourcenschonung	
Einsparung gesamt	
Natursteine	0 Mg → 0 m ² geschonte Fläche

Das Aufkommen 2016 liegt 4% niedriger als 2014. Die Abfallmenge wurde zu 100% auf Deponien (MEAB) zur Beseitigung verbracht. 2012 erfolgte anteilig noch eine Verbringung zur Ablagerung Großziethen, die seit 2013 untersagt ist.

Zusammenfassung

Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der sortenreinen Getrennsammlung der Gipsabfälle (v.a. Gipsplatten) und deren hochwertigen Aufbereitung. Bereits die zwischenzeitliche Steigerung der Deponiegebühren setzte deutliche Anreize zur Verwertung dieser Abfallart. Weitere Maßnahmen sind die Bereitstellung umfassender Informationen für Bau- und Abrissunternehmen zu Verwertungsmöglichkeiten sowie Pilotprojekte im Rahmen öffentlicher Bauvorhaben zur Akzeptanzsteigerung. Der gegenwärtige Stand zur möglichen stofflichen Verwertung von Gipsabfällen ist in Kapitel 4.1 beschrieben.

Optimierungsmaßnahmen

2.2.5 Ziegel (AVV 170102)

Stoffstrombilanz 2016		
Aufkommen	97.382 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: - Mg (nicht ausgewertet)
Behandlung	67.645 Mg Brech- und Klassieranlagen	Aufkommen 2012: - Mg (nicht ausgewertet)
	10.352 Mg Deponien/Altablagerung	Aufkommen 2014: 60.354 Mg
	19.385 Mg Verfüllung	
Stofffluss	<p>Input 100% Ziegel</p> <p>Output / Verbleib 100% Ziegel davon: 72,5% Straßenbau 9% Deponie 0,6% Altablagerung 18% Verfüllung</p> <p>Differenz In-/Output -10.891 Mg</p> <p>Brech- und Klassieranlagen 67.645 Mg</p> <p>Stoffl. Verwertung (Wegebau) 78.536 Mg</p> <p>Sonstige Verw. (Deponie/Verfüllung /Altablagerung) 23.515 Mg</p> <p>Beseitigung (Deponien) 6.222 Mg</p>	<p>Abfallzusammensetzung Bauschuttfraktion; gesondert ausgewertet, um Potenzial für Recycling darzustellen</p> <p>Bilanzierung Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Altablagerung Großziethen - Verfüllungen (LBGR Brandenburg)</p> <p>Recycling-/Verwertungsquoten</p> <p>Recyclingquote: 72,5% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: 21,7% = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: 5,7% = Output zur Beseitigung/Input</p>
Klimagasbilanz 2016		
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet		
Umweltbilanz 2016		
Ressourcenschonung		
Einsparung gesamt		
Natursteine	78.536 Mg	→ 1.208 m ² geschonte Fläche

Ziegel wurden erstmals 2014 getrennt aus den Abfallbilanzen der Berliner Brech- und Klassieranlagen ausgewertet. 2016 konnten zusätzlich die über Deponien, Altablagerungen und Verfüllungen entsorgten Mengen separat erfasst werden. Das ermittelte Aufkommen 2016 liegt entsprechend 61% höher als 2014. Des Weiteren ändern sich die Verwertungsquoten entsprechend. Die über Brech- und Klassieranlagen behandelte Menge (zzgl. Lagerbestände) an sortenreinem Ziegelmaterial wird weiterhin vollständig im Wegebau eingesetzt. Die Recyclingquote beträgt rund 73%. Etwa 22% Ziegel wurden unaufbereitet einer sonstigen Verwertung (Deponien, Altablagerung, Verfüllungen) zugeführt und knapp 6% direkt auf Deponien (MEAB) beseitigt.

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 Frostschutzschicht) 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 eingeleitet (Kap. 4.3).

Optimierungsmaßnahmen

2.2.6 Asphalt (AVV 170302)

Stoffstrombilanz 2016				
Aufkommen	155.367 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 181.613 Mg	
Behandlung	91.135 Mg Brech- und Klassieranlagen		Aufkommen 2012: 162.571 Mg	
	52.963 Mg Asphaltmischwerke		Aufkommen 2014: 190.080 Mg	
	11.269 Mg Deponien/Altablagerungen			
Stofffluss		Abfallzusammensetzung		
<p>Input 100% Asphalt</p> <p>Output / Verbleib 100% Asphalt davon: 82,6% Straßenbau 11,0% Deponie 6,4% Altablagerung</p>		Mineralische Stoffe, die hydraulisch mit Bitumen gebunden oder ungebunden sind		
		Bilanzierung		
		Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen:		
		<ul style="list-style-type: none"> - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Altablagerung Großziethen - Verfüllungen (LBGR Brandenburg) - Berliner Asphaltmischwerke 		
		Recycling-/Verwertungsquoten		
		Recyclingquote: 82,6%		
		= Output zur stofflichen Verwertung/Input		
		Energetische Verwertungsquote: -		
		= Output zur energetischen Verwertung/Input		
		Sonstige Verwertungsquote: 6,4%		
		= Output zur sonstigen Verwertung/Input		
		Beseitigungsquote: 11%		
		= Output zur Beseitigung/Input		
Klimagasbilanz 2016				
	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq]	
	Netto 2010	-554	-5	
Netto 2012	-767	-11		
Netto 2014	-1.119	-12		
	Ergebnis spezifisch			
	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Asphalt</i>	Belastung	Gutschrift	Netto
	Asphaltmischwerk	0	-13	-13
	Andere	0	0	0
	Gesamt	0	-11	-11
Umweltbilanz 2016				
Ressourcenschonung				
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch KEA fossil netto [MJ/kg]		
Natursteine	51.380* Mg → 1.903 m ² geschonte Fläche	Asphaltmischwerk	1.895	
KEA fossil	100 TJ Nettoentlastung	Andere	0	
		Gesamt	1.537	
		Vgl. 2014	1.710	
*im Straßenbau stofflich verwertete Menge abzgl. Bitumenanteil (4%)				

Das Aufkommen 2016 liegt 18% niedriger als 2014. Die Input-Output-Differenz der Brech- und Klassieranlagen für diese Abfallart resultiert insbesondere daraus, dass Bitumengemische 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“). Die ausgewiesene Output/Verbleib-Menge wird zu 82,6% im Straßenbau eingesetzt (= Recyclingquote).

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2014 lag dieser Anteil bei 90,4% und 2012 bei 89%. Rund 6% der Mengen in 2016 wurden unaufbereitet einer sonstigen Verwertung (Altablagerung) zugeführt und 11% direkt auf Deponien beseitigt.

Bei der Klimagas- und Umweltbilanz ergeben sich nur geringe Änderungen im Vergleich der spezifischen Ergebnisse bedingt durch die veränderten Mengenanteile, die über Asphaltmischwerke behandelt werden. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in einer Steigerung der Einsatzmengen in Asphaltmischwerken durch verbesserte schichtenmäßige Abfräsung des Materials beim Rückbau von Asphaltstraßen. Insofern hier Beschränkungen durch Absatzmöglichkeiten gegeben sind, bestehen Optimierungsmöglichkeiten im Weiteren in der Steigerung der Asphaltanteile in der Betonfraktion, um so zum einen den Asphalt im Berliner Straßenbau zu verwerten und zum anderen Betonmengen freizusetzen, die dann als hochwertiger RC-Beton im Hochbau eingesetzt werden können.

2.2.7 Baggergut (AVV 170506)

Stoffstrombilanz 2016	
Aufkommen	13.844 Mg
Behandlung	8.425 Mg Deponie 5.419 Mg Beseitigung (Deponien)
Vergleich: Aufkommen 2010: 4.422 Mg Aufkommen 2012: 10.889 Mg Aufkommen 2014: 9.107 Mg	
Stofffluss	Abfallzusammensetzung
<p style="text-align: center;">Input 100% Baggergut</p> <p style="text-align: center;">Output / Verbleib 100% Baggergut zur Deponie</p>	Schlamm, der bei Aushubarbeiten von Gewässern anfällt
	Bilanzierung
	Erhebung Aufkommen durch Abfrage/Auswertung Abfallbilanzen - 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: 61% = Output zur sonstigen Verwertung/Input
	Beseitigungsquote: 39% = Output zur Beseitigung/Input
Klimagasbilanz 2016	
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet	
Umweltbilanz 2016	
Ressourcenschonung	
Einsparung gesamt	
Natursteine	0 Mg → 0 m ² geschonte Fläche

Das Aufkommen 2016 liegt 52% höher als 2014. Die gesamte Baggergutmenge wurde auf Deponien entsorgt (verwertet und beseitigt). Der Anteil zur Beseitigung betrug 39%. 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 2016 für mineralische Abfälle ist gegenüber 2014 um 3% angestiegen. Zwischen Aufkommen und Verbleib wurde eine Differenzmenge von 119.168 Mg ermittelt, die insbesondere durch Lagerbestände bedingt ist. Abbildung 2.1 zeigt Aufkommen und Verbleib der mineralischen Abfälle im Überblick.

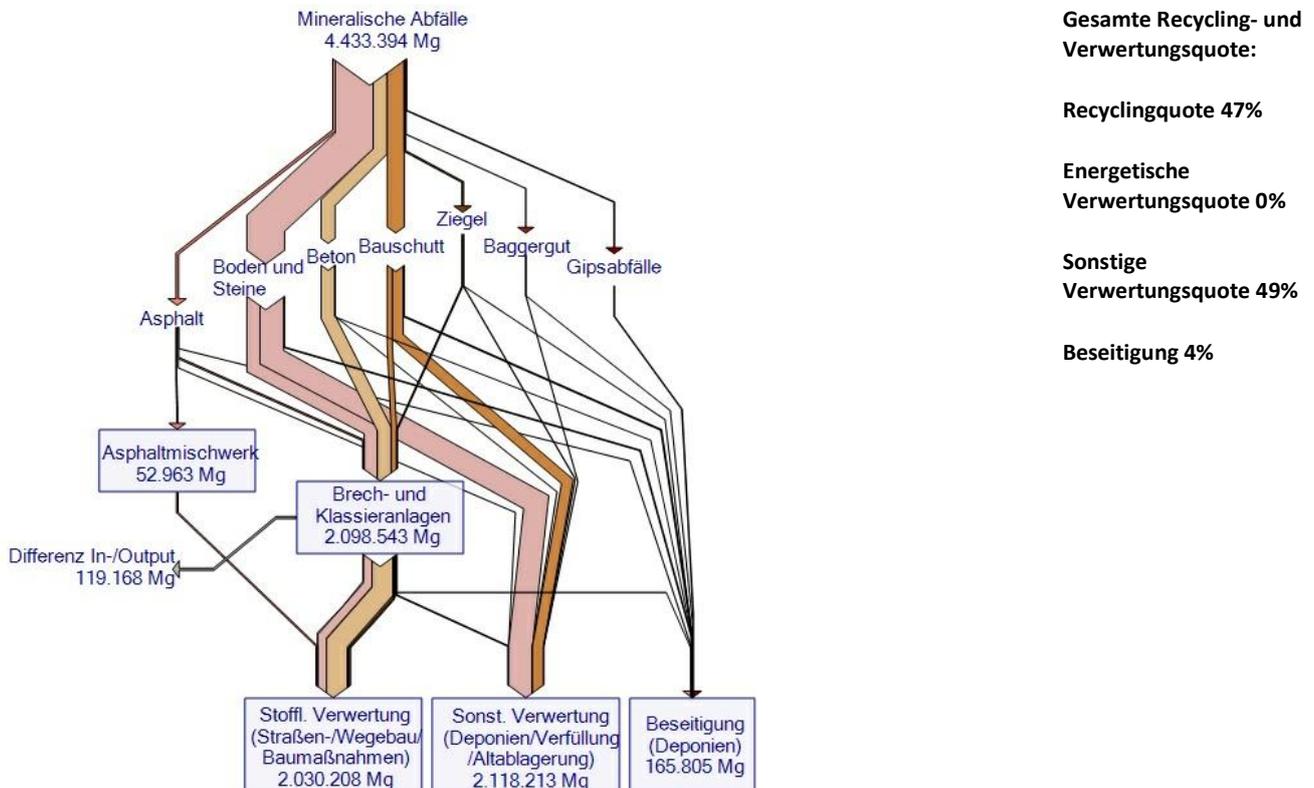


Abbildung 2.1: Stoffflussdiagramm zu Aufkommen und Verbleib der mineralischen Abfälle 2016

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 (6%, MEAB, BSR, Heim), der Altablagerung Großziethen (16%) oder in Verfüllungen (27%, Verfüllung von Sand-, Kies- und Tongruben). Der beseitigte Anteil an mineralischen Abfällen in Höhe von 4% wurde ausschließlich auf den MEAB-Deponien abgelagert. Insgesamt wurden durch die recycelten mineralischen Abfälle (stofflich verwertete Menge abzgl. einer Bitumenmenge im Asphalt von 2.119 Mg) 2.028.090 Mg Natursteine eingespart und eine Fläche von 43.812 m² geschont.

Durch die Steigerung des Einsatzes von RC-Baustoffen bei 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.

Optimierungsmaßnahmen

**Methodische Darstellung
und Zeitreihe**

In der vorliegenden Stoffstrom-, Klima- und Umweltbilanz für das Jahr 2016 konnte erstmalig auch die Bauschutt-Fraktionen Ziegel (AVV 170102) vollständig gesondert erfasst werden und ist damit wie Beton (AVV 170101) in den Abfallberichten der Brech- und Klassieranlagen, der Deponien und den bergrechtlichen Verfüllungen gesondert ausgewiesen. Als „Bauschutt“ sind somit nur noch die Bauschutt-Gemische „Fliesen und Keramik (AVV 170103)“ und „Gemische aus Beton, Ziegel, Fliesen und Keramik (AVV 170107)“ verblieben. Ziel dieser getrennten Betrachtung der Bauschutt-Fraktionen ist es, die Potenziale für deren Recycling und Verwertbarkeit eruieren zu können. Im Übrigen entspricht dieses Vorgehen der Getrennthaltungspflicht für diese Bauschutt-Fraktionen (außer AVV 170107) im Rahmen der novellierten Gewerbeabfallverordnung.

Für eine Vergleichbarkeit des Abfallaufkommens der mineralischen Abfallfraktionen in der Zeitreihe der SKU-Bilanzen ist dieses in Tabelle 2.1 im Überblick dargestellt. Ebenfalls dargestellt sind die Input-Output-Differenzen in Summe sowie die abschließend entsorgte Menge (Verbleib).

Tabelle 2.1: Zeitreihe Aufkommen mineralische Abfallfraktionen

Mineralische Abfallfraktion	2010	2012	2014	2016
Boden und Steine	2.160.000	1.937.773	2.120.176	2.265.656
Bauschutt	851.647	1.166.261	938.201	1.023.659
Beton	791.439	973.983	930.659	842.719
Gipsabfälle	<i>(nicht erfasst)</i>	28.973	36.061	34.767
Ziegel	<i>(nicht erfasst)</i>	<i>(nicht erfasst)</i>	60.354*	97.382
Asphalt	181.613	162.571	190.080	155.367
Baggergut	4.422	10.889	9.107	13.844
Summe Bauschutt	1.643.086	2.140.244	1.929.214	1.963.760
Summe Aufkommen alle	3.989.121	4.280.450	4.284.639	4.433.394
Differenz In-/Output (Lager)	-55.374	-24.943	209.545	119.168
Summe Verbleib alle	4.044.495	4.305.393	4.075.094	4.314.226

* nur Brech- und Klassieranlagen

Insgesamt zeigt sich, dass das gesamte Aufkommen an mineralischen Abfällen von knapp 4 Mio. Tonnen über rund 4,3 auf aktuell 4,4 Mio. Tonnen angestiegen ist. Der Anstieg spiegelt sich vor allem in einem Anstieg der gesamten Bauschuttabfallmenge zwischen 2010 und 2012. Die insgesamt entsorgte Abfallmenge (Verbleib) unterliegt anders als das Aufkommen leichten Auf- und Abschwankungen in Abhängigkeit des Anteils an Lagerbeständen.

2.2.8 Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie (AVV 200301)

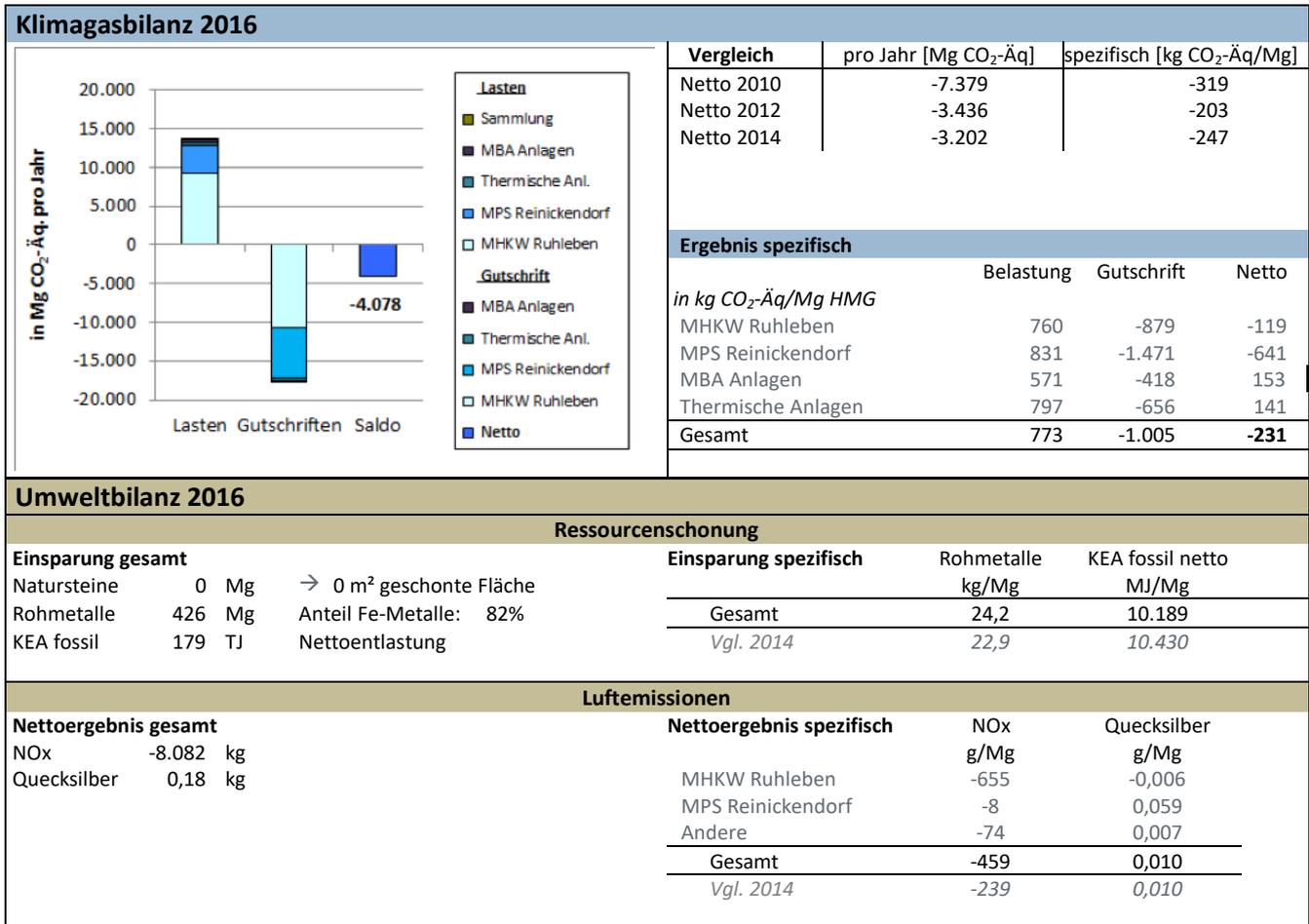
Stoffstrombilanz 2016			
Aufkommen	14.236 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 27.091 Mg
Behandlung	13.313 Mg	MHKW Ruhleben	Aufkommen 2012: 15.525 Mg
	133 Mg	MPS Reinickendorf	Aufkommen 2014: 11.879 Mg
	149 Mg	Rest verschiedene Anlagen (1%)	
	641 Mg	Bunkerverluste	
Stofffluss		Kenndaten (Krankenhausabfälle)	
		Heizwert 14,9 MJ/kg FS C fossil 19% FS Hg-Gehalt 0,3 mg/kg FS	
Input		Bilanzierung	
100% Sonstige Abfallarten		Verbrennung in Rostfeuerung, Dampfabgabe an Vattenfall - Nettostromwirkungsgrad 12,5%; Wärmenutzungsgrad 50,8% - Metallausbeute NE-Metalle 90%, Fe-Metalle 87%	
Output		Recycling-/Verwertungsquoten	
99% MHKW Ruhleben 1% MPS Reinickendorf		Recyclingquote: 2,3% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 78% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: 19% = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: 0,005% = Output zur Beseitigung/Input	
Rest Wasserverlust aus Behandlung in MPS (Ermittlung/Bewertung der Quoten wie HMG, Kap. 2.2.9)			
Klimagasbilanz 2016			
	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]
	Netto 2010 Netto 2012 Netto 2014	-3.576 -720 2.064	Ausweisung nicht sinnvoll Ausweisung nicht sinnvoll -189 (nur MHKW)
Ergebnis spezifisch			
in kg CO ₂ -Äq/Mg Abfall			
MHKW nur Krankenhausabfälle	Belastung	Gutschrift	Netto
	716	-917	-201
Bilanzierung MPS wie für HMG (Kap. 2.2.9) Ausweisung spezifischer Gesamtwert nicht sinnvoll, da verschiedene Abfallarten			
Umweltbilanz 2016			
Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	
Natursteine	0 Mg → 0 m ² geschonte Fläche	Rohmetalle	KEA fossil netto
Rohmetalle	277 Mg Anteil Fe-Metalle: 83%	kg/Mg	MJ/Mg
KEA fossil	138 TJ Nettoentlastung	MHKW nur Krankenhausabfälle	20 10.348
		Vgl. 2014 nur Krankenhausabfall	20 10.314
Luftemissionen			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	
NOx	-9.291 kg	NOx	Quecksilber
Quecksilber	-0,09 kg	g/Mg	g/Mg
		MHKW nur Krankenhausabfälle	-698 -0,007
		Vgl. 2014 nur Krankenhausabfall	-359 -0,002

Das Aufkommen 2016 liegt 20% höher als 2014. Die Abfälle werden wie 2014 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, worauf auch das etwas bessere spezifische Ergebnis zurückzuführen ist.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.9 Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG) (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2016			
Aufkommen	20.400 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 23.096 Mg
Behandlung	12.252 Mg	MHKW Ruhleben	Aufkommen 2012: 16.992 Mg
	4.323 Mg	MPS Reinickendorf	Aufkommen 2014: 15.742 Mg
	46 Mg	MPS Pankow (< 1%)	
	2.738 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	0,30 0,30
6,0% Metalle			
19,0% Organik	5,0% Inertes		
2,0% Holz			
Stofffluss			
<p>überlassungspflichtige hausmüllähnliche Gewerbeabfälle 20.400 Mg</p> <p>Bunker 2.738 Mg Rest MPS Pankow <1%</p> <p>MHKW 12.252 Mg</p> <p>MPS Reinickendorf 4.323 Mg</p> <p>Therm.Anl. 552 Mg</p> <p>MBA Anlagen 490 Mg</p> <p>Wasserverluste 961 Mg</p> <p>Schlacke</p> <p>Mineralien</p> <p>EBS</p> <p>Metalle</p> <p>Störstoffe</p> <p>Sonst. Verwertung (Deponien) 2.774 Mg</p> <p>Energ. Verwertung (MHKW/therm.Anl./EBS-/Kraft-/Zementwerke) 13.044 Mg</p> <p>Stoffl. Verwertung (Metallhütten) 559 Mg</p> <p>Beseitigung (Deponien) 176 Mg</p>		<p>Input</p> <p>100% Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG)</p> <p>Output / Verbleib</p> <p>70% MHKW Ruhleben</p> <p>25% MPS Reinickendorf</p> <p>3% MBA Anlagen</p> <p>3% Thermische Anlagen</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>	
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten	
<p>MHKW: Verbrennung in Rostfeuerung, Dampfabgabe an Vattenfall Nettostromwirkungsgrad 12,5%, Wärmenutzungsgrad 50,8% Metallausbeute NE-Metalle 90%, Fe-Metalle 87%</p> <p>MPS EBS-Ausbeute 66%; davon 86% zur Mitverbrennung Metalloutput 5,5%, 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: 16% = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: 1% = Output zur Beseitigung/Input (Rest Wasserverluste aus Behandlung in MPS und MBA Anlagen)</p>	



Das Aufkommen 2016 in Höhe von 20.400 Mg liegt gegenüber 2014 um 30% höher. Abzüglich der Bunkerverluste gingen rund 70% der Abfälle zum MHKW Ruhleben (2014: 77%, 2012: 59%), 25% zur MPS Reinickendorf (2014: 23%, 2012: 28%) und je rund 3% zu verschiedenen MBA und thermischen Anlagen.

Zusammenfassung

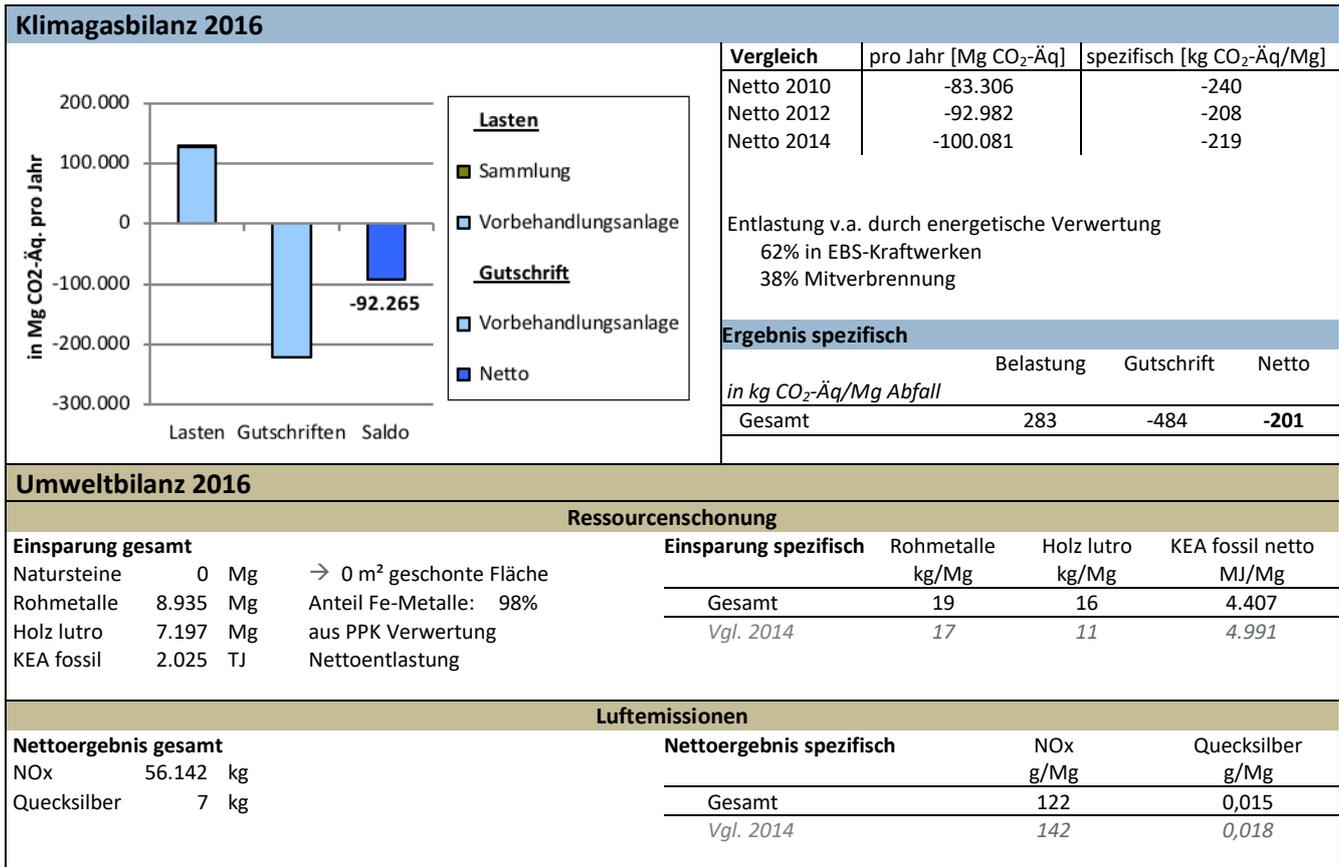
Die Klimagasbilanz zeigt 2016 gegenüber 2014 eine etwas geringere spezifische Nettoentlastung in Höhe von -231 kg CO₂-Äq/Mg (2014: -247 kg CO₂-Äq/Mg). Hintergrund ist vor allem die Aktualisierung bzw. Vereinheitlichung der Emissionsfaktoren für Energie (vgl. Kap. 3.1) durch die in Summe geringere Gutschriften erzielt werden. Im Einzelnen zeigt sich beim MHKW Ruhleben ein etwas besseres spezifisches Ergebnis, da hier die Emissionsfaktoren für Wärme stärker zum Tragen kommen, die im Bundesmix höher liegen als für Berlin, und die etwas besseren Wirkungsgrade des MHKW. Bei der Umweltbilanz liegt die spezifische Nettoentlastung für den KEA fossil analog der Klimagasbilanz etwas niedriger. Die höhere spezifische Nettoentlastung bei den NO_x-Emissionen geht v.a. auf die Aktualisierung der Emissionsfaktoren zurück. Die spezifische Nettobelastung der Quecksilberemissionen ist in Summe gleich geblieben.

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. 2.2.10).

Optimierungsmaßnahmen

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

Stoffstrombilanz 2016			
Aufkommen	410.202 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 347.276 Mg
davon:	190.814 Mg	gemischte Siedlungsabfälle	Aufkommen 2012: 447.515 Mg
	219.389 Mg	gemischte Bauabfälle	Aufkommen 2014: 447.549 M
Behandlung	459.352 Mg	Vorbehandlungsanlagen	
inkl. Differenz In-/Output	-49.149 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	0,30 mg/kg FS
gemischte Siedlungsabfälle	50% trockene Wertstoffe (inkl. Verbunde)		
	25% Sonstige (Inert, Feinfraktion)		
	15% Reststoffe (Holz, Textilien)		
	10% Organik		
Stofffluss			Input
	Differenz In-/Output -49.149 Mg Gemischte Siedlungs- und gemischte Bauabfälle 459.352 Mg		47% gemischte Siedlungsabfälle
	Wasserverluste 5.300 Mg		53% gemischte Bauabfälle
	* Holz inkl. 11.292 Mg über Holzkontore		
	Weitere Wertstoffe, PPK, Metalle, Kunststoffe, EBS-Aufbereitung, Sortierung, Mineralien, Rottefraktion, MBA		Verbleib (nach Vorbehandlungsanlagen)
	Stoffl. Verwertung (Metallhütten/Sonstige Verwerter) 20.012 Mg		4,4% trockene Wertstoffe: stoffliche Verwertung in Aufbereitungs- und Verwertungsanlagen
	Energ. Verwertung (Braunkohlekraftwerk /EBS-/Holz-HKW's /Zementwerke) 228.041 Mg		49,6% EBS und Holz: energetische Verwertung, in EBS-Kraftwerken, Mitverbrennungsanlagen, Biomasse-HKW
	Sonst. Verwertung (Deponien/Verfüllung /Altablagerung) 128.516 Mg		28% Mineralik: sonstige Verwertung durch Deponierekultivierung, Altablagerung
	Beseitigung (MBA/Deponien) 77.483 Mg		17% Mineralische Sortierreste und Rottefraktion: Beseitigung auf Deponien
	Wertstoffausbeute (trockene Wertstoffe + Holz)/Input = 9,1% Vgl. 2014: 7,6%, 2012: 8,2%, 2010: 12,4% 2014 neu inkl. Holz über Holzkontore (alt 6,6%)		
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% Keine weitere Berechnung Klimawirksamkeit AVV 191209 (vgl. ifeu 2015a)		Recyclingquote: 4,4% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 49,6% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: 28% = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: 17% = Output zur Beseitigung/Input (Rest 1,2% Wasserverluste aus Behandlung in MPS)	



Das Aufkommen 2016 in Höhe von 410.202 Mg liegt gegenüber 2014 um 8% niedriger. Von der behandelten Menge (inkl. In-/Outputdifferenz) wurden nur 4,4% stofflich verwertet, 49,6% energetisch und 28% wurden einer sonstigen Verwertung (Mineralik u.a. bei Deponiebaumaßnahmen und Alttablagerungen) zugeführt. Ein Anteil von 17% (AVV 191209, 191212 und 170802) wurde auf Deponien beseitigt.

Zusammenfassung

Das spezifische Ergebnis der Klimagasbilanz liegt gegenüber 2014 etwas niedriger trotz der in 2016 wieder leicht höheren Wertstoffausbeute (9,1% gegenüber 7,6% in 2014). Auch hier ist dies v.a. auf die Aktualisierung bzw. Vereinheitlichung der Emissionsfaktoren für Energie zurückzuführen (Kap. 3.1). Dies gilt analog für die spezifische Nettoentlastung für den KEA fossil. Auch die deutliche geringere spezifische Nettobelastung durch NOx-Emissionen ist durch diesen Umstand bedingt. Die leicht geringere spezifische Nettobelastung bei den Quecksilberemissionen geht auf einen etwas geringeren Anteil an EBS zur Mitverbrennung zurück.

In (ifeu/ICU 2013) wurden folgende Maßnahmen untersucht:

Optimierungsmaßnahmen

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

Die beiden Maßnahmen ergeben deutlich höhere Nettoentlastungen in der Klimagas- und Umweltbilanz (zusätzliche Einsparung an Rohmetallen von 50%, an fossilen Brennstoffen von 40% etc.). Eine erste Umsetzung ist mit der novellierten Gewerbeabfallverordnung zu erwarten. Weitere wesentliche Lenkungsinstrumente sind freiwillige Selbstverpflichtungen, Allianzen zwischen Behörden, Verbänden und Anlagenbetreibern sowie Förderprogramme z.B. zur Modernisierung der Sortiertechnik.

2.2.11 Ungefauter Klärschlamm (AVV 190805)

Stoffstrombilanz 2016			
Aufkommen	45.149 Mg TS	(158.863 Mg FS)	Vergleich: Aufkommen 2010: 41.320 Mg TS (160.561 Mg FS)
Behandlung	45.149 Mg TS	KSVA Ruhleben	Aufkommen 2012: 47.043 Mg TS (164.205 Mg FS)
			Aufkommen 2014: 45.986 Mg TS (161.072 Mg FS)
Stofffluss		Kenndaten	
<p>Ungefauter Klärschlamm 45.149 Mg TS</p> <p>Input 100% ungefauter Klärschlamm</p> <p>KSVA Ruhleben</p> <p>Output Strom (Asche, RGR-Abfälle)</p> <p>Beseitigung (KSVA) 45.149 Mg TS</p>		<p>Heizwert 3,1 MJ/kg FS</p> <p>TS-Gehalt 28,4% FS P-Gehalt 2,3% TS</p> <p>oTS-Gehalt 77,0% TS Hg-Gehalt 0,30 mg/kg TS</p>	
		Bilanzierung	
		<p>Verbrennung in Wirbelschichtfeuerung unter Stromerzeugung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nettostromwirkungsgrad 15,2% - spez. Heizölbedarf KSVA 99 kWh/t Rohschlamm (2014: 67 kWh/t) - aus H_i-Verhältnis (Fremdschlamm : Rohschlamm) berechneter Anteil: rd. 35 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 2016			
	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg TS]
	Netto 2010	16.198	392
Netto 2012	9.597	204	
Netto 2014	8.872	193	
Ergebnis spezifisch			
	Belastung	Gutschrift	Netto
<i>in kg CO₂-Äq/Mg TS Rohschlamm</i>			
Ungefauter Klärschlamm	482	-279	203
Umweltbilanz 2016			
Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt	Einsparung spezifisch		KEA fossil netto
KEA fossil 101 TJ Nettoentlastung			MJ/Mg
	Gesamt		2.240
	<i>Vgl. 2014</i>		3.011
Luftemissionen			
Nettoergebnis gesamt	Nettoergebnis spezifisch		NOx
NOx 3.449 kg			g/Mg TS
Quecksilber 2,8 kg	Gesamt		76
	<i>Vgl. 2014</i>		241
			0,057

Das Aufkommen 2016 in Höhe von 45.149 Mg Trockensubstanz (TS) ist gegenüber 2014 um knapp 2% geringer. Bei den spezifischen Kenndaten liegen TS-Gehalt und damit der Heizwert bezogen auf die Frischsubstanz etwas geringer und der oTS-Gehalt etwas höher gegenüber 2014.

Zusammenfassung

Der Heizölbedarf der KSVa liegt mit 1.776 m³ gegenüber den Vorjahren wieder etwas höher (2014: 1.218 m³, 2012: 1.653 m³) und analog auch der aus dem Heizwertverhältnis zu dem ebenfalls mitverbrannten gefaulten Fremdschlamm berechnete Bedarfsanteil für den ungefaulten Klärschlamm (35,5 kWh/Mg gegenüber 12,2 kWh/Mg in 2014). Der Nettostromwirkungsgrad liegt um 1,2 Prozentpunkte höher als 2014 und damit wieder auf dem Niveau von 2010. Der N₂O-Emissionswert für die KSVa ist im Grundsatz unverändert, allerdings ergibt sich durch die Anpassung der Charakterisierungsfaktoren nach IPCC (vgl. Kap. 3.3) eine geringere Treibhauswirkung aus N₂O-Emissionen. Trotzdem zeigt sich insgesamt eine etwas höhere spezifische Nettobelastung in der Klimagasbilanz für das Jahr 2016 bedingt durch die Vereinheitlichung der Emissionsfaktoren, da die bisherige Gutschrift an Vattenfallstrom höher lag als die jetzige für den Bundesmix (vgl. Kap. 3.1). Analog fällt die Einsparung an fossilen Ressourcen etwas niedriger aus. Für NO_x-Emissionen ergibt sich eine geringere spezifische Nettobelastung aufgrund der aktualisierten Emissionsfaktoren für Energie. Die spezifische Nettobelastung an Quecksilberemissionen liegt etwas höher als 2014 bedingt durch die etwas höheren spezifischen Emissionen aus der KSVa im Jahr 2016.

Bereits in den Vorläuferstudien wurden folgenden Maßnahmen untersucht:

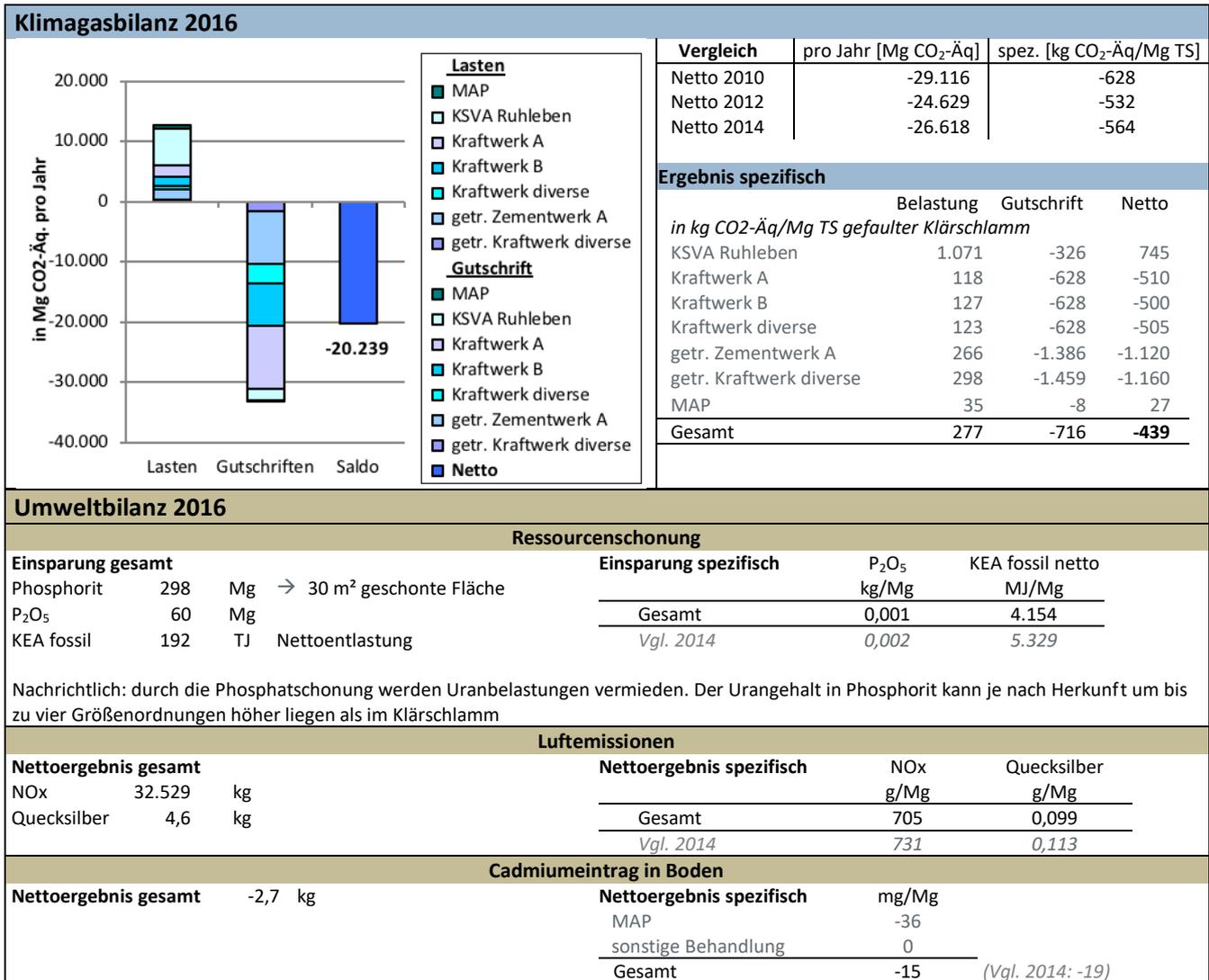
Optimierungsmaßnahmen

- Reduzierung der N₂O-Emissionen
- verbesserte Dampfnutzung

Zur Minderung der N₂O-Emissionen gilt weiterhin, dass die aktuelle Emissionsituation 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.

2.2.12 Gefaulter Klärschlamm (AVV 190805)

Stoffstrombilanz 2016			
Aufkommen	46.129 Mg TS	(165.127 Mg FS)	Vergleich: Aufkommen 2010: 46.332 Mg TS (140.998 Mg FS) Aufkommen 2012: 46.460 Mg TS (145.695 Mg FS) Aufkommen 2014: 47.199 Mg TS (164.878 Mg FS)
davon:	18.557 Mg TS	MAP-Verfahren	
Behandlung	5.723 Mg TS	KSVA Ruhleben	
	33.043 Mg TS	Mitverbrennung Kraftwerke	
	7.363 Mg TS	Trocknung und Mitverbrennung	
Kenndaten gefaulter Klärschlamm		Kenndaten gefaulter und getrockneter Klärschlamm	
Heizwert	1,37 MJ/kg FS (1,31)	Heizwert	12,34 MJ/kg FS
TS-Gehalt	24,7 % FS (24,30%)	TS-Gehalt	95,8 % FS
oTS-Gehalt	65,0 % TS	oTS-Gehalt	65,0 % TS
P-Gehalt	4 % TS	P-Gehalt	7 % TS
Hg-Gehalt	0,5 mg/kg TS	Hg-Gehalt	0,5 mg/kg TS
Cd-Gehalt	0,9 mg/kg TS	Cd-Gehalt	0,9 mg/kg TS
<i>Abweichende Werte in Klammern für Fremdschlamm in KSVA</i>			
Stofffluss			
		<p>Input</p> <p>100% gefaulter Klärschlamm davon 40% über MAP-Verfahren behandelt und 16% getrocknet</p> <p>Output / Verbleib (Bezug TS)</p> <ul style="list-style-type: none"> 12% KSVA Ruhleben 36% Kraftwerk A 25% Kraftwerk B 11% verschiedene Kraftwerke 14% Zementwerk A (getrockneter Schlamm) 2% verschiedene Kraftwerke (getr. Schlamm) 0,5% MAP-Dünger 	
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten	
<p>P-Rückgewinnung im MAP-Verfahren (vgl. ifeu 2015a)</p> <p>KSVA anteiliger Heizölbedarf rd. 528 kWh/Mg Input gefaulter Klärschlamm und anteilige N₂O-Emissionen 1,41 kg/Mg TS Input gefaulter Klärschlamm (weiteres siehe ungebrauchter Klärschlamm)</p> <p>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 100% Faulgas, 0% Erdgas; heizwertäquivalente Substitution Braunkohle</p>		<p>Recyclingquote: 0,1% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: 87,5% = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: 12,4% = Output zur Beseitigung/Input</p>	



Das Aufkommen 2016 in Höhe von 46.129 Mg Trockensubstanz (TS) liegt um 2% niedriger als 2014. Der Anteil gefault, getrockneter Klärschlamm liegt bei 16% (2014: 17%, 2012: 28%).

Zusammenfassung

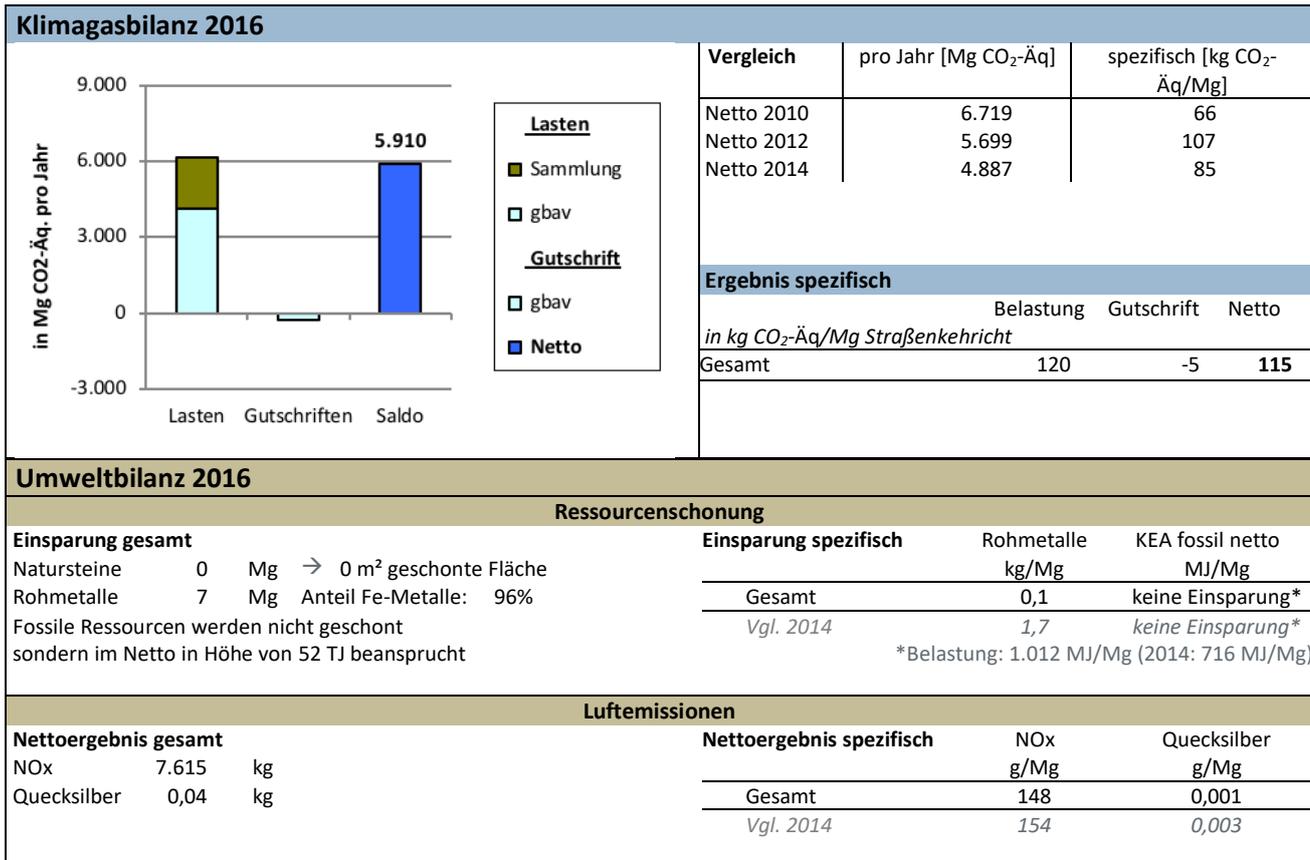
Die Klimagasbilanz zeigt 2016 gegenüber 2014 in Summe eine geringere spezifische Nettoentlastung. Neben der Vereinheitlichung der Emissionsfaktoren für Energie (vgl. Kap. 3.1) überlagern sich hier die verminderte Treibhauswirkung für N₂O-Emissionen mit einem höheren Heizölbedarf und vor allem einem geringeren Heizwert der Klärschlämme. Analog zur Klimagasbilanz fällt die spezifische Einsparung für den KEA fossil geringer aus. Die spezifische Phosphateinsparung gilt für die gesamte Menge an Klärschlamm von der 2016 40 % über das MAP-Verfahren behandelt wurden (2014: 42%). Die spezifischen Nettobelastungen durch NO_x- und Quecksilber liegen gegenüber 2014 geringer, zum einen ebenfalls wegen der aktualisierten Emissionsfaktoren, zum anderen wegen eines geringeren Quecksilbergehalts im Klärschlamm.

Für in der KSWA Ruhleben behandelten gefaulten Klärschlamm entsprechen Optimierungsmöglichkeiten denen des ungefaulten Klärschlammes. Für gefaulten und gefault, getrockneten Klärschlamm zur Mitverbrennung wurden in (ifeu/ICU 2013) und (ifeu 2015a) Szenarien zur Monoverbrennung mit Phosphatrückgewinnung untersucht.

Optimierungsmaßnahmen

2.2.13 Straßenkehrriecht (AVV 200303)

Stoffstrombilanz 2016			
Aufkommen	52.163 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 101.557 Mg
Behandlung	51.537 Mg gbav		Aufkommen 2012: 55.748 Mg
	626 Mg verschiedene Anlagen		Aufkommen 2014: 57.840 Mg
Abfallzusammensetzung		Kenndaten EBS aus MBS	
69% Maschinenkehrriecht		Heizwert	13,5 MJ/kg FS Betreiberangaben
22% Handkehrriecht		C fossil	12,4 % FS Annahme Durchschnitt D
9% Altstreugut (Streumittel Winterdienst v.a. mineralisch)		Hg-Gehalt	0,3 mg/kg FS Annahme
Stofffluss			
		<p>Input 100% Straßenkehrriecht</p>	
<p>Output / Verbleib</p> <ul style="list-style-type: none"> 92% Mittelfraktion zur MBA Schöneiche 1% Grobfraktion zur MBS ZAB Niederlehmte 6% Mineralien zur Ablagerung 0,3% sonstige (gef.) Abfälle zur Beseitigung 			
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten	
<p>Sammlung Maschinenkehrriecht und Altstreugut mit Kehrmaschine (Annahme 20 l Diesel/Mg)</p> <p>Strombedarf gbav Annahme 5 kWh/Mg (2014: 10 kWh/Mg, Annahme reduzierter Bedarf wg. neuer Siebanlage)</p> <p>Mittelfraktion MBA wie Rottefraktion, kann aber nicht direkt in Biologie eingebracht werden, Aufwand Durchschnitt D</p> <p>Massenbilanz, Energiebedarf MBS Betreiberangaben, EBS 90% zur Mitverbrennung</p>		<p>Recyclingquote: 0,02% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: 0,3% = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: 6,2% = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: 93,2% = Output zur Beseitigung/Input (Rest Wasserverluste aus Behandlung in MBS)</p>	



Das Aufkommen 2016 in Höhe von 52.163 Mg liegt um rd. 10% niedriger als 2014. Der Anteil Handkehricht ist dabei unverändert, der von Altstreugut ein Prozentpunkt niedriger zugunsten des Anteils von Maschinenkehricht. Wie in den Vorjahren wurde Straßenkehricht fast ausschließlich über die gbav behandelt. Der daraus aussortierte Anteil zur MBA Schöneiche liegt um neun Prozentpunkte höher als 2014 (92% statt 83%). Umgekehrt liegt der Anteil zur MBS (Grobfraktion) nur bei 1% (2014: 7%) und es erfolgte keine mikrobiologische Behandlung.

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz zeigt eine höhere spezifische Nettobelastung aufgrund des geringen Anteils an Grobfraktion, die über die MBS ZAB behandelt wird und entsprechend geringerer Gutschrift. Entsprechend liegen auch die spezifische Schonung von Rohmetallen niedriger und die Nettobelastung beim KEA fossil höher als 2014.

Zur Optimierung der Trennung der organischen und mineralischen Bestandteile des Straßenkehrichts wurde Ende 2014 eine neue Siebanlage in Betrieb genommen, die weitgehend gute Trennergebnisse liefert. Dass dennoch der Anteil Mineralien 2016 weiterhin bei 6% lag und nur geringe Anteile Grobfraktion aussortiert wurden ist ggf. auf die Zusammensetzung des Kehrichts zurückzuführen.

Optimierungsmaßnahmen

2.2.14 Getrennt gesammeltes Altholz (AVV 200138 und AVV 170201)

Stoffstrombilanz 2016																									
Aufkommen	107.946 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 147.862 Mg Aufkommen 2012: 139.156 Mg Aufkommen 2014: 127.462 Mg																							
Behandlung	80.808 Mg aus Berliner Holzkontoren																								
	27.138 Mg BSR-Menge (Umschlag) zur energ.Verw.																								
Stofffluss	<p>Input 100% Altholz gesammelt</p> <p>Output 100% Altholz davon: 39% Holz-HKW Berlin-Neukölln 32% MVV Biopower 10% Unitherm Baruth 7% ORS KW Wilmersdorf 11% Sonstige Biomasse-HKW</p> <p>energ. Verwertung (Holz-HKWs) 107.946 Mg</p>	<p>Kenndaten Heizwert 14 MJ/kg FS C fossil 1% FS (Verunreinigungen)</p> <p>Bilanzierung Aufkommen aus Abfallberichten der beiden Holzkontore in Berlin abzgl. Holz mit gefährlichen Stoffen und nur Anteil aus Berlin (abzgl. Mengen aus anderen Abfallarten, dort bilanziert) Verteilschlüssel Holz-HKWs aus Erhebung 2009 beibehalten Transport zu den Holz-HKWs 40 bis 85 km Energetische Nutzung mit Kenndaten und Wirkungsgraden der Holz-HKWs; gewichtetes Mittel Nettostrom 23,9%; Wärmenutzung 24,7%</p> <p>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</p>																							
Klimagasbilanz 2016																									
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Legend: Lasten (Sammlung, Verwertung), Gutschrift (Verwertung, Netto)</p> <p>Saldo: -80.188</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto 2010</td> <td>-98.175</td> <td>-664</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>-102.939</td> <td>-740</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>-104.685</td> <td>-821</td> </tr> </tbody> </table> <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>in kg CO₂-Äq/Mg Altholz</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>56</td> <td>-799</td> <td>-743</td> </tr> </tbody> </table>	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Netto 2010	-98.175	-664	Netto 2012	-102.939	-740	Netto 2014	-104.685	-821		Belastung	Gutschrift	Netto	in kg CO ₂ -Äq/Mg Altholz				Gesamt	56	-799	-743
Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]																							
Netto 2010	-98.175	-664																							
Netto 2012	-102.939	-740																							
Netto 2014	-104.685	-821																							
	Belastung	Gutschrift	Netto																						
in kg CO ₂ -Äq/Mg Altholz																									
Gesamt	56	-799	-743																						
Umweltbilanz 2016																									
Ressourcenschonung																									
Einsparung gesamt	Einsparung spezifisch Holz lutro [kg/Mg]																								
Holz lutro 0 Mg	Gesamt 0 (unverändert zu 2014)																								
Luftemissionen																									
Nettoergebnis gesamt	Nettoergebnis spezifisch NOx [g/Mg]																								
NOx -4.104 kg	Gesamt -38 (vgl. 2014: 51 g/Mg)																								

Das Aufkommen 2016 liegt 15% niedriger als 2014. In der Klimagasbilanz wird v.a. aufgrund der Vereinheitlichung der Stromemissionsfaktoren eine geringer spezifische Nettoentlastung erzielt. Ebenfalls aus diesem Grund ergibt sich eine Ergebnisumkehr bei den NOx-Emissionen (vgl. Kap. 3.1). Relevante Optimierungen gegenüber der energetischen Verwertung waren in (ifeu/ICU 2012) nicht erkennbar. Das gewichtete Mittel der Wirkungsgrade hat sich nur wenig verändert.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

Die gegenwärtigen gesamten Stoffströme von Holz aus Berlin sind im Kapitel „Gesamt-Stoffstrombilanz holzige Abfälle“ dargestellt.

2.2.15 Baum- und Strauchschnitt (AVV 200138)

Stoffstrombilanz 2016				
Aufkommen	48.305 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 45.892 Mg (44.656 + 1.236) Aufkommen 2012: 46.017 Mg (44.656 + 1.361) Aufkommen 2014: 44.749 Mg (44.656 + 93)	
davon	44.656 Mg	(aus Erhebung 2009)		
Behandlung	9.702 Mg	Mulchung vor Ort		
	36.731 Mg	(Aufbereitung zur) energ. Verwertung		
	1.872 Mg	(Umschlag zur) Kompostierung		
Stofffluss		Input	Kenndaten	
<p>Baum- und Strauchschnitt 48.305 Mg</p> <p>Kompostierung 1.872 Mg</p> <p>stoffl. Verw. (Mulchung/Kompostierung) 11.574 Mg</p> <p>energ. Verw. (Kohlekraftwerke/Holz-HKWs) 36.731 Mg</p>		100% Baum- und Strauchschnitt	Heizwert 9 MJ/kg FS keine Cfossil Verunreinigung	
		Output	Bilanzierung	
		20% Mulchung vor Ort	Aufkommen und Verteilschlüssel Holz-HKWs aus Erhebung 2009	
		4% Kompostierung	Mulchung Dieselaufwand; Transport zu Holz- HKWs 40-85 km;	
		76% energ. Verwertung	Holzaufbereitung Strombedarf Annahme 20 kWh/Mg	
		davon:	Energetische Nutzung mit Kenndaten und Wirkungsgraden der Holz HKWs gewichtetes Mittel: Nettostrom 17%, Wärmenutzung 48,4%	
		12% Mitverbrennung		
		88% Holz-HKWs		
			Recycling-/Verwertungsquoten	
			Recyclingquote: 24%	
			= Output zur stofflichen Verwertung/Input	
			Energetische Verwertungsquote: 76%	
			= Output zur energetischen Verwertung/Input	
			Sonstige Verwertungsquote: -	
			= Output zur sonstigen Verwertung/Input	
			Beseitigungsquote: -	
			= Output zur Beseitigung/Input	
Klimagasbilanz 2016				
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p> <p>-22.267</p>	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	
	Netto 2010	-23.371	-509	
	Netto 2012	-23.382	-508	
	Netto 2014	-22.690	-508	
	Ergebnis spezifisch			
		Belastung	Gutschrift	Netto
	in kg CO ₂ -Äq/Mg Abfall			
	Gesamt	22	483	-461
Umweltbilanz 2016				
Ressourcenschonung				
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	Holz lutro Phosphat	
Phosphorit	6 Mg → 0,6 m ² geschonte Fläche	kg/Mg	kg/Mg	
P ₂ O ₅	1,3 Mg <i>neu wegen Kompostierung</i>	Gesamt	0 0,03	
Holz lutro	0 Mg		(unverändert)	
Luftemissionen				
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	NO _x [g/Mg]	
NO _x	9.315 kg	Gesamt	193 (Vgl. 2014: 217)	
Cadmiumeintrag in Boden				
Nettoergebnis gesamt	0,01 kg (<i>neu wegen Kompostierung</i>)	Nettoergebnis spezifisch	Gesamt 0,13 mg/Mg	

Das Aufkommen 2016 liegt 8% höher als 2014. Die geringere spezifische Nettoentlastung der Klimagasbilanz sowie die geringer Nettobelastung der NO_x-Emissionen sind auf die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Energie zurückzuführen (Kap. 3.1) sowie auf die anteilige Kompostierung. Letztere bedingt auch Phosphateinsparungen und Cadmiumeinträge. Relevante Optimierungen gegenüber der energetischen Verwertung waren in (ifeu/ICU 2012) nicht erkennbar. Das gewichtete Mittel der Wirkungsgrade ist demgegenüber wenig verändert.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

Gesamt-Stoffstrombilanz Holzabfälle aus Berlin (v.a. Kap. 2.2.14 und 2.2.15)

Holzige Abfälle werden in Berlin sowohl sortenrein erfasst als auch in Abfallgemischen aus denen sie aussortiert werden. Zu letzteren zählen **Stoffströme**

- Sperrmüll (Sperrmüllsortieranlage AAS) und
- gemischte Siedlungsabfälle und gemischte Bauabfälle (Vorbehandlungsanlagen).

Sortenrein erfasste holzige Abfälle aus Berlin sind

- Weihnachtsbäume,
- Baum- und Strauchschnitt,
- Altholz (BSR-Sammlung und aus Holzkontoren).

Die in den Berliner Holzkontoren (Preußen und Interseroh) sortierten Holzabfälle stammen sowohl aus Berlin als auch aus Brandenburg. Neben Altholz werden dort anteilig auch Weihnachtsbäume, Holz aus Sperrmüll oder aus Vorbehandlungsanlagen sowie Baum- und Strauchschnitt angedient und sortiert. Diese Mengen werden in der Klimagas- und Umweltbilanz unter den Abfallarten bilanziert als die bzw. mit denen sie erfasst wurden. Abbildung 2.2 zeigt die Holzströme für das Jahr 2016. Die Altholzmenge aus Berlin aus den Berliner Holzkontoren wird über die Jahresberichte der Anlagen ermittelt. Vom gesamten Output der Anlagen wird zunächst der Anteil an Abfall mit gefährlichen Stoffen abgezogen, da diese von der SKU-Bilanz ausgenommen sind. Im Weiteren wird der aus Berlin stammende Anteil berechnet (nach Auskunft der Holzkontore 80% der bei Interseroh und 60% der im Holzkontor Preußen behandelten Menge). Schließlich wird die Menge aus anderen Abfallarten abgezogen (-14.699 Mg), um eine Doppelbilanzierung zu vermeiden, und abschließend die über die BSR gesammelte Menge Altholz, die nicht über die Holzkontore behandelt wurde, zuaddiert (27.138 Mg). Die Summe ergibt die Menge an in Berlin getrennt gesammeltem Altholz, die im Steckbrief Kapitel 2.2.14 beschrieben ist. Die gesamte Summe an Holz und Altholz aus Berlin im Jahr 2016 beläuft sich auf 181.975 Mg und beinhaltet neben Altholz, Weihnachtsbäume, Baum- und Strauchschnitt sowie die aussortierten Holzmengen.

Für die energetische Verwertung von Holz waren in (ifeu/ICU 2012) Befragungen durchgeführt worden im Ergebnis derer „Verteilschlüssel“ abgeleitet wurden. Diese in Tabelle 2.2 aufgeführten Verteilungen werden weiterhin verwendet, da aktuell die Holzabfälle weiterhin zu den gleichen Anlagen verbracht werden. **Energetische Verwertung**

Tabelle 2.2: Verteilschlüssel für die energetische Verwertung von Holzabfällen

MVV BioPower	ORS Wilmerdorf	Unitherm Baruth	HKW Ludwigsfelde	HKW Berlin- Neukölln	KW Reuter	KW Klingenberg	Durchschnitt D
Allgemeiner Verteilschlüssel für aussortiertes Holz zur energetischen Nutzung							
12%	14%	13%		53%			8%
Verteilschlüssel Altholz (Output Holzkontore = ohne direkt verwertete BSR-Mengen)							
16%	10%	13%		52%			9%
Verteilschlüssel Baum- und Strauchschnitt							
6%	7%	7%	36%	27%	4%	8%	4%

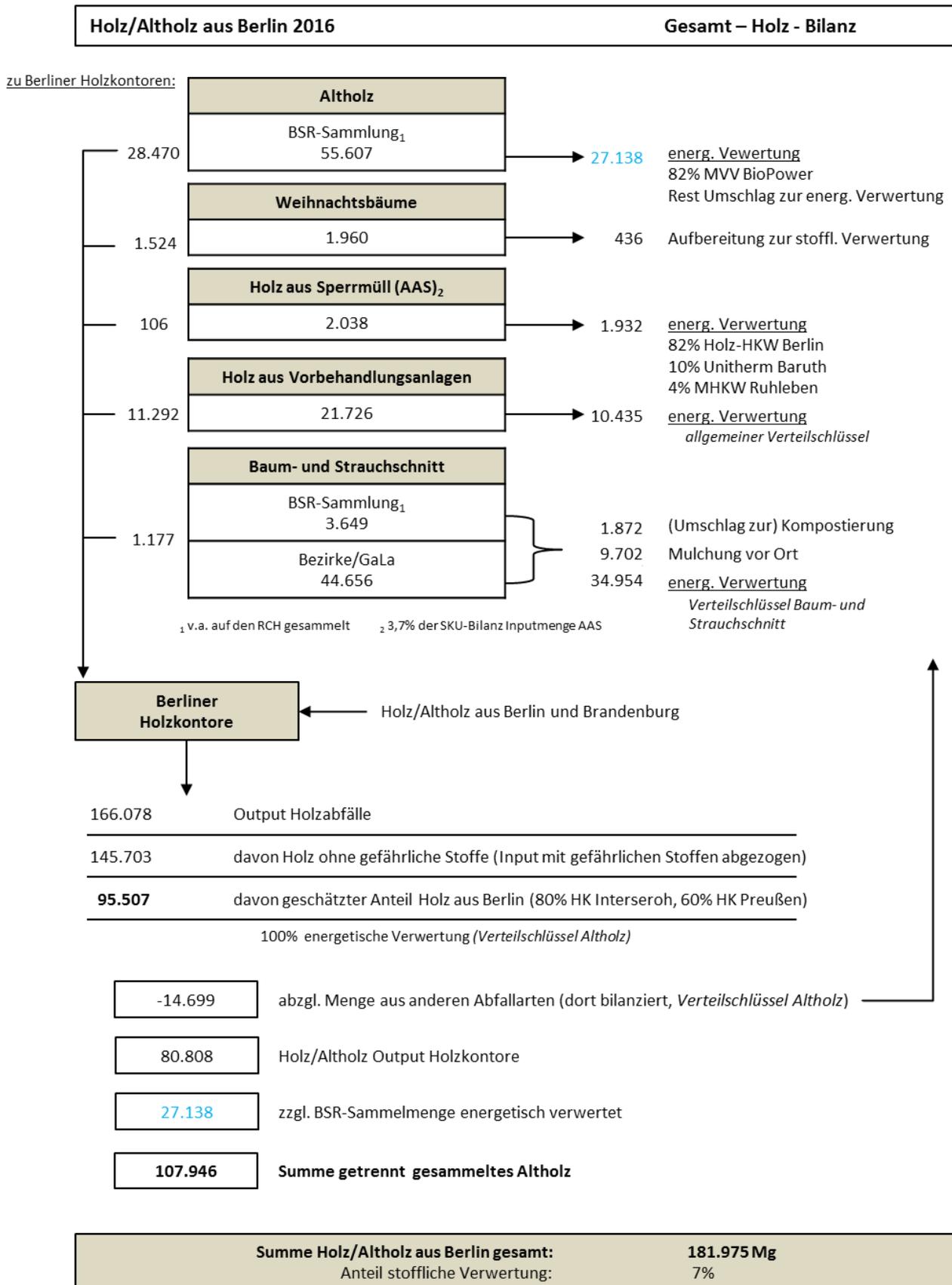
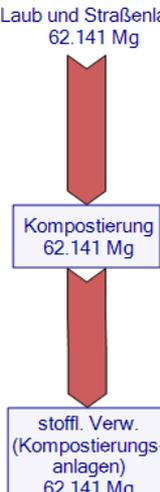
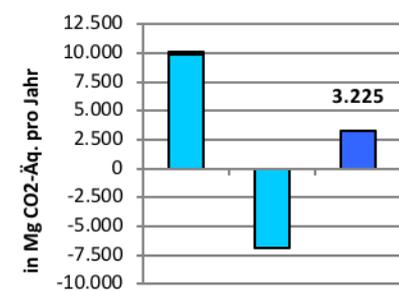


Abbildung 2.2: Gesamt-Holz-Bilanz für holzige Abfälle aus Berlin im Jahr 2016

2.2.16 Laub / Straßenlaub (AVV 200201)

Stoffstrombilanz 2016					
Aufkommen	62.141 Mg	(24.142 Mg aus Erhebung 2009)	Vergleich: Aufkommen 2010: 56.395 Mg (24.142 + 32.253)		
Behandlung	62.141 Mg	offene Kompostierung	Aufkommen 2012: 70.018 Mg (24.142 + 45.876)		
			Aufkommen 2014: 71.615 Mg (24.142 + 47.473)		
Stofffluss		Input	Kenndaten Kompost		
<p>Laub und Straßenlaub 62.141 Mg</p>  <p>Kompostierung 62.141 Mg</p> <p>stoffl. Verw. (Kompostierungs- anlagen) 62.141 Mg</p>		100% Laub, Straßenlaub	<p>Analysewerte Laubkompost Hennickendorfer beibehalten</p> <p>P₂O₅-Gehalt 0,25% TS Cd-Gehalt 0,4 mg/kg TS</p>		
		Output	Bilanzierung		
		Kompost (38% d. Input)	<p>Menge Bezirke, GaLaBau 24.142 Mg aus Erhebung 2009; Validierung soweit neue Erkenntnisse zu erwarten sind</p> <p>Offene Kompostierung; keine Störstoffe</p> <p>Emissionsfaktoren UBA-Texte 39/2015 (vgl. ifeu 2015a)</p> <p>Erzeugte Kompostmenge 382 kg/Mg Input, 55% TS</p>		
			Recycling-/Verwertungsquoten		
			<p>Recyclingquote: 100%</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: -</p> <p>= Output zur Beseitigung/Input</p>		
Klimagasbilanz 2016					
 <p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p>		Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	
		Netto 2010	-821	-15	
		Netto 2012	-935	-13	
		Netto 2014	2.821	39	
		Ergebnis spezifisch			
			Belastung	Gutschrift	Netto
		in kg CO ₂ -Äq/Mg Abfall			
		Gesamt	163	-111	52
Umweltbilanz 2016					
Ressourcenschonung					
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch			
Phosphorit	163 Mg → 16,2 m ² geschonte Fläche	P ₂ O ₅	kg/Mg		
P ₂ O ₅	33 Mg	Gesamt	0,53 (vgl. 2014: 0,52)		
Luftemissionen					
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch			
NH ₃	2.738 kg	NH ₃ [g/Mg]	NOx [g/Mg]		
		Gesamt	44	-*	
		Vgl. 2014	44		
* nur für Mitverbrennungsversuch 2014 ausgewertet					
Cadmiumeintrag in Boden					
Nettoergebnis gesamt	0,15 kg	Nettoergebnis spezifisch	2,5 mg/Mg (unverändert)		

Das Aufkommen 2016 liegt 13% niedriger als 2014. Die spezifische Nettobelastung der Klimagasbilanz 2016 liegt nochmals etwas höher aufgrund der Aktualisierung der IPCC-Charakterisierungsfaktoren (Kap. 3.3). Die spezifische Phosphatschonung sowie weitere Faktoren der Umweltbilanz entsprechen dem Ergebnis vor dem Mitverbrennungsversuch im IKW Rüdersdorf in 2014. NO_x-Emissionen wurden 2014 nur aufgrund des Mitverbrennungsversuchs ausgewertet. Dieser war erfolgreich (ifeu 2015a). Weitere Alternativen bestehen in der Umlenkung zu emissionsarmen biologischen Behandlungsverfahren.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.17 Straßenbegleitgrün (AVV 200201)

Stoffstrombilanz 2016		
Aufkommen	8.176 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 4.758 Mg
Behandlung	8.176 Mg offene Kompostierung	Aufkommen 2012: 5.398 Mg
		Aufkommen 2014: 5.870 Mg
Stofffluss	<p>Input 100% Straßenbegleitgrün</p> <p>Output Kompost (18,4% d. Input)</p>	Kenndaten Kompost <i>wie bei Mähgut gewertet</i> P ₂ O ₅ -Gehalt 0,43% TS Cd-Gehalt 0,3 mg/kg TS
		Bilanzierung Offene Kompostierung; keine Störstoffe Emissionsfaktoren UBA-Texte 39/2015 (vgl. ifeu 2015a) 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 2016		
	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]
		spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]
	Netto 2010	70
	Netto 2012	240
	Netto 2014	521
	Ergebnis spezifisch	
		Belastung
		Gutschrift
		Netto
	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>	
	Gesamt	154
		-54
		101
Umweltbilanz 2016		
Ressourcenschonung		
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch P ₂ O ₅ [kg/Mg]
Phosphorit	18 Mg → 1,8 m ² geschonte Fläche	Gesamt 0,44 (unverändert)
P ₂ O ₅	3,6 Mg	
Luftemissionen		
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch NH ₃ [g/Mg]
NH ₃	894 kg	Gesamt 109 (unverändert zu 2014)
Cadmiumeintrag in Boden		
Nettoergebnis gesamt	-0,10 kg	Nettoergebnis spezifisch -12 [mg/Mg] (unverändert)

Das Aufkommen 2016 liegt 39% höher als 2014. Die spezifische Nettobelastung der Klimagasbilanz 2016 liegt nochmals etwas höher als 2014 aufgrund der Aktualisierung der IPCC-Charakterisierungsfaktoren (Kap. 3.3). Weitere Faktoren sind unverändert. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung dieses Stoffstroms zu emissionsarmen biologischen Behandlungsanlagen.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.18 Mähgut (AVV 200201)

Stoffstrombilanz 2016				
Aufkommen	43.600 Mg	(nach Erhebung 2009)	Vergleich: konstante Mengen nach Erhebung 2009 Validierung soweit neue Erkenntnisse zu erwarten sind	
Behandlung	43.600 Mg	offene Kompostierung		
Stofffluss		Kenndaten Kompost		
<p>Input 100% Mähgut</p> <p>Output Kompost (18,4% d. Input)</p> <p>stoffl. Verwertung (Kompostierungsanlagen) 43.600 Mg</p>		Werte wie Biogut/Eigenkompostierung P ₂ O ₅ -Gehalt 0,43% TS Cd-Gehalt 0,3 mg/kg TS		
		Bilanzierung		
		Offene Kompostierung; keine Störstoffe Emissionsfaktoren UBA-Texte 39/2015 (vgl. ifeu 2015a) 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 2016				
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p>	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	
	Netto 2010	644	15	
	Netto 2012	644	15	
Netto 2014	3.872	89		
Ergebnis spezifisch				
		Belastung	Gutschrift	Netto
in kg CO ₂ -Äq/Mg Mähgut				
Gesamt	154	-54	101	
Umweltbilanz 2016				
Ressourcenschonung				
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch P ₂ O ₅ [kg/Mg]		
Phosphorit	95 Mg → 9,4 m ² geschonte Fläche	Gesamt	0,44 (unverändert)	
P ₂ O ₅	19 Mg			
Luftemissionen				
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch NH ₃ [g/Mg]		
NH ₃	4.767 kg	Gesamt	109 (unverändert zu 2014)	
Cadmiumeintrag in Boden				
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch		
	-0,52 kg	Gesamt	-12 mg/Mg (unverändert)	

Die spezifische Nettobelastung der Klimagasbilanz 2016 liegt nochmals etwas höher als 2014 aufgrund der Aktualisierung der IPCC-Charakterisierungsfaktoren (Kap. 3.3). Weitere Faktoren sind unverändert. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung dieses Stoffstroms zu emissionsarmen biologischen Behandlungsanlagen.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.19 Speisereste (AVV 200108)

Stoffstrombilanz 2016															
Aufkommen	47.441 Mg	(Abfrage Betreiber)	Vergleich: Aufkommen 2010: 37.325 Mg												
Behandlung	45.113 Mg	Anlagen mit Nachgärer	Aufkommen 2012: 35.980 Mg												
	2.328 Mg	Anlagen mit offenem Gärrestlager	Aufkommen 2014: 46.718 Mg												
Stofffluss		Kenndaten Gärrest													
		(berechnet) 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 122 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 s. (ifeu 2015a)													
		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 ist aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchie der Recyclingquote zugeordnet												
		= 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 2016															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto 2010</td> <td>-3.425</td> <td>-92</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>-2.907</td> <td>-81</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>-3.214</td> <td>-69</td> </tr> </tbody> </table>		Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Netto 2010	-3.425	-92	Netto 2012	-2.907	-81	Netto 2014	-3.214	-69
Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]													
Netto 2010	-3.425	-92													
Netto 2012	-2.907	-81													
Netto 2014	-3.214	-69													
		Ergebnis spezifisch													
		Belastung	Gutschrift												
		in kg CO ₂ -Äq/Mg Speisereste													
		Gesamt	-54												
Umweltbilanz 2016															
Ressourcenschonung															
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch													
Phosphorit	538 Mg → 53 m ² geschonte Fläche	P ₂ O ₅	kg/Mg												
P ₂ O ₅	108 Mg	Gesamt	2,27 (unverändert)												
Luftemissionen															
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch													
NH ₃	5.088 kg	NH ₃	g/Mg												
		Gesamt	107 (unverändert zu 2014)												
Cadmiumeintrag in Boden															
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch													
	-3,72 kg		-79 mg/Mg (unverändert)												

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen für Speisereste sind nach dem Steckbrief für Fettabscheiderinhalte gemeinsam mit diesen beschrieben.

2.2.20 Fettabscheiderinhalte (AVV 190809)

Stoffstrombilanz 2016															
Aufkommen	18.646 Mg	(Abfrage Betreiber)	Vergleich: Aufkommen 2010: 12.873 Mg												
Behandlung	16.730 Mg	Anlagen mit Nachgärer	Aufkommen 2012: 7.560 Mg												
	428 Mg	Anlagen mit offenem Gärrestlager	Aufkommen 2014: 14.951 Mg												
	1.488 Mg	Mitbehandlung Kläranlage													
Stofffluss															
	Input	Kenndaten Gärrest TS-Gehalt 11% P ₂ O ₅ -Gehalt 2% TS N-Gehalt 7% TS Cd-Gehalt 0,255 mg/kg TS													
	Output	Bilanzierung Transportentfernung gewichtetes Mittel 203 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 s. ifeu (2015a) 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 ist aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchie der Recyclingquote zugeordnet Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input													
Klimagasbilanz 2016															
	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]												
	Netto 2010 Netto 2012 Netto 2014		-1.304 -2.303 -2.247	-179 -173 -150											
	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 Fettabscheiderinhalte</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>135</td> <td>-259</td> <td>-124</td> </tr> </tbody> </table>				Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Fettabscheiderinhalte</i>				Gesamt	135	-259	-124
	Belastung	Gutschrift	Netto												
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Fettabscheiderinhalte</i>															
Gesamt	135	-259	-124												
Umweltbilanz 2016															
Ressourcenschonung															
Einsparung gesamt			Einsparung spezifisch												
Phosphorit 165 Mg → 16,4 m ² geschonte Fläche			P ₂ O ₅ kg/Mg												
P ₂ O ₅ 33 Mg			Gesamt 1,77 (Vgl. 2014: 1,75 kg/Mg)												
Luftemissionen															
Nettoergebnis gesamt			Nettoergebnis spezifisch												
NH ₃ 6.357 kg			NH ₃ [g/Mg]												
			Gesamt 341 (Vgl. 2014: 342 g/Mg)												
Cadmiumeintrag in Boden															
Nettoergebnis gesamt			Nettoergebnis spezifisch												
-1,27 kg			Gesamt -68 mg/Mg (nahezu gleich)												

Zusammenfassung Speisereste und Fettscheiderinhalte (Kap. 2.2.19 und 2.2.20)

Für das Jahr 2016 wurden erstmals keine Mengen an überlagerten Lebensmittelabfällen ausgewiesen, der entsprechende Steckbrief entfällt. Das Aufkommen 2016 für Speisereste liegt um 2% höher als 2014, das für Fettscheiderinhalte um 25% höher.

Stoffstrombilanz

Die Klimagasbilanz 2016 für Speisereste zeigt gegenüber 2014 eine geringere spezifische Nettoentlastung, die v.a. auf die Vereinheitlichung der Emissionsfaktoren sowie auf die Aktualisierung der Charakterisierungsfaktoren nach IPCC zurückzuführen ist (vgl. Kap. 3). Daneben kommen etwas höhere direkte THG-Emissionen zum Tragen aufgrund eines etwas höheren Anteils der Behandlung in Vergärungsanlagen mit offener Gärrestlagerung (5% statt 2% in 2014). Die Klimagasbilanz 2014 für Fettscheiderinhalte zeigt ebenfalls eine geringere spezifische Nettoentlastung, ebenfalls v.a. bedingt durch die Aktualisierungen der Emissions- und IPCC-Charakterisierungsfaktoren. Darüber hinaus liegt der Anteil, der in Anlagen mit offener Lagerung behandelt wurde, geringer (2,3% statt 5,7% in 2014), dafür umgekehrt aber auch der über Faulbehälter behandelte Anteil, der keine Methanverluste aus der Lagerung nach sich zieht (8% statt 9%). Ansonsten liegen für Fettscheiderinhalte die Transportaufwendungen im Jahr 2016 etwas höher als 2014.

Klimagasbilanz

Bei der Umweltbilanz ergeben sich für beide Abfallarten keine oder nur geringe Veränderungen. Bei Speiseresten sind die spezifischen Ergebnisse für 2016 gegenüber 2014 unverändert. Bei den Fettscheiderinhalten bedingt der um einen Prozentpunkt höhere Anteil, der in Vergärungsanlagen statt in Faulbehältern behandelt wird, durch die entsprechend höhere Gärrestmenge zur Anwendung in der Landwirtschaft, im Vergleich der spezifischen Ergebnisse eine etwas höhere Phosphatschonung, einen leicht höheren Cadmiumeintrag in Boden und eine leicht geringere NH_3 -Nettobelastung (etwas höhere Gutschrift für substituierten N-Dünger).

Umweltbilanz

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

Optimierungsmaßnahmen

2.2.21 Altfette (AVV 200125)

Stoffstrombilanz 2016				
Aufkommen	5.500 Mg	Vergleich: Aufkommen nach Akteursangaben jährlich etwa einheitlich 5.500 Mg		
Behandlung	5.500 Mg			
Stofffluss	<p>Input 100% Altfette</p> <p>Output Altfettmethylester (AFME)</p>		<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 H_i 37,2 MJ/kg ersetzt heizwertäquivalent Diesel (pro Tonne Altfett rd. 0,85 Mg Diesel)</p> <p>Recycling-/Verwertungsquoten</p> <p>Recyclingquote: - = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: 100% = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input</p>	
Klimagasbilanz 2016				
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p>	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	
	Netto 2010, 2012. 2014	-14.728	-2.678	
Ergebnis spezifisch				
		Belastung	Gutschrift	Netto
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Altfett</i>				
Gesamt		449	-3.148	-2.699
Umweltbilanz 2016				
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	
		<i>(unverändert)</i>		

Die Ergebnisse sind gegenüber den Vorjahren weitgehend unverändert. Die etwas höhere spezifische Nettoentlastung in der Klimagasbilanz ergibt sich aus der Aktualisierung der IPCC Charakterisierungsfaktoren (vgl. Kap. 3.3). 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

2.2.22 Pferdemist (AVV 020106)

Stoffstrombilanz 2016															
Aufkommen	9.282 Mg	(aus Erhebung 2009)	Vergleich: konstante Menge nach Erhebung 2009												
Behandlung	9.282 Mg	offene Kompostierung	Validierung soweit neue Erkenntnisse zu erwarten sind												
Stofffluss		Kenndaten													
<p>Input 100% Pferdemist</p> <p>Output Kompost (50% d. Input)</p>		Pferdemist P ₂ O ₅ -Gehalt 3,1 kg/Mg FS Kompost (wie Biogut) Cd-Gehalt 0,27 mg/kg TS													
		Bilanzierung													
		Offene Kompostierung; keine Störstoffe Emissionsfaktoren UBA-Texte 39/2015 (vgl. ifeu 2015a) 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 2016															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto 2010</td> <td>-170</td> <td>-18</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>-170</td> <td>-18</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>517</td> <td>56</td> </tr> </tbody> </table>		Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Netto 2010	-170	-18	Netto 2012	-170	-18	Netto 2014	517	56
Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]													
Netto 2010	-170	-18													
Netto 2012	-170	-18													
Netto 2014	517	56													
		Ergebnis spezifisch													
		<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 Pferdemist</i></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>159</td> <td>-92</td> <td>68</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Pferdemist</i>				Gesamt	159	-92	68
	Belastung	Gutschrift	Netto												
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Pferdemist</i>															
Gesamt	159	-92	68												
Umweltbilanz 2016															
Ressourcenschonung															
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch													
Phosphorit	144 Mg → 14 m ² geschonte Fläche	P ₂ O ₅	kg/Mg												
P ₂ O ₅	28,8 Mg	Gesamt	3,1 (unverändert zu 2014)												
Luftemissionen															
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch													
NH ₃	49 kg	NH ₃ [g/Mg]	5 (unverändert zu 2014)												
Cadmiumeintrag in Boden															
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch													
	-0,5 kg		-53 mg/Mg (unverändert)												

Die Ergebnisse sind gegenüber den Vorjahren weitgehend unverändert. Die etwas höhere spezifische Nettobelastung in der Klimagasbilanz ergibt sich aus der Aktualisierung der IPCC Charakterisierungsfaktoren (vgl. Kap. 3.3). Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung dieses Stoffstroms zu emissionsarmen biologischen Behandlungsanlagen.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.23 Rechengut (AVV 190101)

Stoffstrombilanz 2016															
Aufkommen	8.089 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 6.864 Mg												
Behandlung	8.089 Mg	MBS ZAB Niederlehme	Aufkommen 2012: 5.944 Mg												
			Aufkommen 2014: 7.159 Mg												
Stofffluss		Kenndaten													
<p>Rechengut 8.089 Mg</p> <p>Input: 100% Rechengut</p> <p>Output: EBS</p> <p>MBS ZAB Niederlehme</p> <p>Abbau- und Wasserverluste 4.946 Mg</p> <p>EBS</p> <p>Energ. Verwertung (Braunkohlekraftwerk / Zementwerk / EBS-Kraftwerke) 3.143 Mg</p>		TS-Gehalt 34% FS oTS-Gehalt 95,2% TS													
		Bilanzierung													
		Behandlung in der MBS zur EBS-Erzeugung, Ausbeute 39% mit H ₂ ; 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													
		Recycling-/Verwertungsquoten													
		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 Abbaulverluste aus Behandlung in MBS)													
Klimagasbilanz 2016															
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p> <p>-3.225</p> <p>Lasten</p> <p>■ MBS ZAB</p> <p>Gutschrift</p> <p>■ MBS ZAB</p> <p>■ Netto</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto 2010</td> <td>-2.760</td> <td>-402</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>-2.388</td> <td>-402</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>-2.877</td> <td>-402</td> </tr> </tbody> </table>		Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Netto 2010	-2.760	-402	Netto 2012	-2.388	-402	Netto 2014	-2.877	-402
Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]													
Netto 2010	-2.760	-402													
Netto 2012	-2.388	-402													
Netto 2014	-2.877	-402													
		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 Rechengut</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>156</td> <td>-555</td> <td>-399</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Rechengut</i>				Gesamt	156	-555	-399
	Belastung	Gutschrift	Netto												
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Rechengut</i>															
Gesamt	156	-555	-399												
Umweltbilanz 2016															
Luftemissionen															
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch													
NOx	1.501 kg	NOx [g/Mg]													
		Gesamt	186 (nahezu gleich)												

Das Aufkommen 2016 liegt 13% höher als 2014. Die leichte Abweichung im spezifischen Ergebnis der Klimagas- und Umweltbilanz ergibt sich durch die Aktualisierung und Vereinheitlichung der Emissionsfaktoren für Energie (vgl. Kap. 3.1). 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 2016 wurden 36 Abfallarten mit einer Abfallmenge von rund 7 Mio. Tonnen im Land Berlin erfasst. Dies entspricht etwa der Menge von 2014. Den größten Anteil haben die mineralischen Abfälle mit einem Aufkommen von rund 4,4 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 ungebrautetem Klärschlamm und gebrautem 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, Altfett und Pferdemist.

Stoffstrombilanz 2016

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 2014 liegt das Aufkommen (Input) ähnlich hoch (+2%), die entsorgte Abfallmenge (Output) liegt um 4% höher als 2014.

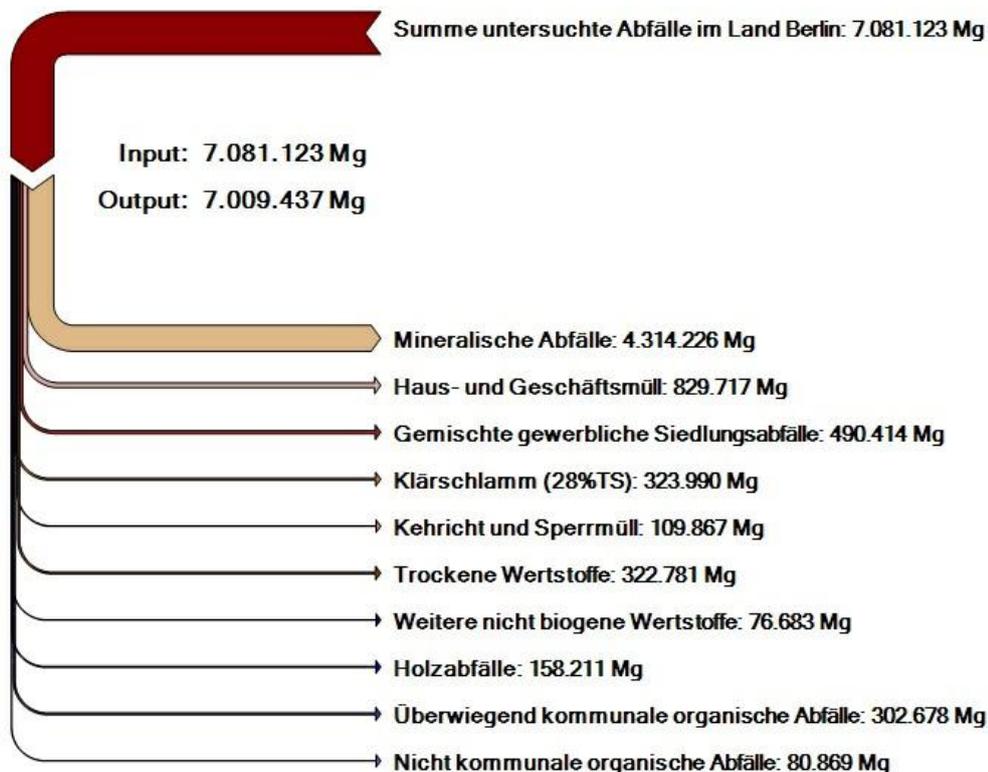


Abbildung 2.3: Sankeydiagramm Mengenströme 2016

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.

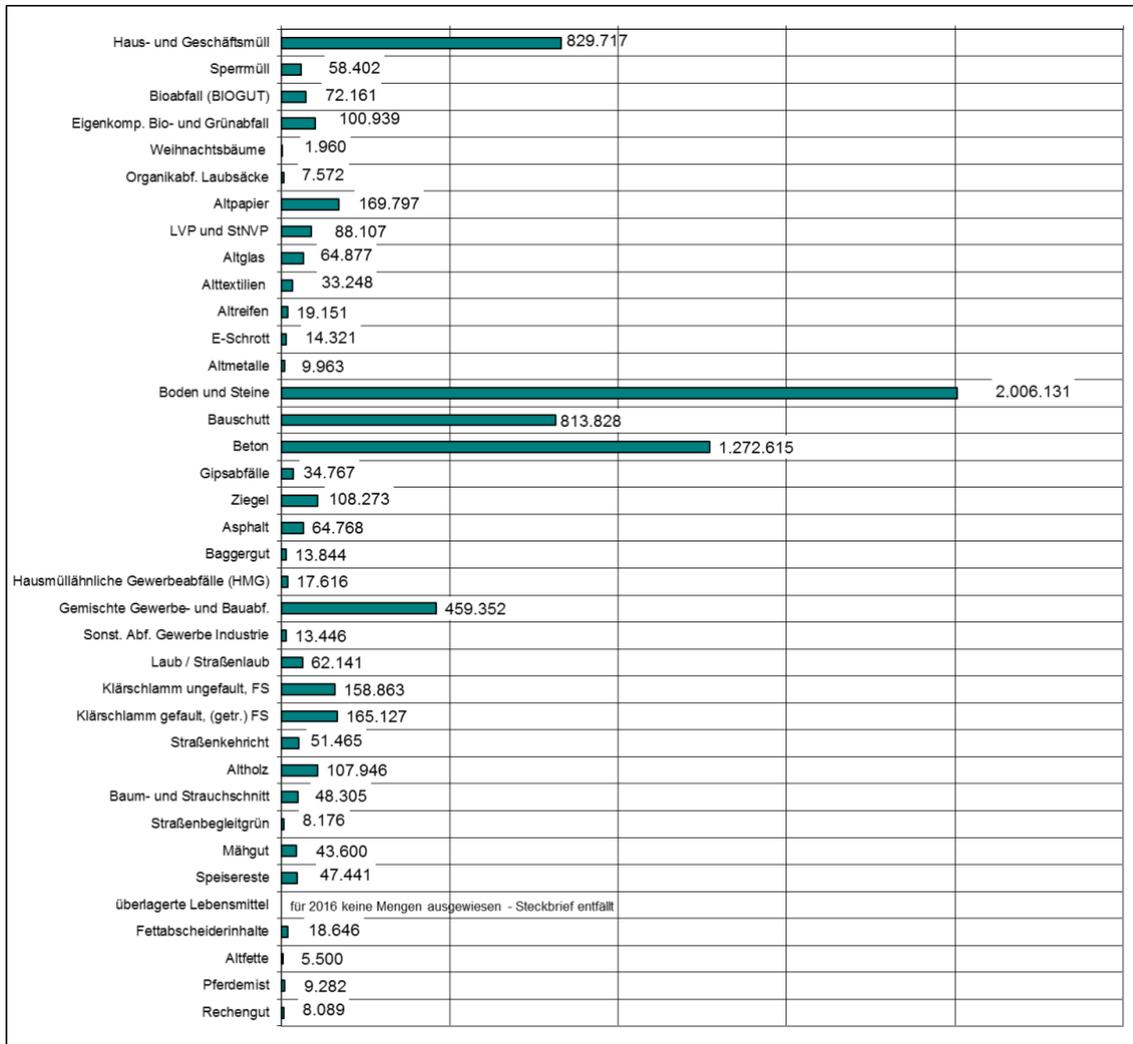


Abbildung 2.4: Entsorgte Mengen der Abfallarten 2016 (Mengenangaben in Tonnen)

Tabelle 2.3 zeigt die Ergebnisübersicht der Stoffstrombilanz (entsorgte Menge und Behandlung bzw. Verbleib) sowie die Recycling- und Verwertungsquoten der 36 untersuchten Abfallarten. Insgesamt wurden im Land Berlin 7.081.123 Mg Abfälle erfasst. Abzüglich der Input-Output-Differenzen verbleiben 7.009.437 Mg Abfälle, die 2016 entsorgt wurden. Davon wurden 40% recycelt (stofflich verwertet), 18% energetisch verwertet, 34% sonstig verwertet (Verfüllungen, Deponieersatzbaustoff) und 7% 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 öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger im Land Berlin).

Tabelle 2.3: Ergebnisse Stoffstrombilanz 2016

Abfallart	entsorgte Menge [Mg]	%-Änderung zu 2014	Behandlung/Verbleib	Recycling	Energetische Verwertung	Sonstige Verwertung	Beseitigung
Hausmüll und Geschäftsmüll	829.717	+1%	61% MHKW Ruhleben, 36,5% MPS, 1,4% MA, 1,4% sonstige	4%	73%	14%	1%
Sperrmüll	58.402	+12%	93% AAS, 6% MHKW Ruhleben, 0,6% sonstige	5%	93%	1%	-
Bioabfall (BIOGUT)	72.161	+8%	91% BSR Biogas West, 9% offene Kompostierung	96%	4%	-	-
Eigenkompostierung	100.939	0%	Eigenkompostierung	100%			
Weihnachtsbäume	1.960	+8%	Biomasse-HKWs	22%	78%		
Organikabfälle in Laubsäcken	7.572	-17%	offene Kompostierung	99,6%	0,4%		
Altpapier	169.797	-3%	Verwertung Papierfabrik	99%	1%		
LVP und StNVP	88.107	+3%	Verwertung Fraktionen	34%	59%	2%	0,1%
Altglas	64.877	+2%	Verwertung Glashütte	97%			3%
Alttextilien	33.248	+1%	Textil-Recycling	60%	40%		
Altreifen	19.151	+32%	53% Granulierung, 47% Mitverbrennung Zementwerk	47,9%	51,6%		0,5%
E-Schrott	14.321	+12%	EAR/BRAL	91%	8,4%		0,5%
Altmetalle	9.963	+16%	Verwertung Metallhütten	100%			
Boden und Steine	2.006.131	+12%	26% Baumaßnahmen, 25% Deponie/Altablagerung, 49% Verfüllung	26,5%		71,1%	2,4%
Bauschutt	813.828	-6%	13% Straßenbau, 64% Deponie/Altablagerung, 23% Verfüllung	12,7%		79,5%	7,7%
Beton	1.272.615	+1%	99,3% Straßenbau, 0,7% Deponie/Altablagerung, 0,0002% Verfüllung	99,3%		0,7%	0,03%
Gipsabfälle	34.767	-4%	Deponie				100%
Ziegel	108.273	neu	72,5% Wegebau, 9,6% Deponie/Altablagerung, 18% Verfüllung	72,5%		21,7%	5,7%
Asphalt	64.768	-33%	83% Straßenbau, 17% Deponie/Altablagerung	82,6%		6,4%	11%
Baggergut	13.844	+52%	Deponie			61%	39%
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG)	17.616	+36%	70% MHKW Ruhleben, 25% MPS Reinickendorf, 6% sonstige	3%	74%	16%	1%
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	459.352	+1%	Berliner und Brandenburger Vorbehandlungsanlagen	4,4%	49,6%	28%	17%

Abfallart	entsorgte Menge [Mg]	%-Änderung zu 2014	Behandlung/Verbleib	Recycling	Energetische Verwertung	Sonstige Verwertung	Beseitigung
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie	13.446	+23%	99% MHKW Ruhleben, 1% MPS Reinickendorf	2,3%	78%	19%	0,005%
Laub, Straßenlaub	62.141	-13%	offene Kompostierung	100%			
Ungefauter Klärschlamm (Rohschlamm)	158.863 (45.149 Mg TS)	-1% (-2%)	KSVA Ruhleben				100%
Gefauter und anteilig getrockneter Klärschlamm	165.127 (46.129 Mg TS)	0% (-2%)	Bezug TS: 12% KSVA Ruhleben, 72% gefault zu Kraftwerken, 16% gefault-getrocknet zu Zement- und Kraftwerken	0,1%	87,5%		12,4%
Straßenkehrsicht	51.465	-11%	gbav	0,02%	0,3%	6,2%	93,2%
Getr. gesammeltes Altholz	107.946	-15%	Biomasse-HKWs		100%		
Baum- und Strauchschnitt	48.305	+8%	20% Mulchung, 4% offene Kompostierung, 9% Kraftwerke, 67% Biomasse-HKWs	24%	76%		
Straßenbegleitgrün	8.176	+39%	offene Kompostierung	100%			
Mähgut	43.600	0%	offene Kompostierung	100%			
Speisereste	47.441	+2%	Vergärung	100%			
Fettabscheiderinhalte	18.646	+25%	Vergärung	100%			
Altfette	5.500	0%	Altfettmethylester-Biodiesel		100%		
Pferdemist	9.282	0%	offene Kompostierung	100%			
Rechengut	8.089	+13%	MBA ZAB Niederlehme		39%		
Summe	7.009.437	+4%		40%	18%	34%	7%

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

Klimagasbilanz 2016

Tabelle 2.4 zeigt die Ergebnisübersicht der Nettowerte der Klimagasbilanz 2016 für die untersuchten 36 Abfallarten. Insgesamt wurde im Land Berlin eine Nettoentlastung in Höhe von -938.641 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 wie 2014 bei acht Abfallarten der Fall, 2012 waren es sieben. Insgesamt zeigt die Klimagasbilanz gegenüber 2014 eine etwas geringere Nettoentlastung was im Wesentlichen mit der Aktualisierung und Vereinheitlichung von Emissionsfaktoren für Energie sowie der IPCC Charakterisierungsfaktoren zusammenhängt (vgl. Kap. 3).

Abbildung 2.4 zeigt die absoluten Nettoergebnisse der Klimagasbilanz 2016 als Balkengrafik. Negative Zahlen weisen Nettoentlastungen aus, positive Zahlen Nettobelastungen. Ein direkter Vergleich der einzelnen Nettoergebnisse mit denen der Vorläuferbilanzen ist aufgrund der jeweils unterschiedlichen entsorgten Abfallmengen nicht sinnvoll. Für einen Vergleich dienen die spezifischen Nettoergebnisse in Tabelle

2.4. Hintergründe zu den Unterschieden sind in den Kapiteln mit den Steckbriefen erläutert.

Tabelle 2.4: Ergebnisse Klimagasbilanz 2016

	Klimagasbilanz 2016		Vergleich		
			2014	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	-268.445	-324	-322	-275	-273
Sperrmüll	-38.247	-655	-391	-393	-415
Bioabfall (BIOGUT)	-9.030	-125	-104	5	1
Eigenkompostierung	+1.506	+15	+18	+18	+18
Weihnachtsbäume	-850	-434	-577	-1.105	-1.105
Organikabfälle in Laubsäcken	+332	+44	+28	-15	+17
Altpapier	-119.985	-707	-652	-652	-642
LVP und StNVP	-43.069	-489	-511	<i>vorher drei Systeme</i>	
Altglas	-29.053	-448	-453	-453	-450
Alttextilien	-140.230	-4.218	-4.197	-4.197	-4.226
Altreifen	-28.763	-1.502	-1.485	-1.355	-1.306
E-Schrott	-34.460	-2.406	-2.459	-2.468	-2.453
Altmetalle	-7.158	-718	-718	-718	-718
Boden und Steine	0	0	0	0	0
Bauschutt	0	0	0	0	0
Beton	0	0	0	0	0
Gipsabfälle	0	0	0	0	0
Ziegel	0	0	0	0	0
Asphalt	-689	-11	-12	-11	-5
Baggergut	0	0	0	0	0
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle	-4.078	-231	-247	-203	-319
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	-92.265	-201	-219	-208	-240
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie	-2.670	<i>Ausweisung nicht sinnvoll*</i>	-189	<i>Ausweisung nicht sinnvoll*</i>	
Laub, Straßenlaub	+3.225	+52	+39	-13	-15
Ungefalter Klärschlamm	+9.170	<i>Bezug TS: +203</i>	+193	+204	392
Gefalter und anteilig getrockneter Klärschlamm	-20.239	<i>Bezug TS: -439</i>	-564	-532	-628
Straßenkehricht	+5.910	+115	+85	+107	+66
Getrennt gesammeltes Altholz	-80.188	-743	-821	-740	-664
Baum- und Strauchschnitt	-22.267	-461	-508	-508	-509
Straßenbegleitgrün	+823	+101	+89	+44	+15
Mähgut	+4.389	+101	+89	+15	+15

			Vergleich		
	Klimagasbilanz 2016		2014	2012	2010
Abfallart	Netto pro Jahr [kg CO ₂ -Äq]	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Netto spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]		
Speisereste	-2.546	-54	-69	-81	-92
Fettabscheiderinhalte	-2.321	-124	-150	-173	-179
Altfette	-14.844	-2.699	-2.678	-2.678	-2.678
Pferdemist	+627	+68	+56	-18	-18
Rechengut	-3.225	-399	-402	-402	-402
Summe	-938.641	-134	-138	-127	-134

*In den Jahren 2016, 2012, 2010 waren jeweils auch andere Behandlungswege enthalten mit anderen Abfallcharakteristika

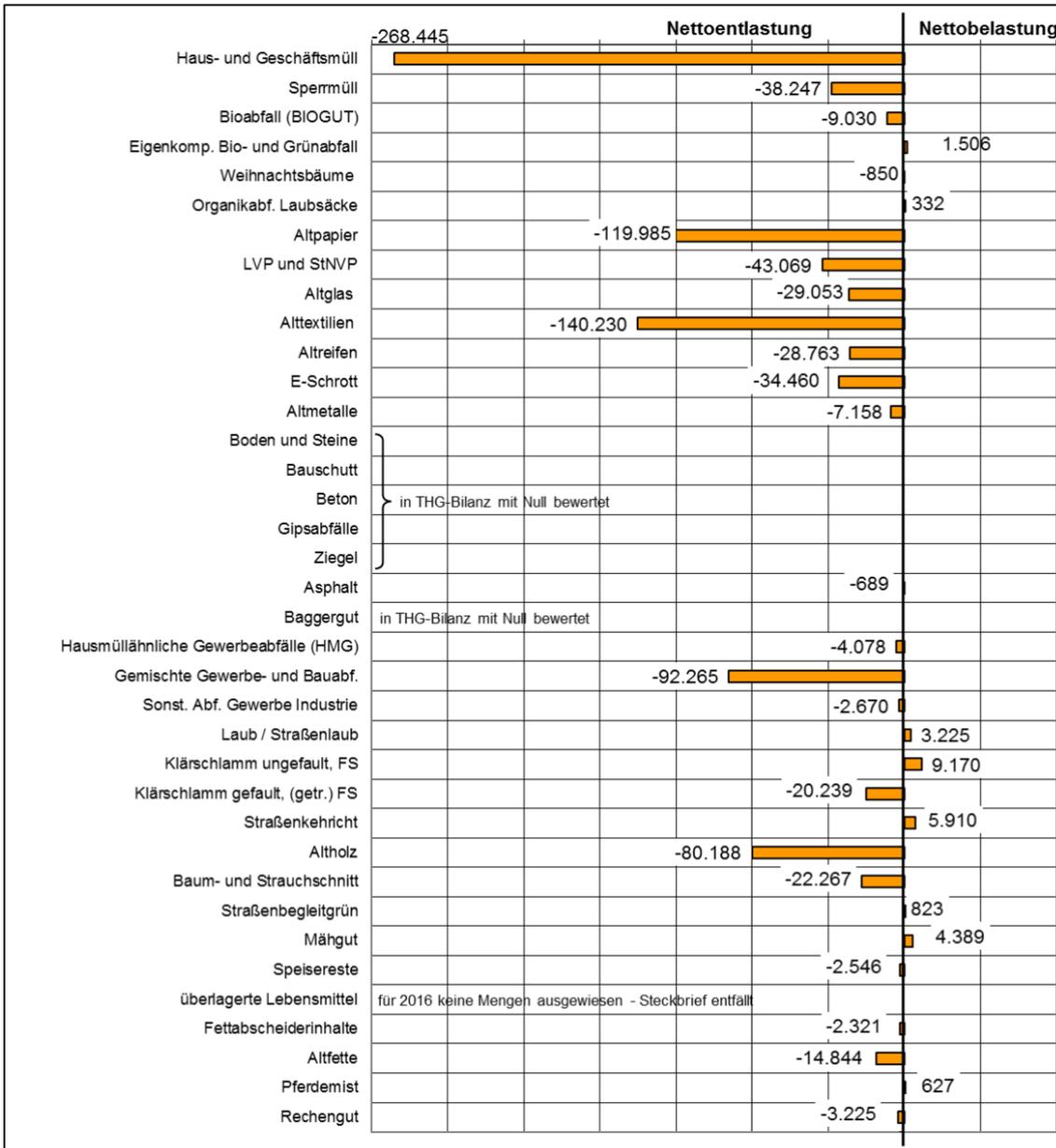


Abbildung 2.5: Absolute Nettoergebnisse der Klimagasbilanz 2016

Umweltbilanz 2016

Tabelle 2.5 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 (inkl. Sande & Kies) wird zu 96% durch die Verwertung der mineralischen Abfälle erreicht. Diese wurden 2016 wie in 2014 zu 47%

ressourcenschonend verwertet (Recyclingquote). Im Jahr 2012 waren es knapp 50%. Es besteht weiterhin ein hohes Optimierungspotenzial. Die gesamte Substitution von 2.103.717 Mg Natursteinen entspricht einer vermiedenen Flächeninanspruchnahme von 45.963 m². Darüber hinaus erfolgt eine Schonung von Flächen auch durch die Schonung von Phosphat bzw. Phosphorit (insgesamt 216 m²).

Tabelle 2.5: Ergebnisse der Rohstoffschonung 2016

Abfallart	Natursteine Mg/a	Rohmetalle Mg/a	Phosphat Mg/a	Holz (lutro) Mg/a	KEA fossil netto in TJ/a
Hausmüll und Geschäftsmüll	0	21.115	-	-	-5.299
Sperrmüll	0	2.086	-	0	-559
Bioabfall (BIOGUT)	-	55	141	-	-107
Eigenkompostierung	-	-	0	-	-
Weihnachtsbäume	-	-	-	273	-
Organikabfälle in Laubsäcken	-	-	10	-	-
Altpapier	-	-	-	271.124	-
LVP und StNVP	0	10.203	-	9.689	-1.484
Altglas	75.627	-	-	-	-
Alttextilien	-	-	-	-	-1.746
Altreifen	-	3.447	-	-	-735
E-Schrott	-	8.268	-	-	-
Altmetalle	-	7.771	-	-	-
Boden und Steine	531.017	-	-	-	-
Bauschutt	103.595	-	-	-	-
Beton	1.263.561	-	-	-	-
Gipsabfälle	0	-	-	-	-
Ziegel	78.536	-	-	-	-
Asphalt	51.380	-	-	-	-100
Baggergut	0	-	-	-	-

Abfallart	Natursteine Mg/a	Rohmetalle Mg/a	Phosphat Mg/a	Holz (lutro) Mg/a	KEA fossil netto in TJ/a
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG)	0	426	-	-	-179
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	0	8.935	-	7.197	-2.025
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie	0	277	-	-	-138
Laub, Straßenlaub	163	-	33	-	-
Ungefauter Klärschlamm (Rohschlamm)	-	-	0	-	-101
Gefauter und anteilig getrockneter Klärschlamm	-	-	60	-	-192
Straßenkehricht	0	7	-	-	+52
Getr. gesammeltes Altholz	-	-	-	0	-
Baum- und Strauchschnitt	-	-	1	0	-
Straßenbegleitgrün	-	-	4	-	-
Mähgut	-	-	19	-	-
Speisereste	-	-	108	-	-
Fettabscheiderinhalte	-	-	33	-	-
Altfette	-	-	-	-	-
Pferdemist	-	-	29	-	-
Rechengut	0	-	-	-	-
Summe	2.103.717	62.592	436	288.283	(*)

(*) 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 2.6 zeigt die absoluten Nettoergebnisse für Luftschadstoffemissionen (Quecksilber, NOx, Ammoniak) sowie Schadstoffeintrag in den Boden (Cadmium). In der Summe über die ausgewerteten Abfallarten führt deren Entsorgung im Jahr 2016 wie bereits 2014 hinsichtlich Quecksilberemissionen zu einer Nettobelastung, hinsichtlich NOx- und Ammoniakemissionen sowie dem Cadmиеintrag in Boden zu einer Nettoentlastung. Die Nettoentlastung der NOx-Emissionen fällt dabei deutlich höher aus als 2014. Dies ist v.a. auf die Aktualisierung und Vereinheitlichung der Emissionsfaktoren für Energie zurückzuführen (Kap. 3.1).

**Luftemissionen und
Cadmиеintrag Boden**

Tabelle 2.6: Nettoergebnisse Luftemissionen und Cadmиеintrag in Boden 2016

Abfallart	Quecksilber (Luft) kg/a	NOx (Luft) kg/a	Ammoniak (Luft) kg/a	Cadmиеintrag in Boden kg/a
Hausmüll und Geschäftsmüll	+16	-87.120	-	-
Sperrmüll	+1,14	+1.489	-	-
Bioabfall (BIOGUT)	-	-	+17.243	-2,6
Eigenkompostierung	-	-	+79.203	+2,0

Abfallart	Quecksilber (Luft) kg/a	NOx (Luft) kg/a	Ammoniak (Luft) kg/a	Cadmiumeintrag in Boden kg/a
Weihnachtsbäume	-	+385	-	-
Organikabfälle in Laubsäcken	-	-	+163	+0,66
Altpapier	-	-	-	-
LVP und StNVP	+2,81	-55.117	-	-
Altglas	-	-	-	-
Alttextilien	-1,73	-220.368	-133.807	-
Altreifen	+0,77	-33.229	-	-
E-Schrott	-	-	-	-
Altmetalle	-	-	-	-
Boden und Steine	-	-	-	-
Bauschutt	-	-	-	-
Beton	-	-	-	-
Gipsabfälle	-	-	-	-
Ziegel	-	-	-	-
Asphalt	-	-	-	-
Baggergut	-	-	-	-
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG)	+0,18	-8.082	-	-
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	+6,98	+56.142	-	-
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe u. Industrie	-0,09	-9.291	-	-
Laub, Straßenlaub	-	-	+2.738	+0,15
Ungefalter Klärschlamm (Rohschlamm)	+2,82	+3.449	-	0
Gefalter, anteilig getrockneter Klärschlamm	+4,57	+32.529	-	-2,7
Straßenkehrsicht	+0,04	+7.615	-	-
Getr. gesammeltes Altholz	-	-4.104	-	-
Baum- und Strauchschnitt	-	+9.315	-	+0,01
Straßenbegleitgrün	-	-	+894	-0,10
Mähgut	-	-	+4.767	-0,5
Speisereste	-	-	+5.088	-3,7
Fettabscheiderinhalte	-	-	+6.357	-1,3
Altfette	-	+47.651	+168	-
Pferdemist	-	-	+49	-0,5
Rechengut	-	+1.501	-	-
Summe	+33,5	-257.236	-17.137	-8,6

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 der Vorläuferbilanz einschätzen zu können, werden

spezifische Werte gebildet, die sich auf die jeweils zugrundeliegende betrachtete Abfallmenge beziehen, z.B. bei der Schonung von Phosphat oder auch dem Cadmиеintrag in den Boden für die ausgewerteten organischen Abfälle. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2.7 und Tabelle 2.8 ausgewiesen. In den Tabellen ebenfalls angegeben ist der Prozentanteil der jeweils zugrundeliegenden Abfallmenge an der gesamt entsorgten Abfallmenge („Anteil Bezugsmenge“). In den beiden Vergleichsjahren hatten die Bezugsabfallmengen eine ähnliche Gewichtung.

Tabelle 2.7: Spezifische Ergebnisse der Schonung von Rohstoffen 2016 im Vergleich zu 2014

	Natursteine kg/Mg	Rohmetalle kg/Mg	Phosphat kg/Mg	Holz (lutro) kg/Mg	KEA fossil netto GJ/Mg
Spezifisches Ergebnis 2016	356	38	0,63	309	-6,2
Anteil Bezugsmenge	84%	23%	10%	14%	29%
Spezifisches Ergebnis 2014	354	35	0,62	345	-6,1
Anteil Bezugsmenge	83%	24%	10%	14%	30%

Tabelle 2.8: Spezifische Nettoergebnisse für Luftemissionen und Cadmиеintrag in Boden 2016 im Vergleich zu 2014

	Quecksilber (Luft) g/Mg	NOx (Luft) g/Mg	Ammoniak (Luft) g/Mg	Cadmиеintrag in Boden g/Mg
Spezifisches Ergebnis 2016	0,018	-124	-42	-0,012
Anteil Bezugsmenge	27%	29%	6%	10%
Spezifisches Ergebnis 2014	0,017	-40	-45	-0,014
Anteil Bezugsmenge	28%	30%	6%	10%

Bei der Schonung von Rohstoffen zeigen sich leicht unterschiedliche Tendenzen, wobei die Änderungen insgesamt niedrig liegen. Die spezifische Nettoentlastung für den KEA fossil liegt ein wenig höher. Natursteine (inkl. Sande & Kies), Rohmetalle und Phosphat⁷ wurden etwas mehr eingespart. Die Einsparung für Holz als Rohstoff fällt geringer aus, dies ist jedoch v.a. auf die Aktualisierungen beim Papierrecycling zurückzuführen (vgl. Kap. 3.2).

Bei den Luftschadstoffemissionen zeigt sich v.a. bei den NOx-Emissionen eine deutliche Verbesserung. Diese ist jedoch weniger auf abfallwirtschaftliche Maßnahmen zurückzuführen, sondern vielmehr auf die Aktualisierung und Vereinheitlichung der Emissionsfaktoren für Energie (vgl. Kap. 3.1). Bei den Quecksilber- und den Ammoniakemissionen zeigt sich eine vergleichsweise geringe Änderung.

Beim Cadmиеintrag in den Boden zeigt sich eine etwas geringere spezifische Nettoentlastung als 2014, die anteilig z.B. auf die angepassten Kompostanalysewerte für Organikabfall im Sammelsystem Laubsack zurückgehen (vgl. Kap. 2.1.6) und auf etwas geringere Gutschriften für MAP-Dünger (vgl. Kap. 2.2.12).

⁷ Bezugsmenge 2014 ohne überlagerte Lebensmittelabfälle, da diese 2016 nicht ausgewiesen wurden.

3 Aktualisierungen

Für die vorliegende SKU-Bilanz wurden verschiedene Anpassungen vorgenommen. Zum einen handelt es sich dabei um Aktualisierungen im Hinblick auf Emissionsfaktoren, Kenndaten oder Bewertungsfaktoren für Treibhausgase nach IPCC und zum anderen um Festlegungen zu Emissionsfaktoren für Strom und Wärme.

3.1 Emissionsfaktoren Energie

3.1.1 Festlegungen zu Emissionsfaktoren für Strom und Wärme

Mit der ersten Studie für das Jahr 2010 wurde die grundsätzliche methodische Herangehensweise festgelegt und beschrieben. Hierzu zählen auch Festlegungen zu Emissionsfaktoren für Strom und Wärme. Für die Bilanzierung der Umweltwirkungen der Abfallwirtschaft für das Land Berlin wurde dabei die regionale Situation besonders berücksichtigt. Neben der einheitlichen Verwendung von durchschnittlichen Emissionsfaktoren für die Bundesebene wurden für die im Land Berlin erzeugte oder ersetzte Energie die Emissionsfaktoren der regionalen Energieerzeugung herangezogen. Für Strom war dies der Vattenfallstrommix und für Wärme die durchschnittliche Wärmeerzeugung in Berlin. Dieses Vorgehen war für das Basisjahr leicht umsetzbar, da das wesentliche Regionalnetz in Berlin von Vattenfall betrieben wird.

Von diesem Vorgehen wird mit der SKU-Bilanz 2016 Abstand genommen und stattdessen auf die einheitliche Bewertung mit Emissionsfaktoren für die Bundesebene umgestellt. Hintergrund der Anpassung liegt vor allem in den sich grundlegend verändernden Randbedingungen des Energiesystems. Mit der Energiewende – die eine zwingende Voraussetzung zur Erreichung unserer Klimaschutzziele darstellt – werden sich die treibhausgasbedingten Emissionsfaktoren für Strom und Wärme sukzessive deutlich ändern und mit zunehmendem Anteil an erneuerbaren Energien im Energieträgermix gegen Null gehen.

Dies bedeutet zum einen, dass der potenzielle Beitrag der Abfallwirtschaft zum Klimaschutz zurückgehen wird und zum anderen, dass regelmäßig die entsprechenden Emissionen überprüft und ggf. aktualisiert werden sollten, was sich anhand einheitlicher Faktoren für die Bundesebene nachvollziehbarer gestalten lässt und zudem hierfür umfassendere Informationen vorliegen. Die Emissionsfaktoren – bisherige sowie für die SKU-Bilanz 2016 aktualisiert und vereinheitlichte – zeigt Tabelle 3.1. Neben den Faktoren für Klimagas sind auch die weiteren relevanten Faktoren für KEA fossil, NO_x- und Quecksilberemissionen aufgeführt. Der durch die Anpassung bedingte Einfluss auf die Bilanzergebnisse ist zusammenfassend für die Aktualisierungen in Kapitel 3.5 erläutert.

3.1.2 Emissionsfaktoren Energie und Brennstoffe

Für die SKU-Bilanz 2016 wurden die Emissionsfaktoren für die durchschnittliche Stromerzeugung in Deutschland aktualisiert. Entsprechende Werte werden mit dem ifeu-Kraftwerksparkmodell generiert⁸. Gegenüber einer früheren Aktualisierung (Strom 2009 auf 2011), die kaum eine Veränderung erbrachte, zeigt sich für den Strom 2015 ein Rückgang in den Emissionsfaktoren vor allem für Klimagase und den KEA fossil (Tabelle 3.1). Die Emissionsfaktoren für Klimagase und KEA fossil liegen auch deutlich niedriger als die bislang für Strom aus Berlin angesetzten Faktoren. Insgesamt ergeben sich daraus für die SKU-Bilanz sowohl geringere direkte Emissionslasten als auch geringere Gutschriften für Strom aus Abfall, wobei letztere für die Ergebnisse überwiegen.

Tabelle 3.1: Bisherige und aktualisierte Emissionsfaktoren für Strom und Wärme

	Berlin	Bundesebene
Klimagase in g CO₂-Äq/kWh		
Strom (2011)	743	633
Strom (2015)	wie Bundesebene	585
Wärme (2012/10)	249	280
Wärme (2015)	wie Bundesebene	266
KEA fossil in MJ/kWh		
Strom (2011)	7,4	6,3
Strom (2015)	wie Bundesebene	5,6
Wärme (2012/10)	3,2	3,5
Wärme (2015)	wie Bundesebene	3,3
NOx in g/kWh		
Strom (2011)	0,56	0,78
Strom (2015)	wie Bundesebene	0,77
Wärme (2012/10)	0,21	0,28
Wärme (2015)	wie Bundesebene	0,27
Hg in mg/kWh		
Strom (2011)	0,006	0,017
Strom (2015)	wie Bundesebene	0,015

Anders ist dies bezüglich der NOx- und Quecksilberemissionen. Diese sind auf Bundesebene zwar leicht zurückgegangen (2015 gegenüber 2011), liegen aber höher als bei dem bisher verwendeten Vattenfallstrom für Berlin. Da der Strombedarf i.d.R.

⁸ <https://www.ifeu.de/projekt/stromerzeugungkraftwerkspark-modell/>

geringer ist als erzeugter Strom aus Abfall und Gutschriften das Ergebnis überwiegen, ergeben sich für die SKU-Bilanz netto höhere Entlastungen für NO_x und Quecksilber für in Berlin erzeugten Strom aus Abfall.

Bezüglich der Emissionsfaktoren für Wärme zeigt sich durch die Aktualisierung auf Bundesebene insgesamt ebenfalls ein Rückgang in den Emissionsfaktoren. Umgekehrt bewirkt hier die Umstellung der Faktoren für Berlin auf die Bundesebene durchweg höhere Emissionswerte bei allen Parametern. Damit ergeben sich für in Berlin erzeugte Wärme insgesamt höhere Gutschriften als bisher.

Wärme

Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Wärme für die Bundesebene basiert auf den Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen für den Endenergieverbrauch nach Energieträgern im Jahr 2015 für Wärmeanwendungen (AGEB 2016). Gegenüber den bisherigen Werten für 2010 liegen die Anteile für Mineralöl und Strom ähnlich hoch, Gase und Kohle sind etwas zurückgegangen und dafür Fernwärme und Erneuerbare leicht angestiegen.

Bei der Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Brennstoffe kommen v.a. zwei Aspekte zum Tragen, die die Klimagasbilanz betreffen: zum einen Verschiebungen in den Importmischen und zum anderen die Aktualisierung der Charakterisierungsfaktoren nach IPCC (s. Kap. 3.3). Letztere bewirken insbesondere höhere Faktoren für die Bereitstellung von Steinkohle, da diese mit Methanemissionen verbunden ist. Grundsätzlich ist dies für Erdgas ebenfalls gegeben, die aktuellen Emissionsfaktoren werden aber von gegenläufigen Effekten wie Emissionsminderungen und Verschiebung der Herkunft überlagert. Die Verschiebung der Importmische bzw. für Braunkohle der inländischen Herkunft bestimmt zum einen die Emissionen der Bereitstellung und zum anderen die Qualität der Brennstoffe. In Bezug auf ersteres ist beispielsweise Erdgas aus Russland mit höheren THG-Emissionen pro Energieeinheit verbunden als Erdgas aus den Niederlanden oder Norwegen (ifeu 2015b). Die Qualität der Brennstoffe äußert sich im spezifischen Kohlenstoff-Energie-Verhältnis und damit den fossilen CO₂-Emissionen bei der Verbrennung pro Energieeinheit. Nach Anhang I der Zuteilungsverordnung 2012 (ZuV 2012) liegt beispielsweise die Bandbreite für Steinkohle zwischen 0,094 kg CO₂/MJ (z.B. Polen, Russland) und 0,096 kg CO₂/MJ (Südafrika). Bei Braunkohle hat die mitteldeutsche den niedrigsten Emissionsfaktor für die Feuerung (0,104 kg CO₂/MJ).

Brennstoffe

Die Import- bzw. Herkunftsmische sind anhand statistischer Daten aktualisiert. Daten zu Erdgasimporten entstammen der Eurostat Datenbank⁹ und sind mit der inländischen Erzeugung als Verbrauchsmix angesetzt. Für die Herkunft und inländische Verwendung von Kohlen wurden die Daten der Statistik der Kohlenwirtschaft e.V. für das Jahr 2015 herangezogen¹⁰. Die sich insgesamt ergebenden Veränderungen in den Emissionsfaktoren für Brennstoffe inkl. der Emissionen der Vorkette zeigt Tabelle 3.2. Bei Steinkohle ist der höhere Faktor sowohl durch die Bereitstellung (höher bewertete Methanemissionen) als auch die Verschiebung im Importmix bedingt. Bei Braunkohle ergibt sich der geringere Wert aus einem höheren Anteil von Braunkohle aus der Lausitz statt aus dem Rheinland. Bei Erdgas wird die höhere Bewertung von Methanemissionen nach IPCC durch Emissionsminderungen und Verschiebungen in der Herkunft kompensiert (ifeu 2015a). Für leichtes Heizöl oder Diesel ergeben sich

⁹ <http://ec.europa.eu/eurostat/de/data/database>

¹⁰ <https://www.kohlenstatistik.de/>

keine relevanten Änderungen für die SKU-Bilanz, da für die Feuerung wie bei der ZuV (2012) der einheitliche Emissionsfaktor nach DIN 51603 verwendet wird.

Tabelle 3.2: Bisherige und aktualisierte THG-Emissionsfaktoren für Brennstoffe (inkl. Vorkette)

in g CO ₂ -Äq/kWh	bisher	aktuell
Steinkohle	398	403
Braunkohle	412	407
Erdgas	228	227

3.2 Emissionen Verwertung trockene Wertstoffe

Für die trockenen Wertstoffe Altpapier, Altglas und Leichtverpackungen bzw. stoffgleiche Nichtverpackungen wurden die Emissionsfaktoren der Aufbereitung sowie der substituierten Primärprozesse aktualisiert. Grundsätzlich umfasst dies Aktualisierungen der Emissionsfaktoren für Energiebereitstellung und aus Transportprozessen. Stoffströme der Aufbereitung wurden angepasst soweit Änderungen relevant waren. Tabelle 3.3 zeigt die bisherigen und aktuellen spezifischen Nettowerte für die Klimagasbilanz im Vergleich. Bei der Auswertung wurden die aktuellen IPCC Charakterisierungsfaktoren verwendet. Für Altpapier und Altglas werden in der SKU-Bilanz nur Klimagase ausgewertet, für LVP+StNVP wurden auch die weiteren Emissionsfaktoren aktualisiert.

Bei der stofflichen Verwertung von Altpapier kommen verschiedene Änderungen zum Tragen. Zunächst wurde bei der Aufbereitung die anteilige energetische Verwertung der Rückstände aus dem Deinking nach Hentschke et al. (2009) mit 50% angesetzt (alt 25%). Des Weiteren wurde der Heizwert für diese Rückstände von rd. 3 auf knapp 10 MJ/kg (UBA 2006) hochgesetzt, da nicht mehr davon auszugehen ist, dass die nassen Schlammrückstände direkt eingesetzt werden. Durch diese Anpassungen ergeben sich höhere Gutschriften für Energie aus Reststoffen. Bezüglich der substituierten Primärprozesse wurde der Importsplitt an Holz- und Zellstoff aktualisiert (UBA 2015), wodurch sich ebenfalls etwas höhere Gutschriften ergeben.

Bei der stofflichen Verwertung von Altglas wurden die allgemeinen Aktualisierungen vorgenommen (Emissionsfaktoren für Energie, Transporte, IPCC Charakterisierungsfaktoren). Im Netto ergibt sich daraus eine etwas geringere spezifische Entlastung.

Tabelle 3.3: Bisherige und aktuelle THG-Emissionsfaktoren Netto im Überblick (Werte ohne Sammlung)

in g CO ₂ -Äq/kWh	bisher	aktuell
Altpapier	-684	-738
Altglas	-468	-463
LVP + StNVP	-547	-525

Die stoffliche Verwertung von LVP+StNVP umfasst die Verwertung der einzelnen Abfallfraktionen aus der Wertstofftonne. Die Emissionen der Aufbereitung sind durch Strombedarf und Transporte geprägt für die die Emissionsfaktoren grundsätzlich aktualisiert wurden. Bei den substituierten Primärprozessen haben sich Aktualisierungen vor allem bei den Kunststoffen ergeben. Nach von PlasticsEurope veröffentlichten Daten¹¹ ist deren Primärherstellung mit geringeren THG-Emissionen verbunden (betrifft Folien, PE, PP, Hohlkörper, Bezugsjahr 2011, veröffentlicht 2014). Ansonsten ergeben sich Änderungen bei FKN und sonstigen PPK-Verbunden durch die Aktualisierung der Holzvorkette (betrifft auch Altpapier). Insgesamt kommt es für LVP+StNVP durch die Aktualisierungen zu einer geringeren spezifischen Nettoentlastung (ohne Sammlung).

Die beschriebenen Aktualisierungen der Emissionsfaktoren für trockene Wertstoffe kommen auch bei anderen Abfallarten in der SKU-Bilanz zum Tragen insofern trockene Wertstoffe für eine stoffliche Verwertung aussortiert werden wie z.B. bei gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen und gemischten Bauabfällen.

3.3 Bewertungsfaktoren für Treibhausgase nach IPCC

Die Berechnung des Treibhauseffektes erfolgt auf Basis der CO₂-Äquivalenzwerte gemäß den Veröffentlichungen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Diese wurden erstmals 1995 (IPCC 1995) festgelegt und waren nach dem Kyoto-Protokoll gemäß Klimarahmenkonvention für die Berichterstattung der Nationalen Treibhausgasinventare zu verwenden. Seither wurden diese Faktoren im Rahmen der IPCC-Berichte jeweils an den aktuellen Stand des Wissens angepasst. Aktuell sind dies die im 5. Sachstandsbericht des IPCC veröffentlichten Faktoren (IPCC 2013). Für die SKU-Bilanz wurde entschieden diese Faktoren im Zuge der allgemeinen Aktualisierungen von Emissionsfaktoren bzw. Emissionen aus Prozessen im Rahmen der vorliegenden Bilanz 2016 ebenfalls anzupassen. Relevant für die SKU-Bilanz sind die Emissionen an Lachgas und Methan, deren CO₂-Äquivalenzwerte zusammen mit den bisher verwendeten Faktoren nach IPCC (2007) in Tabelle 3.4 aufgeführt sind.

Von der Anpassung sind vor allem organische Abfälle betroffen bzw. die Behandlung von organischen Abfallfraktionen. Eine Verschlechterung ergibt sich insbesondere bei den Abfallarten, die kompostiert oder vergoren werden, da hier nicht nur die direkten Emissionen betroffen sind, sondern zudem geringere Kompost- bzw. Gärrestgutschriften für die Substitution von Stickstoffdünger resultieren, dessen Herstellung und Anwendung mit Lachgasemissionen verbunden ist. Betroffen sind die

¹¹ <http://www.plasticseurope.org/plastics-sustainability-14017/eco-profiles.aspx>

Eigenkompostierung (nur direkte Emissionen), Organikabfall im Sammelsystem Laubsack, Laub/Straßenlaub, Straßenbegleitgrün, Mähgut, Pferdemist sowie die organischen Abfälle aus Gewerbe. Auch für Biogut reduzieren sich die Kompostgutschriften. Allerdings konnten die direkten Emissionen aus der Vergärungsanlage BSR Biogas West nicht angepasst werden, da hierzu nur aggregierte Werte verfügbar sind.

Ansonsten relevant ist die Anpassung vor allem für ungefaulten und gefaulten Klärschlamm, da sich hier die Treibhausgasbewertung der direkten N₂O-Emissionen aus der Verbrennung in der KSVa Ruhleben verringert.

Tabelle 3.4: Charakterisierungsfaktoren für den Treibhauseffekt nach IPCC 2007 und 2013

in kg CO ₂ -Äq/kg	IPCC 2007	IPCC 2013
Kohlendioxid, fossil	1	1
Lachgas	298	265
Methan, fossil	27,75	30
Methan, regenerativ	25	28

3.4 Kenndaten Haus- und Geschäftsmüll

Für die Stoffstrom- Klimagas- und Umweltbilanz waren mit der ersten Fassung für das Jahr 2010 (ifeu/ICU 2012) zunächst Kenndaten für die einzelnen Abfallarten zu bestimmen. Hierzu dienten zum einen Daten zur Abfallzusammensetzung und zum anderen Kenndaten, die für die Treibhausgasbilanzierung relevant sind, wie Heizwert, fossiler und regenerativer Kohlenstoffgehalt für Abfallfraktionen. Diese Kenndaten wurden aus einer früheren Studie übernommen (Öko-Institut/ifeu 2010). Die Verwendung dieser Standardwerte zur Berechnung von Kennwerten für die Abfallarten stellt eine Konvention dar. In der Praxis finden sich je nach Ort, Jahreszeit, Umfang und Art von Sortieranalysen deutliche Schwankungsbreiten zu diesen Kenndaten. Da jedoch in vielen Fällen keine Messwerte insbesondere für Kohlenstoffgehalte verfügbar sind ist eine modellhafte Annäherung zur Ermittlung dieser Kennwerte unerlässlich, um die Bilanzierungen sowohl für die Ist-Situation als auch für potenzielle Optimierungen durchführen zu können.

Für Haus- und Geschäftsmüll in Berlin standen für die erste Bilanz 2010 als aktuelle Abfallzusammensetzung die Ergebnisse einer Sortieranalyse für das Jahr 2008 zur Verfügung (ARGUS 2009), die im Abgleich mit anderen Daten für 2010, zur Plausibilisierung dieser, teilweise modifiziert wurde. Beispielsweise wurden Metallgehalte mit Angaben zur Metallrückgewinnung aus MVA-Schlacke und aus den MPS-Anlagen in Einklang gebracht. Ähnlich wurde mit Inertanteilen in Verbindung mit Schlackemengen verfahren.

Für die SKU-Bilanz 2016 stehen nunmehr neue Daten zur Abfallzusammensetzung zur Verfügung. Im Auftrag der BSR wurde für Berlin für das Jahr 2014 eine neue Haus- und Geschäftsmülluntersuchung durchgeführt (ARGUS 2015) deren Ergebnisse für die SKU-Bilanz ausgewertet werden konnten. Die resultierende prozentuale

Abfallzusammensetzung wurde wiederum mit anderen Daten für 2014 zur Plausibilisierung abgeglichen. Wie zuvor betreffen daraus resultierende Anpassungen die Metallgehalte sowie Inertes und Sonstige. Tabelle 3.5 stellt die bisherigen Werte der Sortieranalyse und modifizierte Rechenwerte den neuen Werten gegenüber.

Tabelle 3.5: Abfallzusammensetzung für Haus- und Geschäftsmüll bisher und neu – jeweils nach Sortieranalysen (ARGUS 2009, ARGUS 2015) und modifizierte Zusammensetzung (Rechenwerte)

Abfallfraktion	Werte nach (ARGUS 2009)	Rechenwerte bisher	Werte nach (ARGUS 2015)	Rechenwerte neu
PPK	12,1%	12,1%	9,5%	9,5%
Glas	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%
Kunststoffe	7,0%	7,0%	8,3%	8,3%
Metalle	2,1%	4,5%	2,2%	4,5%
Organik	42,5%	42,5%	43,7%	43,7%
Holz	0,4%	0,4%	1,8%	1,8%
Textilien	3,2%	3,2%	3,3%	3,3%
Verbunde	9,4%	9,4%	5,0%	5,0%
Rest < 10	4,4%	4,4%	6,5%	6,5%
Sonstige	10,3%	2,5%	10,1%	4,5%
Inertes	2,1%	7,8%	3,2%	6,5%

Anhand der o.g. Kenndaten für Abfallfraktionen wurden wiederum Heizwert und Kohlenstoffgehalte für Haus- und Geschäftsmüll berechnet. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 3.6 im Vergleich zu den bisher verwendeten Kennwerten. Aus Konsistenzgründen wurde auch der Heizwert analog den Kohlenstoffgehalten berechnet. Der rechnerisch ermittelte Wert weicht allerdings nur geringfügig von dem in (ARGUS 2015) ausgewiesenen Wert in Höhe von 8.102 kJ/kg Frischsubstanz ab, so dass der Rechenansatz als plausibel anzusehen ist.

Tabelle 3.6: Ermittelte Kenndaten für Haus- und Geschäftsmüll bisher und neu

Abfallfraktion	Einheit	Bisherige Werte	Neue Werte
Heizwert	MJ/kg FS	8,313	8,109
C fossil	in % FS	7,8	8,0

Die Unterschiede zwischen den bisherigen und den neuen Werten sind vergleichsweise gering. Auf eine näherungsweise Anpassung von Kennwerten für EBS aus Hausmüll wurde entsprechend verzichtet. Im Ergebnis resultieren für die Anteile der Abfallart Haus- und Geschäftsmüll, die direkt energetisch verwertet werden, leicht höhere direkte fossile CO₂-Emissionen sowie leicht reduzierte Entlastungseffekte aufgrund des geringeren Heizwertes und damit im spezifischen Bilanzergebnis eine etwas geringere Nettoentlastung.

Die neue Haus- und Geschäftsmülluntersuchung für das Jahr 2014 ermöglicht auch eine Einschätzung zum aktuellen Stand des Potenzials zur weiteren Steigerung einer getrennten Erfassung von Wertstoffen. Dieser Aspekt wird in Kapitel 4.4 betrachtet.

3.5 Metallausbeuten

Metallausbeuten für die Rückgewinnung von Metallen aus der Sortierfraktion von MPS bzw. MBA-Anlagen, der AAS oder für Altmetall wurden zuletzt für die SKU-Bilanz 2012 angepasst (ifeu/ICU 2013). Diese haben auch weiterhin Bestand. Ebenso die für die SKU-Bilanz angesetzten Rückgewinnungsraten für Eisen- und NE-Metalle aus der Aufbereitung der Schlacke des MHKW Ruhleben (ifeu/ICU 2012). Allerdings haben sich aktuelle Erkenntnisse für die bundesdurchschnittliche Rückgewinnung von Metallen aus MVA-Schlacke ergeben, die in der EdDE-Dokumentation 17 veröffentlicht sind (Kuchta & Enzner 2015). Die entsprechenden Metallausbeuten zeigt Tabelle 3.7 zusammen mit den ansonsten in der SKU-Bilanz verwendeten Raten. Gegenüber den bisher verwendeten durchschnittlichen Rückgewinnungsraten aus MVA-Schlacke nach (Öko-Institut/ifeu 2010) in Höhe von 50% für Fe-Metalle und 10% für NE-Metalle liegen die nunmehr erfassten Durchschnittswerte für Deutschland deutlich höher. Die Untersuchung von (Kuchta & Enzner 2015) repräsentiert rund 90% der statistisch registrierten Schlackemengen. Im Mittel wurde eine Metallrückgewinnungsquote von 76% ermittelt, das Maximum (beste Anlage) errechnete sich zu 106% (Übermenge durch „verstecktes Metall“, das bei der standardisierten Abfallanalyse nicht den Metallfraktionen zugeordnet ist).

Tabelle 3.7: Metallausbeuten in der SKU-Bilanz

Herkunft	Fe-Metalle	NE-Metalle
Sortierfraktion aus MPS, MBA, MA, AAS	78%	34%
Altmetall	78%	-
MHKW-Schlacke	90%	87%
MVA-Schlacke Durchschnitt D*	82%	56%

*(Kuchta & Enzner 2015), weitere Werte in (ifeu/ICU 2012), (ifeu/ICU 2013)

Für die SKU-Bilanz 2016 wurden die neuen Rückgewinnungsraten angewendet. Deren Einfluss war bislang von untergeordneter Bedeutung, da nur Teilströme von Abfallarten betroffen waren. Durch die anteilige direkte Verbringung von Haus- und Geschäftsmüll zu sonstigen thermischen Anlagen im Jahr 2016 ist ein etwas höherer Einfluss gegeben. Allerdings liegen die Rückgewinnungsraten für das MHKW Ruhleben demgegenüber weiterhin höher, so dass auch aus diesem Grund die Behandlung über das MHKW vorzuziehen wäre (vgl. Steckbrief Haus- und Geschäftsmüll, Kap. 2.1.1).

3.6 Zusammenfassung: Einfluss der Aktualisierung

Der Einfluss der zuvor beschriebenen Anpassungen wurde auf Basis der Ergebnisse der SKU-Bilanz 2014 schrittweise überprüft. Den größten Einfluss hat dabei die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Strom und Wärme und darunter

insbesondere die Vereinheitlichung auf Faktoren für die Bundesebene (Kap. 3.1). Insgesamt ergeben sich daraus geringere spezifische Nettoentlastungen bei der Klimagasbilanz für die energetisch genutzten Abfallarten wie vor allem Haus- und Geschäftsmüll, Sperrmüll, Weihnachtsbäume, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Klärschlamm, Altholz, Baum- und Strauchschnitt sowie für organische Abfälle aus Gewerbe. Dass es für diese Abfallarten mitunter trotzdem in der Bilanz für 2016 zu höheren spezifischen Nettoentlastungen kommt ist auf abfallwirtschaftliche Aspekte wie Stoffstromlenkung (z.B. höhere Anteile zur Mitverbrennung) oder technische Optimierungen (z.B. höhere Wirkungsgrade) zurückzuführen. In ähnlichem Maße beeinflusst die Umstellung bzw. Aktualisierung auch die Ergebnisse für den KEA fossil. Dagegen überwiegen v.a. für NO_x-Emissionen in Summe die Entlastungseffekt. Für Quecksilberemissionen fallen die Entlastungseffekte aus der Umstellung weniger stark ins Gewicht. Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Brennstoffe bewirkt nur eine geringe Änderung der spezifischen Emissionswerte.

Einen weiteren relevanten Einfluss auf die Ergebnisse hat die Aktualisierung der Charakterisierungsfaktoren nach IPCC (Kap. 3.3). Betroffen sind hiervon v.a. die organischen Abfallarten, die kompostiert werden wie die Eigenkompostierung, Organikabfall im Sammelsystem Laubsack, Laub/Straßenlaub, Straßenbegleitgrün, Mähgut und Pferdemist. Die direkten Emissionen aus der Vergärungsanlage BSR Biogas West konnten nicht angepasst werden, da hierzu nur aggregierte Werte verfügbar sind. Ebenfalls betroffen sind die Ergebnisse für Klärschlamm, wobei hier die Aktualisierung der IPCC-Faktoren zu einer geringeren Nettobelastung führt (geringere Bewertung der Treibhausgaswirkung von Lachgas). Dieser Aspekt wird jedoch von der Aktualisierung bzw. v.a. der Vereinheitlichung der Emissionsfaktoren für Energie überlagert. Hinzu kommen für die Bilanz 2016 ein höherer Heizölbedarf bei der Verbrennung in der KSWA Ruhleben und vor allem ein geringerer Heizwert der Klärschlämme.

Die Aktualisierung der Abfallzusammensetzung für Haus- und Geschäftsmüll betrifft nur diese Abfallart, und die neu ermittelten Kenndaten unterschieden sich nur wenig. Dennoch bedingen der höher fossile C-Gehalt und der etwas geringere Heizwert in Summe ein Absinken der spezifischen Nettoentlastung für Haus- und Geschäftsmüll in Höhe von rund 10 kg CO₂-Äa/Mg Abfall. Die neuen durchschnittlichen Werte für Metallausbeuten aus Schlacke haben nur einen untergeordneten Einfluss auf die Ergebnisse.

Die Aktualisierungen bzw. die Vereinheitlichung wurden v.a. vor dem Hintergrund der Energiewende vorgenommen. Hier wird empfohlen die künftige Entwicklung der Emissionsfaktoren für Strom und Wärme zu beobachten und bei deutlicheren Änderungen erneute Aktualisierungen für die SKU-Bilanz vorzunehmen. Für die Charakterisierungsfaktoren nach IPCC gilt ähnlich die Empfehlung, die weitere Entwicklung zu beobachten und ggf. bei Veröffentlichung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse zur Treibhausgaswirkung diese für die SKU-Bilanz zu übernehmen. Von einer weiteren Aktualisierung der spezifischen Emissionswerte für fossile Brennstoffe kann – mit Ausnahme der IPCC-Faktoren – weitgehend abgesehen werden. Die Klimagasemissionen der Vorkette sind gegenüber den direkten Emissionen deutlich nachgelagert, während die direkten Emissionen v.a. durch die Herkunft geprägt werden. Da die daraus resultierenden Fluktuationen zum einen zufällig sind und zum anderen ohne Einflussmöglichkeit der Abfallwirtschaft bestehen, sollte diese Aktualisierung für die SKU-Bilanz eher nicht vorgenommen werden bzw. ggf., wenn grundsätzlich Aktualisierungen anstehen.

Empfehlung für künftige Aktualisierungen

4 Erschließung von weiteren Klimagas- und Umweltentlastungspotenzialen

Klimagas- und Umweltentlastungspotenziale wurden bereits in den Vorläuferstudien 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 diesen Studien beschriebenen Optimierungsmaßnahmen weiterhin relevant waren wurden sie in der SKU-Bilanz 2014 aufgegriffen und sind auch in dieser Studie bei den Steckbriefen beschrieben.

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

4.1 Gipsabfälle

Die im Land Berlin angefallenen Gipsabfälle wurden im Jahr 2016 – wie auch in den vorangegangenen Jahren – vollständig auf Deponien beseitigt. Da es sich bei den in steigendem Maße anfallenden Gipsabfällen weitgehend um Gipskartonplatten handelt, die sich sehr gut für ein Recycling zur Herstellung neuer Gipskartonplatten eignen, hatte sich die Firma MUEG Mitteldeutsche Umwelt- und Entsorgung GmbH bereits seit längerer Zeit für die Errichtung einer entsprechenden Aufbereitungsanlage in Berlin interessiert (vgl. ifeu 2015a). Aufgrund der gestiegenen Kosten für eine Deponierung der Gipsabfälle stellt deren stoffliche Verwertung und Recycling unter der Voraussetzung angemessener Transportwege inzwischen betriebswirtschaftlich eine vorteilhaftere Alternative dar.

Die Firma MUEG Mitteldeutsche Umwelt- und Entsorgung GmbH beabsichtigt deshalb in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Berlin Recycling GmbH eine Recyclinganlage für gipshaltige Abfälle im Raum Berlin/Brandenburg bis Mitte des Jahres 2019 zu errichten und zu betreiben. Hierzu wurde eine entsprechende Vereinbarung zur Zusammenarbeit im Rahmen eines Gipsrecyclingprojektes unterzeichnet. Derzeit werden von den beiden Unternehmen weitere Betrachtungen durchgeführt, z.B. zur Recyclingfähigkeit der anfallenden Gipsabfälle und deren Aufkommen sowie Untersuchungen zur Auswahl eines geeigneten Standortes. Die Saint-Gobain-Rigips GmbH ist grundsätzlich bereit, intern die Voraussetzungen für den Einsatz von Gips als Sekundärrohstoff am Standort Berlin-Brieselang zu schaffen. Zudem werden mit den Berliner Entsorgungsunternehmen Gespräche mit dem Ziel geführt bereits übergangsweise eine wirtschaftliche Andienung an die Gipsrecyclinganlage der Firma MUEG in Großpösna im Landkreis Leipzig (Freistaat Sachsen) zu ermöglichen. Diese Anlage ist in der Vorläuferstudie (ifeu 2015a) beschrieben. Der dort erzeugte Recyclinggips (RC-Gips) hat Produktstatus und erfüllt die Qualitätsanforderungen des Bundesverbandes der Gipsindustrie e.V.

**Geplante Recyclinganlage
Berlin/Brandenburg**

Mit der Stärkung des Recyclings von Gipsabfällen aus dem Land Berlin werden mehrere Ziele verfolgt: Da die Nachfrage nach Gips als Baustoff kontinuierlich steigt, stellt die Verwendung von recyceltem Gips nicht nur eine Reduzierung des Deponiebedarfs dar, sondern auch eine erhebliche Ressourcenschonung des Naturgipsvorkommens in Deutschland. Zudem wird ein Ersatz für den bevorstehenden mittel- bis langfristig starken Rückgang des bisher hauptsächlich eingesetzten Rauchgasentschwefelungsgipses (REA-Gips) als Nebenprodukt aus der Kohleverstromung als Konsequenz aus den nationalen Klimaschutzzielen und der Energiewende geschaffen.

Ziele des Gipsrecyclings

Das o.a. Vorhaben der Neu-Errichtung einer Gipsrecyclinganlage im Raum Berlin/Brandenburg trägt damit auch den Empfehlungen aus dem UFOPLAN-Vorhaben „Ökobilanzielle Betrachtung des Recyclings von Gipskartonplatten“ (UBA 2017) Rechnung. Die darin durchgeführte Ökobilanz bestätigt, dass für die vergleichende Klimagasbilanz zwischen RC-Gips und Naturgips vor allem Transporte ausschlaggebend sind (s.a. „Einschätzung Klimagasbilanz“ in ifeu 2015a, S.88). Mit den für Transportdistanzen für Naturgips angesetzten Randbedingungen – 220 km ab Lagerstätte bis Baustelle zzgl. 30 km ab Baustelle bis Deponie – zeigt sich RC-Gips (Feuchtegehalt 3-5%) im Falle von kurzen Transportdistanzen (insgesamt 100 km) vorteilhaft (auch in allen anderen untersuchten Wirkungskategorien). Bei längeren Transportdistanzen (insgesamt 200 km) liegen die Klimagasbelastungen für RC-Gips jedoch höher als für Naturgips mit den o.g. Entfernungen.

UBA Ökobilanzstudie 2017

Für den Fall Berlin bestätigt dies die Vorteilhaftigkeit der Errichtung einer Aufbereitungsanlage im Raum Berlin/Brandenburg. Insgesamt werden so künftig längere Gesamttransportstrecken vermieden sowie Deponiekapazitäten und Naturgipsvorkommen geschont. Der Ballungsraum Berlin mit seinem großen Bedarf an neu zu schaffendem Wohnraum und dem damit auch verbundenen Rückbau von Bauwerken als Quelle von Sekundärrohstoffen bietet hierfür die geeigneten Voraussetzungen.

Fazit

4.2 REA-Gips der KSVa

REA-Gips aus der KSVa Ruhleben wurde bislang nicht stofflich verwertet. Die nach Angaben der BWB im Jahr 2016 angefallene Menge von 3.521 Mg (2014: 3.711 Mg) wurde gemäß Jahresbericht der KSVa wie 2014 vollständig zur Altablagerung Großziehlen verbracht und damit einer sonstigen Verwertung zugeführt bei der kein Primärmaterial substituiert wird. Im Rahmen der SKU-Bilanz 2014 (ifeu 2015a) wurde für diesen REA-Gips die Möglichkeit der stofflichen Verwertung durch Einsatz im Zementwerk oder durch Aufbereitung zu hochwertigem Calciumsulfat angeregt. Bereits im Rahmen der vorliegenden Bilanz für das Jahr 2016 sei angemerkt, dass zum Stand Ende des Jahres 2017 die BWB die Verwertung des REA-Gipses im Zementwerk Rüdersdorf erfolgreich umsetzen konnte¹².

¹² Mitteilung per Email am 18.12.17

4.3 Ziegel

In der vorliegenden Stoffstrom-, Klima- und Umweltbilanz für das Jahr 2016 konnte erstmalig auch die Bauschutt-Fraktionen Ziegel (AVV 17 01 02) vollständig gesondert erfasst werden (2014 nur über Brech- und Klassieranlagen behandelte Mengen).

Da die Ziegelfraktionen aufgrund ihrer Struktur nur in definiertem Anteil in Frostschutz- und Schottertragschichten verwendet werden dürfen, ist ein Teil dieser Abfallmenge derzeit nicht verwertbar und wird auf Deponien/Altablagerungen abgelagert. Allerdings besteht hierfür anteilig die Recyclingmöglichkeit durch Anwendung im Garten- und Landschaftsbau, wo weniger Kornfestigkeit und Frostbeständigkeit des Materials im Vordergrund stehen als vielmehr vegetationstechnische Eigenschaften. Ziegelmaterial besitzt hierfür relevante Eigenschaften wie hohe Porosität sowie Trittfestigkeit und Strukturstabilität. In Deutschland durchgeführte Untersuchungen belegten, dass die natürlichen Gesteinskörnungen wie Lava und Bims bei Baum- und Dachsubstraten ohne Qualitätseinbußen vollständig durch schadstofffreies Ziegelmaterial ersetzt werden kann (vgl. auch ifeu 2015a).

Einsatzmöglichkeiten

Mit der Verwendung schadstofffreien Ziegelmaterials bei der Pflanzung von Straßenbäumen im Rahmen der jährlichen Berliner Stadtbaumkampagne wurden ebenfalls positive Erfahrungen gemacht. Mit der aktuellen Überarbeitung der Berliner Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt wird den öffentlichen Stellen deshalb der Einsatz von Natursteinen wie Bims oder Lava als Baumsubstrat untersagt. Nur in Wasserschutzgebieten kann von dieser Vorgabe abgewichen werden. Stattdessen sind ausschließlich Kompostmaterial zur eventuellen Erhöhung der organischen Substanz und RC-Ziegelsplitt bzw. Rostasche als industrielles Nebenprodukt als Pflanzmaterial einzusetzen. Zur Qualitätssicherung ist das Material vor dessen Einbau durch anerkannte Prüflabore auf Schadstofffreiheit zu untersuchen. Zudem sollen beim Einbau zusätzlich stichprobenartige Untersuchungen der gelieferten Baumsubstrate durchgeführt werden.

Einsatz als Baumsubstrat in Berlin

Des Weiteren wird im Rahmen eines Forschungsvorhabens in Zusammenarbeit mit einem Unternehmen im Großraum Berlin eine neue Technologie zur farblichen Separierung des in der Regel aus unterschiedlichen Farben bestehenden Ziegelmaterials, das den Aufbereitungsanlagen angeliefert wird, erprobt. Mit den farblich getrennten Ziegelfeinkörnungen soll ein neues Recyclingmaterial im Rahmen der Düngemittelverordnung erschlossen werden.

4.4 Potenziale Steigerung getrennte Erfassung

In der ersten Studie zur Stoffstrom- Klimagas- und Umweltbilanz für 2010 (ifeu/ICU 2012) wurde in umfassenden Optimierungsszenarien untersucht wie sich eine gesteigerte getrennte Erfassung von Wertstoffen auf die Treibhausgasbilanz auswirkt. Die Potenziale für die weitere Entnahme von Wertstoffen aus der Grauen Tonne wurden dabei u.a. basierend auf der ermittelten Abfallzusammensetzung abgeleitet. Mit der jetzt zur Verfügung stehenden neuen Haus- und Geschäftsmülluntersuchung für das Jahr 2014 (ARGUS 2015) wird im Folgenden gezeigt in welchem Verhältnis diese neue Zusammensetzung zu den damaligen Potenzialen der weitergehenden getrennten Erfassung steht.

In Tabelle 4.1 sind neben den absoluten und spezifischen Werten für 2010 für Haus- und Geschäftsmüll die in der 2010er-Studie angesetzten absoluten Entnahmepotenziale bis 2020 sowie die resultierenden, in der grauen Tonne verbleibenden spezifischen Werte nach Abfallfraktionen aufgeführt. Vergleichend dazu zeigt die Tabelle die absoluten und spezifischen Werte für 2014 auf Basis der aktuellen Sortieranalyse (ARGUS 2015).

Aus der Gegenüberstellung wird deutlich, dass vor allem das Potenzial für die gesteigerte getrennte Erfassung von Altpapier weitgehend ausgeschöpft zu sein scheint. Der spezifische Wert für 2014 liegt bereits unter dem für 2020 abgeschätzten spezifischen Restaufkommen in der Grauen Tonne. Ähnliches gilt für Verbunde, wobei hier anzunehmen ist, dass die Fraktionsanteile sich mitunter durch eine andere Zuordnungssystematik ergeben. Der prozentuale Anteil liegt 2014 bei 5%, während er für 2010 (basierend auf den Analysewerten für 2008) zu 9,4% ermittelt wurde. Umgekehrt weisen die Abfallfraktionen Holz und Kunststoffe für 2014 etwas höhere Anteile auf (vgl. Tabelle 3.5). Für andere Abfallfraktionen wie insbesondere Organik, Kunststoffe und auch für Metalle besteht weiterhin ein deutliches Entnahmepotenzial.

Tabelle 4.1: Abfallentnahmepotenziale 2010 gegenüber Abfallzusammensetzung 2014 für Haus- und Geschäftsmüll

Abfallfraktion	2010 absolut	2010 spezifisch	Entnahmepotenziale 2020	resultierende Werte 2020	2014 absolut	2014 spezifisch
Einheit	Mg	kg/E*a	Mg	in kg/E*a	Mg	kg/E*a
PPK	103.456	30	22.894	23	77.819	22
Glas	53.856	16		16	51.333	15
Kunststoffe	60.231	17	22.000	11	67.532	19
Metalle	38.798	11	7.000	9	36.868	10
Organik	364.790	105	72.082	85	356.318	101
Holz	3.353	1		1	14.677	4
Textilien	27.789	8		8	26.897	8
Verbunde	80.290	23	17.500	18	41.088	12
Rest < 10	37.392	11		11	52.859	15
Sonstige	21.459	6		6	36.705	10
Inertes	66.953	19		19	53.833	15
Summe	858.366	248	141.476	207	814.789*	231

* Summe ohne Problemabfälle (870 Mg)

4.5 Umsetzung klimaverträgliche Biomasseverwertung

Optimierungspotenziale insbesondere hinsichtlich der Klimagasbilanz bestehen v.a. für organische Abfälle, die bislang nur kompostiert werden. Für organische Abfälle aus Haushalten bestehen Optimierungsmöglichkeiten in deren Erfassung über die Biotonne mit anschließender Behandlung der gesamten Bioabfallmenge in emissionsarmen Behandlungsanlagen wie der Vergärungsanlage BSR Biogas West. Für

andere organische Abfälle wie insbesondere Laub/Straßenlaub und Mähgut besteht diese Möglichkeit nicht bzw. eignen sich die Abfälle nur eingeschränkt für eine Vergärung. Dagegen konnte für Laub im Rahmen eines Mitverbrennungsversuchs im IKW Rüdersdorf die grundsätzliche Eignung einer thermischen Behandlung nachgewiesen werden (vgl. ifeu 2015a).

Zur Umsetzung einer Konzeption zur hochwertigen Verwertung von Biomasse wie Laub und Mähgut sollen im Rahmen eines BENE-Förderprogramms¹³ Praxisversuche durchgeführt werden, mit dem Ziel die hochwertige Verwertung dieser Biomasse in Berlin dauerhaft zu etablieren. Das Projekt „Umsetzung einer klimaverträglichen Biomasseverwertung“¹⁴ umfasst zunächst Voruntersuchungen zu Bereitschaft und Anforderungen für den Einsatz von entsprechenden Brennstoffen, wobei die Anforderungen die erforderliche Aufbereitung der organischen Abfälle bestimmen. Den Voruntersuchungen folgen Großversuche in den beteiligten thermischen Anlagen, um das Verbrennungs- und Emissionsverhalten der Biobrennstoffe genauer beurteilen zu können. Entsprechende Versuche sollen z.B. in industriellen Feuerungsanlagen, (Kohle)Heizkraftwerken oder auch durch direkte Nutzung in freien Kapazitäten z.B. des MHKW Ruhleben durchgeführt werden. Die Ergebnisse zu technischen Möglichkeiten und deren Kosten werden in einem Interessenbekundungsverfahren unter Beteiligung relevanter Akteure ausgetauscht.

Das Projekt wurde Anfang 2017 bewilligt und soll bis März 2018 durchgeführt werden. Die Erkenntnisse aus dem Projekt können in die SKU-Bilanz 2018 einfließen. Vor allem sollen sie als Grundlage für den aktiven Ausbau von als geeignet identifizierten Verwertungswegen dienen.

¹³ Berliner Programm für Nachhaltige Entwicklung (BENE) gefördert aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung und des Landes Berlin.

¹⁴ <http://www.berlin.de/senuvk/umwelt/abfallwirtschaft/de/biomasse/index.shtml>

5 Szenario Energiewende Berlin

Die SKU-Bilanzierung folgt der Ökobilanzmethode der Abfallwirtschaft. Das heißt unter anderem, dass Leistungen der Abfallwirtschaft wie die Erzeugung von Energie und Sekundärrohstoffen, die potenziell in den Sektoren „Energie“ und „Industrie“ die Primärerzeugung ersetzen, in Form von Gutschriften dem Sektor „Abfall“ zugeordnet werden. Durch die Energiewende verändern sich notwendigerweise diese Gutschriften. Das im Rahmen der SKU-Bilanz durchgeführte „Szenario Energiewende Berlin“ dient dazu, diese absehbare Veränderung vorausschauend zu betrachten und zu kommunizieren. Entscheidend dabei ist, zu vermitteln, dass sich nicht die Leistungen der Abfallwirtschaft ändern bzw. verschlechtern, sondern dass durch den zunehmenden Umbau der Energiewirtschaft die potenziellen Klimaschutzbeiträge durch Substitution fossiler Brennstoffe notwendigerweise zurückgehen.

Die im Rahmen der SKU-Bilanz durchgeführte Studie wurde in einem separaten Bericht veröffentlicht (ifeu 2017). Im Folgenden sind die wesentlichen Randbedingungen und Erkenntnisse kurz beschrieben.

Referenz für das Szenario Energiewende Berlin bildet die SKU-Bilanz 2014. Entsprechend der bisherigen Herangehensweise, Emissionsfaktoren für Strom und Wärme getrennt für Berlin und die Bundesebene zu verwenden (vgl. Kap. 3.1), erfolgte dies soweit möglich auch für das Szenario Energiewende Berlin. Als Grundlage für die künftig veränderten Randbedingungen der Energiewirtschaft wurde für Berlin der Bericht der Enquete-Kommission „Neue Energien für Berlin“ (Abgeordnetenhaus Berlin 2016) herangezogen, für die Bundesebene wurde aus verschiedenen Untersuchungen die Studie „Klimaschutzszenario 2050“ (Öko-Institut/ISI 2015) ausgewählt. Als Zieljahr für den Vergleich wurde wie im Bericht der Enquete-Kommission das Jahr 2050 gewählt. Zudem wurde das Jahr 2030 betrachtet, um Veränderungen in der Übergangszeit zu untersuchen.

Annahmen

Für Berlin ist im Bericht der Enquete-Kommission die Zielsetzung formuliert spätestens bis 2050 zu einer klimaneutralen Stadt zu werden. Für den Bereich der Energieerzeugung muss dazu die Verwendung fossiler Brennstoffe in allen Verbrauchsbereichen gegen null reduziert werden. Hierzu soll bis spätestens 2030 die Kohleverstromung vollständig durch erneuerbare Energie und Erdgas ersetzt werden und bis 2050 soll auf 100% erneuerbare Energie umgestellt werden. Hieraus wurden Emissionsfaktoren für Strom abgeleitet (Tabelle 5.2). Für die Wärmeerzeugung ließen sich keine konkreten Emissionsfaktoren ableiten, hier wurden vereinfacht die Faktoren der Bundesebene übernommen. Der Bericht der Enquete-Kommission enthält auch Empfehlungen für die Energieerzeugung aus Abfall wie Ausweitung der Bioabfallsammlung und hocheffiziente energetische Verwertung, Nutzung von biogenen Abfällen als Energieträger und energetische Verwertung von Klärschlamm in einer neuen hocheffizienten Verbrennungsanlage. Diese Aspekte wurden bereits in den früheren SKU-Bilanzen untersucht (ifeu/ICU 2012, ifeu/ICU 2013, ifeu 2015a) und nicht zusätzlich im Szenario Energiewende Berlin aufgegriffen.

Für die Bundesebene wurde aus (Öko-Institut/ISI 2015) das Klimaschutzscenario 80 (KS 80) herangezogen, in dem die Ziele des deutschen Energiekonzepts erreicht werden (Tabelle 5.1). Dies erfolgte in Anlehnung an die Studie „Beitrag der Kreislaufwirtschaft zur Energiewende“ (Öko-Instituts 2014), die sich auf Bundesebene mit dem Einfluss der Energiewende auf die Kreislaufwirtschaft befasst. Die darin verwendeten Emissionsfaktoren für Strom und Wärme für die Jahre 2030 und 2050 zeigt Tabelle 5.2 im Vergleich zu den Emissionsfaktoren, die in der SKU-Bilanz 2014 verwendet wurden.

Tabelle 5.1: Ziele des Energiekonzepts der Bundesregierung und THG-Minderung

	Anteil EE an der Stromerzeugung	Anteil EE Bruttoendenergieverbra uch	THG-Minderung ggü. 1990
2020	35%	18%	40%
2030	50%	30%	55%
2040	65%	45%	70%
2050	80%	60%	80-95%

Quelle: Bundesregierung (2011), Öko-Institut (2014)

Tabelle 5.2: Emissionsfaktoren Strom und Wärme 2030 und 2050 im Vergleich zu SKU-Bilanz 2014

Jahr	Bezugsraum	Einheit	Strom	Gutschrift flexibler Strom	Wärme
2014	Berlin (mit Vorkette)	g CO ₂ -Äq/kWh	743		249
	Deutschland (mit Vorkette)	g CO ₂ -Äq/kWh	633		280
2030	Deutschland direkte CO ₂ -Emissionen	g CO ₂ /kWh	288	832	141
	Deutschland (mit Vorkette)	g CO ₂ -Äq/kWh	346		152
2050	Deutschland direkte CO ₂ -Emissionen	g CO ₂ /kWh	91	823	ca. 81
	Deutschland (mit Vorkette)	g CO ₂ -Äq/kWh	124		94

Quelle: (Öko-Institut 2014), (ifeu 2015a)

Eine Besonderheit stellen darin die Emissionsfaktoren „Gutschrift flexibler Strom“ dar. Diese sind deutlich höher als die Emissionsfaktoren der durchschnittlichen Stromerzeugung. Sie sind anrechenbar, wenn Strom nicht im Grundlastbetrieb erzeugt wird, sondern flexibel nach Bedarf und dadurch der Betrieb fossiler Reservekraftwerke ersetzt werden kann.

Die flexible Stromerzeugung aus Abfall ist grundsätzlich durch Speichersysteme möglich wie die Lagerung von Abfallbrennstoffen oder die Speicherung von aus Abfall erzeugtem Biogas. Die Lagerungsmöglichkeit von Abfällen ist allgemein gegeben. Nach Öko-Institut (2014) dürfen EBS bis zu einem Jahr gelagert werden. Dies gilt gleichermaßen für Restmüll, dessen Genehmigung zur Lagerung für ein Jahr ist problemlos möglich ist, wenn die Abfälle balliert werden. Eine Verbrennung kann dann theoretisch flexibel in MVAn bzw. für EBS in EBS-Kraftwerken erfolgen. In der Praxis stellt sich allerdings die Problematik, dass diese Verbrennungsanlagen (überwiegend Rostfeuerungen) nicht ohne Weiteres beliebig hoch- und runtergefahren werden können. Auch gilt zu bedenken, dass Reservekraftwerke nur eine begrenzte Betriebsstundenzahl pro Jahr im Einsatz sind, so dass einerseits selbst ein Jahr Lagerfähigkeit ggf. für eine ordnungsgemäße Entsorgung nicht ausreicht und andererseits die Wirtschaftlichkeit eines solchen Betriebs thermischer Abfallbehandlungsanlagen in Frage steht. Insofern wurde für das Szenario Energiewende Berlin die flexible Stromerzeugung aus Abfall in Form von zwei Szenarien für das Jahr 2050 betrachtet:

- „Maximalszenario“ (MAX): flexible Stromerzeugung aus Abfall ist generell möglich (Gutschrift flexibler Strom)
- „Minimalszenario“ (MIN): flexible Stromerzeugung aus Abfall kann generell nicht realisiert werden (Gutschrift Strom)

Für die flexible Stromerzeugung wurden vereinfacht als gute Näherung die in Tabelle 5.2 gezeigten Emissionsfaktoren „Gutschrift flexibler Strom“ verwendet auch wenn diese die Klimagasbelastungen aus der Vorkette (Brennstoffbereitstellung) nicht beinhalten.

Neben den Emissionsfaktoren für Strom und Wärme hat die Energiewende auch Einfluss auf die Mitverbrennung von Abfällen in fossilen Kraftwerken, die mit deren Stilllegung nicht mehr möglich ist. In Berlin ist die Stilllegung von Kraftwerken nach dem Bericht der Enquete-Kommission mittelfristig zu erwarten, nach den Klimaschutzenszenarien für die Bundesebene mittel- bis langfristig. Für die Jahre 2030 und 2050 wurden folgende Annahmen getroffen:

- Im Jahr 2030 sind die Kraftwerke in Berlin stillgelegt. Dies betrifft ausschließlich Baum- und Strauchschnitt für den alternativ der Einsatz in Biomasse-HKW angenommen wurde mit Stromerzeugung in Grundlast. Für alle weiteren bislang mitverbrannten Abfälle wurde unverändert der Einsatz in Kohlekraftwerken beibehalten und wie bisher die Substitution von Kohle angerechnet.
- Im Zieljahr 2050 wurde dagegen angenommen, dass keine Abfälle mehr in Kohlekraftwerken mitverbrannt werden können. Klärschlamm geht alternativ in Zementwerke¹⁵. EBS und die verbleibenden holzigen Abfälle werden alternativ in durchschnittlichen EBS-Kraftwerken bzw. Biomasse-HKW eingesetzt. Dabei wird im Maximalszenario von einer flexiblen Stromerzeugung ausgegangen, im Minimalszenario von Stromerzeugung in Grundlast.

¹⁵ Vereinfachte Annahme, wohlwissend, dass die hierfür verfügbaren Kapazitäten begrenzt sind.

Für die Mitverbrennung von Abfällen in Zementwerken wurden ebenfalls Festlegungen für die Szenarien 2050 und 2030 getroffen. In den Klimaschutzszenarien sind Veränderungen für den Energiebedarf für Zementwerke zwar nicht explizit enthalten, allerdings ist absehbar, dass auch Produktionsanlagen technische Lösungen finden müssen, bei denen auf den Einsatz von fossilen Brennstoffen verzichtet werden kann. Für das Szenario Energiewende Berlin wurde vereinfachend angenommen, dass die konventionelle Herstellung von Zementklinker beibehalten wird, aber bis zum Jahr 2030 auf Erdgas umgestellt wird. Diese Annahme wurde auch für das Jahr 2050 übernommen. Entsprechend wurde als Gutschrift statt der bisherigen Substitution von Kohle die Substitution von Erdgas angerechnet. In einer Sensitivität für 2050 wurde zudem der Fall untersucht, dass statt Erdgas aus atmosphärischem CO₂ hergestelltes Methan (Power-to-Gas, PtG) verwendet wird, dessen Verbrennung quasi klimaneutral ist, so dass die Mitverbrennung von Abfällen keine Entlastungswirkung mehr erzielt.

Die Annahmen und Randbedingungen für das Szenario Energiewende Berlin sind in Tabelle 5.3 zusammengefasst.

Tabelle 5.3: Wesentliche Annahmen im Szenario Energiewende Berlin im Überblick

	2030	2050
Strombedarf		
- Berlin	228,8 g CO ₂ -Äq/kWh	0 g CO ₂ -Äq/kWh
- Deutschland	346 g CO ₂ -Äq/kWh	124 g CO ₂ -Äq/kWh
Gutschrift Strom	durchschnittliche Stromerzeugung (s. Strombedarf)	Minimalszenario: durchschnittliche Stromerzeugung für in Grundlast erzeugten Strom aus Abfall (s. Strombedarf) Maximalszenario: Gutschrift flexibler Strom für Strom aus Abfall (823 g CO ₂ /kWh; s. Tabelle 5.2)
Wärmebedarf (Berlin wie Deutschland)	152 g CO ₂ -Äq/kWh	94 g CO ₂ -Äq/kWh
bisher in Kohlekraftwerken mitverbrannte EBS (erfolgt nur außerhalb Berlins)	wie 2014	Einsatz in EBS-KW
bisher in Berliner Kohlekraftwerken mitverbrannte holzige Abfälle	Einsatz in Biomasse-HKW, betrifft Baum- und Strauchschnitt	wie 2030
bisher außerhalb Berlins in Kohlekraftwerken mitverbrannte holzige Abfälle	wie 2014	Einsatz in Biomasse-HKW
bisher in Kohlekraftwerken mitverbrannter Klärschlamm	wie 2014	Mitverbrennung in Zementwerken
Referenzsystem Mitverbrennung Zementwerk	Substitution Erdgas	Substitution Erdgas Sensitivität Methan aus PtG (=klimaneutral)

Die Ergebnisse aus dem Vergleich der Ist-Situation (2014) mit den Szenarien Energiewende für die Jahre 2030 und 2050 (Minimal- und Maximalszenario) zeigt Abbildung 5.1. Darin sind die 37 Berliner Abfälle so zusammengefasst, dass Ursachen für Veränderungen (Emissionsfaktoren, Stoffstromumlenkung) möglichst gut erkennbar sind.

Ergebnisse vergleichende Klimagasbilanz

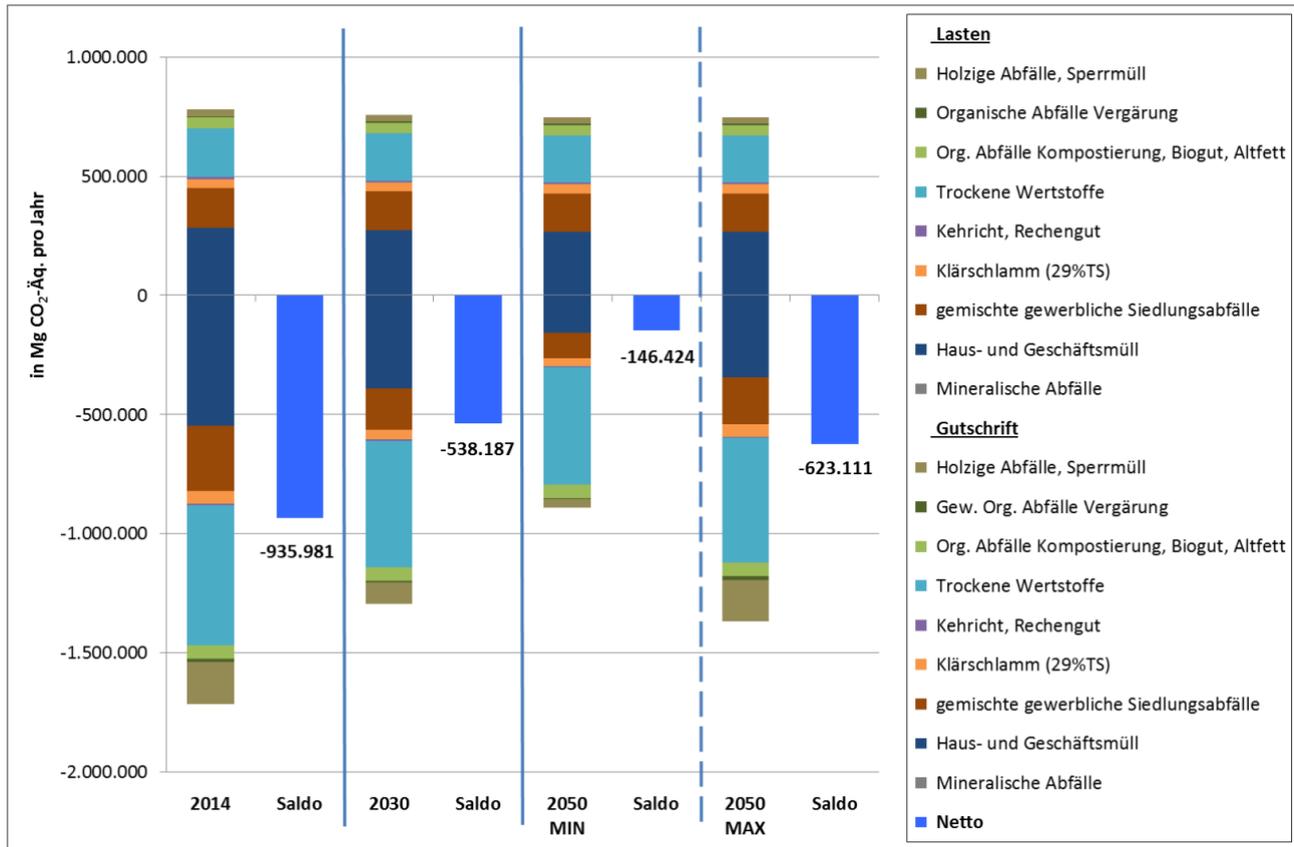


Abbildung 5.1: Ergebnis vergleichende Klimagasbilanz

Es wird deutlich, dass die beschriebenen Randbedingungen der Energiewende einen großen Einfluss auf die Klimagasbilanz haben. In beiden Vergleichsjahren gehen die möglichen Entlastungseffekte bei der energetischen Nutzung der Abfälle deutlich zurück, beim Minimalszenario 2050 nochmals deutlich stärker als im Maximalszenario. Von den Veränderungen betroffen sind vor allem die Abfallarten „Haus- und Geschäftsmüll“, „gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle“ sowie „Holzige Abfälle, Sperrmüll“. Für andere Abfallarten zeigt sich nur ein geringer Einfluss, da sie nur eine untergeordnete Massen- oder Klimagasrelevanz haben.

Die Veränderungen in der Klimagasbilanz im Jahr 2030 gegenüber dem Referenzjahr 2014 werden vor allem durch die veränderten Emissionsfaktoren für Strom und Wärme geprägt. Die Umlenkung von Baum- und Strauchschnitt zu Biomasse-HKWs aufgrund der unterstellten Stilllegung der Berliner Kohlekraftwerke hat demgegenüber einen geringen Einfluss. Dagegen relevant ist die Annahme, dass 2030 Zementwerke nicht mehr kohle- sondern gasbefeuert betrieben werden, wodurch sich entsprechend die Gutschrift für die Mitverbrennung von Abfällen verringert. Im Überblick zeigen sich die schrittweisen absoluten Nettoentlastungsergebnisse für 2030 wie folgt:

Emissionsfaktoren Strom, Wärme:	-664.827 Mg CO ₂ -Äq
+ Umlenkung Baum- und Strauchschnitt:	-661.363 Mg CO ₂ -Äq
+ Gutschrift Mitverbrennung Zementwerk Erdgas:	-538.187 Mg CO ₂ -Äq

Die Ergebnisse der Klimagasbilanz für 2050 unterscheiden sich zwischen Minimal- und Maximalszenario einzig durch die Annahme, dass im Minimalszenario Strom aus Abfall ausschließlich in Grundlast erzeugt werden kann (Gutschrift durchschnittliche

Stromerzeugung), während im Maximalszenario angenommen ist, dass jegliche Stromerzeugung aus Abfall flexibel erfolgen kann, wodurch konventionelle Reservekraftwerke entlastet werden (Gutschrift flexible Stromerzeugung). Im Minimalszenario sinkt entsprechend die Gutschrift für Energie aus Abfall weiter gegenüber 2030. Hinzu kommt die reduzierte Gutschrift für Abfälle, die nicht mehr in Kohlekraftwerken mitverbrannt werden können. Beide Schritte sind ähnlich relevant:

Emissionsfaktoren Strom, Wärme:	-380.025 Mg CO ₂ -Äq
+ Umlenkung Mitverbrennung Kohlekraftwerke:	-146.424 Mg CO ₂ -Äq

Erst die Annahme, dass Strom aus Abfall flexibel erzeugt werden kann, bewirkt demgegenüber wieder eine deutlich höhere Nettoentlastung von -623.111 Mg CO₂-Äq.

Die Energiewende – der Ausstieg aus der fossilen Energieerzeugung – ist eine wesentliche Voraussetzung, um unsere Klimaschutzziele zu erreichen. Dadurch verändern sich notwendigerweise die potenziellen Beiträge aus der energetischen Verwertung von Abfällen, weil es immer weniger zu ersetzende fossile Brennstoffe gibt. Wichtig ist jedoch festzuhalten, dass die Abfallwirtschaft bereits wesentliche Klimaschutzbeiträge geleistet hat, allen voran durch das Deponieverbot und im Weiteren die stoffliche und energetische Verwertung von Abfällen und dass das Szenario Energiewende Berlin zeigt, dass auch künftig wesentliche Beiträge zum Klimaschutz möglich sind.

Fazit

Für die energetische Verwertung ist das der Fall, wenn sie der flexiblen Stromerzeugung (Ersatz fossiler Reservekraftwerke) dient, was durch die Lagerfähigkeit der Abfälle bei der thermischen Behandlung grundsätzlich denkbar ist. Allerdings sind derzeitige Rostfeuerungsanlagen nicht geeignet nach Bedarf hoch- und runtergefahren zu werden. Des Weiteren ist die Entsorgungssicherheit zu beachten und ggf. ist der Betrieb einer thermischen Behandlungsanlage als Reservekraftwerk nicht wirtschaftlich. Eine Alternative bestünde in Stromspeichersystemen so diese mittel- bis langfristig mit geringen Verlusten bereitgestellt werden können. Eine weitere Alternative besteht in einer verstärkten Erzeugung von Prozesswärme, wenn dadurch mehr fossile Brennstoffe ersetzt werden als durch die Verstromung.

Werden weitere abfallwirtschaftliche Maßnahmen einbezogen, so ist der optimierte Umgang mit Abfallbiomassen zu nennen wie er auch in den früheren SKU-Bilanzen untersucht wurde sowie die weitere Steigerung der stofflichen Verwertung von Abfällen.

Literaturverzeichnis

Abgeordnetenhaus Berlin (2016): Enquete-Kommission „Neue Energien für Berlin – Zukunft der energiewirtschaftlichen Strukturen“. Die Verwaltung des Abgeordnetenhauses von Berlin (Hrsg.). <http://www.parlament-berlin.de/de/Das-Parlament/Ausschuesse/Enquete-Kommission-Neue-Energie-fuer-Berlin>; Drucksache 17/2500 vom 4.11.15 und Abschlussbericht des Abgeordnetenhauses, 1. Auflage 2016

AGEB (2016): Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2015. AG Energiebilanzen e.V., im Auftrag des BMWi, Projektnummer 072/15, Oktober 2016

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

ARGUS (2009): Haus- und Geschäftsmülluntersuchung Berlin 2008. Erstellt für die Berliner Stadtreinigungsbetriebe A.ö.R. (BSR). Vorgelegt von ARGUS Berlin, März 2009

Bundesregierung (2011): Eckpunktepapier: Der Weg zur Energie der Zukunft – sicher, bezahlbar und umweltfreundlich. https://www.bundesregierung.de/ContentArchiv/DE/Archiv17/-Anlagen/2011/06/2011-06-06-energiekonzept-eckpunkte.pdf?__blob=publicationFile&v=3

DTC et al. (2007): Villanueva, Hedal, Carlsen, Vogt, Giegrich: Ökobilanzieller Vergleich zweier Verwertungsalternativen für Altreifen: stoffliche Verwertung in Asphalt und Mitverbrennung im Zementofen (Comparative Life Cycle Assessment of two options for waste tyre treatment: recycling in asphalt and incineration in cement kilns). Im Auftrag von Genan A/S. Durchgeführt von Danish Topic Centre on Waste, ifeu Heidelberg, 2007

Hentschke et al. (2009): Hentschke, C., Jung, H., Pongratz, B., Götz, B.: Aufkommen und Verbleib der Rückstände aus der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie – Ergebnisse der Rückstandsumfrage 2007. In: Wochenblatt für Papierfabriken 8/2009.

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

ifeu (2017), Vogt, R.: Szenario Energiewende Berlin. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. Heidelberg, Juni 2017. https://www.ifeu.de/wp-content/uploads/Szenario_Energiewende_Berlin_final-Jul17.pdf

ifeu (2015a): Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2014 für das Land Berlin. Regine Vogt, Joachim Reinhardt. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (SenStadtUm), Oktober 2015

ifeu (2015b): Treibhausgas-Emissionswerte für unterschiedliche fossile Energieträger und Kraftwerksszenarios in Deutschland. Im Auftrag der Wingas GmbH Kassel, Januar 2015.

ifeu/ICU (2013): Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz Berlin 2012 für die Nutzung von Berliner Abfällen als Ressource. Regine Vogt, 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, 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

IPCC (2013) Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC): Contribution of Working Group I to the 5th Assessment Report: Climate Change 2013, www.ipcc.ch

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

IPCC (1995) Intergovernmental Panel on Climate Change „Climate Change 1995 - The Science of Climate Change“ Houghton, J. T. (Hg), Cambridge University Press, Cambridge 1996

Kuchta & Enzner (2015): Prof. Dr.-Ing. Kerstin Kuchta, M.Sc. Verena Enzner (TU Hamburg-Harburg): Metallrückgewinnung aus Rostaschen aus Abfallverbrennungsanlagen – Bewertung der Ressourceneffizienz. Für die EdDE - Entsorgungsgemeinschaft der Deutschen Entsorgungswirtschaft e.V., EdDE-Dokumentation 17, Oktober 2015

Öko-Institut/ISI (2015): Klimaschutzszenario 2050. 2. Endbericht. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Berlin, 18. Dezember 2015. <https://www.oeko.de/oekodoc/2451/2015-608-de.pdf>

Öko-Institut (2014): Beitrag der Kreislaufwirtschaft zur Energiewende. Klimaschutzpotenziale auch unter geänderten Randbedingungen nutzen. Im Auftrag des BDE Bundesverband der deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft. Öko-Institut, Januar 2014

Öko-Institut/ifeu (2010): Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft. Am Beispiel von Siedlungsabfällen und Altholz. Öko-Institut Darmstadt und ifeu Heidelberg. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, UFOPLAN-Vorhaben FZK 3708 31 302, Januar 2010

UBA-Texte 33/2017: Ökobilanzielle Betrachtung des Recyclings von Gipskartonplatten. UFOPLAN-Vorhaben 3715 343200. Durchgeführt von Öko-Institut, Prognos und BAM, April 2017

UBA-Texte 46/2015: Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft. Darstellung der Potenziale zur Verringerung der Treibhausgasemission aus dem Abfallsektor in den OECD Staaten und ausgewählten Schwellenländern; Nutzung der Erkenntnisse im Abfalltechniktransfer. UFOPLAN-Vorhaben 3711 33 311. Durchgeführt von ifeu Heidelberg und Öko-Institut, Juni 2015

UNFCCC (2014): Report of the Conference of the Parties on its nineteenth session, held in Warsaw from 11 to 23 November 2013, Addendum, Part Two. FCCC/CP/2013/Add.3; <http://unfccc.int/resource/docs/2013/cop19/eng/10a03.pdf>

ZuV 2012: Verordnung über die Zuteilung von Treibhausgas-Emissionsberechtigungen in der Zuteilungsperiode 2008 bis 2012 v. 13.08.2007, Anhang I: Einheitliche Stoffwerte für Emissionsfaktoren, Heizwerte und Kohlenstoffgehalte für Brennstoffe, Rohstoffe und Produkte.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 0.1: Ergebnisse Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz 2016	2
Abbildung 2.1: Stoffflussdiagramm zu Aufkommen und Verbleib der mineralischen Abfälle 2016	35
Abbildung 2.2: Gesamt-Holz-Bilanz für holzige Abfälle aus Berlin im Jahr 2016	51
Abbildung 2.3: Sankeydiagramm Mengenströme 2016	61
Abbildung 2.4: Entsorgte Mengen der Abfallarten 2016 (Mengenangaben in Tonnen)	62
Abbildung 2.5: Absolute Nettoergebnisse der Klimagasbilanz 2016	67
Abbildung 5.1: Ergebnis vergleichende Klimagasbilanz	91

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Zeitreihe Aufkommen mineralische Abfallfraktionen	36
Tabelle 2.2: Verteilschlüssel für die energetische Verwertung von Holzabfällen	50
Tabelle 2.3: Ergebnisse Stoffstrombilanz 2016	63
Tabelle 2.4: Ergebnisse Klimagasbilanz 2016	65
Tabelle 2.5: Ergebnisse der Rohstoffschonung 2016	68
Tabelle 2.6: Nettoergebnisse Luftemissionen und Cadmumeintrag in Boden 2016	69
Tabelle 2.7: Spezifische Ergebnisse der Schonung von Rohstoffen 2016 im Vergleich zu 2014	71
Tabelle 2.8: Spezifische Nettoergebnisse für Luftemissionen und Cadmumeintrag in Boden 2016 im Vergleich zu 2014	71
Tabelle 3.1: Bisherige und aktualisierte Emissionsfaktoren für Strom und Wärme	73
Tabelle 3.2: Bisherige und aktualisierte THG-Emissionsfaktoren für Brennstoffe (inkl. Vorkette)	75
Tabelle 3.3: Bisherige und aktuelle THG-Emissionsfaktoren Netto im Überblick (Werte ohne Sammlung)	76
Tabelle 3.4: Charakterisierungsfaktoren für den Treibhauseffekt nach IPCC 2007 und 2013	77
Tabelle 3.5: Abfallzusammensetzung für Haus- und Geschäftsmüll bisher und neu – jeweils nach Sortieranalysen (ARGUS 2009, ARGUS 2015) und modifizierte Zusammensetzung (Rechenwerte)	78
Tabelle 3.6: Ermittelte Kenndaten für Haus- und Geschäftsmüll bisher und neu	78
Tabelle 3.7: Metallausbeuten in der SKU-Bilanz	79
Tabelle 4.1: Abfallentnahmepotenziale 2010 gegenüber Abfallzusammensetzung 2014 für Haus- und Geschäftsmüll	84
Tabelle 5.1: Ziele des Energiekonzepts der Bundesregierung und THG-Minderung	87
Tabelle 5.2: Emissionsfaktoren Strom und Wärme 2030 und 2050 im Vergleich zu SKU-Bilanz 2014	87
Tabelle 5.3: Wesentliche Annahmen im Szenario Energiewende Berlin im Überblick	90

Abkürzungsverzeichnis

AAS	Sperrmüllaufbereitungsanlage der BSR
AME	Altfettmethylester (Biodiesel aus Altfett)
AVV	Abfallverzeichnisverordnung
BHKW	Blockheizkraftwerk
BSR	Berliner Stadtreinigungsbetriebe
C fossil	fossiler Kohlenstoff
CO ₂ -Äq	Kohlendioxid-Äquivalente (Umrechnungseinheit für klimawirksame Gase)
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
SenUVK	Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz
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)

6 Anhang

Definition Recycling- und Verwertungsquoten

In der SKU-Bilanz werden folgende Quoten 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** ist wie folgt definiert:

Recyclingquote

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

Die Berechnung der Recyclingquote muss sich auf die Erstbehandlung in einer Vorbehandlungsanlage beschränken, da nur für diese Informationen verfügbar sind. Diese Recyclingquote macht keine Aussagen darüber wie viel Primärmaterial letztendlich durch einen Sekundärrohstoff substituiert wird, da häufig weitere Aufbereitungsschritte folgen wie beispielsweise Deinking/Pulper bei der Papierverwertung oder Nass- und Trockenaufbereitung zur Erzeugung von Regranulat oder Agglomerat bei der Kunststoffverwertung.

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** ist wie folgt definiert:

**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.

Aufgrund der Bedeutung und der bekannten Massenströme des MHKW Ruhleben 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 wurden abgezogen und in den Steckbriefen getrennt bewertet.

Die **sonstige Verwertungsquote** ist wie folgt definiert:

**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 (Altablagerung, Verfüllungen) 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 nach § 3 (25) 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.“ Ein direkter Vergleich mit der durch das statistische Bundesamt ausgewiesenen Recyclingquote¹⁶ ist für Bau- und Abbruchabfälle jedoch nicht möglich, da diese entsprechend den Zielvorgaben nach § 14 (3) KrWG die sonstige stoffliche Verwertung von nicht gefährlichen Bau- und Abbruchabfällen (ohne AVV 170504) mit einschließt. Dies umfasst die Verfüllung, bei der Abfälle als Ersatz für andere Materialien genutzt werden. Hierunter fallen auch Sekundärmaterialien, während nach Definition für die SKU-Bilanz nur der Ersatz von Primärmaterialien für die Recyclingquote angerechnet wird (s.o.).

**Übereinstimmungen und
Unterschiede zum KrWG**

Die **Beseitigungsquote** beschreibt im Allgemeinen die Menge mineralischer Abfälle und Sortierreste, die auf Deponien beseitigt werden. Sie ist wie folgt definiert:

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 KSWA Ruhleben als Beseitigung eingestuft.

¹⁶ http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/dokumente/dok_verwertung_2000-2015.pdf