



© BSR

Berlin: lebenswerter

Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2018 für das Land Berlin



INSTITUT FÜR ENERGIE-
UND UMWELTFORSCHUNG
HEIDELBERG

Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2018 für das Land Berlin

SKU-Bilanz

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

Regine Vogt, Sabrina Ludmann

Heidelberg, Dezember 2019



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)	53
2.2.17	Straßenbegleitgrün (AVV 200201)	54
2.2.18	Mähgut (AVV 200201)	55
2.2.19	Speisereste (AVV 200108)	56
2.2.20	Fettabscheiderinhalte (AVV 190809)	57
	Zusammenfassung Speisereste und Fettabscheiderinhalte (Kap. 2.2.19 und 2.2.20)	58
2.2.21	Altfette (AVV 200125)	59
2.2.22	Pferdemist (AVV 020106)	60
2.2.23	Rechengut (AVV 190801)	61
2.2.24	Kunststoffrasen	62
2.3	Zusammenführung der Ergebnisse der Abfallarten	64
	Stoffstrombilanz 2018	64
	Klimagasbilanz 2018	67
	Umweltbilanz 2018	70
3	Erläuterungen zu ausgewählten Abfallarten	74
3.1	Aufschlüsselung Klimagasbilanz Haus- und Geschäftsmüll	74
3.2	Aufkommen und Verbleib Alttextilien	77
3.3	Einschätzung gesamtes Abfallaufkommen und Verbleib bestimmter Abfallarten	79
4	Erläuterungen zu den 10 größten Berliner Abfallbehandlungsanlagen	81
4.1	Graf Baustoffe, Nonnendamm	81
4.2	BTB-Gruppe, Frank-Zappa-Straße	82
4.3	RWG I – Schicht, Saalburgstraße	82
4.4	RWG I – Schicht, Wiesendamm	83
4.5	MHKW Ruhleben	84
4.6	MPS Pankow	84
4.7	MPS Reinickendorf	85
4.8	BSR Biogas West	86
4.9	ALBA Hultschiner Damm	86
4.10	KSVA Ruhleben	86

Inhalt

5 Aktualisierungen	88
5.1 Emissionsfaktoren für Strom	88
5.2 Kenndaten Haus- und Geschäftsmüll	89
6 Recyclingquote - EU Berechnungsvorschrift und SKU-Bilanz	92
7 Bewertung von Strom und Wärme aus Abfallverbrennung	95
8 Erschließung von weiteren Klimagas- und Umweltentlastungspotenzialen	99
8.1 Gipsabfälle	99
8.2 MHKW Schlacke	100
9 Wiederverwendung von Gebrauchtwaren	101
9.1 Orientierende ökobilanzielle Untersuchung für drei Gebrauchtwaren	101
9.2 Entwicklung eines Tools für Sozial- und Gebrauchtwarenkaufhäuser zur Darstellung der Abfallvermeidungsleistung in der SKU-Bilanz	104
Literaturverzeichnis	110
Abbildungsverzeichnis	113
Tabellenverzeichnis	114
Abkürzungsverzeichnis	115
10 Anhang	117
10.1 Definition Recycling- und Verwertungsquoten	117

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 2018 beinhaltet die Ermittlung von Aufkommen und Verbleib von insgesamt 37² 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.

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 2018 im Land Berlin für die 37 untersuchten Abfallarten ein gesamtes Abfallaufkommen von 6.479.760 Tonnen ermittelt (z. Vgl.: 2010 rd. 6,7 Mio. Mg, 2012, 2014 und 2016 jeweils rd. 7 Mio. Mg). Hauptanteil daran nehmen

Stoffstrombilanz

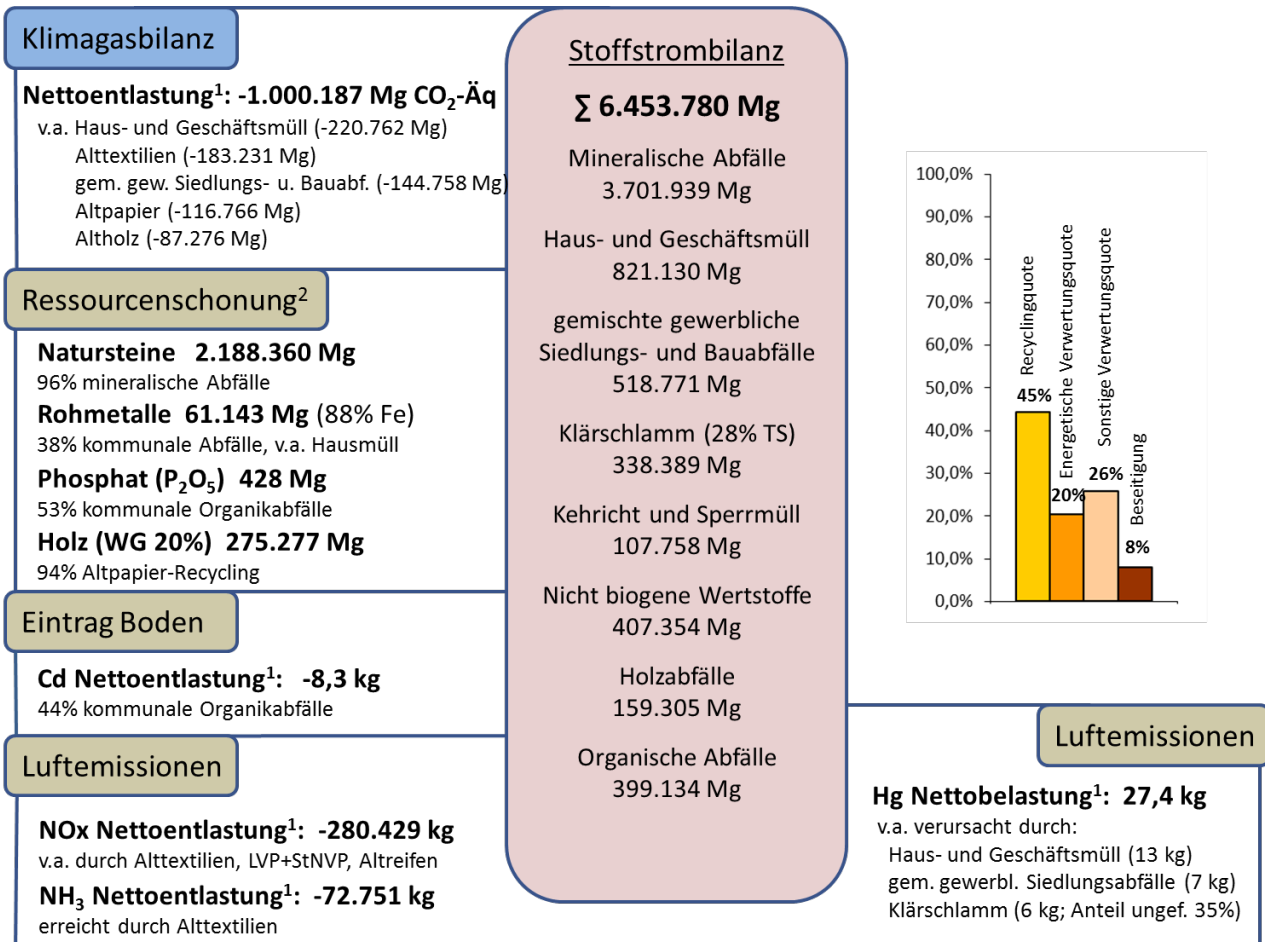
¹ Alternierend mit einer Stoffstrombilanz für überlassungspflichtige Abfälle in den ungeraden Jahren.

² Für die SKU-Bilanz 2018 ist die Ausweisung von Kunststoffrasen hinzugekommen.

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.

die mineralischen Abfälle ein. Die entsorgte Abfallmenge⁴ beläuft sich im Jahr 2018 auf 6.453.780 Tonnen (8% weniger als 2016, ähnliche Menge wie 2010).

Abbildung 0.1 zeigt eine Gesamtübersicht der SKU-Bilanz für das Jahr 2018. Die Stoffstrombilanz umfasst die gesamt entsorgte Menge untergliedert nach den mengenrelevanten Abfallarten bzw. -gruppierungen. Neben den mineralischen Abfällen, die 57% 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 -13.000 TJ

Abbildung 0.1: Ergebnisse Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz 2018

Die Abbildung weist des Weiteren die Recycling- und Verwertungsquoten aus. Gegenüber dem Jahr 2016 ergeben sich folgende Veränderungen: Die Recyclingquote (stoffliche Verwertung) ist von 40% auf rund 45% angestiegen, die energetische Verwertung von 18% auf 20%. Die sonstige Verwertung (Verfüllungen, Deponiersatzbaustoff) ist von 34% auf 26% abgesunken. Die Beseitigungsquote (Deponierung und Klärschlammverbrennung in der KSWA) liegt mit 8% einen Prozentpunkt höher.

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

Durch die Nutzung der Berliner Abfälle als Ressource wurden im Jahr 2018 wiederum relevante Klimagas- und Umweltentlastungspotenziale erzielt. Das Nettoentlastungspotenzial an schädlichen Klimagasen beträgt -1.000.187 Mg CO₂-Äq. Die Entlastung liegt etwa 7% höher als in den Vorjahren. Den höchsten Entlastungsbeitrag liefert wiederum die Entsorgung von Haus- und Geschäftsmüll als mengenstärkste Siedlungsabfallart. Ebenfalls wie bisher resultiert der zweithöchste Anteil aus der Entsorgung von Alttextilien, deren anteilig vermiedene Primärherstellung mit hohen Klimagas- und Umweltlasten verbunden ist. Es folgt das Nettoentlastungspotenzial durch die Entsorgung der nicht überlassungspflichtigen gemischten Siedlungsabfälle und gemischten Bauabfälle und im Weiteren die Nettoentlastungspotenziale durch die Entsorgung von Altpapier und Altholz. Umgekehrt wurde wie 2016 und 2014 für acht der untersuchten Abfallarten im Netto eine Klimagasbelastung ermittelt. Dabei handelt es sich um ungefaulten Klärschlamm, Straßenkehrschutt und die kompostierten Organikabfälle.

Klimagasbilanz

Das spezifische Nettoergebnis weist für die Klimagasbilanz 2018 ein Entlastungspotenzial von -155 kg CO₂-Äq pro Tonne Abfall aus und liegt damit über dem Ergebnis für 2016 (-134 kg CO₂-Äq/t)⁵. Hier sind jedoch auch die nicht durch abfallwirtschaftliche Maßnahmen bedingten Aktualisierungen zu beachten (Kap. 5), die teils gegenläufige Effekte aufweisen, sowie insbesondere die Anpassungen für Alttextilien (Kap. 3.2).

Für die einzelnen Abfallarten ergeben sich durch abfallwirtschaftliche Maßnahmen Verbesserungen beispielsweise bei Sperrmüll und bei den nicht überlassungspflichtigen gemischten Siedlungsabfällen und gemischten Bauabfällen durch eine vermehrte energetische Nutzung durch Mitverbrennung. Ebenfalls höhere spezifische Nettoentlastungen bestehen bei Holzabfällen für die sich aus der Neuabfrage bei Betreibern von Biomassekraftwerken im gewichteten Mittel bessere Wirkungsgrade zeigten. Auch ein besseres Abschneiden besteht bei Klärschlamm, bei der KSWA durch einen geringeren Heizölbedarf und insgesamt durch einen höheren Heizwert des Klärschlammes, wodurch höhere Entlastungseffekte durch Energieerzeugung erzielt wurden.

Bei Haus- und Geschäftsmüll bestehen grundsätzlich ebenfalls Verbesserungen durch höhere Anteile zur energetischen Nutzung durch Mitverbrennung sowie aktualisierte bessere Wirkungsgrade für thermische Anlagen. Dies wird jedoch von dem in 2018 ungünstigeren Abschneiden der Behandlung über das MHKW Ruhleben überlagert (65% der Menge). Das Jahr 2018 stellt jedoch eine Ausnahme für das MHKW Ruhleben dar und ist nicht repräsentativ (Kap. 3.1). Bei Bioabfall zeigt sich nach der Verbesserung in 2016 gegenüber 2014 nunmehr ein ungünstigeres spezifisches Nettoergebnis, da Bioabfall wieder in der weniger effizienz- und emissionsoptimierten Vergärungsanlage Hennickendorfer Kompost eingesetzt wurde statt in der BSR-Anlage in Berlin Ruhleben.

Die Umweltbilanz 2018 für die untersuchten Bereiche Ressourcenschonung, Luftemissionen sowie Schadstoffeintrag in Boden zeigt ein differenziertes Ergebnis. Bei fast allen untersuchten Indikatoren wurden Einsparungen bzw. Nettoentlastungen erzielt (Abbildung 0.1), lediglich bei den Quecksilberemissionen besteht eine Nettobelastung.

Umweltbilanz

Die Einsparung von Natursteinen (inkl. Sande & Kies) ist zu 96% durch mineralische Abfälle bedingt. Sie entspricht insgesamt einer vermiedenen Flächeninanspruchnahme

Ressourcenschonung

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).

von 51.485 m². Eine Schonung von Flächen erfolgt auch durch die Schonung von Phosphat bzw. Phosphorit (insgesamt 210 m²). Die Einsparung von Rohmetallen (88% 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 53% 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.

Im Vergleich zu spezifischen Ergebnissen der SKU-Bilanz 2016 zeigen sich leicht unterschiedliche Tendenzen, wobei die Änderungen insgesamt niedrig liegen. Natursteine (inkl. Sande & Kies) wurden etwas mehr eingespart, dafür Rohmetalle, Phosphat und Holz etwas weniger. Ursächlich sind leichte Veränderungen in der Abfallzusammensetzung von Gemischen (Sperrmüll, LVP+StNVP bei Rohmetallen) und leichte Verschiebungen der Anteile zur stofflichen und energetischen Verwertung (Holz, Phosphat).

Für den Bereich Luftemissionen zeigt sich v.a. bei den NH₃-Emissionen ein deutlich höheres Nettoentlastungspotenzial, das auf die Anpassung bei Alttextilien zurückzuführen ist (vgl. Kap.3.2). Auch bei den NO_x-Emissionen ergibt sich ein höheres Nettoentlastungspotenzial. Dies geht ebenfalls auf die Anpassung bei Alttextilien zurück. Zudem ursächlich sind geringere NO_x-Frachten aus der Behandlung in thermischen Anlagen. Die Aktualisierung des Stromemissionsfaktors wirkt einerseits bei Strombedarf entlastend, andererseits ergeben sich bei Strom aus Abfall entsprechend geringere Gutschriften.

Luftemissionen und Cadmiumeintrag Boden

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 2016 liegt die Nettobelastung in Summe über alle Abfallarten niedriger. Dies ist unter anderem durch den aktuellen Stromemissionsfaktor bedingt, wodurch bei Strom aus Abfall höhere Gutschriften erzielt werden in Kombination mit den besseren Wirkungsgraden bei Holz- und EBS-Kraftwerken. Des Weiteren liegen die spezifischen Quecksilberemissionen der KSWA Ruhleben in 2018 etwas niedriger als 2016.

Beim Cadmiumeintrag in den Boden wird das Nettoentlastungspotenzial v.a. durch die Entsorgung von Speiseresten, Bioabfall und gefaultem Klärschlamm erreicht. Gegenüber der SKU-Bilanz für 2016 zeigt sich eine etwas geringere spezifische Nettoentlastung. Dies ist z.B. auf leicht geringere gemessene Phosphatgehalte im flüssigen Gärrest aus der Bioabfallvergärung zurückzuführen sowie auf etwas geringere MAP-Mengen aus der Behandlung von gefaultem Klärschlamm. Beides führt dazu, dass entsprechend etwas weniger cadmiumhaltiger mineralischer Phosphatdünger substituiert wird.

Weitergehende Klimagas- und Umweltentlastungspotenziale bestehen – wie teilweise in den Vorläuferstudien dargelegt – z.B. 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 effizienten und emissionsarmen Anlagen. Die von den BSR mittlerweile erworbene Vergärungsanlage Henickendorfer Kompost zählt nicht hierzu. Die einfache Vergärung mit offener Nachrotte ist mit höheren Methanemissionen verbunden, die auch höher als bei einer offenen Kompostierung ausfallen (s. Cuhls et al. 2015). Zudem wird erzeugte Wärme nicht zur Substitution fossiler Brennstoffe genutzt (nur Komposttrocknung). Für Laub ist eine energetische Verwertung vorteilhaft wie die für die SKU-Bilanz 2014 bilanzierten Mitverbrennungsversuche gezeigt haben (ifeu 2015). Auch die im Jahr 2017 und 2018 durchgeführten großtechnischen Untersuchungen mit zu Talern verpresstem Laub an zwei Berliner Kraftwerken waren erfolgreich (AWK Berlin 2019). Hemmnisse sind hier ggf. in den wirtschaftlichen Randbedingungen zu sehen. Auch für Mähgut wie allgemein für kompostierte Abfälle gilt weiterhin, dass diese perspektivisch zu modernen emissionsarmen 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 Nutzung von Abfällen gilt weiterhin, dass die Dynamik, die sich aus der Energiewende und den Klimaschutzzielen ergibt, zu berücksichtigen ist. Aus Klimaschuttsicht sollten aktuell Abfälle weiterhin v.a. mitverbrannt werden, um dadurch Kohle zu ersetzen. Kurz- bis mittelfristig wird sich dieser Klimaschutzbeitrag durch den Ausstieg aus der Kohleverstromung jedoch erübrigen. Mittel- bis langfristig wird auch in Zementwerken keine Kohle mehr eingesetzt werden. Für die (anteilig unvermeidliche) thermische Nutzung von Abfällen gilt es auf dem Weg zur Defossilierung der Energieerzeugung, einen jeweils möglichst hohen zeitgemäßen Klimaschutzbeitrag zu erbringen. Dieser besteht zunächst weiterhin durch die Mitverbrennung in Zementwerken und im Weiteren über eine verstärkte Wärmeerzeugung aus Abfall. Letzteres ergibt sich, da die Defossilierung der Stromerzeugung schneller voranschreitet, während für die Wärmeerzeugung derzeit weniger erneuerbare Alternativen zur Verfügung stehen. Eine Ausnahme für den Strommarkt bildet die flexible Stromerzeugung (vgl. ifeu 2017b).

Energetische Nutzung von Abfällen

Für die in der SKU-Bilanz 2014 für gefaulten Klärschlamm bilanzierten Szenarien bestehen noch keine neuen belastbaren Erkenntnisse für potenzielle Verfahren zur Phosphatrückgewinnung. Unabhängig davon wird für den Bau der neuen geplanten Monoverbrennungsanlage für Klärschlamm am Standort Waßmannsdorf empfohlen im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung auch potenzielle N₂O-Emissionen einzuschätzen. Wirbelschicht-Klärschlammverbrennungsanlagen sind bedeutende Quellen für N₂O-Emissionen. Entsprechend sind Minderungsmaßnahmen von Bedeutung, die bislang jedoch nicht etabliert sind. Dies hat im Grundsatz drei Gründe: (a) es gibt

Klärschlamm

keine gesetzliche Vorgabe zur Emissionsbegrenzung, (b) die Höhe der N₂O-Emissionen ist nur in Einzelfällen bekannt, (c) es liegen bislang kaum verlässliche technische Daten zu Minderungsverfahren und Kosten vor. Insofern ist sehr zu begrüßen, dass die BWB beabsichtigt bis Ende 2019 bei der KSVA Ruhleben kontinuierliche N₂O-Messungen einzurichten. In Abhängigkeit des ermittelten N₂O-Emissionsniveaus ist gegebenenfalls die Nachrüstung einer Regenerativen Thermischen Oxidation (RTO) zu empfehlen durch die N₂O-Emissionen um 95% gemindert werden können. Letzteres wäre auch für eine Neuanlage zu erwägen. Eine finanzielle Unterstützung ist künftig eventuell über Förderprogramme möglich wie beispielsweise über die Kommunalrichtlinie zur Förderung von Klimaschutzprojekten.

Alttextilien haben einen relevanten Einfluss auf das Ergebnis der Klimagas- und Umweltbilanz. Bislang beruht die Einschätzung auf Hochrechnungen für Berlin basierend auf bundesdeutschen Daten. Da Alttextilien sich in der Tendenz zunehmend zu einer problematischen Abfallfraktion entwickeln, sollte die Berliner Situation zumindest über Teilstichproben untersucht werden, um auch die auf Annahmen beruhende Bilanzierung überprüfen zu können. Zudem ist zu empfehlen, in Kooperation mit bestehenden Aktivitäten im Rahmen der Re-Use Kampagne des Landes Berlin, Alttextilien als Sonderthema aufzugreifen, um Möglichkeiten der Wiederverwendung sowie auch Maßnahmen zur Abfallvermeidung zu ermitteln.

**Untersuchungsbedarf
Alttextilien**

Die Wiederverwendung von Gebrauchtwaren ist ein wichtiger Aspekt zur Weiterentwicklung der Berliner Abfallwirtschaft in Richtung einer modernen Kreislaufwirtschaft. Im Rahmen der SKU-Bilanz 2018 wurden unter diesem Aspekt zwei Stränge betrachtet. Zum einen eine orientierende ökobilanzielle Untersuchung für die Vorbereitung zur Wiederverwendung am Beispiel von drei Gebrauchtwaren und zum anderen wurde gemeinsam mit Sozial- und Gebrauchtwarenkaufhäusern ein Tool zur orientierenden Darstellung der Abfallvermeidungsleistung in der SKU-Bilanz entwickelt.

**Wiederverwendung von
Gebrauchtwaren**

Die orientierende ökobilanzielle Betrachtung für Holzmöbel, Laptops und Schuhe zeigt, dass die Wiederverwendung i.d.R. zu einem Klima- und Umweltschutzersparpotenzial führt, das umso höher ist, umso technisch hochwertiger die Produkte sind, umso mehr Material sie beinhalten und umso neuer sie noch sind. Aber auch die Wiederverwendung von Gegenständen, die bereits etwa 2/3 ihrer Lebensdauer erreicht haben, führt mehrheitlich zu einem Einsparpotenzial. Lediglich bei älteren leichten Holzmöbeln ist die Wiederverwendung etwa klimaneutral, wenn separate Transportaufwendungen anfallen. Für Berlin wurden Hochrechnungen vorgenommen, die zum einen ein mögliches jährliches Einsparpotenzial aufzeigen und zum anderen ein Gesamteinsparpotenzial für die in Berliner Haushalten gelagerten ungenutzten Gebrauchtwaren. Die ermittelten Einsparpotenziale sind zwar aufgrund der Unsicherheiten der Datenlage als orientierende Werte zu verstehen, zeigen aber, dass die Wiederverwendung von Gebrauchtwaren einen wichtigen Klimaschutzbeitrag leisten kann. Verbraucherinnen und Verbraucher können diesen erwirken, indem sie (1) in Sozial- und Gebrauchtwarenkaufhäusern einkaufen, (2) beim Kauf von Neuware darauf achten möglichst langlebige Produkte zu kaufen und (3) diese möglichst lange zu nutzen oder dem Gebrauchtwarenmarkt zuzuführen.

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 – 2018 über die in Berlin angefallenen Abfälle ist die fünfte Bilanzierung dieser Art. In den Vorläuferstudien für 2010 (ifeu/ICU 2012) und 2012 (ifeu/ICU 2013) wurden zunächst Rechenmodelle zur Bilanzierung entwickelt, die in den Bilanzen für 2014 (ifeu 2015) und für 2016 (ifeu 2017a) 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
- SKU-Bilanz 2016;
https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/abfall/entsorgung/download/stoffstrom_klimagas_umweltbilanz_2016.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 Kohlenstoffsénke (C-Sénke) und die Bewertung mineralischer Abfälle,
- verwendete Eingangsdaten wie
 - Kenndaten der Abfallarten (Zusammensetzungen, Inhaltsstoffe),
 - Reinheitsgrade Metallfraktionen nach Sortierung,
 - Transferfaktoren für Quecksilberemissionen,
 - Emissionsfaktoren für z.B. Strom- und Wärmegutschriften.

In der vorliegenden Studie finden sich in Kapitel 2 die Ergebnisse der SKU-Bilanz 2018 wiederum zunächst in Form von anschaulichen Steckbriefen dargestellt und anschließend zusammengefasst. Für 2018 ist darin die Abfallart Kunststoffrasen neu aufge-

nommen (Steckbrief Kap. 2.2.24). Kapitel 3 beinhaltet weitergehende Erläuterungen zu ausgewählten Abfallarten wie v.a. eine Aufschlüsselung der Klimagasbilanz für Haus- und Geschäftsmüll als besonders relevante Abfallart in der SKU-Bilanz. In Kapitel 4 folgt eine Übersicht zu den 10 größten Berliner Abfallbehandlungsanlagen.

Für die SKU-Bilanz 2018 wurden wiederum Aktualisierungen vorgenommen (Kenndaten für Haus- und Geschäftsmüll, Emissionsfaktoren für Strom), die in Kapitel 5 beschrieben sind. Kapitel 6 befasst sich mit einer Gegenüberstellung bzw. Einordnung der für die SKU-Bilanz definierten und verwendeten Recycling- und Verwertungsquoten gegenüber der neuen EU Berechnungsvorschrift (EU 2019).

Die Energieerzeugung aus Abfall wird in verschiedenen Zusammenhängen unterschiedlich bewertet. Aus diesem Grund gibt Kapitel 7 einen Überblick über Bewertungsansätze und in welchem Kontext diese verwendet werden können.

Kapitel 8 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.

Ein Sonderthema der SKU-Bilanz 2018 war die orientierende ökobilanzielle Untersuchung für die Vorbereitung zur Wiederverwendung am Beispiel von drei Gebrauchsgütern. Das Ergebnis dieser Untersuchung wurde in einem separaten Bericht veröffentlicht (ifeu 2019). In dieser Studie sind die wesentlichen Annahmen und Erkenntnisse in Kapitel 9 beschrieben. Ebenfalls in diesem Kapitel wird kurz auf ein weiteres Sonderthema im Rahmen der SKU-Bilanz 2018 eingegangen, die Entwicklung eines Tools für Sozial- und Gebrauchsgüterkaufhäuser zur orientierenden Darstellung von deren Abfallvermeidungsleistung.

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 werden je Abfallart nur die relevanten Umwelt-Indikatoren ausgewertet und ausgewiesen. Die in den Steckbriefen angegebenen Recycling- und Verwertungsquoten sind im Anhang kurz erläutert. Die Quoten wurden mit der SKU-Bilanz 2014 eingeführt und gegenüber dem (europa)rechtlichen Kontext eingeordnet (ifeu 2015). Eine aktuelle Einordnung findet sich in Kapitel 6.

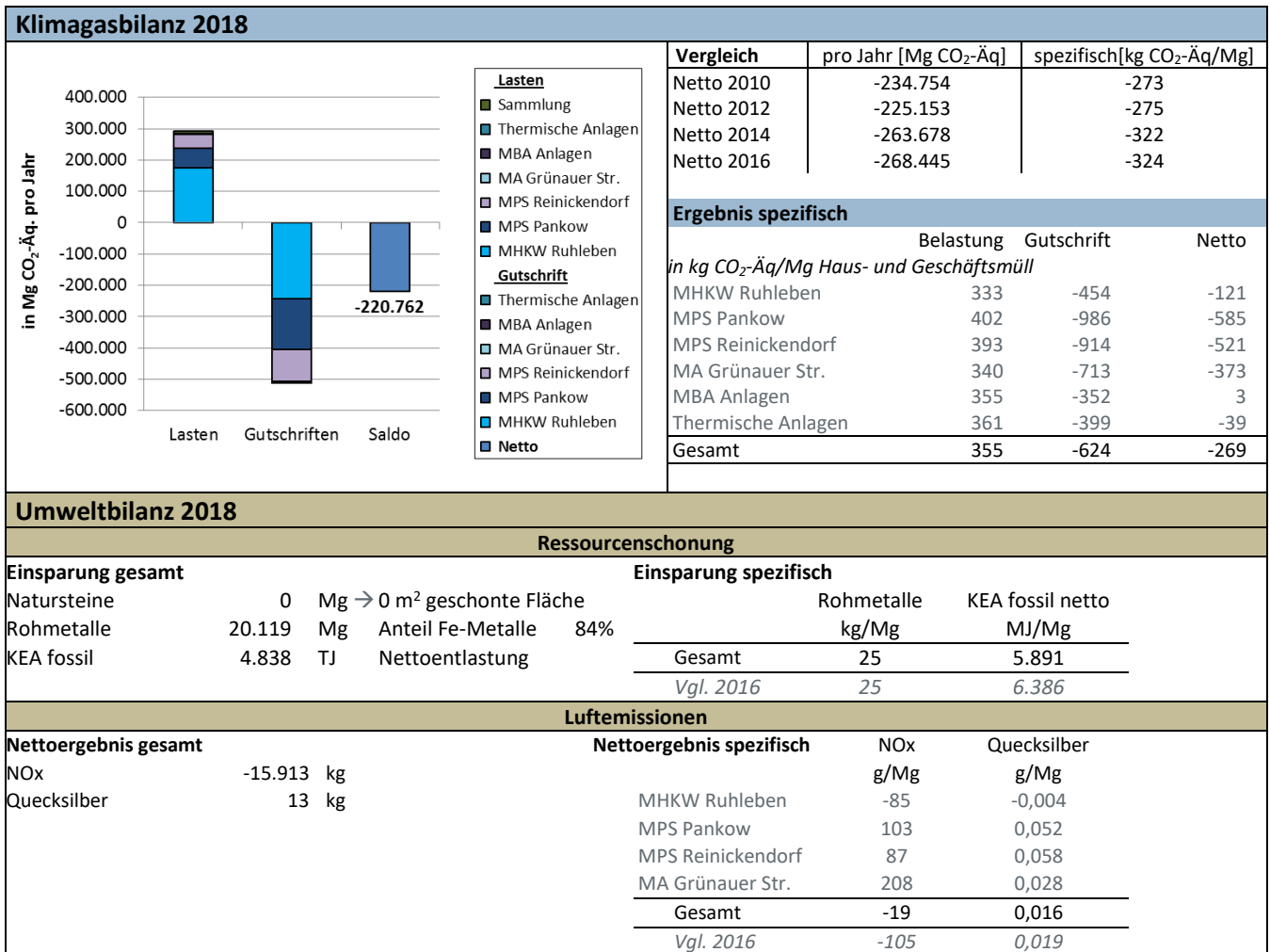
2.1 Abfälle aus Haushaltungen

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

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

2.1.1 Hausmüll inkl. Geschäftsmüll (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2018			
Aufkommen	813.495 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 858.366 Mg Aufkommen 2012: 822.119 Mg Aufkommen 2014: 815.659 Mg Aufkommen 2016: 827.113 Mg
zzgl. Bunkermenge:	7.635 Mg		
Behandlung	533.928 Mg	MHKW Ruhleben	
	164.920 Mg	MPS Pankow	
	110.247 Mg	MPS Reinickendorf	
	5.243 Mg	MA Grünauer Str.	
	2.755 Mg	MBA Anlagen	
	4.037 Mg	thermische Anlagen	
Abfallzusammensetzung (neu s. Kap. 5.2)		Kenndaten (neu s. Kap. 5.2)	
9,5% PPK	3,9% Textilien	Heizwert	8,797 MJ/kg FS
6,3% Glas	6,4% Verbunde	C fossil	8,4 % FS
7,1% Kunststoff	4,6% Rest < 10 mm	Hg-Gehalt	0,30 mg/kg FS
3,0% Metalle	7,6% Sonstige (Leder, Gummi, Kork, Windeln)		
48,1% Organik	1,9% Inertes		
0,8% Holz			
Stofffluss			
<p>Input 100% Haus- und Geschäftsmüll</p> <p>Verbleib 65,0% MHKW Ruhleben 20,1% MPS Pankow 13,4% MPS Reinickendorf 0,6% MA Grünauer Str. 0,3% MBA Anlagen 0,5% Thermische Anlagen</p> <p><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></p>			
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten	
MHKW: Verbrennung in Rostfeuerung, Dampfabgabe an Vattenfall - Nettostromwirkungsgrad 9,2%; Wärmenutzungsgrad 42,7% EBS-Fraktion MPS und MA: MPS Pankow: 67%, davon 92% zur Mitverbrennung MPS Reinickendorf: 66%, davon 89% zur Mitverbrennung MA Grünauer Str.: 68%, davon 80% zur Aufbereitung und dann Mitverbrennung Metallfraktion aus MPS und MA: MPS Pankow 5,4%; MPS Reinickendorf 4,9%; MA Grünauer Str. 3,1% Rottefraktion MA 26% zur MBA, Erzeugung MBA-Rest (Beseitigung) Thermische Anlagen und MBA Anlagen als durchschnittliche Anlagen bilanziert		Recyclingquote: 3,3% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 74,5% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: 14,3% = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: 0,3% = Output zur Beseitigung/Input (Rest Wasserverluste aus Behandlung in MPS ,MA und MBA Anlagen)	



Die entsorgte Abfallmenge 2018 (inkl. Bunkermenge) in Höhe von 821.130 Mg liegt ähnlich hoch wie in den Vorjahren. Gegenüber 2016 ergeben sich geringe Änderungen der Recycling- und Verwertungsquoten zugunsten der energetischen Verwertung. Der im MHKW behandelte Anteil liegt um 5 Prozentpunkte höher als 2016.

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz zeigt eine geringere spezifische Nettoentlastung von -269 kg CO₂-Äq/Mg gegenüber -324 kg CO₂-Äq/Mg im Jahr 2016. Dies ist durch die geringere spezifische Nettoentlastung beim MHKW bedingt (-121 gegenüber -206 kg CO₂-Äq/Mg in 2016). Das Jahr 2018 stellt hierbei eine Ausnahme dar. Aufgrund von Revisionsarbeiten ist das Ergebnis nicht repräsentativ für die energetische Nutzung der Dampflieferung des MHKW. Bei den MPS-Anlagen und der MA fallen die spezifischen Nettoentlastungen etwas höher aus als 2016 v.a. aufgrund höherer Anteile zur Mitverbrennung. Eine genauere Aufschlüsselung und Erläuterung der Ergebnisse findet sich in Kapitel 3.1. Bei der Umweltbilanz zeigt sich bei den NOx-Emissionen und beim KEA fossil eine geringere spezifische Nettoentlastung, die ebenfalls durch geringere Entlastungseffekte beim MHKW und geringere Emissionsfaktoren für Strom bedingt sind. Die spezifische Einsparung von Rohmetallen ist unverändert, die spezifische Nettobelastung aus Quecksilberemissionen leicht geringer.

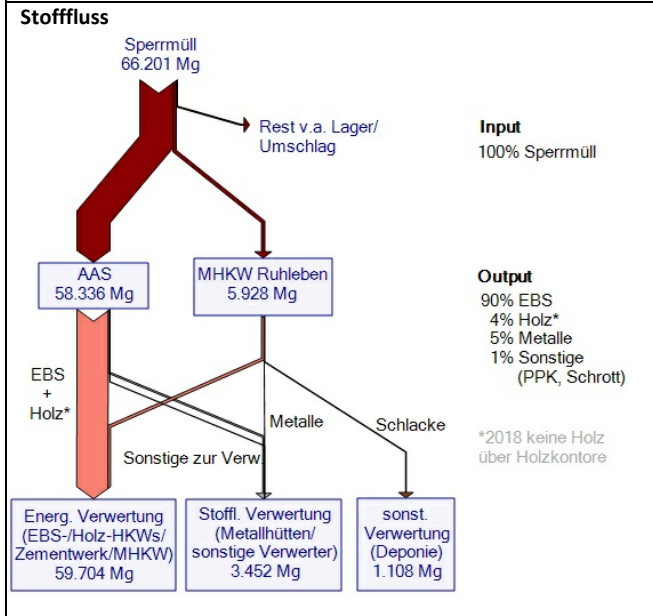
Optimierungsmöglichkeiten bestehen weiterhin in der Steigerung der getrennten Erfassung von Wertstoffen. Neben der Sammlung über die Wertstofftonne zählen zu den wesentlichen Maßnahmen die Umsetzung bedarfsgerechter Abfallmanagement-Lösungen inkl. Müllschleusen bei Wohnanlagen (vgl. v.a. ifeu/ICU 2013,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

Optimierungsmaßnahmen



2.1.2 Sperrmüll (AVV 200307)

Stoffstrombilanz 2018		Vergleich:
Aufkommen	66.201 Mg	Aufkommen 2010: 43.526 Mg
Behandlung	58.336 Mg AAS Gradestr.	Aufkommen 2012: 47.086 Mg
	5.928 Mg MHKW Ruhleben	Aufkommen 2014: 52.336 Mg
	1.937 Mg v.a. Lager/Umschlag (256 Mg MPS Reinickendorf nicht betrachtet, <0,5%)	Aufkommen 2016: 58.402 Mg

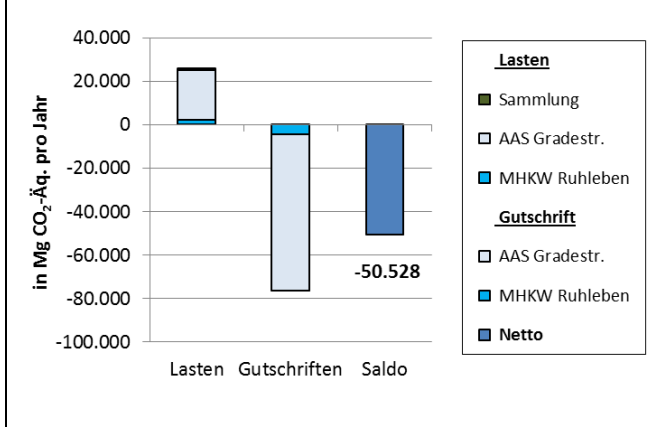


Kenndaten			
	Sperrmüll	EBS aus Sperrmüll	Holz
Heizwert [MJ/kg FS]	15,3	16,2	14
C fossil [% FS]	10%	11%	1%
Hg-Gehalt [mg/kg FS]	0,30	0,30	-

Bilanzierung
EBS aus AAS: 49% IKW Rüdersdorf und EBS-HKW Spremberg, 50% EBS-Aufbereitung zur Mitverbrennung im Zementwerk Holz zu Holz-HKW Berlin-Neukölln und Aufbereitungsanlage Beeskow
Bilanzierung MHKW s. Haus- und Geschäftsmüll

Recycling-/Verwertungsquoten	
Recyclingquote:	5,4% = Output zur stofflichen Verwertung/Input
Energetische Verwertungsquote:	92,9% = Output zur energetischen Verwertung/Input
Sonstige Verwertungsquote:	1,7% = Output zur sonstigen Verwertung/Input
Beseitigungsquote:	- = Output zur Beseitigung/Input

Klimagasbilanz 2018



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
Netto 2016	-38.247	-659

Ergebnis spezifisch			
	Belastung	Gutschrift	Netto
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Sperrmüll</i>			
MHKW Ruhleben	396	-750	-355
AAS Gradestr.	404	-1.234	-830
Gesamt	404	-1.190	-786

Umweltbilanz 2018

Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	
Natursteine	0 Mg → 0 m ² geschonte Fläche	Rohmetalle	KEA fossil netto
Rohmetalle	2.205 Mg Anteil Fe-Metalle: 99%	kg/Mg	MJ/Mg
KEA fossil	685 TJ Nettoentlastung	Gesamt	10.657
		Vgl. 2016	9.635

Luftemissionen			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	
NOx	3.961 kg	NOx	Quecksilber
Quecksilber	0,85 kg	g/Mg	g/Mg
		Gesamt	0,013
		Vgl. 2016	0,020

Das Aufkommen ist 2018 mit 66.201 Mg wiederum gestiegen (+13% gegenüber 2016). Überwiegend wird Sperrmüll über die Aufbereitungsanlage für Sperrmüll (AAS) behandelt. Im Jahr 2018 lag der Anteil mit 88% wiederum niedriger als in den Vorjahren (2016 93%, 2014 99%). Rund 9% der Sperrmüllmenge wurde 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. Bei der Behandlung über die AAS wurden ähnlich wie in den Vorjahren etwa 94% Sekundärbrennstoffe aussortiert, rd. 90% EBS und rd. 4% Holz. Gegenüber 2016 ist der Holzanteil unverändert, in den Vorjahren lag er höher (2014: 6,6%, 2012: 8,2%, 2010: 11%).

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz zeigt eine höhere spezifische Nettoentlastung, da der Anteil EBS, der zur Mitverbrennung aufbereitet wurde, weiter von 35% auf 50% gesteigert wurde. Die anteilige energetische Verwertung im MHKW Ruhleben ist von untergeordneter Bedeutung für das Gesamtergebnis, weist aber spezifisch eine geringere Nettoentlastung auf, bedingt durch die geringeren Wirkungsgrade in 2018 (s. Kap. 3.1). Analog der Klimagasbilanz fällt auch die Schonung fossiler Ressourcen höher aus als 2016, während die spezifische Metallrückgewinnung ähnlich hoch liegt. Die spezifischen NO_x-Emissionen fallen etwas höher aus als 2016. Dieser Aspekt erzielt nur bei der thermischen Behandlung über MVA oder EBS-Kraftwerke eine Nettoentlastung, so dass durch den höheren Mitverbrennungsanteil anteilig Gutschriften entgehen. Im spezifischen Ergebnis für Quecksilber zeigt sich dennoch eine geringere Nettobelastung, die v.a. auf die Aktualisierung der Stromemissionsfaktoren zurückgeht (vgl. Kap. 5.1).

Die anteilige Mitverbrennung der EBS-Fraktion entspricht der Optimierungsempfehlung aus der SKU-Bilanz. Vorbehaltlich der Eignung würde eine weitere Steigerung dieses Anteils die Klimagasbilanz und die Schonung fossiler Ressourcen weiter verbessern. Umgekehrt würden auch weiter anteilig Gutschriften für NO_x- und Quecksilberemissionen entgehen, wodurch sich für diese Emissionen ansteigende Nettobelastungen ergeben. Ungeachtet dessen sollte die Möglichkeit einer gesteigerten Aussortierung von Holz und Metallen geprüft werden.

Optimierungsmaßnahmen

2.1.3 Bioabfall (BIOGUT) (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2018				
Aufkommen	77.189 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 58.155 Mg	
Behandlung	68.810 Mg	BSR Biogas West	Aufkommen 2012: 62.230 Mg	
	5.580 Mg	Offene Kompostierung	Aufkommen 2014: 66.901 Mg	
	2.799 Mg	BSR Biogasanlage Hennickendorf	Aufkommen 2016: 72.161 Mg	
Kenndaten Störstoffe BSR Biogas West		Kenndaten Störstoffe andere		
Anteil 21%		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 89% BSR Biogas West 7% Offene Kompostierung 4% BSR Biogasanlage Hennickendorf		Die kombinierte stoffliche und energetische Verwertung ist für die Quotenermittlung aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchie der Recyclingquote zugeordnet		
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten		
Emissionen Sammlung über Luftbelastung und Abfallmenge berechnet		Recyclingquote:	81%	
Offene Kompostierung und Vergärung BGA Hennickendorf nach Durchschnittswerten; Emissionsfaktoren (vgl. ifeu 2015)		= Output zur stofflichen Verwertung/Input		
BSR Biogas West		Energetische Verwertungsquote:	19%	
Mengen, Gaseinspeisung, Energiebedarf nach Angaben BSR		= Output zur energetischen Verwertung/Input		
Emissionen Anlage, Gärrestlagerung, Nachrotte nach iba (2015); (vgl. ifeu 2015);		Sonstige Verwertungsquote:	-	
Inhaltsstoffe Gärprodukte/Komposte nach RAL-Untersuchungen		= Output zur sonstigen Verwertung/Input		
		Beseitigungsquote:	-	
		= Output zur Beseitigung/Input		
Klimagasbilanz 2018				
	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		
Netto 2016	-9.030	-125		
Ergebnis spezifisch				
		Belastung	Gutschrift	Netto
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Bioabfall</i>				
BSR Biogas-West	131	-266	-135	
offene Kompostierung	195	-149	46	
BSR BGA Hennickendorf	303	-192	111	
Gesamt	142	-255	-113	

Umweltbilanz 2018						
Ressourcenschonung						
Einsparung gesamt			Einsparung spezifisch			
Phosphorit	626 Mg	→ 62 m ² geschonte Fläche		P ₂ O ₅	Rohmetalle	KEA fossil netto
P ₂ O ₅	125 Mg			kg/Mg	kg/Mg	MJ/Mg
Rohmetalle	81 Mg	aus Schlacke	Gesamt	1,62	1,05	1.403
KEA fossil netto	108 TJ	Nettoentlastung	Vgl. 2016	1,95	0,77	1.490
Luftemissionen						
Nettoergebnis			Nettoergebnis spezifisch		NH ₃ g/Mg	
NH ₃	17.427 kg		Gesamt	226		
			Vgl. 2016	239		
Cadmiumeintrag in Boden						
Nettoergebnis gesamt			Nettoergebnis spezifisch		mg/kg	
	-2,2 kg		Gesamt	-29		
			Vgl. 2016	-36		

Das Aufkommen 2018 in Höhe von 77.189 Mg liegt 7% höher als 2016. Der Großteil der Menge wurde wiederum in der Vergärungsanlage BSR Biogas West behandelt. 7% gingen zu diversen offenen Kompostierungsanlagen und 4% zur Vergärungsanlage Hennickendorfer Kompost, die mittlerweile von den BSR erworben wurde. Die Anlage wurde 2014 erstmals beliefert, ihre Bilanzierung ist in (ifeu 2015) beschrieben. Die Recyclingquote liegt in 2018 mit 81% wieder auf dem Niveau von 2014 (2016: 96%), da Störstoffe wieder vollständig zur MVA gingen (in 2016 auch zur MA).

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz 2018 ist weiterhin durch die Biogasanlage BSR Biogas West geprägt. Deren spezifische Nettoentlastung liegt etwas niedriger als 2016. Hier bestehen zwei gegenläufige Effekte: Auf Basis der Daten für 2016 würde die Nettoentlastung etwas höher ausfallen durch die wieder fast vollständige thermische Nutzung der abgetrennten Störstoffe. Durch die geringeren Wirkungsgrade des MHKW und die aktualisierten geringeren Stromemissionsfaktoren für 2018 (vgl. Kap. 5.1) wird dies jedoch kompensiert. Die Behandlung über die BSR Biogasanlage Hennickendorf führt dagegen insgesamt zu einer spezifischen Nettobelastung. Die einfache Vergärung mit offener Nachrotte ist mit höheren Methanemissionen verbunden, die auch höher als bei einer offenen Kompostierung ausfallen (vgl. ifeu 2015). Zudem wird erzeugte Wärme nicht zur Substitution fossiler Brennstoffe genutzt (nur Komposttrocknung). Einschränkend für die BSR Biogasanlage in Berlin Ruhleben gilt, dass nur aggregierte Emissionsfaktoren aus iba (2015) verfügbar sind. Da Methanemissionen nach IPCC (2013) mittlerweile eine höhere Treibhausgaswirkung zuzuschreiben ist (Faktor 28 statt 25), wurden disaggregierte oder aktualisierte aggregierte Werte bei den BSR angefragt. Leider wurden von den BSR jedoch keine entsprechenden Daten zur Verfügung gestellt.

Das spezifische Ergebnis zur Einsparung fossiler Ressourcen korreliert mit dem Ergebnis der Klimagasbilanz. Die Schonung von Phosphat und Rohmetallen variiert im spezifischen Ergebnis leicht, ebenso wie die NH₃-Emissionen und der Cadmiumeintrag in Boden. Gründe sind leicht geringere gemessene Phosphatgehalten im flüssigen Gärrest und die fast vollständige thermische Nutzung der Störstoffe bzw. abgetrennten Stoffe statt diese anteilig einer Kompostierung zuzuführen.

Weitere 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 wie der BSR Biogas-West.

Optimierungsmaßnahmen

2.1.4 Eigenkompostierung Bio- und Grünabfälle (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2018															
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													
		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													
		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 2018															
		<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 2014</td> <td>1.801</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>Netto 2016</td> <td>1.506</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> - Mengen und Emissionsfaktoren bis 2014 unverändert - Änderung 2016 durch neue Charakterisierungsfaktoren nach (IPCC 2013) 		Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Netto 2014	1.801	18	Netto 2016	1.506	15			
Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]													
Netto 2014	1.801	18													
Netto 2016	1.506	15													
		<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 Bio- und Grünabfall</i></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>117</td> <td>-102</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Bio- und Grünabfall</i>				Gesamt	117	-102	15
	Belastung	Gutschrift	Netto												
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Bio- und Grünabfall</i>															
Gesamt	117	-102	15												
Umweltbilanz 2018															
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		Nettoergebnis spezifisch													
	2,0 kg		20 mg/Mg (unverändert)												

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

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

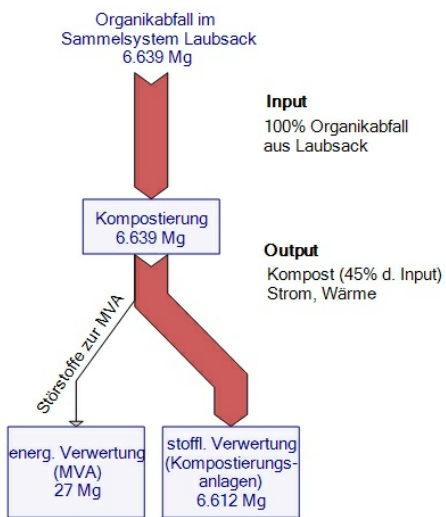
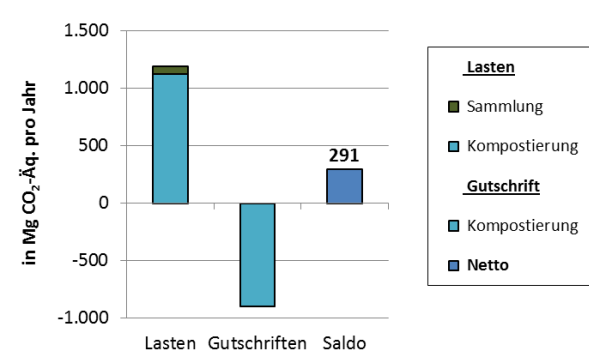
2.1.5 Weihnachtsbäume (AVV 200138)

Stoffstrombilanz 2018																		
Aufkommen	2.155 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 2.324 Mg															
Behandlung	1.500 Mg	über Berliner Holzkontore	Aufkommen 2012: 1.615 Mg															
	395 Mg	stoffl. Verw. EBK Schönefeld	Aufkommen 2014: 1.815 Mg															
	...260 Mg	Lager/Umschlag zur Verwertung	Aufkommen 2016: 1.960 Mg															
Stofffluss		Kenndaten																
<p>Weihnachtsbäume 2.155 Mg</p> <p>Input: 100% Weihnachtsbäume</p> <p>Lager/Umschlag Vorbehandlungsanlagen 260 Mg</p> <p>Output: Strom, Wärme, RC-Holz</p> <p>energ. Verwertung (Biomasse-HKWs) 1.500 Mg</p> <p>stoffl. Verwertung 395 Mg</p>		Heizwert 10,5 MJ/kg FS C fossil 1% FS																
		Bilanzierung																
		Energetische Verwertung über allgemeinen Verteilschlüssel (2018 neu, s. Tabelle 2.2); fossile CO ₂ -Emissionen aus Verunreinigungen Gewichtetes Mittel Wirkungsgrade Holz-HKWs Nettostrom 18%, Wärmenutzung 48% Stoffliche Verwertung Annahme Einsatz für Spanplatten																
		Recycling-/Verwertungsquoten																
		Recyclingquote: 21% = Output zur stofflichen Verwertung/Input																
		Energetische Verwertungsquote: 79% = Output zur energetischen Verwertung/Input																
		Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input																
		Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input																
Klimagasbilanz 2018																		
<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> <tr> <td>Netto 2016</td> <td>-850</td> <td>-434</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	Netto 2016	-850	-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																
Netto 2016	-850	-434																
		Ergebnis spezifisch																
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>124</td> <td>-618</td> <td>-494</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>				Gesamt	124	-618	-494			
	Belastung	Gutschrift	Netto															
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>																		
Gesamt	124	-618	-494															
Umweltbilanz 2018																		
Ressourcenschonung																		
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch Holz (WG 20%) [kg/Mg]																
Holz (WG 20%)	247 Mg	Gesamt	130 (vgl. 2016: 139 kg/Mg)															
Luftemissionen																		
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch NOx [g/Mg]																
NOx	290 kg	Gesamt	153 (vgl. 2016: 197 kg/Mg)															

2018 wurden Weihnachtsbäume wie 2016 überwiegend über die Holzkontore aufbereitet und energetisch verwertet und ansonsten einer stofflichen Verwertung zugeführt. Letzteres bedingt ein leicht schlechteres Abschneiden in der Klimagasbilanz, dafür eine Einsparung von Primärholz. Unterschiede gehen auf die Neuerhebung des Verteilschlüssels (Tabelle 2.2) und aktualisierte Stromemissionsfaktoren zurück (Kap. 5.1). Relevante Optimierungen gegenüber der energetischen Verwertung sind nicht mehr erkennbar (Rückkehr zur Mitverbrennung im KW Reuter entfällt, s. Fußnote 9).

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.1.6 Organikabfall im Sammelsystem Laubsack (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2018															
Aufkommen	6.639 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 15.855 Mg Aufkommen 2012: 10.020 Mg Aufkommen 2014: 9.164 Mg Aufkommen 2016: 7.572 Mg													
Behandlung	6.639 Mg offene Kompostierung														
Stofffluss	 <p>Input 100% Organikabfall aus Laubsack</p> <p>Output Kompost (45% d. Input) Strom, Wärme</p> <p>energ. Verwertung (MVA) 27 Mg</p> <p>stoffl. Verwertung (Kompostierungsanlagen) 6.612 Mg</p>	Kenndaten Kompost <i>Mittel aus 2 Kompostanalysen 2017, Fa. Galle</i> P ₂ O ₅ -Gehalt 0,52% TS Cd-Gehalt 0,74 mg/kg TS													
Bilanzierung															
Offene Kompostierung Störstoffanteil 0,4% (PE-Säcke: H ₂ 25 MJ/kg, C fossil 50%) Emissionsfaktoren Cuhls et al. (2015) (vgl. ifeu 2015) 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 2018															
 <p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Legende: Lasten ■ Sammlung ■ Kompostierung Gutschrift ■ Kompostierung ■ Netto</p>	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]												
	<table border="1"> <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> <tr><td>Netto 2016</td><td>332</td><td>44</td></tr> </table>	Netto 2010	263	17	Netto 2012	-149	-15	Netto 2014	256	28	Netto 2016	332	44	Ergebnis spezifisch	
Netto 2010	263	17													
Netto 2012	-149	-15													
Netto 2014	256	28													
Netto 2016	332	44													
		Belastung	Gutschrift	Netto											
	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>														
	Gesamt	179	-135	44											
Umweltbilanz 2018															
Ressourcenschonung															
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	P ₂ O ₅ kg/Mg												
Phosphorit 43 Mg → 4 m ² geschonte Fläche		Gesamt	1,28												
P ₂ O ₅ 8,5 Mg		Vgl. 2016	1,28												
Luftemissionen															
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	NH ₃ [g/Mg]												
NH ₃ 143 kg		Gesamt	22												
		Vgl. 2016	22												
Cadmiumeintrag in Boden															
Nettoergebnis gesamt	0,58 kg	Nettoergebnis spezifisch	mg/Mg												
		Gesamt	87												
		Vgl. 2016	87												

Das Aufkommen ist weiter rückläufig und 2018 um 12% niedriger als 2016. Die spezifischen Nettoergebnisse sind unverändert. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung zu emissionsarmen Behandlungsverfahren oder in einer Mitverbrennung wie im Versuch im IKW Rüdersdorf erfolgreich gezeigt (ifeu 2015).

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.1.7 Altpapier (AVV 200101)⁷

Stoffstrombilanz 2018					
Aufkommen	162.055 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 189.279 Mg Aufkommen 2012: 178.986 Mg Aufkommen 2014: 174.368 Mg Aufkommen 2016: 169.797 Mg			
Behandlung	162.055 Mg Sortieranlagen				
Stofffluss 		Abfallzusammensetzung			
		100% Altpapier aus getrennter Erfassung			
		Bilanzierung			
		- 57 km Sammelstrecke und 25 km zur Behandlungsanlage - Sortierung, Ausbeute 99% - Aufbereitung (Deinking), Ausbeute Sekundärfasern 80% - Rejects 50% energetische Verwertung in EBS-KW - Technischer Substitutionsfaktor 0,95 - Substituierte Primärprozesse: 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 2018					
	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]			
	in Mg CO ₂ -Äq. pro Jahr	Netto 2010	-121.555		
	Netto 2012	-116.734			
	Netto 2014	-113.723			
	Netto 2016	-119.985			
	- Entlastung v.a. durch ersetzte Primärfasern				
	Ergebnis spezifisch				
		Belastung	Gutschrift	Netto	
	in kg CO ₂ -Äq/Mg Altpapier	Gesamt	226	-946	-721
Umweltbilanz 2018					
Ressourcenschonung					
Einsparung gesamt					
Holz (WG 20%)	258.762 Mg				
	Einsparung spezifisch	Holz (WG 20%) [kg/Mg]			
	Gesamt	1.597 (wie 2016)			

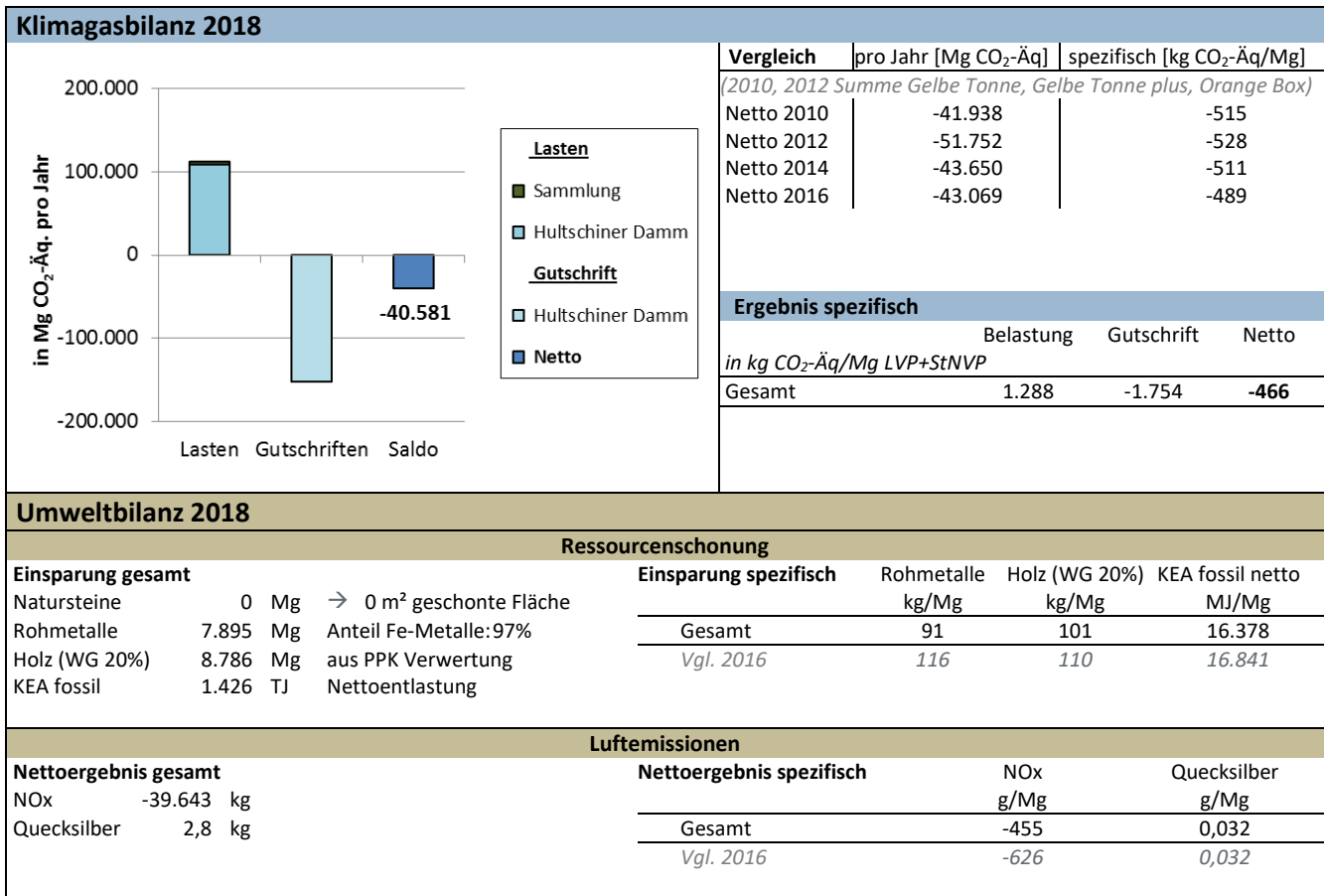
Das Aufkommen 2018 liegt um etwa 5% niedriger als 2016. Das spezifische Ergebnis der Klimagas- und Umweltbilanz ist nur wenig verändert. Die Klimagasbilanz hat eine leicht höhere Nettoentlastung durch die aktualisierten Wirkungsgrade für EBS-Kraftwerke (Rejects), die die geringere Gutschrift durch den aktualisierten niedrigeren Stromemissionsfaktor überkompensieren. 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

⁷ Hinweis: Das berichtete Aufkommen bildet nicht die gewerblich gesammelten Mengen ab, da es für diese keine Berichtspflichten und entsprechend auch keine Dokumentation gibt (s.a. Kap. 3.3).

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

Stoffstrombilanz 2018	
Aufkommen	87.061 Mg
Behandlung	87.061 Mg Sortieranlage Hultschiner Damm
<i>(Summe 2010 und 2012 Gelbe Tonne, Gelbe Tonne plus, Orange Box)</i>	
Vergleich:	Aufkommen 2010: 81.455 Mg Aufkommen 2012: 97.950 Mg Aufkommen 2014: 85.398 Mg Aufkommen 2016: 88.107 Mg
Abfallzusammensetzung	
36% Kunststoffe	14% EBS
12% Metalle	32% Sortierreste
6% FKN und PPK-Verbunde	
Kenndaten MKS und EBS	
Heizwert	30,8 MJ/kg FS
C fossil	63,4 % FS
Stofffluss	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Input 100% LVP und StNVP</p> <p>Verbleib und Output</p> <ul style="list-style-type: none"> 10% Kunststoffe: stoffliche Verwertung 26% MKS: energetische Verwertung Zementwerk Rüdersdorf 12% Metalle: stoffliche Verwertung 6% FKN und PPK-Verbunde: stoffliche Verwertung 14% EBS: energetische Verwertung IKW Rüdersdorf 32% Sortierreste: MPS Reinickendorf 66% EBS 5% Metalle 6% Inertmaterial zur Altablagerung Rest Wasserverluste </div> </div>	
Bilanzierung	
Abfallzusammensetzung nach DSD Mengenstromnachweis Aufteilung Kunststoffe wie 2010 (Sortieranalyse u.e.c) Aufteilung Kunststoffarten nach Anlagenbilanz Hultschiner Damm Stoffliche Verwertung nach ifeu-Daten Durchschnitt Deutschland MKS, EBS energetische Verwertung 88% Brennstoffausbeute Aufbereitungsreste energetische Verwertung im Zementwerk (H _i 13,2 MJ/kg, C fossil 16,7%, Hg-Gehalt 0,3 mg/kg)	
Recycling-/Verwertungsquoten	
Recyclingquote:	30%
= Output zur stofflichen Verwertung/Input	
Energetische Verwertungsquote:	61%
= Output zur energetischen Verwertung/Input	
Sonstige Verwertungsquote:	2%
= Output zur sonstigen Verwertung/Input	
Beseitigungsquote:	-
= Output zur Beseitigung/Input	
(Rest Wasserverluste aus Behandlung in MPS)	



Das Aufkommen 2018 liegt 1% niedriger als 2016. In der Abfallzusammensetzung ist wiederum v.a. der Sortierrestanteil von 26% auf 32% (2014: 21%) angestiegen und umgekehrt der für Metalle, FKN, und Kunststoffe abgesunken.

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz 2018 zeigt mit einer spezifischen Nettoentlastung von -466 kg CO₂-Äq/Mg wiederum ein etwas geringeres Ergebnis. Hintergrund sind die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Strom und ansonsten die leicht veränderte Zusammensetzung der LVP und StNVP-Abfälle.

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 Änderung v.a. bei den spezifischen Ergebnissen der NOx-Emissionen ergibt sich wiederum v.a. durch den aktualisierten Emissionsfaktor für Strom und den damit verbundenen geringeren Gutschriften.

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

Optimierungsmaßnahmen

2.1.9 Altglas (AVV 200102)

Stoffstrombilanz 2018																	
Aufkommen	65.886 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 67.958 Mg Aufkommen 2012: 66.453 Mg Aufkommen 2014: 63.634 Mg Aufkommen 2016: 64.877 Mg															
Behandlung	65.886 Mg Sortieranlagen																
Stofffluss	<p>Input 100% Altglas, gesammelt</p> <p>Output 97% Altglas, sortiert</p> <p>Sortierreste Deponie</p> <p>Beseitigung (Deponien) 2.007 Mg</p> <p>stoffl. Verw. (Glashütten) 63.879 Mg</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 2018																	
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p> <p>■ Sammlung ■ Aufbereitung ■ Primärglas und Energie ■ 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>-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> <tr> <td>Netto 2016</td> <td>-29.053</td> <td>-448</td> </tr> </tbody> </table> <p>- Entlastung zu 85% durch Substitution Rohmaterial davon 50% vermiedene mineralische CO₂-Emissionen</p>	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Netto 2010	-30.568	-450	Netto 2012	-30.091	-453	Netto 2014	-28.814	-453	Netto 2016	-29.053	-448	
	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]														
Netto 2010	-30.568	-450															
Netto 2012	-30.091	-453															
Netto 2014	-28.814	-453															
Netto 2016	-29.053	-448															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Ergebnis spezifisch</th> <th colspan="3">in kg CO₂-Äq/Mg Altglas</th> </tr> <tr> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gesamt</td> <td>44</td> <td>-491</td> <td>-447</td> </tr> </tbody> </table>	Ergebnis spezifisch	in kg CO ₂ -Äq/Mg Altglas			Belastung	Gutschrift	Netto	Gesamt	44	-491	-447					
Ergebnis spezifisch	in kg CO ₂ -Äq/Mg Altglas																
	Belastung	Gutschrift	Netto														
Gesamt	44	-491	-447														
Umweltbilanz 2018																	
Ressourcenschonung																	
Einsparung gesamt																	
Natursteine	76.804 Mg → 2.185 m ² geschonte Fläche																

Das Aufkommen 2018 liegt rd. 2% höher als 2016. Das spezifische Ergebnis der Klimagasbilanz ist nahezu unverändert. Beim Altglasrecycling macht sich die Aktualisierung der Stromemissionsfaktoren nur marginal bemerkbar. Optimierungsmöglichkeiten wurden für das Altglasrecycling nicht gesehen. Jedoch ist eine weitere 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 2018																		
Aufkommen	47.786 Mg (berechnet)	Vergleich:	Aufkommen 2010: 31.749 Mg															
Behandlung	47.786 Mg Sortierung (Annahme händisch)		Aufkommen 2012: 31.054 Mg															
			Aufkommen 2014: 32.949 Mg															
			Aufkommen 2016: 33.248 Mg															
Stofffluss 		Kenndaten Heizwert 15 MJ/kg FS C fossil 12% FS																
		Bilanzierung Aufkommen hochgerechnet basierend auf abgeschätzter Sammelquote von 13 kg/(E*a) (vgl. Kap. 3.2) und Einwohnerzahl Berlin 2018 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); 17% Recycling als Dämmstoff 23% Thermische Nutzung im EBS-Kraftwerk mit obigen Kenndaten																
		Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: 77% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 23% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input																
Klimagasbilanz 2018																		
		Vergleich <table border="1"> <thead> <tr> <th></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> <tr> <td>Netto 2016</td> <td>-140.230</td> <td>-4.218</td> </tr> </tbody> </table>			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	Netto 2016	-140.230	-4.218
	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																
Netto 2016	-140.230	-4.218																
		- 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 Alttextilien</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>185</td> <td>-4.019</td> <td>-3.834</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Alttextilien</i>				Gesamt	185	-4.019	-3.834			
	Belastung	Gutschrift	Netto															
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Alttextilien</i>																		
Gesamt	185	-4.019	-3.834															
Umweltbilanz 2018																		
Ressourcenschonung																		
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch																
KEA fossil	2.325 TJ Nettoentlastung	KEA fossil netto																
		Gesamt 48.648 MJ/Mg																
		Vgl. 2016 52.517 MJ/Mg																
Luftemissionen																		
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch																
NOx	-317.727 kg	NOx	Quecksilber															
Quecksilber	-2,4 kg	g/Mg	g/Mg															
NH ₃	-192.314 kg	NH ₃	NH ₃															
		g/Mg	g/Mg															
		Gesamt	Gesamt															
		Vgl. 2016	Vgl. 2016															
		-6.649	-0,049															
		-6.628	-0,052															
		-4.024	-4.024															

Das Aufkommen wurde aufgrund des anhaltenden steigenden Trends der Sammel-mengen für 2018 angepasst und liegt neu 44% höher als 2016. Die Bilanzierung wurde ebenfalls angepasst (s. Kap. 3.2) und führt v.a. in der Klimagasbilanz und beim KEA fossil zu einer geringeren spezifischen Nettoentlastung. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in einer Steigerung des Anteils zur Wiederverwendung, soweit die Qualitäten der Textilien dies erlauben und v.a. in stärkeren Anstrengungen zur Abfallvermeidung (s. Kap. 3.2).

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.1.11 Altreifen (AVV 160103)

Stoffstrombilanz 2018																							
Aufkommen	18.767 Mg (berechnet)	Vergleich:	Aufkommen 2010: 20.108 Mg																				
Behandlung	10.252 Mg Recycling		Aufkommen 2012: 16.719 Mg																				
	8.515 Mg Mitverbrennung Zementwerk		Aufkommen 2014: 14.482 Mg																				
			Aufkommen 2016: 19.151 Mg																				
Stofffluss		Kenndaten																					
<p>Input 100% Altreifen, gesammelt</p> <p>Output 45% Zementwerk 37% Regranulat 10% Metalle 8% EBS (Textilcord) 0,5% Inert zur Deponie</p>		Heizwert 26 MJ/kg FS C fossil 51,6% FS Hg-Gehalt 0,17 mg/kg FS																					
		Bilanzierung																					
		Aufkommen berechnet auf Basis bundesweites Aufkommen; davon nur Anteil Granulierung und Mitverbrennung umgerechnet für Berlin über Einwohnerzahlen 2016 55% Granulierung nach Villanueva et al. (2007) 45% Mitverbrennung Zementwerk mit obigen Kenndaten																					
		Recycling-/Verwertungsquoten																					
		Recyclingquote: 54,6% = Output zur stofflichen Verwertung/Input																					
		Energetische Verwertungsquote: 44,9% = Output zur energetischen Verwertung/Input																					
		Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input																					
		Beseitigungsquote: 0,5% = Output zur Beseitigung/Input																					
Klimagasbilanz 2018																							
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p> <p>-28.402</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>-26.257</td> <td>-1.306</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>-22.657</td> <td>-1.355</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>-21.503</td> <td>-1.485</td> </tr> <tr> <td>Netto 2016</td> <td>-28.763</td> <td>-1.502</td> </tr> </tbody> </table>		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	Netto 2016	-28.763	-1.502					
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																					
Netto 2016	-28.763	-1.502																					
		Ergebnis spezifisch																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>in kg CO₂-Äq/Mg Altreifen</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Recycling</td> <td>901</td> <td>-2.823</td> <td>-1.922</td> </tr> <tr> <td>Zementwerk</td> <td>1.986</td> <td>-3.007</td> <td>-1.021</td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>1.393</td> <td>-2.907</td> <td>-1.513</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	in kg CO ₂ -Äq/Mg Altreifen				Recycling	901	-2.823	-1.922	Zementwerk	1.986	-3.007	-1.021	Gesamt	1.393	-2.907	-1.513
	Belastung	Gutschrift	Netto																				
in kg CO ₂ -Äq/Mg Altreifen																							
Recycling	901	-2.823	-1.922																				
Zementwerk	1.986	-3.007	-1.021																				
Gesamt	1.393	-2.907	-1.513																				
Umweltbilanz 2018																							
Ressourcenschonung																							
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch																					
Natursteine	0 Mg → 0 m ² geschonte Fläche	Rohmetalle	KEA fossil netto																				
Rohmetalle	3.378 Mg Anteil Fe-Metalle: 100%	kg/Mg	MJ/Mg																				
KEA fossil	726 TJ Nettoentlastung	Gesamt	180																				
		Vgl. 2016	180																				
			38.379																				
Luftemissionen		Nettoergebnis spezifisch																					
Nettoergebnis gesamt		NOx																					
NOx	-33.252 kg	g/Mg	Quecksilber																				
Quecksilber	0,8 kg		g/Mg																				
		Recycling	-2.986																				
		Zementwerk	-310																				
		Gesamt	-1.772																				
		Vgl. 2016	-1.735																				
			0,039																				
			0,042																				
			0,040																				
			0,040																				

Das berechnete Aufkommen 2018 in Höhe von 18.767 Mg liegt um 2% niedriger als 2016. Dies ergibt sich zum einen korrelierend zur etwas geringeren Einwohnerzahl in Berlin und zum anderen bedingt durch den leicht geringeren Anteil zur Granulierung und energetischen Verwertung auf Bundesebene. Die Anteile der stofflichen Verwertung und der Mitverbrennung haben sich nochmals zugunsten der stofflichen Verwertung auf rund 55:45 geändert (2016: 53:47, 2014: 50:50, 2012: 45% zu 55%).

Zusammenfassung

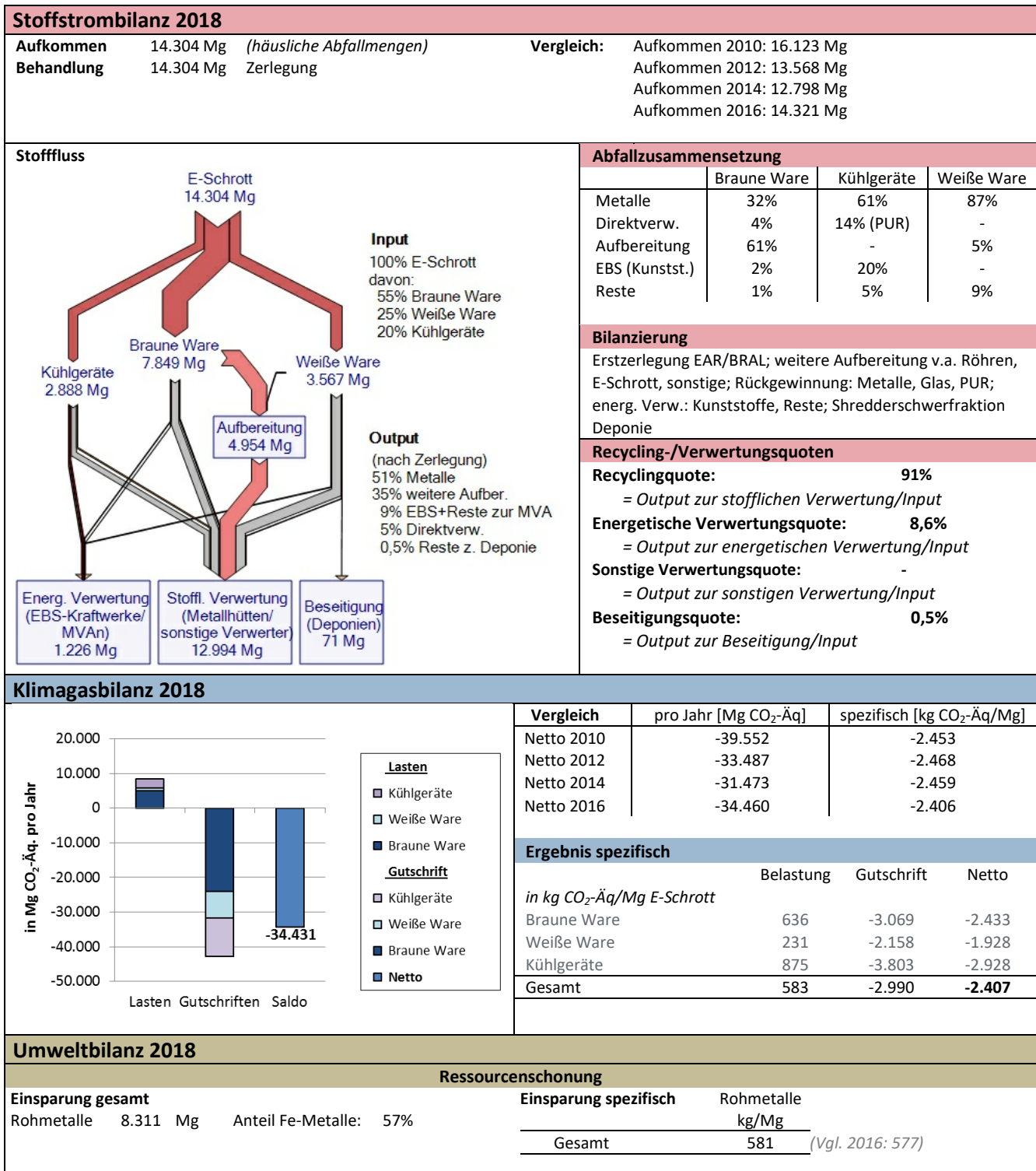
Die spezifischen Ergebnisse der Klimagas- und Umweltbilanz sind gegenüber 2016 nur wenig verändert. Die leicht höhere Nettoentlastung der Klimagasbilanz ergibt sich v.a. durch den etwas höheren Recyclinganteil. Dieser macht sich auch in der Umweltbilanz bemerkbar durch die leicht höhere spezifische Nettoentlastung des KEA fossil und der NO_x-Emissionen. Das spezifische Ergebnis für die Schonung von Rohmetallen ist unverändert, da beide Verfahren - Granulierung und Mitverbrennung im Zementwerk – zu einer Eisenerzeinsparung führen. Auch die spezifische Nettobelastung bei Quecksilberemissionen ist unverändert, 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 ausgehend vom gegenwärtigen Stand eine weitere Steigerung der Klimagasentlastung sowie der Schonung fossiler Ressourcen um etwa 15% und eine Steigerung der NO_x-Entlastung um rund 40% bewirken. Die Quecksilberbelastung bleibt aufgrund der mittlerweile etwa ähnlichen spezifischen Emissionen in etwa gleich.

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 2018 in Höhe von 14.304 Mg liegt ähnlich hoch wie 2016. Auch die Anteile für Braune Ware, Kühlgeräte und Weiße Ware fallen ähnlich aus mit Verschiebungen um maximal einen Prozentpunkt. Entsprechend sind die spezifischen Ergebnisse nahezu unverändert. Die Klimagas- und Umweltbilanz zeigt wie in den Vorjahren bedeutende Entlastungen. Eine Optimierung besteht in der Steigerung der getrennten Erfassung von v.a. Haushaltskleingeräten. Zudem ist zu empfehlen, Aufkommen und Verbleib über die BSR-Entsorgungsbilanz hinaus zu recherchieren (s. Kap. 3.3).

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.1.13 Altmetalle (AVV 200140)

Stoffstrombilanz 2018																													
<p>Aufkommen 10.692 Mg</p> <p>Behandlung 10.692 Mg Separierung (TSR Recycling)</p>	<p>Vergleich: Aufkommen 2010: 8.738 Mg</p> <p>Aufkommen 2012: 8.165 Mg</p> <p>Aufkommen 2014: 8.614 Mg</p> <p>Aufkommen 2016: 9.963 Mg</p>																												
<p>Stofffluss</p>	<p>Abfallzusammensetzung</p> <p>100% Altmetall aus getrennter Erfassung (v.a. BSR-Recyclinghöfe); keine Trennung nach Fe- und NE-Metallen</p> <p>Bilanzierung</p> <p>kein Sammelaufwand (Bringsystem); Transport zur Separierung 60 km Annahme 100% Fe-Metalle; Transport zu Verwertern Annahme 100 km; Metallausbeute 78%</p> <p>Recycling-/Verwertungsquoten</p> <p>Recyclingquote: 100% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input</p>																												
Klimagasbilanz 2018																													
	<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>-6.278</td> <td>-718</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>-5.866</td> <td>-718</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>-6.189</td> <td>-718</td> </tr> <tr> <td>Netto 2016</td> <td>-6.189</td> <td>-718</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><i>in kg CO₂-Äq/Mg Altmetall</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>283</td> <td>-1.001</td> <td>-718</td> </tr> </tbody> </table>		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	Netto 2016	-6.189	-718		Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Altmetall</i>				Gesamt	283	-1.001	-718
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																											
Netto 2016	-6.189	-718																											
	Belastung	Gutschrift	Netto																										
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Altmetall</i>																													
Gesamt	283	-1.001	-718																										
Umweltbilanz 2018																													
Ressourcenschonung																													
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch																											
Rohmetalle 8.340 Mg	Anteil Fe-Metalle: 100%	Rohmetalle kg/Mg																											
		Gesamt 780 (unverändert)																											

Das Aufkommen 2018 liegt 7% höher als 2016. 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 2018		
Aufkommen	1.790.209 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 2.160.000 Mg
Behandlung	791.826 Mg Brech- und Klassieranlagen	Aufkommen 2012: 1.937.773 Mg
	375.891 Mg Deponien/Altablagung	Aufkommen 2014: 2.120.176 Mg
	622.492 Mg Verfüllung	Aufkommen 2016: 2.265.656 Mg
Stofffluss		Abfallzusammensetzung
		natürlich gewachsener oder bereits verwendeter Boden Bilanzierung Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Altablagung Großziethen - Verfüllungen (LBGR Brandenburg)
		Recycling-/Verwertungsquoten
		Recyclingquote: 41% = Output zur stofflichen Verwertung/Input
		Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input
		Sonstige Verwertungsquote: 55% = Output zur sonstigen Verwertung/Input
		Beseitigungsquote: 4% = Output zur Beseitigung/Input
Klimagasbilanz 2018		
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet		
Umweltbilanz 2018		
Ressourcenschonung		
Einsparung gesamt		
Natursteine	697.990 Mg →	25.851 m ² geschonte Fläche

Das Aufkommen 2018 liegt 21% niedriger als 2016. Die Input-Output-Differenz der Brech- und Klassieranlagen für diese Abfallart resultiert aus Lagerbeständen. **Zusammenfassung**

Von der ausgewiesenen Output-/Verbleib-Menge Bodenaushub wurden 41% nach Aufbereitung in Brech- und Klassieranlagen in Baumaßnahmen stofflich verwertet (2016: 26%) und 55% unaufbereitet einer sonstigen Verwertung (Deponien, Altablagung, Verfüllung) zugeführt. Rund 4% wurden direkt auf Deponien (MEAB) beseitigt.

Optimierungsmöglichkeiten bestehen in einer weiteren 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 2018		
Aufkommen	806.604 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 851.647 Mg
Behandlung	301.534 Mg Brech- und Klassieranlagen	Aufkommen 2012: 1.166.261 Mg
	459.083 Mg Deponien/Altablagerung	Aufkommen 2014: 938.201 Mg
	45.987 Mg Verfüllung	Aufkommen 2016: 1.023.659 Mg
Stofffluss <p>Input 100% Bauschutt</p> <p>Output 100% Bauschutt davon: 53% Deponie 26% Altablagerung 13% Straßenbau 8% Verfüllung</p> <p>Differenz In-/Output 224.387 Mg</p> <p>Brech- und Klassieranlagen 301.534 Mg</p> <p>Stoffl. Verw. (Straßenbau) 77.147 Mg</p> <p>Sonst. Verw. (Deponien/Altablagerung) 394.150 Mg</p> <p>Beseitigung (Deponien) 110.920 Mg</p>		Abfallzusammensetzung Gemische aus Beton, Ziegel, Fliesen und Keramik Die üblicherweise umfassten Einzelfractionen Beton, Ziegel, Baustoffe auf Gipsbasis sind gesondert ausgewertet Bilanzierung Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Altablagerung Großziethen - Verfüllungen (LBGR Brandenburg) Recycling-/Verwertungsquoten <p>Recyclingquote: 13% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: 68% = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: 19% = Output zur Beseitigung/Input</p>
Klimagasbilanz 2018		
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet		
Umweltbilanz 2018		
Ressourcenschonung		
Einsparung gesamt		
Natursteine	77.147 Mg → 1.187 m ² geschonte Fläche	

Das Aufkommen 2018 liegt 21% niedriger als 2016. 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 (2016: 13%) und 68% unaufbereitet einer sonstigen Verwertung (Deponien, Altablagerung, Verfüllungen) zugeführt. Rund 19% (2016: 8%) 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 2018		
Aufkommen	894.790 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 791.439 Mg
Behandlung	881.466 Mg Brech- und Klassieranlagen	Aufkommen 2012: 973.983 Mg
	10.068 Mg Deponien/Altablagerung	Aufkommen 2014: 930.659 Mg
	3.256 Mg Verfüllung	Aufkommen 2016: 842.719 Mg
Stofffluss	<p>Input 100% Beton</p> <p>Output 100% Beton davon: 98,8% Straßenbau 0,7% Deponie 0,3% Verfüllung 0,1% Altablagerung</p> <p>Differenz In-/Output -319.830 Mg</p> <p>Brech- und Klassieranlagen 881.466 Mg</p> <p>Stoffliche Verw. (Straßenbau) 1.291.296 Mg</p> <p>Sonstige Verw. (Deponien/Verfüllung/Altablagerung) 12.340 Mg</p> <p>Beseitigung (Deponien) 984 Mg</p>	<p>Abfallzusammensetzung Hochwertige Bauschuttfraktion; gesondert ausgewertet, um Potenzial für RC-Beton 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: 98,9% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: 1,0% = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: 0,1% = Output zur Beseitigung/Input</p>
Klimagasbilanz 2018		
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet		
Umweltbilanz 2018		
Ressourcenschonung		
Einsparung gesamt		
Natursteine	1.201.296 Mg	→ 18.481 m ² geschonte Fläche

Das Aufkommen 2018 liegt 6% höher als 2016. 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, 2014 und 2016 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 (VwVBU). Zur Akzeptanzsteigerung initiierte die Senatsumweltverwaltung Pilotprojekte sowie einen breiten Fachdialog und Informationstransfer. Der Einsatz von RC-Beton im Hochbau kann kostenneutral erfolgen⁸. Im Rahmen der Fortschreibung der VwVBU 2019 hat der Senat Berlin beschlossen bei größeren öffentlichen Bauvorhaben RC-Beton einzusetzen, sofern die Norm dies zulässt.

Optimierungsmaßnahmen

⁸ <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/abfall/rc-beton/index.shtml>, und (ifeu/ICU 2013, S.204)

2.2.4 Gipsabfälle (AVV 170802)

Stoffstrombilanz 2018	
Aufkommen	31.692 Mg
Behandlung	31.692 Mg Deponie (Beseitigung)
Vergleich:	Aufkommen 2010: - Mg (nicht ausgewertet) Aufkommen 2012: 28.973 Mg Aufkommen 2014: 36.061 Mg Aufkommen 2016: 34.767 Mg
Stofffluss	<p>Input 100% Gipsabfälle</p> <p>Output 100% Gipsabfälle zur Deponie</p> <p>Beseitigung (Deponien) 31.692 Mg</p>
Abfallzusammensetzung	Bauschuttfraktion; gesondert ausgewertet, um Potenzial für Recycling darzustellen (v.a. stofflich verwertbare Gipsplatten)
Bilanzierung	Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Altablagerung Großziethen - Verfüllungen (LBGR Brandenburg)
Recycling-/Verwertungsquoten	<p>Recyclingquote: - = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: 100% = Output zur Beseitigung/Input</p>
Klimagasbilanz 2018	
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet	
Umweltbilanz 2018	
Ressourcenschonung	
Einsparung gesamt	
Natursteine	0 Mg → 0 m ² geschonte Fläche

Das Aufkommen 2018 liegt 9% niedriger als 2016. Die Abfallmenge wurde zu 100% auf Deponien (MEAB) zur Beseitigung verbracht. Die Verbringung zur Altablagerung Großziethen ist seit 2013 untersagt.

Zusammenfassung

Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der sortenreinen Getrenntsammlung 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 stofflichen Verwertung von Gipsabfällen ist in Kapitel 8.1 beschrieben.

Optimierungsmaßnahmen

2.2.5 Ziegel (AVV 170102)

Stoffstrombilanz 2018			
Aufkommen	74.444 Mg	Vergleich:	Aufkommen 2010: - Mg (nicht ausgewertet)
Behandlung	43.481 Mg Brech- und Klassieranlagen		Aufkommen 2012: - Mg (nicht ausgewertet)
	8.397 Mg Deponien/Altablagung		Aufkommen 2014: 60.354 Mg
	22.566 Mg Verfüllung		Aufkommen 2016: 97.382 Mg
Stofffluss	<p>Input 100% Ziegel</p> <p>Output 100% Ziegel davon: 64,6% Wegebau 26% Verfüllung 8% Deponie 1,4% Altablagung</p> <p>Brech- und Klassieranlagen 43.481 Mg</p> <p>Stoffl. Verwertung (Wegebau) 56.522 Mg</p> <p>Sonstige Verw. (Deponie/Verfüllung/Altablagung) 23.827 Mg</p> <p>Beseitigung (Deponien) 7.136 Mg</p> <p>Differenz In-/Output -13.041 Mg</p>		
Abfallzusammensetzung		Bauschuttfraktion; gesondert ausgewertet, um Potenzial für Recycling darzustellen	
Bilanzierung		Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Altablagung Großziethen - Verfüllungen (LBGR Brandenburg)	
Recycling-/Verwertungsquoten		Recyclingquote: 64,6% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: 27,2% = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: 8,2% = Output zur Beseitigung/Input	
Klimagasbilanz 2018		Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet	
Umweltbilanz 2018		Ressourcenschonung	
Einsparung gesamt	Natursteine 56.522 Mg → 870 m ² geschonte Fläche		

Das Aufkommen 2018 liegt 24% niedriger als 2016. Der Rückgang ist v.a. auf geringere Mengen, die über Brech- und Klassieranlagen behandelt wurden, zurückzuführen. Durch die veränderten Mengenanteile ändern sich auch die Recycling- und Verwertungsquoten, während die absolut deponierten und verfüllten Mengen in etwa gleich hoch liegen wie in 2016. Die über Brech- und Klassieranlagen behandelte Menge (zzgl. Lagerbestände) an sortenreinem Ziegelmaterial wird weiterhin vollständig im Wegebau eingesetzt. Die Recyclingquote beträgt rund 65%. Etwa 27% Ziegel wurden unaufbereitet einer sonstigen Verwertung (Deponien, Altablagung, Verfüllungen) zugeführt und rund 8% 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 enthält die VwVBU ein Leistungsblatt zum Einsatz gütegesicherter Ziegelsubstrate bei öffentlichen Baumpflanzungen.

Optimierungsmaßnahmen

2.2.6 Asphalt (AVV 170302)

Stoffstrombilanz 2018				
Aufkommen	203.141 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 181.613 Mg	
Behandlung	116.858 Mg	Brech- und Klassieranlagen	Aufkommen 2012: 162.571 Mg	
	81.046 Mg	Asphaltmischwerke	Aufkommen 2014: 190.080 Mg	
	5.237 Mg	Deponien/Altanlagen	Aufkommen 2016: 155.367 Mg	
Stofffluss		Abfallzusammensetzung		
<p>Input 100% Asphalt</p> <p>Output 100% Asphalt davon: 93,9% Straßenbau 4,5% Deponie 1,6% Altanlage</p> <p>Differenz In-/Output 116.721 Mg</p> <p>Brech- und Klassieranlagen 116.858 Mg</p> <p>Asphaltmischwerk 81.046 Mg</p> <p>Sonst. Verw. (Deponien/Altanlage) 2.674 Mg</p> <p>Beseitigung (Deponien) 2.563 Mg</p> <p>Stoffl. Verw. (Straßenbau) 81.183 Mg</p>		Mineralische Stoffe, die hydraulisch mit Bitumen gebunden oder ungebunden sind		
		Bilanzierung		
		Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen:		
		- Berliner Brech- und Klassieranlagen		
		- Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim)		
		- Altanlage Großziethen		
		- Verfüllungen (LBGR Brandenburg)		
		- Berliner Asphaltmischwerke		
		Recycling-/Verwertungsquoten		
		Recyclingquote:	94%	
		= Output zur stofflichen Verwertung/Input		
		Energetische Verwertungsquote:	-	
		= Output zur energetischen Verwertung/Input		
		Sonstige Verwertungsquote:	3%	
		= Output zur sonstigen Verwertung/Input		
		Beseitigungsquote:	3%	
		= Output zur Beseitigung/Input		
Klimagasbilanz 2018				
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>0 -200 -400 -600 -800 -1.000 -1.200</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p> <p>Lasten</p> <ul style="list-style-type: none"> Sammlung Deponie/Altabl. Straßenbau Mischwerk <p>Gutschrift</p> <ul style="list-style-type: none"> Deponie/Altabl. Straßenbau RC-Asphalt <p>Netto</p>	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	
	Netto 2016	-689	-11	
	Ergebnis spezifisch			
	in kg CO ₂ -Äq/Mg Asphalt	Belastung	Gutschrift	Netto
	Asphaltmischwerk	0	-13	-13
	Andere	0	0	0
	Gesamt	0	-12	-12
Umweltbilanz 2018				
Ressourcenschonung				
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch		
Natursteine	77.941* Mg → 2.887 m ² geschonte Fläche	Asphaltmischwerk	KEA fossil netto [MJ/Mg] 1.895	
KEA fossil	154 TJ Nettoentlastung	Andere	0	
		Gesamt	1.774	
		Vgl. 2016	1.537	

*im Straßenbau stofflich verwertete Menge abzgl. Bitumenanteil (4%)

Das Aufkommen 2018 liegt 31% höher als 2016 (7% höher 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 Frostschuttschichten im Straßen- und Wegebau eingesetzt werden (vgl. Kap. 2.2.3, Steckbrief „Beton“). Die ausgewiesene Output-/Verbleib-Menge wird zu 94% im Straßenbau eingesetzt (= Re-

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

cyclingquote). 2016 lag dieser Anteil bei rd. 83% (2014: 90%, 2012 89%). Etwa 3% der Mengen in 2018 wurden unaufbereitet einer sonstigen Verwertung (Deponie, Altablagerung) zugeführt und weitere 3% direkt auf Deponien beseitigt.

Bei der Klimagas- und Umweltbilanz ergeben sich Änderungen im Vergleich der spezifischen Ergebnisse bedingt durch die veränderten Mengenanteile, die über Asphaltmischwerke behandelt werden. 2018 war dieser Anteil mit knapp 94% der behandelten Menge hoch. Hohe Einsatzmengen in Asphaltmischwerken können durch gute schichtenmäßige Abfräsung des Materials beim Rückbau von Asphaltstraßen erreicht werden. Insofern hier Beschränkungen durch Absatzmöglichkeiten gegeben sind, bestehen Optimierungsmöglichkeiten 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)

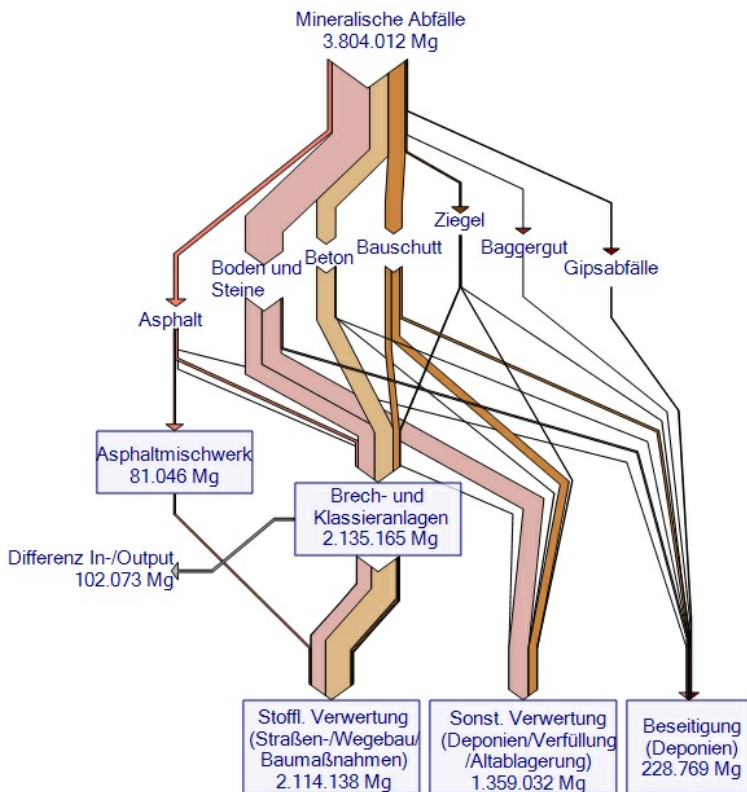
Stoffstrombilanz 2018	
Aufkommen	3.132 Mg
Behandlung	3.132 Mg Deponie (Beseitigung)
Vergleich:	Aufkommen 2010: 4.422 Mg Aufkommen 2012: 10.889 Mg Aufkommen 2014: 9.107 Mg Aufkommen 2016: 13.844 Mg
Stofffluss	<p>Input 100% Baggergut</p> <p>Output 100% Baggergut zur Deponie</p> <p>Beseitigung (Deponien) 3.132 Mg</p>
Abfallzusammensetzung	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	<p>Recyclingquote: - = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: 100% = Output zur Beseitigung/Input</p>
Klimagasbilanz 2018	
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet	
Umweltbilanz 2018	
Ressourcenschonung	
Einsparung gesamt	
Natursteine	0 Mg → 0 m ² geschonte Fläche

Das Aufkommen 2018 liegt 77% niedriger als 2016 Die Abfallmenge wurde zu 100% auf Deponien (MEAB) zur Beseitigung verbracht. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der vollständigen Anwendung des Baggerguts in einer Bodenverwertung.

**Zusammenfassung und
Optierungsmaßnahmen**

Zusammenfassung mineralische Abfälle (Kap. 2.2.1 bis 2.2.7)

Das gesamte Aufkommen 2018 für mineralische Abfälle ist gegenüber 2016 um 14% zurückgegangen. Der Rückgang ist ausschließlich auf geringere Mengen, die direkt verwertet oder beseitigt wurden, zurückzuführen. Die über Brech- und Klassieranlagen eingebrachten Mengen liegen 2018 um 2% höher als 2016. Zwischen Aufkommen und Verbleib wurde eine Differenzmenge von 102.073 Mg ermittelt, die insbesondere durch Lagerbestände bedingt ist. Abbildung 2.1 zeigt Aufkommen und Verbleib der mineralischen Abfälle im Überblick.



Gesamte Recycling- und Verwertungsquote:

Recyclingquote 57%

Energetische Verwertungsquote 0%

Sonstige Verwertungsquote 37%

Beseitigung 6%

Abbildung 2.1: Stoffflussdiagramm zu Aufkommen und Verbleib der mineralischen Abfälle 2018

Über 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. Durch die anteilig geringeren direkt sonstig verwerteten und beseitigten Mengen ergibt sich Recyclingquote zu 57% (2016: 47%). Die direkt sonstig verwerteten Mengen – v.a. Boden und Steine, Bauschutt – gingen unbehandelt auf Deponien (7%, MEAB, BSR, Heim), der Altablagerung Großziethen (10%) oder in Verfüllungen (19%, Verfüllung von Sand-, Kies- und Tongruben). Der beseitigte Anteil an mineralischen Abfällen in Höhe von 6% wurde ausschließlich auf den MEAB-Deponien abgelagert. Insgesamt wurden durch die recycelten mineralischen Abfälle (stofflich verwertete Menge abzgl. einer Bitumenmenge im Asphalt von 3.242 Mg) 2.110.896 Mg Natursteine eingespart und eine Fläche von 49.276 m² geschont.

Durch die Steigerung des Einsatzes von RC-Baustoffen bei Baumaßnahmen könnte die Schonung mineralischer Rohstoffe und von Fläche im Maximalfall etwa doppelt so hoch sein. Wichtige Maßnahmen sind die sortenreine Erfassung beim Rückbau, Steige-

Optimierungsmaßnahmen

rung der Absatzmöglichkeit insbesondere von Ziegelmaterial im Straßenbau, Umlenkung von RC-Beton in den Hochbau sowie Initiierung einer verstärkten Nachfrage nach RC-Produkten im Bauwesen.

In der Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz sind die Bauschutt-Fractionen Ziegel (AVV 170102) und Beton (AVV 170101) mittlerweile 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-Fractionen ist es, die Potenziale für deren Recycling und Verwertbarkeit eruieren zu können. Im Übrigen entspricht dieses Vorgehen der Getrennthaltungspflicht für diese Bauschutt-Fractionen (außer AVV 170107) im Rahmen der Gewerbeabfallverordnung.

Zeitreihe

Für eine Vergleichbarkeit des Abfallaufkommens der mineralischen Abfallfractionen 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 Abfallfractionen

Mineralische Abfallfraction	2010	2012	2014	2016	2018
Boden und Steine	2.160.000	1.937.773	2.120.176	2.265.656	1.790.209
Bauschutt	851.647	1.166.261	938.201	1.023.659	806.604
Beton	791.439	973.983	930.659	842.719	894.790
Gipsabfälle	<i>(nicht erfasst)</i>	28.973	36.061	34.767	31.692
Ziegel	<i>(nicht erfasst)</i>	<i>(nicht erfasst)</i>	60.354*	97.382	74.444
Asphalt	181.613	162.571	190.080	155.367	203.141
Baggergut	4.422	10.889	9.107	13.844	3.132
Summe Bauschutt	1.643.086	2.140.244	1.929.214	1.963.760	1.775.839
Summe Aufkommen alle	3.989.121	4.280.450	4.284.639	4.433.394	3.804.012
Differenz In-/Output (Lager)	-55.374	-24.943	209.545	119.168	-102.073
Summe Verbleib alle	4.044.495	4.305.393	4.075.094	4.314.226	3.701.939

* nur Brech- und Klassieranlagen

Insgesamt zeigt sich, dass das gesamte Aufkommen an mineralischen Abfällen 2010 bis 2016 von knapp 4 Mio. Tonnen auf rund 4,4 Mio. Tonnen anstieg und aktuell auf rund 3,8 Mio. Tonnen zurückgegangen ist. Der Rückgang wird v.a. durch die Fractionen Boden und Steine und die Bauschutt-Abfallmenge geprägt. Die insgesamt entsorgte Abfallmenge (Verbleib) unterlag in der Zeitreihe anders als das Aufkommen leichten Auf- und Schwankungen in Abhängigkeit des Anteils an Lagerbeständen, ist aber 2018 analog zum Aufkommen deutlich zurückgegangen.

2.2.8 Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie (AVV 200301)

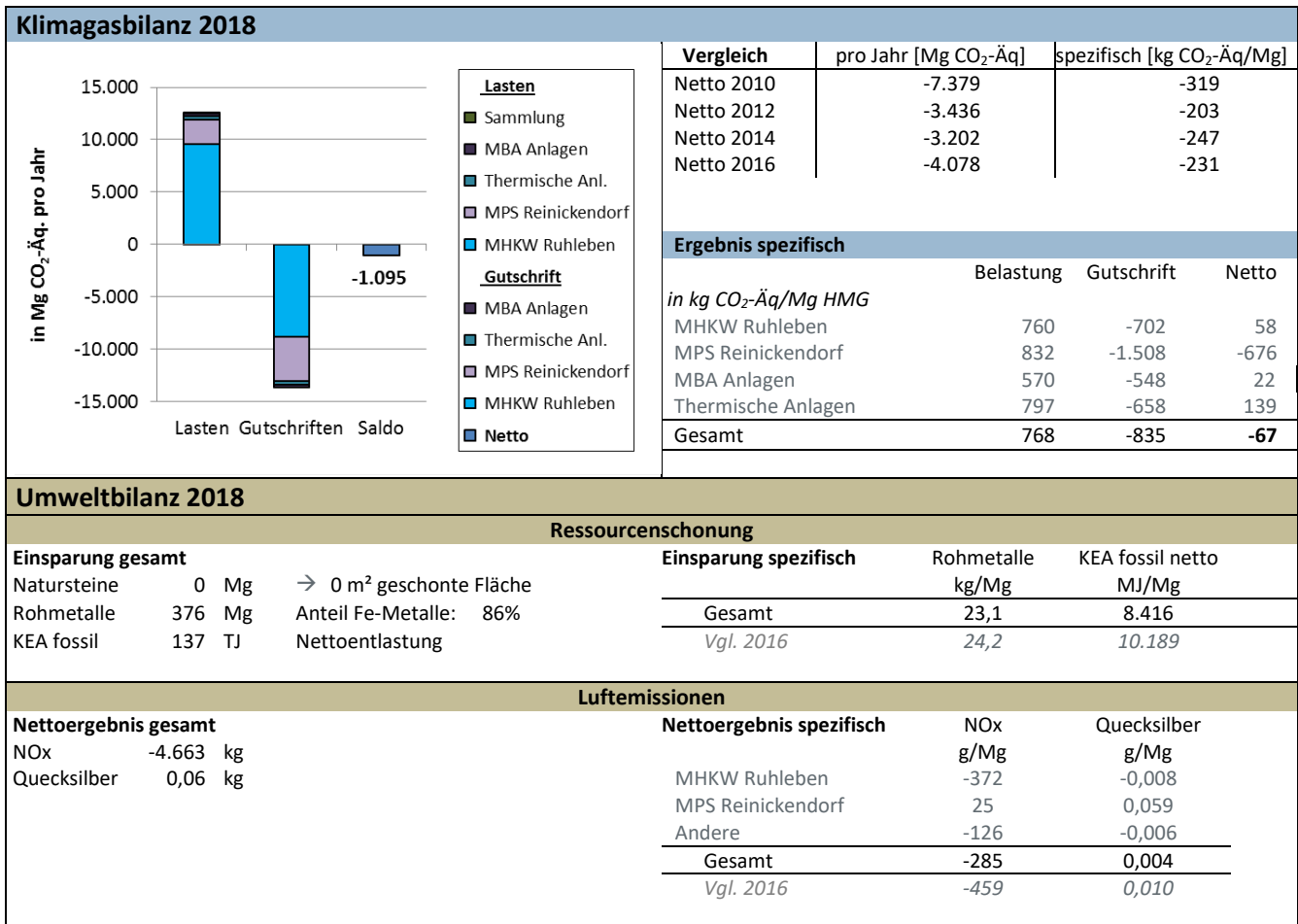
Stoffstrombilanz 2018			
Aufkommen	15.406 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 27.091 Mg
Behandlung	14.408 Mg	MHKW Ruhleben	Aufkommen 2012: 15.525 Mg
	75 Mg	MPS Reinickendorf	Aufkommen 2014: 11.879 Mg
	95 Mg	Rest verschiedene Anlagen (< 1%)	Aufkommen 2016: 14.236 Mg
	828 Mg	Bunker	
Stofffluss		Kenndaten (Krankenhausabfälle)	
		Heizwert 14,9 MJ/kg FS Hg-Gehalt 0,3 mg/kg FS C fossil 19% FS Bilanzierung Verbrennung in Rostfeuerung, Dampfabgabe an Vattenfall - Nettostromwirkungsgrad 9,2%; Wärmenutzungsgrad 42,7% - Metallausbeute Fe-Metalle 90%, NE-Metalle 87% Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: 2% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 79% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: 19% = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: 0% = Output zur Beseitigung/Input Rest Wasserverlust aus Behandlung in MPS (Ermittlung/Bewertung der Quoten wie HMG, Kap. 2.2.9)	
Klimagasbilanz 2018			
	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]
	Netto 2010	-3.576	Ausweisung nicht sinnvoll
	Netto 2012	-720	Ausweisung nicht sinnvoll
	Netto 2014	2.064	-189 (nur MHKW)
	Netto 2016	-3.095	-201 (nur MHKW)
Ergebnis spezifisch			
in kg CO ₂ -Äq/Mg Abfall		Belastung	Gutschrift Netto
nur MHKW		717	-732 -15
Bilanzierung MPS wie für HMG (Kap. 2.2.9) Ausweisung spezifischer Gesamtwert nicht sinnvoll, da verschiedene Abfallarten			
Umweltbilanz 2018			
Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	Rohmetalle KEA fossil netto
Natursteine	0 Mg → 0 m ² geschonte Fläche		kg/Mg MJ/Mg
Rohmetalle	298 Mg Anteil Fe-Metalle: 85%	nur MHKW	21 8.182
KEA fossil	118 TJ Nettoentlastung	Vgl. 2016 nur MHKW	20 10.348
Luftemissionen			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	NOx Quecksilber
NOx	-5.818 kg		g/Mg g/Mg
Quecksilber	-0,12 kg	nur MHKW	-404 -0,008
		Vgl. 2016 nur MHKW	-698 -0,007

Das Aufkommen 2018 liegt 8% höher als 2016. Die Abfälle wurden wie zuvor v.a. im MHKW Ruhleben behandelt. Überwiegend handelt es sich um Krankenhausabfälle, die ausschließlich thermisch behandelt werden können. Insofern liegt das Optimum der Entsorgung in einem möglichst hohen Gesamtwirkungsgrad der Verbrennungsanlage, worauf auch die insgesamt in 2018 geringere spezifische Nettoentlastung zurückzuführen ist (vgl. Kap. 3.1). Die Änderungen bei NO_x- und Hg-Emissionen sind zudem durch die aktualisierten Stromemissionsfaktoren bedingt (vgl. Kap. 5.1).

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.9 Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG) (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2018			
Aufkommen	24.349 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 23.096 Mg
Behandlung	12.624 Mg	MHKW Ruhleben	Aufkommen 2012: 16.992 Mg
	2.812 Mg	MPS Reinickendorf	Aufkommen 2014: 15.742 Mg
	482 Mg	MBA Anlagen	Aufkommen 2016: 20.400 Mg
	415 Mg	Thermische Anlagen	
	8.016 Mg	Bunker	
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	5,0% Inertes		
19,0% Organik			
2,0% Holz			
Stofffluss			
<p>überlassungspflichtige hausmüllähnliche Gewerbeabfälle 24.349 Mg</p>		<p>Input 100% Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG)</p>	
<p>Output / Verbleib 77% MHKW Ruhleben 17% MPS Reinickendorf 3% MBA Anlagen 3% Thermische Anlagen</p>		<p>Für den Einsatz im MHKW wurde abweichend zur Definition die energetische Verwertungsquote nicht zu 100% gesetzt, sondern die bekannten Mengen an Schlacke (19%) und rückgewonnenen Metallen (2,3%) abgezogen und getrennt bewertet</p>	
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten	
<p>MHKW: Verbrennung in Rostfeuerung, Dampfabgabe an Vattenfall Nettostromwirkungsgrad 9,2%, Wärmenutzungsgrad 42,7% Metallausbeute Fe-Metalle 90%, NE-Metalle 87%</p> <p>MPS EBS-Ausbeute 66%; davon 89% zur Mitverbrennung Metalloutput 4,9%, Ausbeute Fe-Metalle 78%, NE-Metalle 34%</p>		<p>Recyclingquote: 3% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: 75% = 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 2018 in Höhe von 24.349 Mg liegt gegenüber 2016 um 19% höher. Abzüglich der Bunkerverluste gingen rund 77% der Abfälle zum MHKW Ruhleben (2016: 70%, 2014: 77%, 2012: 59%), 17% zur MPS Reinickendorf (2016: 25%, 2014: 23%, 2012: 28%) und je rund 3% zu verschiedenen MBA und thermischen Anlagen.

Zusammenfassung

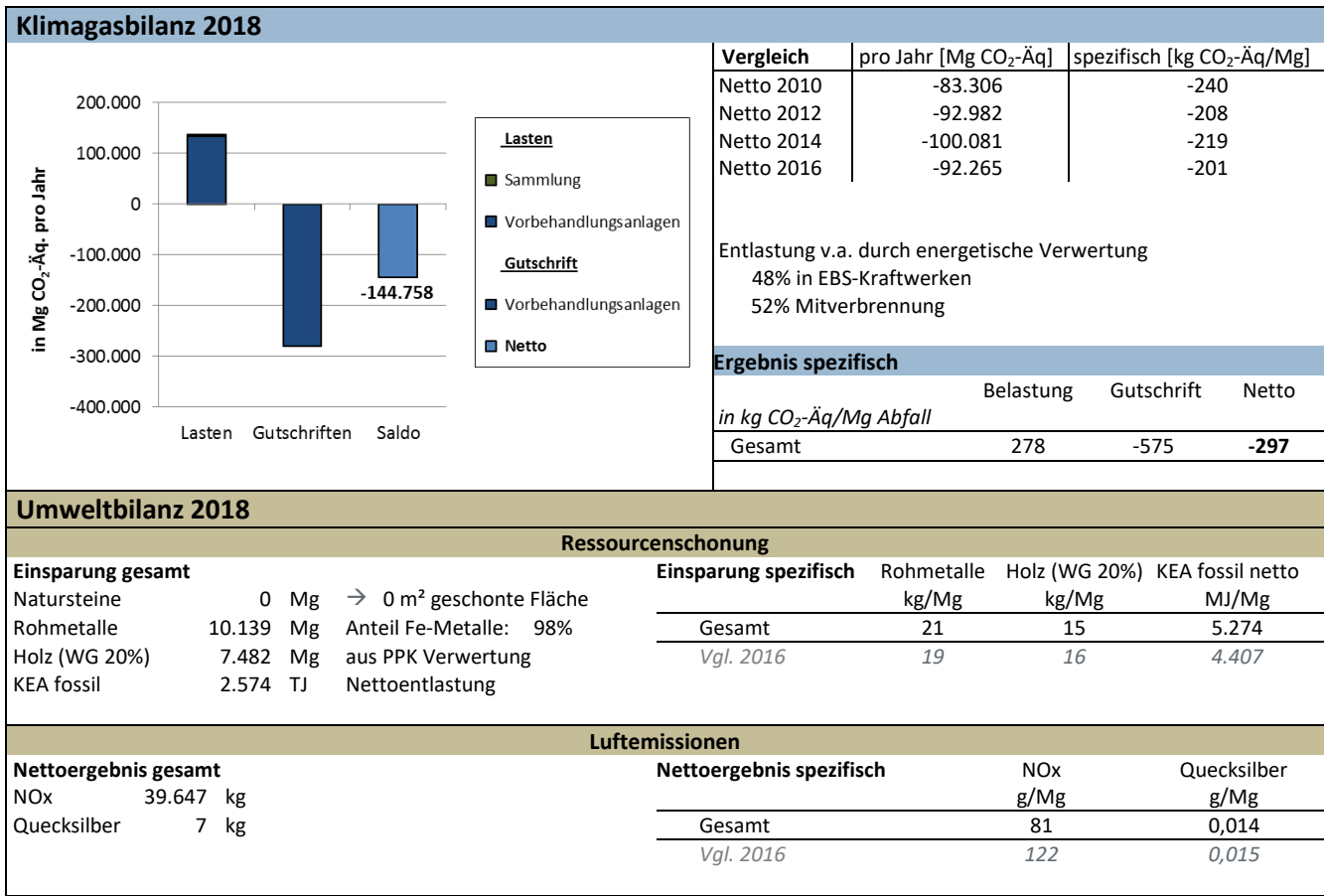
Die Klimagasbilanz zeigt 2018 gegenüber 2016 eine geringere spezifische Nettoentlastung in Höhe von -67 kg CO₂-Äq/Mg (2016: -231 kg CO₂-Äq/Mg). Hintergrund sind vor allem die (ausnahmsweise) geringeren Wirkungsgrade beim MHKW im Jahr 2018 (vgl. Kap. 3.1) und die Aktualisierung der Stromemissionsfaktoren (vgl. Kap. 5.1), wodurch geringere Gutschriften erzielt werden. Beim spezifischen Ergebnis des MHKW führt dies zu einer Ergebnisumkehr (58 kg CO₂-Äq/Mg gegenüber -119 kg CO₂-Äq/Mg in 2016). Anders als bei Hausmüll stehen bei HMG Heizwert und fossiler C-Gehalt in einem ungünstigeren Verhältnis, so dass hier die direkten CO₂-Emissionen stärker zum Tragen kommen. Bei der Umweltbilanz liegt die spezifische Nettoentlastung für den KEA fossil analog der Klimagasbilanz niedriger. Auch die geringere spezifische Nettoentlastung bei den NOx-Emissionen geht auf die genannten Aspekte zurück. Die niedrigere spezifische Nettobelastung der Quecksilberemissionen ist v.a. durch die Aktualisierung der Stromemissionsfaktoren bedingt.

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 2018			
Aufkommen	410.297 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 347.276 Mg
davon:	167.718 Mg	gemischte Siedlungsabfälle	Aufkommen 2012: 447.515 Mg
	242.579 Mg	gemischte Bauabfälle	Aufkommen 2014: 447.549 Mg
Behandlung	487.955 Mg	Vorbehandlungsanlagen	Aufkommen 2016: 410.202 Mg
inkl. Differenz In-/Output	-77.658 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	
		41% gemischte Siedlungsabfälle 59% gemischte Bauabfälle	
		* Holz inkl. 5.035 Mg über Holzkontore	
		Verbleib (nach Vorbehandlungsanlagen)	
		4,4% trockene Wertstoffe: stoffliche Verwertung in Aufbereitungs- und Verwertungsanlagen	
		48,4% EBS und Holz: energetische Verwertung, in EBS-Kraftwerken, Mitverbrennungsanlagen, Biomasse-HKW	
		30,1% Mineralik: sonstige Verwertung durch Deponierekultivierung, Altablagerung	
		15,0% Mineralische Sortierreste und Rottefraktion: Beseitigung auf Deponien	
		Wertstoffausbeute = 9,7% (trockene Wertstoffe + Holz)/Input	
		Vergleich: 2010: 12,4%; 2012: 8,2%; 2014: 7,6% 2016: 9,1%	
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten	
Erhebung durch Sonderabfrage bei Vorbehandlungsanlagen		Recyclingquote:	4,4%
Getrennte Bilanzierung der Behandlung über die MPS Reinickendorf (spezifische Daten verfügbar) und sonstige Vorbehandlungsanlagen		= Output zur stofflichen Verwertung/Input	
Für letztere Annahme:		Energetische Verwertungsquote:	48,4%
Sortierreste und gemischte Siedlungsabfälle zur Sortierung sowie		= Output zur energetischen Verwertung/Input	
20% der EBS zur EBS-Aufbereitung; Ausbeute 95%		Sonstige Verwertungsquote:	30,1%
Holz zur energetischen Verwertung in Holz-HKW's nach allgemeinem		= Output zur sonstigen Verwertung/Input	
Verteilschlüssel energetische Holznutzung (2018 aktualisiert, s. Tabelle 2.2)		Beseitigungsquote:	15%
Ausbeute stoffliche Verwertung Metalle 78%		= Output zur Beseitigung/Input	
Keine weitere Berechnung Klimawirksamkeit AVV 191209 (vgl. ifeu 2015)		(Rest 2,1% Wasserverluste aus Behandlung in MPS)	



Das Aufkommen 2018 in Höhe von 410.297 Mg liegt etwa gleich hoch wie 2016. Von der behandelten Menge (inkl. In-/Outputdifferenz) wurden nur 4,4% stofflich verwertet, 48,4% wurden energetisch und 30% einer sonstigen Verwertung (Mineralik u.a. bei Deponiebaumaßnahmen und Altlablagerungen) zugeführt. Ein Anteil von 15% (AVV 191209, 191212 und 170802) wurde auf Deponien beseitigt. Die Wertstoffausbeute ist mit 9,7% leicht höher als 2016.

Zusammenfassung

Die spezifische Nettoentlastung bei der Klimagasbilanz liegt höher als 2016. Die höheren Anteile zur Mitverbrennung (52% statt 38% in 2016) überwiegen hier den aktualisierten Stromemissionsfaktor (Kap. 5.1), der zu geringeren Gutschriften führt. Dies gilt analog für die spezifische Nettoentlastung für den KEA fossil. Bei den Luftemissionen zeigen sich v.a. bei NOx geringere spezifische Nettobelastungen. Hier überlagern sich verschiedene Aspekte: die aktualisierten Emissionen aus EBS-Kraftwerken liegen niedriger, der geringere aktualisierte Stromemissionsfaktor führt zu geringeren Gutschriften, aber auch geringeren Belastungen, z.B. bei der Rottefraktion, die in 2018 auch deutlich niedriger ausfiel.

In (ifeu/ICU 2013) wurden eine Steigerung der Wertstoffausbeute auf 20% und der Einsatz von aufbereiteten EBS ausschließlich in Mitverbrennungsanlagen untersucht. Beide Maßnahmen ergaben 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 Gewerbeabfallverordnung zu erwarten. Weitere wesentliche Lenkungsinstrumente sind freiwillige Selbstverpflichtungen, Allianzen zwischen Behörden, Verbänden und Anlagenbetreibern sowie Förderprogramme z.B. zur Modernisierung der Sortiertechnik.

Optimierungsmaßnahmen

2.2.11 Ungefauter Klärschlamm (AVV 190805)

Stoffstrombilanz 2018																		
Aufkommen	49.657 Mg TS	(179.656 Mg FS)	Vergleich: Aufkommen 2010: 41.320 Mg TS (160.561 Mg FS)															
Behandlung	49.657 Mg TS	KSVA Ruhleben	Aufkommen 2012: 47.043 Mg TS (164.205 Mg FS)															
			Aufkommen 2014: 45.986 Mg TS (161.072 Mg FS)															
			Aufkommen 2016: 45.149 Mg TS (158.863 Mg FS)															
Stofffluss		Kenndaten																
		Heizwert 2,9 MJ/kg FS TS-Gehalt 27,6% FS oTS-Gehalt 79,0% TS P-Gehalt 1,7% TS Hg-Gehalt 0,48 mg/kg TS																
		Bilanzierung																
		Verbrennung in Wirbelschichtfeuerung unter Stromerzeugung - Nettostromwirkungsgrad 15,7% - spez. Heizölbedarf KSVA 54 kWh/t Rohschlamm (2016: 99 kWh/t) aus H _i -Verhältnis (Fremdschlamm : Rohschlamm) berechneter Anteil: 3,4 kWh/Mg Input ungefauter Klärschlamm - aus oTS-Verhältnis berechneter Anteil N ₂ O-Emissionen: 1,68 kg N ₂ O/Mg TS Input ungefauter Klärschlamm																
		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 2018																		
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO₂-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO₂-Äq/Mg TS]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto 2010</td> <td>16.198</td> <td>392</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>9.597</td> <td>204</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>8.872</td> <td>193</td> </tr> <tr> <td>Netto 2016</td> <td>9.170</td> <td>203</td> </tr> </tbody> </table>		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	Netto 2016	9.170	203
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																
Netto 2016	9.170	203																
		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 TS Rohschlamm</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ungefauter Klärschlamm</td> <td>450</td> <td>-261</td> <td>189</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg TS Rohschlamm</i>				Ungefauter Klärschlamm	450	-261	189			
	Belastung	Gutschrift	Netto															
<i>in kg CO₂-Äq/Mg TS Rohschlamm</i>																		
Ungefauter Klärschlamm	450	-261	189															
Umweltbilanz 2018																		
Ressourcenschonung																		
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch																
KEA fossil	117 TJ	KEA fossil netto	MJ/Mg															
Nettoentlastung		Gesamt	2.369															
		Vgl. 2016	2.240															
Luftemissionen																		
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch																
NOx	7.419 kg	NOx	g/Mg TS															
Quecksilber	1,9 kg	Quecksilber	g/Mg TS															
		Gesamt	150															
		Vgl. 2016	76															
		Vgl. 2014	241															
			0,039															
			0,062															
			0,057															

Das Aufkommen 2018 in Höhe von 49.567 Mg Trockensubstanz (TS) liegt gegenüber 2016 um rund 10% höher. Bei den spezifischen Kenndaten liegen TS-Gehalt und damit der Heizwert bezogen auf die Frischsubstanz etwas geringer und der oTS-Gehalt etwas höher gegenüber 2016.

Zusammenfassung

Der Heizölbedarf der KSVA liegt mit 1.135 m³ im Vergleich wieder niedriger (2016: 1.776 m³, 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 (3,4 kWh/Mg gegenüber 35,5 kWh/Mg in 2016). Der Nettostromwirkungsgrad liegt leicht höher als 2016. Der N₂O-Emissionswert für die KSVA ist nahezu unverändert. Insgesamt zeigt sich aufgrund der geringeren Aufwendungen eine geringere spezifische Nettobelastung in der Klimagasbilanz für das Jahr 2018.

Analog fällt die Einsparung an fossilen Ressourcen etwas höher aus. Für die NO_x-Emissionen ergibt sich eine wiederum etwas höhere spezifische Nettobelastung, die jedoch unterhalb des Niveaus von 2014 bleibt. Ursächlich sind die etwas höheren Jahresemissionen sowie die geringere Gutschrift durch den aktualisierten Stromemissionsfaktor für NO_x. Die spezifische Nettobelastung an Quecksilberemissionen liegt niedriger als 2016. Hier kommen der höhere aktualisierte Stromemissionsfaktor zum Tragen sowie eine geringere Jahresemission.

In den Vorläuferstudien (v.a. ifeu/ICU 2012) wurden folgenden Maßnahmen untersucht:

Optimierungsmaßnahmen

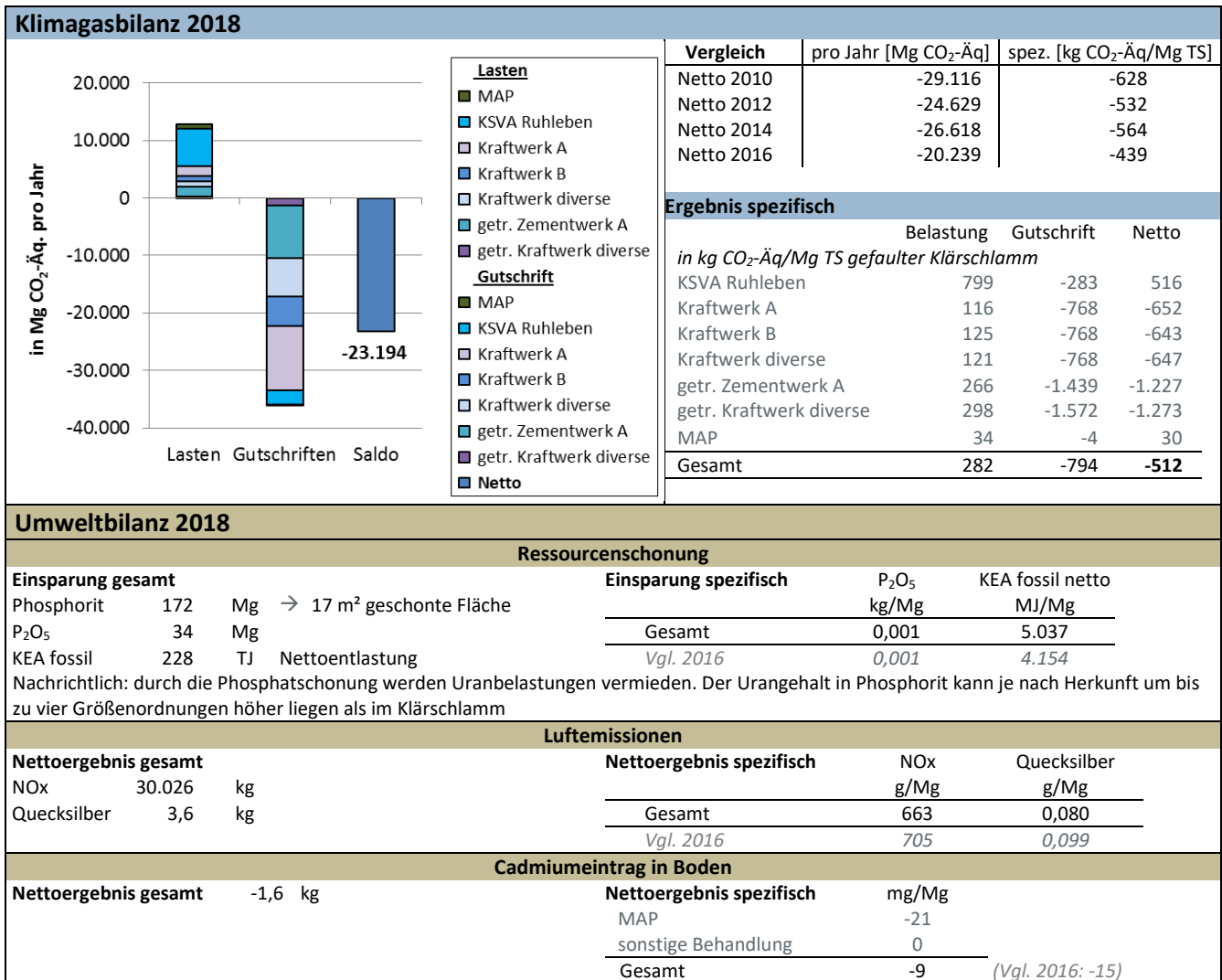
- Reduzierung der N₂O-Emissionen
- verbesserte Dampfnutzung

Zur Minderung der N₂O-Emissionen wurde empfohlen als ersten Schritt die aktuelle Emissionssituation hinsichtlich N₂O- und NO_x-Emissionen zu erfassen. NO_x-Emissionen werden kontinuierlich gemessen, N₂O-Emissionen bislang nicht standardmäßig (generell nicht bei Verbrennungsanlagen). Die BWB beabsichtigt bis Ende 2019 kontinuierliche N₂O-Messungen einzurichten.

Basierend auf den Messergebnissen sollten Untersuchungen zu feuerungstechnischen Möglichkeiten zur Reduzierung der N₂O-Emissionen durchgeführt werden unter Erfassung und ggf. Einsatz geeigneter Minderungsmaßnahmen für NO_x-Emissionen. In Abhängigkeit des ermittelten N₂O-Emissionsniveaus ist gegebenenfalls auch die Nachrüstung einer regenerativen Thermischen Oxidation (RTO) zu empfehlen durch die N₂O-Emissionen um 95% gemindert werden können. Eine verbesserte Dampfnutzung ist am Standort nicht möglich.

2.2.12 Gefaulter Klärschlamm (AVV 190805)

Stoffstrombilanz 2018			
Aufkommen	45.309 Mg TS	(158.733 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) Aufkommen 2016: 46.129 Mg TS (165.127 Mg FS)
davon:	19.308 Mg TS	MAP-Verfahren	
Behandlung	8.315 Mg TS	KSVA Ruhleben	
	30.022 Mg TS	Mitverbrennung Kraftwerke	
	6.972 Mg TS	Trocknung und Mitverbrennung	
Kenndaten gefaulter Klärschlamm		Kenndaten gefaulter und getrockneter Klärschlamm	
Heizwert	1,72 MJ/kg FS (1,73)	Heizwert	13,32 MJ/kg FS
TS-Gehalt	25,3 % FS (25,39%)	TS-Gehalt	95,9 % FS
oTS-Gehalt	66,0 % TS	oTS-Gehalt	66,0 % TS
P-Gehalt	3,9 % TS	P-Gehalt	3,9 % TS
Hg-Gehalt	0,5 mg/kg TS	Hg-Gehalt	0,5 mg/kg TS
Cd-Gehalt	0,8 mg/kg TS	Cd-Gehalt	0,8 mg/kg TS
<i>Abweichende Werte in Klammern für Fremdschlamm in KSVA</i>			
Stofffluss			
		<p>Input</p> <p>100% gefaulter Klärschlamm davon 43% über MAP-Verfahren behandelt und 15% getrocknet</p> <p>Output / Verbleib (Bezug TS)</p> <ul style="list-style-type: none"> 18% KSVA Ruhleben 32% Kraftwerk A 15% Kraftwerk B 19% verschiedene Kraftwerke 14% Zementwerk A (getrockneter Schlamm) 2% verschiedene Kraftwerke (getr. Schlamm) 0,3% MAP-Dünger 	
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten	
<p>P-Rückgewinnung im MAP-Verfahren (vgl. ifeu 2015)</p> <p>KSVA anteiliger Heizölbedarf rd. 334 kWh/Mg Input gefaulter Klärschlamm und anteilige N₂O-Emissionen 1,41 kg/Mg TS Input gefaulter Klärschlamm (weiteres siehe ungefaulter 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 99,99% Faulgas, 0,01% Erdgas; heizwertäquivalente Substitution Braunkohle</p>		<p>Recyclingquote: 0,1% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p>Energetische Verwertungsquote: 81,6% = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p>Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p>Beseitigungsquote: 18,3% = Output zur Beseitigung/Input</p>	



Das Aufkommen 2018 in Höhe von 45.309 Mg Trockensubstanz (TS) liegt um 2% niedriger als 2016. Der Anteil gefault, getrockneter Klärschlamm liegt bei 15% (2016: 16%, 2014: 17%, 2012: 28%).

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz zeigt 2018 gegenüber 2016 in Summe eine höhere spezifische Nettoentlastung. Hauptgrund sind etwas höhere Heizwerte für gefaulten und gefault, getrockneten Klärschlamm sowie der geringere Heizölbedarf der KSVA. Analog zur Klimagasbilanz fällt die spezifische Einsparung für den KEA fossil höher aus. Die spezifische Phosphateinsparung gilt für die gesamte Menge an Klärschlamm von der 2018 43 % über das MAP-Verfahren behandelt wurden (2016: 40%). Bedingt durch einen Ausfall der MAP-Anlage konnte weniger MAP erzeugt werden. Die spezifischen Nettobelastungen durch NO_x- und Quecksilber liegen gegenüber 2016 geringer. Bei NO_x sind der geringere aktuelle Stromemissionsfaktor und geringere Transportanteile (Anteil KSVA 18% gegenüber 12% in 2016) ursächlich. Bei Quecksilber überwiegt ein geringerer Quecksilbergehalt im Klärschlamm den etwas höheren aktuellen Stromemissionsfaktor.

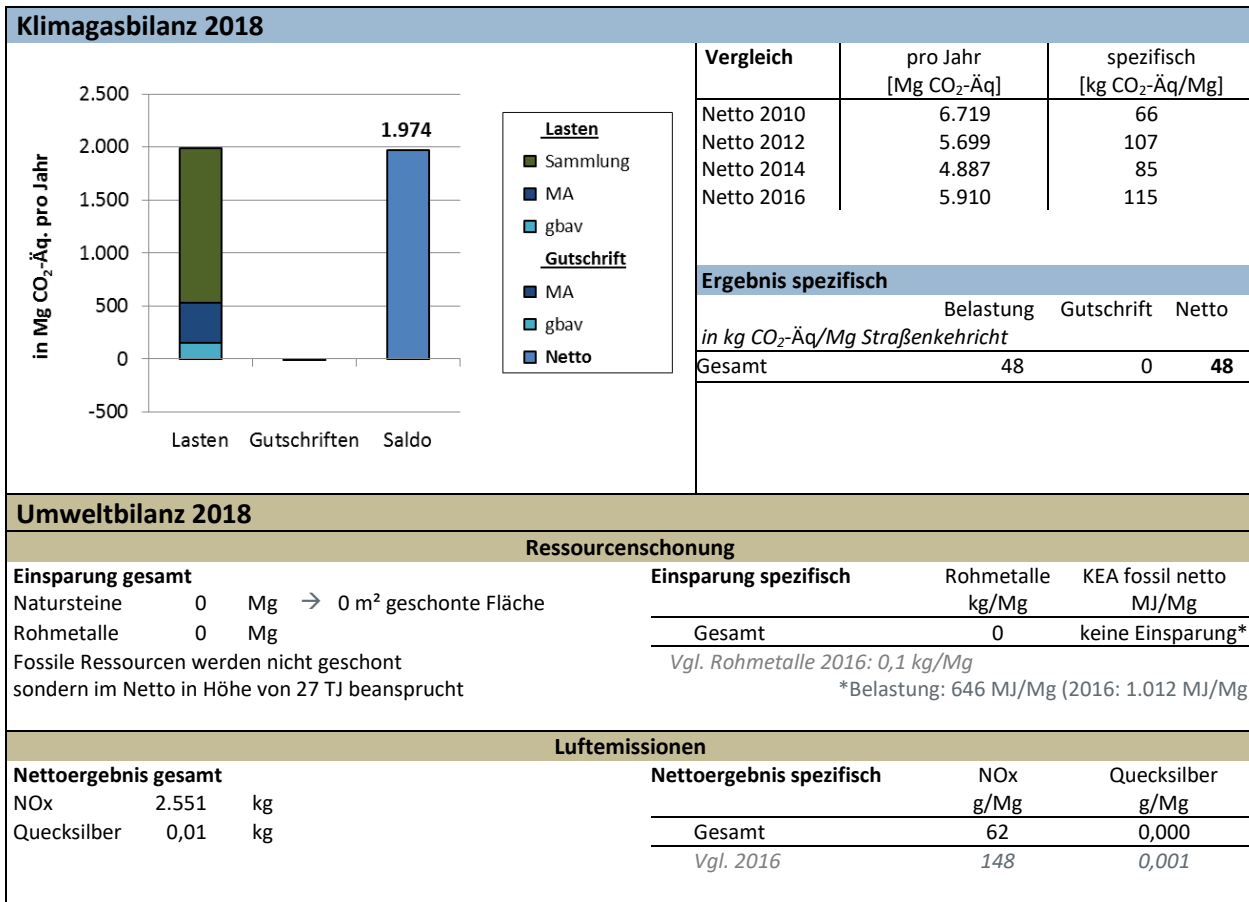
Für in der KSVA Ruhleben behandelten gefaulten Klärschlamm entsprechen Optimierungsmöglichkeiten denen des ungefaulten Klärschlammes. Für gefaulten und gefault, getrockneten Klärschlamm zur Mitverbrennung wurden in (ifeu/ICU 2013) und (ifeu 2015) Szenarien zur Monoverbrennung mit Phosphatrückgewinnung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

Optimierungsmaßnahmen



2.2.13 Straßenkehrrecht (AVV 200303)

Stoffstrombilanz 2018			
Aufkommen	41.557 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 101.557 Mg
Behandlung	31.231 Mg gbav		Aufkommen 2012: 55.748 Mg
	10.225 Mg MA		Aufkommen 2014: 57.840 Mg
	541 Mg verschiedene Anlagen		Aufkommen 2016: 52.163 Mg
Abfallzusammensetzung		Kenndaten EBS aus MBS	
73% Maschinenkehrrecht		Heizwert	13,5 MJ/kg FS Betreiberangaben
25% Handkehrrecht		C fossil	12,4 % FS Annahme Durchschnitt D
1% Altstreugut (Streumittel Winterdienst v.a. mineralisch)		Hg-Gehalt	0,3 mg/kg FS Annahme
Stofffluss			
		Input 100% Straßenkehrrecht	
		Verbleib 74% gbav 25% Handkehrrecht zu MA 1% verschiedene Anlage	
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsquoten	
Sammlung Maschinenkehrrecht und Altstreugut mit Kehrmachine (Annahme 20 l Diesel/Mg)		Recyclingquote:	0,00%
Strombedarf gbav Annahme 5 kWh/Mg		= Output zur stofflichen Verwertung/Input	
Bilanzierung Output wie in den Vorjahren		Energetische Verwertungsquote:	0,02%
Handkehrrecht zu MA ORS Berlin und Teschendorf		= Output zur energetischen Verwertung/Input	
Annahme Rottefraktion wie MA Grünauer Str., Rest Mineralik		Sonstige Verwertungsquote:	90,3%
		= Output zur sonstigen Verwertung/Input	
		Beseitigungsquote:	8,7%
		= Output zur Beseitigung/Input	
(Rest Wasserverluste aus Behandlung in MBS)			



Das Aufkommen 2018 in Höhe von 41.557 Mg liegt um rd. 20% niedriger als 2016. Der Anteil Handkehrriecht ist leicht angestiegen, der Anteil Altstreugut auf 1% gesunken (2016: 9%). Anders als in den Vorjahren wird nur Maschinenkehrriecht und Altstreugut über die gbav behandelt, Handkehrriecht dagegen über die ORS Berlin und Teschendorf. Für die Behandlung dort wurden Annahmen getroffen (s. Bilanzierung). Ebenfalls abweichend zu den Vorjahren überwiegen Mineralien aus der Behandlung in der gbav. Die früher dominierende Mittelfraktion zur MBA spielt kaum noch eine Rolle.

Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz zeigt eine deutlich geringere spezifische Nettobelastung. Da kaum noch organisches Material zur weiteren Behandlung anfällt, entfallen die früher daraus resultierenden Belastungen durch Methanemissionen. Da umgekehrt durch die nunmehr überwiegend erzeugte mineralische Fraktion zur Deponierung kaum Entlastungseffekte gegeben sind, wird die Nettobelastung zum größeren Teil durch die Belastungen der Kehrmaschine bestimmt.

Mit dem durch die Behandlung erreichten hohen Anteil an Mineralien von etwa 90% bestehen weitere Optimierungsmöglichkeiten im Wesentlichen durch eine Optimierung der Sammlung von Maschinenkehrriecht und Altstreugut. Denkbar ist eine Umstellung der Kehrmaschine auf Gas- oder Elektroantrieb. Ein Gasbetrieb könnte ähnlich wie bei den BSR Müllfahrzeugen bilanziell für Erdgas durch die Steigerung der Biomethanherzeugung und Einspeisung ins Gasnetz ausgeglichen werden (Bau einer zweiten Biogasanlage).

Optimierungsmaßnahmen

2.2.14 Getrennt gesammeltes Altholz (AVV 200138 und AVV 170201)

Stoffstrombilanz 2018		
Aufkommen	107.228 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 147.862 Mg Aufkommen 2012: 139.156 Mg Aufkommen 2014: 127.462 Mg Aufkommen 2016: 107.946 Mg
Behandlung	89.668 Mg aus Berliner Holzkontoren 17.560 Mg BSR-Menge (Umschlag) zur energ.Verw.	
Stofffluss		
		Kenndaten Heizwert 14 MJ/kg FS C fossil 1% FS (Verunreinigungen)
		Bilanzierung Aufkommen aus Abfallberichten der beiden Holzkontore in Berlin abzgl. Holz mit gefährlichen Stoffen und nur Anteil aus Berlin (abzgl. Mengen aus anderen Abfallarten, dort bilanziert) Verteilschlüssel Holz-HKWs 2018 neu erhoben (s. Tabelle 2.2) Transport zu den Holz-HKWs 40 bis 95 km Energetische Nutzung mit Kenndaten und Wirkungsgraden der Holz-HKWs; gewichtetes Mittel Nettostrom 19,3%; Wärmenutzung 43,7%
		Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: - = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 100% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input
Klimagasbilanz 2018		
	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]
		Netto 2010 Netto 2012 Netto 2014 Netto 2016
Ergebnis spezifisch		
		Belastung
		Gutschrift
		Netto
	in kg CO ₂ -Äq/Mg Altholz	
	Gesamt	54
		-868
		-814
Umweltbilanz 2018		
Ressourcenschonung		
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch
Holz (WG 20%)	0 Mg	Holz (WG 20%) [kg/Mg]
		Gesamt
		Vgl. 2016
Luftemissionen		
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch
NOx	-6.203 kg	NOx [g/Mg]
		Gesamt
		Vgl. 2016

Das Aufkommen 2018 liegt ähnlich hoch wie 2016. Sowohl in der Klimagasbilanz als auch bei den NO_x-Emissionen wird v.a. aufgrund des neu erhobenen Verteilsplitts zur energetischen Verwertung und der aktuellen Wirkungsgrade eine höhere spezifische Nettoentlastung erzielt, die die aktuellen, geringeren Stromemissionsfaktoren überwiegen. Relevante Optimierungen gegenüber der energetischen Verwertung sind weiter nicht erkennbar. Die gegenwärtigen gesamten Stoffströme von Holz aus Berlin sind im Kapitel „Gesamt-Stoffstrombilanz holzige Abfälle“ dargestellt.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.15 Baum- und Strauchschnitt (AVV 200138)

Stoffstrombilanz 2018																			
Aufkommen	50.182 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) Aufkommen 2016: 44.749 Mg (44.656 + 3.649)																
davon	44.656 Mg	(aus Erhebung 2009)																	
Behandlung	9.702 Mg	Mulchung vor Ort																	
	35.485 Mg	(Aufbereitung zur) energ. Verwertung																	
	4.995 Mg	(Umschlag zur) Kompostierung																	
Stofffluss		Kenndaten																	
<p>Input 100% Baum- und Strauchschnitt</p> <p>Output 71% energ. Verwertung in Holz-HKW 19% Mulchung vor Ort 10% Kompostierung</p> <p>stoffs. Verw. (Mulchung/Kompostierung) 14.697 Mg energ. Verw. (Kohlekraftwerke/Holz-HKWs) 35.485 Mg</p>		Heizwert 9 MJ/kg FS keine C _{fossil} Verunreinigung Bilanzierung Verteilschlüssel Holz-HKWs 2018 neu erhoben (s. Tabelle 2.2) Mulchung Dieselaufwand; Transport zu Holz- HKWs 40-95 km; Holzaufbereitung Strombedarf Annahme 20 kWh/Mg Energetische Nutzung mit Wirkungsgraden der Holz HKWs gewichtetes Mittel: Nettostrom 18%, Wärmenutzung 47,5% Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: 29% = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 71% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input																	
Klimagasbilanz 2018																			
<p>Lasten ■ Sammlung ■ stoffs. Verwertung ■ energ. Verwertung</p> <p>Gutschrift ■ stoffs. Verwertung ■ energ. Verwertung</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>-23.371</td> <td>-509</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>-23.382</td> <td>-508</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>-22.690</td> <td>-508</td> </tr> <tr> <td>Netto 2016</td> <td>-22.267</td> <td>-461</td> </tr> </tbody> </table>		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	Netto 2016	-22.267	-461	
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																	
Netto 2016	-22.267	-461																	
		<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>30</td> <td>-419</td> <td>-389</td> </tr> </tbody> </table>		Ergebnis spezifisch					Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>				Gesamt	30	-419	-389
Ergebnis spezifisch																			
	Belastung	Gutschrift	Netto																
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>																			
Gesamt	30	-419	-389																
Umweltbilanz 2018																			
Ressourcenschonung																			
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch																	
Phosphorit	17 Mg → 1,7 m ² geschonte Fläche	Holz (WG 20%)	Phosphat																
P ₂ O ₅	3,4 Mg <i>wegen Kompostierung</i>	kg/Mg	kg/Mg																
Holz (WG 20%)	0 Mg	Gesamt	0,07																
		Vgl. 2016	(<i>unverändert</i>) 0,03																
Luftemissionen																			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch																	
NO _x	9.904 kg	NO _x [g/Mg]																	
		Gesamt	197 (Vgl. 2016: 193)																
Cadmiumeintrag in Boden																			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch																	
	0,02 kg (<i>wegen Kompostierung</i>)		0,32 mg/Mg (Vgl. 2016: 0,13)																

Das Aufkommen 2018 liegt 4% höher als 2016. Die geringere spezifische Nettoentlastung der Klimagasbilanz geht v.a. auf den neu erhobenen Verteilschlüssel zur energetischen Verwertung zurück und auf den höheren Anteil Kompostierung. Letztere bedingt auch die etwas höheren spezifischen Phosphateinsparungen sowie die umgekehrt höheren Cadmiumeinträge. Relevante Optimierungen gegenüber der energetischen Verwertung sind weiter nicht erkennbar.

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 (nicht in 2018), 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 2018. 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 ALBA (ehemals Interseroh) und 60% der im Holzkontor Preußen behandelten Menge). Schließlich wird die Menge aus anderen Abfallarten abgezogen (-7.066 Mg), um eine Doppelbilanzierung zu vermeiden. Abschließend wird die über die BSR gesammelte Menge Altholz, die nicht über die Holzkontore behandelt wurde, zuaddiert (17.560 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 2018 beläuft sich auf 188.194 Mg und beinhaltet neben Altholz, Weihnachtsbäume, Baum- und Strauchschnitt sowie die aussortierten Holzmengen.

Für die energetische Verwertung von Holz wurde für 2018 von der Senatsumweltverwaltung eine Neuerhebung durchgeführt. Insgesamt wurden 17 Firmen nach den im Jahr 2018 zur energetischen Verwertung angenommenen Mengen befragt sowie den davon anteiligen Mengen aus Berlin. Im Rücklauf konnten 8 Betreiber identifiziert werden, die Holzmengen aus Berlin annehmen und in betriebseigenen Holzheizkraftwerken energetisch nutzen. Bei weiteren Firmen handelte es sich um Dienstleister, Anlagen, die kein Altholz aus Berlin einsetzen oder um mittlerweile nicht mehr betriebene Anlagen (HKW Ludwigsfelde). Neben den Mengenströmen wurden die Firmen auch nach den Wirkungsgraden der Holzheizkraftwerke befragt. Bei zwei der acht Anlagen wurden entweder nur geringe Mengen angenommen und/oder wurden keine Wirkungsgrade angegeben. Die in diesen beiden Anlagen aus Berlin eingesetzten Mengen wurden für die Bilanzierung zusammengefasst (Anteil 1,8%) und als durchschnittliches Holz-HKW bilanziert. Aus den Angaben der verbleibenden sechs HKWs wurde ein aktueller „Verteilschlüssel“ ermittelt, der für Weihnachtsbäume, Baum- und Strauchschnitt⁹ sowie die aus Vorbehandlungsanlagen aussortierten Holzmengen an-

Energetische Verwertung

⁹ Der zuvor verwendete eigene Verteilschlüssel beinhaltete auch Mengen zur Mitverbrennung in zwei Berliner Kraftwerken, die entweder nicht mehr oder in absehbarer Zeit nicht mehr mitverbrennen (Kraftwerk Klingenberg 2017 auf Gas umgestellt, Kraftwerk Reuter Umstellung vorgesehen).

gewendet wird. Altholz wird in Berlin über die BSR erfasst und anteilig direkt einer energetischen Verwertung zugeführt (s. Abbildung 2.2). Für diese Mengen wird der konkrete Verbleib in der BSR-Entsorgungsbilanz (BSR 2019) ausgewiesen. Um dies jeweils in der Bilanzierung zu würdigen ist für Altholz ein eigener Verteilschlüssel abgeleitet, in dem die über die BSR gesammelten und direkt energetischen verwerteten Mengen abgezogen sind. In Tabelle 2.2 sind die resultierenden aktuellen Verteilschlüssel den bisher nach (ifeu/ICU 2012) verwendeten gegenübergestellt.

Tabelle 2.2: Verteilschlüssel für die energetische Verwertung von Holzabfällen

	Neuerhebung	bisher
Allgemeiner Verteilschlüssel energetische Holznutzung		
Innogy SE, Holz-HKW Berlin-Neukölln	48,5%	53%
Sonae Arauco Beeskow GmbH, BHW Beeskow	23,6%	-
MVV Umwelt Asset GmbH, HKW Königs Wusterhausen	10,7%	12%
Pfleiderer Baruth GmbH, HKW Baruth	6,1%	13%
1Heiz Energie GmbH, HKW Eberswalde	5,0%	-
ORS GmbH & Co. KG, BMKW Rietz-Neuendorf (Ortsteil Wilmersdorf)	4,3%	14%
Durchschnittliches Biomasse-HKW	1,8%	8%
Verteilschlüssel Altholz (ohne BSR-Mengen)		
Innogy SE, Holz-HKW Berlin-Neukölln	52,1%	52%
Sonae Arauco Beeskow GmbH, BHW Beeskow	24,2%	-
MVV Umwelt Asset GmbH, HKW Königs Wusterhausen	5,4%	16%
Pfleiderer Baruth GmbH, HKW Baruth	6,4%	13%
1Heiz Energie GmbH, HKW Eberswalde	5,4%	-
ORS GmbH & Co. KG, BMKW Rietz-Neuendorf (Ortsteil Wilmersdorf)	4,6%	10%
Durchschnittliches Biomasse-HKW	2,0%	9%

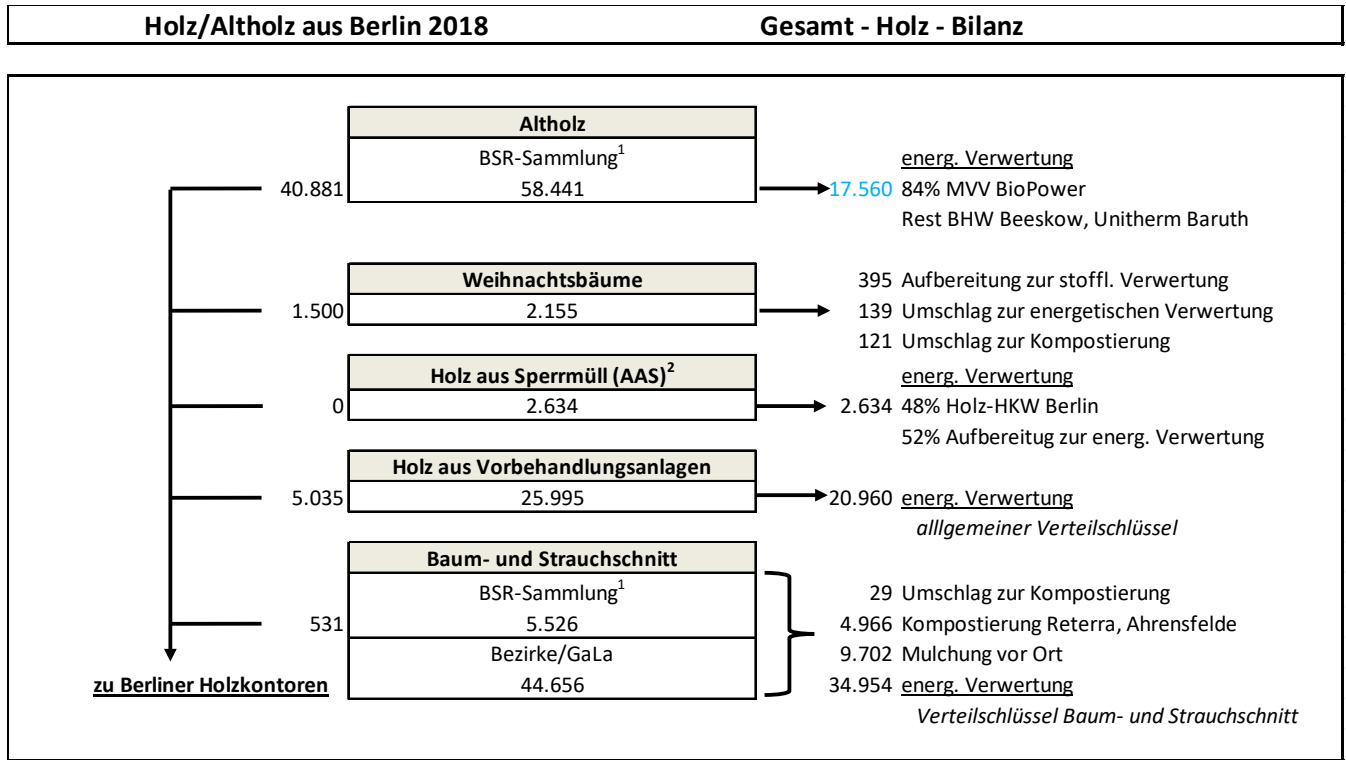
Über die neuen Verteilschlüssel und die neu abgefragten Wirkungsgrade¹⁰ ergeben sich für die energetische Verwertung der Holzabfälle für das Jahr 2018 neue durchschnittliche Wirkungsgrade, die in Tabelle 2.3 den bisherigen gegenübergestellt sind.

Tabelle 2.3: Gewichtete Wirkungsgrade Holz-HKW 2018 gegenüber 2016

	eta el 2018	eta th 2018	eta el 2016	eta th 2016
Nach allgemeinem Verteilschlüssel	18,4%	47,5%	20,5%	32,5%
Für Altholz (inkl. BSR-Mengen)	19,3%	43,7%	23,9%	24,7%

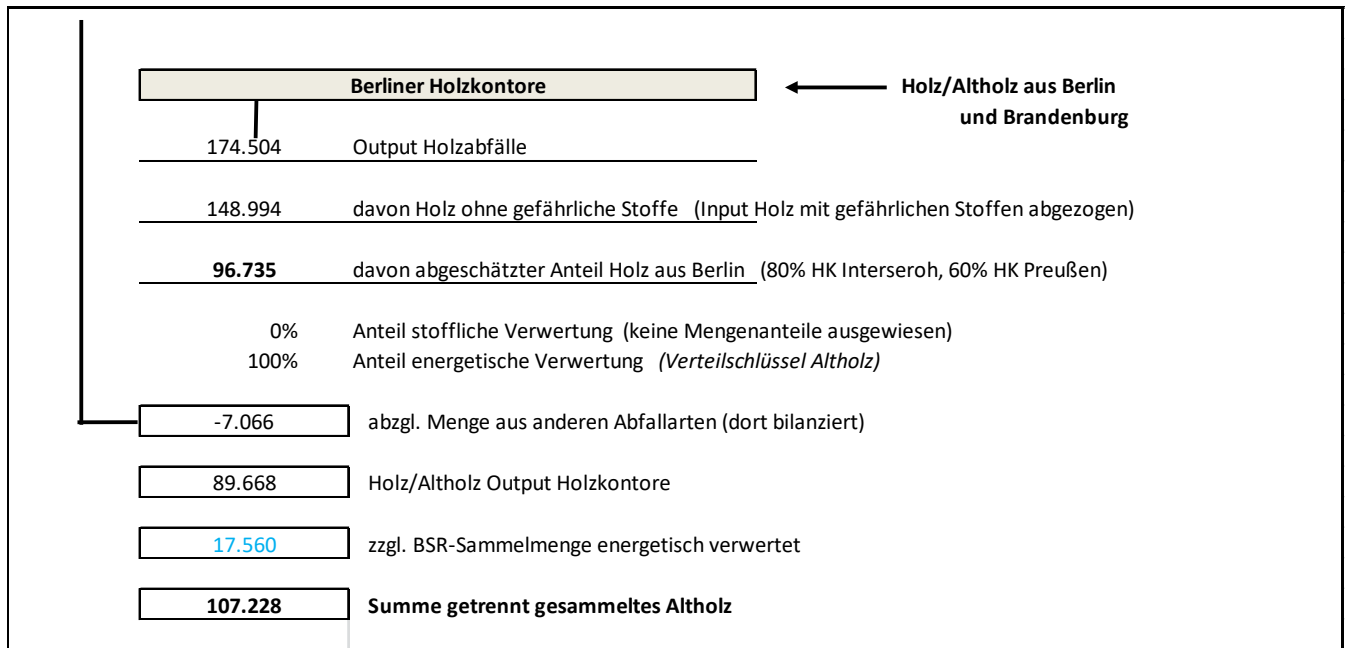
In der Bilanzierung zeigt sich dadurch insgesamt eine etwas höhere Gutschrift für Energie aus Holz. Eine Ausnahme bildet Baum- und Strauchschnitt durch die entfallenden rund 12% zur Mitverbrennung (s. Fußnote 9).

¹⁰ Für das durchschnittliche Biomasse-HKW wurden die Wirkungsgrade nach Flamme et al. (2018) aktualisiert. Nettostromwirkungsgrad neu 21,3% (alt 20%), Wärmenutzungsgrad neu 15% (alt 20%).



1) v.a. auf den RCH gesammelt

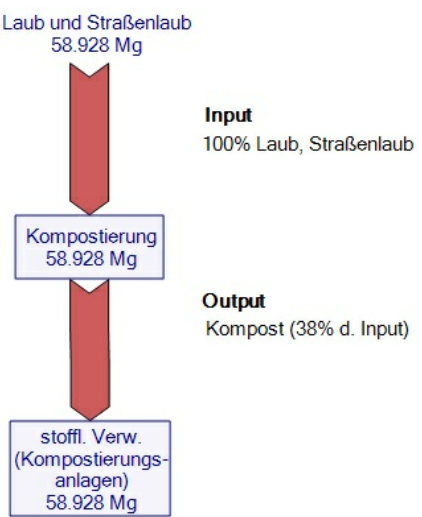
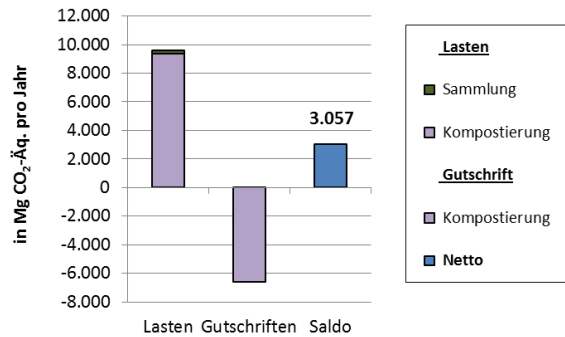
2) 4,2% der SKU-Bilanz Inputmenge AAS



Summe Holz/Altholz aus Berlin gesamt Anteil stoffliche Verwertung:	188.194 Mg 8%
--	-------------------------

Abbildung 2.2: Gesamt-Holz-Bilanz für holzige Abfälle aus Berlin im Jahr 2018

2.2.16 Laub / Straßenlaub (AVV 200201)

Stoffstrombilanz 2018			
Aufkommen	58.928 Mg	(24.142 Mg aus Erhebung 2009)	Vergleich: Aufkommen 2010: 56.395 Mg (24.142 + 32.253)
Behandlung	58.928 Mg	offene Kompostierung	Aufkommen 2012: 70.018 Mg (24.142 + 45.876)
			Aufkommen 2014: 71.615 Mg (24.142 + 47.473)
			Aufkommen 2016: 62.141 Mg (24.142 + 37.999)
Stofffluss		Kenndaten Kompost	
		Analysewerte Laubkompost Hennickendorfer beibehalten P ₂ O ₅ -Gehalt 0,25% TS Cd-Gehalt 0,4 mg/kg TS	
		Bilanzierung	
		Menge Bezirke, GaLaBau 24.142 Mg aus Erhebung 2009; Validierung soweit neue Erkenntnisse zu erwarten sind	
		Offene Kompostierung; keine Störstoffe	
		Emissionsfaktoren Cuhls et al. (2015) (vgl. ifeu 2015)	
		Erzeugte Kompostmenge 382 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 2018			
		Vergleich	
		pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]
		Netto 2010	-821
		Netto 2012	-935
		Netto 2014	2.821
		Netto 2016	3.225
		Ergebnis spezifisch	
		Belastung	Gutschrift
		in kg CO ₂ -Äq/Mg Abfall	
		Gesamt	163
			-111
			52
Umweltbilanz 2018			
Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	
Phosphorit	155 Mg → 15,3 m ² geschonte Fläche	P ₂ O ₅	kg/Mg
P ₂ O ₅	31 Mg	Gesamt	0,53 (wie 2016)
Luftemissionen			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	
NH ₃	2.596 kg	NH ₃ [g/Mg]	
		Gesamt	44 (wie 2016)
Cadmiumeintrag in Boden			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	
	0,15 kg		2,5 mg/Mg (unverändert)

Das Aufkommen 2018 liegt 5% niedriger als 2016. Die spezifischen Nettoergebnisse der Klimagas- und Umweltbilanz sind gegenüber 2016 unverändert. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in einer energetischen Nutzung der Laubabfälle. Die Machbarkeit wurde im Mitverbrennungsversuch im IKW Rüdersdorf 2014 gezeigt (ifeu 2015). Weitere Alternativen bestehen in der Umlenkung zu emissionsarmen biologischen Behandlungsverfahren.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.17 Straßenbegleitgrün (AVV 200201)

Stoffstrombilanz 2018																
Aufkommen	7.792 Mg	Vergleich: Aufkommen 2010: 4.758 Mg Aufkommen 2012: 5.398 Mg Aufkommen 2014: 5.870 Mg Aufkommen 2016: 8.176 Mg														
Behandlung	7.792 Mg offene Kompostierung															
Stofffluss	<p>Input: 100% Straßenbegleitgrün</p> <p>Output: Kompost (18,4% d. Input)</p> <p>stoffl. Verwertung (Kompostierungsanlagen) 7.792 Mg</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 Cuhls et al. (2015) (vgl. ifeu 2015) 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 2018																
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>784</p> <p>Legend: Lasten (Sammlung, Kompostierung), Gutschriften (Kompostierung), 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>70</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>240</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>521</td> <td>89</td> </tr> <tr> <td>Netto 2016</td> <td>823</td> <td>101</td> </tr> </tbody> </table>	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Netto 2010	70	15	Netto 2012	240	44	Netto 2014	521	89	Netto 2016	823	101
	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]													
Netto 2010	70	15														
Netto 2012	240	44														
Netto 2014	521	89														
Netto 2016	823	101														
		Ergebnis spezifisch <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>154</td> <td>-54</td> <td>101</td> </tr> </tbody> </table>		Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>				Gesamt	154	-54	101		
	Belastung	Gutschrift	Netto													
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>																
Gesamt	154	-54	101													
Umweltbilanz 2018																
Ressourcenschonung																
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch P ₂ O ₅ [kg/Mg]														
Phosphorit 17 Mg → 1,7 m ² geschonte Fläche		Gesamt 0,44 (unverändert)														
P ₂ O ₅ 3,4 Mg																
Luftemissionen																
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch NH ₃ [g/Mg]														
NH ₃ 852 kg		Gesamt 109 (unverändert)														
Cadmiumeintrag in Boden																
Nettoergebnis gesamt	-0,09 kg	Nettoergebnis spezifisch -12 [mg/Mg] (unverändert)														

Das Aufkommen 2018 liegt 5% niedriger als 2016. Die spezifischen Nettoergebnisse der Klimagas- und Umweltbilanz sind gegenüber 2016 unverändert. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung dieses Stoffstroms zu emissionsarmen biologischen Behandlungsanlagen.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.18 Mähgut (AVV 200201)

Stoffstrombilanz 2018				
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 Cuhls et al. (2015) (vgl. ifeu 2015) 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 2018				
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Legende: Lasten: Sammlung (dunkel), Kompostierung (hell) Gutschriften: Kompostierung (hell), Netto (blau)</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	
	Netto 2016	4.389	101	
	Ergebnis spezifisch			
		Belastung	Gutschrift	Netto
	in kg CO ₂ -Äq/Mg Mähgut			
	Gesamt	154	-54	101
Umweltbilanz 2018				
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 spezifischen Nettoergebnisse der Klimagas- und Umweltbilanz sind gegenüber 2016 unverändert¹¹. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung dieses Stoffstroms zu emissionsarmen biologischen Behandlungsanlagen.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

¹¹ Der minimal höhere absolute Wert bei der Klimagasbilanz ergibt sich durch den aktualisierten Stromemissionsfaktor (Strombedarf zur Aufbereitung).

2.2.19 Speisereste (AVV 200108)

Stoffstrombilanz 2018				
Aufkommen	57.190 Mg	(Abfrage Betreiber)	Vergleich: Aufkommen 2010: 37.325 Mg	
Behandlung	56.862 Mg	Anlagen mit Nachgärer	Aufkommen 2012: 35.980 Mg	
	328 Mg	Anlagen mit offenem Gärrestlager	Aufkommen 2014: 46.718 Mg	
			Aufkommen 2016: 47.441 Mg	
Stofffluss 		Kenndaten Gärrest <i>(berechnet)</i> TS-Gehalt 13% P ₂ O ₅ -Gehalt 1,8% TS N-Gehalt 1,8% TS Cd-Gehalt 0,255 mg/kg TS		
		Bilanzierung Transportentfernung gewichtetes Mittel 129 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 (2015) 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% <i>Die kombinierte stoffl. und energ. Verwertung</i> = Output zur stofflichen Verwertung/Input <i>ist aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchi</i> Energetische Verwertungsquote: - <i>der Recyclingquote zugeordnet</i> = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input		
Klimagasbilanz 2018				
	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	
	Netto 2010 Netto 2012 Netto 2014 Netto 2016	-3.425 -2.907 -3.214 -2.546	-92 -81 -69 -54	
Ergebnis spezifisch in kg CO ₂ -Äq/Mg Speisereste				
	Gesamt	Belastung 77	Gutschrift -126	Netto -49
Umweltbilanz 2018				
Ressourcenschonung				
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	P ₂ O ₅	
Phosphorit	649 Mg → 64 m ² geschonte Fläche		kg/Mg	
P ₂ O ₅	130 Mg	Gesamt	2,27 (unverändert)	
Luftemissionen				
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	NH ₃	
NH ₃	6.134 kg		g/Mg	
		Gesamt	107 (unverändert)	
Cadmiumeintrag in Boden				
Nettoergebnis gesamt	-4,49 kg	Nettoergebnis spezifisch	-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 2018			
Aufkommen	24.360 Mg	(Abfrage Betreiber)	Vergleich: Aufkommen 2010: 12.873 Mg Aufkommen 2012: 7.560 Mg Aufkommen 2014: 14.951 Mg Aufkommen 2016: 18.646 Mg
Behandlung	17.534 Mg	Anlagen mit Nachgärer	
	5.575 Mg	Anlagen mit offenem Gärrestlager	
	1.251 Mg	Mitbehandlung Kläranlage	
Stofffluss		Kenndaten Gärrest	
		TS-Gehalt 11% P ₂ O ₅ -Gehalt 2% TS N-Gehalt 7% TS Cd-Gehalt 0,255 mg/kg TS	
		Bilanzierung	
		Transportentfernung gewichtetes Mittel 167 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 (2015) 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% <i>Die kombinierte stoffl. und energ. Verwertung ist aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchie der Recyclingquote zugeordnet</i> = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: - = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input	
Klimagasbilanz 2018			
	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]
	Netto 2010 Netto 2012 Netto 2014 Netto 2016		-1.304 -2.303 -2.247 -2.321
Ergebnis spezifisch			
		Belastung	Gutschrift Netto
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Fettabscheiderinhalte</i>			
	Gesamt	137	-252 -115
Umweltbilanz 2018			
Ressourcenschonung			
Einsparung gesamt		Einsparung spezifisch	
Phosphorit	222 Mg → 22,0 m ² geschonte Fläche	P ₂ O ₅	kg/Mg
P ₂ O ₅	44 Mg	Gesamt	1,83 (Vgl. 2016: 1,77 kg/Mg)
Luftemissionen			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	
NH ₃	8.224 kg	NH ₃ [g/Mg]	
		Gesamt	338 (Vgl. 2016: 341 g/Mg)
Cadmiumeintrag in Boden			
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch	
	-1,71 kg		
		Gesamt	-70 mg/Mg (Vgl. 2016: -68 g/Mg)

Zusammenfassung Speisereste und Fettabscheiderinhalte (Kap. 2.2.19 und 2.2.20)

Das Aufkommen 2018 für Speisereste liegt um 21% höher als 2016, das für Fettabscheiderinhalte um 31% höher. Der Anteil zu Vergärungsanlagen mit offenem Gärrestlager ist bei Speiseresten auf 0,6% zurückgegangen (2016: 5%). Bei Fettabscheiderinhalten liegt der Anteil, der in Vergärungsanlagen mit offenem Gärrestlager behandelt wurde im Jahr 2018 wieder deutlich höher (23% gegenüber 2% in 2016). Der in Kläranlagen mitbehandelte Anteil an Fettabscheiderinhalten liegt bei 5% (2016: 8%).

Stoffstrombilanz

Die Klimagasbilanz 2018 für Speisereste zeigt gegenüber 2016 eine etwas geringere spezifische Nettoentlastung. Ursächlich sind eine geringere Gutschrift aufgrund des geringeren aktuellen Stromemissionsfaktors und die etwas höhere gewichtete Transportentfernung. Diese überwiegen die durch überwiegende Behandlung in Vergärungsanlagen mit Nachgärer reduzierten Methanemissionen. Die Klimagasbilanz 2018 für Fettabscheiderinhalte zeigt ebenfalls eine geringere spezifische Nettoentlastung. Dies ist ebenfalls durch den aktuellen Stromemissionsfaktor bedingt und zudem durch die höhere anteilige Behandlung in Anlagen mit offenem Gärrestlager. Zum Teil werden diese Mehrbelastungen aufgewogen. Zum einen durch geringere gewichtete Transportentfernungen und zum anderen durch den wieder etwas höheren über Faulbehälter behandelten Anteil, der keine Methanverluste aus der Lagerung nach sich zieht.

Klimagasbilanz

Bei der Umweltbilanz ergeben sich für beide Abfallarten keine oder nur geringe Veränderungen. Bei Speiseresten sind die spezifischen Ergebnisse für 2018 gegenüber 2016 unverändert. Bei den Fettabscheiderinhalten wird das spezifische Ergebnis durch den in Faulbehältern mitbehandelten Anteil bestimmt. Die entsprechende Gärrestmenge gelangt nicht zur Anwendung in der Landwirtschaft. Im Jahr 2018 liegt der Anteil über Faulbehälter drei Prozentpunkte niedriger als 2016. Die entsprechend höhere Gärrestmenge zur Anwendung in der Landwirtschaft erzielt eine entsprechend höhere Phosphatschonung sowie anteilige Nettoentlastung beim Cadmiumeintrag in Boden. Auch die spezifische Nettobelastung durch NH_3 -Emissionen fällt dadurch etwas niedriger aus, da die N-Düngergutschrift die direkten NH_3 -Emissionen aus der Gärrestaubschbringung leicht überwiegt.

Umweltbilanz

Optimierungsmöglichkeiten bestehen für Fettabscheiderinhalte weiterhin in der Nutzung von Anlagen mit gasdichten Gärrestlagern und zumindest einer Abfackelung der anfallenden Methangasmengen. Im Zuge der anstehenden Defossilierung der Energieerzeugung liegt eine weitere zu empfehlende Optimierungsmöglichkeit in der Flexibilisierung der Vergärungsanlagen durch den Aufbau von Gasspeicherkapazitäten und eine Überbauung der installierten elektrischen Leistung.

Optimierungsmaßnahmen

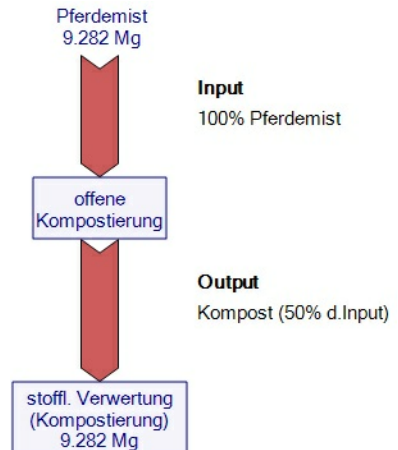
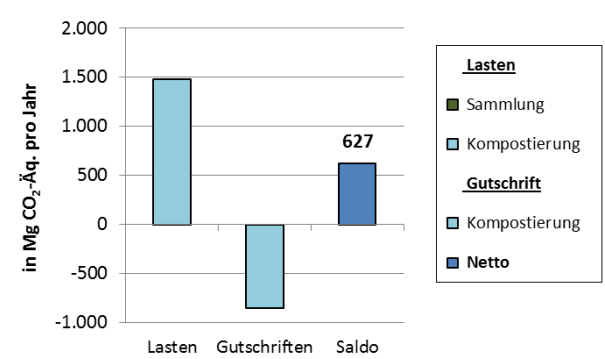
2.2.21 Altfette (AVV 200125)

Stoffstrombilanz 2018															
Aufkommen	5.500 Mg	Vergleich: Aufkommen nach Akteursangaben jährlich etwa einheitlich 5.500 Mg													
Behandlung	5.500 Mg														
Stofffluss 		Abfallzusammensetzung Gemisch von pflanzlichen Frittierfetten und tierischen Fetten aus der Gastronomie, Kantinen, Imbissen, usw.													
		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)													
		Recycling-/Verwertungsquoten Recyclingquote: - = Output zur stofflichen Verwertung/Input Energetische Verwertungsquote: 100% = Output zur energetischen Verwertung/Input Sonstige Verwertungsquote: - = Output zur sonstigen Verwertung/Input Beseitigungsquote: - = Output zur Beseitigung/Input													
Klimagasbilanz 2018															
		<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, 2012, 2014</td> <td>-14.728</td> <td>-2.678</td> </tr> <tr> <td>Netto 2016</td> <td>-14.844</td> <td>-2.699</td> </tr> </tbody> </table>		Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]	Netto 2010, 2012, 2014	-14.728	-2.678	Netto 2016	-14.844	-2.699			
Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq/Mg]													
Netto 2010, 2012, 2014	-14.728	-2.678													
Netto 2016	-14.844	-2.699													
		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 Altfett</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>449</td> <td>-3.148</td> <td>-2.699</td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Altfett</i>				Gesamt	449	-3.148	-2.699
	Belastung	Gutschrift	Netto												
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Altfett</i>															
Gesamt	449	-3.148	-2.699												
Umweltbilanz 2018															
Luftemissionen															
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch													
NH ₃	168 kg	NH ₃	NOx												
NOx	47.651 kg	g/Mg g/Mg													
		Gesamt 30 8.664													
<i>(unverändert)</i>															

Die Ergebnisse sind über die Jahre weitgehend unverändert, da nach Akteursangaben die Mengen jährlich etwa einheitlich sind. Im Jahr 2016 ergab sich eine etwas höhere spezifische Nettoentlastung in der Klimagasbilanz aus der Aktualisierung der IPCC Charakterisierungsfaktoren. Optimierungsmöglichkeiten werden 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 Optimierungmaßnahmen

2.2.22 Pferdemist (AVV 020106)

Stoffstrombilanz 2018			
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	 <p>Input 100% Pferdemist</p> <p>Output Kompost (50% d. Input)</p>		
Kenndaten		<i>Kompost (wie Biogut)</i>	
Pferdemist		P ₂ O ₅ -Gehalt	3,1 kg/Mg FS
		Cd-Gehalt	0,27 mg/kg TS
Bilanzierung			
Offene Kompostierung; keine Störstoffe			
Emissionsfaktoren Cuhls et al. (2015) (vgl. ifeu 2015)			
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 2018			
 <p>in Mg CO₂-Äq, pro Jahr</p> <p>Legend:</p> <ul style="list-style-type: none"> Lasten <ul style="list-style-type: none"> Sammlung Kompostierung Gutschrift <ul style="list-style-type: none"> Kompostierung Netto 	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
Netto 2016	627	68	
Ergebnis spezifisch			
	Belastung	Gutschrift	Netto
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Pferdemist</i>			
Gesamt	159	-92	68
Umweltbilanz 2018			
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)
Luftemissionen			
Nettoergebnis gesamt			Nettoergebnis spezifisch
NH ₃	49 kg		NH ₃ [g/Mg]
			Gesamt 5 (unverändert)
Cadmiumeintrag in Boden			
Nettoergebnis gesamt	-0,5 kg		Nettoergebnis spezifisch
			-53 mg/Mg (unverändert)

Die Ergebnisse für das Jahr 2018 sind gegenüber 2016 unverändert. Die Anfallmenge ist weiter als konstant angenommen und für die Behandlung stehen für 2018 keine Aktualisierungen an. (2016 ergab sich eine etwas höhere spezifische Nettoentlastung in der Klimagasbilanz aus der Aktualisierung der IPCC Charakterisierungsfaktoren). Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung dieses Stoffstroms zu emissionsarmen biologischen Behandlungsanlagen.

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.23 Rechengut (AVV 190801)

Stoffstrombilanz 2018				
Aufkommen	7.715 Mg		Vergleich: Aufkommen 2010: 6.864 Mg	
Behandlung	7.715 Mg	MBS ZAB Niederlehme	Aufkommen 2012: 5.944 Mg	
			Aufkommen 2014: 7.159 Mg	
			Aufkommen 2016: 8.089 Mg	
Stofffluss		Kenndaten		
<p>Rechengut 7.715 Mg</p> <p>Input 100% Rechengut</p> <p>MBS ZAB Niederlehme</p> <p>Abbau- und Wasserverluste 4.717 Mg</p> <p>EBS</p> <p>Output EBS</p> <p>Energ. Verwertung (Braunkohlekraftwerk / Zementwerk / EBS-Kraftwerke) 2.998 Mg</p>		TS-Gehalt 34% FS oTS-Gehalt 95,2% TS		
		Bilanzierung		
		Behandlung in der MBS zur EBS-Erzeugung, Ausbeute 39% mit H_i 13,5 MJ/kg FS und C fossil 6,2% FS zu 90% Mitverbrennung in Kraft- und Zementwerken 10% in den EBS-Kraftwerken Schwedt und Eisenhüttenstadt		
		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 Abbaulosten aus Behandlung in MBS)		
Klimagasbilanz 2018				
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p> <p>Legend: Lasten (MBS ZAB), Gutschrift (MBS ZAB), Netto</p>	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	
	Netto 2016	-3.225	-399	
Ergebnis spezifisch				
		Belastung	Gutschrift	Netto
<i>in kg CO₂-Äq/Mg Rechengut</i>				
Gesamt	154	-559	-405	
Umweltbilanz 2018				
Luftemissionen				
Nettoergebnis gesamt		Nettoergebnis spezifisch NOx [g/Mg]		
NOx	1.325 kg	Gesamt	172 (Vgl. 2016: 186)	

Das Aufkommen 2018 liegt 5% niedriger als 2016. Die leichte Abweichung im spezifischen Ergebnis der Klimagas- und Umweltbilanz ergibt sich durch die Aktualisierung der Stromemissionsfaktoren (vgl. Kap. 5.1). Der bei der Verwertung bestehende Strombedarf ist dadurch sowohl mit etwas geringeren Treibhausgas- als auch NOx-Emissionen verbunden. Optimierungsmöglichkeiten wurden bei dem bestehenden Verwertungsverfahren nicht gesehen (s. ifeu/ICU 2012, S.143).

Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

2.2.24 Kunststoffrasen

Stoffstrombilanz 2018				
Aufkommen	803 Mg	Vergleich:	in 2018 neu aufgenommen	
Behandlung	803 Mg Aufbereitungsanlage			
Stofffluss	<p>Input 100% Kunststoffrasen</p> <p>Output 91% stoffliche Verw. (Sand, Kunststoffe) 3% Störstoffe Rest Feuchte</p> <p>energ. Verw. (MVA) 2 Mg stoffl. Verw. (Kunststoffproduktion, Infill, Füllmaterial) 748 Mg</p>	Abfallzusammensetzung 87% Füllmaterial (v.a. Sand, 5% EPDM ¹²) 6% Rasenstruktur (v.a. Polypropylen) Rest Feuchte	Bilanzierung Transport zur Aufbereitungsanlage in Dänemark Energiebedarf, Input-Output-Ströme nach Verwerterangaben; substituierte Primärprozesse: v.a. EPDM, PP, PP mit Latex (Rest mineralische Anteile) Aufbereitungsverluste, technische Substitutionsfaktoren nach Annahmen in Anlehnung an LVP+StNVP	
		Recycling-/Verwertungsquoten		
		Recyclingquote:	93,2% = Output zur stofflichen Verwertung/Input	
		Energetische Verwertungsquote:	0,3% = Output zur energetischen Verwertung/Input	
		Sonstige Verwertungsquote:	- = Output zur sonstigen Verwertung/Input	
		Beseitigungsquote:	- = Output zur Beseitigung/Input (Rest Wasserverlust)	
Klimagasbilanz 2018				
<p>in Mg CO₂-Äq. pro Jahr</p> <p>Legend: Lasten (green), Gutschriften (purple), Netto (blue)</p>	Vergleich	pro Jahr [Mg CO ₂ -Äq]	spezifisch [kg CO ₂ -Äq]	
	Ergebnis spezifisch			
	<i>in kg CO₂-Äq/Mg Abfall</i>	Belastung	Gutschrift	Netto
	Gesamt	100,5	-157	-56,5
Umweltbilanz 2018				
Ressourcenschonung				
Einsparung gesamt			Einsparung spezifisch KEA fossil netto [MJ/Mg]	
Natursteine	660 Mg	→ 24 m ² geschonte Fläche	Gesamt 3.747	
KEA fossil	3 TJ	Nettoentlastung		

Für die SKU-Bilanz 2018 ist die Abfallart Kunststoffrasen neu aufgenommen, die in Berlin infolge der Anstrengungen der Senatsumweltverwaltung recycelt wird. Kunststoffrasen werden seit den 60ern eingesetzt und erreichten mit der 3. Generation (3G) Ende des gleichen Jahrzehnts internationale Akzeptanz (Vorteile: wetter- und abnutzungsresistenter als Naturrasen). 2001 etablierte die FIFA einen Zertifizierungsstandard, der 2005 nach Anforderungen für professionelle und öffentliche Plätze getrennt wurde. Seit 2006 wurden 3.437 Plätze in 149 Ländern zertifiziert (Eunomia 2017). 3G Kunststoffrasen können sich in Design und Herstellung unterscheiden, bestehen aber im Allgemeinen aus den gleichen Komponenten: einem Untergrundträger auf dem

Erläuterung zur Abfallart

¹² Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk

Kunststoffrasenhalme aufgebracht sind und Füllmaterial sowohl zur Stabilisierung der Halme (i.d.R. Sand) als auch für die Spielperformance (verschiedene Stoffe). Manche Systeme haben zudem eine Schockabsorberschicht unter dem Rasen. Letztere ist vorteilhaft, da weniger Füllmaterial gebraucht wird und das Schockpad weiterverwendet werden kann, wenn der Rasen ausgetauscht werden muss (nach etwa 10 Jahren).

Der Untergrundträger („backing“) besteht üblicherweise aus Polypropylen (PP), in das die Halme eingewoben sind und einer darunter aufgetragenen flüssigen Polyurethanschicht oder Latexschicht, um die Halme zu verkleben. Die Halme selbst sind üblicherweise aus Polyethylen (PE). Im vorliegenden Fall sind sie aus Polypropylen. Als Füllmaterial für die Spielperformance kommen unterschiedliche Stoffe zur Anwendung: Duroplaste wie Kautschukmaterialien, Thermoplaste wie TPE (thermoplastische Elastomere) oder Naturmaterial wie Kork- oder Kokosnusssfasern. Während bei Duroplasten die Polymerisation irreversibel ist, können Thermoplaste wieder aufgeschmolzen werden. Dominiert wird der Markt von Gummigranulat aus Altreifen, das etwa 83% der Installationen verwenden. Das Schockpad kann aus PE, PP, Polyurethan (PU), Synthetikgummi oder Textil bestehen. (Eunomia 2017)

Komponenten eines 3G Kunststoffrasens

Nach Einschätzung in Eunomia (2017) werden Kunststoffrasen weltweit bislang wenig recycelt bzw. können kaum hochwertige Outputmaterialien gewonnen werden, da die beiden Füllmaterialien Kunststoffe und Sand schwer zu trennen sind. Eine Ausnahme bildet die in Dänemark ansässige Firma Re-Match mit deren Verfahren 99% des Materials getrennt und recycelt werden kann. Der Trennprozess beinhaltet die Stufen Mahlen, Trocknen und Zentrifugieren, wodurch Material nach seiner Dichte getrennt wird. Die Klimagasbilanz in Eunomia (2017) für die Entsorgung von 3G Kunststoffrasen mit verschiedenem Füllmaterial zeigt eine generelle Vorteilhaftigkeit des Recyclings gegenüber einer Verbrennung oder Deponierung bei 3G Kunststoffrasen mit Duro- oder Thermoplasten als Füllmaterial. Die Belastungen sind geringer, wenn ein Schockpad vorhanden ist und weitergenutzt werden kann. Innerhalb des Recyclings zeigen die verschiedenen Füllstoffe (auch Naturmaterialien) ein ähnliches Ergebnis. Lediglich TPE zeigt etwa doppelt so hohe Klimagasemissionen, wenn kein Schockpad vorhanden ist.

Entsorgung

Der in Berlin im Jahr 2018 angefallene Kunststoffrasen (5 Felder) wurde in der Re-Match Anlage in Dänemark aufbereitet. Daten für Transportentfernung, Energiebedarf und Input-Output-Ströme der Aufbereitung sind nach Verwerterangaben bilanziert. Für die mineralischen Outputstoffe wie v.a. Sand ist der Treibhauseffekt des Recyclings wie bei den mineralischen Abfällen mit Null bewertet. Die Ressourcenschonung von Natursteinen ist berücksichtigt. PP-Fasern und PP mit Latex (backing) werden in der Kunststoffproduktion bzw. für Kunststoffformteile eingesetzt. Für die Bilanz mussten Annahmen getroffen werden. In Anlehnung an PP aus Verpackungsabfällen sind 20% Aufbereitungsreste zur Mitverbrennung im Zementwerk angenommen. Für den verbleibenden Anteil ist der technische Substitutionsfaktor für Halme mit 1 angesetzt (Annahme hoher Reinheitsgrad), für PP mit Latex mit 0,7. Das abgetrennte EPDM wird wieder als Füllmaterial eingesetzt und ersetzt die Primärherstellung von EPDM.

Bilanz für Kunststoffrasen

Im Ergebnis zeigt sich eine Nettoentlastung in der Klimagasbilanz, die durch die Substitutionseffekte der Kunststoffverwertung geprägt ist, wobei Kunststoffe nur etwa 10% der Masse ausmachen. Der Einspareffekt wird deutlich durch die Transportentfernung eingeschränkt. Optimierungsmöglichkeiten könnten in der Errichtung einer Recyclinganlage in Deutschland bestehen. Grundsätzlich bietet aber die Verwertung über das Re-Match Verfahren einen Klimaschutzbeitrag, der ansonsten nicht gegeben wäre, und die Anstrengungen Berlins das Recycling zu fördern zeigen sich gerechtfertigt.

Ergebnis und Optimierungsmöglichkeiten

2.3 Zusammenführung der Ergebnisse der Abfallarten

Im Jahr 2018 wurden 37 Abfallarten mit einer Abfallmenge von rund 6,5 Mio. Tonnen im Land Berlin erfasst. Den größten Anteil am Aufkommen nehmen die mineralischen Abfälle ein mit rund 3,8 Mio. Tonnen (2016: 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 (ungefauter Klärschlamm und gefauter bzw. gefault, getrockneter Klärschlamm). Die Verteilung der Mengenströme zeigt Abbildung 2.3. Unter den „weiteren nicht biogenen Wertstoffen“ sind Alttextilien, Altmetalle, Altreifen, E-Schrott und Kunststoffrasen 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, Pferdemist und die eigenkompostierte Menge.

Stoffstrombilanz 2018

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 2016 liegt das gesamte Aufkommen (Input) um 9% niedriger und die entsorgte Abfallmenge (Output) um 8% niedriger.

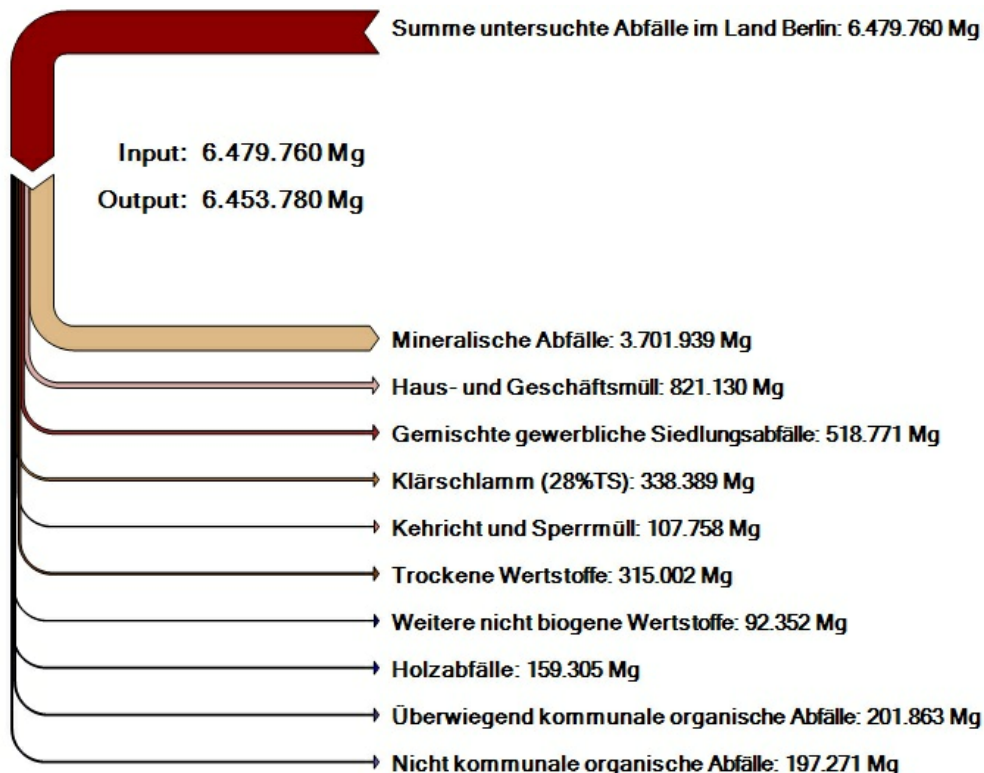


Abbildung 2.3: Sankeydiagramm Mengenströme 2018

Abbildung 2.4 zeigt die entsorgten (verwerteten und beseitigten) Einzelmengen nach Abfallarten. Für Klärschlamm sind die ungefaulte und die gefaulte (und teils getrocknete) Menge aufgrund der unterschiedlichen Charakteristik getrennt ausgewiesen.

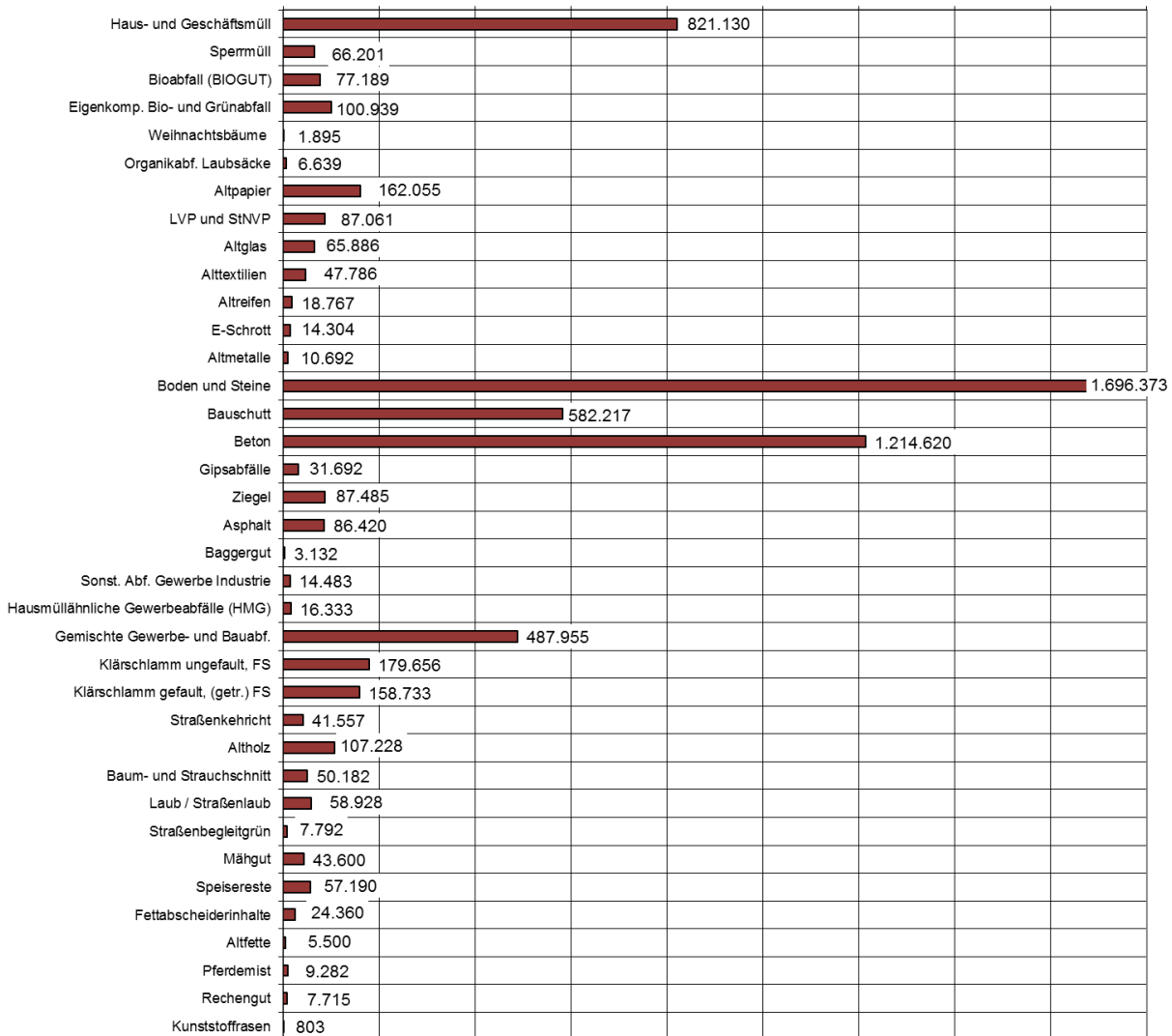


Abbildung 2.4: Entsorgte Mengen der Abfallarten 2018 (Mengenangaben in Tonnen)

Tabelle 2.4 zeigt die Ergebnisübersicht der Stoffstrombilanz (entsorgte Menge und Behandlung bzw. Verbleib) sowie die Recycling- und Verwertungsquoten der 37 untersuchten Abfallarten. Insgesamt wurden im Land Berlin 6.479.760 Mg Abfälle erfasst. Abzüglich der Input-Output-Differenzen verbleiben 6.453.780 Mg Abfälle, die 2018 entsorgt wurden. Davon wurden 44% recycelt (stofflich verwertet), 20% energetisch verwertet, 26% sonstig verwertet (Verfüllungen, Deponieersatzbaustoff) und 8% 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 2.4: Ergebnisse Stoffstrombilanz 2018

Abfallart	entsorgte Menge [Mg]	%-Änderung zu 2016	Behandlung/Verbleib	Recycling	Energetische Verwertung	Sonstige Verwertung	Beseitigung
Hausmüll und Geschäftsmüll	821.130	-1%	65% MHKW Ruhleben, 33,5% MPS, 0,6% MA, 0,8% sonstige	3%	75%	14%	0,3%
Sperrmüll	66.201	+13%	88% AAS, 9% MHKW Ruhleben, 3% sonstige	5%	93%	2%	
Bioabfall (BIOGUT)	77.189	+7%	89% BSR Biogas West, 7% offene Kompostierung, 4% Vergärungsanlage Henickendorfer Kompost	81%	19%		
Eigenkompostierung	100.939	0%	Eigenkompostierung	100%			
Weihnachtsbäume	1.895	-3%	21% Aufbereitung, 79% Biomasse-HKWs	21%	79%		
Organikabf. in Laubsäcken	6.639	-12%	offene Kompostierung	99,6%	0,4%		
Altpapier	162.055	-5%	Verwertung Papierfabrik	99%	1%		
LVP und StNVP	87.061	-1%	Verwertung Fraktionen	30%	61%	2%	
Altglas	65.886	2%	Verwertung Glashütte	97%			3%
Alttextilien	47.786	+44%	Textil-Recycling, EBS-Kraftwerk	77%	23%		
Altreifen	18.767	-2%	55% Granulierung, 45% Mitverbrennung Zementwerk	54,6%	44,9%		0,5%
E-Schrott	14.304	0%	EAR/BRAL	91%	8,6%		0,5%
Altmetalle	10.692	+7%	Verwertung Metallhütten	100%			
Boden und Steine	1.696.373	-15%	41% Baumaßnahmen, 22% Deponie/Altablagerung, 37% Verfüllung	41%		55%	4%
Bauschutt	582.217	-28%	13% Straßenbau, 79% Deponie/Altablagerung, 8% Verfüllung	13%		68%	19%
Beton	1.214.620	-5%	99% Straßenbau, 0,8% Deponie/Altablagerung, 0,3% Verfüllung	98,9%		1%	0,1%
Gipsabfälle	31.692	-9%	Deponie				100%
Ziegel	87.485	-19%	65% Wegebau, 9,6% Deponie/Altablagerung, 26% Verfüllung	65%		27%	8%
Asphalt	86.420	+33%	94% Straßenbau, 6% Deponie/Altablagerung	94%		3%	3%
Baggergut	3.132	-77%	Deponie				100%
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie	14.483	-7%	99,5% MHKW Ruhleben, 0,5% MPS Reinickendorf	2%	79%	19%	0%
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG)	16.333	+6%	77% MHKW Ruhleben, 17% MPS Reinickendorf, 6% sonstige	3%	75%	16%	1%
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	487.955	+8%	Berliner und Brandenburger Vorbehandlungsanlagen	4%	48%	30%	15%
Ungefaulter Klärschlamm	179.656	-5%	KSVA Ruhleben				100%

Abfallart	entsorgte Menge [Mg]	%-Änderung zu 2016	Behandlung/Verbleib	Recycling	Energetische Verwertung	Sonstige Verwertung	Beseitigung
(Rohschlamm)	(49.567 Mg TS)						
Gefaulter und anteilig getrockneter Klärschlamm	158.733 (45.309 Mg TS)	+13%	Bezug TS: 18% KSVa Ruhleben, 66% gefault zu Kraftwerken, 16% gefault-getrocknet zu Zement- und Kraftwerken	0,1%	81,6%		18,3%
Straßenkehrschutt	41.557	-4%	75% gbav, 25% ORS Teschendorf und Berlin	0,0%	0,0%	90,3%	8,7%
Getr. gesammeltes Altholz	107.228	-19%	Biomasse-HKWs		100%		
Baum- und Strauchschnitt	50.182	-1%	19% Mulchung, 10% offene Kompostierung, 71% Biomasse-HKWs	29%	71%		
Laub, Straßenlaub	58.928	+4%	offene Kompostierung	100%			
Straßenbegleitgrün	7.792	-5%	offene Kompostierung	100%			
Mähgut	43.600	0%	offene Kompostierung	100%			
Speisereste	57.190	+21%	Vergärung	100%			
Fettabscheiderinhalte	24.360	+31%	Vergärung	100%			
Altfette	5.500	0%	Altfettmethylester-Biodiesel		100%		
Pferdemist	9.282	0%	offene Kompostierung	100%			
Rechengut	7.715	-5%	MBA ZAB Niederlehme		39%		
Kunststoffrasen	803	-	Aufbereitung	93,2%	0,3%		
Summe	6.453.780	-8%		45%	20%	26%	8%

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

Klimagasbilanz 2018

Tabelle 2.5 zeigt die Ergebnisübersicht der Nettowerte der Klimagasbilanz 2018 für die untersuchten 37 Abfallarten. Insgesamt wurde im Land Berlin eine Nettoentlastung in Höhe von -1.000.187 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 2016 und 2014 bei acht Abfallarten der Fall, 2012 waren es sieben. Insgesamt zeigt die Klimagasbilanz gegenüber 2016 eine höhere Nettoentlastung. Hauptsächlich ist dies auf höhere Nettoentlastungen bei Alttextilien und bei gemischten Siedlungsabfällen und gemischten Bauabfällen zurückzuführen. Bei Alttextilien wurden die Menge und die Bilanzierung angepasst (Kap. 2.1.10). Durch die höhere Menge erzielt der angenommene Anteil von 60% Wiederverwendung einen höheren Klimaschutzbeitrag. Dies beruht jedoch auf Abschätzungen. Zudem wäre der Klimaschutzbeitrag höher, wenn Alttextilabfälle vermehrt vermieden würden. Hier bräuchte es eine belastbarere Datenbasis, eine Aufklärung der Bürger*innen und weitere Anreize für Re-Use (vgl. Kap. 3.2). Bei den gemischten Siedlungsabfällen und gemischten Bauabfällen ergibt sich die höhere Nettoentlastung in 2018 durch eine höhere anteilige Mitverbrennung der erzeugten EBS (Kap. 2.2.10). Darüber hinaus haben die aktualisierten Wirkungsgrade v.a. bei Holz-HKWs einen vorteilhaften Einfluss. Der aktualisierte Stromemissionsfaktor

(Kap. 5.1) führt zu geringeren Belastungen beim Strombedarf, aber umgekehrt auch zu geringeren Gutschriften für Strom aus Abfall.

Abbildung 2.5 zeigt die absoluten Nettoergebnisse der Klimagasbilanz 2018 als Balken-
grafik. 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 2.5. Hintergründe zu den Unterschieden sind in den Kapiteln mit den Steckbriefen erläutert.

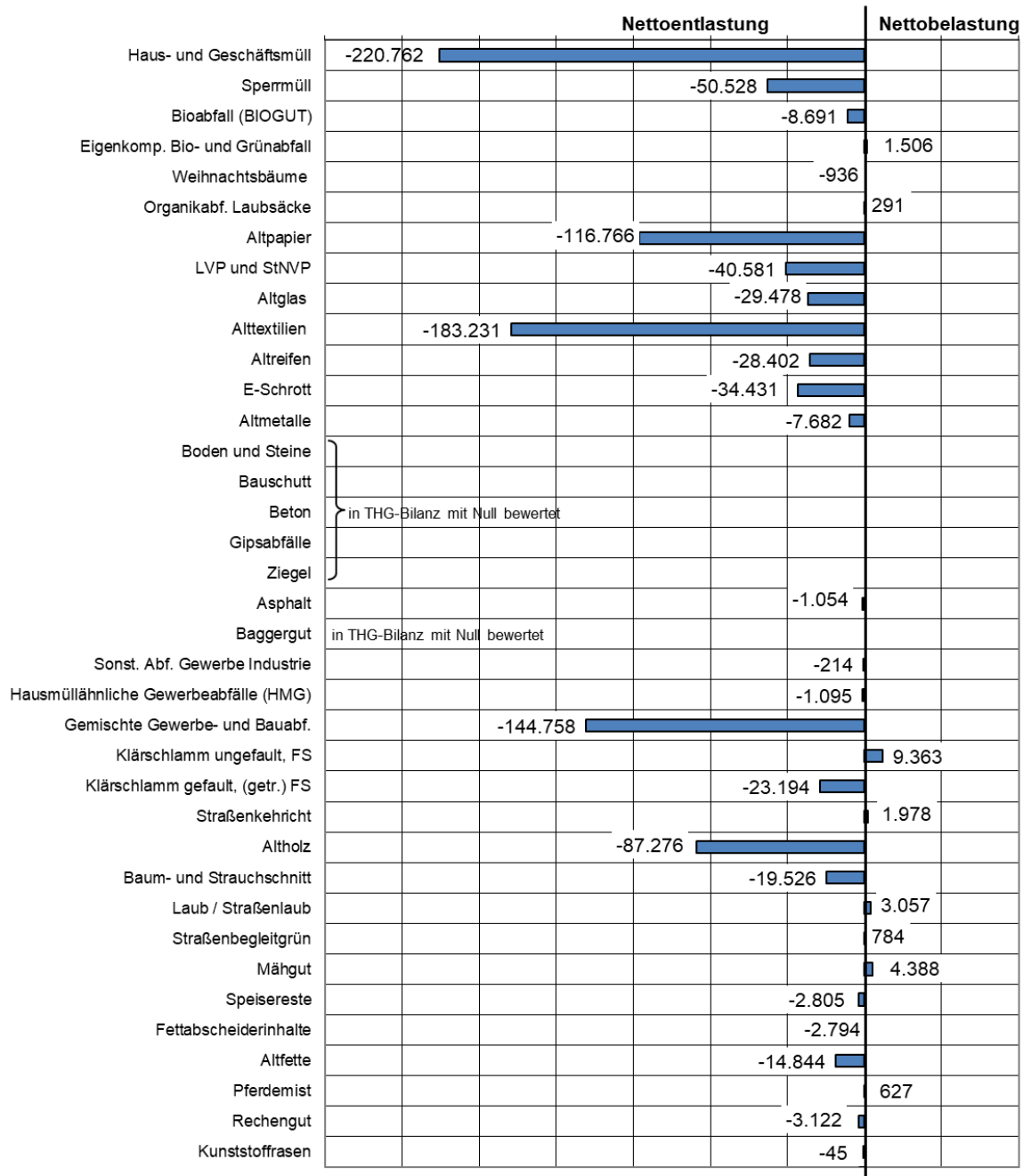


Abbildung 2.5: Absolute Nettoergebnisse der Klimagasbilanz 2018

Tabelle 2.5: Ergebnisse Klimagasbilanz 2018

			Vergleich			
Klimagasbilanz 2018			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]			
Hausmüll und Geschäftsmüll	-220.762	-269	-324	-322	-275	-273
Sperrmüll	-50.528	-763	-655	-391	-393	-415
Bioabfall (BIOGUT)	-8.691	-113	-125	-104	5	1
Eigenkompostierung	+1.506	+15	+15	+18	+18	+18
Weihnachtsbäume	-936	-494	-434	-577	-1.105	-1.105
Organikabfälle in Laubsäcken	+291	+44	+44	+28	-15	+17
Altpapier	-116.766	-721	-707	-652	-652	-642
LVP und StNVP	-40.581	-466	-489	-511	<i>vorher drei Systeme</i>	
Altglas	-29.478	-447	-448	-453	-453	-450
Alttextilien	-183.231	-3.834	-4.218	-4.197	-4.197	-4.226
Altreifen	-28.402	-1.513	-1.502	-1.485	-1.355	-1.306
E-Schrott	-34.431	-2.407	-2.406	-2.459	-2.468	-2.453
Altmetalle	-7.682	-718	-718	-718	-718	-718
Boden und Steine	0	0	0	0	0	0
Bauschutt	0	0	0	0	0	0
Beton	0	0	0	0	0	0
Gipsabfälle	0	0	0	0	0	0
Ziegel	0	0	0	0	0	0
Asphalt	-1.054	-12	-11	-12	-11	-5
Baggergut	0	0	0	0	0	0
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie	-214	<i>Ausweisung nicht sinnvoll*</i>	<i>Ausweisung nicht sinnvoll*</i>			
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle	-1.095	-67	-231	-247	-203	-319
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	-144.758	-297	-201	-219	-208	-240
Ungefalter Klärschlamm	+9.363	<i>Bezug TS: +189</i>	+203	+193	+204	392
Gefalter und anteilig getrockneter Klärschlamm	-23.194	<i>Bezug TS: -512</i>	-439	-564	-532	-628
Straßenkehrsricht	+1.978	+48	+115	+85	+107	+66
Laub, Straßenlaub	+3.057	+52	+52	+39	-13	-15
Getrennt gesammeltes Altholz	-87.276	-814	-743	-821	-740	-664
Baum- und Strauchschnitt	-19.526	-389	-461	-508	-508	-509
Straßenbegleitgrün	+784	+101	+101	+89	+44	+15
Mähgut	+4.388	+101	+101	+89	+15	+15
Speisereste	-2.805	-49	-54	-69	-81	-92
Fettabscheiderinhalte	-2.794	-115	-124	-150	-173	-179
Altfette	-14.844	-2.699	-2.699	-2.678	-2.678	-2.678

	Klimagasbilanz 2018		Vergleich			
			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]			
Pferdemist	+627	+68	+68	+56	-18	-18
Rechengut	-3.122	-405	-399	-402	-402	-402
Kunststoffrasen	-45	-57	-			
Summe	-1.000.187	-155	-134	-138	-127	-134

*Ausweisung spezifischer Gesamtwert nicht sinnvoll, da verschiedene Abfallarten

Umweltbilanz 2018

Tabelle 2.6 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 2018 zu 57% ressourcenschonend verwertet (Recyclingquote). Es besteht weiterhin ein Optimierungspotenzial. Die gesamte Substitution von 2.188.360 Mg Natursteinen entspricht einer vermiedenen Flächeninanspruchnahme von 51.485 m². Darüber hinaus erfolgt eine Schonung von Flächen auch durch die Schonung von Phosphat bzw. Phosphorit (insgesamt 210 m²).

Tabelle 2.6: Ergebnisse der Rohstoffschonung 2018

Abfallart	Natursteine Mg/a	Rohmetalle Mg/a	Phosphat Mg/a	Holz (WG 20%) Mg/a	KEA fossil netto in TJ/a
Hausmüll und Geschäftsmüll	0	20.119	-	-	-4.838
Sperrmüll	0	2.205	-	0	-658
Bioabfall (BIOGUT)	-	81	125	-	-108
Eigenkompostierung	-	-	0	-	-
Weihnachtsbäume	-	-	-	247	-
Organikabfälle in Laubsäcken	-	-	9	-	-
Altpapier	-	-	-	258.762	-
LVP und StNVP	0	7.895	-	8.786	-1.426
Altglas	76.804	-	-	-	-
Alttextilien	-	-	-	-	-2.325
Altreifen	-	3.378	-	-	-726

Abfallart	Natursteine Mg/a	Rohmetalle Mg/a	Phosphat Mg/a	Holz (WG 20%) Mg/a	KEA fossil netto in TJ/a
E-Schrott	-	8.311	-	-	-
Altmetalle	-	8.340	-	-	-
Boden und Steine	697.990	-	-	-	-
Bauschutt	77.147	-	-	-	-
Beton	1.201.296	-	-	-	-
Gipsabfälle	0	-	-	-	-
Ziegel	56.522	-	-	-	-
Asphalt	77.941	-	-	-	-154
Baggergut	0	-	-	-	-
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie	0	298	-	-	-118
Hausmüllähnliche Gewer- beabfälle (HMG)	0	376	-	-	-137
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	0	10.139	-	7.482	-2.574
Ungefaulter Klärschlamm (Rohschlamm)	-	-	0	-	-117
Gefaulter und anteilig getrockneter Klärschlamm	-	-	34	-	-228
Straßenkehrsicht	0	0,3	-	-	+27
Getr. gesammeltes Altholz	-	-	-	0	-
Baum- und Strauchschnitt	-	-	3	0	-
Laub, Straßenlaub	-	-	31	-	-
Straßenbegleitgrün	-	-	3	-	-
Mähgut	-	-	19	-	-
Speisereste	-	-	130	-	-
Fettabscheiderinhalte	-	-	44	-	-
Altfette	-	-	-	-	-
Pferdemist	-	-	29	-	-
Rechengut	0	-	-	-	-
Kunststoffrasen	660	-	-	-	-3
Summe	2.188.360	61.143	428	275.277	(*)

(*) 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 2.7 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 2018 wiederum hinsichtlich Quecksilberemissionen zu einer Nettobelastung, hinsichtlich NOx- und Ammoniakemissionen sowie dem Cadmumeintrag in Boden zu einer Nettoentlastung. Die Nettoentlastung der NH₃-Emissionen fällt dabei deutlich höher aus als 2016. Hauptgrund sind die angepassten Mengen bei Alttextilien (s.a. Klimagasbilanz).

**Luftemissionen und
Cadmumeintrag Boden**

Tabelle 2.7: Nettoergebnisse Luftemissionen und Cadmiueintrag in Boden 2018

Abfallart	Quecksilber (Luft) kg/a	NOx (Luft) kg/a	Ammoniak (Luft) kg/a	Cadmiumeintrag in Boden kg/a
Hausmüll und Geschäftsmüll	+13	-15.913	-	-
Sperrmüll	+0,85	+3.961	-	-
Bioabfall (BIOGUT)	-	-	+17.427	-2,2
Eigenkompostierung	-	-	+79.203	+2,0
Weihnachtsbäume	-	+290	-	-
Organikabfälle in Laubsäcken	-	-	+143	+0,58
Altpapier	-	-	-	-
LVP und StNVP	+2,76	-39.643	-	-
Altglas	-	-	-	-
Alttextilien	-2,36	-317.727	-192.314	-
Altreifen	+0,76	-33.252	-	-
E-Schrott	-	-	-	-
Altmetalle	-	-	-	-
Boden und Steine	-	-	-	-
Bauschutt	-	-	-	-
Beton	-	-	-	-
Gipsabfälle	-	-	-	-
Ziegel	-	-	-	-
Asphalt	-	-	-	-
Baggergut	-	-	-	-
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe u. Industrie	-0,12	-5.818	-	-
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG)	+0,06	-4.663	-	-
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	+7,03	+39.647	-	-
Ungefauter Klärschlamm (Rohschlamm)	+1,94	+7.419	-	0
Gefauter, anteilig getrockneter Klärschlamm	+3,62	+30.026	-	-1,6
Straßenkehrschutt	+0,01	+2.566	-	-
Getrennt gesammeltes Altholz	-	-6.203	-	-
Baum- und Strauchschnitt	-	+9.904	-	+0,02
Laub, Straßenlaub	-	-	+2.596	+0,15
Straßenbegleitgrün	-	-	+852	-0,09
Mähgut	-	-	+4.767	-0,5
Speisereste	-	-	+6.134	-4,5
Fettabscheiderinhalte	-	-	+8.224	-1,7
Altfette	-	+47.651	+168	-
Pferdemist	-	-	+49	-0,5
Rechengut	-	+1.325	-	-
Kunststoffrasen	-	-	-	-
Summe	+27,4	-280.429	-72.751	-8,3

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. Deswegen 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 dem Cadmиеintrag in den Boden für die ausgewerteten organischen Abfälle. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2.8 und Tabelle 2.9 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 2.8: Spezifische Ergebnisse der Schonung von Rohstoffen 2018 im Vergleich zu 2016

	Natursteine kg/Mg	Rohmetalle kg/Mg	Phosphat kg/Mg	Holz (WG 20%) kg/Mg	KEA fossil netto GJ/Mg
Spezifisches Ergebnis 2018	412	37	0,59	286	-6,4
Anteil Bezugsmenge	82%	26%	11%	15%	33%
Spezifisches Ergebnis 2016	356	38	0,63	309	-6,2
Anteil Bezugsmenge	84%	23%	10%	14%	29%

Tabelle 2.9: Spezifische Nettoergebnisse für Luftemissionen und Cadmиеintrag in Boden 2018 im Vergleich zu 2016

	Quecksilber (Luft) g/Mg	NOx (Luft) g/Mg	Ammoniak (Luft) g/Mg	Cadmиеintrag in Boden g/Mg
Spezifisches Ergebnis 2018	0,014	-133	-166	-0,011
Anteil Bezugsmenge	30%	33%	7%	11%
Spezifisches Ergebnis 2016	0,018	-124	-42	-0,012
Anteil Bezugsmenge	27%	29%	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. Allerdings ist auch die anteilige Bezugsmenge höher. Natursteine (inkl. Sande & Kies) wurden etwas mehr eingespart, dafür Rohmetalle, Phosphat und Holz etwas weniger. Ursächlich sind leichte Veränderungen in der Abfallzusammensetzung von Gemischen (Sperrmüll, LVP+StNVP bei Rohmetallen) und leichte Verschiebungen der Anteile zur stofflichen und energetischen Verwertung (Holz, Phosphat). Bei den Luftschadstoffemissionen zeigt sich v.a. bei den NH₃-Emissionen eine deutliche Verbesserung. Diese ist jedoch nicht auf abfallwirtschaftliche Maßnahmen zurückzuführen, sondern v.a. auf die Anpassung der Menge an Alttextilien (s.a. Klimagasbilanz). Bei den NOx-Emissionen zeigt sich ebenfalls eine leichte Verbesserung, die auch auf die Anpassungen bei Alttextilien zurückgeht und zudem durch die aktualisierten Stromemissionsfaktoren bedingt ist (vgl. Kap. 5.1) sowie durch geringere Emissionsfrachten aus der thermischen Nutzung. Bei den Quecksilberemissionen und auch beim Cadmиеintrag in den Boden zeigen sich vergleichsweise geringe Änderungen.

3 Erläuterungen zu ausgewählten Abfallarten

3.1 Aufschlüsselung Klimagasbilanz Haus- und Geschäftsmüll

Haus- und Geschäftsmüll bilden nach den mineralischen Abfällen die Abfallfraktion mit dem höchsten Aufkommen. Auch hat die Entsorgung von Haus- und Geschäftsmüll in absoluten Werten den größten Einfluss auf die Klimagas- und Umweltbilanz für Berlin. Um diese Relevanz über die Angaben in den Steckbriefen hinaus zu berücksichtigen sind im Folgenden die Ergebnisse der Klimagasbilanz für Haus- und Geschäftsmüll ausführlicher dargestellt und erläutert. Für den Vergleich der Behandlungswege müssen die spezifischen Ergebnisse herangezogen werden. Tabelle 3.1 zeigt diese für die einzelnen Behandlungswege aufgeschlüsselt nach Prozessschritten.

Tabelle 3.1: Klimagasbilanz Haus- und Geschäftsmüll 2018 nach Behandlungswegen und Prozessschritten

in kg CO ₂ -Äq/Mg	MHKW Ruhleben	MPS Pankow	MPS Reinickendorf	MA Grünaer Str.	MBA Anlagen	Thermische Anlagen
Belastungen						
Sammlung	8	8	8	8	8	8
Transporte	1	12	6	12	13	7
Aufbereitung		88	88	38	53	
Verbrennung	317	283	280	275	276	338
Metallverwertung	7	11	11	8	5	8
Summe Belastungen	333	402	393	340	355	361
Gutschriften						
Strom aus Verbrennung	-127	-15	-24	-59	-137	-153
Wärme aus Verbrennung	-275	-20	-31	0	-197	-215
Mitverbr. Braunkohle-KW		-776	-616			
Mitverbr. Zementwerk		-72	-162	-623		
Metallverwertung	-52	-102	-82	-31	-18	-32
Summe Gutschriften	-454	-986	-914	-713	-352	-399
Netto	-121	-585	-521	-373	3	-39

Abweichungen in den Summen ergeben sich durch Rundungsungenauigkeiten

Die **Sammlung** gilt dabei für jeden Behandlungsweg gleichermaßen. Die damit verbundenen THG-Emissionen belaufen sich einheitlich auf rund 8 kg CO₂-Äquivalente pro Tonne Haus- und Geschäftsmüll. Weitere **Transporte** sind abhängig von der Entfer-

nung zu den jeweiligen Behandlungsanlagen für die erzeugten Outputs (Schlacke, Metalle, EBS, Mineralien, Rottefraktion, Störstoffe).

Der Prozessschritt **Aufbereitung** umfasst je nach Behandlungsweg unterschiedliche Aufwendungen:

- MPS-Anlagen: THG-Emissionen aus dem Strom- und Erdgasbedarf und THG-Emissionen nach RTO (letzteres rd. 5 kg CO₂-Äq/Mg).
- MA Grünauer Str.: THG-Emissionen aus dem Strombedarf, aus der Behandlung der Rottefraktion in MBA (Methanemissionen) und aus dem Strombedarf der anteiligen Aufbereitung von EBS.
- MBA-Anlagen: THG-Emissionen aus dem Strom- und Erdgasbedarf und aus der Deponierung von MBA-Rest (Methanemissionen).
- Bei der direkten thermischen Behandlung fallen keine entsprechenden Aufwendungen zur Aufbereitung an (Energiebedarf über erzeugte Energie verrechnet).

Die THG-Emissionen unter **Verbrennung** unterscheiden sich vor allem nach den jeweils verbrannten Mengenanteilen (vollständig bei direkter Verbrennung und 66%-68% bei der Erzeugung von EBS im Jahr 2018) und im Weiteren von den Kenndaten der verbrannten Abfälle (Heizwert, fossiler C-Gehalt). Ebenfalls hier zugeordnet sind die THG-Emissionen aus Betriebsmitteleinsatz. Diese sind beim MHKW Ruhleben geringer als bei der durchschnittlichen „Thermischen Anlage“ (Durchschnittswert 30 kg CO₂-Äq/Mg nach Öko-Institut/ifeu 2010).

THG-Emissionen der „**Metallverwertung**“ basieren auf bundesdurchschnittlichen Emissionsfaktoren (Vogt et al. 2015). Unterschiede bei den Verwertungswegen ergeben sich durch unterschiedliche Metallmengen entsprechend der Angaben zu Fe- und NE-Metallen in den Abfallberichten bzw. der BSR-Entsorgungsbilanz und im Weiteren der Ausbeuten für Metalle aus Schlacke und Metalle aus den Metallfraktionen von MPS-, MBA-, MA-Anlagen (letzteres einheitlich nach Dehne et al. 2015).

- MHKW Ruhleben: nach Betriebsbericht 1,9% Fe- und 0,4% NE-Metalle mit Ausbeuten von 90% für Fe- und 87% für NE-Metalle nach Angaben der BSR.
- MPS Pankow und MPS Reinickendorf: nach Abfallberichten 3,2% bzw. 3,5% Fe-Metalle und 2,1% bzw. 1,4% NE-Metalle mit Ausbeuten von 78% für Fe- und 34% für die NE-Metalle.
- MA Grünauer Str.: nach Abfallbericht 3,1% Fe-Metalle mit Ausbeute von 78%.
- MBA-Anlagen: rd. 2% Fe-Metalle mit Ausbeute von 78%.
- Thermische Anlagen: rd. 3% Fe-Metalle (Gehalt in Haus- und Geschäftsmüll) mit durchschnittlicher Ausbeute von 82% für Fe-Metalle aus MVA-Schlacke nach Kuchta & Enzner (2015).

Die **Gutschrift für erzeugte Energie** unterscheidet sich nach der thermischen Nutzung:

Bei der energetischen Verwertung über MVAs oder EBS-Kraftwerke wird Strom und Wärme erzeugt, durch die durchschnittliche Strom- und Wärmeerzeugung ersetzt wird. Die Unterschiede bei den Strom- und Wärmegutschriften in Tabelle 3.1 ergeben sich durch unterschiedlich verbrannte Mengenanteile und durch die Wirkungsgrade der verschiedenen thermischen Anlagen. Die Nettowirkungsgrade für das MHKW Ruhleben lagen 2018 mit 9,2% elektrisch und 42,7% thermisch beim Strom unter und bei der Wärme über dem Bundesdurchschnitt von rund 11% elektrisch und 33% thermisch (vgl. Tabelle 3.2). Das Jahr 2018 stellt für das MHKW Ruhleben eine Ausnahme dar und

ist nicht repräsentativ für die energetische Nutzung der Dampflieferung. Aufgrund von Revisionsarbeiten bei Vattenfall (Turbinenstandort) konnte im September 2018 keine Energie aus dem bereitgestellten Dampf produziert werden. Darüber hinaus hatte das MHKW einen leicht höheren Eigenbedarf an Hochdruck-Dampf aufgrund größerer Umbaumaßnahmen und Instandhaltungsarbeiten, so dass das Jahr 2018 kein typisches Jahr für den DampfEigenbedarf des MHKW darstellt. Der erforderliche Mehrbedarf fällt dabei dank umgekehrt verschiedener Optimierungen wie beispielsweise die dauerhafte Absenkung der Abgastemperatur der Verbrennungslinie A auf 220°C vor der Rauchgasentstickung (DeNOx) weniger ins Gewicht.

EBS aus den MPS-Anlagen und der MA gehen überwiegend zur Mitverbrennung. Im Jahr 2018 gingen aus der MPS Pankow etwa 7% zu EBS-Kraftwerken, das meiste zum IHKW Eisenhüttenstadt (4%) und ansonsten zum Kraftwerk Schwedt (1,4%), zum IKW Rüdersdorf (0,5%) und zu einem Zwischenlager (1,7%). Für letzteres wurde für die Bilanzierung ein durchschnittliches EBS-Kraftwerk angenommen. Aus der MPS Reini-ckendorf gingen 11% zum IHKW Eisenhüttenstadt und eine geringe Menge zum Kraftwerk Schwedt (0,1%). Aus der MA Grünauer Str. gingen etwa 20% EBS zum IKW Rüd-ersdorf. Die Wirkungsgrade der EBS-Kraftwerke und für bundesdurchschnittliche Anlagen zeigt Tabelle 3.2. Ebenfalls aufgeführt ist die TA Lauta als eine der in der BSR-Entsorgungsbilanz (BSR 2019) angegebenen diversen Anlagen zu denen geringe Ab-fallmengen verbracht werden.

Tabelle 3.2: Übersicht Nettowirkungsgrade thermische Abfallbehandlungsanlagen 2018

EBS-Kraftwerk	Wirkungsgrad Nettostrom	Wirkungsgrad Nutzwärme	Quelle
KSC Kraftwerk Schwedt	9%	53%	KSC 2019 ¹³
IHKW Progroup Power Eisenhüttenstadt	17%	47%	Progroup 2019 ¹⁴
IKW Rüdersdorf	27%	-	Steag 2018 ¹⁵
TA Lauta	15%	0,02%	T.A. Lauta 2019 ¹⁶
Durchschnittliches EBS-Kraftwerk	14,7%	45,4%	Flamme et al. (2018)
Durchschnittliche MVA	11,1%	33,5%	Flamme et al. (2018)

Die durchschnittlichen Werte wurden für die SKU-Bilanz 2018 aktualisiert. Bei den zuvor verwendeten Werten lag v.a. der durchschnittliche Wärmewirkungsgrad bei EBS-Kraftwerken mit 16% deutlich niedriger. Dies wirkt sich insbesondere im spezifischen Ergebnis der durchschnittlichen MBA-Anlage mit einer höheren Gutschrift für „Wärme aus Verbrennung“ aus. Im Nettoergebnis bleibt eine knappe Belastung. Die durchschnittlichen Wirkungsgrade können sich deutlich von denen der Einzelanlagen

¹³ eew Energy from Waste: <https://www.eew-energyfromwaste.com/de/standorte/schwedt.html> (3.12.2019); FWL aus Referenzquelle: http://www.ng-ingbuero.de/referenzen/referenzen-archiv/?tx_sdreferences_fe1%5Breference%5D=117&tx_sdreferences_fe1%5Baction%5D=show&tx_sdreferences_fe1%5Bcontroller%5D=Reference&cHash=16ede82839816fe661cfd5eef619b96 (3.12.2019)

¹⁴ Umwelterklärung 2019. https://www.emas.de/fileadmin/user_upload/umwelterklaerungen/reg/DE-148-00032_Progroup_Power_1_GmbH.pdf

¹⁵ Umwelterklärung 2018. https://www.steag-waste-to-energy.com/fileadmin/user_upload/Waste_to_Energy/Ruedersdorf/Umwelterklaerung_2018.pdf

¹⁶ Daten und Fakten aus dem Jahr 2018. <https://www.t-a-lauta.de/ta-lauta/zahlen-fakten/abfallmengen-und-daten-2018/> (3.12.2019); FWL aus Flamme et al. (2018)

unterscheiden wie das Beispiel der Müllverbrennungsanlage TA Lauta zeigt. Für die Klimagasbilanz für Berlin ist dies jedoch nicht relevant, da nur sehr geringe Mengen an Haus- und Geschäftsmüll zu sonstigen thermischen Anlagen verbracht werden, die als durchschnittliche Anlagen bilanziert sind.

Die energetische Verwertung durch Mitverbrennung von EBS erfolgt für Berlin durch Mitverbrennung in Braunkohlekraftwerken und im Zementwerk Rüdersdorf. In beiden Fällen wird heizwertäquivalent Braunkohle ersetzt, d.h. die ansonsten durch Braunkohle erzeugte Energie – Strom und Wärme beim Braunkohlekraftwerk und thermische Energie beim Zementwerk – wird stattdessen aus den EBS erzeugt. Die Unterschiede bei den Gutschriften in Tabelle 3.1 ergeben sich durch unterschiedliche EBS-Mengen zur Mitverbrennung entsprechend der Angaben in den Abfallberichten bzw. der BSR-Entsorgungsbilanz 2018 (BSR 2019):

- MPS Pankow: rd. 84% zur Mitverbrennung in Braunkohle-Kraftwerke und rd. 8% zur Mitverbrennung im Zementwerk Rüdersdorf (2016: 81% und 11%).
- MPS Reinickendorf: rd. 18% zur Mitverbrennung in Braunkohle-KW und rd. 71% zur Mitverbrennung im Zementwerk Rüdersdorf (2016: 28% und 58%).
- MA Grünauer Str.: rd. 80% zur EBS-Aufbereitungsanlage ORS Wilmersdorf (2016: rd. 57%) und anschließend (ca. 95%) zur Mitverbrennung im Zementwerk Rüdersdorf.

Aus der vergleichenden Übersicht der spezifischen Ergebnisse wird deutlich, dass aus Klimaschuttsicht v.a. die Mitverbrennung und Substitution von Kohle zu den höchsten Entlastungseffekten führt. Mit dem beschlossenen Ausstieg aus der Kohleverstromung bis spätestens 2038 (BMW 2019) wird sich dieser Klimaschutzbeitrag erübrigen. Mittel- bis langfristig wird auch in Zementwerken keine Kohle mehr eingesetzt werden. Mit den im Bundes-Klimaschutzgesetz (v. 12.12.2019) verankerten Klimaschutzziele Deutschlands ist bis 2050 zunächst eine Umstellung auf Erdgas und schließlich auf klimaneutral erzeugtes synthetisches Methan zu erwarten. Die zunehmende Defossilierung der Stromerzeugung führt auch bei der Abfallverbrennung zu sinkenden Entlastungseffekten durch die Stromerzeugung aus Abfall und mittel- bis langfristig wird auch Wärme aus erneuerbaren Quellen erzeugt werden mit entsprechend rückläufigen Entlastungseffekten durch Wärmeerzeugung aus Abfall. Auf dem Weg dorthin wird es gelten jeweils einen möglichst hohen zeitgemäßen Klimaschutzbeitrag durch die (anteilig unvermeidliche) thermische Nutzung von Abfällen zu erreichen. Für die nächsten Jahre wird dies weiterhin v.a. durch die Mitverbrennung und Kohlesubstitution in Zementwerken gegeben sein und im Weiteren verstärkt über eine Wärmeerzeugung aus Abfall. Letzteres ergibt sich, da die Defossilierung der Stromerzeugung schneller voranschreitet, während für die Wärmeerzeugung derzeit weniger erneuerbare Alternativen zur Verfügung stehen. Eine Ausnahme für den Strommarkt bildet die flexible Stromerzeugung (vgl. ifeu 2017b).

3.2 Aufkommen und Verbleib Alttextilien

Das Aufkommen für Alttextilien wird nicht vollständig statistisch erfasst. Es besteht keine Meldepflicht für die Mengen an gewerblich gesammelten Altkleidern und gebrauchten Textilien. Die Sammlung im Land Berlin erfolgt überwiegend über private und karitative Unternehmen. Entsprechend gering ist die über die BSR erfasste Menge (2018: 790 Mg, 2010: 2.304 Mg). Um das reale Abfallaufkommen näherungsweise

besser abzubilden, wurde für die erstmalige Erstellung der Klimagasbilanz für das Jahr 2010 das Aufkommen anhand bundesdeutscher Werte abgeleitet (vgl. ifeu/ICU 2012).

Entsprechende Daten lagen durch eine 2008 veröffentlichte bvse-Studie für das Jahr 2007 vor. Auf Basis der darin angegebenen jährlich in Deutschland gesammelten Menge an Alttextilien von 750.000 Tonnen pro Jahr (ca. 9 kg/(E*a)) wurde das Aufkommen für Berlin über die Einwohnerzahl berechnet und für die Folgebilanzen fortgeschrieben. In einer aktuelleren Studie des bvse (2015) wurde das Sammelaufkommen durch Befragung von Mitgliedsunternehmen und mit Hilfe von sekundärstatistischen Daten erneut erhoben und für das Jahr 2013 zu rund 1,01 Mio. Tonnen berechnet.

Aufgrund des berichteten anhaltenden Trends von steigenden Sammelmengen¹⁷ wurde für die SKU-Bilanz 2018 die Berechnung für das Aufkommen von Alttextilien in Berlin angepasst. Da die 1,01 Mio. Tonnen für 2013 berechnet wurden und allein für 2017 und 2018 Steigerungen in Höhe von knapp 5% berichtet wurden, wird für das Jahr 2018 ein Gesamtaufkommen in Deutschland von rund 1,1 Mio. Tonnen Alttextilien abgeschätzt (+9% gegenüber 2013). Das Pro-Kopf-Aufkommen daraus entspricht rund 13 kg/(E*a) (44% höher als die vorigen 9 kg/(E*a), s.o.). Das Aufkommen an Alttextilien für Berlin berechnet sich über die Einwohnerzahl zu 47.768 Tonnen für das Jahr 2018.

Für den Verbleib der erfassten Alttextilien in Berlin sind weiterhin kaum Informationen bekannt. Für die SKU-Bilanz waren Annahmen aus einer BSR-Studie übernommen worden (vgl. ifeu/ICU 2012), die auf Basis der o.g. bvse-Studie von 2009 für eine Bilanzierung für Berlin ableitete, dass Alttextilien zu 60% wiederverwendet werden und zu 40% zur Mitverbrennung in Steinkohlekraftwerke gehen. In bvse (2015) sind die dem zugrunde liegenden Angaben für das Jahr 2007 den Zahlen für das Jahr 2013 gegenüber gestellt (s. Tabelle 3.3). Danach ist der Anteil der Wieder- und Weiterverwertung von in Summe 59% im Jahr 2007 auf 75% im Jahr 2013 angestiegen.

Tabelle 3.3: Verwertungswege Alttextilien 2007 und 2013 (bvse 2015)

Verwertungsweg	2007	2013
Wiederverwendung (Second Hand)	43%	54%
Weiterverwendung (Putzlappen)	16%	21%
Verwertung (Recycling)	21%	17%
Verwertung (Thermisch)	10%	6%
Beseitigung	10%	2%

Aufgrund der mittlerweile in Deutschland gegebenen Entwicklung, dass die steigenden Sammelmengen immer schwieriger abgesetzt werden können¹⁸, wird davon ausgegangen, dass die für 2013 berechneten Werte für 2018 nicht mehr repräsentativ sind. Für die SKU-Bilanz wird insofern der Anteil der Wiederverwendung nicht angepasst,

¹⁷ „Alttextilmarkt 2018“: <https://www.bvse.de/themen/geschichte-des-textilrecycling/alttextilmarkt-2015-2016.html> (30.10.2019)

¹⁸ „Textilrecycler kämpfen mit Auswirkungen des Fast-Fashion Debakels“: <https://www.bvse.de/gut-informiert-textil-recycling/pressemitteilungen-textilrecycling/3723-textilrecycler-kaempfen-mit-auswirkungen-des-fast-fashion-debakels.html> (30.10.2019)

sondern vereinfacht mit 60% beibehalten. Umgekehrt ist die Annahme, dass die restliche Menge in Steinkohlekraftwerken mitverbrannt wird nicht mehr zeitgemäß. Hier wurde der Anteil von 17% Recycling nach bvse (2015) übernommen. Für den restlichen Anteil von 23% wurde eine thermische Nutzung in durchschnittlichen EBS-Kraftwerken angesetzt. Beim Recycling werden die Alttextilien nach bvse (2015) zu Fasern aufbereitet, die als Dämmstoffe eingesetzt werden. Als Substitutionsprozess wurde dafür die Herstellung von Steinwolle im mittleren Rohdichtebereich angerechnet¹⁹.

Grundsätzlich zeigt sich hier am Beispiel der Abfallfraktion Alttextilien eine Problematik, die auch weitere Bereiche und Abfallarten betrifft (vgl. Kap. 3.3). Wünschenswert wäre, Zahlen für Alttextilien in Berlin zu erhalten. Dem stehen jedoch fehlende Berichtspflichten gegenüber und eine regelmäßige Primärabfrage wäre aufgrund der Vielzahl an Sammelstellen und Akteuren mit einem sehr hohen Aufwand verbunden bei vermutlich geringem Rücklauf.

Im Falle der Alttextilien, die sich in der Tendenz zu einer problematischen Abfallfraktion entwickeln, sind Optimierungsmöglichkeiten zu empfehlen:

Optimierungsmöglichkeiten

- Die Ist-Situation in Berlin – das Aufkommen an Alttextilien und deren Wiederverwendung und Verwertung – sollte durch eine vom Land beauftragte Studie für geeignete Teilstichproben ermittelt werden. Im Zuge dessen sollte auch die auf Annahmen beruhende Bilanzierung validiert werden.
- Bestehende Aktivitäten im Rahmen der Re-Use Kampagne des Landes Berlin könnten Alttextilien als Sonderthema aufgreifen,
 - um die Berliner Bevölkerung gezielt über Second Hand und Reparaturläden zu informieren,
 - um über Label zu informieren, die faire und hochwertige Textilprodukte auszeichnen
 - bzw. um Kriterien zu erarbeiten und zu vermitteln, wie solche Textilprodukte erkannt werden können.

3.3 Einschätzung gesamtes Abfallaufkommen und Verbleib bestimmter Abfallarten

In der SKU-Bilanz werden nicht nur überlassungspflichtige, sondern auch nicht-überlassungspflichtige Abfallströme beschrieben. Für letztere besteht aufgrund der Deregulierung der abfallrechtlichen Vorgaben keine Berichtspflicht über den Verbleib gegenüber der zuständigen Behörde. Für bestimmte Abfallarten wie für nicht überlassungspflichtige gemischte Siedlungsabfälle und gemischte Bau- und Abbruchabfälle (Kap. 2.2.10) konnte das Referat Kreislaufwirtschaft der Senatsverwaltung eine Sonderabfrage bei Berliner und Brandenburger Vorbehandlungsanlagen etablieren für die regelmäßig auch ein hoher Rücklauf erreicht wird. Für andere Abfallströme ist eine entsprechende Erhebung jedoch nicht realistisch umsetzbar. Beispielsweise gibt es für Altpapier (Kap. 2.1.7) oder Altmetalle (Kap. 2.1.13) eine Vielzahl von gewerblichen Sammlern, Aufbereitern und Händlern, die nicht umfassend bekannt sind. Zudem liegt

¹⁹ Prozess-Datensatz aus OEKOBAU.DAT. Andere Dämmstoffe haben darin demgegenüber geringe Belastungen im GWP100. Bei Naturfasern wie Baumwolle oder Holz ist ein negativer Wert ausgewiesen, vermutlich da eine C-Speicherung berücksichtigt ist.

der Rücklauf bei Abfragen auf freiwilliger Basis üblicherweise nur etwa bei einem Drittel, so dass bestenfalls Teilmengen erfasst werden könnten. Allerdings ist davon auszugehen, dass diese in Berlin anfallenden Wertstoffströme analogen Verwertungswege zugeführt werden, wie es für die in der SKU-Bilanz dokumentierten Mengen angegeben ist. Eine Fehlleitung und minderwertige Entsorgung von gewerblich erfassten Wertstoffen ist insofern nicht zu erwarten, als dass die gewerblichen Akteure gewinnorientiert agieren und entsprechend Erlöse für die gesammelten, aufbereiteten und weiterverkauften Abfallströme erzielen müssen. Bei einer minderwertigen Entsorgung sind entsprechende Erlöse unwahrscheinlich.

Zur Einschätzung des gesamten Abfallaufkommens von Altpapier, E-Schrott (Kap. 2.1.12), Sperrmüll (Kap. 2.1.2) und Krankenhausabfällen (Teilmenge in „sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie“, Kap. 2.2.8) in Berlin wurde eine Frage im Fragebogen an die BSR aufgenommen. In der Rückmeldung wurde mitgeteilt, dass die BSR durch Kundenabwanderung in den Jahren 2010 bis 2012/13 10.000 bis 12.000 Tonnen an Krankenhausabfällen (AVV 18 01 04) an private Entsorger verloren hat, dass man davon ausgeht, dass diese Mengen sowie ggf. weitere Mengen neben der BSR-Menge (2018: 8.400 Mg) weiterhin entsorgt werden und weitere Erkenntnisse nicht vorliegen.

Eine Einschätzung des gesamten Abfallaufkommens in Berlin ist nicht belastbar möglich. Es gibt keine Faustwerte, die eine Hochrechnung der nicht abfallstatistisch erfassten Mengen erlauben würden. Allerdings ist davon auszugehen, dass die nicht bekannten Abfallmengen ebenfalls ordnungsgemäß und schadlos entsorgt werden. So muss beispielsweise für Krankenhausabfälle sichergestellt sein, dass sie thermisch verwertet werden. Insofern werden die o.g. Mengen von etwa 10.000 Mg/a statt im MHKW Ruhleben in anderen thermischen Abfallbehandlungsanlagen mit Verwertungsstatus (R1-Faktor) behandelt. Der Senatsverwaltung liegen keinerlei Informationen vor, dass Abfälle nicht ordnungsgemäß und schadlos entsorgt werden.

Fazit

Für sortenrein getrennt erfasste Abfallfraktionen wie Altpapier und Altmetalle ist davon auszugehen, dass die gewerblich gesammelten Mengen analog hochwertig verwertet werden wie die in der SKU-Bilanz erfassten Mengen. Ähnliches ist für Abfallgemische wie Sperrmüll und LVP und StNVP anzunehmen, die gewerblich erfasst werden. Für E-Schrott bestehen mit der Richtlinie 2012/19/EU (WEEE II) und deren Umsetzung im ElektroG²⁰ nationale Berichtspflichten über die Sammlung und Verwertung. Auch darin neu geregelt ist der Export von EAG, um einer illegalen Verbringung entgegenzuwirken. Insofern ist für E-Schrottmengen, die nicht in der SKU-Bilanz erfasst sind, ebenfalls eine hochwertige Verwertung anzunehmen. Dennoch wären für E-Schrott berlingspezifische Informationen interessant. Zum einen da die nationale Sammelquote für 2019 vermutlich nicht erreicht wurde²¹ und zum anderen da sich die Erfassungssystematik geändert hat (6 Kategorien, s.a. Kap. 6). Hier sollte im Rahmen der nächsten SKU-Bilanz geprüft werden, inwiefern über eine entsprechende Abfrage bei relevanten Akteuren berlingspezifische Informationen erhältlich sein könnten, um die Sammelquote im Land Berlin einschätzen zu können. Im Zuge dessen sollte auch versucht werden, die Bilanzierung für die SKU-Bilanz neu zu recherchieren und anzupassen.

²⁰ Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten vom 20.10.2015.

²¹ Ab 2019 gilt eine Sammelquote von 65% statt vorher 45% bezogen auf das gemittelte Gesamtgewicht der in den 3 Vorjahren in Verkehr gebrachten Elektro- und Elektronikgeräte. Die Sammelquote für 2017 wurde mit 45,08% knapp erreicht. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfallarten/elektro-elektronikaltgeraete#textpart-2> (15.11.2019).

4 Erläuterungen zu den 10 größten Berliner Abfallbehandlungsanlagen

Die SKU-Bilanz wird regelmäßig nach Abfallarten erstellt. Zum Teil werden diese in den gleichen Abfallbehandlungsanlagen behandelt. Die nach ihrer genehmigten Kapazität 10 größten Berliner Abfallbehandlungsanlagen sind in diesem Kapitel kurz nach ihren Stoffströmen und wesentlichen Kenndaten beschrieben. Im Einzelnen handelt es sich um die folgenden 10 Anlagen:

1. Graf Baustoffe, Nonnendamm
2. BTB-Gruppe, Frank-Zappa-Straße
3. RWG I - Schicht, Saalburgstraße
4. RWG I - Schicht, Wiesendamm
5. MHKW Ruhleben
6. MPS Pankow
7. MPS Reinickendorf
8. BSR Biogas West
9. Sortieranlage Hultschiner Damm
10. KSVa Ruhleben

Die jeweils beschriebenen Stoffströme beziehen sich auf die in der SKU-Bilanz umfassten Mengen. Beispielsweise sind dies bei Brech- und Klassieranlagen die mineralischen Abfälle, die in den Steckbriefen Kap. 2.2.1 bis Kap. 2.2.7 beschrieben sind. Sortierreste, nicht-mineralische Abfälle sind nicht umfasst und gemischte Bau- und Abbruchabfälle (AVV 170904) sind über die Sonderabfrage in den nicht-überlassungspflichtigen gemischten Siedlungsabfälle und gemischten Bauabfällen (Kap. 2.2.10) enthalten. Generell ausgenommen sind Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten. Für den Output der Anlagen kann i.d.R. nur der Erstverbleib und teils nur qualitativ angegeben werden. Die Angabe des Endverbleibs bzw. des konkreten Verbleibs ist i.d.R. nicht bekannt. Emissionen sind ebenfalls i.d.R. nicht bekannt. Eine Ausnahme bildet das MHKW Ruhleben, für das im Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) Emissionen berichtet sind und zu dem die BSR jährlich Emissionsmessungen veröffentlicht zur Unterrichtung der Öffentlichkeit.

4.1 Graf Baustoffe, Nonnendamm

In der Abfallbehandlungsanlage der Firma Graf Baustoffe in Berlin-Spandau, Nonnendamm 11-14, werden mineralische Abfälle sortiert und aufbereitet. Die Anlage hat eine Kapazität von 660.000 t/a. Im Jahr 2018 wurden an dieser Anlage rund 277.000 Tonnen mineralische Abfälle angenommen und rund 233.000 Tonnen abgegeben, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Die Input-Output-Differenz ergibt sich aus Sortierresten, nicht-mineralischen Abfällen und Lagerbeständen.

In Abbildung 4.1 sind die nach dem Abfallbericht der Anlage ausgewerteten Stoffströme dargestellt, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Im Output wird vor allem Beton für den Einsatz im Straßen- und Wegebau bereitgestellt. Beton darf in Berlin z.B. für Straßenbaumaterial bis zu je 30% Ziegel und Asphalt bzw. Bauschutt enthalten.

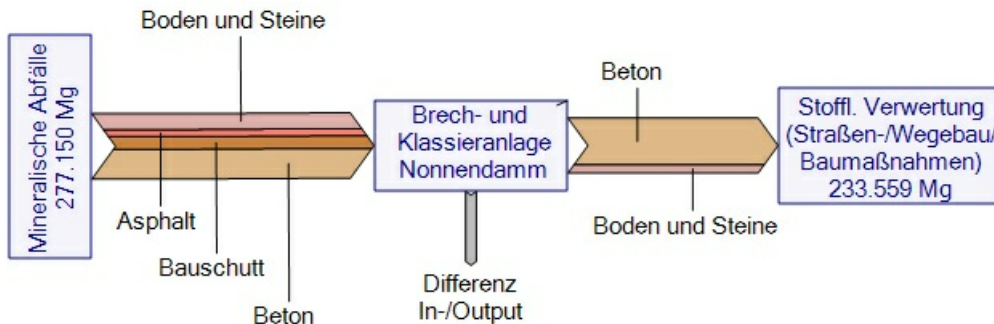


Abbildung 4.1: Stoffströme 2018, Graf Baustoffe, Nonnendamm

4.2 BTB-Gruppe, Frank-Zappa-Straße

In der Abfallbehandlungsanlage der BTB-Gruppe in 12681 Berlin, Frank-Zappa-Straße 25, werden mineralische Abfälle sortiert und aufbereitet. Die Anlage hat eine Kapazität von 600.000 t/a. Im Jahr 2018 wurden an dieser Anlage rund 331.000 Tonnen mineralische Abfälle angenommen und rund 253.000 Tonnen abgegeben, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Die Input-Output-Differenz ergibt sich u.a. aus Naturbaustoffen, denen kein Abfallschlüssel (AVV) zugeordnet ist.

In Abbildung 4.2 sind die nach dem Abfallbericht der Anlage ausgewerteten Stoffströme dargestellt, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Im Output finden sich überwiegend Boden und Steine und aus dem Input wieder sowie sortierte Ziegel.

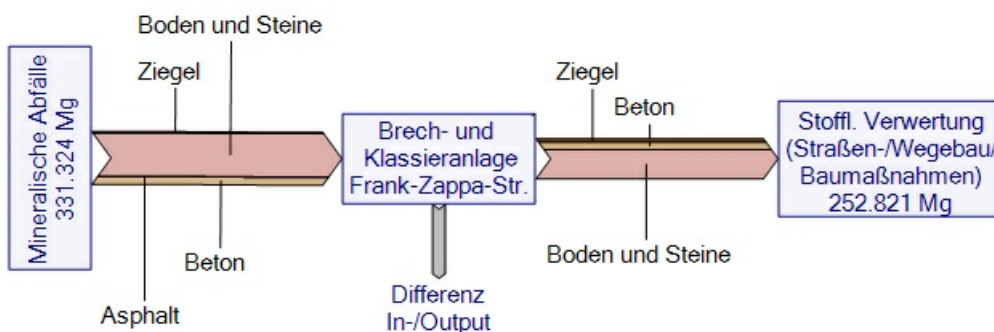


Abbildung 4.2: Stoffströme 2018, BTB-Gruppe, Frank-Zappa-Straße

4.3 RWG I – Schicht, Saalburgstraße

In der Abfallbehandlungsanlage RWG I – Schicht in 12099 Berlin, Saalburgstraße 3, werden mineralische Abfälle sortiert und aufbereitet. Die Anlage hat eine Kapazität von 500.000 t/a. Im Jahr 2018 wurden an dieser Anlage rund 243.000 Tonnen minera-

liche Abfälle angenommen und rund 243.000 Tonnen abgegeben, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind.

In Abbildung 4.3 sind die nach dem Abfallbericht der Anlage ausgewerteten Stoffströme dargestellt, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Im Output wird vor allem Beton für den Einsatz im Straßen- und Wegebau bereitgestellt. Eine kleinere Menge Baustoffe auf Gipsbasis ist zur Beseitigung aussortiert.

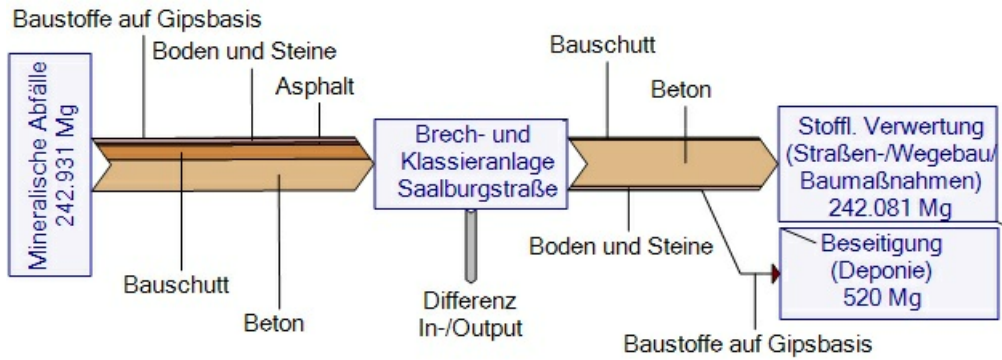


Abbildung 4.3: Stoffströme 2018, RWG I - Schicht, Saalburgstraße

4.4 RWG I – Schicht, Wiesendamm

In der Abfallbehandlungsanlage RWG I – Schicht in 13597 Berlin, Wiesendamm 32, werden mineralische Abfälle sortiert und aufbereitet. Die Anlage hat eine Kapazität von 470.000 t/a. Im Jahr 2018 wurden an dieser Anlage rund 277.000 Tonnen mineralische Abfälle angenommen und rund 293.000 Tonnen abgegeben, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Die Input-Output-Differenz ergibt sich v.a. aus Lagerbeständen.

In Abbildung 4.4 sind die nach dem Abfallbericht der Anlage ausgewerteten Stoffströme dargestellt, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Im Output wird vor allem Beton für den Einsatz im Straßen- und Wegebau bereitgestellt.

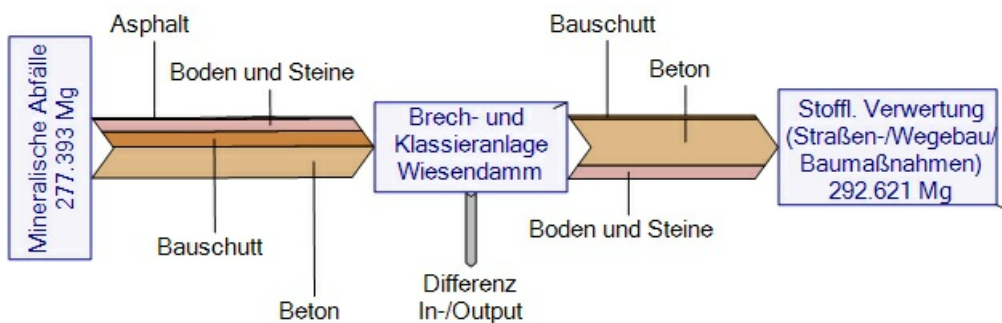


Abbildung 4.4: Stoffströme 2018, RWG I - Schicht, Wiesendamm

4.5 MHKW Ruhleben

Im Müllheizkraftwerk (MHKW) der BSR in Berlin-Ruhleben, Freiheit 24-25, werden Restabfälle thermisch behandelt. Die Anlage hat eine Kapazität von 520.000 t/a²². Im Jahr 2018 wurden an dieser Anlage rund 581.000 Tonnen Restabfälle angenommen und rund 122.000 Tonnen abgegeben, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Die Input-Output-Differenz ergibt sich durch die thermische Oxidation und durch Abfälle, die gefährliche Stoffe beinhalten (z.B. Rauchgasreinigungsrückstände).

In Abbildung 4.5 sind die nach der BSR-Entsorgungsbilanz (BSR 2019) und dem Abfallbericht ausgewerteten Stoffströme dargestellt, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Die energetisch verwertete Menge ist als Differenz des Anlageninput und der Verbrennungsrückstände berechnet.

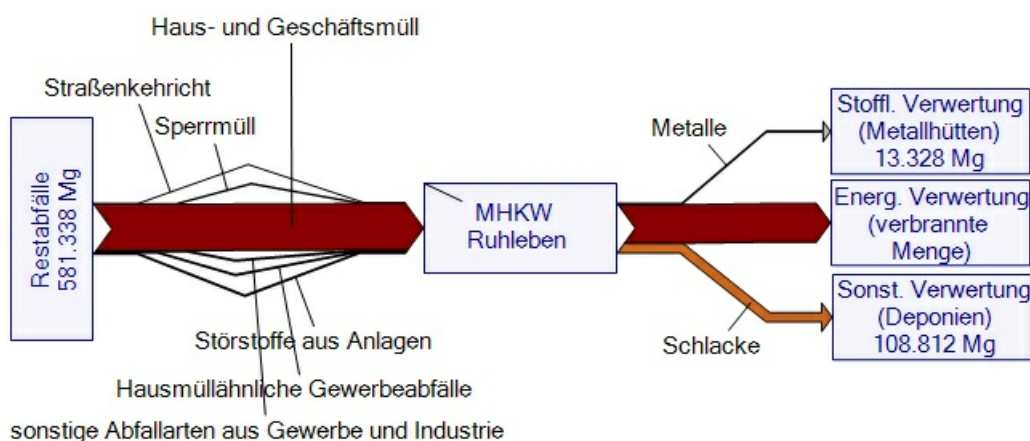


Abbildung 4.5: Stoffströme 2018, BSR MHKW Ruhleben

Zu Emissionen des MHKWs stehen der Öffentlichkeit Informationen zum einen über das PRTR zur Verfügung und zum anderen durch die jährlich von den BSR veröffentlichten Emissionsmessungen zur Unterrichtung der Öffentlichkeit²³.

4.6 MPS Pankow

In der Mechanisch-physikalischen Stabilisierungsanlage (MPS) der BSR in Berlin-Pankow, Am Vorwerk 7, werden Restabfälle sortiert und aufbereitet. Die Anlage hat eine Kapazität von 190.000 t/a. Im Jahr 2018 wurden an dieser Anlage rund 165.000 Tonnen Restabfälle angenommen und abgegeben, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Im Jahr 2018 handelte es sich dabei ausschließlich um Hausmüll inkl. Geschäftsmüll (vgl. Kap. 2.1.1).

²² Dabei handelt es sich um die genehmigungsrechtlich beschränkte Durchsatzkapazität. Bezogen auf die technisch mögliche Feuerungswärmeleistung kann mehr verbrannt werden (s. AWK 2019).

²³ Für 2018: (https://www.bsr.de/assets/downloads/Emissionsmessung_MHKW_Ruhleben_2018.pdf (26.10.2019))

In Abbildung 4.6 sind die nach der BSR-Entsorgungsbilanz (BSR 2019) und dem Abfallbericht ausgewerteten Stoffströme dargestellt, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind.

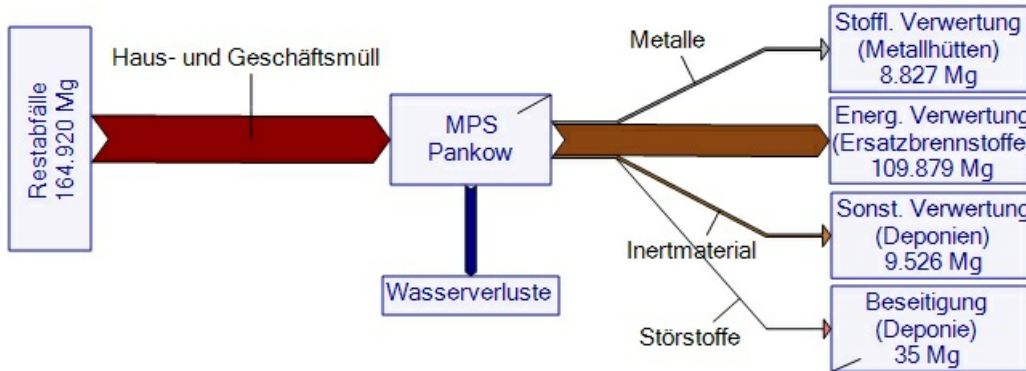


Abbildung 4.6: Stoffströme 2018, MPS Pankow

4.7 MPS Reinickendorf

In der Mechanisch-physikalischen Stabilisierungsanlage (MPS) der BSR und ALBA in Berlin-Reinickendorf, Markscheiderstraße 38, werden Restabfälle sortiert und aufbereitet. Die Anlage hat eine Kapazität von 190.000 t/a. Im Jahr 2018 wurden an dieser Anlage rund 157.000 Tonnen Restabfälle angenommen und abgegeben, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind.

In Abbildung 4.7 sind die nach der BSR-Entsorgungsbilanz (BSR 2019), dem Abfallbericht sowie nach der Sonderabfrage für nicht überlassungspflichtige gemischte Siedlungsabfälle und gemischte Bau- und Abbruchabfälle (s. Kap. 2.2.10) ausgewerteten Stoffströme dargestellt, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind (außer 256 Mg Sperrmüll wegen geringerem Mengenanteil, s. Kap. 2.1.2).

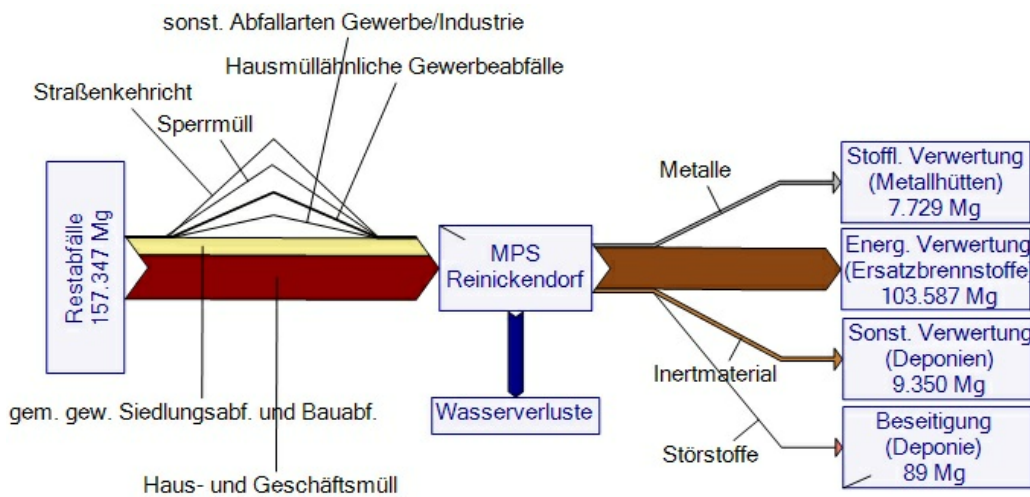
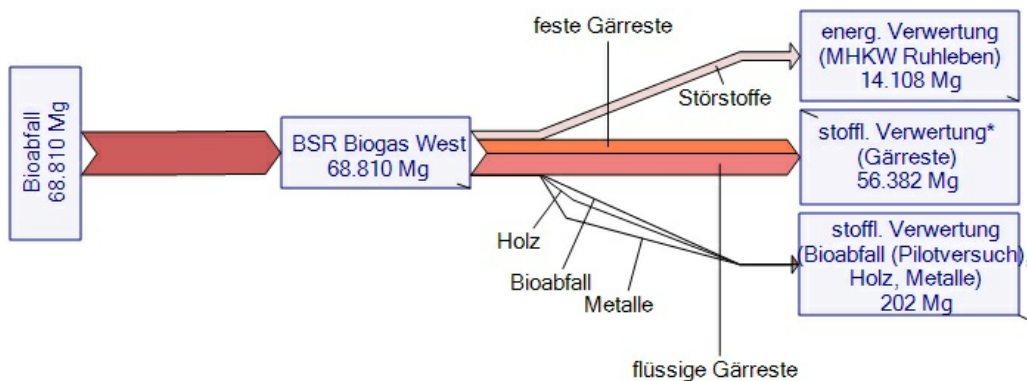


Abbildung 4.7: Stoffströme 2018, MPS Reinickendorf

4.8 BSR Biogas West

In der Biogasanlage BSR Biogas West in Berlin-Ruhleben, Freiheit 16, werden Bioabfälle (Biotonne) sortiert und aufbereitet. Die Anlage hat eine Kapazität von 72.000 t/a. Im Jahr 2018 wurden an dieser Anlage rund 69.000 Tonnen Bioabfälle angenommen und rund 71.000 Tonnen abgegeben, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Die Input-Output-Differenz ergibt sich aus Lagereffekten und Wasserergänzung (BSR 2019).

In Abbildung 4.8 sind die nach der BSR-Entsorgungsbilanz (BSR 2019) und dem Abfallbericht ausgewerteten Stoffströme dargestellt, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind (vgl. Kap. 2.1.3).



*) die kombiniert stofflich und energetisch verwertete Menge ist in der SKU-Bilanz der Recyclingquote zugeordnet.

Abbildung 4.8: Stoffströme 2018, BSR Biogas West

4.9 ALBA Hultschiner Damm

In der Sortieranlage der ALBA Group in 12623 Berlin, Hultschiner Damm 335, werden Verpackungsabfälle sortiert. Die Anlage hat eine Kapazität von 140.000 t/a. Im Jahr 2018 wurden an dieser Anlage rund 87.000 Tonnen Leichtverpackungs- und Stoffgleiche Nichtverpackungsabfälle (LVP + StNVP) angenommen und abgegeben, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Die gemäß Mengenstromnachweis und dem Abfallbericht ausgewerteten Stoffströme entsprechen den im Steckbrief dargestellten Stoffströmen (s. Kap. 2.1.8).

4.10 KSVa Ruhleben

In der Klärschlammverbrennungsanlage (KSVa) der BWB in Berlin-Ruhleben, Freiheit 17, werden ungefaulte und gefaulte Klärschlamm thermisch behandelt. Im Jahr 2018 wurden in dieser Anlage rund 212.000 Tonnen Klärschlamm eingesetzt (rd. 58.000 Tonnen Trockensubstanz) und rund 10.500 Tonnen abgegeben (Schlacke), die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Die Input-Output-Differenz ergibt sich v.a. durch die thermische Oxidation.

In Abbildung 4.9 sind die nach Angaben der BWB (Fragebogen) ausgewerteten Stoffströme dargestellt, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Die energetisch verwerte-

te Menge ist als Differenz des Anlageninput und der Verbrennungsrückstände berechnet. Die Behandlung über die KSVA ist als Beseitigung eingestuft (s. Kap. 10.1).

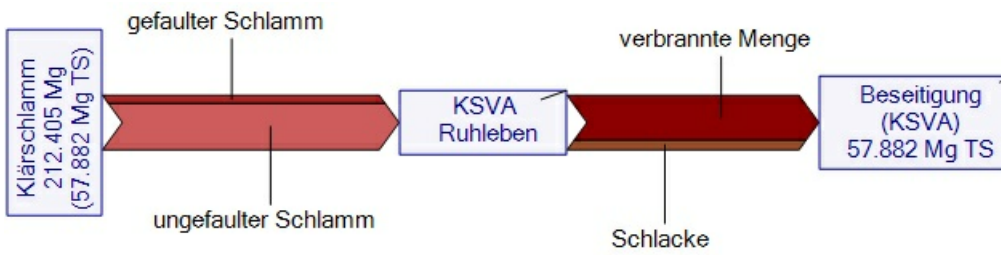


Abbildung 4.9: Stoffströme 2018, BWB KSVA Ruhleben

Aus der Verbrennung fällt REA-Gips über die Rauchgasreinigung an. Dieser Abfall ist nicht in der SKU-Bilanz umfasst und wird hier nachrichtlich erwähnt: Im Jahr 2018 fielen 4.520 Tonnen REA-Gips an, die vollständig zur stofflichen Verwertung zum Zementwerk Rüdersdorf gingen.

5 Aktualisierungen

Für die vorliegende SKU-Bilanz wurden Anpassungen vorgenommen. Hierbei handelt es sich um Aktualisierungen im Hinblick auf Emissionsfaktoren für Strom und Kenndaten für Haus- und Geschäftsmüll.

5.1 Emissionsfaktoren für Strom

Mit der SKU-Bilanz 2016 wurden Emissionsfaktoren für Energie umfassend aktualisiert. Es wurden sowohl Emissionsfaktoren für Strom als auch für Wärme und Brennstoffe angepasst. Eine erneute Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Wärme und Brennstoffe sollte für die SKU-Bilanz 2020 neu geprüft werden, wobei die Treibhausgasemissionen der Brennstoffvorketten von nachgelagerter Bedeutung sind gegenüber den direkten Emissionen der Verbrennung. Emissionsfaktoren für Strom sollten aufgrund der zunehmenden Defossilierung der Stromerzeugung in Deutschland regelmäßig geprüft und aktualisiert werden. In diesem Sinne wurde für die SKU-Bilanz 2018 der Emissionsfaktor für Strom mit dem aktuell verfügbaren Wert für die durchschnittliche Stromerzeugung in Deutschland 2017 angepasst. Entsprechende Werte werden mit dem ifeu-Kraftwerksparkmodell generiert²⁴ unter Verwendung der aktuellsten Daten von EUROSTAT und von der Internationalen Energieagentur (IEA). Die in Tabelle 5.1 angegebenen Werte beziehen sich auf die durchschnittliche Stromerzeugung in Deutschland für das Bezugsjahr 2011 (SKU-Bilanz bis 2014), das Bezugsjahr 2015 (SKU-Bilanz 2016) und das Bezugsjahr 2017 (SKU-Bilanz 2018) und damit weitmöglich auf das jeweils aktuellste Bezugsjahr.

In den Emissionsfaktoren für 2018 setzte sich der rückläufige Trend insbesondere für die Klimagase und den KEA fossil fort. 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. Etwas anders stellt sich die Situation für Quecksilberemissionen dar. Bisher waren diese (wie alle Emissionen) in einem Bottom-Up Ansatz anhand von Stoffstromdaten berechnet (Quecksilbergehalt Brennstoff, Rauchgasreinigungsminderung). Für das Jahr 2017 wurde dieser Ansatz durch einen Top-Down Ansatz validiert. Die berechneten Emissionen wurden mit den Einträgen im „Pollutant Release and Transfer Register“ (PRTR) abgeglichen. Im Ergebnis zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung bei den meisten Emissionen. Bei Quecksilber fallen die Emissionen etwas höher aus, hier war vermutlich der durchschnittliche Quecksilbergehalt im Brennstoff unterschätzt. Dies geht auf die in der Praxis gegebene hohe Bandbreite an Quecksilbergehalten in Kohlen zurück (vgl. auch ifeu (2015) zu Hg-Minderungsmöglichkeiten).

²⁴ <https://www.ifeu.de/projekt/stromerzeugungkraftwerkspark-modell/>

Tabelle 5.1: Zeitverlauf Emissionsfaktoren für Strom

Emissionsfaktor	
Klimagase in g CO₂-Äq/kWh	
SKU-Bilanz bis 2014	743 für Berlin, 633 für Bundesebene
SKU-Bilanz 2016	585
SKU-Bilanz 2018	562
KEA fossil in MJ/kWh	
SKU-Bilanz bis 2014	7,4 für Berlin, 6,3 für Bundesebene
SKU-Bilanz 2016	5,6
SKU-Bilanz 2018	5,2
NOx in g/kWh	
SKU-Bilanz bis 2014	0,56 für Berlin, 0,78 für Bundesebene
SKU-Bilanz 2016	0,77
SKU-Bilanz 2018	0,65
Hg in mg/kWh	
SKU-Bilanz bis 2014	0,006 für Berlin, 0,017 für Bundesebene
SKU-Bilanz 2016	0,015
SKU-Bilanz 2018	0,025

5.2 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, war 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 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 abgeglichen. Ähnlich wurde mit Inertanteilen in Verbindung mit Schlackemengen verfahren.

Für die SKU-Bilanz 2016 wurden die Werte anhand der für das Jahr 2014 durchgeführten Haus- und Geschäftsmülluntersuchung (ARGUS 2015) aktualisiert (vgl. ifeu 2017a). Die prozentuale Abfallzusammensetzung wurde wieder mit anderen Daten für 2014 zur Plausibilisierung abgeglichen und wiederum z.B. die Metallgehalte angepasst, um den angegebenen Heizwert rechnerisch nachbilden zu können und dadurch rechnerisch zu plausiblen Werten für den fossilen und regenerativen Kohlenstoffgehalt zu gelangen.

Dieses Vorgehen, die Kohlenstoffgehalte näherungsweise zu berechnen, ist für die SKU-Bilanz 2018 nicht mehr erforderlich. Im Rahmen der für das Jahr 2018 durchgeführten Haus- und Geschäftsmülluntersuchung (ARGUS 2019) wurden erstmals auch Kohlenstoffgehalte (gesamt, biogen, fossil) bestimmt und ausgewiesen, die für die Bilanzierung verwendet werden.

Ungeachtet dessen sind zwei kleinere Anpassungen erforderlich. Zum einen wurden auch für 2018 die Analysewerte für Metalle den Metallausbeuten der Behandlungsanlagen (MHKW, MPS) gegenübergestellt. Outputseitig wurden dabei die Angaben der BSR-Entsorgungsbilanz (BSR 2019) verwendet und anhand der aus den Abfallberichten bekannten Fe- und NE-Anteile sowie den festgelegten Ausbeuten²⁵ die absoluten Reinmetallausbeuten berechnet. Der resultierende Summenwert überschreitet die Metallmenge der Haus- und Geschäftsmülluntersuchung, so dass auch für die SKU-Bilanz 2018 der Metallgehalt modifiziert und auf 3,0% hochgesetzt wurde. Zum Ausgleich wurde wie in den Vorjahren die Differenzmenge bei der Fraktion „Sonstige“ abgezogen, auch wenn dies für die SKU-Bilanz 2018 nicht mehr von Relevanz ist. Tabelle 5.2 zeigt die Werte der Sortieranalysen für die Jahre 2009, 2014 und 2018 und die modifizierten Rechenwerte für die SKU-Bilanzen 2010-2014, 2016 und 2018.

Tabelle 5.2: Zeitverlauf Abfallzusammensetzung für Haus- und Geschäftsmüll – jeweils nach Sortieranalysen und modifizierte Zusammensetzung (Rechenwerte)

Abfallfraktion	Werte nach (ARGUS 2009)	Rechenwerte 2010-2014	Werte nach (ARGUS 2015)	Rechenwerte 2016	Werte nach (ARGUS 2019)	Rechenwerte 2018
PPK	12,1%	12,1%	9,5%	9,5%	9,5%	9,5%
Glas	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%
Kunststoffe	7,0%	7,0%	8,3%	8,3%	7,1%	7,1%
Metalle	2,1%	4,5%	2,2%	4,5%	2,1%	3,0%
Organik	42,5%	42,5%	43,7%	43,7%	48,1%	48,1%
Holz	0,4%	0,4%	1,8%	1,8%	0,8%	0,8%
Textilien	3,2%	3,2%	3,3%	3,3%	3,9%	3,9%
Verbunde	9,4%	9,4%	5,0%	5,0%	6,4%	6,4%
Rest < 10	4,4%	4,4%	6,5%	6,5%	4,6%	4,6%
Sonstige	10,3%	2,5%	10,1%	4,5%	8,6%	7,6%
Inertes	2,1%	7,8%	3,2%	6,5%	1,9%	1,9%

²⁵ Metallausbeuten: MHKW Schlacke 90% Fe-Metalle, 87% NE-Metalle; MPS-Anlagen 78% Fe-Metalle, 34% NE-Metalle; vgl. ifeu 2017a, Kap. 3.5, Tabelle 3.7.

Eine weitere kleine Anpassung ist erforderlich, da die Analyse der Parameter Heizwert und Kohlenstoffgehalt nach (ARGUS 2019) ohne die Sortierfraktionen Metalle, Elektrogeräte und Problemstoffe vorgenommen wurde²⁶. Für Metalle sind jedoch der Heizwert und der Kohlenstoffgehalt mit Null zu bewerten. Entsprechend wurde für die Metallfraktion eine Korrektur vorgenommen (für Elektrogeräte und Problemstoffe ist vereinfacht Gleichverteilung unterstellt). In (ARGUS 2019) ist der ermittelte Heizwert mit 8.983 kJ/kg angegeben und der fossile Kohlenstoffgehalt mit 8,6% bezogen auf die Originalsubstanz. Die Anpassung für die Metallmenge im Haus- und Geschäftsmüll führt zu den in Tabelle 5.3 gezeigten Werten für 2018, die für die Bilanzierung verwendet werden.

Tabelle 5.3: Zeitverlauf ermittelte Kenndaten für Haus- und Geschäftsmüll

Abfallfraktion	Einheit	2010-2014	2016	2018
Heizwert	MJ/kg FS	8,313	8,109	8,797
C fossil	in % FS	7,8	8,0	8,4

Die Unterschiede zwischen den bisherigen und den neuen Werten sind vergleichsweise gering. Im Ergebnis resultieren für die Anteile der Abfallart Haus- und Geschäftsmüll, die direkt energetisch verwertet werden, leicht höhere direkte fossile CO₂-Emissionen. Umgekehrt führt der etwas höhere Heizwert zu etwas höheren Nettoentlastungen für die Energieerzeugung aus Abfall. In Summe macht sich der Einfluss im Ergebnis wenig bemerkbar bzw. wird von anderen Aktualisierungen überlagert.

²⁶ Aus Gründen des Gesundheitsschutzes und da sich keine repräsentative homogene Probe erzeugen lässt.

6 Recyclingquote - EU Berechnungsvorschrift und SKU-Bilanz

Die Europäische Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EG) gibt in Artikel 11 Zielvorgaben für die „Vorbereitung zur Wiederverwendung und Recycling“ vor und in Artikel 11a „Bestimmungen für die Berechnung der Erreichung der Zielvorgaben“. Grundsätzlich wird bereits hier festgelegt, dass das Gewicht der recycelten Siedlungsabfälle zu bestimmen ist, wenn die Abfälle dem Recyclingverfahren zugeführt werden. Abweichend kann das Gewicht auch anhand des Outputs eines Abfallsortierverfahrens bestimmt werden, sofern dieser Output anschließend recycelt wird. Um eine einheitliche Methodik zur Berechnung sicherzustellen erlässt die Kommission Durchführungsrechtsakte (eigentlich bis 31.03.2019). Der erste Durchführungsbeschluss wurde am 7. Juni 2019 erlassen (EU 2019). Ein weiterer Beschluss zur Ermittlung der durchschnittlichen Verlustquoten für Abfallmaterialien, die aus sortierten Abfällen durch eine weitere Vorbehandlung vor dem Recycling entfernt werden, soll gesondert beschlossen werden (EU 2019).

Im Durchführungsbeschluss 2019/1004 (EU 2019) werden insbesondere folgende Aspekte konkretisiert:

**Durchführungsbeschluss
(EU) 2019/1004**

- Artikel 2: für die Wiederverwendung können die Siedlungsabfälle angerechnet werden, die nach Kontroll-, Reinigungs-, Reparaturverfahren ohne weitere Sortierung oder Vorbehandlung wiederverwendet werden können (während der Reparatur entfernte Teile können für die Menge zur Wiederverwendung berücksichtigt werden).
- Artikel 3: für recycelte Siedlungsabfälle sind Berechnungspunkte festgelegt (Anhang I). Angerechnet werden kann die Menge der Abfälle, die an diesen Berechnungspunkten nicht mehr als Abfall angesehen werden²⁷ und/oder die Menge der Zielmaterialien (plus die Menge der für ein bestimmtes Recyclingverfahren erlaubten Nichtzielmaterialien). Bezieht sich der Messpunkt auf den Output von Sortieranlagen, sind etwaige weitere Verluste abzuziehen (an der Recyclinganlage abgelehnte Mengen, bei einer weiteren Vorbehandlung entfernte Abfälle). Werden Abfälle hauptsächlich zur Energieerzeugung verwendet, können nur Metalle als recycelt angerechnet werden, insofern diese nach der Verbrennung abgetrennt und recycelt werden (Berechnungsvorschrift Artikel 5 und Anhang III).
- Artikel 4: für recycelte biologische Siedlungsabfälle werden Mengen berücksichtigt, die tatsächlich der aeroben oder anaeroben Behandlung unterzogen werden, abzüglich während oder danach mechanisch abgetrennter Mengen. Ab dem 01.01.2027 können nur Mengen als recycelt angerechnet werden, die

²⁷ Verordnungen über Kriterien für das Ende der Abfalleigenschaft liegen bislang für Eisen-, Stahl-, Aluminiumschrott (2011/333/EU), Kupferschrott (2013/715/EU) und Glasbruch (2012/1179/EU) vor. https://ec.europa.eu/environment/waste/framework/end_of_waste.htm (9.12.2019)

getrennt erfasst werden oder an der Anfallstelle getrennt und recycelt werden (Berechnungsmethodik Anhang II).

In der SKU-Bilanz werden Recycling- und Verwertungsquoten für jede untersuchte Abfallfraktion ausgewiesen sowie für die Summe der im Bilanzjahr behandelten Abfallmenge²⁸. Die für die SKU-Bilanz definierten Recycling- und Verwertungsquoten (Anhang, Kap. 10.1) stimmen weitgehend mit den EU Vorgaben überein. Abweichungen gibt es in bisher nicht so klar definierten Bereichen.

So wird beispielsweise für die Wiederverwendung in der Abfallrahmenrichtlinie auf Produkte und Produktbestandteile abgehoben, die „zu Siedlungsabfall geworden sind“. Danach wären darin nur Abfälle umfasst, die z.B. auf Recyclinghöfen abgegeben wurden, nicht aber Spenden, Secondhandwaren oder verkaufte Gebrauchsgüter. Dies ist i.d.R. in der SKU-Bilanz zwangsläufig umgesetzt, da die letztgenannten Mengen nicht als Abfallaufkommen erfasst werden (können). Einzige Ausnahme bilden die Alttextilien, deren Aufkommen und anteilige Wiederverwendung abgeschätzt ist und in der Recyclingquote berücksichtigt ist. Dies könnte künftig separat berichtet werden. Allerdings liegt der Einfluss auf die gesamte Recyclingquote für Berlin im Nachkommastellenbereich.

Wiederverwendung in der SKU-Bilanz

Für recycelte Siedlungsabfälle ist der Berechnungspunkt nach Anhang I in EU (2019) der Input in die Recyclinganlage. Z.B. für Glas der Glasöfen, für Papier der Pulper, für Kunststoffe der Extruder, für Metalle der Schmelzöfen, für Holz die Spanplattenfabrik. Die entsprechenden Anlagen sind jedoch keine Abfallanlagen und entsprechend nicht berichtspflichtig, so dass notwendigerweise für die Berechnung der Recyclingquote auf den Output von Sortieranlagen und auf Annahmen bzw. Durchschnittswerte zurückgegriffen werden muss. In der SKU-Bilanz werden z.B. für Altpapier und Altglas – wie auch in EU (2019) vorgegeben – nur die Mengen als recycelt angerechnet, die in die Glashütte bzw. die Papierfabrik (Pulper) eingehen. Sortierreste wie Verschlüsse, Störstoffe sind abgezogen. Deren Menge geht auf durchschnittliche Werte für Deutschland zurück. Für komplexe Abfallfraktionen wie Leichtverpackungsabfälle (LVP) oder E-Schrott ist bisher der Output von Sortieranlagen bzw. Zerlegeeinrichtungen zur stofflichen Verwertung als recycelt angerechnet. Hier bedarf es weitergehender Informationen v.a. für E-Schrott aufgeschlüsselt nach den aktuell gültigen Kategorien der Richtlinie 2012/19/EU (Anhang III)²⁹ statt den bislang verfügbaren Angaben nach Brauner Ware, Weißer Ware und Kühlgeräten. Die Bilanzierung der LVP und Stoffgleichen Nichtverpackungen (StNVP) berücksichtigt die weitere Aufbereitung nach Sortierung und auch die energetische Verwertung der Aufbereitungsreste, die Modellierung müsste jedoch ebenfalls disaggregiert werden, um die Reste von den recycelten Mengen abzuziehen. Eine entsprechende Anpassung sollte für die SKU-Bilanz dann vorgenommen werden, wenn der o.g. Beschluss zur Ermittlung der durchschnittlichen Verlustquoten vorliegt, um die bislang angesetzten durchschnittlichen Werte damit abgleichen zu können.

Recycelte Siedlungsabfälle in der SKU-Bilanz

Recycelte biologische Siedlungsabfälle umfassen in der SKU-Bilanz alle getrennt erfassten organischen Abfallarten, die biologisch behandelt werden sowie auch die Eigen-

Recycelte biologische Siedlungsabfälle in der SKU-Bilanz

²⁸ Entsprechend könnten alle Optionen nach Beschluss 2011/753/EU beantwortet werden (Anwendung der Zielvorgaben auf bestimmte Abfallfraktionen, Haushaltsabfälle oder Siedlungsabfälle).

²⁹ Seit dem 15.08.2018 sind Elektro- und Elektronikaltgeräte (EAG) in die 6 Gerätekategorien des Anhang III einzustufen (Artikel 2 (1)b 2012/19/EU).

kompostierung und die anteilige Eigenverwertung durch Mulchung vor Ort (nur bei Baum- und Strauchschnitt). In EU (2019) bezieht sich die in Anhang II beschriebene Berechnungsmethodik auf an der Anfallstelle getrennte und recycelte Mengen und darauf wie diese Mengen ermittelt werden sollen. Nach der vorgegebenen Formel ist dazu die Anzahl der aktiven Recyclingeinrichtungen zu ermitteln (gemäß Anlagenregister oder durch Erhebung bei Haushalten) sowie die darin behandelten Mengen durch direkte oder indirekte Messung, jeweils in statistisch abgesicherten Teilstichproben. Die direkte Mengenmessung kann durch Behörden oder in deren Auftrag durchgeführt werden oder durch Eigenmessung der Abfallerzeuger (wobei als Plausibilitätsprüfung sicherzustellen ist, dass die gemeldete Menge nicht das durchschnittliche Pro-Kopf-Aufkommen übersteigt). Bei der indirekten Messung werden die Mengen biologischer Abfälle als Differenz aus der Abfallzusammensetzung in Gebieten mit und ohne Eigenkompostierung berechnet. Letzteres könnte für die SKU-Bilanz interessant sein, insofern entsprechende repräsentative Sortieranalysen vorliegen oder erhoben werden können. Die in der SKU-Bilanz berücksichtigte Menge wurde 2009 auf Basis unversiegelter Gartenflächen abgeschätzt und seither konstant übernommen, da keine signifikante Flächenänderung erwartet ist. Allerdings ist die Eigenkompostierung für das Land Berlin (und Deutschland insgesamt) als wenig vorteilhaft anzusehen, da i.d.R. höhere Klimagasemissionen anfallen als bei zentralen Behandlungsanlagen und oft kein Bedarf für Humus oder Nährstoffe in den Gärten besteht. Entgegen der EU-Position, die Eigenkompostierung zu fördern (Artikel 22 Abfallrahmenrichtlinie), sollten aus Klima- und Umweltschutzsicht in Berlin vielmehr Anstrengungen darauf gelegt werden, diese Mengen getrennt zu erfassen und einer kombinierten energetischen und stofflichen Verwertung in emissionsarmen Behandlungsanlagen zuzuführen.

Werden Siedlungsabfälle direkt thermisch genutzt, werden die aus der Schlacke abgetrennten und verwerteten Metallmengen in der Bilanzierung der SKU-Bilanz berücksichtigt und die abgetrennte Menge wird auf die Recyclingquote angerechnet. Dies ist der Fall, wenn Abfälle direkt im MKW-Ruhleben oder in diversen thermischen Anlagen behandelt werden für die eine durchschnittliche thermische Behandlungsanlage bilanziert ist. Dieses Vorgehen entspricht nicht vollständig der Berechnungsvorschrift nach Anhang III in EU (2019). Während in der SKU-Bilanz bislang der Output der Schlackeaufbereitung (Metallkonzentrat) in die Recyclingquote eingeht, ist hierfür nach EU (2019) nur der Reinmetallgehalt anzurechnen (Metallmasse in Metallkonzentraten). Dies kann in der SKU-Bilanz angepasst werden, da die Metallausbeuten in der Bilanzierung enthalten sind. Eine einzelne weitere Abweichung in der Quotenberechnung der SKU-Bilanz betrifft die Verwertung von Altreifen und den darin enthaltenen Stahl. Bei der energetischen Verwertung durch Mitverbrennung im Zementwerk ist hier die mitverbrannte Metallmenge, durch die Roheisen bzw. Eisenerz als Rohmaterial der Klinkerherzeugung ersetzt wird, auf die Recyclingquote angerechnet. Nach Artikel 3, Absatz 7 in EU (2019) ist dies jedoch nicht zulässig. Auch dies könnte angepasst werden, wobei unklar ist, warum die EU Kommission so entschieden hat.

Metalle bei energetischer Verwertung in der SKU-Bilanz

Die Vorgaben des Durchführungsbeschlusses (EU) 2019/1004 sind v.a. mit Blick auf die Berechnung der Zielvorgaben der Jahre 2025, 2030 und 2035 relevant. Bis dahin werden vermutlich auch die nationalen statistischen Daten zu Recycling- und Verwertungsquoten entsprechend angepasst. Für eine Anpassung der Quotenberechnung in der SKU-Bilanz sollte zunächst geklärt werden, welche Anpassungen erfolgen sollten und insbesondere für die komplexen Abfallarten LVP und E-Schrott, welche Daten ermittelt werden können. Hierzu wird empfohlen, zunächst den EU-Beschluss zur Ermittlung der durchschnittlichen Verlustquoten für Abfallmaterialien abzuwarten.

Mögliche Anpassungen in der SKU-Bilanz

7 Bewertung von Strom und Wärme aus Abfallverbrennung

Die Klimawirkung von Strom und Wärme, die aus der Abfallverbrennung in Müllverbrennungsanlagen oder EBS-Kraftwerken (zusammengefasst „Thermische Behandlungsanlagen“, TABs) erzeugt werden, wird in verschiedenen Zusammenhängen unterschiedlich bewertet.

Die Unterschiedlichkeit ergibt sich, da die moderne Abfallverbrennung verschiedene Funktionen erfüllt, die Abfallentsorgung und eine Energieerzeugung. Dabei ist und war die ordnungsgemäße und schadlose Entsorgung von Abfällen primärer Zweck der thermischen Abfallbehandlungsanlagen. Über die letzten Jahrzehnte wurde jedoch zunehmend zusätzlich die bei der Verbrennung entstehende Energie genutzt, so dass mittlerweile thermische Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland, aber auch in der EU, durch die Abfallverbrennung regelmäßig auch Energie erzeugen und für eine Drittnutzung bereitstellen. In Deutschland erzeugen die meisten TABs Strom und Wärme durch Dampfnutzung über eine Turbine. Einige Anlagen erzeugen nur Strom oder stellen Prozessdampf bereit (vgl. Flamme et al. 2018).

Die Frage einer Zuordnung der bei der Abfallverbrennung entstehenden Emissionen und der dadurch ausgelösten Umweltwirkungspotenziale stellt sich immer dann, wenn mehrere Systeme oder Sektoren isoliert betrachtet werden bzw. wenn nur eine der Funktionen von TABs – die Entsorgungsdienstleistung, die Stromerzeugung oder die Wärmeerzeugung – im Fokus steht. Für die Bewertung von Klimawirkungen stellt sich dann die sogenannte Allokationsfrage, *welcher Anteil der entstehenden fossilen CO₂-Emissionen aus der Abfallverbrennung wird dem Abfall (oder sogar vorgelagert dem Produkt), wie viel dem erzeugten Strom und wie viel der erzeugten Wärme zugeordnet?* Bei der Zuordnung stehen dabei nicht immer physikalische Zusammenhänge im Vordergrund. Eine Bewertung kann auch politisch motiviert sein, um ein bestimmtes angestrebtes Ziel zu unterstützen oder auch um eine Schlechterstellung in einem isolierten System zu vermeiden. Das Risiko, dass sich dahinter verbirgt, ist, dass das Gesamtsystem dabei aus den Augen verloren werden kann. Es kann zu Fehlentwicklungen kommen, weil die realen, physikalischen Emissionen „wegargumentiert“ wurden.

Allokationsfrage

Für die Abfallverbrennung gelten – wie generell für die Abfallbehandlung – die Vorgaben nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG). Oberste Prämisse für jedwede Bewertung ist deswegen, dass immer zu beachten ist, dass die Vorgaben des KrWG nicht verletzt werden oder in Gefahr laufen verletzt zu werden. Das KrWG dient dem Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit. Vorrangig ist Abfall so zu behandeln, dass dieser Schutz am besten gewährleistet wird. Generell ist hierzu die Behandlungsart durch die Abfallhierarchie vorgegeben, dass Abfälle vorrangig zu vermeiden, wieder- oder weiterzuverwenden und zu recyceln sind. Die Energieerzeugung aus Abfall, die energetische Verwertung, ist dem grundsätzlich nachgelagert. Eine Fehlentwicklung wäre, wenn eine positive Bewertung von Energie aus Abfall in z.B. energiewirtschaftlichen Systemen dazu führen könnte, dass die Abfallhierarchie bzw. der Vorrang von ökologisch vorteilhaften Behandlungsarten verletzt wird.

Priorisierung – oberste Prämisse KrWG

Allgemein werden CO₂-Emissionen im Rahmen von Berichterstattungspflichten ausgewiesen, im Rahmen von ökologischen Bewertungen oder Monitoring oder im Kontext von regulatorischen Regelungen oder Fördermaßnahmen.

Ausweisung von CO₂-Emissionen, Bewertungen

Im Rahmen von Berichterstattungspflichten³⁰ stellt sich die Allokationsfrage nicht. Es werden die physikalisch anfallenden Emissionen berichtet. Im Falle von CO₂-Emissionen aus der Abfallverbrennung werden hierfür üblicherweise Standard-Emissionsfaktoren verwendet (Erfahrungswerte, CO₂-Emissionen werden i.d.R. nicht gemessen). Eine Besonderheit besteht darin, dass Abfälle sowohl biogenen als auch fossilen Ursprungs sind und biogene CO₂-Emissionen als klimaneutral gelten. Für die Berichterstattung wird im Allgemeinen hier als Faustwert für Hausmüll/Siedlungsabfall der biogene Anteil mit 50% angenommen. (vgl. z.B. UBA 2018, S.171)

Berichterstattungspflichten

Im Rahmen von Ökobilanzen werden ebenfalls die physikalisch anfallenden Emissionen bilanziert. Für ein Produktsystem stellt sich die Allokationsfrage, wenn Sekundärprodukte oder Energie erzeugt werden (zusätzliche Nutzen), die nicht durch Systemraumerweiterung in die funktionelle Einheit (z.B. kg Primärprodukt) aufgenommen werden können. Wird das Produkt am Ende seines Lebensweges verbrannt, stellt sich die Frage, welches System – das Produktsystem oder das Energiesystem, das Strom und Wärme aus der Verbrennung erhält – zu welchen Anteilen die fossilen CO₂-Lasten zu tragen hat. Für eine Entscheidung gibt es keine wissenschaftliche Begründung. Deswegen empfiehlt das Umweltbundesamt eine 50:50 Allokation (z.B. Detzel et al. 2017) und damit quasi eine „faire“ Lastenteilung. Hierdurch wird auch das Risiko eingedämmt, dass Emissionen aus verschiedenen Systemen „wegbilanziert“ werden und am Ende nirgends mehr sichtbar sind.

Ökobilanzen

Im Rahmen der Ökobilanzmethode der Abfallwirtschaft, die für die SKU-Bilanz angewandt wird, stellt sich die Allokationsfrage dagegen nicht. Hier wird der Sektor Abfall betrachtet und alle aus der Abfallbehandlung entstehenden Emissionen sind eindeutig dem Abfall zugeordnet. Allerdings werden bei dieser sektoralen Betrachtung auch die Leistungen angerechnet, die anderen Sektoren zugutekommen. Im Falle der Energieerzeugung aus Abfall wird das Substitutionspotenzial für durchschnittliche erzeugte Energie in Form von Gutschriften (negative Werte) ausgewiesen. Dies erlaubt eine gesamtheitliche Betrachtung der abfallwirtschaftlichen Aktivitäten, die nötig ist, um Optimierungspotenziale zu erkennen und Maßnahmen abzuleiten.

Energie aus Abfall ist für die Energiewirtschaft aus Klimaschutzsicht von Interesse. Dies vor allem aufgrund der biogenen, klimaneutralen Anteile im Abfall, aber auch, weil Energie aus Abfall quasi unvermeidbar anfällt, da TABs die wichtige Rolle im Abfallwirtschaftssystem übernehmen, Abfälle schadlos zu entsorgen, wenn diese nicht vermieden, wiederverwendet oder recycelt werden können.

Regulatorische Regelungen und Fördermaßnahmen für Energie aus Abfall aus Klimaschutzsicht

Aufgrund des biogenen Anteils im Abfall gelten TABs z.B. als EEG-Anlagen und der erzeugte Strom erhält damit den Einspeisevorrang. Eine EEG-Vergütung erfolgt jedoch nicht, diese ist 100%igen EE-Anlagen vorbehalten (§19 EEG 2017). Auch kann Strom aus TABs Herkunftsnachweise für eine Kennzeichnung als erneuerbar erhalten (Stromkennzeichnung nach Energiewirtschaftsgesetz), wenn die TAB im vom Umweltbundes-

³⁰ Z.B. Treibhausgasemissionen gemäß Kyoto-Protokoll im Nationalen Inventarbericht (NIR); Schadstoffemissionen, darunter CO₂, im "Pollutant Release and Transfer Register" (PRTR) oder auch CO₂-Emissionen in Statistiken wie der Berliner Energie- und CO₂-Bilanz (CO₂-Emissionen aus fossilen Abfallfraktionen unter „Sonstige“, S.31).

amt geführten Herkunftsnachweisregister registriert ist und ein Umweltgutachter den biogenen Anteil für erzeugten Strom nachweist. Energieversorgungsunternehmen, die diesen Strom auslösen, weisen ihn in ihrer Gesamtbilanz als CO₂-neutral aus.

TABs haben auch im EU-Emissionshandelssystem (EU-ETS) eine Sonderstellung. Wenn sie wesentliche Bedingungen für eine Bereichsausnahme erfüllen (z.B. Hauptzweck Abfallentsorgung, überwiegender Einsatz von Siedlungsabfällen) können die EU-Länder TABs vom Emissionshandelssystem ausnehmen. In Deutschland sind TABs bis 2030 ausgenommen (Bestätigung in novellierter Emissionshandelsrichtlinie für die 4. (2021-2025) und die 5. (2026-2030) Handelsperiode).

Nach der Renewable Energy Directive (RED) II (EU-Richtlinie 2018/2001) kann Energie aus Abfall, der sowohl biogene als auch fossile Anteile hat, auf zwei Arten als erneuerbar anerkannt werden: (1) es wird nur der biogene Anteil für produzierten Strom oder produzierte Wärme berücksichtigt, wobei der Anteil auf der Grundlage des Energiegehalts berechnet wird (Artikel 7); (2) es wird die Abwärme berücksichtigt (Artikel 23). Dabei wird Abwärme als unvermeidbare Wärme verstanden, die als Nebenprodukt anfällt und es spielt keine Rolle, ob diese biogenen oder fossilen Ursprungs ist. Allerdings kann eine Anrechnung nur bis zu einer Obergrenze von 40% der vorgesehenen durchschnittlichen jährlichen Steigerung des EE-Anteils im Wärmesektor von 1,3% erfolgen. Es darf jedoch keine Förderung für erneuerbare Energie aus Abfall gewährt werden, wenn die Verpflichtungen, die für die getrennte Sammlung von Abfällen gelten, nicht eingehalten wurden (Artikel 3).

Nach dem Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG) kann gemäß den Anwendungshinweisen des BMU (2010) Wärme aus TAB zur Erfüllung der Erneuerbaren Wärme-Nutzungspflichten nach §3 (1) EEWärmeG anerkannt werden, wenn „durch die biologisch abbaubaren Anteile etwa 50% (Richtwert) der Wärme im Wärmenetz bereitgestellt wird. Der Anteil muss durch Stoffstromprognosen oder -analysen nachgewiesen werden.

Im Kontext der Energieeinsparverordnung und dem Entwurf zum Gebäudeenergiegesetz (EnEV/GEG) kann Abwärme aus TAB vollständig als klimaneutral gewertet werden. Nach EnEV/DIN V 18599/AGFW FW 309 Teil 6 – Energetische Bewertung von Fernwärme - CO₂-Emissionen der Wärmelieferung – wird Wärme aus TAB als Abwärme eingestuft und der CO₂-Faktor des eingesetzten Brennstoffs mit 0 angesetzt, ungeachtet des fossilen Anteils. Dieser ist nach FW 309-6 „dem vorgelagerten Produktionsprozess bzw. Entsorgungsprozess zuzuordnen (Ausnahme fossile Stützfeuerung und Hilfsenergieeinsatz. Hier erlaubt die FW 309-6 eine pauschale Berücksichtigung der entsprechenden Wärme von 20 g CO₂/kWh).

Tabelle 7.1 zeigt eine Übersicht der verschiedenen Regelwerke und deren Vorgaben für TABs bzw. wie nach diesen die CO₂-Emissionen aus der Abfallverbrennung bewertet werden.

Tabelle 7.1: Übersicht Einstufung thermischer Abfallbehandlungsanlagen und Bewertung CO₂-Emissionen

Regelwerk	Bemerkung	CO ₂ -Emissionen
Erneuerbare Energien Gesetz, EEG	Einstufung als EE-Anlage mit Einspeisevorrang für Strom, aber ohne Vergütung	-
Stromkennzeichnung nach Energiewirtschaftsgesetz (§42 EnWG) und nach §78 EEG 2017	Die (biogene) Strommenge von im Herkunftsnachweisregister registrierten TABs wird als „sonstige Erneuerbare Energien anerkannt“. Nachweis des biogenen Anteils erfolgt durch Umweltgutachter.	nachgewiesener biogener Anteil gilt als erneuerbar (klimaneutral)
EU Emissionshandelssystem, THG-Emissionshandelsgesetz (EU-ETS/TEHG)	In Deutschland sind TABs (Hauptzweck Abfallentsorgung, überwiegend Siedlungsabfallverbrennung) vom ETS bis 2030 ausgenommen	-
Renewable Energy Directive, RED II, Richtlinie (EU) 2018/2001	Förderung für erneuerbare Energie aus Abfall darf nicht gewährt werden, wenn die Verpflichtungen, die für die getrennte Sammlung von Abfällen gelten, nicht eingehalten wurden	(1) biogener Anteil als erneuerbar anrechenbar; (2) Abwärme bis 40% des Zielwertes der jährlichen Steigerung des EE-Anteils anrechenbar
Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG)	TAB sind grundsätzlich zur Erfüllung der Erneuerbaren Wärme-Nutzungspflichten geeignet, wenn etwa 50% der Wärme aus biogenen Anteilen stammt. Der biogene Anteil muss durch Stoffstromprognosen oder -analysen nachgewiesen werden.	Als erneuerbar anrechenbar (Nutzungspflicht erfüllt) bei etwa 50% biogenem Anteil
Energieeinsparverordnung (EnEV), AGFW FW 309-6	Wärme aus TAB wird vollständig als klimaneutral gewertet	CO ₂ -Faktor für Abwärme mit 0 angesetzt

Die Einstufungen berücksichtigen dabei überwiegend die physikalischen Emissionen, indem der biogene Anteil (i.d.R. mit 50% angesetzt basierend auf Erfahrungswerten) als erneuerbar und damit klimaneutral angerechnet wird. Teilweise wird auch der fossile Anteil in die Anrechenbarkeit mit aufgenommen. Am weitest gehenden ist hier die Einstufung nach FW 309-6, nach der die Wärme aus TAB in Wärmenetzen zu 100% mit einem CO₂-Faktor von 0 bewertet wird, ungeachtet des fossilen Anteils. Die fossilen CO₂-Lasten werden einem anderen System „zudefiniert“.

Aus bilanztechnischer Sicht birgt die Bewertung der fossilen CO₂-Emissionen aus der Abfallverbrennung mit 0, das Risiko, dass diese – einem anderen System zudefinierten – Emissionen aus den Augen verloren werden. Aus abfallwirtschaftlicher Sicht könnten Fehlanreize entstehen, wenn durch die Wärmenachfrage Verbrennungskapazitäten festgeschrieben oder ausgeweitet werden (Lock-In-Effekt durch Kapazitätszubaue oder -ausweitung) und dadurch eine flächendeckende getrennte Erfassung von Abfällen gehemmt wird, die eine Voraussetzung für eine hochwertige stoffliche Verwertung ist.

Schlussfolgerungen

Umgekehrt bieten TABs mit Energie aus Abfall einen wichtigen Beitrag zur Energiewende und zum Klimaschutz. Dies gilt insbesondere für erneuerbare Wärme. Während für die Dekarbonisierung des Strommarktes viele Technologien zur Verfügung stehen, so dass dies auch ohne Strom aus TAB (auch kostengünstiger) erreicht werden kann, besteht beim Wärmemarkt zunächst eine Deckungslücke für die die Wärme aus TABs eine wichtige Rolle spielen kann.

8 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 erste 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 den folgenden SKU-Bilanzen 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.

8.1 Gipsabfälle

Die im Land Berlin angefallenen Gipsabfälle wurden im Jahr 2018 – wie auch in den vorangegangenen Jahren – vollständig auf Deponien beseitigt (seit 2013 ist die Annahme bei der Altablagerung Großziethen untersagt). Jährlich sind dies etwa 30.000 bis 35.000 Mg Gipsabfälle, die recycelt werden könnten, da es sich bei den anfallenden Gipsabfällen weitgehend um Gipskartonplatten handelt, die sich sehr gut für ein Recycling zur Herstellung neuer Gipskartonplatten eignen.

Die Vorteile des Gipsrecyclings, Hemmnisse und Möglichkeiten wurden in den SKU-Bilanzen 2014 und 2016 beschrieben (ifeu 2015 und ifeu 2017a). Die wichtigsten Elemente dabei sind:

- Das Recycling stellt aufgrund gestiegener Kosten für eine Deponierung der Gipsabfälle unter der Voraussetzung angemessener Transportwege inzwischen betriebswirtschaftlich eine vorteilhafte Alternative dar.
- Durch Gipsrecycling wird nicht nur Deponiebedarf reduziert, sondern auch eine erhebliche Ressourcenschonung des Naturgipsvorkommens in Deutschland erreicht, insbesondere da mittel- bis langfristig der bisher hauptsächlich eingesetzte REA-Gips nicht mehr anfallen wird (Nebenprodukt aus Kohlekraftwerken).
- Die Klimagasbilanz wird im Wesentlichen durch Transportdistanzen für Recyclinggips (RC-Gips) und Naturgips geprägt. Im Sinne einer Kreislaufschließung hat die Firma MUEG Mitteldeutsche Umwelt- und Entsorgung GmbH mit mehreren Unternehmen ein flächendeckendes Annahmernetz zur Erfassung von Gipskartonplatten in Berlin aufgebaut³¹.
- Die Firma MUEG betreibt seit 2014 in Großpösna im Landkreis Leipzig (Freistaat Sachsen) eine Gipsrecyclinganlage. Der dort erzeugte RC-Gips hat Produktstatus

³¹ https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/abfall/recycling_von_gips/ (17.12.2019)

und erfüllt die Qualitätsanforderungen des Bundesverbandes der Gipsindustrie e.V.

Mittelfristig sollte die Errichtung einer Gipsrecyclinganlage im Raum Berlin/Brandenburg in Erwägung gezogen werden, um längere Gesamttransportstrecken zu vermeiden. 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 die geeigneten Voraussetzungen für eine enge regionale Kreislaufführung.

Weitere Schritte

8.2 MHKW Schlacke

Die aus dem MHKW anfallende, aufbereitete Rost-Asche wird derzeit im Deponiebau einer sonstigen Verwertung zugeführt. In einer geplanten Studie mit den BSR soll untersucht werden, inwiefern die Rost-Asche künftig nach Abschluss der Deponiebaumaßnahme hochwertig recycelt werden kann. Bis Ende 2020 soll identifiziert werden

- ob und wie eine höhere Metallgewinnung, insbesondere von NE-Metallen erfolgen kann,
- ob und wie die anfallende Rost-Asche unter Einhaltung der gesetzlichen Umweltschutzanforderungen nach ihrer Qualität hochwertig u.a. in folgenden Bereichen verwertet werden kann:
 - Einsatz als Streumittel,
 - Einsatz im Straßen- und Wegebau,
 - Einsatz in der Beton-, Zement- und Asphaltindustrie.

In diesem Zusammenhang wird auch geklärt, wie positive Ergebnisse einer hochwertigen Verwertung der Rost-Asche in Berlin umgesetzt werden können.

9 Wiederverwendung von Gebrauchtwaren

Die Wiederverwendung von Gebrauchtwaren ist ein wichtiger Aspekt zur Weiterentwicklung der Berliner Abfallwirtschaft in Richtung einer modernen Kreislaufwirtschaft. Die Steigerung der Wiederverwertung von im Müll enthaltenen Wertstoffen ist auch Bestandteil der Berliner Koalitionsvereinbarung 2016-2021 zwischen den regierenden Parteien unter dem Leitbild „Zero Waste“. Insbesondere adressiert werden „noch funktionsfähige Elektrogeräte und Möbel, die es aufzuarbeiten, zu reparieren und – beispielsweise in einem Sozialkaufhaus – zu verkaufen gilt“. Im Rahmen der SKU-Bilanz 2018 wurden unter diesem Aspekt zwei Stränge verfolgt. Zum einen erfolgte eine orientierende ökobilanzielle Untersuchung für die Vorbereitung zur Wiederverwendung am Beispiel von drei Gebrauchtwaren (Kap. 9.1) und zum anderen wurde gemeinsam mit Sozial- und Gebrauchtwarenkaufhäusern ein Tool zur orientierenden Darstellung der Abfallvermeidungsleistung in der SKU-Bilanz entwickelt (Kap. 9.2).

9.1 Orientierende ökobilanzielle Untersuchung für drei Gebrauchtwaren

Die Ergebnisse der orientierenden ökobilanziellen Untersuchung für drei Gebrauchtwaren sind in einem separaten Bericht veröffentlicht (ifeu 2019). Im Folgenden sind wesentliche Annahmen und Erkenntnisse beschrieben.

Für die Untersuchung wurden zunächst drei mengenrelevante Gebrauchtwaren ausgewählt. Hierzu wurden zum einen die Mengen der SKU-Bilanz berücksichtigt und zum anderen auch Experten befragt. Folgende drei Gebrauchtwaren wurden ausgewählt:

Auswahl

1. Holzmöbel
2. Laptops
3. Schuhe

Für die drei Gebrauchtwaren wurden jeweils die klimawirksamen Umweltwirkungen untersucht und zudem jeweils relevante Aspekte der Ressourcenschonung wie beispielsweise die Schonung von Holz oder von Rohmetallen bei Möbeln oder bestimmte Luftschadstoffe wie versauernd wirkende Emissionen (NO_x, NH₃, SO₂) bei der Herstellung von Schuhen.

Entscheidend für eine Einschätzung des Klima- bzw. Umweltschutzpotenzials einer Wiederverwendung ist neben dem Aufwand des Aufarbeitens oder Reparierens vor allem die durch eine weitere Nutzung erreichbare Verlängerung der Lebensdauer der Produkte und die dadurch vermiedenen Belastungen aus der Primärherstellung. Die mögliche Lebensdauererlängerung hängt dabei von der Qualität des Gebrauchtgegenstandes ab und davon, ob die Folgenutzenden die mögliche Lebensdauererlängerung ausschöpfen. Belastbare Daten gibt es hierzu nicht. Deswegen wurden in der Untersuchung verschiedene Szenarien betrachtet.

Zudem sind methodische Aspekte zu berücksichtigen. Die SKU-Bilanz folgt der Ökobilanzmethode der Abfallwirtschaft. Systemgrenze ist der Abfallanfall. Bei Gebrauchtwaren handelt es sich noch nicht um Abfall im eigentlichen Sinne und sie können genau dann in Ökobilanzen der Abfallwirtschaft betrachtet werden, wenn es sich um eine einfache direkte Wiederverwendung handelt. Eine Kaskadennutzung wie beispielsweise bei Mehrweg-Verpackungen muss dagegen in einer Produktökobilanz abgebildet werden.

Methodische Aspekte

Die direkte Wiederverwendung, die verhindert, dass eine Gebrauchtware vorzeitig zu Abfall wird, ist in der Ökobilanz der Abfallwirtschaft als zusätzliches Minderungspotenzial zu sehen. Die Gebrauchtwaren können am Ende der verlängerten Nutzungsdauer als Abfall weiterhin recycelt oder energetisch verwertet werden. Zu beachten ist die zeitliche Verzögerung. Für den Zeitraum der Lebensdauererlängerung muss geprüft werden, ob sich das Verfahren der Primärherstellung ändern könnte. Wenn z.B. innerhalb dieser Zeit deutlich effizientere Produkte hergestellt werden oder das Produktionsverfahren selbst umweltfreundlicher wird, muss dieser durch eine Wiederverwendung „entgehende Vorteil“ in der Bilanz berücksichtigt werden. Für die drei untersuchten Gebrauchtwaren waren keine entsprechenden Veränderungen zu erwarten.

Die Bilanzierungen für die drei Gebrauchtwaren basieren auf Studienauswertungen und Veröffentlichungen zu Herstellungsaufwendungen und Lebensdauern (z.B. Environmental Product Declarations, EPDs). Für die drei Gebrauchtwaren wurden neben den Szenarien für unterschiedliche Lebensdauererlängerungen auch weitere Aspekte variiert betrachtet.

Daten und Ergebnisse

Für Holzmöbel – ausgewählt wurden Aufbewahrungsmöbel – wurden exemplarisch ein halbhohe Regal (Gewicht 20 kg), ein raumhohes Regal (Gewicht 50 kg) und ein Kleiderschrank (Gewicht 110 kg) betrachtet. Die mögliche Lebensdauererlängerung wurde mit 33%, 66% und 87% variiert. Im Ergebnis zeigen sich bei neueren Möbelstücken (Lebensdauererlängerung 87%) Klimagaseinsparpotenziale von 80% der Neuherstellung beim 110 kg-Schrank, 73% bei dem 50 kg-Regal und 53% beim 20 kg-Regal. Auch bei älteren Möbeln (Lebensdauererlängerung 33%) werden Klimagaseinsparpotenziale von 20% bzw. 26% erreicht für mittlere und größere Möbelstücke. Nur bei kleineren älteren Möbelstücken ist die Klimagasbilanz etwa neutral, wenn für das Möbelstück eine separate Fahrt mit einem Transporter durchgeführt wird.

Für Laptops – betrachtet wurden Privatlaptops – wurden zwei Fälle untersucht. Im ersten Fall ist angenommen, dass der Laptop eine SSD-Festplatte hat und für die Wiederverwendung nur der Akku ausgetauscht wird, im zweiten Fall, dass neben dem Akkutausch auch eine ältere HDD-Platte durch eine neue SSD-Platte ausgetauscht wird. Die Lebensdauererlängerung ist jeweils mit 50% angenommen. Im Ergebnis zeigen sich Klimagaseinsparpotenziale von 48% bzw. 25% der Neuherstellung. Das heißt, umso länger Bauteile mit hohen Herstellungsaufwendungen wie Festplatten weitergenutzt werden können, umso vorteilhafter ist der Klimaschutzbeitrag.

Für Schuhe – ausgewählt wurden Lederschuhe – wurden drei Schuhtypen aus unterschiedlichen Studien betrachtet. Ein Paar hochwertige Leder Trekking-Schuhe (Gewicht 960 g mit 28% Lederanteil), ein Paar leichte Leder Sneaker (Gewicht 396 g mit 30% Lederanteil) und ein paar durchschnittliche Lederschuhe (Gewicht 800 g mit 39% Lederanteil). Die mögliche Lebensdauererlängerung wurde mit 40%, 60% und 80% variiert. Im Ergebnis zeigen sich bei neueren Schuhen (Lebensdauererlängerung 80%) Klimagaseinsparpotenziale von 75% der Neuherstellung bei den schweren Trekking-

Schuhen, 67% bei den durchschnittlichen Schuhen mit etwas höherem Lederanteil und 60% bei den Sneakern. Auch bei älteren Schuhen (Lebensdauererlängerung 40%) werden Klimagaseinsparpotenziale erreicht, in Höhe von 35% der Neuherstellung bei den Trekking-Schuhen, 27% bei den durchschnittlichen und 20% bei den Sneakern. Ergebnisbestimmend ist die Materialmenge für die Schuhe und der Lederanteil.

Für die potenzielle Gesamtmenge, die wiederverwendet werden kann, gibt es keine Datenquelle. Die Vertriebskanäle für Gebrauchsgüter werden üblicherweise nicht statistisch erfasst und die bei privaten Haushalten gelagerten Mengen, die nicht mehr genutzt werden, sind nicht bekannt. Die Hochrechnung der spezifischen Ergebnisse erfolgte insofern basierend auf Potenzialuntersuchungen und Expertenschätzungen. Es wurden die folgenden beiden Potenzialmengen unterschieden:

Hochrechnung Potenzial

1. Potenzial der jährlichen Menge aus Berliner Haushalten für den Markt
2. Gesamtpotenzial für den ungenutzten Bestand in Berliner Haushalten

Ausgehend von 2 Millionen Haushalten in Berlin wurde für Holzmöbel angenommen, dass 2 Stück pro Haushalt ungenutzt gelagert werden, so dass sich das Gesamtpotenzial zu 4 Mio. Stück ergibt. Das jährliche Potenzial für den Markt wurde basierend darauf mit 267.000 Stück abgeschätzt. Für Laptops wurde bei einer Untersuchung von 2015 ermittelt, dass etwa jeder dritte Berliner Haushalt einen ungenutzten Laptop hat, woraus sich das Gesamtpotenzial zu 680.000 Stück ergibt. Die jährliche in Berlin gebraucht verkaufte Menge an Laptops wurde nach Expertenschätzung mit 200.000 Stück angenommen. Für Schuhe wurde das Gesamtpotenzial ungenutzter Schuhe auf etwa 4 Paar je Haushalt geschätzt. Der Anteil an Lederschuhen beträgt etwa ein Viertel, so dass sich das Gesamtpotenzial zu 2 Mio. Paar ergibt. Das jährliche Potenzial für den Markt wurde basierend darauf mit 400.000 Paar Lederschuhen abgeschätzt.

Für weitergenutzte Holzmöbel wurde für die Hochrechnung ein Repräsentant mit einem durchschnittlichen Gewicht von rund 27 kg verwendet. Für das durchschnittliche Möbelstück ergibt sich das Nettoeinsparpotenzial an Klimagasen

- jährlich zu rund -10 Mg CO₂-Äq/a bei einer Lebensdauererlängerung von 33% und etwa -3.000 Mg CO₂-Äq/a bei einer Lebensdauererlängerung von 87%,
- für den insgesamt ungenutzten Lagerbestand liegt die entsprechende Bandbreite bei etwa -125 bis -44.500 Mg CO₂-Äq.

Für Laptops ergibt sich das Nettoeinsparpotenzial an Klimagasen

- jährlich zu rund -14.000 Mg CO₂-Äq/a bei Austausch der Festplatte und etwa -28.000 Mg CO₂-Äq/a ohne Austausch der Festplatte,
- für den insgesamt ungenutzten Lagerbestand liegt das Einsparpotenzial bei rund -49.000 bzw. rund -94.000 Mg CO₂-Äq (mit und ohne Tausch der Festplatte).

Für Schuhe wurde als Repräsentant für die Hochrechnung das durchschnittliche Paar Lederschuhe verwendet. Für dieses ergibt sich das Nettoeinsparpotenzial an Klimagasen

- jährlich zu rund -1.200 Mg CO₂-Äq/a bei einer Lebensdauererlängerung von 40% und etwa -2.900 Mg CO₂-Äq/a bei einer Lebensdauererlängerung von 80%,
- für den insgesamt ungenutzten Lagerbestand liegt die entsprechende Bandbreite bei etwa -6.000 bis -14.700 Mg CO₂-Äq.

Die Einsparpotenziale sind aufgrund der Unsicherheiten der Datenlage als orientierende Werte zu verstehen. Ungeachtet dessen zeigen die Betrachtungen, dass die Wiederverwendung von Gebrauchsgütern einen wichtigen Klimaschutzbeitrag leisten kann. Verbraucherinnen und Verbraucher können diesen wichtigen Beitrag erwirken, indem sie (1) in Sozial- und Gebrauchsgüterkaufhäusern einkaufen, (2) beim Kauf von Neuware darauf achten möglichst langlebige Produkte zu kaufen und (3) diese möglichst lange zu nutzen oder dem Gebrauchsgütermarkt zuzuführen.

9.2 Entwicklung eines Tools für Sozial- und Gebrauchsgüterkaufhäuser zur Darstellung der Abfallvermeidungsleistung in der SKU-Bilanz

In Berlin gibt es bereits verschiedene Sozial- und Gebrauchsgüterkaufhäuser, die ein umfassendes Portfolio an Gebrauchsgütern für eine Wiederverwendung anbieten. Die Gebrauchsgüter entstammen überwiegend aus Spenden, die entweder aus karitativen Sammlungen, von Privatpersonen oder beispielsweise aus Wohnungsaufösungen erhalten werden. Die Mengen, die über die Kaufhäuser wiederverwendet werden, werden bislang nicht regelmäßig und übergeordnet erfasst. Jedes Kaufhaus hat seine eigene Artikelliste und sein eigenes Vorgehen bei der Dokumentation.

Um ein Tool entwickeln zu können, mit dem die Abfallvermeidungsleistung dargestellt werden kann, waren die folgenden Informationen zu erheben bzw. abzuschätzen und abzustimmen:

- Abstimmung einer harmonisierten Artikelliste,
- Gewicht und Materialkomponenten der Gegenstände,
- Alter bzw. zu erwartende Lebensdauererlängerung der Gebrauchsgüter.

Hierzu wurden Austauschtreffen mit Vertreterinnen und Vertretern der Sozial- und Gebrauchsgüterkaufhäuser durchgeführt. Zudem wurden in drei der Kaufhäuser Beggehungen vorgenommen, um darüber einen Eindruck zu den benötigten Informationen zu erhalten. Insoweit auch durch ergänzende Desktoprecherchen keine Informationen erhalten werden konnten, wurden gemeinsam Annahmen abgestimmt.

Zur Harmonisierung der Artikellisten wurden die jeweils bei den Kaufhäusern geführten Listen zur Verfügung gestellt. Überwiegend wurden diese Listen bislang händisch geführt. In einem Fall erfolgte noch keine Mengenerfassung. Die am weitesten differenzierte Liste umfasste 120 Einzelposten. Basierend darauf wurde versucht eine möglichst optimale Schnittmenge zu bilden, die für alle Kaufhäuser eine gute Grundlage bilden kann. Im Ergebnis wurden Hauptkategorien abgestimmt, die von allen erfasst werden können. Im Weiteren wurden für die Kaufhäuser, bei denen bereits eine differenziertere Mengenerfassung möglich ist, Unterkategorien abgestimmt. Die entsprechenden Kategorien sowie dazu ermittelte und abgestimmte Kenndaten sind in Tabelle 9.1 dargestellt.

Artikellisten

Der Umfang der Artikelliste ist mitunter auch dadurch beschränkt, dass Daten nicht im Rahmen des Projektes ermittelt werden konnten. So sind beispielsweise die Artikel

„Bettgestell mit Rost“³² und „Teppiche“³³ vorerst nicht enthalten. Für diese wird empfohlen benötigte Kenndaten wie typisches Gewicht, typische Materialzusammensetzung sowie THG-Emissionsfaktoren der Herstellung in einem Folgevorhaben zu ermitteln. Ebenfalls nicht in der Artikelliste enthalten sind Waschmaschinen und Kühlschränke. Diese wurden bei der Abstimmung ausgenommen, da i.d.R. ältere Geräte abgegeben werden. Bei diesen Geräten schöpfen die Erstnutzer die technische Lebensdauer weitgehend aus. Nach Prakash et al. (2016) liegt die durchschnittliche technische Lebensdauer bei 12,5 Jahren als Mittel aus hochwertigen, teuren Geräten und billigen kurzlebigeren. Gegenüber einer Neuherstellung besteht dadurch bei einem 10-12 Jahre alten Gerät nur ein geringes bis kein Einsparpotenzial. Letzteres auch, weil diese Geräte in den letzten 10 Jahren eine deutliche Effizienzsteigerung erfahren haben. Aktuelle Waschmaschinen auf dem Markt sind i.d.R. mit der höchsten Energieeffizienzklasse A+++ gekennzeichnet. Dieser Aspekt wäre in einer Bilanzierung zu berücksichtigen („entgangener Vorteil“, s. Kap. 9.1).

Für die weiteren Kategorien wurden Begrifflichkeiten und Zuordnungen so getroffen, dass sie möglichst gut handhabbar sind und bewertet werden können. Beispielsweise wurden Holztische unter „holzbasierte Möbel“ subsummiert, da über die Kenngrößen Gewicht und Materialart ähnliche Einsparpotenziale gegeben sind. Entsprechend sind Glastische im Umkehrschluss separat geführt. Als Repräsentant für eine Hauptkategorie wurde jeweils eine möglichst typische Gebrauchtware angesetzt bzw. bei elektronischen Geräten wie Laptops, PC Bildschirm und Fernseher die typischerweise in den Kaufhäusern gehandelten Typen. Die Kategorien Elektrokleingeräte und Hausratkleingeräte wurden auf Wunsch der Sozial- und Gebrauchtwarenkaufhäuser aufgenommen. Hier wurde versucht einen Repräsentanten als Näherung zu finden bzw. mussten Annahmen getroffen werden.

Die Darstellung der Abfallvermeidungsleistung wurde orientierend über Klimagaseinsparpotenziale ermittelt. Die dafür benötigten Treibhausgasemissionsfaktoren (THG-EF) für die Herstellung von Neuwaren entstammen entweder ifeu eigenen Berechnungen (z.B. aus ifeu 2019) oder recherchierten Literaturquellen. Ganz entscheidend für die tatsächliche Abfallvermeidungsleistung ist die tatsächliche Lebensdauerverlängerung. Für diese gibt es kaum belastbare Daten. Die bestehenden Einschätzungen basieren auf Angaben bzw. Annahmen zur technischen Lebensdauer von Produkten und zum Alter von abgegebenen Gebrauchtwaren (Erstnutzungsdauer). Dabei kann nicht ausgesagt werden, ob die technische Lebensdauer über eine Zweit- bzw. Folgenutzung tatsächlich ausgeschöpft wird. Genau das ist jedoch ergebnisbestimmend für das ausgewiesene Einsparpotenzial.

THG-Einsparpotenziale

Für die abgestimmten Kategorien ist für Polstermöbel die Lebensdauererweiterung mit 80% angesetzt. Dies folgt Angaben in Behrendt et al. (2011), wonach die Lebensdauer bei Polstermöbeln 20 Jahre beträgt und die Erstnutzungsdauer 4 Jahre. Für Laptops ist die Lebensdauererweiterung wie in ifeu (2019) mit 50% angesetzt (6 Jahre technische Lebensdauer, 3 Jahre Erstnutzungsdauer). Für Fernseher sind Werte nach Prakash et al. (2016) abgeleitet und orientieren sich am THG-EF der Herstellung, der für langlebige Fernseher mit einer technischen Lebensdauer von 10 Jahren gilt. Die

³² Die gehandelten Bettgestelle sind aus unterschiedlichen Materialien. Eine Einschätzung der Verteilung (Anteil Holz, Metall, Textil, etc.) bedarf einer weitergehenden Recherche. Gebrauchte Matratzen werden i.d.R. nicht gehandelt und müssen nicht berücksichtigt werden.

³³ Teppiche sind in den Kaufhäusern weniger relevant, Auslegware wird i.d.R. nicht gehandelt. Einschätzungen zu typischen Materialien und Gewichten bedarf weitergehender Recherchen.

Erstnutzungsdauer ist für das aktuellste Bezugsjahr 2012 mit 5,6 Jahren angegeben. Daraus berechnet sich die technisch mögliche Lebensdauererlängerung zu 44%. Für die weiteren Artikel konnten keine entsprechenden Angaben ermittelt werden, hier wurde vereinfacht eine 50%ige Lebensdauererlängerung angenommen.

Für die Sammelkategorie Elektrokleingeräte zeigten die Recherchen³⁴, dass die THG-Emissionen der Herstellung für viele der Geräte in einer ähnlichen Größenordnung liegen. Die Bandbreite für Toaster, Kaffeemaschinen, Wasserkocher, Bügeleisen, Haartrockner liegt etwa im Bereich 4 bis 16 kg CO₂-Äq/Stück. Höhere THG-Emissionen der Herstellung finden sich bei Staubsaugern, die deswegen als separate Kategorie aufgenommen wurden. Für „Elektrokleingeräte“ wurde als Näherung der Mittelwert der Bandbreite verwendet.

Hausrat-Kleinteile wie Geschirr, Backformen, Blumentöpfe, Deko-Gegenstände, Kleiderbügel, Leitern, Rollos, Saftpresen, Schirme, usw. können aus den unterschiedlichsten Materialien bestehen. Dennoch wird angenommen, dass sich die THG-Emissionen der Herstellung für ein bestimmtes Gewicht pro Stück in einer grob ähnlichen Größenordnung befinden. Für die Einschätzung des Einsparpotenzials wurde zunächst vereinfacht ein THG-Emissionsfaktor abgeschätzt, der für Kleinteile mit einem Gewicht von etwa 0,4 kg steht. Sollte dieser Posten in der Gesamtbetrachtung einen relevanten Stellenwert einnehmen, ist das im Weiteren genauer zu prüfen bzw. müssten geeignete Repräsentanten recherchiert und bestimmt werden.

Datenunsicherheiten bzw. Unsicherheiten bei den Ergebnissen bestehen vor allem bei der Einschätzung der Lebensdauererlängerung, zum einen in Bezug auf Daten zur technischen Lebensdauer und Erstnutzungsdauer, zum anderen aber vor allem in Bezug auf das Verhalten der Verbraucherinnen und Verbraucher, die Gebrauchsgüter kaufen. Es gibt keine belastbaren Informationen darüber, ob die angenommene Lebensdauererlängerung tatsächlich über eine Zweit- bzw. Folgenutzung ausgeschöpft wird. Weitere Unsicherheiten bestehen, da THG-Emissionsfaktoren mitunter als Repräsentanten für bestimmte Produkttypen bzw. Produktgruppen herangezogen werden. Aufgrund der Datenunsicherheiten dürfen die ermittelten Einsparpotenziale nur als orientierende Werte kommuniziert werden.

Datenunsicherheiten

Auch wenn die ermittelten Klimaschutzpotenziale nur einen orientierenden Charakter haben, ist das entwickelte Tool dennoch ein guter erster Schritt, um die Abfallvermeidungsleistung der Wiederverwendung von Gebrauchsgütern darzustellen. Das Tool wird an die Sozial- und Gebrauchsgüterkaufhäuser übergeben und ist auch dazu gedacht, die Jahresmengen an entsprechend abgegebenen Gebrauchsgütern zu erfassen und an die Senatsverwaltung zu übermitteln. Die gemeldeten Mengen und Ergebnisse werden anonymisiert zusammengefasst und im Rahmen der SKU-Bilanz berichtet.

Fazit und weitere Schritte

Zudem sollte die abgestimmte Artikelliste idealerweise in die Buchführung der Kaufhäuser übernommen werden bzw. bei den ab 2020 zu verwendenden automatischen

³⁴ PROSA-Studien des Öko-Instituts im Rahmen des TOP100 Projektes: Toaster (2011: <http://www.oeko.de/oekodoc/1346/2011-454-de.pdf>), Wasserkocher (2009: <https://www.oeko.de/oekodoc/941/2009-047-de.pdf>), Dampfbügeleisen (2013: <http://www.oeko.de/oekodoc/1781/2013-466-de.pdf>), Kaffeemaschinen (2012: http://www.prosa.org/fileadmin/user_upload/pdf/17_PROSA_Kaffeemaschinen.pdf), Haartrockner (2012: <https://www.oeko.de/oekodoc/1520/2012-082-de.pdf>) und Staubsauger (2013: <http://www.oeko.de/oekodoc/1806/2013-482-de.pdf>).

Kassensystemen hinterlegt werden. Die Erarbeitung einer Schnittstelle für den Übertrag aus einer programmierbaren Registrierkasse in eine Excel Datei ist gemeinsam mit der Senatsverwaltung im Rahmen künftiger Projekte vorgesehen.

Als weitere Möglichkeiten einer vereinfachten Erfassung wäre für großteilige Artikel die Auszeichnung mit Strich- bzw. Barcodes ideal. Das Aufbringen der Strichcodes kann je nach Kaufhauskonzept und Personalverfügbarkeit entweder bei der Auspreisung des Wareneingangs erfolgen und wird dann beim Verkauf gescannt oder die Artikel können bei der Weitergabe ausgezeichnet und eingescannt werden.

Für die Kommunikation mit Verbraucherinnen und Verbrauchern können die ermittelten Einsparpotenziale ebenfalls genutzt werden. Prämisse dabei ist, dass unzweifelhaft vermittelt wird, dass die berechneten Einsparpotenziale nur orientierenden Charakter haben. Insofern ist nicht zu empfehlen, einzelne Einsparpotenziale auszuweisen, sondern vielmehr die Verbraucherinnen und Verbraucher darauf hinzuweisen, dass ihr Verhalten das Einsparpotenzial erwirken kann, indem sie in Sozial- und Gebrauchtgüterkaufhäusern einkaufen und die erworbenen Gegenstände möglichst lange nutzen. Hier wäre eine unterstützende Aufklärungsarbeit mit Blick auf die technische Lebensdauer von Produkten hilfreich. Aufgrund der eingeschränkten Datenlage hierzu, wäre als ein erster Schritt die Beauftragung einer Untersuchung zu erwägen, wie die Datenlage verbessert werden könnte.

Tabelle 9.1: Datenblatt für die abgestimmte Artikelliste

Hauptkategorie	Unterkategorie	Gewicht in kg	Lebensdauer- verlängerung	THG-EF Herstellung in kg CO ₂ -Äq/Stück	Quelle/Kommentar
Holzbasierte Möbel	Repräsentant mittlerer Schrank	50	50%	-39	
	Tische, Regale, Schränke	20	50%	-16	berechnet nach ifeu (2019)
	Regale, Schränke bis 1,5 m Breite	50	50%	-39	berechnet nach ifeu (2019)
	Schränke >1,5 m Breite bzw. 3-türig	100	50%	-78	berechnet nach ifeu (2019)
	Wohnzimmerschrank(wand)	300	50%	-234	berechnet nach ifeu (2019)
Polstermöbel	Repräsentant 3-Sitzer	45	80%	-102	
	1-Sitzer (Sessel)	25	80%	-57	Behrendt et al. (2011)
	2-Sitzer (Sofa)	35	80%	-80	Behrendt et al. (2011)
	3-Sitzer (Sofa)	45	80%	-102	Behrendt et al. (2011)
	x-Sitzer (Rundcouch)	90	80%	-205	Behrendt et al. (2011)
Glastische		25	50%	-57	eigene Berechnung Glasplatte mit Metallgestell
Stühle		6	50%	-10	Mittelwert aus EPDs für 6 Stühle verschiedener Materialien
Oberbekleidung	mittlerer Wert	0,4	50%	-5,1	THG-EF Durchschnittswert SKU-Bilanz
	T-Shirt Polyester	0,3	50%	-5,5	THG-EF Kirchain et al. (2015)
	T-Shirt Baumwolle	0,3	50%	-4,3	Gewicht EWWR (2013), THG-EF Kirchain et al. (2015)

	Jeans	0,8	50%	-20	Gewicht EWR (2013), THG-EF Levi Strauss & Co. (2015)
Schuhe		0,4	50%	-7,2	berechnet nach ifeu (2019)
Fahrrad	Mittelwert	17	50%	-111	
	Rahmen Aluminium	17	50%	-139	Mottschall (2012)
	Rahmen Stahl	17	50%	-83	Mottschall (2012)
Laptop	Repräsentant mit HDD		50%	-227	
	mit HDD		50%	-227	Liu und Gröger (2018)
	mit SSD		50%	-287	Liu und Gröger (2018)
Desktop Computer			50%	-347	Liu und Gröger (2018)
PC Bildschirm	Repräsentant 22" Monitor		50%	-88	Liu und Gröger (2018)
Fernseher	Repräsentant 42" LCD-TV		44%	-1.017	Prakash et al. (2016)
Staubsauger	Repräsentant Bodenstaubsauger	8,5	50%	-45	
	Bodenstaubsauger	8,5	50%	-45	Blepp et al. (2013)
	Handstaubsauger	7,9	50%	-42	Blepp et al. (2013)
	Akkustaubsauger	6,8	50%	-36	Blepp et al. (2013)
„Elektrokleingeräte“	z.B. Toaster, Wasserkocher, etc.	1,5	50%	-8	mittlere Werte PROSA Studien (s. Fußnote 34)
„Hausrat-Kleingeräte“	z.B. Geschirr, Schirm, Deko, etc.	0,4	50%	-0,2	Annahme

Die Werte in grau markierten Feldern sind gesetzte Annahmen

Literaturverzeichnis

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 (2019): Haus- und Geschäftsmülluntersuchung Berlin 2018. ARGUS – Statistik und Informationssysteme in Umwelt und Gesundheit GmbH Berlin. Erstellt für die BSR. Berlin, 13.06.2019

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

AWK (2019): Abfallwirtschaftskonzept für Siedlungs- und Bauabfälle sowie Klärschlämme Planungszeitraum 2020 bis 2030. Stand Januar 2019. https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/abfall/konzept_berlin/download/AWKBerlin2020-2030.pdf

BMU (2010): Anwendungshinweise zum Vollzug des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes hier: Nutzung von Wärme aus Müllverbrennungsanlagen (Hinweis Nr. 1/2010) https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/nutzung_von_waerme_aus_muellverbrennungsanlagen.pdf;jsessionid=CAB9C954D0AB88361EC591E9119CC2E8?_blob=publicationFile&v=3

BMWi (2019): Eckpunkte zur Umsetzung der strukturpolitischen Empfehlungen der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ für ein „Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen“. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/eckpunkte-strukturwandel.pdf?_blob=publicationFile&v=18 (3.12.2019)

BSR (2019): BSR Entsorgungsbilanz 2018. Berliner Stadtreinigungsbetriebe.

bvse (2015): Konsum, Bedarf und Wiederverwendung von Bekleidung und Textilien in Deutschland. https://www.bvse.de/images/pdf/Leitfaeden-Broschueren/150914_Textilstudie_2015.pdf

Cuhls, C., Mähl, B., Clemens, J. (2015): Ermittlung der Emissionssituation bei der Verwertung von Bioabfällen. UBA-Texte 39/2015

Dehne, I., Oetjen-Dehne, R., Siegmund N., Dehous G., Möck, A. (2015): Stoffstromorientierte Lösungsansätze für eine hochwertige Verwertung von gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen. UBA-Text 18/2015

Detzel, A., Kauertz, B., Grahl, B., Heinisch, J. (2017): Prüfung und Aktualisierung der Ökobilanzen für Getränkeverpackungen. Vorhaben im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3711 92 315, UBA-Texte 19/2016.

EU (2019): Durchführungsbeschluss (EU) 2019/1004 der Kommission vom 7. Juni 2019 zur Festlegung der Vorschriften für die Berechnung, die Prüfung und die Übermittlung von Daten über Abfälle gemäß der Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates sowie zur Aufhebung des Durchführungsbeschlusses C(2012) 2384 der Kommission. Amtsblatt der Europäischen Union L 163/66 v. 20.6.2019.

Enomia (2017): Environmental impact study on artificial football turf. For FIFA March 2017. https://football-technology.fifa.com/media/1230/artificial_turf_recycling.pdf

Flamme, S., Hanewinkel, J., Quicker, P., Weber, K. (2018): Energieerzeugung aus Abfällen. Stand und Potenziale in Deutschland bis 2030. UBA-Texte 51/2018

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

ifeu (2019): Vorbereitung zur Wiederverwendung – orientierende ökobilanzielle Untersuchung für drei Gebrauchsgüter. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. Heidelberg, Juli 2019. https://www.berlin.de/senuvk/umwelt/abfall/reuse/download/SKU-Bilanz2018-Bericht_Gebrauchsgüter.pdf

ifeu (2017a): Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2016 für das Land Berlin. Regine Vogt, Sophia Fehrenbach. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (SenStadtUm), Oktober 2017

ifeu (2017b): 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 (2015): 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/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/ifeu (2010): Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft. Am Beispiel von Siedlungsabfällen und Altholz. Öko-Institut Darmstadt und ifeu Heidelberg. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, UFO-Plan-Vorhaben FZK 3708 31 302, Januar 2010

UBA (2018): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2018. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2016. Climate Change 12/2018. Umweltbundesamt – UNFCCC-Submission.

Villanueva, Hedal, Carlsen, Vogt, Giegrich (2007): 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.

Vogt, R., Derreza-Greeven, C., Giegrich, J., Dehoust, G., Möck, A., Merz, C. (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. UBA-Texte 46/2015

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_46_2015_klimaschutzpotenziale_der_abfallwirtschaft_0.pdf

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 0.1: Ergebnisse Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz 2018	2
Abbildung 2.1: Stoffflussdiagramm zu Aufkommen und Verbleib der mineralischen Abfälle 2018	35
Abbildung 2.2: Gesamt-Holz-Bilanz für holzige Abfälle aus Berlin im Jahr 2018	52
Abbildung 2.3: Sankeydiagramm Mengenströme 2018	64
Abbildung 2.4: Entsorgte Mengen der Abfallarten 2018 (Mengenangaben in Tonnen)	65
Abbildung 2.5: Absolute Nettoergebnisse der Klimagasbilanz 2018	68
Abbildung 4.1: Stoffströme 2018, Graf Baustoffe, Nonnendamm	82
Abbildung 4.2: Stoffströme 2018, BTB-Gruppe, Frank-Zappa-Straße	82
Abbildung 4.3: Stoffströme 2018, RWG I - Schicht, Saalburgstraße	83
Abbildung 4.4: Stoffströme 2018, RWG I - Schicht, Wiesendamm	83
Abbildung 4.5: Stoffströme 2018, BSR MHKW Ruhleben	84
Abbildung 4.6: Stoffströme 2018, MPS Pankow	85
Abbildung 4.7: Stoffströme 2018, MPS Reinickendorf	85
Abbildung 4.8: Stoffströme 2018, BSR Biogas West	86
Abbildung 4.9: Stoffströme 2018, BWB KSVa Ruhleben	87

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Zeitreihe Aufkommen mineralische Abfallfraktionen	36
Tabelle 2.2: Verteilschlüssel für die energetische Verwertung von Holzabfällen	51
Tabelle 2.3: Gewichtete Wirkungsgrade Holz-HKW 2018 gegenüber 2016	51
Tabelle 2.4: Ergebnisse Stoffstrombilanz 2018	66
Tabelle 2.5: Ergebnisse Klimagasbilanz 2018	69
Tabelle 2.6: Ergebnisse der Rohstoffschonung 2018	70
Tabelle 2.7: Nettoergebnisse Luftemissionen und Cadmiumeintrag in Boden 2018	72
Tabelle 2.8: Spezifische Ergebnisse der Schonung von Rohstoffen 2018 im Vergleich zu 2016	73
Tabelle 2.9: Spezifische Nettoergebnisse für Luftemissionen und Cadmiumeintrag in Boden 2018 im Vergleich zu 2016	73
Tabelle 3.1: Klimagasbilanz Haus- und Geschäftsmüll 2018 nach Behandlungswegen und Prozessschritten	74
Tabelle 3.2: Übersicht Nettowirkungsgrade thermische Abfallbehandlungsanlagen 2018	76
Tabelle 3.3: Verwertungswege Alttextilien 2007 und 2013 (bvse 2015)	78
Tabelle 5.1: Zeitverlauf Emissionsfaktoren für Strom	89
Tabelle 5.2: Zeitverlauf Abfallzusammensetzung für Haus- und Geschäftsmüll – jeweils nach Sortieranalysen und modifizierte Zusammensetzung (Rechenwerte)	90
Tabelle 5.3: Zeitverlauf ermittelte Kenndaten für Haus- und Geschäftsmüll	91
Tabelle 7.1: Übersicht Einstufung thermischer Abfallbehandlungsanlagen und Bewertung CO ₂ -Emissionen	98
Tabelle 9.1: Datenblatt für die abgestimmte Artikelliste	108

Abkürzungsverzeichnis

AAS	Sperrmüllaufbereitungsanlage der BSR
AFME	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
EPD	Environmental Product Declaration (Umweltproduktklärung)
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk
FS	Frischsubstanz (auch FM, Frischmasse)
GaLaBau	Garten- und Landschaftsbau
HDD	Hard Disk Drive (Festplattenlaufwerk)
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
NO _x	Stickstoffoxide
ORS	Otto-Rüdiger Schulze Holz und Baustoffrecycling GmbH & Co.KG
oTS	Organische Trockensubstanz

PE	Polyethylen
PP	Polypropylen
PPK	Papier, Pappe, Kartonagen
SenUVK	Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz
SKU-Bilanz	Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz
SSD	Solid State Drive oder Solid State Disk (Festplatte ohne bewegliche Teile)
StNVP	Stoffgleiche Nichtverpackungen
RTO	Regenerative Thermische Oxidation
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)

10 Anhang

10.1 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 den Output der Erstbehandlung in einer Vorbehandlungsanlage beschränken, da nur für diese berlinspezifische 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 (Alt-ablagerung, 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 Recyclingquote³⁵ 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.

³⁵ http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/dokumente/dok_verwertung_2000-2015.pdf