

# STOFFSTROM-, KLIMAGAS- UND UMWELTBILANZ FÜR DAS JAHR 2020 FÜR DAS LAND BERLIN



INSTITUT FÜR ENERGIE-  
UND UMWELTFORSCHUNG  
HEIDELBERG

---

# Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2020 für das Land Berlin

SKU-Bilanz

für die Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz (SenUMVK), Referat Kreislaufwirtschaft, 10179 Berlin

**von**

Regine Vogt, Noora Harju

**mit Beteiligung von**

Jürgen Gonser, Pitt Barfried  
(ARGUS Berlin)

Dezember 2021

---

Bildnachweis Titelseite: Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz



ifeu Wilckensstraße 3 D - 69120 Heidelberg Telefon +49 (0)6 221. 47 67 - 0 Telefax +49 (0)6 221. 47 67 - 19 E-Mail ifeu@ifeu.de www.ifeu.de



# Inhalt

---

<b>0 Zusammenfassung</b>	<b>7</b>
<b>1 Vorbemerkung</b>	<b>17</b>
<b>2 Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz</b>	<b>18</b>
2.1 Abfälle aus Haushaltungen	18
2.1.1 Hausmüll inkl. Geschäftsmüll (AVV 200301)	19
2.1.2 Sperrmüll (AVV 200307)	21
2.1.3 Bioabfall (BIOGUT) (AVV 200301)	23
2.1.4 Eigenkompostierung Bio- und Grünabfälle (AVV 200301)	25
2.1.5 Weihnachtsbäume (AVV 200138)	26
2.1.6 Organikabfall im Sammelsystem Laubsack (AVV 200301)	27
2.1.7 Altpapier (AVV 200101)	28
2.1.8 Leichtverpackungen (LVP) (AVV 150106) und stoffgleiche Nichtverpackungen (StNVP) (AVV 200301)	29
2.1.9 Altglas (AVV 200102)	31
2.1.10 Alttextilien (AVV 201111)	32
2.1.11 Altreifen (AVV 160103)	33
2.1.12 E-Schrott (AVV 200136, 200123*, 200135*)	35
2.1.13 Altmetalle (AVV 200140)	36
2.2 Abfälle aus anderen Herkunftsbereichen	37
2.2.1 Boden und Steine (AVV 170504)	37
2.2.2 Bauschutt (AVV 170107) - Gemische aus Beton, Fliesen, Ziegel und Keramik	38
2.2.3 Beton (AVV 170101)	39
2.2.4 Gipsabfälle (AVV 170802)	40
2.2.5 Ziegel (AVV 170102)	41
2.2.6 Asphalt (AVV 170302)	42
2.2.7 Baggergut (AVV 170506)	43
Zusammenfassung mineralische Abfälle (Kap. 2.2.1 bis 2.2.7)	44
2.2.8 Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie (AVV 200301)	47
2.2.9 Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG) (AVV 200301)	48
2.2.10 Nicht überlassungspflichtige gemischte Siedlungsabfälle (AVV 200301) und gemischte Bau- und Abbruchabfälle (AVV170904)	50
2.2.11 Ungefaulter Klärschlamm (AVV 190805)	52
2.2.12 Gefaulter Klärschlamm (AVV 190805)	54

# Inhalt

---

2.2.13	Straßenkehrriecht (AVV 200303)	56
2.2.14	Getrennt gesammeltes Altholz (AVV 200138 und AVV 170201)	58
2.2.15	Baum- und Strauchschnitt (AVV 200138)	59
	Gesamt-Stoffstrombilanz Holzabfälle aus Berlin (v.a. Kap. 2.2.14 und 2.2.15)	60
2.2.16	Laub / Straßenlaub (AVV 200201)	63
2.2.17	Straßenbegleitgrün (AVV 200201)	64
2.2.18	Mähgut (AVV 200201)	65
2.2.19	Speisereste (AVV 200108) und überlagerte Lebensmittelabfälle (AVV 020203, 020204, 020501, 020601, 020704)	66
2.2.20	Fettabscheiderinhalte (AVV 190809)	67
	Zusammenfassung Speisereste (inkl. überlagerte Lebensmittelabfälle) und Fettabscheiderinhalte (Kap. 2.2.19 und 2.2.20)	68
2.2.21	Altfette (AVV 200125)	69
2.2.22	Pferdemist (AVV 020106)	70
2.2.23	Rechengut (AVV 190801)	72
2.2.24	Kunststoffrasen	73
2.3	Zusammenführung der Ergebnisse der Abfallarten	74
	Stoffstrombilanz 2020	74
	Klimagasbilanz 2020	77
	Umweltbilanz 2020	80
<b>3</b>	<b>Erläuterungen zu ausgewählten Abfallarten</b>	<b>85</b>
3.1	Aufkommen und Verbleib Alttextilien	85
3.2	Aufkommen und Verbleib E-Schrott	89
3.3	Klimagasbilanz Haus- und Geschäftsmüll	94
3.3.1	Aufschlüsselung Klimagasbilanz Haus- und Geschäftsmüll 2020	95
3.3.2	Fallbeispiele Klimagasbilanz Haus- und Geschäftsmüll	98
<b>4</b>	<b>Erläuterungen zu den 10 größten Berliner Abfallbehandlungsanlagen</b>	<b>101</b>
4.1	Graf Baustoffe, Nonnendamm	101
4.2	BTB-Gruppe, Frank-Zappa-Straße	102
4.3	RWG I – Schicht, Saalburgstraße	102
4.4	RWG I – Schicht, Wiesendamm	103
4.5	MHKW Ruhleben	104

# Inhalt

---

4.6	MPS Pankow	104
4.7	MPS Reinickendorf	105
4.8	BSR Biogas West	106
4.9	ALBA Hultschiner Damm	106
4.10	KSVA Ruhleben	106
<b>5</b>	<b>Aktualisierungen</b>	<b>108</b>
5.1	Emissionsfaktoren für Energie und Transporte	108
5.2	Emissionsfaktoren trockene Wertstoffe	110
5.2.1	Altpapier	110
5.2.2	Metallschrott	111
5.2.3	LVP & StNVP	111
5.3	Kenndaten Abfallarten und EBS	112
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>114</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>117</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>118</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>119</b>
<b>6</b>	<b>Anhang</b>	<b>121</b>
6.1	Definition Recycling- und Verwertungsraten	121



# 0 Zusammenfassung

---

Mit dem am 17.06.2021 beschlossenen Abfallwirtschaftskonzept für das Land Berlin für den Planungszeitraum 2020 bis 2030 soll in Berlin die Kreislaufwirtschaft konsequent in Richtung des Leitbilds Zero Waste weiterentwickelt werden. Die Erstellung der Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz geht auf das zuvor im Mai 2011 beschlossene Abfallwirtschaftskonzept für 2010 bis 2020 zurück, mit dem die Berliner Abfallwirtschaft insbesondere unter den Aspekten des Ressourcen- und des Klimaschutzes neu ausgerichtet und entsprechend optimiert werden sollte. Ziel und Anspruch war, 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 Jahren<sup>1</sup> eine Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz (SKU-Bilanz) für die nicht gefährlichen Abfälle erstellt. Zudem werden seit 2014 Recycling- und Verwertungsraten ermittelt und ausgewiesen.

Die Stoffstrombilanz 2020 beinhaltet die Ermittlung von Aufkommen und Verbleib von insgesamt 37 Abfallarten und bildet die Basis für die Berechnung der Klimagas- und Umweltbilanz. Die Klimagasbilanz berücksichtigt die Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Lachgas, die nach ihrem Treibhausgaspotenzial zusammengefasst und in CO<sub>2</sub>-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<sub>x</sub>), Ammoniak (NH<sub>3</sub>) 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)<sup>2</sup>. Überwiegen die durch Substitution potenziell vermiedenen Emissionen die Belastungen aus der Abfallentsorgung, ergeben sich Nettoergebnisse mit negativem Vorzeichen. 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 2020 im Land Berlin für die 37 untersuchten Abfallarten ein gesamtes Abfallaufkommen von 6.832.340 Tonnen ermittelt (z. Vgl.: 2010 rd. 6,7 Mio. Mg, 2012, 2014 und 2016 jeweils rd. 7 Mio. Mg, 2018 rd. 6,5 Mio. Mg).

## Stoffstrombilanz

---

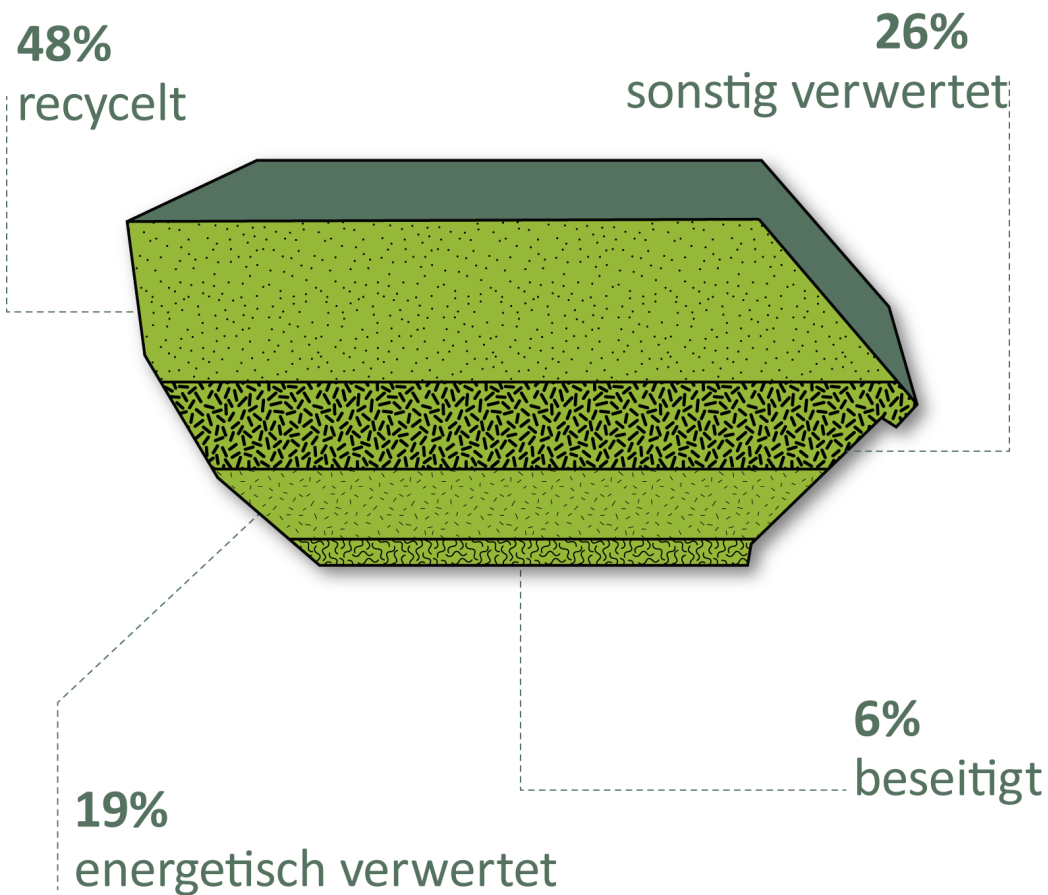
<sup>1</sup> Alternierend mit einer Stoffstrombilanz für überlassungspflichtige Abfälle in den ungeraden Jahren.

<sup>2</sup> 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.



Hauptanteil daran nehmen die mineralischen Abfälle ein. Die entsorgte Abfallmenge<sup>3</sup> beläuft sich im Jahr 2020 auf 6.946.038 Tonnen (8% mehr als 2018).

## 37 Abfallarten mit einer entsorgten Abfallmenge von rund 6,9 Mio. Tonnen

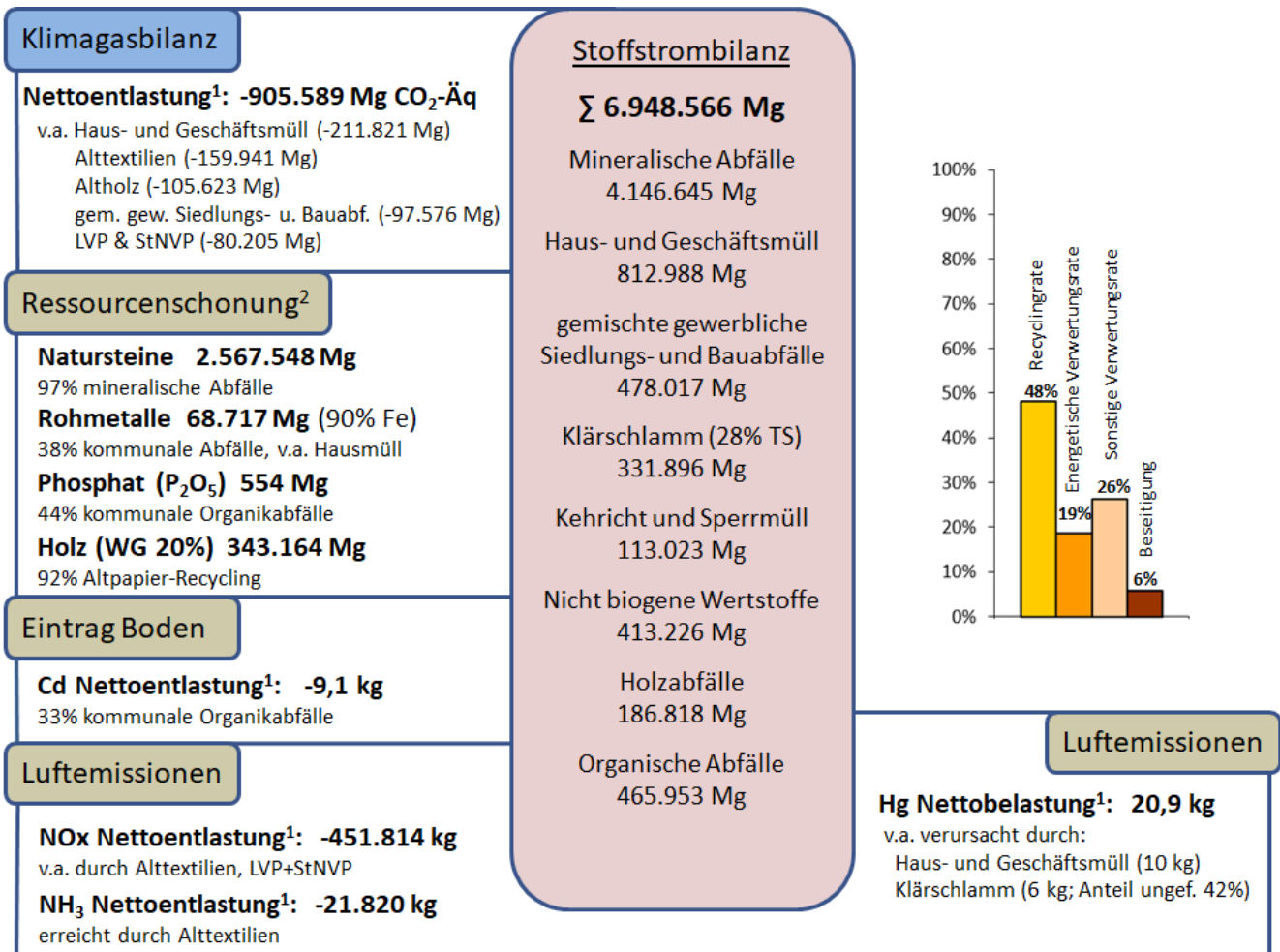


Differenz zu 100% bedingt durch Wasserverluste bei der Behandlung einzelner Abfallarten

Abbildung 0.1: Zusammenfassung Verbleib der Abfälle Copyright: Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz

Abbildung 0.2 zeigt eine Gesamtübersicht der SKU-Bilanz für das Jahr 2020. Die Stoffstrombilanz umfasst die gesamte entsorgte Menge untergliedert nach den mengenrelevanten Abfallarten bzw. -gruppierungen. Neben den mineralischen Abfällen, die 60% der entsorgten Abfallmenge ausmachen, stellen Haus- und Geschäftsmüll und im Weiteren gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und gemischte Bau- und Abbruchabfälle mengenrelevante Abfallarten dar.

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



- 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 -14.000 TJ
- 3) Differenz zu 100% bei den Raten bedingt durch Wasserverluste bei der Behandlung einzelner Abfallarten

Abbildung 0.2: Ergebnisse Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz 2020

Die Abbildung weist des Weiteren die Recycling- und Verwertungsraten aus. Gegenüber dem Jahr 2018 ergeben sich folgende Veränderungen: Die Recyclingrate (stoffliche Verwertung) ist von 45% auf 48% angestiegen, die energetische Verwertung von 20% auf 19% abgesunken. Die sonstige Verwertung (Verfüllungen, Deponieersatzbaustoff) ist bei 26% geblieben. Die Beseitigung (Deponierung und Klärschlammverbrennung in der Klärschlammverbrennungsanlage (KSVA)) liegt mit 6% zwei Prozentpunkte niedriger.

Durch die Nutzung der Berliner Abfälle als Ressource wurden im Jahr 2020 wiederum relevante Klimagas- und Umweltentlastungspotenziale erzielt. Das Nettoentlastungspotenzial an schädlichen Klimagasen beträgt -905.589 Mg CO<sub>2</sub>-Äq. 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 getrennt erfassten Altholzmenge, die in 2020 um 27% höher liegt und im Weiteren die Nettoentlastungspotenziale durch die Entsorgung der nicht überlassungspflichtigen gemischten Siedlungsabfälle und gemischten Bauabfälle und von Leichtverpackungen und stoffgleichen Nicht-Verpackungen (LVP & StNVP) vor

**Klimagasbilanz**

Altpapier. Umgekehrt wurde für neun der untersuchten Abfallarten im Netto eine Klimagasbelastung ermittelt. Dabei handelt es sich um ungefaulten Klärschlamm, Straßenkehrschutt, die kompostierten Organikabfälle und neun der sonstigen Abfallarten aus Gewerbe und Industrie bei denen sich durch die zunehmende Defossilierung des Energiesystems und damit zurückgehende Entlastungspotenziale für Strom aus Abfall eine knappe Ergebnisumkehr ergab.

## Klimagasbilanz: 28 der 37 Abfallarten erzielen eine Entlastung, bei 9 besteht eine Belastung.

Das Entlastungspotenzial 2020 beträgt -905.589 Mg CO<sub>2</sub>-Äq

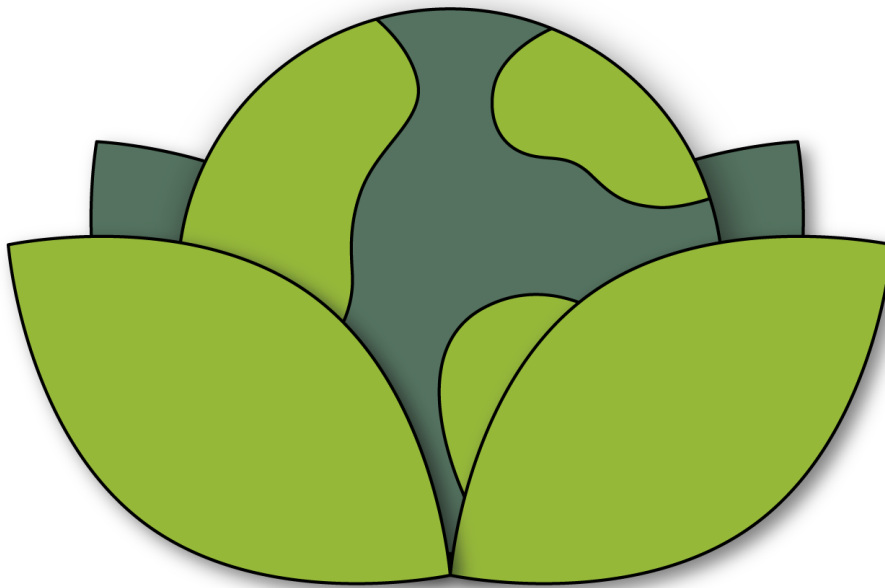


Abbildung 0.3: Zusammenfassung Klimagasbilanz

Copyright: Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz

Letztere wirkt sich allgemein auf Abfallarten aus, die (anteilig) energetisch verwertet werden. Strom aus Abfall erhält dadurch zunehmend geringere Gutschriften (s. Kap. 5.1). Mittelfristig wird sich dieser Aspekt auch bei Wärme aus Abfall und Kraftstoff aus Abfall bemerkbar machen. Mittel- bis langfristig wird durch Technologieumstellungen auch die Herstellung von Produkten klimaneutral werden müssen, so dass mit Erreichung der Klimaschutzziele, die Klimagasbilanz in allen Bereichen auf Null zurückgehen muss. Ungeachtet dessen hat die Abfallwirtschaft bereits wesentliche Klimaschutzbeiträge geleistet und sind wichtige Beiträge auch künftig möglich wie entsprechende Untersuchungen im Rahmen der SKU-Bilanz 2016 gezeigt haben (ifeu 2017a, ifeu 2017b).

Auf spezifischer Ebene kann das Ergebnis mit der Klimagasbilanz 2018 verglichen werden. Danach liegt das spezifische Nettoergebnis für 2020 in Höhe von -130 kg CO<sub>2</sub>-Äq pro Tonne Abfall um 16% niedriger als 2018<sup>4</sup>. Abgesehen von den abnehmenden Stromgutschriften sind hier auch weitere nicht durch abfallwirtschaftliche Maßnahmen bedingte Aktualisierungen zu beachten (Kap. 5).

Für die einzelnen Abfallarten ergeben sich durch abfallwirtschaftliche Maßnahmen Verbesserungen vor allem bei LVP & StNVP für die sich die Rahmenbedingungen insbesondere gegenüber 2018 deutlich geändert haben und der höhere Recyclinganteil zu höheren Entlastungseffekten führt. Für Alttextilien und für Elektro(nik)altgeräte (E-Schrott), für die für 2020 eine Primärdatenerhebung durchgeführt wurde, resultieren durch die Neubewertung bei Ersteren ein etwas höheres spezifisches Nettoentlastungspotenzial, bei Letzteren dagegen ein geringeres v.a. bedingt durch niedrigere Recyclinganteile als zuvor angenommen (Kap. 3.2). Bei weiteren Abfallarten ergeben sich Verbesserungen teils auch durch Anpassungen wie im Fall von Altmetallen für die ein Anteil Nichteisenmetalle (NE-Metalle) abgeschätzt wurde (Kap. 5.2.2). Die Vereinheitlichung der Kenndaten zur Aktualisierung und Einschränkung des Einflusses durch Datenunsicherheiten (Kap. 5.3) wirkt sich z.B. für überlassungspflichtige hausmüllähnliche Gewerbeabfälle vorteilhaft aus und führt dagegen bei Sperrmüll zu geringeren Entlastungseffekten.

Die Umweltbilanz 2020 für die untersuchten Bereiche Ressourcenschonung, Luftemissionen sowie Schadstoffeintrag in Boden zeigt ein differenziertes Ergebnis. Bei fast allen untersuchten Indikatoren wurden Einsparungen bzw. Nettoentlastungen erzielt, lediglich bei den Quecksilberemissionen besteht eine Nettobelastung.

**Umweltbilanz**

Die Einsparung von Natursteinen (inkl. Sande & Kies) ist zu 97% durch mineralische Abfälle bedingt. Sie entspricht insgesamt einer vermiedenen Flächeninanspruchnahme von 56.879 m<sup>2</sup>. Eine Schonung von Flächen erfolgt auch durch die Schonung von Phosphat bzw. Phosphorit (insgesamt 273 m<sup>2</sup>). Die Einsparung von Rohmetallen (90% 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 44% aus der Entsorgung von Organikabfällen kommunaler Herkunft, darunter v.a. Bioabfall. Für gefaulten Klärschlamm konnte in 2020 keine Phosphatschonung umgesetzt werden, da die MAP-Anlage aufgrund von Instandhaltungs- und Reparaturmaßnahmen nicht betrieben werden konnte. Die Schonung von Holz wird zu 92% durch Altpapierverwertung bestimmt.

**Ressourcenschonung**

Im Vergleich zu spezifischen Ergebnissen der SKU-Bilanz 2018 zeigen sich ähnliche Ergebnisse (KEA fossil) oder höhere Entlastungspotenziale. Natursteine (inkl. Sande & Kies) wurden etwas mehr eingespart. Bei Rohmetallen konnten etwas mehr Metalle aus den Restmüllfraktionen aussortiert werden. Zudem macht sich die aus der Primärdatenerhebung resultierende deutlich höhere E-Schrottmenge bemerkbar. Die höhere spezifische Einsparung von Phosphat geht vor allem auf die gestiegene getrennte Erfassung und Verwertung von Bioabfall (Biogut) zurück sowie auf die höhere neu eingeschätzte Menge an Pferdemit. Die höhere spezifische Nettoeinsparung bei der Holzschonung resultiert vor allem aus der Aktualisierung für Altpapierrecycling (höhere Faserausbeute und vermehrter Ersatz von Zellstoff statt Holzstoff, s. Kap. 5.2.1).

<sup>4</sup> Teilweise ist der Rückgang auf die 12% höhere entsorgte Menge an mineralischen Abfällen zurückzuführen, deren THG-Bilanz (außer für Asphalt) mit Null bewertet ist.

Im Jahr 2020 wurden durch die Abfallentsorgung folgende **Ressourcen geschont**:

**2.567.548 Mg**

Natursteine

**343.164 Mg**

Holz

**554 Mg**

Phosphat

**68.717 Mg**

Rohmetalle

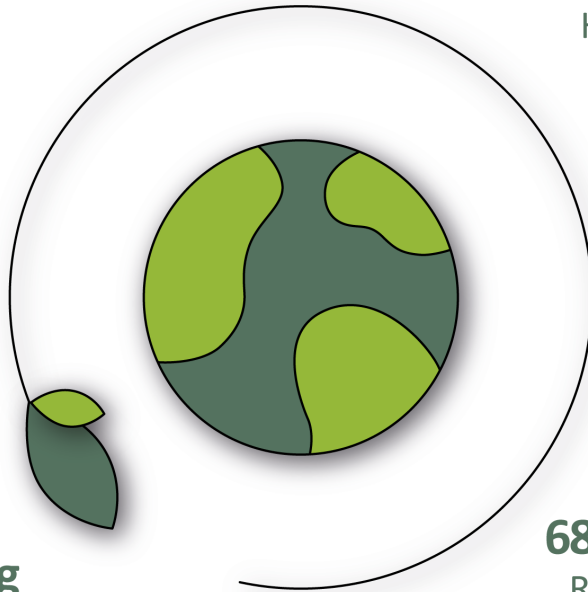


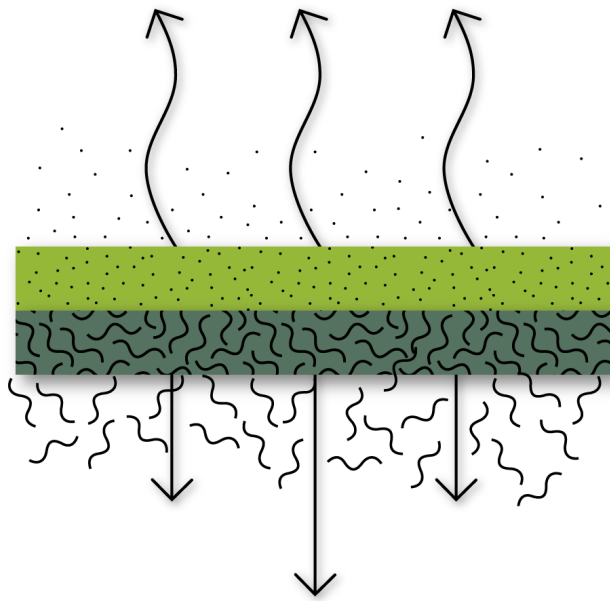
Abbildung 0.4: Zusammenfassung Ressourcenschonung Copyright: Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz

Bei den Luftemissionen ist vor allem das spezifische Nettoentlastungspotenzial für Ammoniak wieder niedriger bedingt durch die Erkenntnisse aus der für 2020 empfohlenen Primärdatenerhebung für Alttextilien (vgl. Kap. 3.1). Bei den NO<sub>x</sub>-Emissionen zeigt sich für 2020 wiederum ein höheres Nettoentlastungspotenzial. Teilweise geht dies auf abfallwirtschaftliche Maßnahmen zurück wie beispielsweise den höheren Recyclinganteil bei LVP & StNVP. Ansonsten ergibt sich die höhere Entlastung durch die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Strom und v.a. für Transporte und auch durch die Vereinheitlichung der Kenndaten für thermisch behandelte Abfallarten (teils höhere Heizwerte, s. Kap. 5.3).

Bei Quecksilber resultieren Nettobelastungen v.a. aus der Entsorgung von Haus- und Geschäftsmüll und 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 Ruhlleben zurückzuführen. Quecksilber wird dabei durch Rauchgasreinigung umfassender abgeschieden als bei der substituierten Stromerzeugung in Kohlekraftwerken. Im Vergleich zu spezifischen Ergebnissen der SKU-Bilanz 2018 zeigt sich eine etwas geringere spezifische Nettobelastung.

**Luftemissionen und Cadmumeintrag Boden**

**Das Entlastungspotenzial für Ammoniakemissionen betrug -21.820 kg und für NOx-Emissionen -451.814 kg; bei Quecksilber ergab sich in ein Belastungspotenzial in Höhe von 20,9 kg.**



**Bei dem Schadstoffeintrag in Boden lag das Entlastungspotenzial für Cadmium bei -9,1 kg**

Abbildung 0.5: Zusammenfassung Luftemissionen und Schadstoffeintrag in Boden

Copyright: Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz

Beim Cadmumeintrag in den Boden wird das Nettoentlastungspotenzial v.a. durch die Entsorgung der gewerblichen organischen Abfälle und Bioabfall erreicht. Gegenüber der SKU-Bilanz für 2018 zeigt sich eine etwas höhere spezifische Nettoentlastung. Wie bei Phosphat geht dies auf höhere getrennt erfasste Bioabfälle zurück sowie die höhere Menge Pferdemist, die den umgekehrt in 2020 fehlenden MAP-Dünger aus gefaultem Klärschlamm in der Substitution von cadmiumhaltiger mineralischer Phosphatdünger überwiegen.

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.

Für die Bioabfallverwertung gilt weiterhin, dass die Behandlung über die Anlage BSR Biogas West vorteilhaft ist. Weitere Entlastungspotenziale bestehen in der flächen-

**Weitere Klimagas- und Umweltentlastungspotenziale**

**Organikabfälle und trockene Wertstoffe**



deckenden 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 (ifeu 2019a). Für Laub ist eine energetische Verwertung vorteilhaft wie u.a. die für die SKU-Bilanz 2014 bilanzierten Mitverbrennungsversuche gezeigt haben (ifeu 2015). 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. Dies gilt insbesondere auch für Alttextilien (s. Kap. 3.1).

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, soweit nach Eignung und Kapazitäten möglich, mitverbrannt werden, um dadurch Kohle zu ersetzen. Kurz- bis mittelfristig wird sich dieser Klimaschutzbeitrag durch den Ausstieg aus der Kohleverstromung 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 über eine verstärkte Wärmeerzeugung aus Abfall wie sie z.B. bei der Dampfnutzung aus dem MHKW Ruhleben gegeben ist. 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 mittlerweile beauftragte Planung und Errichtung der Monoverbrennungsanlage für Klärschlamm am Standort Waßmannsdorf (Mai 2020, Beginn Regelbetrieb 2025) wird weiterhin empfohlen im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung auch potenzielle N<sub>2</sub>O-Emissionen einzuschätzen. Wirbelschicht-Klärschlammverbrennungsanlagen sind bedeutende Quellen für N<sub>2</sub>O-Emissionen. Entsprechend sind Minderungsmaßnahmen von Bedeutung, die bislang jedoch nicht etabliert sind (s.a. ifeu 2019a). Insofern ist sehr zu begrüßen, dass die Berliner Wasserbetriebe (BWB) im Jahr 2020 erste orientierende Betriebsmessungen an einer Linie der KSVa durchgeführt haben. Basierend auf weiteren belastbaren Messergebnissen ist gegebenenfalls die Nachrüstung einer Regenerativen Thermischen Oxidation (RTO) zu empfehlen durch die N<sub>2</sub>O-Emissionen um 95% gemindert werden können. Eine erste Einschätzung des Aufwands für eine RTO, die möglichen Vor- und Nachteile, werden Anfang 2022 in einer orientierenden Klimagasbilanz untersucht als Grundlage für den weiteren Austausch.

#### Klärschlamm

Die im Rahmen der SKU-Bilanz durchgeführte Sondererhebung und Neubewertung für Alttextilien und E-Schrott hat verdeutlicht, dass weiterhin erhebliche Datenlücken bestehen und für die bereits vielfältigen Aktivitäten im Rahmen der Re-Use Initiative weiter unterstützende Optimierungsmöglichkeiten und Ansätze zu empfehlen sind.

#### Empfehlungen aus Erhebung Alttextilien und E-Schrott

Für Alttextilien wird in Verbindung mit den anstehenden gesetzlichen Vorgaben, der ab 01.01.2025 geltenden Pflicht zur Getrennterfassung von Alttextilien (§ 20 KrWG) für das Land Berlin empfohlen, ein integriertes Konzept für die getrennte Erfassung und Verwertung von Alttextilien zu entwickeln. Ein wichtiger Baustein hierbei wären Akteursdialoge, um Bedarf und Möglichkeiten aller relevanten Akteure auszutauschen und in einem gemeinsamen Konzept zu berücksichtigen. Wichtige Aspekte für den Aufbau einer zirkulären Textilwirtschaft sind:

- die Optimierung der getrennten Erfassung, um die vergleichsweise hohen Anteile im Berliner Restmüll zu reduzieren und um bereits bei der Sammlung möglichst gut vorsortierte Qualitäten zu erhalten,
- die Schließung von Datenlücken z.B. durch Berichtspflichten zu jährlichen Sammelmengen,
- der Aufbau von Strukturen für die stoffliche Verwertung auch von Alttextilien, die nicht mehr für eine Wiederverwendung in Frage kommen.

Eine wichtige Rolle hierbei spielen auch Pilotprojekte zur Erschließung von Absatzmärkten für Textilien aus Recyclingfasern (z.B. Pilotprojekt mit der Berliner Polizei). Zur Einschätzung der ökologischen Wirksamkeit und von möglichen Optimierungspotenzialen wird eine ökologische Begleitung solcher Projekte empfohlen.

Für E-Schrott bestehen Optimierungsmöglichkeiten vor allem in der Stärkung der Vorbereitung zur Wiederverwendung. Im Land Berlin ist ein wichtiger Schritt dazu für den Bereich Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) -Geräte durch Anforderung für die öffentlichen Vergabe bereits umgesetzt (Leistungsblatt Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt - VwVBU). Als eine wichtige Anforderung des Leistungsblatts sind die durch Wiederverwendung und das Recycling jeweils erzielten Klimagaseinsparungen und Ressourceneinsparungen zu dokumentieren. In Anbetracht der hohen Datenunsicherheiten für eine Wiederverwendung (s. Kap. 3.2) wird hierfür eine harmonisierte Herangehensweise bzw. eine Konvention für die Bewertung benötigt, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewähren. Die wichtigsten Aspekte hierbei sind:

- Festlegen von Werten, die für die jeweils substituierte Neuware angerechnet werden dürfen,
- Erarbeitung von Kriterien für die Ermittlung der Lebensdauerverlängerung, die angerechnet wird,
- Vorgehen zur Berücksichtigung der Energieeffizienz in der Nutzungsphase, die für Neu- und Altgeräte unterschiedlich sein kann,
- Abstimmung von Wirkungskategorien, die die Ressourceneinsparung dokumentieren sollen,
- Abstimmung von Standard-Emissionsfaktoren für den Energiebedarf.

Für die Beurteilung von künftigen Vergabeanträgen wird eine Prüfung dieser Aspekte empfohlen bzw. eine gutachterliche Evaluierung der verschiedenen Anträge. Mindestens sollten die Anträge folgende Angaben enthalten:



- Energiebilanz (gesamt und fossil), Klimagasbilanz, Metallbilanz mit differenzierten Werten für Aufwand (Vorbereitung zur Wiederverwendung) und Substitutionspotenzial (ersetzte Neuware),
- genaue Bezeichnung der ersetzten Neuware mit Quellenangabe für die verwendeten Bilanzwerte,
- Angabe der angenommenen Gesamtlebensdauer von ersetzter Neuware und der Lebensdauerverlängerung für die Gebrauchtware,
- Angabe des Energieverbrauchs der ersetzten Neuware und der wiederverwendeten Gebrauchtware,
- Angabe des verwendeten THG-Emissionsfaktors für Strom in kg CO<sub>2</sub>-Äq/kWh.

Weitere Empfehlungen für einzelne Abfallarten finden sich bei den jeweiligen Steckbriefen. Die wesentlichen dabei sind im Folgenden kurz erwähnt:

**Weitere Empfehlungen für einzelne Abfallarten**

Im Sinne der weiteren Stärkung der Vorbereitung zur Wiederverwendung sind für **häuslicher Sperrmüll und Gewerbeabfall** Sortieranalysen zu empfehlen. Bislang gibt es bundesweit nur ältere (Gewerbeabfall, z.B. Dehne et al. 2015) oder orientierende Untersuchungen (Sperrmüll, Dornbusch et al. 2020). Von Bedeutung sind berlinspezifische Daten um das Potenzial der Steigerung der Vorbereitung zur Wiederverwendung und für das Recycling besser einschätzen können. Als Zugewinn könnten dadurch auch Datenunsicherheiten bezüglich der Kenndaten für die thermische Behandlung (fossiler C-Gehalt, Heizwert) weiter eingegrenzt werden.

Datenunsicherheiten bestehen auch bezüglich der Entsorgung der **gewerblichen Organikabfälle**. Vielfach beruht die Bilanzierung auf älteren technischen Daten und Annahmen. Hier wird eine über die reine Mengenabfrage hinausgehende Abfrage bei den Anlagenbetreibern empfohlen. Ziel ist die bestehende Anlagentechnik und Annahmen in der Bilanzierung aktualisieren zu können und dadurch auch Optimierungsmöglichkeiten mit Blick auf eine flexible Stromerzeugung erörtern zu können.

Für die Bilanzierung von **Altreifen** wird für die nächste SKU-Bilanz eine Aktualisierung empfohlen, bei der zum einen untersucht werden sollte inwieweit die Vorbereitung zur Wiederverwendung durch Runderneuerung in die Bilanzierung aufgenommen werden kann (abhängig von Datenlage). Zum anderen sollte versucht werden, die möglichen Einsatzgebiete für das durch Recycling erzeugte Gummigranulat oder Gummimehl einzuschätzen. Neben dem Einsatz als gummimodifizierter Asphalt kommen auch andere, teilweise auch weniger hochwertige Anwendungen in Frage wie beispielsweise auf Sandplätzen oder Pferdesportboden wobei keine Primärkunststoffe ersetzt werden. Der Einsatz zur Verfüllung von Gummigranulat in Kunstrasen ist in Berlin verboten.

# 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 – 2020 über die in Berlin angefallenen Abfälle ist die sechste 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 folgenden Bilanzen für 2014 (ifeu 2015), 2016 (ifeu 2017a) und 2018 (ifeu 2019a) verfeinert und fortgeschrieben wurden. Der Entwicklungsprozess sowie die 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, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz (SenUMVK) abgerufen werden<sup>5</sup>.

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

- Festlegung der relevanten Abfallarten und des dadurch bedingten Bilanzrahmens (nur Stoffströme, die über Anlagen erfasst werden),
- methodische Grundsätze der Ökobilanz der Abfallwirtschaft,
- Auswahl der Indikatoren zur Klimagas- und Umweltbilanz und deren Berechnung,
- weitere methodische Festlegungen wie die Anrechnung von erzeugter Energie bzw. substituiertem Brennstoff, der Umgang mit einer Kohlenstoffsенке (C-Senke) und die Bewertung mineralischer Abfälle.

Weitere Rahmendaten, verwendete Eingangsdaten wie Kenndaten der Abfallarten (Zusammensetzungen, Inhaltsstoffe), Reinheitsgrade Metallfraktionen nach Sortierung, Transferfaktoren für Quecksilberemissionen, Emissionsfaktoren für die Anrechnung von z.B. Strom und Wärme aus Abfall, werden regelmäßig aktualisiert und beschrieben.

In der vorliegenden Studie finden sich in Kapitel 2 die Ergebnisse der SKU-Bilanz 2020 wiederum zunächst in Form von anschaulichen Steckbriefen dargestellt und anschließend zusammengefasst. Kapitel 3 beinhaltet weitergehende Erläuterungen zu ausgewählten Abfallarten. In Kapitel 4 folgt eine Übersicht zu den 10 größten Berliner Abfallbehandlungsanlagen. Aktualisierung für die SKU-Bilanz 2020 sind in Kapitel 5 beschrieben.

---

<sup>5</sup> <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/kreislaufwirtschaft/abfallbehoerde/abfallbilanzen/>

## 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 Verwertungsraten
- 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 Abfall<sup>6</sup>
  - 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 Verwertungsraten sind im Anhang kurz erläutert. Für die SKU-Bilanz 2020 wurden die Begriffe angepasst, die Bezeichnung „Quoten“ wurde durch „Raten“ ersetzt, um die Ergebniswerte deutlich von bestehenden Legaldefinitionen abzugrenzen (s. z.B. Steckbrief LVP & StNVP). Zuerst ausgewiesen waren Raten in der SKU-Bilanz 2014 (ifeu 2015), für 2018 erfolgte nochmals eine Einordnung gegenüber dem (europa)rechtlichen Kontext (ifeu 2019a, Kap. 6).

### 2.1 Abfälle aus Haushaltungen

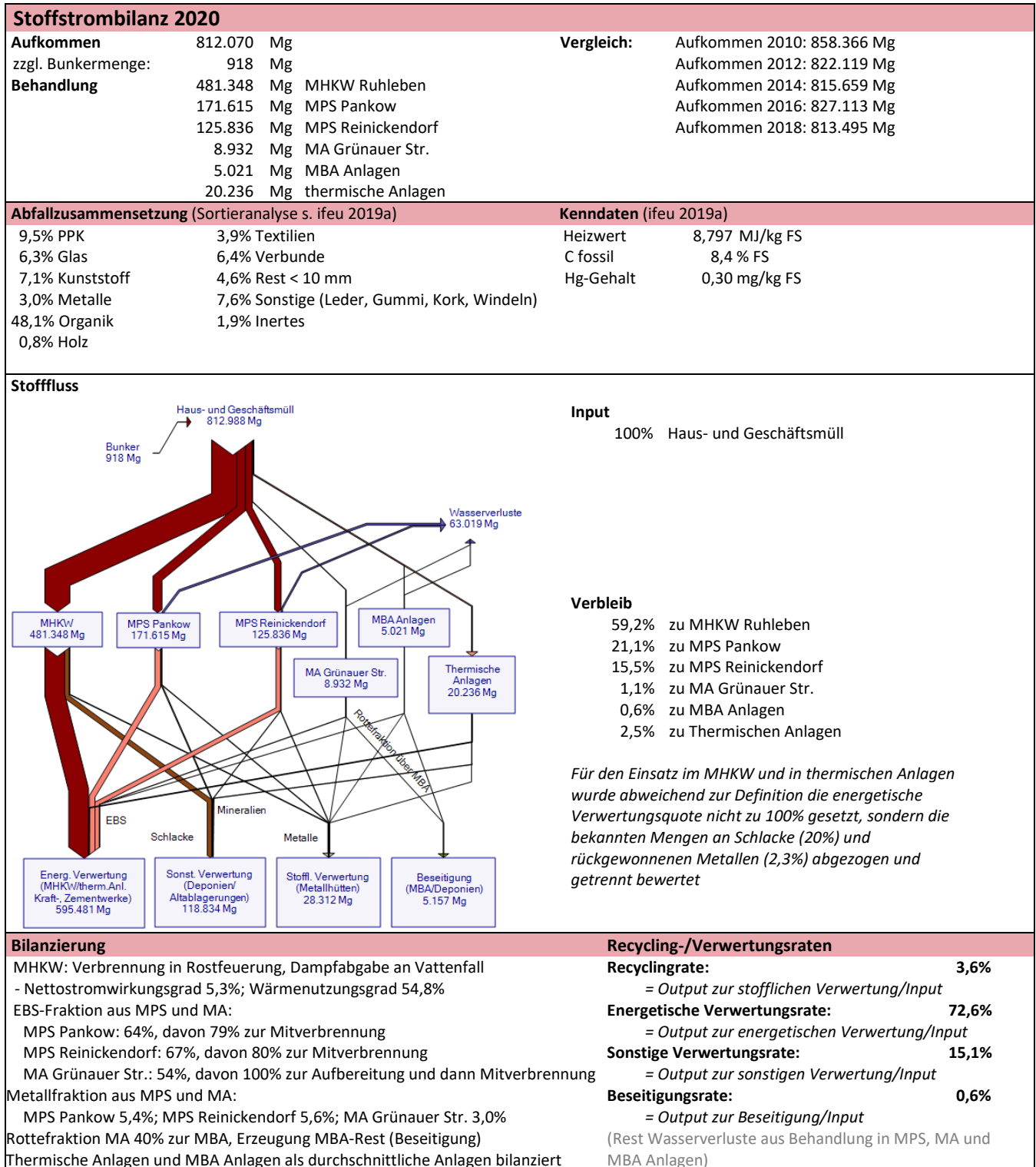
Abfälle aus Haushaltungen sind Abfälle, die den Berliner Stadtreinigungsbetrieben (BSR) zur Entsorgung zu überlassen sind. Darüber hinaus werden hier auch die über die Dualen

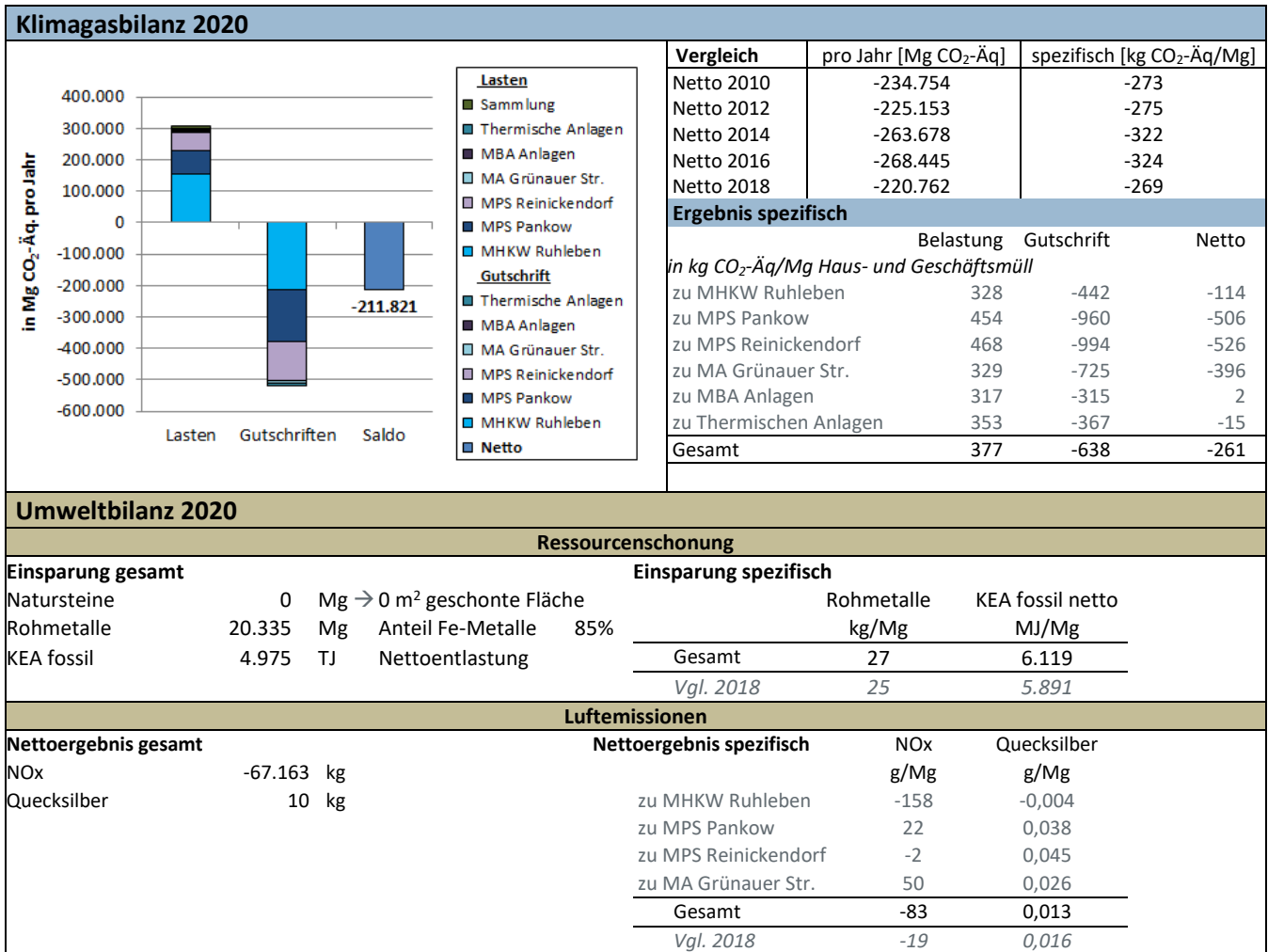
---

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

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

### 2.1.1 Hausmüll inkl. Geschäftsmüll (AVV 200301)





Die entsorgte Abfallmenge 2020 (inkl. Bunkermenge) in Höhe von 812.988 Mg liegt ähnlich hoch wie in den Vorjahren. Gegenüber 2018 ergeben sich geringe Änderungen der Recycling- und Verwertungsraten. Der im MHKW behandelte Anteil liegt um etwa 5 Prozentpunkte niedriger v.a. zu Gunsten der MPS Pankow und thermischen Anlagen.

#### Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz zeigt eine etwas geringere spezifische Nettoentlastung in Höhe von -261 kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg (2018: -269 kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg). Hier bestehen gegenläufige Aspekte. Zunächst gehen geringere Entlastungspotenziale generell auf die zunehmende Defossilierung zurück (s. Kap. 5.1). Dem entgegen wirken wieder bessere Wirkungsgrade beim MHKW Ruhleben (2018 war Ausnahme). Bei der Behandlung über MPS-Anlagen und MA wirken sich vereinheitlichte EBS Kenndaten leicht vorteilhaft aus. Dem gegenüber stehen geringere EBS-Anteile zur Mitverbrennung. Eine genauere Aufschlüsselung und Erläuterung der Ergebnisse auch anhand von Fallbeispielen findet sich in Kapitel 3.3. Bei der Umweltbilanz zeigt sich v.a. bei den NO<sub>x</sub>-Emissionen eine Verbesserung, die größtenteils auf aktualisierte Emissionswerte zurückgeht (z.B. Transporte). Beim MHKW macht sich die deutlich höhere Wärmeerzeugung bemerkbar. Der KEA fossil sowie die spezifische Einsparung von Rohmetallen und die spezifische Nettobelastung aus Quecksilberemissionen sind wenig verändert.

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 Großwohnanlagen (vgl. v.a. ifeu/ICU 2013, S.190).

#### Optimierungsmaßnahmen

### 2.1.2 Sperrmüll (AVV 200307)

Stoffstrombilanz 2020																					
<b>Aufkommen</b>	73.386 Mg	<b>Vergleich:</b>	Aufkommen 2010: 43.526 Mg																		
<b>Behandlung</b>	64.031 Mg AAS Gradestr. 7.086 Mg MHKW Ruhleben 2.269 Mg v.a. Holzkontore (-> Altholz)		Aufkommen 2012: 47.086 Mg Aufkommen 2014: 52.336 Mg Aufkommen 2016: 58.402 Mg Aufkommen 2018: 66.201 Mg																		
Stofffluss		Kenndaten (vgl. Kap. 5.3)																			
		<table border="1"> <tr> <th>Input</th> <th>Sperrmüll</th> <th>Altholz</th> </tr> <tr> <td>Heizwert [MJ/kg FS]</td> <td>16</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>C fossil [% FS]</td> <td>18%</td> <td>2,3%</td> </tr> <tr> <td>Hg-Gehalt [mg/kg FS]</td> <td>0,30</td> <td>-</td> </tr> </table>	Input	Sperrmüll	Altholz	Heizwert [MJ/kg FS]	16	16	C fossil [% FS]	18%	2,3%	Hg-Gehalt [mg/kg FS]	0,30	-							
		Input	Sperrmüll	Altholz																	
Heizwert [MJ/kg FS]	16	16																			
C fossil [% FS]	18%	2,3%																			
Hg-Gehalt [mg/kg FS]	0,30	-																			
		<table border="1"> <tr> <th>Output</th> <th colspan="2">Sperrmüll</th> </tr> <tr> <td>100% Sperrmüll</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>91,5% EBS</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>4,4% Holz</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>4,0% Metalle</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>0,1% Sonstige (PPK, Schrott)</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>	Output	Sperrmüll		100% Sperrmüll			91,5% EBS			4,4% Holz			4,0% Metalle			0,1% Sonstige (PPK, Schrott)			
Output	Sperrmüll																				
100% Sperrmüll																					
91,5% EBS																					
4,4% Holz																					
4,0% Metalle																					
0,1% Sonstige (PPK, Schrott)																					
Bilanzierung																					
44% EBS aus AAS v.a. zu IKW Rüdersdorf, sonst MHKW Ruhleben, MPS 56% EBS-Aufbereitung zur Mitverbrennung im Zementwerk Holz zu Holz-HKW Berlin und Aufbereitungsanlage Beeskow Bilanzierung MHKW s. Haus- und Geschäftsmüll																					
Recycling-/Verwertungsrate																					
<b>Recyclingrate:</b>		<b>4%</b>																			
= Output zur stofflichen Verwertung/Input																					
<b>Energetische Verwertungsrate:</b>		<b>94%</b>																			
= Output zur energetischen Verwertung/Input																					
<b>Sonstige Verwertungsrate:</b>		<b>2%</b>																			
= Output zur sonstigen Verwertung/Input																					
<b>Beseitigungsrate:</b>		<b>-</b>																			
= Output zur Beseitigung/Input																					
Klimagasbilanz 2020																					
	<b>Vergleich</b>	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]																		
	<table border="1"> <tr> <td>Netto 2010</td> <td>-18.069</td> <td>-415</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>-18.345</td> <td>-393</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>-20.339</td> <td>-391</td> </tr> <tr> <td>Netto 2016</td> <td>-38.247</td> <td>-659</td> </tr> <tr> <td>Netto 2018</td> <td>-50.528</td> <td>-786</td> </tr> </table>	Netto 2010	-18.069	-415	Netto 2012	-18.345	-393	Netto 2014	-20.339	-391	Netto 2016	-38.247	-659	Netto 2018	-50.528	-786					
Netto 2010	-18.069	-415																			
Netto 2012	-18.345	-393																			
Netto 2014	-20.339	-391																			
Netto 2016	-38.247	-659																			
Netto 2018	-50.528	-786																			
	Ergebnis spezifisch																				
		Belastung	Gutschrift	Netto																	
<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Sperrmüll</i>																					
zu MHKW Ruhleben		684	-760	-76																	
zu AAS Gradestr.		641	-1.209	-568																	
Gesamt		645	-1.164	<b>-519</b>																	
Umweltbilanz 2020																					
Ressourcenschonung																					
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b>	Rohmetalle KEA fossil netto																		
Natursteine 0 Mg → 0 m <sup>2</sup> geschonte Fläche			kg/Mg MJ/Mg																		
Rohmetalle 2.189 Mg Anteil Fe-Metalle: 99%		Gesamt	31 10.476																		
KEA fossil 745 TJ Nettoentlastung		Vgl. 2018	34 10.657																		
Luftemissionen																					
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>	NOx Quecksilber																		
NOx 3.108 kg			g/Mg g/Mg																		
Quecksilber 0,85 kg		Gesamt	44 0,012																		
		Vgl. 2018	62 0,013																		

Das Aufkommen ist 2020 mit 73.386 Mg wiederum gestiegen (+11% gegenüber 2018). Überwiegend wird Sperrmüll über die Aufbereitungsanlage für Sperrmüll (AAS) behandelt. Im Jahr 2020 lag der Anteil mit 87% etwas niedriger als in den Vorjahren (2018: 88%, 2016 93%, 2014 99%). Rund 10% 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 96% Sekundärbrennstoffe aussortiert (EBS und Holz). Der Holzanteil liegt mit rd. 4% wie in 2018 und 2016, in den Vorjahren lag er höher (2014: 6,6%, 2012: 8,2%, 2010: 11%).

#### Zusammenfassung

Die Klimagasbilanz zeigt eine deutlich geringere spezifische Nettoentlastung. Dies geht überwiegend auf die Vereinheitlichung der Kenndaten und dadurch höhere fossile CO<sub>2</sub>-Emissionen zurück. Nach (Flamme et al. 2018) liegt der fossile C-Gehalt in Sperrmüll deutlich höher als zuvor angenommen, bei nur wenig höherem Heizwert (s. Kap. 5.3). Letzteres bewirkt für die Schonung fossiler Ressourcen eine Verbesserung, die allerdings durch die aktualisierten Emissionsfaktoren für Strom und Wärme und die durch Defossilierung damit reduzierten Einspareffekte für Energie aus Abfall überlagert werden. 2020 wurden anteilig etwas weniger Metalle aussortiert, so dass sich eine etwas geringere spezifische Metallrückgewinnung ergibt. Die spezifischen Belastungen bei NO<sub>x</sub>-Emissionen fallen niedriger aus als 2018, hier macht sich für die Behandlung über MHKW die deutlich höhere Wärmenutzung und daraus resultierende Gutschrift bemerkbar. Im spezifischen Ergebnis für Quecksilber zeigt sich eine leicht geringere spezifische Nettobelastung.

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 anteilig Gutschriften für NO<sub>x</sub>- und Quecksilberemissionen entgehen, da diese bei der Mitverbrennung unabhängig vom Brennstoff ähnlich sind, wodurch sich für diese Emissionen ansteigende Nettobelastungen ergeben würden.

#### Optimierungsmaßnahmen Entsorgung

Vor dem aktuellen Hintergrund, dem Bestreben Kreisläufe zu schließen und Re-Use zu stärken, sollte jedoch ungeachtet dessen eine repräsentative Sortieranalyse für den Berliner Sperrmüll durchgeführt werden. Bislang gibt es bundesweit nur orientierende Untersuchungen für Sperrmüll (Dornbusch et al. 2020) und damit keine belastbare Information über das mögliche Potenzial für eine Vorbereitung zur Wiederverwendung. Darüber hinaus empfiehlt sich, die Aktivitäten der Re-Use Initiative Berlin wie der Re-Use Superstore im Karstadt Hermannplatz oder Informationen über App-Dienste für die Bürgerinnen und Bürger weiter auszubauen und zu unterstützen. Auch das NochMall Gebrauchtwarenkaufhaus der BSR bietet gute Möglichkeiten Re-Use weiter zu stärken und wäre eine gute Plattform für weitergehende Untersuchungen zu Potenzialen (Qualität, Alter der Gebrauchtwaren, „des Sperrmülls“, Reparaturpotenzial, Akzeptanz der Bevölkerung).

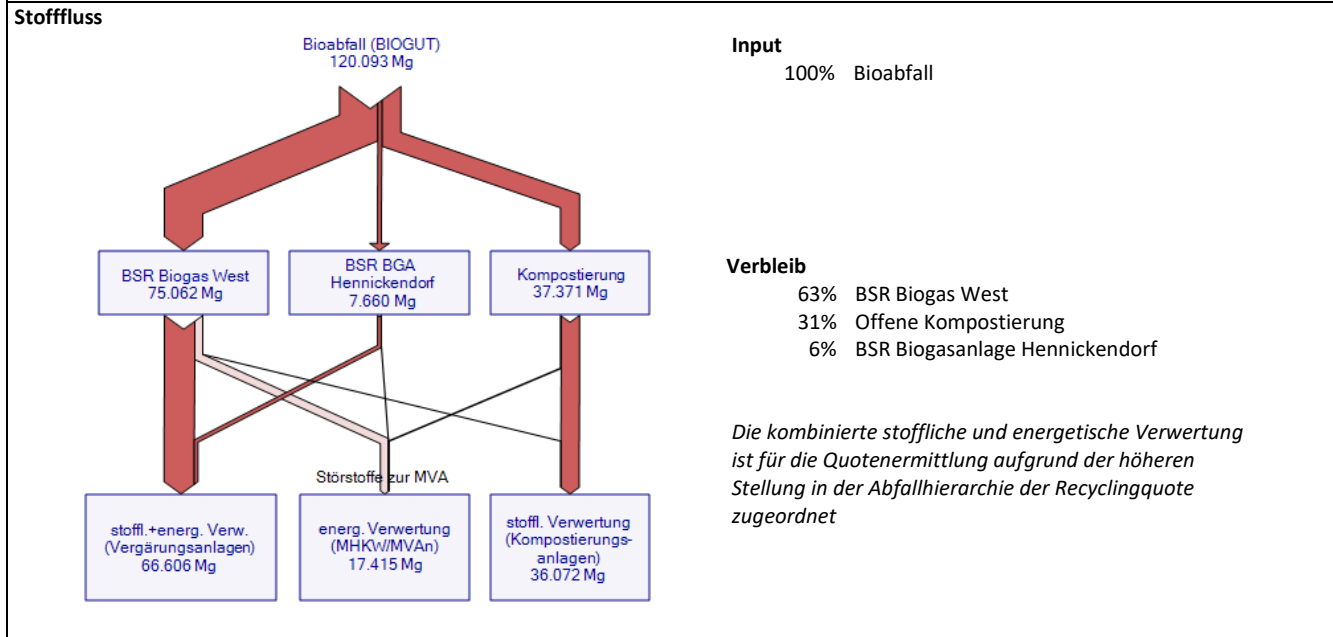
#### Sortieranalyse und Re-Use stärken



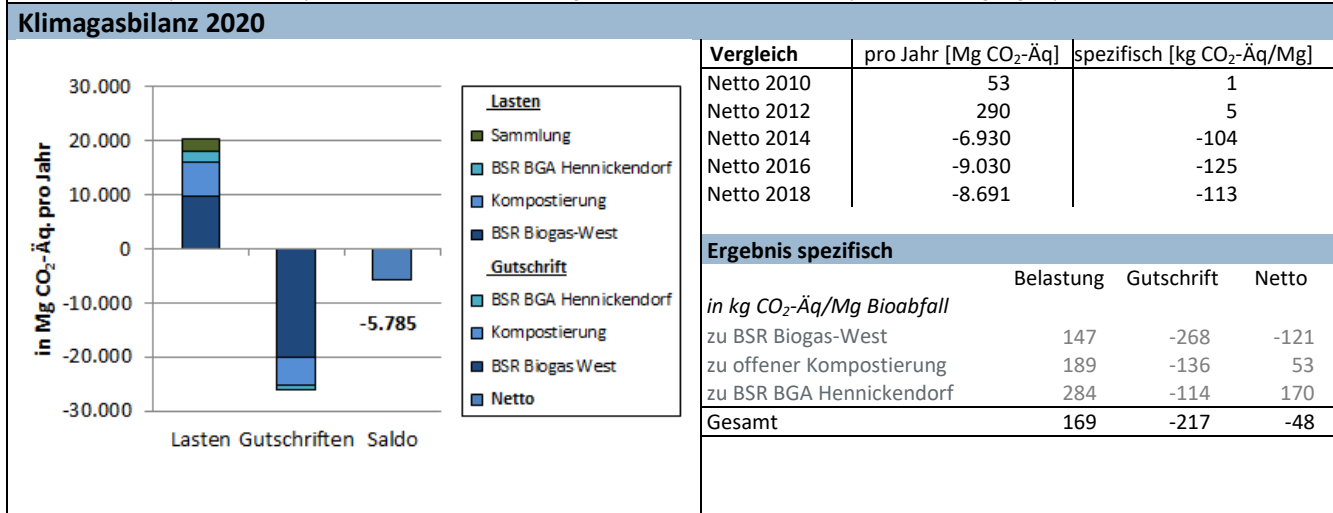
### 2.1.3 Bioabfall (BIOGUT) (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2020		
<b>Aufkommen</b>	120.093 Mg	<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: 58.155 Mg
<b>Behandlung</b>	75.062 Mg BSR Biogas West	Aufkommen 2012: 62.230 Mg
	37.371 Mg Offene Kompostierung	Aufkommen 2014: 66.901 Mg
	7.660 Mg BSR Biogasanlage Henickendorf	Aufkommen 2016: 72.161 Mg
		Aufkommen 2018: 77.189 Mg

Kenndaten Störstoffe BSR Biogas West		Kenndaten Störstoffe andere (s. Kap. 5.3)	
Anteil 21%		Anteil 3,6%	
Heizwert	5,1 MJ/kg FS	Heizwert	12,3 MJ/kg FS
C fossil	2,3 % FS	C fossil	21 %FS



Bilanzierung	Recycling-/Verwertungsraten
Emissionen Sammlung über Luftbelastung und Abfallmenge berechnet Offene Kompostierung und Vergärung BGA Henickendorf nach Durchschnittswerten (ifeu 2015), Methanertrag aus (BSR 2021) BSR Biogas West Mengen, Gaseinspeisung, Energiebedarf nach Angaben BSR Emissionen Anlage, Gärrestlagerung, Nachrotte nach iba (2015) (vgl. ifeu 2015) Inhaltsstoffe Gärprodukte/Komposte nach RAL-Untersuchungen	<b>Recyclingrate:</b> <b>85%</b> = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> <b>15%</b> = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> - = Output zur Beseitigung/Input





Umweltbilanz 2020						
Ressourcenschonung						
Einsparung gesamt			Einsparung spezifisch			
Phosphorit	925 Mg	→ 92 m <sup>2</sup> geschonte Fläche		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Rohmetalle	KEA fossil netto
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	185 Mg			kg/Mg	kg/Mg	MJ/Mg
Rohmetalle	134 Mg	aus Schlacke	Gesamt	1,54	1,11	856
KEA fossil netto	103 TJ	Nettoentlastung	Vgl. 2018	1,62	1,05	1.403
Luftemissionen						
Nettoergebnis			Nettoergebnis spezifisch		NH <sub>3</sub> g/Mg	
NH <sub>3</sub>	29.081 kg		Gesamt	242		
			Vgl. 2018	226		
Cadmiumeintrag in Boden						
Nettoergebnis gesamt			Nettoergebnis spezifisch		mg/kg	
	-3,1 kg		Gesamt	-26		
			Vgl. 2018	-29		

Das Aufkommen 2018 in Höhe von 120.093 Mg liegt 56% höher als 2018. Der über die BSR Biogas West behandelte Anteil stieg dabei um 9%. Insgesamt wurden 63% über diese Anlage behandelt, 31% über verschiedene offene Kompostierungsanlagen und 6% über die BSR Vergärungsanlage Hennickendorfer Kompost. Die Recyclingrate liegt mit 85% etwas höher als 2018 (81%).

#### Zusammenfassung

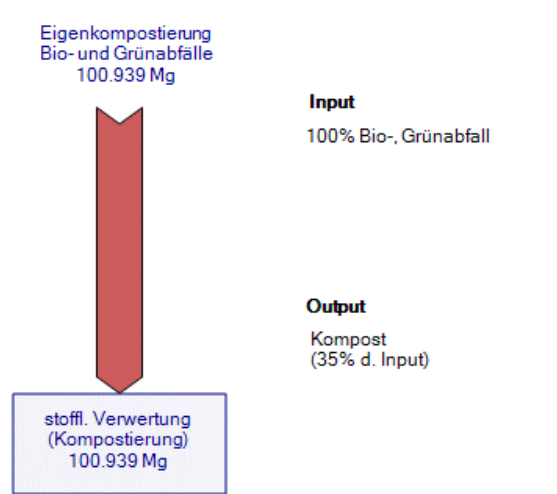
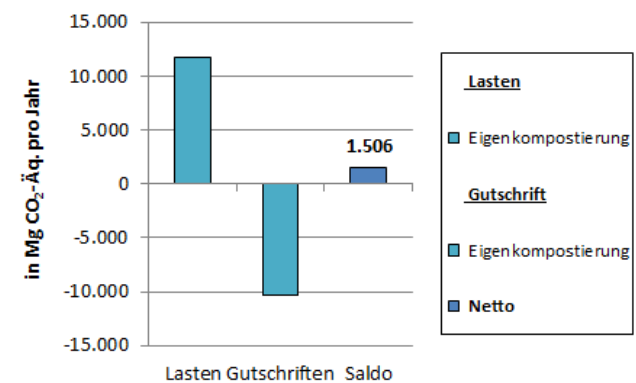
Die Klimagasbilanz 2020 ist weiterhin durch die Biogasanlage BSR Biogas West geprägt. Bedingt durch die geringeren dort behandelten Anteile und einen dort etwas höheren Erdgasbedarf liegt die gesamte spezifische Nettoentlastung niedriger als 2018. Die Behandlung über die BSR Biogasanlage Hennickendorf führt dagegen insgesamt zu einer spezifischen Nettobelastung, die aufgrund geringerer Gutschriften für die Stromerzeugung aus Biogas (Defossilierung vgl. Kap. 5.1) höher liegt als 2018. Grundsätzlich ist die einfache Vergärung mit offener Nachrotte 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 Kompost-trocknung). 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 wiederum disaggregierte oder aktualisierte aggregierte Werte bei den BSR angefragt, die jedoch weiterhin nicht zur Verfügung gestellt wurden.

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 NH<sub>3</sub>-Emissionen und der Cadmiumeintrag in Boden. Gründe liegen in den Verschiebungen der Anteile über die verschiedenen Behandlungsanlagen.

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 2020																			
<b>Aufkommen</b>	100.939 Mg	<b>Vergleich:</b>	konstante Menge nach Erhebung 2009																
<b>Behandlung</b>	100.939 Mg Eigenkompostierung		Abschätzung nach unversiegelter Gartenfläche keine signifikante Flächenänderung erwartet																
<b>Stofffluss</b> 		<b>Kenndaten Kompost</b> <i>wie Biogut gewertet</i> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalt 0,43% TS      Cd-Gehalt 0,27 mg/kg TS																	
		<b>Bilanzierung</b> Emissionsfaktoren aus (Amlinger & Peyr 2002): 1490 g CH <sub>4</sub> /Mg Abfall und 224 g N <sub>2</sub> 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																	
		<b>Recycling-/Verwertungsraten</b> <b>Recyclingrate:</b> <b>100%</b> = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> - = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> - = Output zur Beseitigung/Input																	
Klimagasbilanz 2020																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO<sub>2</sub>-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO<sub>2</sub>-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"> <li>- Mengen und Emissionswerte bis 2014 unverändert</li> <li>- Änderung 2016 durch neue Charakterisierungsfaktoren nach (IPCC 2013), seither unverändert</li> </ul>		Vergleich	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]	Netto 2014	1.801	18	Netto 2016	1.506	15							
Vergleich	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]																	
Netto 2014	1.801	18																	
Netto 2016	1.506	15																	
		<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 CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Bio- und Grünabfall</i></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>117</td> <td>-102</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table>		Ergebnis spezifisch					Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Bio- und Grünabfall</i>				Gesamt	117	-102	15
Ergebnis spezifisch																			
	Belastung	Gutschrift	Netto																
<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Bio- und Grünabfall</i>																			
Gesamt	117	-102	15																
Umweltbilanz 2020																			
<b>Ressourcenschonung</b>																			
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [kg/Mg]																	
Phosphorit	0 Mg → 0 m <sup>2</sup> geschonte Fläche	Gesamt	0 (unverändert)																
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0 Mg																		
<b>Luftemissionen</b>																			
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b> NH <sub>3</sub> [g/Mg]																	
NH <sub>3</sub>	79.203 kg	Gesamt	785 (unverändert)																
<b>Cadmiumeintrag in Boden</b>																			
<b>Nettoergebnis gesamt</b> 2,0 kg		<b>Nettoergebnis spezifisch</b> 20 mg/Mg (unverändert)																	

Die Ergebnisse sind gegenüber den Vorläuferbilanzen unverändert. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung zu emissionsarmen Behandlungsverfahren. In der nächsten SKU-Bilanz kann die Eigenkompostierungsmenge ggf. über Erkenntnisse aus einem laufenden UBA-Vorhaben aktualisiert werden.<sup>7</sup>

**Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen**

<sup>7</sup> FKZ 3721 33 302 0 - Ermittlung einer Datengrundlage zur Berechnung des Einflusses der Heimkompostierung auf die Bioabfallverwertung.

### 2.1.5 Weihnachtsbäume (AVV 200138)

Stoffstrombilanz 2020					
<b>Aufkommen</b>	1.993 Mg		<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: 2.324 Mg		
<b>Behandlung</b>	546 Mg	über Berliner Holzkontore	Aufkommen 2012: 1.615 Mg		
	483 Mg	stoffl. Verw. EBK Schönefeld	Aufkommen 2014: 1.815 Mg		
	964 Mg	Umschlag Vorbehandlungsanlagen	Aufkommen 2016: 1.960 Mg		
			Aufkommen 2018: 2.155 Mg		
<b>Stofffluss</b>		<b>Kenndaten</b>			
<p><b>Input</b> 100% Weihnachtsbäume</p> <p><b>Output</b> Strom, Wärme, RC-Holz</p>		Heizwert 10,5 MJ/kg FS      C fossil 1% FS			
		<b>Bilanzierung</b>			
		Energetische Verwertung über allgemeinen Verteilschlüssel (ifeu 2019a) fossile CO <sub>2</sub> -Emissionen aus Verunreinigungen Gewichtetes Mittel Wirkungsgrade Holz-HKWs Nettostrom 18,4%, Wärmenutzung 47,5% Stoffliche Verwertung Annahme Einsatz für Spanplatten			
		<b>Recycling-/Verwertungsraten</b>			
		<b>Recyclingrate:</b> <b>47%</b> = Output zur stofflichen Verwertung/Input			
		<b>Energetische Verwertungsrate:</b> <b>53%</b> = Output zur energetischen Verwertung/Input			
		<b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input			
		<b>Beseitigungsrate:</b> - = Output zur Beseitigung/Input			
Klimagasbilanz 2020					
		<b>Vergleich</b>	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]	
		Netto 2010	-2.567	-1.105	
		Netto 2012	-1.784	-1.105	
		Netto 2014	-1.048	-577	
		Netto 2016	-850	-434	
		Netto 2018	-936	-494	
		<b>Ergebnis spezifisch</b>			
			Belastung	Gutschrift	Netto
		<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Abfall</i>			
		Gesamt	209	-516	<b>-307</b>
Umweltbilanz 2020					
<b>Ressourcenschonung</b>					
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b> Holz (WG 20%) [kg/Mg]			
Holz (WG 20%)	302 Mg	Gesamt	293 <i>(vgl. 2018: 130 kg/Mg)</i>		
<b>Luftemissionen</b>					
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b> NOx [g/Mg]			
NOx	155 kg	Gesamt	151 <i>(vgl. 2018: 153 kg/Mg)</i>		

2020 gingen Weihnachtsbäume etwa zur Hälfte zu Vorbehandlungsanlagen (Holz zur energ. Verw. in Kap. 2.2.10). Die hier betrachtete Menge wurde etwa hälftig der energetischen und der stofflichen Verwertung zugeführt. Letzteres bedingt ein leicht schlechteres Abschneiden im spezifischen Ergebnis der Klimagasbilanz, dafür eine höhere spezifische Einsparung von Primärholz. Relevante Optimierungen gegenüber der energetischen Verwertung sind nicht erkennbar (Rückkehr zur Mitverbrennung im „KW Reuter alt“ entfällt, wurde stillgelegt).

#### Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

### 2.1.6 Organikabfall im Sammelsystem Laubsack (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2020				
<b>Aufkommen</b>	5.600 Mg	<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: 15.855 Mg Aufkommen 2012: 10.020 Mg Aufkommen 2014: 9.164 Mg Aufkommen 2016: 7.572 Mg Aufkommen 2018: 6.639 Mg		
<b>Behandlung</b>	5.600 Mg offene Kompostierung			
<b>Stofffluss</b>	<p><b>Input:</b> 100% Organikabfall aus Laubsack</p> <p><b>Output:</b> Kompost (45% d. Input), Strom, Wärme</p> <p>energ. Verwertung (MVA) 22 Mg</p> <p>stoffl. Verwertung (Kompostierungsanlagen) 5.578 Mg</p>	<b>Kenndaten Kompost</b> Mittel aus 2 Kompostanalysen 2017, Fa. Galle P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalt 0,52% TS      Cd-Gehalt 0,74 mg/kg TS		
<b>Bilanzierung</b>				
Offene Kompostierung Störstoffanteil 0,4% (PE-Säcke: H <sub>i</sub> 25 MJ/kg, C fossil 50%) Emissionsfaktoren Cuhls et al. (2015) (vgl. ifeu 2015) Erzeugte Kompostmenge 450 kg/Mg Input, 55% TS				
<b>Recycling-/Verwertungsraten</b>				
<b>Recyclingrate:</b> <b>99,6%</b> = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> <b>0,4%</b> = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> - = Output zur Beseitigung/Input				
Klimagasbilanz 2020				
<p>in Mg CO<sub>2</sub>-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p>	<b>Vergleich</b>	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]	
		Netto 2010: 263 Netto 2012: -149 Netto 2014: 256 Netto 2016: 332 Netto 2018: 291		
<b>Ergebnis spezifisch</b>				
in kg CO <sub>2</sub> -Äq./Mg Abfall				
Gesamt		178	-134	<b>44</b>
Umweltbilanz 2020				
<b>Ressourcenschonung</b>				
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/Mg	
Phosphorit 36 Mg → 4 m <sup>2</sup> geschonte Fläche		Gesamt	1,28	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 7,2 Mg		Vgl. 2018	1,28	
<b>Luftemissionen</b>				
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>	NH <sub>3</sub> [g/Mg]	
NH <sub>3</sub> 120 kg		Gesamt	22	
		Vgl. 2018	22	
<b>Cadmiumeintrag in Boden</b>				
<b>Nettoergebnis gesamt</b>	0,49 kg	<b>Nettoergebnis spezifisch</b>	mg/Mg	
		Gesamt	87	
		Vgl. 2018	87	

Das Aufkommen ist weiter rückläufig und 2020 um 16% niedriger als 2018. 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 werden konnte (ifeu 2015).

**Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen**

2.1.7 Altpapier (AVV 200101)<sup>8</sup>

Stoffstrombilanz 2020																																				
<b>Aufkommen</b>	160.564 Mg	<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: 189.279 Mg Aufkommen 2012: 178.986 Mg Aufkommen 2014: 174.368 Mg Aufkommen 2016: 169.797 Mg Aufkommen 2018: 162.055 Mg																																		
<b>Behandlung</b>	160.564 Mg Sortieranlagen																																			
<b>Stofffluss</b>	<p><b>Input:</b> 100% Altpapier, gesammelt</p> <p><b>Output:</b> 99% Altpapier, sortiert</p> <p>Sortierreste</p> <p>energ. Verw. (MVA) 1.590 Mg</p> <p>stoffl. Verw. (Papierfabriken) 158.974 Mg</p>	<b>Abfallzusammensetzung</b> 100% Altpapier aus getrennter Erfassung <b>Bilanzierung</b> - 57 km Sammelstrecke und 25 km zur Behandlungsanlage - Sortierung, Ausbeute 99% - Aufbereitung (Deinking), Ausbeute Sekundärfasern 85% - Rejects 85% energetische Verwertung - Technischer Substitutionsfaktor 0,95 - Substituierte Primärprozesse: 67% Zellstoff, 33% Holzstoff → ersetzte Menge Primärfasern = 99% * 85% * 0,95 = 80% <b>Recycling-/Verwertungsraten</b> <b>Recyclingrate:</b> 99% = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> 1% = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> - = Output zur Beseitigung/Input																																		
Klimagasbilanz 2020																																				
<p>in Mg CO<sub>2</sub>-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p> <p><b>-68.305</b></p> <p><b>Lasten</b>                  ■ Sammlung                  ■ Aufbereitung  <b>Gutschrift</b>                  □ Primärfasern und Energie</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO<sub>2</sub>-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto 2010</td> <td>-121.555</td> <td>-642</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>-116.734</td> <td>-652</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>-113.723</td> <td>-652</td> </tr> <tr> <td>Netto 2016</td> <td>-119.985</td> <td>-707</td> </tr> <tr> <td>Netto 2018</td> <td>-116.766</td> <td>-721</td> </tr> </tbody> </table> <p>- Entlastung v.a. durch ersetzte Primärfasern</p>	Vergleich	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]	Netto 2010	-121.555	-642	Netto 2012	-116.734	-652	Netto 2014	-113.723	-652	Netto 2016	-119.985	-707	Netto 2018	-116.766	-721	<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 CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Altpapier</i></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>202</td> <td>-627</td> <td><b>-425</b></td> </tr> </tbody> </table>	Ergebnis spezifisch					Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Altpapier</i>				Gesamt	202	-627	<b>-425</b>
	Vergleich	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]																																	
Netto 2010	-121.555	-642																																		
Netto 2012	-116.734	-652																																		
Netto 2014	-113.723	-652																																		
Netto 2016	-119.985	-707																																		
Netto 2018	-116.766	-721																																		
Ergebnis spezifisch																																				
	Belastung	Gutschrift	Netto																																	
<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Altpapier</i>																																				
Gesamt	202	-627	<b>-425</b>																																	
Umweltbilanz 2020																																				
<b>Ressourcenschonung</b>																																				
<b>Einsparung gesamt</b>	<b>Einsparung spezifisch Holz (WG 20%) [kg/Mg]</b>																																			
Holz (WG 20%) 316.785 Mg	Gesamt	1.973																																		
	Vgl. 2018	1.597																																		

Das Aufkommen 2020 liegt um etwa 1% niedriger als 2018. Die Bilanzierung wurde aktualisiert (vgl. Kap. 5.2). Daraus ergibt sich ein geringeres spezifisches THG-Entlastungspotenzial, v.a. bedingt durch geringere THG-Belastungen der Zellstoffherstellung. Umgekehrt ist die spezifische Holzschonung höher bedingt durch aktualisierte Werte zur Faserausbeute. Optimierungsmöglichkeiten bestehen weiterhin in einer Steigerung der getrennten Erfassung durch den Ausbau von Müllschleusen in Großwohnanlagen und Blockbebauungen (vgl. ifeu/ICU 2012, S.183).

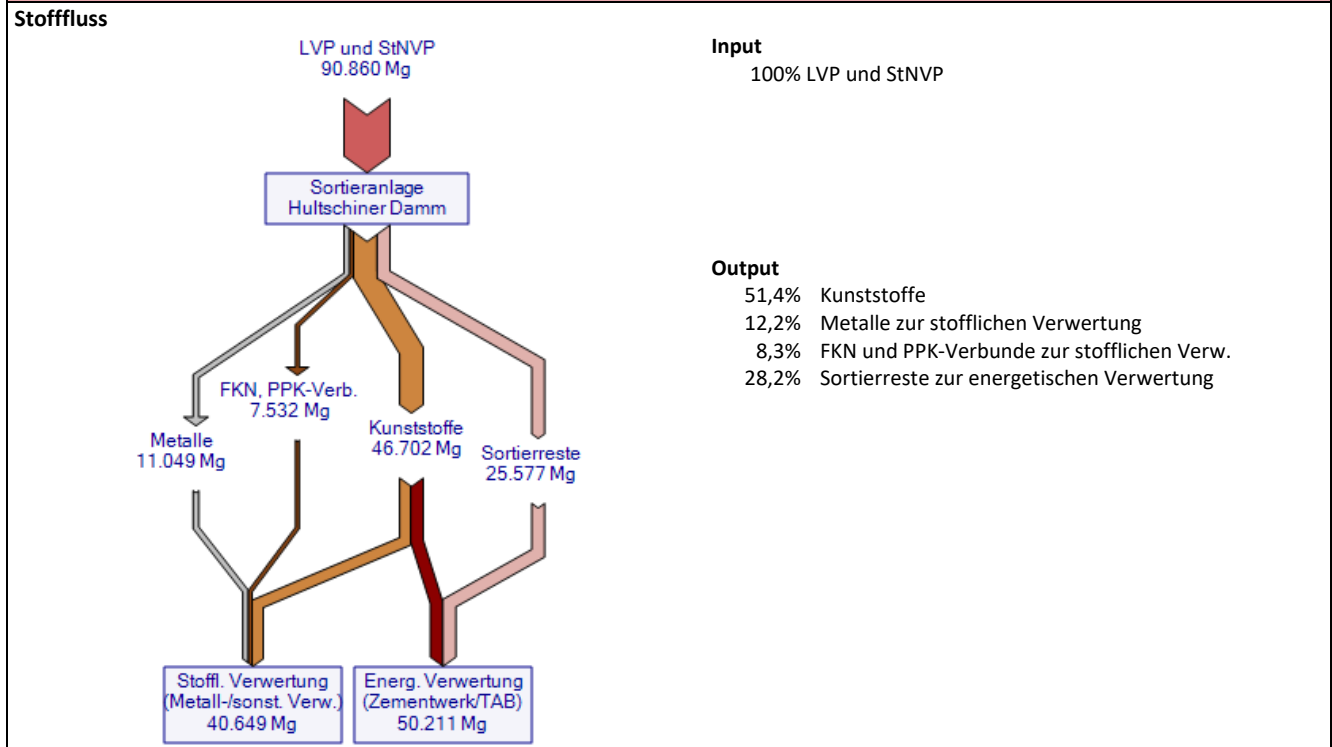
**Zusammenfassung und Optimierungsmassnahmen**

<sup>8</sup> 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. ifeu 2019a, Kap.3.3).

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

Stoffstrombilanz 2020		
<b>Aufkommen</b>	90.860 Mg	<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: 81.455 Mg Aufkommen 2012: 97.950 Mg Aufkommen 2014: 85.398 Mg Aufkommen 2016: 88.107 Mg Aufkommen 2018: 87.061 Mg
<b>Behandlung</b>	90.860 Mg Sortieranlage Hultschiner Damm	

*(Summe 2010 und 2012 Gelbe Tonne, Gelbe Tonne plus, Orange Box)*



Bilanzierung	Recycling-/Verwertungsraten
Output nach Angaben ALBA (persönliche Mitteilung 2021) Aufteilung Metalle (Weißblech, Aluminium) und der weiteren Kunststoffarten PP, PE, PS nach (Dehoust et al. 2016) Stoffliche Verwertung nach ifeu-Daten Durchschnitt Deutschland sowie nach (Dehoust et al. 2016); weitere Erläuterungen s. Kap. 5.2.3	<b>Recyclingrate:</b> 45% = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> 55% = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> - = Output zur Beseitigung/Input

Klimagasbilanz 2020		Vergleich			
<p>in Mg CO<sub>2</sub>-Äq. pro Jahr</p> <p>Saldo: -80.205</p>		pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq.]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq./Mg]		
		<i>(2010, 2012 Summe Gelbe Tonne, Gelbe Tonne plus, Orange Box)</i>			
		Netto 2010	-41.938	-515	
		Netto 2012	-51.752	-528	
		Netto 2014	-43.650	-511	
		Netto 2016	-43.069	-489	
		Netto 2018	-40.581	-466	
		<b>Ergebnis spezifisch</b>			
			Belastung	Gutschrift	Netto
		<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq./Mg LVP+StNVP</i>			
		Gesamt	1.329	-2.211	<b>-883</b>

Umweltbilanz 2020						
Ressourcenschonung						
Einsparung gesamt			Einsparung spezifisch		Rohmetalle	Holz (WG 20%) KEA fossil netto
Natursteine	0 Mg	0 m <sup>2</sup> geschonte Fläche			kg/Mg	kg/Mg MJ/Mg
Rohmetalle	8.732 Mg	Anteil Fe-Metalle: 96%	<b>Gesamt</b>		96	128 27.788
Holz (WG 20%)	11.660 Mg	aus PPK Verwertung	<i>Vgl. 2018</i>		91	101 16.378
KEA fossil	2.525 TJ	Nettoentlastung				
Luftemissionen						
Nettoergebnis gesamt			Nettoergebnis spezifisch		NOx	Quecksilber
NOx	-87.635 kg				g/Mg	g/Mg
Quecksilber	2,6 kg		<b>Gesamt</b>		-965	0,028
			<i>Vgl. 2018</i>		-455	0,032

Das Aufkommen 2020 liegt 4% höher als 2018. Da sich die Rahmenbedingungen für Verpackungsabfälle insbesondere gegenüber 2018 deutlich geändert haben wurde die Stoffstrombilanz für die SKU-Bilanz 2020 aktualisiert und konnte die Klimagas- und Umweltbilanzierung neu aufgesetzt werden (vgl. Kap. 5.2.3). Die Recyclingrate für die gesamt in Berlin angefallene Menge an LVP & StNVP ergibt sich für 2020 zu rund 45%<sup>9</sup> (gegenüber 30% aus der früheren Fortschreibung).

#### Zusammenfassung

Für die Klimagasbilanz 2020 ergibt sich v.a. bedingt durch den höheren Recyclinganteil ein spezifisches Nettoentlastungspotenzial in Höhe von -883 kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg. Die für die SKU-Bilanz 2020 vorgenommenen Aktualisierungen der Emissionsfaktoren für Strom, Wärme und Transporte haben demgegenüber nur einen geringen Einfluss auf das Ergebnis für LVP & StNVP.

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 (vgl. Kap. 5.2.3). Die Änderung v.a. bei den spezifischen Ergebnissen der NOx-Emissionen ergibt sich wiederum durch die höhere Recyclingrate und Einsparungen v.a. aus dem Kunststoffrecycling.

Optimierungsmöglichkeiten liegen in einer weiteren Steigerung der getrennten Erfassung von Wertstoffen aus Haus- und Geschäftsmüll durch die Weiterführung von Öffentlichkeitsarbeit und Beratung der Bevölkerung sowie durch die Einführung von Abfallmanagementsystemen insbesondere bei Großwohnanlagen und Blockbebauungen. Weitere Optimierungen sind bei dem Design für Recycling und damit bei der Herstellerverantwortung zu sehen, um die Recyclingfähigkeit v.a. der Kunststoffverpackungen zu stärken.

#### Optimierungsmaßnahmen

<sup>9</sup> Dieser Anteil steht für alle in Berlin anfallenden LVP & StNVP und kann nicht mit den nach Verpackungsgesetz vorgegeben Quoten für systembeteiligungspflichtige Mengen verglichen werden, die darin einen Anteil bilden.



### 2.1.9 Altglas (AVV 200102)

Stoffstrombilanz 2020																				
<b>Aufkommen</b>	69.079 Mg	<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: 67.958 Mg Aufkommen 2012: 66.453 Mg Aufkommen 2014: 63.634 Mg Aufkommen 2016: 64.877 Mg Aufkommen 2018: 65.886 Mg																		
<b>Behandlung</b>	69.079 Mg Sortieranlagen																			
<b>Stofffluss</b>	<p><b>Input</b> 100% Altglas, gesammelt</p> <p><b>Output</b> 97% Altglas, sortiert</p> <p>Sortierreste Deponie</p> <p>Beseitigung (Deponien) 2.104 Mg</p> <p>stoffl. Verw. (Glashütten) 66.975 Mg</p>	<b>Abfallzusammensetzung</b> 100% Altglas aus getrennter Erfassung  <b>Bilanzierung</b> - 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%																		
		<b>Recycling-/Verwertungsraten</b> <b>Recyclingrate:</b> <b>97%</b> = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> - = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> <b>3%</b> = Output zur Beseitigung/Input																		
Klimagasbilanz 2020																				
<p>in Mg CO<sub>2</sub>-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p> <p><b>-30.873</b></p> <p><b>Lasten</b>                  ■ Sammlung                  ■ Aufbereitung  <b>Gutschrift</b>                  □ Primärglas und Energie                  ■ Netto</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO<sub>2</sub>-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO<sub>2</sub>-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> <tr> <td>Netto 2018</td> <td>-29.478</td> <td>-447</td> </tr> </tbody> </table> <p>- Entlastung zu 85% durch Substitution Rohmaterial davon 50% vermiedene mineralische CO<sub>2</sub>-Emissionen</p>	Vergleich	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]	Netto 2010	-30.568	-450	Netto 2012	-30.091	-453	Netto 2014	-28.814	-453	Netto 2016	-29.053	-448	Netto 2018	-29.478	-447	
	Vergleich	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]																	
Netto 2010	-30.568	-450																		
Netto 2012	-30.091	-453																		
Netto 2014	-28.814	-453																		
Netto 2016	-29.053	-448																		
Netto 2018	-29.478	-447																		
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">Ergebnis spezifisch</th> </tr> <tr> <th>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Altglas</th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gesamt</td> <td>42</td> <td>-489</td> <td><b>-447</b></td> </tr> </tbody> </table>	Ergebnis spezifisch				in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg Altglas	Belastung	Gutschrift	Netto	Gesamt	42	-489	<b>-447</b>							
Ergebnis spezifisch																				
in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg Altglas	Belastung	Gutschrift	Netto																	
Gesamt	42	-489	<b>-447</b>																	
Umweltbilanz 2020																				
<b>Ressourcenschonung</b>																				
<b>Einsparung gesamt</b>																				
Natursteine	90.526 Mg → 2.291 m <sup>2</sup> geschonte Fläche																			

Das Aufkommen 2020 liegt rd. 5% höher als 2018. Das spezifische Ergebnis der Klimagasbilanz ist unverändert. Beim Altglasrecycling macht sich die Aktualisierung der Stromemissionsfaktoren kaum 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 2020				
<b>Aufkommen</b>	36.274 Mg (berechnet)	<b>Vergleich:</b>	Aufkommen 2010: 31.749 Mg	
<b>Behandlung</b>	36.274 Mg Sortierung (v.a. händisch)		Aufkommen 2012: 31.054 Mg	
			Aufkommen 2014: 32.949 Mg	
			Aufkommen 2016: 33.248 Mg	
			Aufkommen 2018: 47.786 Mg	
<b>Stofffluss</b>				
	<b>Kenndaten</b>	Heizwert 15 MJ/kg FS	C fossil 12% FS	
	<b>Bilanzierung</b>	Aufkommen berechnet mit geschätzter Sammelquote von 9,9 kg/(E*a) und Einwohnerzahl Berlin 2020; Wiederverwendung Export, etwa hälftig Europa u. Übersee, Annahme ersetzt 50% Neuerstellung (50:50 Baumwolle, Synthefasern); Weiterverwendung als Putzlappen, Annahme ersetzt 60% Cellulose (Papiertücher), 40% Polyester; Reißerei Fasergemisch für Vlies, Dämmstoffe (ersetzt 71% Synthefaser 27% Cellulose, 2% Baumwolle); 10% thermische Nutzung mit obigen Kenndaten; 1% Beseitigung n.b.		
	<b>Recycling-/Verwertungsraten</b>	<b>Recyclingrate:</b>	<b>87%</b>	
		= Output zur stofflichen Verwertung/Input		
		<b>Energetische Verwertungsrate:</b>	<b>11%</b>	
		= Output zur energetischen Verwertung/Input		
		<b>Sonstige Verwertungsrate:</b>	-	
		= Output zur sonstigen Verwertung/Input		
		<b>Beseitigungsrate:</b>	<b>1%</b>	
		= Output zur Beseitigung/Input		
Klimagasbilanz 2020				
	<b>Vergleich</b>	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -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	
	Netto 2018	-183.231	-3.834	
	<b>Ergebnis spezifisch</b>	Belastung	Gutschrift	Netto
	<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Alttextilien</i>			
	Vorber. Wiederverwendung	96	-6.341	-6.245
	Weiterverwendung	426	-2.254	-1.828
	Recycling (Reißerei)	219	-2.953	-2.733
	Thermische Verwertung	478	-558	-80
	<b>Gesamt</b>	<b>205</b>	<b>-4.614</b>	<b>-4.409</b>
Umweltbilanz 2020				
<b>Ressourcenschonung</b>				
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b>		
KEA fossil	2.208 TJ Nettoentlastung	KEA fossil netto		
		<b>Gesamt</b>		
		60.872 MJ/Mg		
		Vgl. 2018		
		48.648 MJ/Mg		
<b>Luftemissionen</b>				
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>		
NOx	-315.212 kg	NOx	Quecksilber	
Quecksilber	-2,0 kg	g/Mg	g/Mg	
NH <sub>3</sub>	-151.428 kg	<b>Gesamt</b>	<b>Gesamt</b>	
		-8.690	-0,055	
		Vgl. 2018	Vgl. 2018	
		-6.649	-0,049	
			-4.024	

Aufkommen und Verbleib wurden im Rahmen einer Primärdatenerhebung neu eingeschätzt. Die gegenüber 2018 geringere absolute Menge geht v.a. auf eine Korrektur des Anteils im Restmüll zurück. Die Bilanzierung wurde ebenfalls angepasst und führt auf spezifischer Ebene zu höherer Nettoentlastung. Optimierungsmöglichkeiten bestehen im Ausbau einer zirkulären Textilwirtschaft, die in Berlin angestrebt wird (s. Kap. 3.1).

**Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen**

### 2.1.11 Altreifen (AVV 160103)

Stoffstrombilanz 2020* (Werte für 2019, s. Text unten)				
<b>Aufkommen</b>	18.771 Mg (berechnet)	<b>Vergleich:</b>	Aufkommen 2010: 20.108 Mg	
<b>Behandlung</b>	11.060 Mg Recycling		Aufkommen 2012: 16.719 Mg	
	7.711 Mg Mitverbrennung Zementwerk		Aufkommen 2014: 14.482 Mg	
			Aufkommen 2016: 19.151 Mg	
			Aufkommen 2018: 18.767 Mg	
<b>Stofffluss</b>		<b>Kenndaten</b>		
<p><b>Input</b> 100% Altreifen, gesammelt</p> <p><b>Output</b> 41% Zementwerk 39% Regranulat 11% Metalle 8% EBS (Textilcord) 0,6% Inert zur Deponie</p>		Heizwert 28 MJ/kg FS      C fossil 52,8% FS Hg-Gehalt 0,17 mg/kg FS		
		<b>Bilanzierung</b>		
		Aufkommen berechnet auf Basis bundesweites Aufkommen; davon nur Anteil Granulierung und Mitverbrennung umgerechnet für Berlin über Einwohnerzahlen 2020 59% Granulierung nach Villanueva et al. (2007) 41% Mitverbrennung Zementwerk mit obigen Kenndaten		
		<b>Recycling-/Verwertungsrate</b>		
		<b>Recyclingrate:</b> <b>57,5%</b> = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> <b>41,9%</b> = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> <b>0,6%</b> = Output zur Beseitigung/Input		
Klimagasbilanz 2020* (s. Text unten)				
	<b>Vergleich</b>	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]	
	Netto 2010 Netto 2012 Netto 2014 Netto 2016 Netto 2018		-26.257 -22.657 -21.503 -28.763 -28.402	-1.306 -1.355 -1.485 -1.502 -1.513
	<b>Ergebnis spezifisch</b>			
		Belastung	Gutschrift	Netto
	in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg Altreifen			
	Gesamt	1.361	-3.006	<b>-1.645</b>
Umweltbilanz 2020* (s. Text unten)				
<b>Ressourcenschonung</b>				
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b>	Rohmetalle	KEA fossil netto
Natursteine	0 Mg → 0 m <sup>2</sup> geschonte Fläche		kg/Mg	MJ/Mg
Rohmetalle	3.379 Mg Anteil Fe-Metalle: 100%	<b>Gesamt</b>	180	40.567
KEA fossil	761 TJ Nettoentlastung	Vgl. 2018	180	38.676
<b>Luftemissionen</b>				
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>		
NO <sub>x</sub>	-36.622 kg		NO <sub>x</sub>	Quecksilber
Quecksilber	0,7 kg		g/Mg	g/Mg
		<b>Gesamt</b>	-1.951	0,040
		Vgl. 2018	-1.772	0,040

Das Aufkommen für 2020 konnte bedingt durch die Corona-Pandemie, dem damit verbundenen Lockdown und Produktionseinschränkungen nicht kongruent erhoben werden. Die Werte im Steckbrief beruhen auf der Erhebung für das Jahr 2019. Sie sind hier in der SKU-Bilanz 2020 als orientierend mit \* gekennzeichnet mit aufgeführt, um eine Fortschreibung zu ermöglichen. Gegenüber 2018 ist das Aufkommen fast unverändert. Die Anteile der stofflichen Verwertung und der Mitverbrennung lagen 2019 nochmals etwas höher zugunsten der stofflichen Verwertung bei 59:41 (2018: 55:45; 2016: 53:47, 2014: 50:50, 2012: 45% zu 55%).

#### Zusammenfassung und Erläuterung

Auch für die Bilanzergebnisse besteht ein orientierender Charakter. Für Altreifen wird für die nächste SKU-Bilanz eine Aktualisierung empfohlen bei der zum einen untersucht werden sollte inwieweit die Vorbereitung zur Wiederverwendung durch Runderneuerung in die Bilanzierung aufgenommen werden kann (abhängig von Datenlage). Zum anderen sollte eine Aktualisierung versucht werden im Hinblick auf die möglichen Einsatzgebiete für das durch Recycling erzeugte Gummigranulat oder Gummimehl. Neben dem Einsatz als gummimodifizierter Asphalt kommen auch andere Anwendungen in Frage, teilweise auch weniger hochwertige wie beispielsweise auf Sandplätzen oder Pferdesportboden. Bislang sind hierzu keine Informationen verfügbar. Der Einsatz von Gummigranulat zur Verfüllung in Kunstrasen ist in Berlin verboten<sup>10</sup>. Um die Ist-Situation und das Potenzial für Optimierungen besser einordnen zu können, könnte eine Einschätzung beispielsweise über die Untersuchung von Marktpotenzialen versucht werden. Je nach Ergebnis kann im Anschluss die Bilanzierung angepasst bzw. aktualisiert werden. Die leichten Änderungen mit den orientierenden Mengen für die SKU-Bilanz 2020, die leicht höheren spezifischen Nettoentlastungspotenziale, gehen vor allem auf die Anpassung der Kenndaten für die energetische Verwertung zurück (vgl. Kap. 5.3).

Ungeachtet des orientierenden Charakters der Ergebnisse für 2020 besteht eine Optimierung weiterhin in der Steigerung des stofflichen Recyclings. 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 für das Land Berlin in Form eines Leistungsblattes für die Verwertung von Altreifenabfällen in der Berliner VwVBU festgeschrieben.

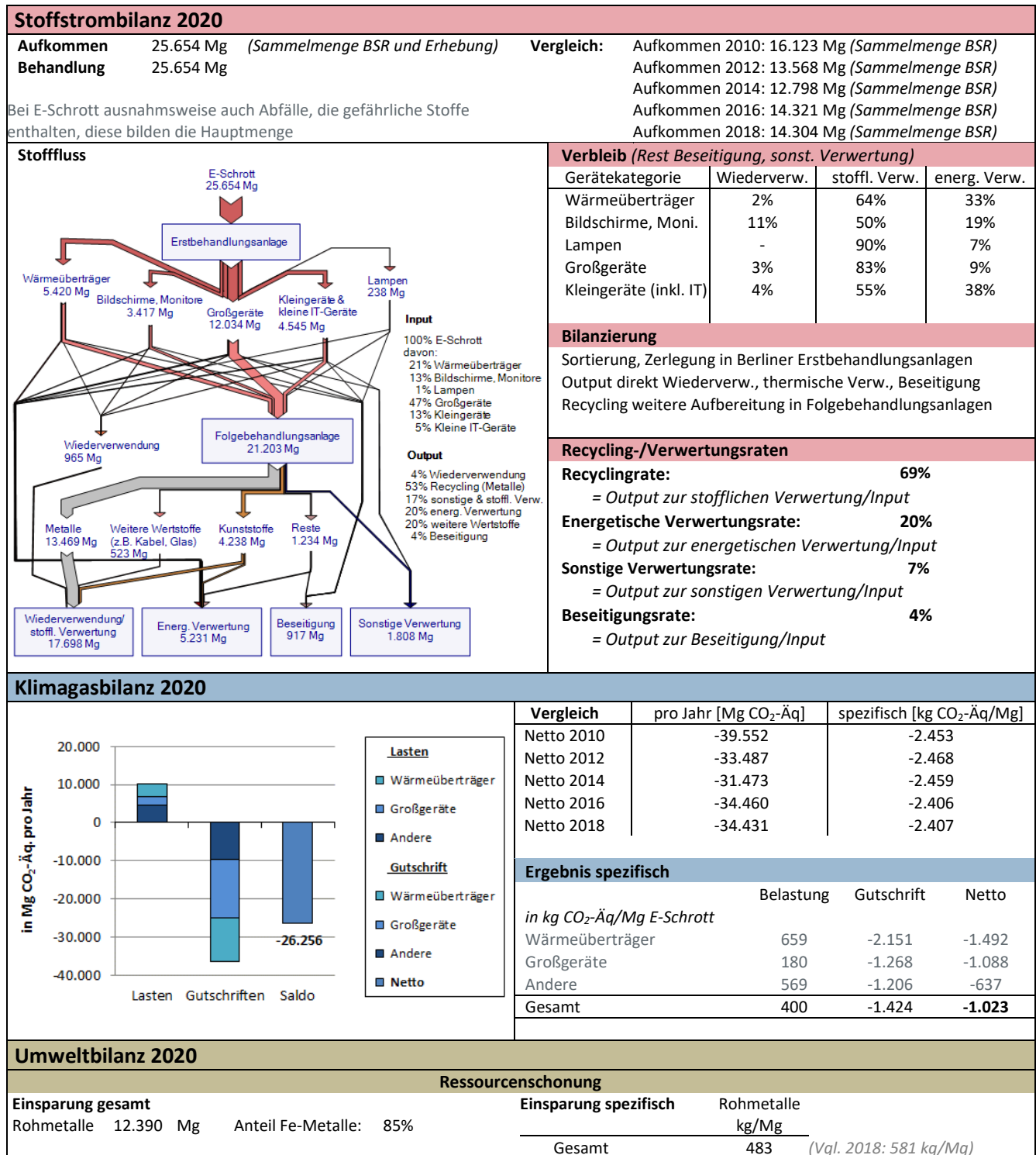
#### Optimierungsmaßnahmen

Eine weitere Optimierungsmöglichkeit besteht für Reifen in der Verlängerung der Lebensdauer durch Runderneuerung. In der Praxis ist dies v.a. für Lkw-Reifen ein etabliertes Verfahren. Das ökologische Potenzial der Runderneuerung kann als hoch eingestuft werden, insbesondere mit Blick auf die Einsparung von Emissionen und Materialeinsatz im Vergleich zur Produktion von Neureifen. Entscheidend hierbei ist, dass die runderneuterten Reifen mit Neureifen in Bezug auf Rollwiderstand und Kraftstoffverbrauch vergleichbar sind und die Neuherstellung keine wesentliche Technologieänderung über die Lebensdauererweiterung erfährt. Das ist bei den vorherrschenden Prozessen und Technologien i.d.R. gegeben. Zur Unterstützung von Optimierungen in diesem Bereich fand am 11.11.2021 ein Fachdialog statt, gemeinsam organisiert von der Senatsverwaltung und Verbänden<sup>11</sup>.

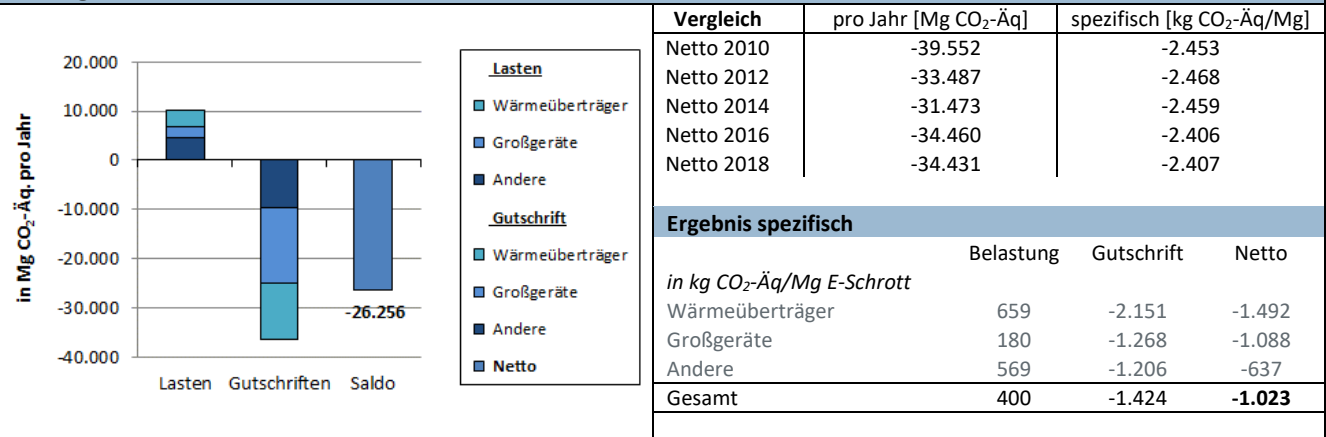
<sup>10</sup> VwVBU, Leistungsblatt 34: „Neubau und Sanierung von ungedeckten Sportfreianlagen“

<sup>11</sup> <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/kreislaufwirtschaft/projekte/re-use-berlin/fachdialoge/> (7.12.2021)

2.1.12 E-Schrott (AVV 200136, 200123\*, 200135\*)



Klimagasbilanz 2020



Umweltbilanz 2020

Ressourcenschonung			
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b>	Rohmetalle
Rohmetalle 12.390 Mg	Anteil Fe-Metalle: 85%		kg/Mg
		Gesamt	483 (Vgl. 2018: 581 kg/Mg)

Aufkommen und Verbleib wurden im Rahmen einer Primärdatenerhebung neu eingeschätzt. Die bis 2018 berücksichtigten Sammelmengen der BSR sind in 2020 kaum verändert. Die höhere absolute Menge in 2020 geht auf ergänzende Angaben von Erstbehandlungsanlagen zurück. Die Bilanzierung wurde ebenfalls angepasst und führt auf spezifischer Ebene zu geringeren Nettoentlastungspotenzialen. Optimierungsmöglichkeiten bestehen vor allem im Ausbau der Wiederverwendung, die für Berlin angestrebt wird (s. Kap. 3.2).

Zusammenfassung und Optimierungsmassnahmen

### 2.1.13 Altmetalle (AVV 200140)

Stoffstrombilanz 2020				
<b>Aufkommen</b>	11.148 Mg	<b>Vergleich:</b>	Aufkommen 2010: 8.738 Mg	
<b>Behandlung</b>	11.148 Mg Separierung		Aufkommen 2012: 8.165 Mg	
			Aufkommen 2014: 8.614 Mg	
			Aufkommen 2016: 9.963 Mg	
			Aufkommen 2018: 10.692 Mg	
<b>Stofffluss</b> 		<b>Abfallzusammensetzung</b> 100% Altmetall aus getrennter Erfassung (v.a. BSR-Recyclinghöfe); Fe-, NE-Anteile nach Schätzung für Bundesdurchschnitt angepasst: 85% Fe Metalle, 15% NE-Metalle		
		<b>Bilanzierung</b> kein Sammelaufwand (Bringsystem); Transport zur Separierung 60 km; Transport zu Verwertern Annahme 100 km; Annahme Ausbeuten: Fe-Metalle 78%, NE-Metalle 34%		
		<b>Recycling-/Verwertungsraten</b> <b>Recyclingrate:</b> 100% = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> - = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> - = Output zur Beseitigung/Input		
Klimagasbilanz 2020				
	<b>Vergleich</b>	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]	
	Netto 2010	-6.278	-718	
	Netto 2012	-5.866	-718	
Netto 2014	-6.189	-718		
Netto 2016	-7.158	-718		
Netto 2018	-7.682	-718		
<b>Ergebnis spezifisch</b>				
		Belastung	Gutschrift	Netto
<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Altmetall</i>				
Gesamt		175	-1.417	<b>-1.242</b>
Umweltbilanz 2020				
<b>Ressourcenschonung</b>				
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b>	Rohmetalle	
Rohmetalle 7.960 Mg	Anteil Fe-Metalle: 93%		kg/Mg	
		Gesamt	714 (vorher nur Fe-Metalle)	

Das Aufkommen 2020 liegt 4% höher als 2018. Es handelt sich bei diesem Stoffstrom ausschließlich um über die BSR erfasste Mengen. Die Bilanzierung wurde angepasst (vgl. Kap. 5.2). Daraus ergibt sich ein höheres spezifisches THG-Entlastungspotenzial bedingt durch anteilig berücksichtigte NE-Metalle und aktualisierte Emissionswerte. Umgekehrt ist die spezifische Metallschonung etwas geringer bedingt durch die geringere angenommene NE-Metallausbeute. Die genauere Zusammensetzung und Ausbeute sowie mögliche Optimierungen für Ausbeuten sollten nach Möglichkeit vertieft untersucht werden.

**Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen**

## 2.2 Abfälle aus anderen Herkunftsbereichen

### 2.2.1 Boden und Steine (AVV 170504)

Stoffstrombilanz 2020	
<b>Aufkommen</b>	2.066.423 Mg
<b>Behandlung</b>	871.124 Mg Brech- und Klassieranlagen 469.114 Mg Deponien 726.185 Mg Verfüllung
<b>Vergleich:</b>	Aufkommen 2010: 2.160.000 Mg Aufkommen 2012: 1.937.773 Mg Aufkommen 2014: 2.120.176 Mg Aufkommen 2016: 2.265.656 Mg Aufkommen 2018: 1.790.209 Mg
<b>Stofffluss</b>	<p><b>Input</b> 100% Boden und Steine</p> <p><b>Output</b> 100% Boden und Steine davon: 34% Baumaßnahmen 40% Verfüllung 26% Deponie</p> <p><b>Boden und Steine</b> 2.066.423 Mg</p> <p><b>Brech- und Klassieranlagen</b> 871.124 Mg</p> <p><b>Differenz In-/Output</b> 251.434 Mg</p> <p><b>Stoffliche Verw. (Baumaßnahmen)</b> 619.690 Mg</p> <p><b>Sonstige Verwertung (Deponien/Verfüllung)</b> 1.177.136 Mg</p> <p><b>Beseitigung (Deponien)</b> 18.163 Mg</p>
<b>Abfallzusammensetzung</b>	natürlich gewachsener oder bereits verwendeter Boden
<b>Bilanzierung</b>	Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Verfüllungen (LBGR Brandenburg)
<b>Recycling-/Verwertungsraten</b>	<p><b>Recyclingrate:</b> 34% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p><b>Energetische Verwertungsrate:</b> - = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p><b>Sonstige Verwertungsrate:</b> 65% = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p><b>Beseitigungsrate:</b> 1% = Output zur Beseitigung/Input</p>
Klimagasbilanz 2020	
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet	
Umweltbilanz 2020	
<b>Ressourcenschonung</b>	
<b>Einsparung gesamt</b>	
Natursteine	619.690 Mg → 22.951 m <sup>2</sup> geschonte Fläche

Das Aufkommen 2020 liegt 15% höher als 2018. Die Input-Output-Differenz der Brech- und Klassieranlagen für diese Abfallart resultiert aus Lagerbeständen.

#### Zusammenfassung

Von der ausgewiesenen Output-/Verbleib-Menge Bodenaushub wurden 34% nach Aufbereitung in Brech- und Klassieranlagen in Baumaßnahmen stofflich verwertet (2018: 41%, 2016: 26%) und 65% unaufbereitet einer sonstigen Verwertung (Deponien, Verfüllung) zugeführt. 1% wurden direkt auf Deponien (MEAB) beseitigt.

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

#### Optimierungsmaßnahmen



## 2.2.2 Bauschutt (AVV 170107)<sup>12</sup> - Gemische aus Beton, Fliesen, Ziegel und Keramik

Stoffstrombilanz 2020		Vergleich:	
<b>Aufkommen</b>	654.900 Mg	Aufkommen 2010:	851.647 Mg
<b>Behandlung</b>	349.027 Mg Brech- und Klassieranlagen	Aufkommen 2012:	1.166.261 Mg
	252.756 Mg Deponien	Aufkommen 2014:	938.201 Mg
	53.116 Mg Verfüllung	Aufkommen 2016:	1.023.659 Mg
		Aufkommen 2018:	806.604 Mg
Stofffluss		Abfallzusammensetzung	
<p><b>Input</b> 100% Bauschutt</p> <p><b>Output</b> 100% Bauschutt davon: 53% Straßenbau 39% Deponie 8% Verfüllung</p> <p><b>Differenz In-/Output</b> 3.532 Mg</p> <p><b>Brech- und Klassieranlagen</b> 349.027 Mg</p> <p><b>Stoff. Verw. (Straßenbau)</b> 345.495 Mg</p> <p><b>Sonst. Verw. (Deponien/Verfüllungen)</b> 240.807 Mg</p> <p><b>Beseitigung (Deponien)</b> 65.065 Mg</p>		<p>Gemische aus Beton, Ziegel, Fliesen und Keramik Die üblicherweise umfassten Einzelfractionen Beton, Ziegel, Baustoffe auf Gipsbasis sind gesondert ausgewertet</p>	
		Bilanzierung	
		Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen:	
		- Berliner Brech- und Klassieranlagen	
		- Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim)	
		- Verfüllungen (LBGR Brandenburg)	
		Recycling-/Verwertungsraten	
		<b>Recyclingrate:</b>	<b>53%</b>
		= Output zur stofflichen Verwertung/Input	
		<b>Energetische Verwertungsrate:</b>	-
		= Output zur energetischen Verwertung/Input	
		<b>Sonstige Verwertungsrate:</b>	<b>39%</b>
		= Output zur sonstigen Verwertung/Input	
		<b>Beseitigungsrate:</b>	<b>9%</b>
		= Output zur Beseitigung/Input	
Klimagasbilanz 2020			
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet			
Umweltbilanz 2020			
Ressourcenschonung			
<b>Einsparung gesamt</b>			
Natursteine	58.852 Mg	→	905 m <sup>2</sup> geschonte Fläche

Das Aufkommen 2020 liegt 19% niedriger als 2018. 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 (inkl. „Mineralien“ zum Verkauf als Schotter Tragschicht bzw. Frostschutz) wurden 53% nach Aufbereitung in Brech- und Klassieranlagen in Straßenbaumaßnahmen stofflich verwertet und 39% un-aufbereitet einer sonstigen Verwertung (Deponien, Verfüllungen) zugeführt. Rund 9% 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

<sup>12</sup> Die zuvor hierunter beinhaltete Abfallart „Fliesen, Ziegel und Keramik (AVV 170103) wurde für 2020 getrennt ausgewertet. Der Input in Brech- und Klassieranlagen beläuft sich jedoch nur auf 235 Mg, im Output sind 0 Mg ausgewiesen, so dass noch kein neuer Steckbrief angelegt wurde.

### 2.2.3 Beton (AVV 170101)

Stoffstrombilanz 2020		
<b>Aufkommen</b>	900.464 Mg	
<b>Behandlung</b>	897.024 Mg	Brech- und Klassieranlagen
	2.292 Mg	Deponien
	1.147 Mg	Verfüllung
<b>Vergleich:</b>	Aufkommen 2010: 791.439 Mg Aufkommen 2012: 973.983 Mg Aufkommen 2014: 930.659 Mg Aufkommen 2016: 842.719 Mg Aufkommen 2018: 894.790 Mg	
Stofffluss		Abfallzusammensetzung
<p><b>Input</b> 100% Beton</p> <p><b>Output</b> 100% Beton davon: 99,7% Straßenbau 0,2% Deponie 0,1% Verfüllung</p> <p><b>Differenz In-/Output</b> -427.470 Mg</p> <p><b>Brech- und Klassieranlagen</b> 897.024 Mg</p> <p><b>Stoffliche Verw. (Straßenbau)</b> 1.324.494 Mg</p> <p><b>Sonstige Verw. (Deponien/Verfüllung)</b> 2.467 Mg</p> <p><b>Beseitigung (Deponien)</b> 972 Mg</p>		Hochwertige Bauschuttfraktion; gesondert ausgewertet, um Potenzial für RC-Beton darzustellen
Bilanzzierung		Recycling-/Verwertungsraten
Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Verfüllungen (LBGR Brandenburg)		<b>Recyclingrate:</b> 99,7% = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> - = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> 0,2% = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> 0,1% = Output zur Beseitigung/Input
Klimagasbilanz 2020		
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet		
Umweltbilanz 2020		
Ressourcenschonung		
<b>Einsparung gesamt</b>		
Natursteine	1.324.494 Mg	→ 20.377 m <sup>2</sup> geschonte Fläche

Das Aufkommen 2020 liegt 1% höher als 2018. 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 in den Vorläuferbilanzen fast vollständig im Straßenbau eingesetzt.

#### Zusammenfassung

Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung des RC-Betons zum Hochbau-einsatz durch sortenreine Erfassung beim Gebäuderückbau. Dadurch würden auch Absatzmöglichkeiten im Straßenbau für andere Bauschuttanfälligkeiten 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 erfolgen<sup>13</sup>. 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

<sup>13</sup> <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/abfall/rc-beton/index.shtml>, und (ifeu/ICU 2013, S.204)



2.2.4 Gipsabfälle (AVV 170802)

Stoffstrombilanz 2020		
<b>Aufkommen</b>	26.547 Mg	
<b>Behandlung</b>	24.019 Mg Deponien 2.528Mg Recyclinganlage	
		<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: - Mg (nicht ausgewertet) Aufkommen 2012: 28.973 Mg Aufkommen 2014: 36.061 Mg Aufkommen 2016: 34.767 Mg Aufkommen 2018: 31.692 Mg
<b>Stofffluss</b>	<p><b>Gipsabfälle</b> 26.547 Mg</p> <p><b>Input</b> 100% Gipsabfälle</p> <p><b>Output</b> 100% Gipsabfälle davon: 90,5% Deponie 9,5% Recycling</p> <p><b>Beseitigung (Deponien)</b> 24.019 Mg</p> <p><b>stoffliche Verwertung (Recyclinganlage)</b> 2.528 Mg</p>	<p><b>Abfallzusammensetzung</b> Bauschuttfraktion; gesondert ausgewertet, um Potenzial für Recycling darzustellen (v.a. stofflich verwertbare Gipsplatten)</p> <p><b>Bilanzierung</b> Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Verfüllungen (LBGR Brandenburg) - Abfrage Recyclinganlage MUEG</p> <p><b>Recycling-/Verwertungsraten</b></p> <p><b>Recyclingrate:</b> 9,5% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p><b>Energetische Verwertungsrate:</b> - = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p><b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p><b>Beseitigungsrate:</b> 90,5% = Output zur Beseitigung/Input</p>
Klimagasbilanz 2020		
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet		
Umweltbilanz 2020		
<b>Ressourcenschonung</b>		
<b>Einsparung gesamt</b>		
Natursteine	2.528 Mg	→ 126 m <sup>2</sup> geschonte Fläche

Das Aufkommen 2020 liegt 16% niedriger als 2018. Die Abfallmenge wurde zu 90,5% auf Deponien (MEAB) zur Beseitigung verbracht und zu 9,5% der Recyclinganlage (MUEG) zugeführt. 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 (s.a. ifeu 2019a).

**Optimierungsmaßnahmen**

### 2.2.5 Ziegel (AVV 170102)

Stoffstrombilanz 2020	
<b>Aufkommen</b>	91.435 Mg
<b>Behandlung</b>	56.346 Mg Brech- und Klassieranlagen 35.090 Mg Verfüllung
<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: - Mg (nicht ausgewertet) Aufkommen 2012: - Mg (nicht ausgewertet) Aufkommen 2014: 60.354 Mg Aufkommen 2016: 97.382 Mg Aufkommen 2018: 74.444 Mg	
<b>Stofffluss</b>	<b>Abfallzusammensetzung</b> Bauschuttfraktion; gesondert ausgewertet, um Potenzial für Recycling darzustellen
<p><b>Input</b> 100% Ziegel</p> <p><b>Output</b> 100% Ziegel davon: 68,7% Wegebau 31,3% Verfüllung</p> <p><b>Brech- und Klassieranlagen</b> 56.346 Mg</p> <p><b>Stoffl. Verwertung (Wegebau)</b> 77.141 Mg</p> <p><b>Sonstige Verw. (Deponie/Verfüllung)</b> 35.090 Mg</p> <p>Differenz In-/Output -20.795 Mg</p> <p>Ziegel 91.435 Mg</p>	<b>Bilanzierung</b> Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Verfüllungen (LBGR Brandenburg)
	<b>Recycling-/Verwertungsraten</b>
<p><b>Recyclingrate:</b> 69% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p><b>Energetische Verwertungsrate:</b> - = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p><b>Sonstige Verwertungsrate:</b> 31% = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p><b>Beseitigungsrate:</b> - = Output zur Beseitigung/Input</p>	
Klimagasbilanz 2020	
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet	
Umweltbilanz 2020	
<b>Ressourcenschonung</b>	
<b>Einsparung gesamt</b>	
Natursteine	77.141 Mg → 1.187 m <sup>2</sup> geschonte Fläche

Das Aufkommen 2020 liegt 23% höher als 2018 und damit insgesamt wieder auf dem Niveau von 2016. Im Gegensatz zu den Vorjahren wurden keine Mengen mehr direkt auf Deponien beseitigt. Die anteilig über Brech- und Klassieranlagen behandelte Menge (zzgl. Lagerbestände) an sortenreinem Ziegelmaterial wird weiterhin vollständig im Wegebau eingesetzt. Die Recyclingrate beträgt rund 69%. Die verbleibenden rund 31% Ziegel wurden unaufbereitet einer sonstigen Verwertung (Deponien, Verfüllungen) zugeführt.

#### 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 2020		Vergleich:	
<b>Aufkommen</b>	339.695 Mg	Aufkommen 2010:	181.613 Mg
<b>Behandlung</b>	13 Mg Brech- und Klassieranlagen	Aufkommen 2012:	162.571 Mg
	109.890 Mg Asphaltmischwerke	Aufkommen 2014:	190.080 Mg
	81.473 Mg Deponien	Aufkommen 2016:	155.367 Mg
		Aufkommen 2018:	203.141 Mg
<b>Stofffluss</b> 		<b>Abfallzusammensetzung</b> Mineralische Stoffe, die hydraulisch mit Bitumen gebunden oder ungebunden sind	
		<b>Bilanzierung</b> Erhebung Aufkommen durch Auswertung Abfallbilanzen: - Berliner Brech- und Klassieranlagen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Altablagerung Großziethen - Verfüllungen (LBGR Brandenburg) - Berliner Asphaltmischwerke	
		<b>Recycling-/Verwertungsraten</b> <b>Recyclingrate:</b> 57% = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> - = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> 40% = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> 2% = Output zur Beseitigung/Input	
Klimagasbilanz 2020			
	<b>Vergleich</b>	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq]
	Netto 2010	-554	-5
Netto 2012	-767	-11	
Netto 2014	-1.119	-12	
Netto 2016	-689	-11	
Netto 2018	-1.054	-12	
<b>Ergebnis spezifisch</b>			
<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Asphalt</i>	Belastung	Gutschrift	Netto
Asphaltmischwerk	0	-13	-13
Andere	0	0	0
Gesamt	0	-7	-7
Umweltbilanz 2020			
<b>Ressourcenschonung</b>			
<b>Einsparung gesamt</b>	<b>Einsparung spezifisch</b>		KEA fossil netto [MJ/Mg]
Natursteine 105.507* Mg → 3.908 m <sup>2</sup> geschonte Fläche	Asphaltmischwerk	1.895	
KEA fossil 208 TJ Nettoentlastung	Andere	0	
	Gesamt	1.088	
	Vgl. 2018	1.774	
*im Straßenbau stofflich verwertete Menge abzgl. Bitumenanteil (4%)			

Das Aufkommen 2020 liegt 67% höher als 2018. Die Input-Output-Differenz der Brech- und Klassieranlagen für diese Abfallart resultiert insbesondere daraus, dass Bitumengemische im Output von Brech- und Klassieranlagen gemeinsam mit anderen Bauprodukten wie Beton u.a. für Tragwerk- und Frostschutzschichten im Straßen- und Wegebau eingesetzt werden (vgl. Kap. 2.2.3, Steckbrief „Beton“). Die ausgewiesene Output-/Verbleib-Menge wurde 2020 zu 57% im Straßenbau eingesetzt (= Recyclingrate). 2018 lag

**Zusammenfassung und Optimierungmaßnahmen**

dieser Anteil bei 95% (2016: 83%, 2014: 90%, 2012 89%). In 2020 wurden etwa 40% unaufbereitet einer sonstigen Verwertung (Deponie) zugeführt und weitere 2% direkt auf Deponien beseitigt. Die deutliche geringere Recyclingrate gegenüber den Vorjahren im Zusammenhang mit dem deutlich höheren Aufkommen weist auf vermehrte Straßenbaumaßnahmen in Berlin, bei denen der Abtrag nicht über Asphaltmischwerke behandelt werden konnte.

Bei der Klimagas- und Umweltbilanz ergeben sich Änderungen im Vergleich der spezifischen Ergebnisse bedingt durch die veränderten Mengenanteile, die über Asphaltmischwerke behandelt werden. 2020 war dieser Anteil deutlich niedriger. 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 2020	
<b>Aufkommen</b>	22.201 Mg
<b>Behandlung</b>	10.735 Mg Deponie (Beseitigung) 11.466 Mg Aus öffentl. Baumaßnahmen
<b>Vergleich:</b>	Aufkommen 2010: 4.422 Mg Aufkommen 2012: 10.889 Mg Aufkommen 2014: 9.107 Mg Aufkommen 2016: 13.844 Mg Aufkommen 2018: 3.132 Mg
<b>Stofffluss</b>	<p><b>Input</b> 100% Baggergut</p> <p><b>Output</b> 100% Baggergut davon: 51,6% Wegebau 48,4% Deponie</p> <p><b>Beseitigung (Deponien)</b> 10.735 Mg</p> <p><b>Stoffliche Verw. (Baumaßnahmen)</b> 11.466 Mg</p>
<b>Abfallzusammensetzung</b>	Schlamm, der bei Aushubarbeiten von Gewässern anfällt
<b>Bilanzierung</b>	Erhebung Aufkommen durch Abfrage/Auswertung Abfallbilanzen - Deponien im Großraum Berlin (BSR, MEAB, Heim) - Wasserbauämter des Bundes und des Landes Berlin
<b>Recycling-/Verwertungsraten</b>	<p><b>Recyclingrate:</b> <b>52%</b> = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p><b>Energetische Verwertungsrate:</b> - = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p><b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p><b>Beseitigungsrate:</b> <b>48%</b> = Output zur Beseitigung/Input</p>
Klimagasbilanz 2020	
Mineralischer Abfall → Treibhauseffekt mit „Null“ bewertet	
Umweltbilanz 2020	
<b>Ressourcenschonung</b>	
<b>Einsparung gesamt</b>	
Natursteine	11.466 Mg → 425 m <sup>2</sup> geschonte Fläche

Das Aufkommen 2020 liegt um ein Vielfaches höher als 2018. Hintergrund sind teils neu abgefragte Mengen aus öffentlichen Baumaßnahmen. Diese bedingen auch die anteilige stoffliche Verwertung. (zuvor 100% Beseitigung). Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der vollständigen Anwendung des Baggerguts in einer Bodenverwertung.

**Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen**

### Zusammenfassung mineralische Abfälle (Kap. 2.2.1 bis 2.2.7)

Das gesamte Aufkommen 2020 für mineralische Abfälle ist gegenüber 2018 um 8% gestiegen. Der Anstieg besteht etwa gleichermaßen bei den über Brech- und Klassieranlagen behandelten Mengen und den direkt verwerteten oder beseitigten Mengen. Die über Brech- und Klassieranlagen eingebrachten Mengen liegen 2020 um 9% höher als 2018. Zwischen Aufkommen und Verbleib wurde eine Differenzmenge von -44.746 Mg ermittelt, die insbesondere durch Lagerbestände bedingt ist. Abbildung 2.1 zeigt Aufkommen und Verbleib der mineralischen Abfälle im Überblick.

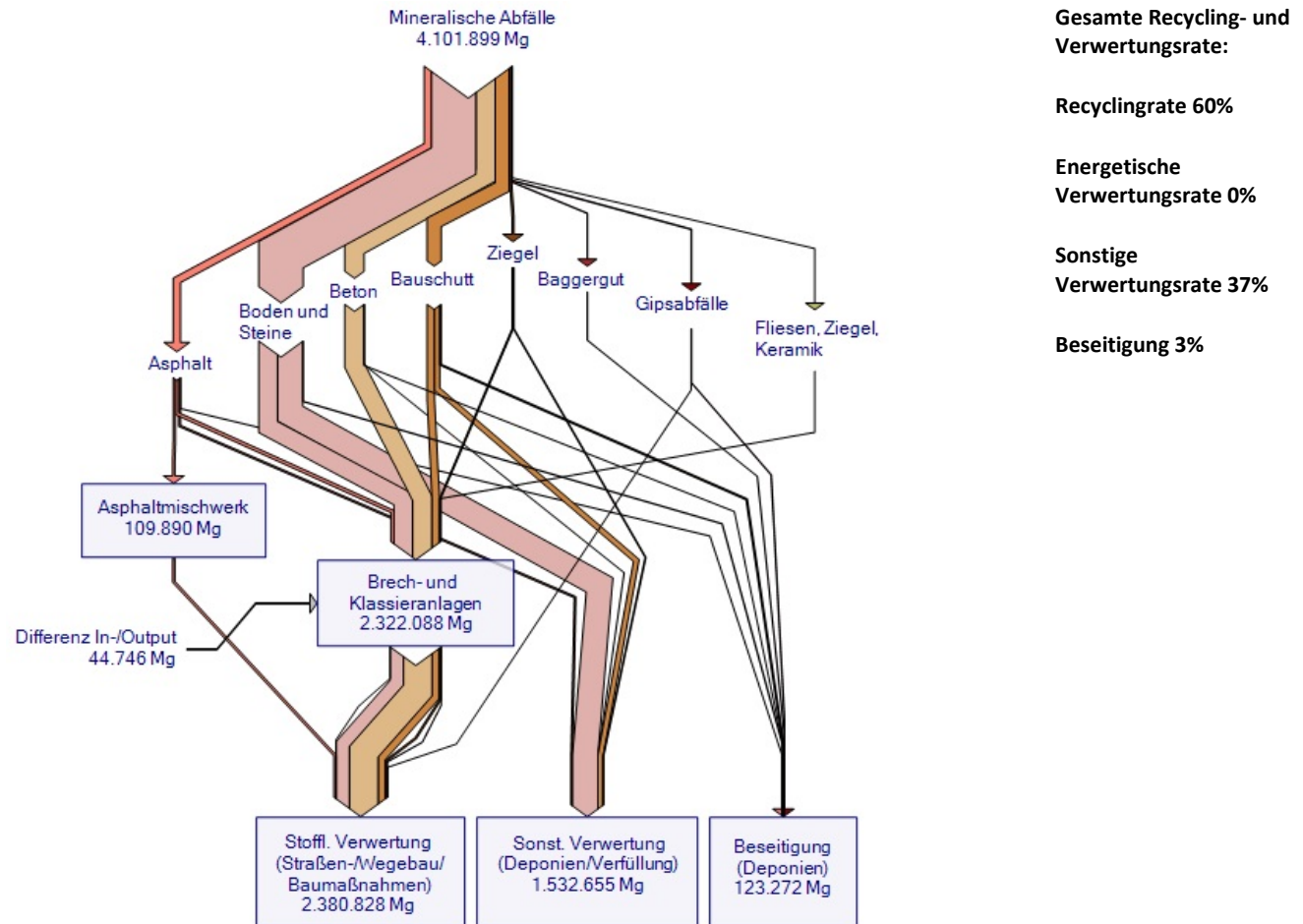


Abbildung 2.1: Stoffflussdiagramm zu Aufkommen und Verbleib der mineralischen Abfälle 2020

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 die Recyclingrate zu 60% (2018: 57%). Die direkt sonstig verwerteten Mengen – v.a. Boden und Steine, Bauschutt – gingen unbehandelt auf Deponien (17%, MEAB, BSR, Heim), oder in Verfüllungen (20%, Verfüllung von Sand-, Kies- und Tongruben). Der beseitigte Anteil an mineralischen Abfällen in Höhe von 3% wurde ausschließlich auf den MEAB-Deponien abgelagert. Insgesamt wurden durch die recycelten mineralischen Abfälle (stofflich verwertete Menge abzgl. einer Bitumenmenge im Asphalt von 4.396 Mg) 2.486.322 Mg Natursteine eingespart und eine Fläche von 54.289 m<sup>2</sup> 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, Steigerung der Absatzmöglichkeit insbesondere von Ziegelmaterial im Straßenbau, Umlenkung von RC-Beton in den Hochbau sowie Initiierung einer verstärkten Nachfrage nach RC-Produkten im Bauwesen.

**Optimierungsmaßnahmen**

In der Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz sind die Bauschutt-Fraktionen Ziegel (AVV 170102) und Beton (AVV 170101) mittlerweile in den Abfallberichten der Brech- und Klassieranlagen, der Deponien und den bergrechtlichen Verfüllungen gesondert ausgewiesen. Für die SKU-Bilanz 2020 wurde erstmals auch die Bauschutt-Fraktion „Fliesen, Ziegel und Keramik (AVV 170103)“ getrennt ausgewertet. Als „Bauschutt“ sind somit nur noch die „Gemische aus Beton, Ziegel, Fliesen und Keramik (AVV 170107)“ verblieben. Ziel dieser getrennten Betrachtung der Bauschutt-Fraktionen ist es, die Potenziale für deren Recycling und Verwertbarkeit eruieren zu können. Im Übrigen entspricht dieses Vorgehen der Getrennthaltungspflicht für diese Bauschutt-Fraktionen (außer AVV 170107) im Rahmen der Gewerbeabfallverordnung.

**Zeitreihe**

Das Abfallaufkommen der mineralischen Abfallfraktionen in der Zeitreihe der SKU-Bilanzen ist in Tabelle 2.1 und in Abbildung 2.2 im Überblick dargestellt. Für eine Vergleichbarkeit sind in der Tabelle zudem die Summe der Bauschuttfraktionen, die Input-Output-Differenzen in Summe sowie die abschließend entsorgte Menge (Verbleib) ausgewiesen.

Tabelle 2.1:        Zeitreihe Aufkommen mineralische Abfallfraktionen

<b>Mineralische Abfallfraktion</b>	<b>2010</b>	<b>2012</b>	<b>2014</b>	<b>2016</b>	<b>2018</b>	<b>2020</b>
Boden und Steine	2.160.000	1.937.773	2.120.176	2.265.656	1.790.209	2.066.423
Bauschutt (Gemische)	851.647	1.166.261	938.201	1.023.659	806.604	654.900
Beton	791.439	973.983	930.659	842.719	894.790	900.464
Gipsabfälle	(n.a.)	28.973	36.061	34.767	31.692	26.547
Ziegel	(n.a.)	(n.a.)	60.354 <sup>1</sup>	97.382	74.444	91.435
Fliesen, Ziegel und Keramik	(n.a.)	(n.a.)	(n.a.)	(n.a.)	(n.a.)	235
Asphalt	181.613	162.571	190.080	155.367	203.141	339.695
Baggergut	4.422	10.889	9.107	13.844	3.132	22.201
Summe Bauschutt <sup>2</sup>	1.643.086	2.140.244	1.929.214	1.963.760	1.775.839	1.647.034
<b>Summe Aufkommen alle</b>	<b>3.989.121</b>	<b>4.280.450</b>	<b>4.284.639</b>	<b>4.433.394</b>	<b>3.804.012</b>	<b>4.101.899</b>
Differenz In-/Output (Lager)	-55.374	-24.943	209.545	119.168	-102.073	-44.746
<b>Summe Verbleib alle</b>	<b>4.044.495</b>	<b>4.305.393</b>	<b>4.075.094</b>	<b>4.314.226</b>	<b>3.701.939</b>	<b>4.146.645</b>

1) nur Brech- und Klassieranlagen  
 2) Summe Bauschutt (Gemische), Beton, Fliesen, Ziegel und Keramik

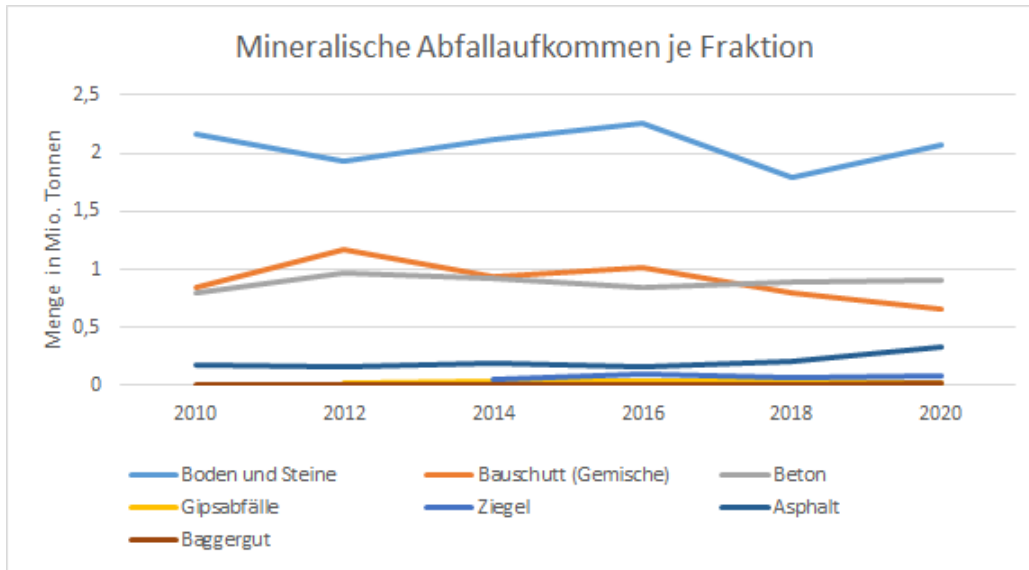


Abbildung 2.2: Mineralische Abfallaufkommen je Einzelfraktion

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 4,1 Mio. Tonnen zurückgegangen ist. Der Rückgang gegenüber 2016 ist v.a. durch die Fraktionen Boden und Steine und die Bauschuttabfallmenge bedingt. Die insgesamt entsorgte Abfallmenge (Verbleib) unterlag in der Zeitreihe anders als das Aufkommen leichten Auf- und Abschwankungen in Abhängigkeit des Anteils an Lagerbeständen, ist aber 2020 analog zum Aufkommen gegenüber 2018 angestiegen.



### 2.2.8 Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie (AVV 200301)

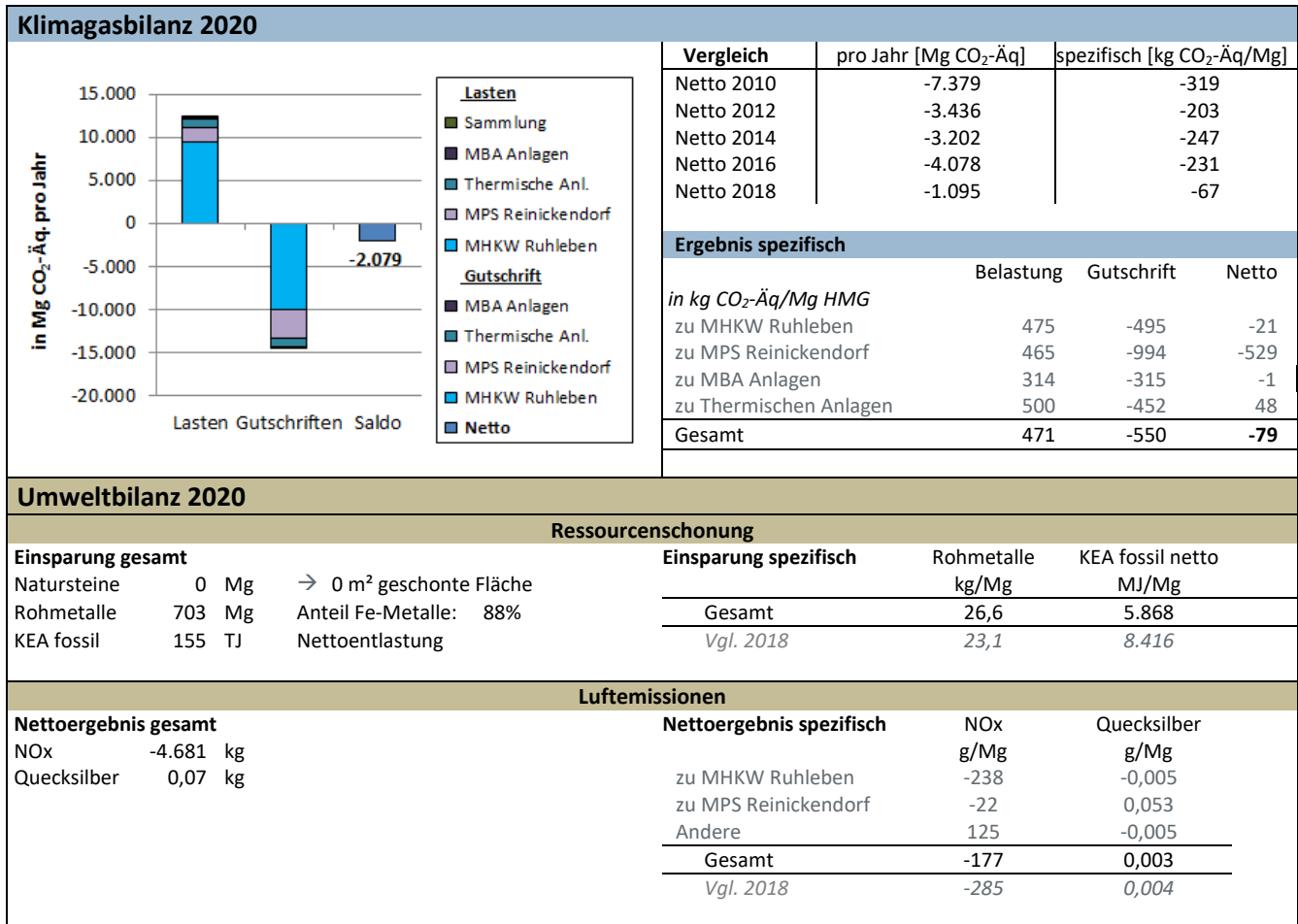
Stoffstrombilanz 2020					
<b>Aufkommen</b>	28.948 Mg		<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: 27.091 Mg		
<b>Behandlung</b>	27.923 Mg	MHKW Ruhleben	Aufkommen 2012: 15.525 Mg		
	65 Mg	MPS Reinickendorf	Aufkommen 2014: 11.879 Mg		
	405 Mg	Rest verschiedene Anlagen (1,4%)	Aufkommen 2016: 14.236 Mg		
	555 Mg	Bunkerdiffferenz	Aufkommen 2018: 15.406 Mg		
<b>Stofffluss</b>		<b>Kenndaten (Krankenhausabfälle)</b>			
		Heizwert 14,9 MJ/kg FS Hg-Gehalt 0,3 mg/kg FS C fossil 19% FS			
		<b>Bilanzierung</b>			
		Verbrennung in Rostfeuerung, Dampfabgabe an Vattenfall - Nettostromwirkungsgrad 5,3%; Wärmenutzungsgrad 54,8% - Metallausbeute Fe-Metalle 90%, NE-Metalle 87%			
		<b>Recycling-/Verwertungsraten</b>			
		<b>Recyclingrate:</b> 3% = Output zur stofflichen Verwertung/Input			
		<b>Energetische Verwertungsrate:</b> 78% = Output zur energetischen Verwertung/Input			
		<b>Sonstige Verwertungsrate:</b> 19% = Output zur sonstigen Verwertung/Input			
		<b>Beseitigungsrate:</b> - = Output zur Beseitigung/Input			
		Rest Wasserverlust aus Behandlung in MPS (Ermittlung/Bewertung der Raten wie HMG, Kap. 2.2.9)			
<b>Klimagasbilanz 2020</b>					
		<b>Vergleich</b>	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -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)	
		Netto 2018	-265	-15 (nur MHKW)	
		<b>Ergebnis spezifisch</b>			
			Belastung	Gutschrift	Netto
		in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg Abfall			
		nur MHKW	713	-711	2
		Bilanzierung MPS wie für HMG (Kap. 2.2.9) Ausweisung spezifischer Gesamtwert nicht sinnvoll, da verschiedene Abfallarten			
<b>Umweltbilanz 2020</b>					
<b>Ressourcenschonung</b>					
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b>			
Natursteine	0 Mg → 0 m <sup>2</sup> geschonte Fläche	Rohmetalle	KEA fossil netto		
Rohmetalle	645 Mg Anteil Fe-Metalle: 85%	kg/Mg	MJ/Mg		
KEA fossil	234 TJ Nettoentlastung	nur MHKW	23	8.375	
		Vgl. 2018 nur MHKW	21	8.182	
<b>Luftemissionen</b>					
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>			
NOx	-13.495 kg	NOx	Quecksilber		
Quecksilber	-0,18 kg	g/Mg	g/Mg		
		nur MHKW	-483	-0,007	
		Vgl. 2018 nur MHKW	-404	-0,008	

Das Aufkommen 2020 liegt 88% höher als 2018. Die Abfälle wurden wie zuvor v.a. im MHKW Ruhleben behandelt. Mehrheitlich handelt es sich um Krankenhausabfälle, die ausschließlich thermisch behandelt werden können. Im spezifischen Ergebnis der Klimagasbilanz überwiegt der Effekt der Defossilierung (Kap. 5.1) die wiederum bessere Dampfnutzung aus MHKW. Letztere führt neben der Aktualisierung von Emissionswerten auch zu den höheren spezifischen Nettoentlastungen bei NO<sub>x</sub>-Emissionen. Das spezifische Ergebnis der Hg-Emissionen ist wenig verändert.

#### Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

### 2.2.9 Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG) (AVV 200301)

Stoffstrombilanz 2020				
<b>Aufkommen</b>	30.787 Mg		<b>Vergleich:</b>	Aufkommen 2010: 23.096 Mg
<b>Behandlung</b>	20.231 Mg	MHKW Ruhleben		Aufkommen 2012: 16.992 Mg
	3.330 Mg	MPS Reinickendorf		Aufkommen 2014: 15.742 Mg
	671 Mg	MBA Anlagen		Aufkommen 2016: 20.400 Mg
	2.159 Mg	Thermische Anlagen		Aufkommen 2018: 24.349 Mg
	4.396 Mg	Bunkerdiffferenz		
Abfallzusammensetzung		Kenndaten (vgl. Kap. 5.3)		
Quelle ARGUS 2009, keine aktuellen Daten verfügbar				
24,1%	PPK	0,7%	Textilien	Heizwert MJ/kg FS
4,8%	Glas	9,6%	Verbunde	C fossil % FS
25,9%	Kunststoff	2,9%	Sonstige	Hg-Gehalt mg/kg FS
6,0%	Metalle	5,0%	Inertes	
19,0%	Organik	..2,0%	Holz	
				HMG
				EBS
				10
				12,5%
				0,30
				0,30
Stofffluss				
<p>überlassungspflichtige hausmüllähnliche Gewerbeabfälle 30.787 Mg</p>		<p><b>Input</b> 100% Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG)</p>		
<p>Bunker 4.396 Mg</p>		<p><b>Output / Verbleib</b> 77% MHKW Ruhleben 13% MPS Reinickendorf 3% MBA Anlagen 8% Thermische Anlagen</p>		
<p>MHKW 20.231 Mg</p> <p>MPS Reinickendorf 3.330 Mg</p> <p>Therm. Anl. 2.159 Mg</p> <p>MBA Anlagen 671 Mg</p> <p>Wasserverluste 881 Mg</p>		<p>Für den Einsatz im MHKW wurde abweichend zur Definition die energetische Verwertungsrate nicht zu 100% gesetzt, sondern die bekannten Mengen an Schlacke (20%) und rückgewonnenen Metallen (2,6%) abgezogen und getrennt bewertet</p>		
<p>Schlacke</p> <p>Mineralien</p> <p>EBS</p> <p>Metalle</p> <p>Rottefraktion über MBA</p>		<p>Sonst. Verwertung (Deponien) 4.532 Mg</p> <p>Energ. Verwertung (MHKW/Braunkhle-/EBS-/Kraft- und Zementwerke) 19.975 Mg</p> <p>Stoffl. Verwertung (Metallhütten) 790 Mg</p> <p>Beseitigung (MBA/Deponien) 213 Mg</p>		
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsraten		
<p>MHKW: Verbrennung in Rostfeuerung, Dampfabgabe an Vattenfall Nettostromwirkungsgrad 5,3%, Wärmenutzungsgrad 54,8%</p> <p>Metallausbeute Fe-Metalle 90%, NE-Metalle 87%</p> <p>MPS EBS-Ausbeute 67%; davon 80% zur Mitverbrennung</p> <p>Metalloutput 5,6%, Ausbeute Fe-Metalle 78%, NE-Metalle 34%</p>		<p><b>Recyclingrate:</b> 3% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p><b>Energetische Verwertungsrate:</b> 75% = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p><b>Sonstige Verwertungsrate:</b> 18% = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p><b>Beseitigungsrate:</b> 1% = Output zur Beseitigung/Input</p> <p>(Rest Wasserverluste aus Behandlung in MPS und MBA Anlagen)</p>		



Das Aufkommen 2020 in Höhe von 30.787 Mg liegt gegenüber 2018 um 26% höher. Abzüglich der Bunkerdiffereenz gingen wie 2018 rund 77% der Abfälle zum MHKW Ruhleben (2016: 70%, 2014: 77%, 2012: 59%). Zur MPS Reinickendorf gingen 13% (2018: 17%, 2016: 25%, 2014: 23%, 2012: 28%), 3% zu verschiedenen MBA und 8% zu verschiedenen thermischen Anlagen.

**Zusammenfassung**

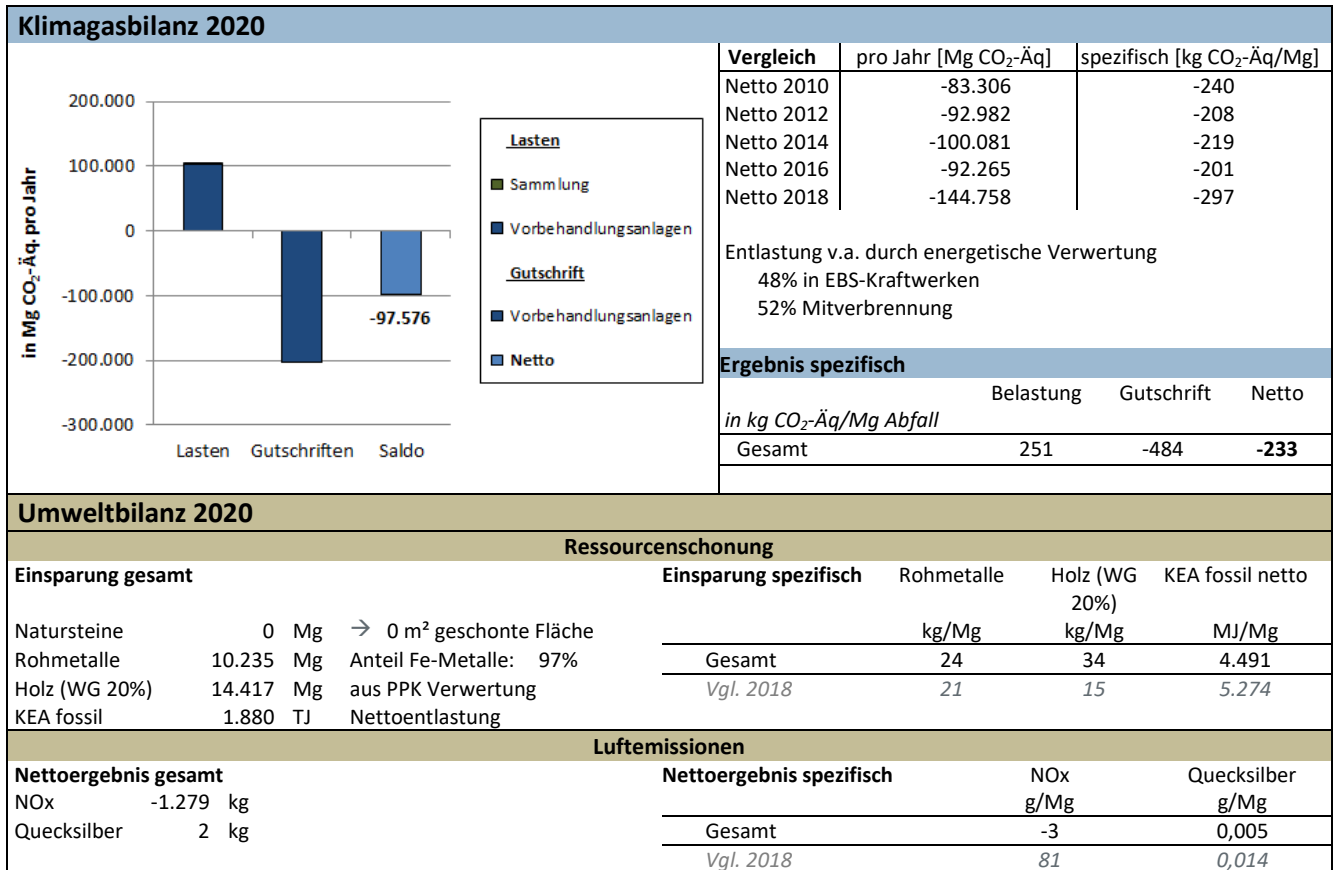
Die Klimagasbilanz zeigt 2020 gegenüber 2018 wieder eine etwas höhere spezifische Nettoentlastung in Höhe von -79 kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg (2018: -67 kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg). Hintergrund sind sich überlagernde Effekte. Die Defossilierung der durchschnittlichen Stromerzeugung (Kap. 5.1) führt zu geringeren Gutschriften, denen höhere Entlastungspotenziale durch wiederum bessere Wirkungsgrade der Dampfausnutzung aus dem MHKW entgegenstehen. Zudem wirkt sich die Vereinheitlichung der Kenndaten (Kap. 5.3) günstig auf das Ergebnis aus. Bei der Umweltbilanz liegt die spezifische Nettoentlastung für den KEA fossil niedriger bedingt durch die Vereinheitlichung der Kenndaten (Heizwert niedriger). Auch die geringere spezifische Nettoentlastung bei den NOx-Emissionen geht v.a. auf diesen Aspekt zurück. Die spezifische Nettobelastung der Quecksilberemissionen ist nur wenig betroffen und etwas geringer.

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 2020			
<b>Aufkommen</b>	346.755	Mg	<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: 347.276 Mg Aufkommen 2012: 447.515 Mg Aufkommen 2014: 447.549 M Aufkommen 2016: 410.202 Mg Aufkommen 2018: 410.297 Mg
davon:	121.715	Mg gemischte Siedlungsabfälle	
	225.040	Mg gemischte Bauabfälle	
<b>Behandlung</b>	423.638	Mg	Vorbehandlungsanlagen
inkl. Differenz In-/Output	-76.883	Mg	
Abfallzusammensetzung		Kenndaten EBS (vgl. Kap. 5.3)	
Werte orientierend (ifeu/ICU 2012)			
gemischte Bauabfälle	75%	mineralische Stoffe	Heizwert MJ/kg FS 13
	11%	trockene Wertstoffe	C fossil % FS 15%
	14%	Reststoffe (Holz, Kunststoffe, Teppiche ...)	Hg-Gehalt mg/kg FS 0,30
gemischte Siedlungsabfälle	50%	trockene Wertstoffe (inkl. Verbunde)	
	25%	Sonstige (Inert, Feinfraktion)	
	15%	Reststoffe (Holz, Textilien)	
	10%	Organik	
Stofffluss		<b>Input</b>	
<p>Differenz In-/Output -76.883 Mg</p> <p>Gemischte Siedlungs- und gemischte Bauabfälle 423.638 Mg</p> <p>Wasserverluste 9.395 Mg</p> <p>Holz*</p> <p>gemischte Siedlungsabfälle</p> <p>gemischte Bauabfälle</p> <p>Sortierreste</p> <p>Mineralien</p> <p>Rottefraktion</p> <p>MBA</p> <p>EBS-Fraktion</p> <p>Sortierung</p> <p>EBS-Aufbereitung</p> <p>Weitere Wertstoffe</p> <p>PPK</p> <p>Metalle</p> <p>Kunststoffe</p> <p>Stoffl. Verwertung (Metallhütten/ Sonstige Verwerter) 29.290 Mg</p> <p>Energ. Verwertung (Braunkohlekraftwerk /EBS-/Holz-HKW's /Zementwerke) 195.672 Mg</p> <p>Sonst. Verwertung (Deponien/Verfüllung /Altablagerung) 132.267 Mg</p> <p>Beseitigung (MBA/Deponien) 57.014 Mg</p>		35% gemischte Siedlungsabfälle 65% gemischte Bauabfälle	
		* Holz inkl. 10.279 Mg über Holzkontore	
		<b>Verbleib</b> (nach Vorbehandlungsanlagen)	
		6,9% trockene Wertstoffe: stoffliche Verwertung in Aufbereitungs- und Verwertungsanlagen	
		46,2% EBS und Holz: energetische Verwertung, v.a. in EBS- und Holz-HKW	
		31,2% Mineralik: sonstige Verwertung wie Deponierekultivierung	
		13,5% Mineralische Sortierreste und Rottefraktion: Beseitigung Deponien	
		<b>Anteil Wertstoffe = 13,9%</b> (trockene Wertstoffe + Holz)/Input Vergleich: 2010: 12,4%; 2012: 8,2%; 2014: 7,6% 2016: 9,1%; 2018: 9,7%	
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsraten	
Erhebung durch Sonderabfrage bei Vorbehandlungsanlagen		<b>Recyclingrate:</b> 6,9%	
Getrennte Bilanzierung der Behandlung über MPS Reinickendorf (spezifische Daten verfügbar) und sonstige Vorbehandlungsanlagen		= Output zur stofflichen Verwertung/Input	
Für letztere Annahme:		<b>Energetische Verwertungsrate:</b> 46,2%	
Sortierreste und gemischte Siedlungsabfälle zur Sortierung sowie		= Output zur energetischen Verwertung/Input	
20% der EBS zur EBS-Aufbereitung; Ausbeute 90%		<b>Sonstige Verwertungsrate:</b> 31,2%	
Holz zur energetischen Verwertung in Holz-HKW's nach allgemeinem		= Output zur sonstigen Verwertung/Input	
Verteilschlüssel energetische Holznutzung (2018 aktualisiert, ifeu 2019a)		<b>Beseitigungsrate:</b> 13,5%	
Ausbeute stoffliche Verwertung Metalle 78%		= Output zur Beseitigung/Input	
Keine weitere Berechnung Klimawirksamkeit AVV 191209 (vgl. ifeu 2015)		(Rest 2,2% Wasserverluste aus Behandlung in MPS)	



Das Aufkommen 2020 in Höhe von 346.755 Mg liegt 15% niedriger als im Jahr 2018. Von der behandelten Menge (inkl. In-/Outputdifferenz) wurden 6,9% stofflich verwertet, 46,2% energetisch und 31,2% wurden einer sonstigen Verwertung (Mineralik u.a. bei Deponiebaumaßnahmen) zugeführt. Ein Anteil von 13,5% (AVV 191209, 191212, und 170802) wurde auf Deponien beseitigt. Die Wertstoffausbeute (inkl. Holz) ist mit 13,9% deutlicher angestiegen (2018: 9,7%). Der Anteil von Holz liegt etwa bei 50%.

**Zusammenfassung**

Die spezifische Nettoentlastung bei der Klimagasbilanz liegt niedriger als 2018. Dies geht v.a. auf die geringen Stromgutschriften durch die Defossilierung zurück (Kap. 5.1). Weitere Ursache sind die geringeren Anteile zur Mitverbrennung (32% statt 52% in 2018). Die Vereinheitlichung der Kenndaten für EBS und Holz (Kap. 5.3) wirkt sich leicht vorteilhaft aus. Die spezifische Nettoentlastung für den KEA fossil folgt dem Ergebnis der Klimagasbilanz und ist ebenfalls etwas niedriger. Bei den Luftemissionen zeigt sich bei NOx eine Ergebnisumkehr zu einer spezifischen Nettoentlastung. Ursächlich sind die geringeren Mitverbrennungsanteile (keine Gutschrift, da unabhängig vom Brennstoff), die Vereinheitlichung der Kenndaten für EBS und Holz (etwas höhere Heizwerte, Kap. 5.3), der höhere Holzanteil im Output und auch der niedrigere NOx-Emissionsfaktor für Transporte spielt eine Rolle (Kap. 5.3). Bis auf den letzten Aspekt bedingen die Gründe auch die geringere spezifische Nettobelastung bei Hg-Emissionen.

Optimierungen bestehen in einer Steigerung der Wertstoffausbeute wie in (ifeu/ICU 2013) gezeigt wurde. Eine weitere 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 Ungefaulter Klärschlamm (AVV 190805)

Stoffstrombilanz 2020				
<b>Aufkommen</b>	45.876 Mg TS	(168.291 Mg FS)	<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: 41.320 Mg TS (160.561 Mg FS) 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) Aufkommen 2018: 49.657 Mg TS (179.656 Mg FS)	
<b>Behandlung</b>	45.876 Mg TS	KSVA Ruhleben		
<b>Stofffluss</b>	<p>Ungefaulter Klärschlamm 45.876 Mg TS (168.291 Mg FS)</p> <p><b>Input</b> 100% ungefaulter Klärschlamm</p> <p>KSVA Ruhleben</p> <p>verbrannte Menge Schlacke</p> <p><b>Output</b> Strom (Asche, RGR-Abfälle)</p> <p>Beseitigung (KSVAs) 45.876 Mg TS</p>		<b>Kenndaten</b> Heizwert 2,9 MJ/kg FS TS-Gehalt 27,3% FS P-Gehalt 2,2% TS oTS-Gehalt 77,0% TS Hg-Gehalt 0,47 mg/kg TS	
			<b>Bilanzierung</b> Verbrennung in Wirbelschichtfeuerung unter Stromerzeugung - Nettostromwirkungsgrad 16,4% - spez. Heizölbedarf KSVA 95 kWh/t Rohschlamm, aus H <sub>i</sub> -Verhältnis (Fremdschlamm : Rohschlamm) berechneter Anteil: 32 kWh/Mg Input ungefaulter Klärschlamm - aus oTS-Verhältnis berechneter Anteil N <sub>2</sub> O-Emissionen: 1,69 kg N <sub>2</sub> O/Mg TS Input ungefaulter Klärschlamm	
			<b>Recycling-/Verwertungsraten</b> <b>Recyclingrate:</b> - = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> - = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> <b>100%</b> = Output zur Beseitigung/Input	
Klimagasbilanz 2020				
<p>in Mg CO<sub>2</sub>-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p> <p><b>11.537</b></p> <p><b>Lasten</b> ■ KSVAs Ruhleben</p> <p><b>Gutschrift</b> ■ KSVAs Ruhleben</p> <p>■ Netto</p>	<b>Vergleich</b>	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg TS]	
		Netto 2010 16.198 Netto 2012 9.597 Netto 2014 8.872 Netto 2016 9.170 Netto 2018 9.363		
<b>Ergebnis spezifisch</b>				
		Belastung	Gutschrift	Netto
<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg TS Rohschlamm</i>				
	Ungefaulter Klärschlamm	486	-234	<b>251</b>
Umweltbilanz 2020				
<b>Ressourcenschonung</b>				
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b>		
KEA fossil	78 TJ Nettoentlastung	KEA fossil netto MJ/Mg		
		Gesamt 1.703		
		Vgl. 2018 2.369		
<b>Luftemissionen</b>				
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>		
NO <sub>x</sub>	10.406 kg	NO <sub>x</sub>	Quecksilber	
Quecksilber	2,6 kg	g/Mg TS	g/Mg TS	
		Gesamt 227	0,057	
		Vgl. 2018 150	0,039	



Das Aufkommen 2020 in Höhe von 45.876 Mg Trockensubstanz (TS) liegt gegenüber 2018 um rund 7% niedriger. Bei den spezifischen Kenndaten liegen TS-Gehalt und damit der Heizwert bezogen auf die Frischsubstanz ein wenig geringer und der oTS-Gehalt um zwei Prozentpunkte niedriger gegenüber 2018.

#### Zusammenfassung

Der Heizölbedarf der KSVa liegt mit 1.966 m<sup>3</sup> im Vergleich wieder etwas höher (2018: 1.135 m<sup>3</sup>, 2016: 1.776 m<sup>3</sup>, 2014: 1.218 m<sup>3</sup>, 2012: 1.653 m<sup>3</sup>) und analog auch der aus dem Heizwertverhältnis zu dem ebenfalls mitverbrannten gefaulten Fremdschlamm berechnete Bedarfsanteil für den ungefaulten Klärschlamm (32 kWh/Mg). Der Nettostromwirkungsgrad liegt knapp ein Prozentpunkt höher als 2018. Der N<sub>2</sub>O-Emissionswert für die KSVa ist nahezu unverändert. Insgesamt zeigt sich aufgrund der wieder etwas höheren Aufwendungen und vor allem der geringeren spezifischen Stromgutschrift (Defossilierung, s. Kap. 5.1) eine etwas höhere spezifische Nettobelastung in der Klimagasbilanz für das Jahr 2020.

Analog fällt die Einsparung an fossilen Ressourcen etwas niedriger aus. Die etwas höhere Aufwendungen und die aktuellen Emissionsfaktoren für Stromgutschriften überwiegen die Effekte des etwas höheren Nettostromwirkungsgrades und führen auch bei den Luftemissionen zu etwas höheren spezifischen Nettobelastungen.

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

#### Optimierungsmaßnahmen

- Reduzierung der N<sub>2</sub>O-Emissionen
- verbesserte Dampfnutzung

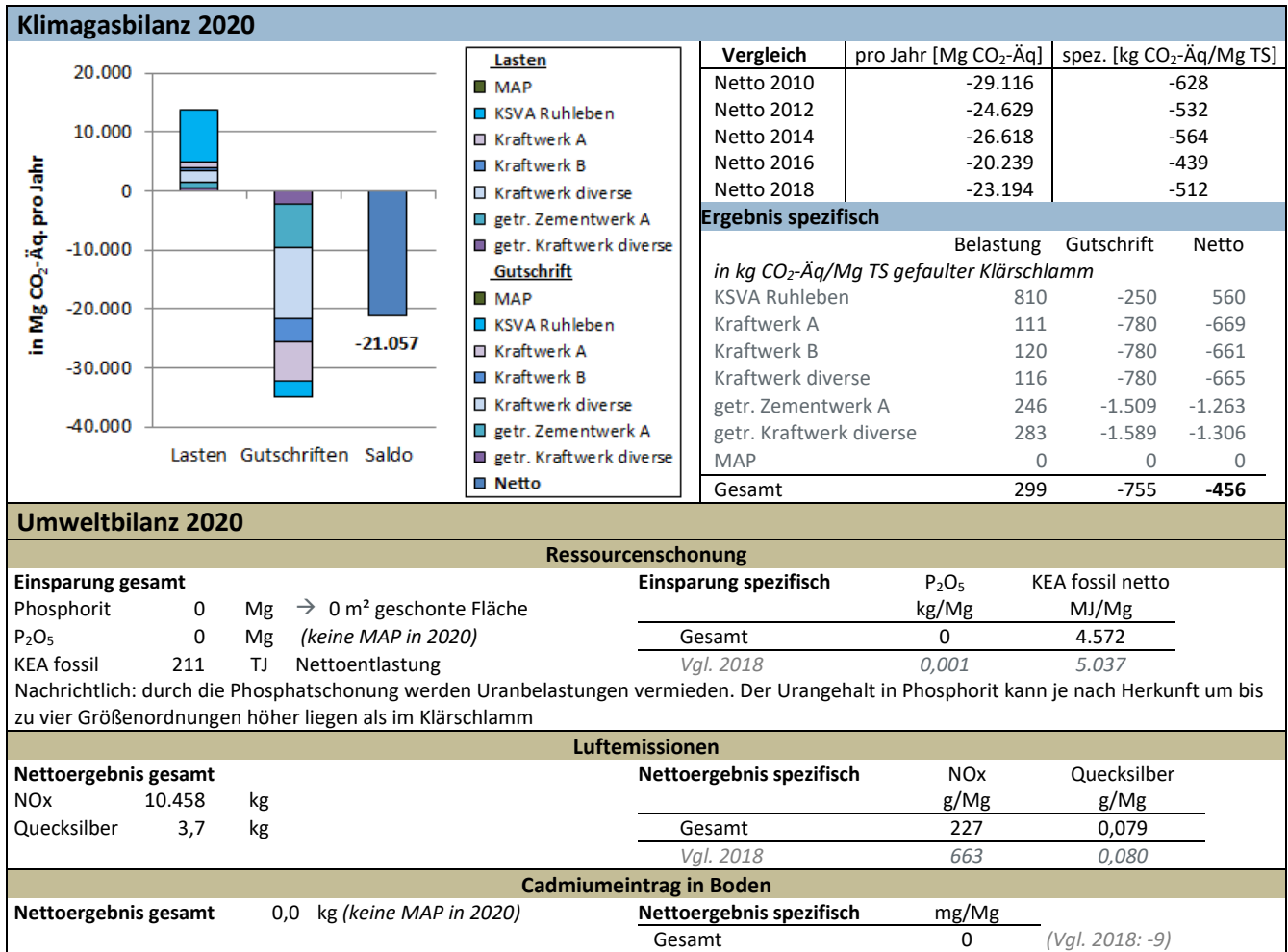
Zur Minderung der N<sub>2</sub>O-Emissionen wurde empfohlen als ersten Schritt die aktuelle Emissionssituation hinsichtlich N<sub>2</sub>O- und NO<sub>x</sub>-Emissionen zu erfassen. NO<sub>x</sub>-Emissionen werden kontinuierlich gemessen, N<sub>2</sub>O-Emissionen bislang nicht standardmäßig (generell nicht bei Verbrennungsanlagen). Im Jahr 2020 wurden von den BWB erste orientierende Betriebsmessungen teilweise mit besonderen Betriebszuständen an einer Linie der KSVa durchgeführt. Die Werte können noch nicht belastbar für die SKU-Bilanz verwendet werden.

Basierend auf diesen und weiteren Messergebnissen sollten Untersuchungen zu feuerungstechnischen Möglichkeiten zur Reduzierung der N<sub>2</sub>O-Emissionen durchgeführt werden unter Erfassung und ggf. Einsatz geeigneter Minderungsmaßnahmen für NO<sub>x</sub>-Emissionen. In Abhängigkeit des ermittelten N<sub>2</sub>O-Emissionsniveaus ist gegebenenfalls auch die Nachrüstung einer Regenerativen Thermischen Oxidation (RTO) zu empfehlen durch die N<sub>2</sub>O-Emissionen um 95% gemindert werden können. Der Aufwand für eine RTO, die möglichen Vor- und Nachteile, werden Anfang 2022 in einer gesonderten Klimagasbilanz untersucht und in der nächsten SKU-Bilanz beschrieben. Eine verbesserte Dampfnutzung ist am Standort nicht möglich.



2.2.12 Gefaulter Klärschlamm (AVV 190805)

Stoffstrombilanz 2020			
<b>Aufkommen</b>	46.165 Mg TS	(163.606 Mg FS)	<b>Vergleich:</b> 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) Aufkommen 2018: 45.309 Mg TS (158.733 Mg FS)
davon:	0 Mg TS	MAP-Verfahren	
<b>Behandlung</b>	10.972 Mg TS	KSVA Ruhleben	
	28.964 Mg TS	Mitverbrennung Kraftwerke	
	6.229 Mg TS	Trocknung und Mitverbrennung	
Kenndaten gefaulter Klärschlamm		Kenndaten gefaulter und getrockneter Klärschlamm	
Heizwert	1,73 MJ/kg FS (1,75)	Heizwert	13,31 MJ/kg FS
TS-Gehalt	25,4 % FS (25,5%)	TS-Gehalt	95,8 % FS
oTS-Gehalt	65,0 % TS	oTS-Gehalt	65,0 % TS
P-Gehalt	3,8 % TS	P-Gehalt	3,8 % TS
Hg-Gehalt	0,5 mg/kg TS	Hg-Gehalt	0,5 mg/kg TS
Cd-Gehalt	1,1 mg/kg TS	Cd-Gehalt	1,1 mg/kg TS
<i>Abweichende Werte in Klammern für Fremdschlamm in KSVA</i>			
Stofffluss			
		<p><b>Input</b></p> <p>100% gefaulter Klärschlamm davon 0% über MAP-Verfahren behandelt und 13% getrocknet</p> <p><b>Output / Verbleib (Bezug TS)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>24% KSVA Ruhleben</li> <li>18% Kraftwerk A</li> <li>11% Kraftwerk B</li> <li>34% verschiedene Kraftwerke</li> <li>10% Zementwerk A (getrockneter Schlamm)</li> <li>3% verschiedene Kraftwerke (getr. Schlamm)</li> <li>0% MAP-Dünger*</li> </ul> <p>* die MAP-Anlage wurde im Jahr 2020 wegen Instandhaltungs- und Reparaturmaßnahmen nicht betrieben</p>	
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsraten	
<p>P-Rückgewinnung im MAP-Verfahren (vgl. ifeu 2015)</p> <p>KSVA anteiliger Heizölbedarf rd. 340 kWh/Mg Input gefaulter Klärschlamm und anteilige N<sub>2</sub>O-Emissionen 1,43 kg/Mg TS Input gefaulter Klärschlamm (weiteres siehe ungebrauchter Klärschlamm)</p> <p>Mitverbrennung in Kraft- und Zementwerken; Transportentfernungen gefaulter und gefault, getrockneter Klärschlamm zu Kraftwerken ca. 200 km, gefault, getrockneter Klärschlamm zu Zementwerk rd. 50 km; Trocknung 99,25% Faulgas, 0,75% Erdgas; heizwertäquivalente Substitution Braunkohle</p>		<p><b>Recyclingrate:</b> 0% = Output zur stofflichen Verwertung/Input</p> <p><b>Energetische Verwertungsrate:</b> 76,2% = Output zur energetischen Verwertung/Input</p> <p><b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input</p> <p><b>Beseitigungsrate:</b> 23,8% = Output zur Beseitigung/Input</p>	



Das Aufkommen 2020 in Höhe von 46.165 Mg Trockensubstanz (TS) liegt um 2% höher als 2018. Der Anteil gefault, getrockneter Klärschlamm liegt bei 13% (2018: 15%, 2016: 16%, 2014: 17%, 2012: 28%).

**Zusammenfassung**

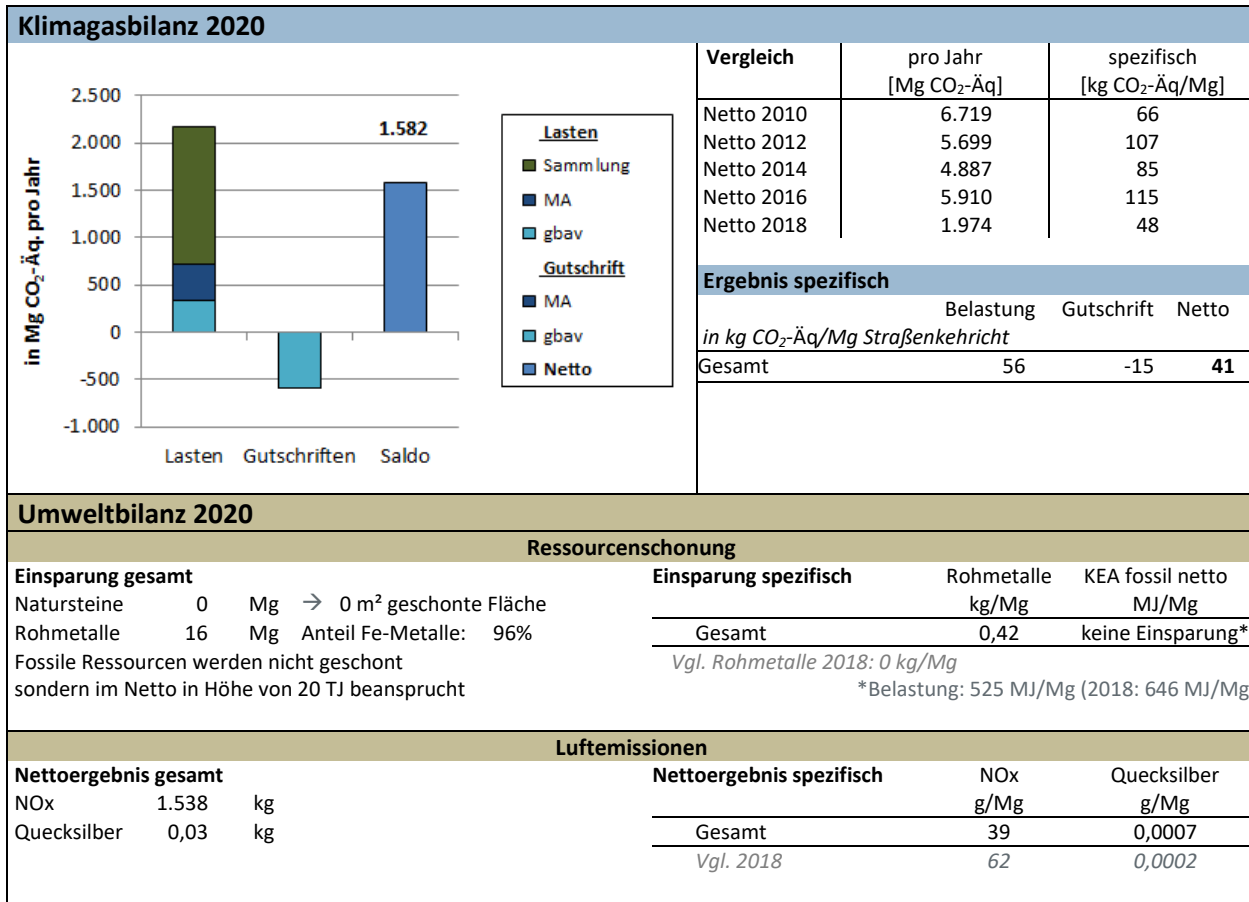
Die Klimagasbilanz zeigt 2020 gegenüber 2018 in Summe eine etwas geringere spezifische Nettoentlastung. Hauptgrund ist die über KSVA behandelte Menge (geringere Stromgutschrift aufgrund Defossilierung und etwas höherer Heizölbedarf überwiegen den etwas höheren Nettostromwirkungsgrad, s. ungefaulter Klärschlamm, Kap. 2.2.11). Die Mitverbrennung schneidet dagegen leicht besser ab. Gründe sind etwas geringere Emissionswerte bei Transporten (Kap. 5.1) und etwas veränderte substituierte Braunkohlequalitäten<sup>14</sup>. Analog zur Klimagasbilanz fällt die spezifische Einsparung für den KEA fossil geringer aus. Bedingt durch Wartungsarbeiten an der MAP-Anlage konnte kein MAP-Dünger erzeugt werden. Die spezifischen Nettobelastungen durch NOx liegen niedriger als 2018 bedingt durch die aktualisierten Emissionsfaktoren für Transporte. Die spezifischen Hg-Nettobelastungen sind kaum verändert.

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.

<sup>14</sup> Je nach Herkunft hat Rohbraunkohle etwas unterschiedliche CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren: [https://www.gesetze-im-internet.de/zuv\\_2012/anhang\\_1.html](https://www.gesetze-im-internet.de/zuv_2012/anhang_1.html) (3.12.2021)

### 2.2.13 Straßenkehrriecht (AVV 200303)

Stoffstrombilanz 2020			
<b>Aufkommen</b>	39.637 Mg		<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: 101.557 Mg
<b>Behandlung</b>	29.964 Mg gbav		Aufkommen 2012: 55.748 Mg
	9.012 Mg Handkehrriecht (MA)		Aufkommen 2014: 57.840 Mg
	661 Mg verschiedene Anlagen		Aufkommen 2016: 52.163 Mg
			Aufkommen 2018: 41.557 Mg
Abfallzusammensetzung		Kenndaten EBS aus MBS (s. Kap. 5.3)	
75,6% Maschinenkehrriecht (inkl. Altstreugut)		Heizwert	13,0 MJ/kg FS
22,7% Handkehrriecht		C fossil	15 % FS
1,7% nicht spezifiziert		Hg-Gehalt	0,3 mg/kg FS Annahme
Stofffluss			
		<b>Input</b> 100% Straßenkehrriecht	
		<b>Verbleib</b> 75,6% zu gbav 22,7% Handkehrriecht zu MA 1,7% verschiedene Anlage	
Bilanzierung		Recycling-/Verwertungsraten	
Sammlung Maschinenkehrriecht und Altstreugut mit Kehrrmaschine (Annahme 20 l Diesel/Mg)		<b>Recyclingrate:</b>	<b>0,06%</b>
Strombedarf gbav Annahme 5 kWh/Mg		= Output zur stofflichen Verwertung/Input	
Bilanzierung Output wie in den Vorjahren		<b>Energetische Verwertungsrate:</b>	<b>1,02%</b>
Handkehrriecht zu MA ORS Berlin und Teschendorf		= Output zur energetischen Verwertung/Input	
Annahme Rottefraktion wie MA Grünauer Str., Rest Mineralik		<b>Sonstige Verwertungsrate:</b>	<b>86,7%</b>
		= Output zur sonstigen Verwertung/Input	
		<b>Beseitigungsrate:</b>	<b>9,3%</b>
		= Output zur Beseitigung/Input (Rest Wasserverluste)	



Das Aufkommen 2020 in Höhe von 39.637 Mg liegt um rd. 5% niedriger als 2018. Der Anteil Handkehrriecht ist etwas geringer. Altstreugut ist nicht mehr separat ausgewiesen. Wie 2018 wurden Maschinenkehrriecht/Altstreugut über die gbav behandelt und Handkehrriecht über die ORS Berlin und Teschendorf. Hauptoutput der gbav sind wie 2018 Mineralien (rd. 98%). Weitere etwa 2% sind Grobfraction zur MBS ZAB. Die vor 2018 dominierende Mittelfraction zur MBA fiel nur zu 0,3% an.

**Zusammenfassung**

Die Klimagasbilanz zeigt eine etwas geringere spezifische Nettobelastung als in 2018. Bedingt durch die Vereinheitlichung der Kenndaten für EBS entstehen etwas höhere Belastungen (C-fossil-Gehalt), aber umgekehrt auch höhere Entlastungspotenziale (höherer Heizwert, s. Kap. 5.3). Grundsätzlich gilt weiterhin, dass durch die überwiegend erzeugte mineralische Fraktion zur Deponierung kaum Entlastungseffekte gegeben sind. Die Nettobelastung wird zum größeren Teil durch die Belastungen der Kehrmachine bestimmt. Bei der Umweltbilanz ergibt sich durch die anteilig etwas höhere Grobfraction im Output, die über MBS behandelt wird, auch eine kleine Menge an dort abgetrennten Metallen durch die sich erstmals eine Schonung von Rohmetallen ergibt. Die etwas geringere spezifische Nettobelastung bei NOx ergibt sich durch die Vereinheitlichung der Kenndaten und die geringeren Emissionsfaktoren für Transporte (Kap. 5.3).

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

**Optimierungsmaßnahmen**

2.2.14 Getrennt gesammeltes Altholz (AVV 200138 und AVV 170201)

Stoffstrombilanz 2020				
<b>Aufkommen</b>	135.977 Mg	<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: 147.862 Mg Aufkommen 2012: 139.156 Mg Aufkommen 2014: 127.462 Mg Aufkommen 2016: 107.946 Mg Aufkommen 2018: 107.228 Mg		
<b>Behandlung</b>	84.342 Mg aus Berliner Holzkontoren			
	21.660 Mg BSR-Menge direkt zur energ.Verw. 29.975 Mg BSR-Menge Aufber. zur Verw. außerhalb Berlins			
<b>Stofffluss</b>		<b>Kenndaten (vgl. Kap. 5.3)</b>		
<p><b>Input</b> 100% Altholz, gesammelt</p> <p><b>Output</b> 100% Altholz davon: 44% Innogy SE Berlin 22% Sonae Arauco Beeskow 18% MVV Königs Wusterhausen 5% Pfeleiderer Baruth 5% 1 HeizEnergie Eberswalde 4% ORS Rietz-Neuendorf 2% Sonstige BMKW</p> <p>Altholz 135.977 Mg</p> <p>energ. Verwertung (Holz-HKW) 135.977 Mg</p>		Heizwert 16 MJ/kg FS C fossil 2,3% FS (Verunreinigungen)		
		<b>Bilanzierung</b>		
		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 (ifeu 2019a) 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%		
		<b>Recycling-/Verwertungsraten</b>		
		<b>Recyclingrate:</b> - = Output zur stofflichen Verwertung/Input		
		<b>Energetische Verwertungsrate:</b> 100% = Output zur energetischen Verwertung/Input		
		<b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input		
		<b>Beseitigungsrate:</b> - = Output zur Beseitigung/Input		
Klimagasbilanz 2020				
<p>in Mg CO<sub>2</sub>-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p> <p><b>-105.623</b></p>	<b>Vergleich</b>	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]	
		Netto 2010	-98.175	-664
	Netto 2012	-102.939	-740	
	Netto 2014	-104.685	-821	
	Netto 2016	-80.188	-743	
	Netto 2018	-87.276	-814	
	<b>Ergebnis spezifisch</b>			
		Belastung	Gutschrift	Netto
	in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg Altholz			
	Gesamt	99	-876	<b>-777</b>
Umweltbilanz 2020				
<b>Ressourcenschonung</b>				
<b>Einsparung gesamt</b>	<b>Einsparung spezifisch</b> Holz (WG 20%) [kg/Mg]			
Holz (WG 20%) 0 Mg	Gesamt	0 (unverändert)		
<b>Luftemissionen</b>				
<b>Nettoergebnis gesamt</b>	<b>Nettoergebnis spezifisch</b> NOx [g/Mg]			
NOx -11.219 kg	Gesamt	-83 (vgl. 2018: -58 kg/Mg)		

Das Aufkommen 2020 liegt 27% höher als 2018. Der Hauptunterschied liegt in den BSR-Sammelmenen, die außerhalb Berlins zur Verwertung aufbereitet werden statt über die Berliner Holzkontore und damit als zusätzliche Mengen eingehen. Bei der Klimagas- und Umweltbilanz überlagern sich Änderungseffekte. Die Defossilierung (Emissionsfaktoren Energie) führt zu reduzierten Entlastungseffekten, denen die Vereinheitlichung der Kenndaten entgegenwirkt. Letzteres, der höhere Heizwert, begründet das bessere spezifische Nettoergebnis bei NOx. 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 Optimierungmaßnahmen**

### 2.2.15 Baum- und Strauchschnitt (AVV 200138)

Stoffstrombilanz 2020																					
<b>Aufkommen</b>	49.812 Mg		<b>Vergleich:</b> 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) Aufkommen 2018: 50.182 Mg (44.656 + 5.526)																		
davon	44.656 Mg	(aus Erhebung 2009)																			
<b>Behandlung</b>	9.702 Mg	Mulchung vor Ort																			
	34.954 Mg	(Aufbereitung zur) energ. Verwertung																			
	5.156 Mg	(Umschlag zur) Kompostierung																			
<b>Stofffluss</b>		<b>Kenndaten</b>																			
<p><b>Input</b> 100% Baum- und Strauchschnitt</p> <p><b>Output</b> 70% energ. Verwertung in Holz-HKW 19% Mulchung vor Ort 10% Kompostierung</p>		Heizwert 9 MJ/kg FS keine C <sub>fossil</sub> Verunreinigung <b>Bilanzierung</b> Verteilschlüssel Holz-HKWs 2018 neu erhoben (ifeu 2019a) 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 18,4%, Wärmenutzung 47,5%																			
		<b>Recycling-/Verwertungsraten</b>																			
		<b>Recyclingrate: 30%</b> = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate: 70%</b> = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate: -</b> = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate: -</b> = Output zur Beseitigung/Input																			
<b>Klimagasbilanz 2020</b>																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO<sub>2</sub>-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO<sub>2</sub>-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> <tr><td>Netto 2018</td><td>-19.526</td><td>-389</td></tr> </tbody> </table>		Vergleich	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]	Netto 2010	-23.371	-509	Netto 2012	-23.382	-508	Netto 2014	-22.690	-508	Netto 2016	-22.267	-461	Netto 2018	-19.526	-389
Vergleich	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]																			
Netto 2010	-23.371	-509																			
Netto 2012	-23.382	-508																			
Netto 2014	-22.690	-508																			
Netto 2016	-22.267	-461																			
Netto 2018	-19.526	-389																			
		<b>Ergebnis spezifisch</b>																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Abfall</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>29</td> <td>-317</td> <td><b>-342</b></td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Abfall</i>				Gesamt	29	-317	<b>-342</b>						
	Belastung	Gutschrift	Netto																		
<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Abfall</i>																					
Gesamt	29	-317	<b>-342</b>																		
<b>Umweltbilanz 2020</b>																					
<b>Ressourcenschonung</b>																					
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b>																			
Phosphorit	18 Mg → 1,8 m <sup>2</sup> geschonte Fläche	Holz (WG 20%)	Phosphat																		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,5 Mg <i>wegen Kompostierung</i>	kg/Mg	kg/Mg																		
Holz (WG 20%)	0 Mg	Gesamt	0																		
		Vgl. 2018	(unverändert) 0,07																		
<b>Luftemissionen</b>																					
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>																			
NO <sub>x</sub>	11.466 kg	NO <sub>x</sub> [g/Mg]																			
		Gesamt	230 (Vgl. 2018: 197 g/Mg)																		
<b>Cadmiumeintrag in Boden</b>																					
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>																			
	0,02 kg (wegen Kompostierung)		0,34 mg/Mg (Vgl. 2018: 0,32 mg/m <sup>3</sup> )																		

Das Aufkommen 2020 liegt 1% niedriger als 2018. Die geringere spezifische Nettoentlastung der Klimagasbilanz geht v.a. auf die Defossilierung (geringere Stromgutschrift, Kap. 5.1) zurück. Dies gilt auch für die etwas höhere spezifische Nettobelastung bei NO<sub>x</sub>. Die spezifischen Phosphateinsparungen und Cadmiumeintrag in Boden sind nahezu unverändert. 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, aus Vorbehandlungsanlagen sowie Baum- und Strauchschnitt (nicht in 2020) angedient und sortiert. Diese Mengen werden in der Klimagas- und Umweltbilanz soweit möglich unter den Abfallarten bilanziert als die bzw. mit denen sie erfasst wurden<sup>15</sup>. Abbildung 2.3 zeigt die Holzströme für das Jahr 2020. 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 abgeschätzt (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 (-10.825 Mg), um eine Doppelbilanzierung zu vermeiden. Abschließend wird die über die BSR gesammelte Menge Altholz, die nicht über die Holzkontore behandelt wurde, zuaddiert. In 2020 lag dieser Anteil mit 51.635 Mg deutlich höher als in den Vorjahren (2018: 17.560 Mg, 2016: 27.138 Mg). Die Summe aus dem beschriebenen Vorgehen ergibt die Menge an in Berlin getrennt gesammeltem Altholz (Steckbrief Kap. 2.2.14). Die gesamte Summe an Holz und Altholz aus Berlin im Jahr 2020 beläuft sich auf 220.173 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 (ifeu 2019a). Der daraus resultierende „allgemeine Verteilschlüssel“ gilt für Weihnachtsbäume, Baum- und Strauchschnitt sowie die aus Vorbehandlungsanlagen aussortierten Holzmengen und ist für das Jahr 2020 übernommen. Grundsätzlich gilt dies auch für den Verteilschlüssel für in Berlin getrennt gesammeltes Altholz. Eine Ausnahme bilden die über die BSR erfassten Mengen für die der konkrete Verbleib in der BSR-Entsorgungsbilanz ausgewiesen ist (BSR 2021). In 2020 waren dies 21.660 Mg, die zum MVV HKW Königs-Wusterhausen und zum Sonae Arauco BHW Beeskow gingen (s. Abbildung 2.3). Diese Mengen sind im Verteilschlüssel für Altholz berücksichtigt. Tabelle 2.2 zeigt den allgemeinen Verteilschlüssel (wie 2018) und den für Altholz für das Jahr 2020 ermittelten (hier inkl. der BSR-Mengen, Änderungen gegenüber 2018 gering).

## Energetische Verwertung

<sup>15</sup> Weihnachtsbäume werden auch über Vorbehandlungsanlagen behandelt, die in der Auswertung der Sonderabfrage für nicht überlassungspflichtige gemischte Siedlungsabfälle und gemischte Bauabfälle enthalten sind.



Tabelle 2.2: Verteilschlüssel für die energetische Verwertung von Holzabfällen

<b>Allgemeiner Verteilschlüssel energetische Holznutzung</b>	
Innogy SE, Holz-HKW Berlin-Neukölln	48,5%
Sonae Arauco Beeskow GmbH, BHW Beeskow	23,6%
MVV Umwelt Asset GmbH, HKW Königs Wusterhausen	10,7%
Pfleiderer Baruth GmbH, HKW Baruth	6,1%
1Heiz Energie GmbH, HKW Eberswalde	5,0%
ORS GmbH & Co. KG, BMKW Rietz-Neuendorf (Ortsteil Wilmersdorf)	4,3%
Durchschnittliches Biomasse-HKW	1,8%
<b>Verteilschlüssel Altholz (mit BSR-Mengen)</b>	
Innogy SE, Holz-HKW Berlin-Neukölln	43,8%
Sonae Arauco Beeskow GmbH, BHW Beeskow	22,5%
MVV Umwelt Asset GmbH, HKW Königs Wusterhausen	18,3%
Pfleiderer Baruth GmbH, HKW Baruth	5,4%
1Heiz Energie GmbH, HKW Eberswalde	4,5%
ORS GmbH & Co. KG, BMKW Rietz-Neuendorf (Ortsteil Wilmersdorf)	3,9%
Durchschnittliches Biomasse-HKW	1,6%

Tabelle 2.3: Gewichtete Wirkungsgrade Holz-HKW 2020

	Elektrischer Nutzungsgrad	Thermischer Nutzungsgrad
Nach allgemeinem Verteilschlüssel	18,4%	47,5%
Für Altholz (inkl. BSR-Mengen)	19,3%	43,7%

Über die Verteilschlüssel und die ebenfalls für 2018 neu abgefragten Wirkungsgrade ergeben sich für die energetische Verwertung der Holzabfälle für das Jahr 2020 die in Tabelle 2.3 gezeigten durchschnittlichen Wirkungsgrade. Diese sind gegenüber 2018 für den allgemeinen Verteilschlüssel unverändert und für den Verteilschlüssel für Altholz fast gleich (Einfluss BSR-Mengen zur direkten energetischen Verwertung gering). In der Bilanzierung ergeben sich daraus entsprechend keine Unterschiede.

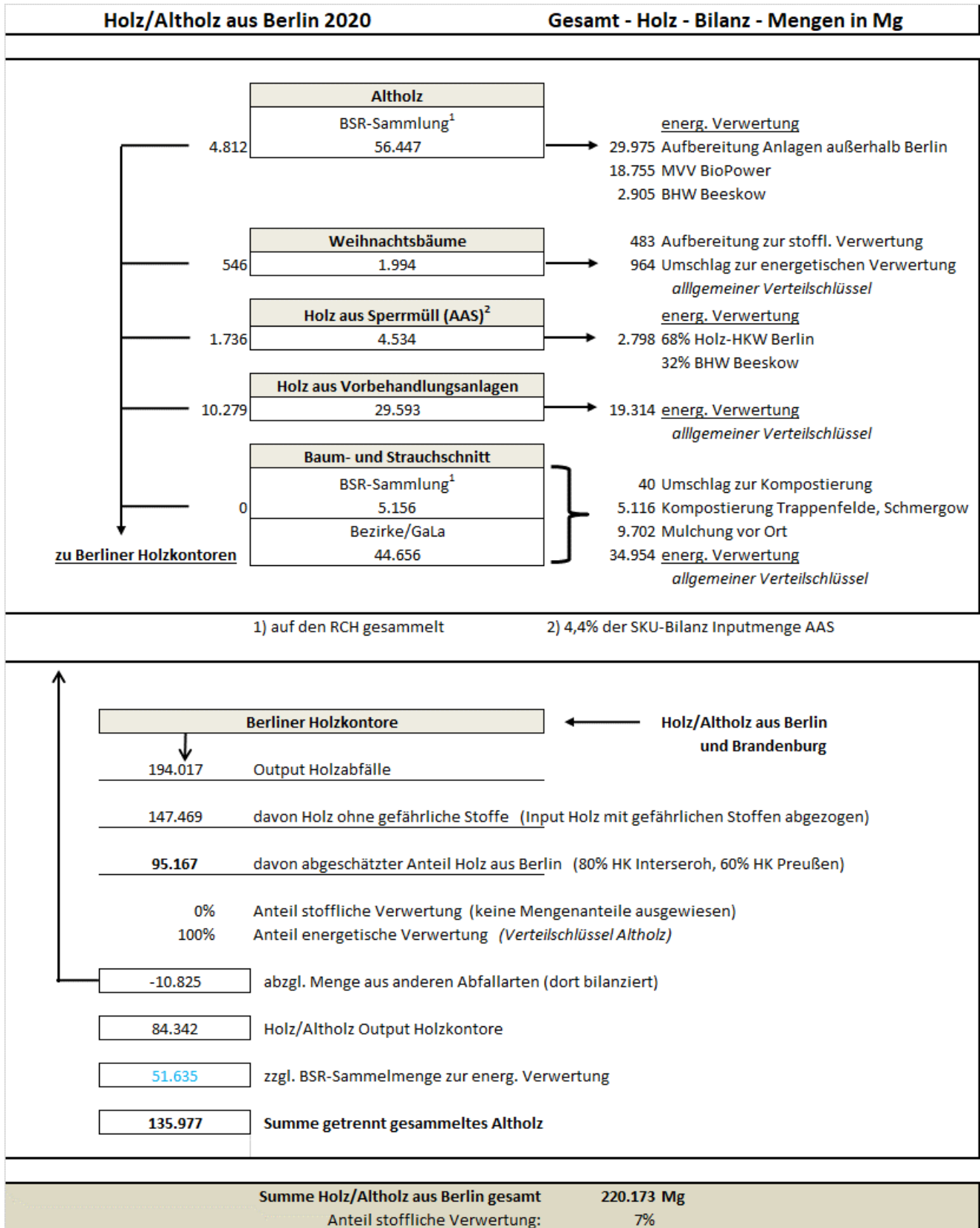


Abbildung 2.3: Gesamt-Holz-Bilanz für holzige Abfälle aus Berlin im Jahr 2020

### 2.2.16 Laub / Straßenlaub (AVV 200201)

Stoffstrombilanz 2020																					
<b>Aufkommen</b>	57.162 Mg	(24.142 Mg aus Erhebung 2009)	<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: 56.395 Mg (24.142 + 32.253)																		
<b>Behandlung</b>	57.162 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)																		
			Aufkommen 2018: 58.928 Mg (24.142 + 34.786)																		
<b>Stofffluss</b>		<b>Kenndaten Kompost</b>																			
		Analysewerte Laubkompost Hennickendorfer beibehalten P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalt 0,25% TS      Cd-Gehalt 0,4 mg/kg TS																			
		<b>Bilanzierung</b>																			
		Menge Bezirke, GaLaBau 24.142 Mg aus Erhebung 2009; Validierung insoweit 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																			
		<b>Recycling-/Verwertungsraten</b>																			
		<b>Recyclingrate:</b> <b>100%</b>																			
		= Output zur stofflichen Verwertung/Input																			
		<b>Energetische Verwertungsrate:</b> -																			
		= Output zur energetischen Verwertung/Input																			
		<b>Sonstige Verwertungsrate:</b> -																			
		= Output zur sonstigen Verwertung/Input																			
		<b>Beseitigungsrate:</b> -																			
		= Output zur Beseitigung/Input																			
Klimagasbilanz 2020																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO<sub>2</sub>-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto 2010</td> <td>-821</td> <td>-15</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>-935</td> <td>-13</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>2.821</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>Netto 2016</td> <td>3.225</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td>Netto 2018</td> <td>3.057</td> <td>52</td> </tr> </tbody> </table>		Vergleich	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]	Netto 2010	-821	-15	Netto 2012	-935	-13	Netto 2014	2.821	39	Netto 2016	3.225	52	Netto 2018	3.057	52
Vergleich	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]																			
Netto 2010	-821	-15																			
Netto 2012	-935	-13																			
Netto 2014	2.821	39																			
Netto 2016	3.225	52																			
Netto 2018	3.057	52																			
		<b>Ergebnis spezifisch</b>																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Abfall</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>163</td> <td>-111</td> <td><b>52</b></td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Abfall</i>				Gesamt	163	-111	<b>52</b>						
	Belastung	Gutschrift	Netto																		
<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Abfall</i>																					
Gesamt	163	-111	<b>52</b>																		
Umweltbilanz 2020																					
<b>Ressourcenschonung</b>																					
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b>																			
Phosphorit	150 Mg → 14,9 m <sup>2</sup> geschonte Fläche	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>																			
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	30 Mg	kg/Mg																			
		Gesamt	0,53 (unverändert)																		
<b>Luftemissionen</b>																					
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>																			
NH <sub>3</sub>	2.519 kg	NH <sub>3</sub> [g/Mg]																			
		Gesamt	44 (unverändert)																		
<b>Cadmiumeintrag in Boden</b>																					
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>																			
	0,14 kg	2,5 mg/Mg	(unverändert)																		

Das Aufkommen 2020 liegt 3% niedriger als 2018. Die spezifischen Nettoergebnisse der Klimagas- und Umweltbilanz sind gegenüber den Vorjahren 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 2020																					
<b>Aufkommen</b>	3.675 Mg	<b>Vergleich:</b>	Aufkommen 2010: 4.758 Mg																		
<b>Behandlung</b>	3.675 Mg offene Kompostierung		Aufkommen 2012: 5.398 Mg																		
			Aufkommen 2014: 5.870 Mg																		
			Aufkommen 2016: 8.176 Mg																		
			Aufkommen 2018: 7.792 Mg																		
<b>Stofffluss</b> 		<b>Kenndaten Kompost</b> <i>wie bei Mähgut gewertet</i> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalt 0,43% TS      Cd-Gehalt 0,27 mg/kg TS																			
		<b>Bilanzierung</b> Offene Kompostierung; keine Störstoffe Emissionsfaktoren Cuhls et al. (2015) (vgl. ifeu 2015) Erzeugte Kompostmenge 184 kg/Mg Input, 55% TS																			
		<b>Recycling-/Verwertungsraten</b> <b>Recyclingrate:</b> <b>100%</b> = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> - = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> - = Output zur Beseitigung/Input																			
Klimagasbilanz 2020																					
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO<sub>2</sub>-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO<sub>2</sub>-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> <tr> <td>Netto 2018</td> <td>784</td> <td>101</td> </tr> </tbody> </table>		Vergleich	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]	Netto 2010	70	15	Netto 2012	240	44	Netto 2014	521	89	Netto 2016	823	101	Netto 2018	784	101
Vergleich	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]																			
Netto 2010	70	15																			
Netto 2012	240	44																			
Netto 2014	521	89																			
Netto 2016	823	101																			
Netto 2018	784	101																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ergebnis spezifisch</th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="4"><i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Abfall</i></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>166</td> <td>-54</td> <td><b>113</b></td> </tr> </tbody> </table>		Ergebnis spezifisch	Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Abfall</i>				Gesamt	166	-54	<b>113</b>						
Ergebnis spezifisch	Belastung	Gutschrift	Netto																		
<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Abfall</i>																					
Gesamt	166	-54	<b>113</b>																		
Umweltbilanz 2018																					
<b>Ressourcenschonung</b>																					
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [kg/Mg]																			
Phosphorit	8 Mg → 0,8 m <sup>2</sup> geschonte Fläche	Gesamt	0,44 (unverändert)																		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1,6 Mg																				
<b>Luftemissionen</b>																					
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b> NH <sub>3</sub> [g/Mg]																			
NH <sub>3</sub>	402 kg	Gesamt	109 (unverändert)																		
<b>Cadmiumeintrag in Boden</b>																					
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>																			
	-0,04 kg		-12 [mg/Mg] (unverändert)																		

Das Aufkommen 2020 liegt 53% niedriger als 2018. Die spezifische Nettobelastung der Klimagasbilanz liegt etwas höher bedingt durch weitere Transportentfernungen zu den in 2020 angeordneten Kompostierungsanlagen. Die spezifischen Ergebnisse der Umweltbilanz sind gegenüber 2018 unverändert. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung dieses Stoffstroms zu emissionsarmen biologischen Behandlungsanlagen.

**Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen**

### 2.2.18 Mähgut (AVV 200201)

Stoffstrombilanz 2020			
<b>Aufkommen</b>	43.600 Mg	(nach Erhebung 2009)	<b>Vergleich:</b> konstante Mengen nach Erhebung 2009
<b>Behandlung</b>	43.600 Mg	offene Kompostierung	Validierung soweit neue Erkenntnisse zu erwarten sind
<b>Stofffluss</b> 		<b>Kenndaten Kompost</b> Werte wie Biogut/Eigenkompostierung P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalt 0,43% TS      Cd-Gehalt 0,27 mg/kg TS	
		<b>Bilanzierung</b> Offene Kompostierung; keine Störstoffe Emissionsfaktoren Cuhls et al. (2015) (vgl. ifeu 2015) Erzeugte Kompostmenge 184 kg/Mg Input, 55% TS	
		<b>Recycling-/Verwertungsraten</b> <b>Recyclingrate:</b> 100% = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> - = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> - = Output zur Beseitigung/Input	
Klimagasbilanz 2020			
	<b>Vergleich</b>	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]
	Netto 2010: 644 Netto 2012: 644 Netto 2014: 3.872 Netto 2016: 4.389 Netto 2018: 4.388		
<b>Ergebnis spezifisch</b> in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg Mähgut			
		Belastung	Gutschrift      Netto
	Gesamt	154	-54 <b>100</b>
Umweltbilanz 2018			
<b>Ressourcenschonung</b>			
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> [kg/Mg]	
Phosphorit	95 Mg → 9,4 m <sup>2</sup> geschonte Fläche	Gesamt	0,44 (unverändert)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	19 Mg		
<b>Luftemissionen</b>			
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b> NH <sub>3</sub> [g/Mg]	
NH <sub>3</sub>	4.767 kg	Gesamt	109 (unverändert)
<b>Cadmiumeintrag in Boden</b>			
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>	
	-0,52 kg	Gesamt	-12 mg/Mg (unverändert)

Die spezifischen Nettoergebnisse der Klimagas- und Umweltbilanz sind gegenüber 2018 unverändert<sup>16</sup>. Optimierungsmöglichkeiten bestehen in der Umlenkung dieses Stoffstroms zu emissionsarmen biologischen Behandlungsanlagen.

**Zusammenfassung und Optimierungmaßnahmen**

<sup>16</sup> Die minimal geringe spezifische Nettobelastung bei der Klimagasbilanz ergibt sich durch den aktualisierten (niedrigeren) Stromemissionsfaktor (Strombedarf zur Aufbereitung).

**2.2.19 Speisereste (AVV 200108) und überlagerte Lebensmittelabfälle (AVV 020203, 020204, 020501, 020601, 020704)**

Stoffstrombilanz 2020																	
<b>Aufkommen</b>	48.392 Mg	(Abfrage Betreiber)	<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: 37.325 Mg														
<b>Behandlung</b>	44.231 Mg	Anlagen mit Nachgärer	Aufkommen 2012: 35.980 Mg														
	4.161 Mg	Anlagen mit offenem Gärrestlager	Aufkommen 2014: 46.718 Mg														
			Aufkommen 2016: 47.441 Mg														
			Aufkommen 2018: 57.190 Mg														
<b>Stofffluss</b>		<b>Kenndaten Gärrest (berechnet)</b>															
		<table border="1"> <tr> <td>TS-Gehalt</td> <td>13%</td> <td>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Gehalt</td> <td>1,8% TS</td> </tr> <tr> <td>N-Gehalt</td> <td>1,8% TS</td> <td>Cd-Gehalt</td> <td>0,255 mg/kg TS</td> </tr> </table>		TS-Gehalt	13%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalt	1,8% TS	N-Gehalt	1,8% TS	Cd-Gehalt	0,255 mg/kg TS						
TS-Gehalt	13%	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalt	1,8% TS														
N-Gehalt	1,8% TS	Cd-Gehalt	0,255 mg/kg TS														
		<b>Bilanzierung</b>															
		Transportentfernung gewichtetes Mittel 121 km															
		Vergärung nach Durchschnittswerten: Methanertrag 64 m <sup>3</sup> /Mg FS; diffuse Emissionen 1% des produzierten Methans; CH <sub>4</sub> -Emissionen Nachgärer 1,5%, offenes Lager 2,5% d. prod. Methans; NH <sub>3</sub> -Emissionen (ifeu 2015) BHKW Nettowirkungsgrade 37,5/43; Anlageneigenbedarf 20% bzw. 25% Ausbringung Gärrest N <sub>2</sub> O- und NH <sub>3</sub> -Emissionen nach IPCC; Anrechnung Mineraldüngersubstitution nach Nährstoffgehalten Gärrest															
		<b>Recycling-/Verwertungsraten</b>															
		<b>Recyclingrate:</b>	<b>100%</b> Die kombinierte stoffl. und energ. Verwertung ist aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchie der Recyclingrate zugeordnet														
		<b>Energetische Verwertungsrate:</b>	-														
		<b>Sonstige Verwertungsrate:</b>	-														
		<b>Beseitigungsrate:</b>	-														
<b>Klimagasbilanz 2020</b>																	
		<b>Vergleich</b>	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]													
		<table border="1"> <tr><td>Netto 2010</td><td>-3.425</td><td>-92</td></tr> <tr><td>Netto 2012</td><td>-2.907</td><td>-81</td></tr> <tr><td>Netto 2014</td><td>-3.214</td><td>-69</td></tr> <tr><td>Netto 2016</td><td>-2.546</td><td>-54</td></tr> <tr><td>Netto 2018</td><td>-2.805</td><td>-49</td></tr> </table>	Netto 2010	-3.425	-92	Netto 2012	-2.907	-81	Netto 2014	-3.214	-69	Netto 2016	-2.546	-54	Netto 2018	-2.805	-49
Netto 2010	-3.425	-92															
Netto 2012	-2.907	-81															
Netto 2014	-3.214	-69															
Netto 2016	-2.546	-54															
Netto 2018	-2.805	-49															
		<b>Ergebnis spezifisch</b>															
			Belastung	Gutschrift	Netto												
		<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Speisereste</i>															
		Gesamt	76	-109	-33												
<b>Umweltbilanz 2020</b>																	
<b>Ressourcenschonung</b>																	
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b>		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>													
Phosphorit	549 Mg → 54 m <sup>2</sup> geschonte Fläche			kg/Mg													
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	110 Mg	Gesamt		2,27 (unverändert)													
<b>Luftemissionen</b>																	
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>		NH <sub>3</sub>													
NH <sub>3</sub>	5.190 kg	Gesamt		107 (unverändert)													
<b>Cadmiumeintrag in Boden</b>																	
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>															
	-3,8 kg	-79 mg/Mg		(unverändert)													

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

### 2.2.20 Fettabscheiderinhalte (AVV 190809)

Stoffstrombilanz 2020																	
<b>Aufkommen</b>	23.464 Mg	(Abfrage Betreiber)															
<b>Behandlung</b>	22.333 Mg	Anlagen mit Nachgärer															
	132 Mg	Anlagen mit offenem Gärrestlager															
	999 Mg	Mitbehandlung Kläranlage															
		<b>Vergleich:</b> Aufkommen 2010: 12.873 Mg															
		Aufkommen 2012: 7.560 Mg															
		Aufkommen 2014: 14.951 Mg															
		Aufkommen 2016: 18.646 Mg															
		Aufkommen 2018: 24.360 Mg															
<b>Stofffluss</b>		<b>Kenndaten Gärrest (berechnet)</b>															
		TS-Gehalt 11%      P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalt 2% TS N-Gehalt 7% TS      Cd-Gehalt 0,255 mg/kg TS															
		<b>Bilanzierung</b>															
		Transportentfernung gewichtetes Mittel 206 km															
		Vergärung nach Durchschnittswerten: Methanertrag 122 m <sup>3</sup> /t; diffuse Emissionen 1% produziertes Methan; CH <sub>4</sub> -Emissionen Nachgärer 1,5%, offenes Lager 2,5% prod. Methan; NH <sub>3</sub> -Emissionen (ifeu 2015)															
		BHKW Nettowirkungsgrade 37,5/43; Anlageneigenbedarf 20% bzw. 25%															
		Ausbringung Gärrest N <sub>2</sub> O- und NH <sub>3</sub> -Emissionen nach IPCC; Anrechnung Mineraldüngersubstitution nach Nährstoffgehalten Gärrest															
		<b>Recycling-/Verwertungsraten</b>															
		<b>Recyclingrate:</b> 100% <i>Die kombinierte stoffl. und energ. Verwertung</i>															
		= Output zur stofflichen Verwertung/Input															
		<b>Energetische Verwertungsrate:</b> - <i>ist aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchie</i>															
		= Output zur energetischen Verwertung/Input															
		<b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - <i>der Recyclingrate</i>															
		= Output zur sonstigen Verwertung/Input															
		<b>Beseitigungsrate:</b> - <i>zugeordnet</i>															
		= Output zur Beseitigung/Input															
Klimagasbilanz 2020																	
	<b>Vergleich</b>	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]														
	<table border="1"> <tr><td>Netto 2010</td><td>-1.304</td><td>-179</td></tr> <tr><td>Netto 2012</td><td>-2.303</td><td>-173</td></tr> <tr><td>Netto 2014</td><td>-2.247</td><td>-150</td></tr> <tr><td>Netto 2016</td><td>-2.321</td><td>-124</td></tr> <tr><td>Netto 2018</td><td>-2.794</td><td>-115</td></tr> </table>	Netto 2010	-1.304	-179	Netto 2012	-2.303	-173	Netto 2014	-2.247	-150	Netto 2016	-2.321	-124	Netto 2018	-2.794	-115	
Netto 2010	-1.304	-179															
Netto 2012	-2.303	-173															
Netto 2014	-2.247	-150															
Netto 2016	-2.321	-124															
Netto 2018	-2.794	-115															
	<b>Ergebnis spezifisch</b>																
		Belastung	Gutschrift	Netto													
	<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Fettabscheiderinhalte</i>																
	Gesamt	136	-221	<b>-85</b>													
Umweltbilanz 2020																	
<b>Ressourcenschonung</b>																	
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>														
Phosphorit	216 Mg → 21,4 m <sup>2</sup> geschonte Fläche		kg/Mg														
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	43 Mg	Gesamt	1,84 (Vgl. 2018: 1,83 kg/Mg)														
<b>Luftemissionen</b>																	
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>	NH <sub>3</sub> [g/Mg]														
NH <sub>3</sub>	7.897 kg	Gesamt	337 (Vgl. 2018: 338 g/Mg)														
<b>Cadmiumeintrag in Boden</b>																	
<b>Nettoergebnis gesamt</b>	-1,67 kg	<b>Nettoergebnis spezifisch</b>															
		Gesamt	-71 mg/Mg (Vgl. 2018: -70 g/Mg)														



## Zusammenfassung Speisereste (inkl. überlagerte Lebensmittelabfälle) und Fettabscheiderinhalte (Kap. 2.2.19 und 2.2.20)

Das Aufkommen 2020 für Speisereste und überlagerte Lebensmittelabfälle liegt um 15% niedriger als 2018, das für Fettabscheiderinhalte um 4% niedriger. Der Anteil zu Vergärungsanlagen mit offenem Gärrestlager liegt bei Speiseresten im Jahr 2020 wieder höher bei 9% (2018: 0,6%). Bei Fettabscheiderinhalten liegt der Anteil, der in Vergärungsanlagen mit offenem Gärrestlager behandelt wurde im Jahr 2020 dagegen wieder niedriger (1% gegenüber 23% in 2018). Der in Kläranlagen mitbehandelte Anteil an Fettabscheiderinhalten liegt bei 4% (2018: 5%).

Stoffstrombilanz

Auf die Klimagasbilanz haben die Verschiebungen einen geringen Einfluss. Sowohl bei Speiseresten als auch bei Fettabscheiderinhalten sind die spezifischen Belastungen etwas geringer bedingt durch die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Transporte. Deutlichere Änderungen zeigen sich in den spezifischen Entlastungspotenzialen. Hier wie auch schon in den Vorjahren macht sich weiter die Defossilierung und die damit abnehmenden Gutschriften für die Stromerzeugung aus Biogas bemerkbar. Im Ergebnis zeigt die Klimagasbilanz im Jahr 2020 sowohl für Speisereste (inkl. überlagerte Lebensmittelabfälle) als auch für Fettabscheiderinhalte eine etwas geringere spezifische Nettoentlastung gegenüber 2018.

Klimagasbilanz

Bei der Umweltbilanz ergeben sich für beide Abfallarten keine oder nur geringe Veränderungen. Bei Speiseresten sind die spezifischen Ergebnisse für 2020 gegenüber 2018 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 2020 liegt der Anteil über Faulbehälter ein Prozentpunkt niedriger als 2018. Die entsprechend etwas höhere Gärrestmenge zur Anwendung in der Landwirtschaft erzielt eine entsprechend leicht höhere Phosphatschonung sowie anteilige Nettoentlastung beim Cadmiumeintrag in Boden. Auch die spezifische Nettobelastung durch  $\text{NH}_3$ -Emissionen fällt dadurch etwas niedriger aus, da die N-Düngergutschrift die direkten  $\text{NH}_3$ -Emissionen aus der Gärrestausrückführung 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. Als Schritt in diese Richtung wird empfohlen im Rahmen der nächsten SKU-Bilanz zu versuchen über eine Erhebung bei den gewerblichen Vergärungsanlagenbetreibern die bestehende Anlagentechnik sowie Möglichkeiten für entsprechende Optimierungsmaßnahmen zu erfragen.

Optimierungsmaßnahmen

### 2.2.21 Altfette (AVV 200125)

Stoffstrombilanz 2020				
<b>Aufkommen</b>	5.500 Mg	<b>Vergleich:</b> Aufkommen nach Akteursangaben jährlich etwa einheitlich 5.500 Mg		
<b>Behandlung</b>	5.500 Mg			
<b>Stofffluss</b>			<b>Abfallzusammensetzung</b> Gemisch von pflanzlichen Frittierfetten und tierischen Fetten aus der Gastronomie, Kantinen, Imbissen, usw.	
			<b>Bilanzierung</b> 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 <sub>i</sub> 37,2 MJ/kg ersetzt heizwertäquivalent Diesel (pro Tonne Altfett rd. 0,85 Mg Diesel)	
			<b>Recycling-/Verwertungsraten</b> <b>Recyclingrate:</b> - = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> 100% = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> - = Output zur Beseitigung/Input	
Klimagasbilanz 2020				
	<b>Vergleich</b>	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq.]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq./Mg]	
	Netto bis 2014	-14.728	-2.678	
	Netto 2016, 2018	-14.844	-2.699	
	<b>Ergebnis spezifisch</b>			
		Belastung	Gutschrift	Netto
	<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq./Mg Altfett</i>			
	Gesamt	449	-3.148	<b>-2.699</b>
Umweltbilanz 2020				
<b>Luftemissionen</b>				
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>		
NH <sub>3</sub>	168 kg	NH <sub>3</sub>	NOx	
NOx	47.651 kg	g/Mg g/Mg		
		Gesamt	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).

#### Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen

## 2.2.22 Pferdemist (AVV 020106)

Stoffstrombilanz 2020															
<b>Aufkommen</b>	49.969 Mg	(neue Erhebung 2020)	<b>Vergleich:</b> Aufkommen bisher (Erhebung 2009): 9.282 Mg												
<b>Behandlung</b>	49.969 Mg	offene Kompostierung	Für 2020 Mengenschätzung aktualisiert												
<b>Stofffluss</b>			<b>Kenndaten</b> <i>Pferdemist</i> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -Gehalt 3,1 kg/Mg FS <i>Kompost (wie Biogut)</i> Cd-Gehalt 0,27 mg/kg TS												
			<b>Bilanzierung</b> Offene Kompostierung; keine Störstoffe Emissionsfaktoren Cuhls et al. (2015) (vgl. ifeu 2015) Erzeugte Kompostmenge 500 kg/Mg Input, 40% TS												
			<b>Recycling-/Verwertungsraten</b> <b>Recyclingrate:</b> 100% = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> - = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> - = Output zur Beseitigung/Input												
Klimagasbilanz 2020															
			<b>Vergleich</b> pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]   spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]												
			<table border="1"> <tr> <td>Netto bis 2012</td> <td>-170</td> <td>-18</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>517</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>Netto bis 2018</td> <td>627</td> <td>68</td> </tr> </table>	Netto bis 2012	-170	-18	Netto 2014	517	56	Netto bis 2018	627	68			
Netto bis 2012	-170	-18													
Netto 2014	517	56													
Netto bis 2018	627	68													
			<b>Ergebnis spezifisch</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Pferdemist</i></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>159</td> <td>-92</td> <td>68</td> </tr> </tbody> </table>		Belastung	Gutschrift	Netto	<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Pferdemist</i>				Gesamt	159	-92	68
	Belastung	Gutschrift	Netto												
<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Pferdemist</i>															
Gesamt	159	-92	68												
Umweltbilanz 2020															
<b>Ressourcenschonung</b>															
<b>Einsparung gesamt</b>			<b>Einsparung spezifisch</b>												
Phosphorit	755 Mg	→ 77 m <sup>2</sup> geschonte Fläche	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>												
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	155 Mg		kg/Mg												
			Gesamt 3,1 (unverändert)												
<b>Luftemissionen</b>															
<b>Nettoergebnis gesamt</b>			<b>Nettoergebnis spezifisch</b>												
NH <sub>3</sub>	262 kg		NH <sub>3</sub> [g/Mg]												
			Gesamt 5 (unverändert)												
<b>Cadmiumeintrag in Boden</b>															
<b>Nettoergebnis gesamt</b>	-2,6 kg		<b>Nettoergebnis spezifisch</b> -53 mg/Mg (unverändert)												

Für das Jahr 2020 wurde eine neue Erhebung für den Anfall an Pferdemist im Land Berlin durchgeführt. Die bisherige, fortgeschrieben Menge stammt aus einer Erhebung für das Jahr 2010. Basierend auf einer Berliner Biomassestudie (WI/ICU 2009) wurde damals ein Bestand von rd. 1.000 Pferden in Berlin sowie ein Mengenanfall Pferdemist inklusive Einstreu von rund 9.300 Mg angesetzt. Statistische Angaben für den Pferdebestand oder den Pferdemistanfall im Land Berlin gibt es nicht. Für die neue Erhebung wurden Internetrecherchen durchgeführt und mussten verschiedene Annahmen getroffen werden.

**Aktualisierung Mengenerhebung Pferdemist**

Basierend auf Schätzungen des Landesverbands Pferdesport Berlin-Brandenburg (lpbb 2021) und einem Zeitungsartikel (Tagesspiegel 2021) wurde eine mittlere Anzahl Pferde

in Berlin-Brandenburg von 43.000 angenommen. Da keine Angaben zur Anzahl der Pferde allein in Berlin gefunden wurden, wurde diese anhand des Verhältnisses der Reitställe in Berlin im Vergleich zu Brandenburg geschätzt. Nach einem Reitinformationsportal<sup>17</sup> gibt es in Berlin-Brandenburg insgesamt 238 Reitställe, davon rd. 11% in Berlin. Für die Mengenabschätzung wurde angenommen, dass alle Reitställe die gleiche Anzahl von Pferden haben und das Verhältnis der Reitställe auch für andere Pferdebetriebe gilt. Daraus ergibt sich ein Bestand von ca. 4.670 Pferden in Berlin, der 4,6 Mal höher ist als der für 2010 geschätzte. Nach (Hennessy und Eriksson, 2015) fallen pro Pferd im Jahr durchschnittlich 10,7 Mg Pferdemist an, einschließlich Sägemehl als Einstreumaterial. Dieser Wert wurde für die Einschätzung des Pferdemistaufkommens in Berlin verwendet, entsprechend beträgt die jährliche Gesamtmenge des in Berlin anfallenden Pferdemists 49.969 Mg. Auch wenn dieser Wert mit Unsicherheiten behaftet ist wurde er für die SKU-Bilanz 2020 übernommen. Das Aufkommen ist als richtungssicher anzusehen, da der Pferdebestand sich seit 2010 doch deutlich erhöht hat.

Die spezifischen Ergebnisse der Klimagas- und Umweltbilanz sind für das Jahr 2020 gegenüber 2018 unverändert. Durch das aktualisierte Aufkommen an Pferdemist liegen die absoluten Ergebnisse entsprechend höher als bisher. Es wird weiterhin davon ausgegangen, dass diese Mengen nach Lagerung in Misthaufen in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Grundsätzlich bestehen auch für diesen Stoffstrom Optimierungsmöglichkeiten in der Umlenkung zu emissionsarmen biologischen Behandlungsanlagen. Inwiefern das Gemisch aus Pferdemist und Einstreu für eine Vergärung in Frage kommt müsste vorab durch Gärtests untersucht werden. Des Weiteren wären für eine zentrale Behandlung die anfallenden Mengen und Anfallstellen genauer zu ermitteln, um die Möglichkeiten einer entsprechenden Erfassung untersuchen zu können.

**Zusammenfassung und Optimierungsmaßnahmen**

---

<sup>17</sup> Reiten in Berlin und Brandenburg (Ställe). <https://www.reiten-in-berlin.de/> (23.9.2021)

## 2.2.23 Rechengut (AVV 190801)

Stoffstrombilanz 2020																					
<b>Aufkommen</b>	7.559 Mg																				
<b>Behandlung</b>	7.559 Mg	MBS																			
		<b>Vergleich:</b>	Aufkommen 2010: 6.864 Mg Aufkommen 2012: 5.944 Mg Aufkommen 2014: 7.159 Mg Aufkommen 2016: 8.089 Mg Aufkommen 2018: 7.715 Mg																		
<b>Stofffluss</b>		<b>Kenndaten</b>																			
<p>Rechengut 7.559 Mg</p> <p>Input 100% Rechengut</p> <p>MBS</p> <p>Abbau- und Wasserverluste 4.622 Mg</p> <p>EBS</p> <p>Output EBS</p> <p>Energ. Verwertung (Braunkohlekraftwerk /Zementwerk /EBS-Kraftwerke) 2.937 Mg</p>		TS-Gehalt 34% FS      oTS-Gehalt 95,2% TS																			
		<b>Bilanzierung</b>																			
		Behandlung in der MBS zur EBS-Erzeugung, Ausbeute 39% mit H <sub>2</sub> 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																			
		<b>Recycling-/Verwertungsraten</b>																			
		<b>Recyclingrate:</b> - = Output zur stofflichen Verwertung/Input <b>Energetische Verwertungsrate:</b> 39% = Output zur energetischen Verwertung/Input <b>Sonstige Verwertungsrate:</b> - = Output zur sonstigen Verwertung/Input <b>Beseitigungsrate:</b> - = Output zur Beseitigung/Input (Rest Wasser- und Abbauverluste aus Behandlung in MBS)																			
Klimagasbilanz 2020																					
<p>in Mg CO<sub>2</sub>-Äq. pro Jahr</p> <p>Lasten Gutschriften Saldo</p> <p><b>Lasten</b></p> <p>MBS ZAB</p> <p><b>Gutschrift</b></p> <p>MBS ZAB</p> <p>Netto</p> <p>-3.149</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Vergleich</th> <th>pro Jahr [Mg CO<sub>2</sub>-Äq]</th> <th>spezifisch [kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Netto 2010</td> <td>-2.760</td> <td>-402</td> </tr> <tr> <td>Netto 2012</td> <td>-2.388</td> <td>-402</td> </tr> <tr> <td>Netto 2014</td> <td>-2.877</td> <td>-402</td> </tr> <tr> <td>Netto 2016</td> <td>-3.225</td> <td>-399</td> </tr> <tr> <td>Netto 2018</td> <td>-3.122</td> <td>-405</td> </tr> </tbody> </table>		Vergleich	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]	Netto 2010	-2.760	-402	Netto 2012	-2.388	-402	Netto 2014	-2.877	-402	Netto 2016	-3.225	-399	Netto 2018	-3.122	-405
Vergleich	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]																			
Netto 2010	-2.760	-402																			
Netto 2012	-2.388	-402																			
Netto 2014	-2.877	-402																			
Netto 2016	-3.225	-399																			
Netto 2018	-3.122	-405																			
		<b>Ergebnis spezifisch</b>																			
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Belastung</th> <th>Gutschrift</th> <th>Netto</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Rechengut</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Gesamt</td> <td>145</td> <td>-562</td> <td><b>-417</b></td> </tr> </tbody> </table>			Belastung	Gutschrift	Netto	in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg Rechengut				Gesamt	145	-562	<b>-417</b>						
	Belastung	Gutschrift	Netto																		
in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg Rechengut																					
Gesamt	145	-562	<b>-417</b>																		
Umweltbilanz 2020																					
<b>Luftemissionen</b>																					
<b>Nettoergebnis gesamt</b>		<b>Nettoergebnis spezifisch</b>																			
NO <sub>x</sub>	712 kg	NO <sub>x</sub> [g/Mg]																			
		Gesamt	94 (Vgl. 2018: 172)																		

Das Aufkommen 2020 liegt 2% niedriger als 2018. Die leichte Abweichung im spezifischen Ergebnis der Klimagas- und Umweltbilanz ergibt sich durch die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Strom sowie für Transporte (letzteres v.a. NO<sub>x</sub>) (vgl. Kap. 5.1). Zudem bewirken die etwas veränderten substituierten Braunkohlequalitäten in der Klimagasbilanz eine etwas höheres spezifisches Entlastungspotenzial aus der Mitverbrennung (s. Fußnote 14). Optimierungsmöglichkeiten wurden bei dem bestehenden Verwertungsverfahren nicht gesehen (s. ifeu/ICU 2012).

**Zusammenfassung und Optimierungsmassnahmen**

2.2.24 Kunststoffrasen

Stoffstrombilanz 2020				
<b>Aufkommen</b>	875 Mg	<b>Vergleich:</b>	in 2018 neu aufgenommen	
<b>Behandlung</b>	875 Mg Aufbereitungsanlage		Aufkommen 2018: 803 Mg	
<b>Stofffluss</b>	<p><b>Input</b> 100% Kunststoffrasen</p> <p><b>Output</b> 90% stoffliche Verw. (Sand, Kunststoffe) 3% Störstoffe Rest Feuchte</p> <p>energ. Verw. (MVA) 4 Mg stoffl. Verw. (Kunststoffproduktion, Infill, Füllmaterial) 811 Mg</p>			
		<b>Abfallzusammensetzung</b>	86% Füllmaterial (v.a. Sand, 5% EPDM) 7% Rasenstruktur (v.a. Polypropylen) Rest Feuchte	
		<b>Bilanzierung</b>	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	
		<b>Recycling-/Verwertungsraten</b>		
		<b>Recyclingrate:</b>	<b>92,6%</b> = Output zur stofflichen Verwertung/Input	
		<b>Energetische Verwertungsrate:</b>	<b>0,4%</b> = Output zur energetischen Verwertung/Input	
		<b>Sonstige Verwertungsrate:</b>	- = Output zur sonstigen Verwertung/Input	
		<b>Beseitigungsrate:</b>	- = Output zur Beseitigung/Input (Rest Wasserverlust)	
Klimagasbilanz 2020				
	<b>Vergleich</b>	pro Jahr [Mg CO <sub>2</sub> -Äq]	spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq]	
	Netto 2018	-45	-56	
	<b>Ergebnis spezifisch</b>			
	<i>in kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Abfall</i>	Belastung	Gutschrift	Netto
	Gesamt	103	-185	<b>-82</b>
Umweltbilanz 2020				
<b>Ressourcenschonung</b>				
<b>Einsparung gesamt</b>		<b>Einsparung spezifisch</b>	KEA fossil netto [MJ/Mg]	
Natursteine 701 Mg → 26 m <sup>2</sup> geschonte Fläche		Gesamt	4.663 (Vgl. 2018: 3.747)	
KEA fossil 4 TJ Nettoentlastung				

Der Steckbrief für Kunstrasen wurde 2018 neu aufgenommen (ifeu 2019a). Das Aufkommen 2020 liegt 9% höher als 2018. Die spezifische Nettoentlastung der Klimagasbilanz liegt in 2020 etwas höher als 2018. Dies geht auf eine höhere Ausbeute für PP-Fasern zurück. Zudem bewirken die geringeren Emissionsfaktoren für Strom und Transporte geringere Belastungen (s. Kap. 5.1), und auch hier kommen die etwas veränderten substituierten Braunkohlequalitäten zum Tragen (s. Fußnote 14). Optimierungsmöglichkeiten könnten in der Errichtung einer Recyclinganlage in Deutschland bestehen (Transportaufwand). 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.

**Zusammenfassung und Optimierungsmöglichkeiten**

## 2.3 Zusammenführung der Ergebnisse der Abfallarten

Im Jahr 2020 wurden 37 Abfallarten mit einer Abfallmenge von rund 6,8 Mio. Tonnen im Land Berlin erfasst. Den größten Anteil am Aufkommen nehmen die mineralischen Abfälle ein mit rund 4,1 Mio. Tonnen (2018: 3,8 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 2.4. 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 2020

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 2018 liegt das gesamte Aufkommen um 5% höher und die entsorgte Abfallmenge (Behandlung) um 8% höher.

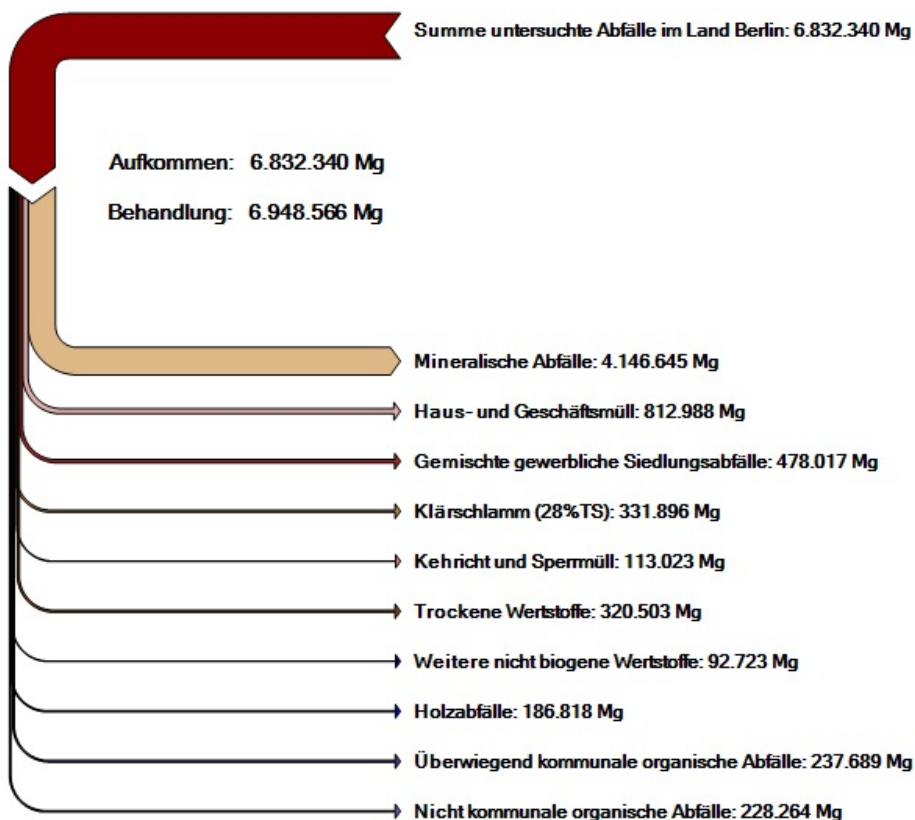


Abbildung 2.4: Sankeydiagramm Mengenströme 2020



Abbildung 2.5 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.

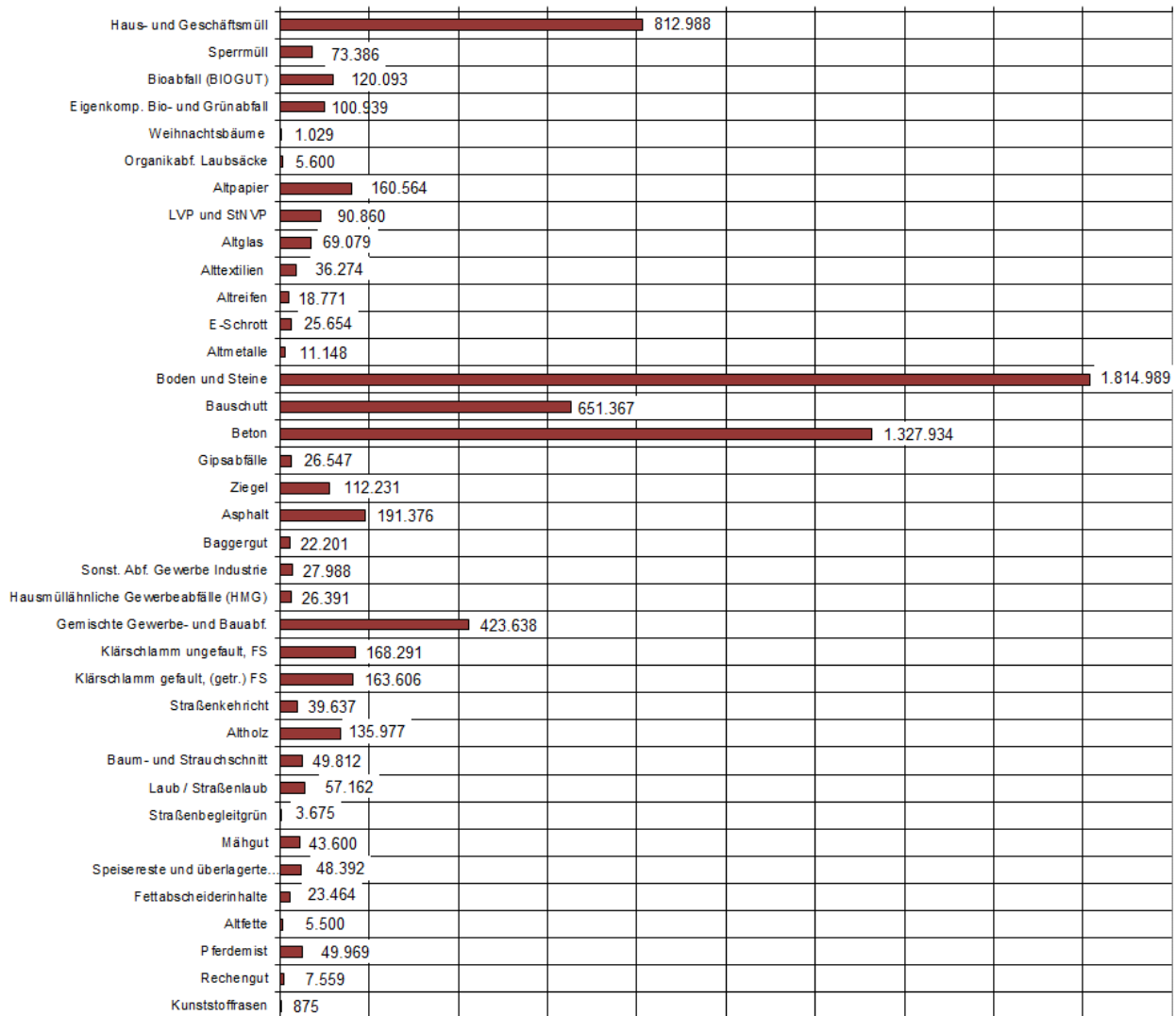


Abbildung 2.5: Entsorgte Mengen der Abfallarten 2020 (Mengenangaben in Tonnen)

Tabelle 2.4 zeigt die Ergebnisübersicht der Stoffstrombilanz (entsorgte Menge und Behandlung bzw. Verbleib) sowie die Recycling- und Verwertungsraten der 37 untersuchten Abfallarten. Insgesamt wurden im Land Berlin 6.832.340 Mg Abfälle erfasst. Abzüglich der Input-Output-Differenzen verbleiben 6.948.566 Mg Abfälle, die 2020 entsorgt wurden. Davon wurden 48% recycelt (stofflich verwertet), 19% energetisch verwertet, 26% sonstig verwertet (Verfüllungen, Deponieersatzbaustoff) und 6% beseitigt (Deposition und Klärschlammverbrennung in der KSVA). Die verbleibende Differenz zu 100% ergibt sich durch Wasserverluste bei der Behandlung einzelner Abfallarten. 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 2020

Abfallart	entsorgte Menge [Mg]	%-Änderung zu 2018	Behandlung/Verbleib	Recycling	Energetische Verwertung	Sonstige Verwertung	Beseitigung
Hausmüll und Geschäftsmüll	812.988	-1%	59% MHKW Ruhleben, 36,6% MPS, 1,1% MA, 3,1% sonstige	4%	73%	15%	0,6%
Sperrmüll	73.386	+11%	87% AAS, 10% MHKW Ruhleben, 3% sonstige	4%	94%	2%	
Bioabfall (BIOGUT)	120.093	+56%	63% BSR Biogas West, 31% offene Kompostierung, 6% Vergärungsanlage Henickendorfer Kompost	85%	15%		
Eigenkompostierung	100.939	0%	Eigenkompostierung	100%			
Weihnachtsbäume	1.029	-46%	47% Aufbereitung, 53% Biomasse-HKWs	47%	53%		
Organikabf. in Laubsäcken	5.600	-16%	offene Kompostierung	99,6%	0,4%		
Altpapier	160.564	-1%	Verwertung Papierfabrik	99%	1%		
LVP und StNVP	90.860	+4%	Verwertung Fraktionen	45%	55%		
Altglas	69.079	+5%	Verwertung Glashütte	97%			3%
Alttextilien	36.274	-24%	Textil-Recycling, EBS-Kraftwerk	87%	11%		1%
Altreifen	18.771	0%	59% Granulierung, 41% Mitverbrennung Zementwerk	57%	42%		0,6%
E-Schrott	25.654	+79%	EAR/BRAL	69%	20%		4%
Altmetalle	11.148	+4%	Verwertung Metallhütten	100%			
Boden und Steine	1.814.989	+7%	34% Baumaßnahmen, 26% Deponie, 40% Verfüllung	34%		65%	1%
Bauschutt	651.367	12%	53% Straßenbau, 39% Deponie, 8% Verfüllung	53%		37%	10%
Beton	1.327.934	+9%	99,7% Straßenbau, 0,2% Deponie, 0,1% Verfüllung	99,7%		0,2%	0,1%
Gipsabfälle	26.547	-16%	90,5% Deponie, 9,5% Recycling	9,5%			90,5%
Ziegel	112.231	+28%	69% Wegebau, 31% Verfüllung	69%		31%	
Asphalt	191.376	+121%	57% Straßenbau, 43% Deponie	57%		40%	2%
Baggergut	22.201	+609%	Deponie	52%			48%
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie	27.988	+93%	99,8% MHKW Ruhleben, 0,2% MPS Reinickendorf	3%	78%	19%	0%
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG)	26.391	+62%	77% MHKW Ruhleben, 13% MPS Reinickendorf, 10% sonstige	3%	75%	18%	1%
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	423.638	-13%	Berliner und Brandenburger Vorbehandlungsanlagen	7%	46%	31%	13%
Ungefauter Klärschlamm (Rohschlamm)	168.291 (45.876 Mg TS)	-6%	KSVA Ruhleben				100%

Abfallart	entsorgte Menge [Mg]	%-Änderung zu 2018	Behandlung/Verbleib	Recycling	Energetische Verwertung	Sonstige Verwertung	Beseitigung
Gefaulter und anteilig getrockneter Klärschlamm	163.606 (46.165 Mg TS)	+3%	Bezug TS: 24% KVA Ruhleben, 63% gefault zu Kraftwerken, 13% gefault-getrocknet zu Zement- und Kraftwerken	0%	76%		24%
Straßenkehrsicht	39.637	-5%	76% gbav, 23% ORS Teschendorf und Berlin, 1,7% sonstige	0,1%	1,0%	88%	9%
Getr. gesammeltes Altholz	135.977	+27%	Biomasse-HKWs		100%		
Baum- und Strauchschnitt	49.812	-1%	20% Mulchung, 10% offene Kompostierung, 70% Biomasse-HKWs	30%	70%		
Laub, Straßenlaub	57.162	-3%	offene Kompostierung	100%			
Straßenbegleitgrün	3.675	-53%	offene Kompostierung	100%			
Mähgut	43.600	0%	offene Kompostierung	100%			
Speisereste	48.392	-15%	Vergärung	100%			
Fettabscheiderinhalte	23.464	-4%	Vergärung	100%			
Altfette	5.500	0%	Altfettmethylester-Biodiesel		100%		
Pferdemist	49.969	+438%	offene Kompostierung	100%			
Rechengut	7.559	-2%	MBS		39%		
Kunststoffrasen	875	+9%	Aufbereitung	92,6%	0,4%		
<b>Summe</b>	<b>6.948.566</b>	<b>+8%</b>		<b>48%</b>	<b>19%</b>	<b>26%</b>	<b>6%</b>

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

### Klimagasbilanz 2020

Tabelle 2.5 zeigt die Ergebnisübersicht der Nettowerte der Klimagasbilanz 2020 für die untersuchten 37 Abfallarten. Insgesamt wurde im Land Berlin eine Nettoentlastung in Höhe von -905.589 Mg CO<sub>2</sub>-Äq erreicht. In den Einzelergebnissen der Klimagasbilanz sind die Nettowerte mit einem Pluszeichen versehen, bei denen die Entsorgung der Abfälle zu einer Nettobelastung an Klimagasen führt. Insgesamt ist das bei neun Abfallarten der Fall. 2016 und 2014 waren es acht Abfallarten und 2012 sieben. Insgesamt zeigt die Klimagasbilanz gegenüber 2018 eine geringere Nettoentlastung. Dies ist bei den Abfallarten, die (anteilig) energetisch verwertet werden vor allem auf die fortschreitende Defossilierung der durchschnittlichen Stromerzeugung zurückzuführen. Strom aus Abfall erhält dadurch zunehmend geringere Gutschriften (s. Kap. 5.1) (vgl. a. ifeu 2017b). Mittelfristig wird sich dieser Aspekt auch bei Wärme aus Abfall und Kraftstoff aus Abfall bemerkbar machen. Mittel- bis langfristig wird durch Technologieumstellungen auch die Herstellung von Produkten klimaneutral werden müssen, so dass mit Erreichung der Klimaschutzziele, die Klimagasbilanz in allen Bereichen auf Null zurückgehen muss. Unterschiede ergeben sich ansonsten auch durch die Vereinheitlichung der Kenndaten (s. Kap. 5.3) und vor allem durch Neuerhebungen und Bilanzierungen. Die in 2018 empfohlene Erhebung für Alttextilien ergab eine Mengenkorrektur (Anteile im Hausmüll in Berlin höher als im Bundesdurchschnitt, s. Kap. 3.1) durch die das absolute Einsparpotenziale in 2020 niedriger ausfällt. Dies obwohl die neu aufgesetzte Bilanzierung auf

spezifischer Ebene zu höheren Nettoentlastungspotenzialen führt. Bei der ebenfalls in 2018 empfohlenen Erhebung für Elektro(nik)altgeräte (E-Schrott) ergeben sich auf absoluter Ebene ebenfalls geringere Nettoentlastungen. Hier konnte zwar ein höheres Aufkommen ermittelt werden, aber die neu aufgesetzte Bilanzierung ergibt geringere spezifische Nettoentlastungspotenziale (s. Kap. 3.2). Weitere Aktualisierungen für Abfallarten haben gegenläufige Ergebnisse. Für Altpapier sinkt die spezifische Nettoentlastung, für Metalle liegt sie höher und auch für die neu bilanzierten LVP & StNVP ergibt sich eine höhere Nettoentlastung (s. Kap. 5.2).

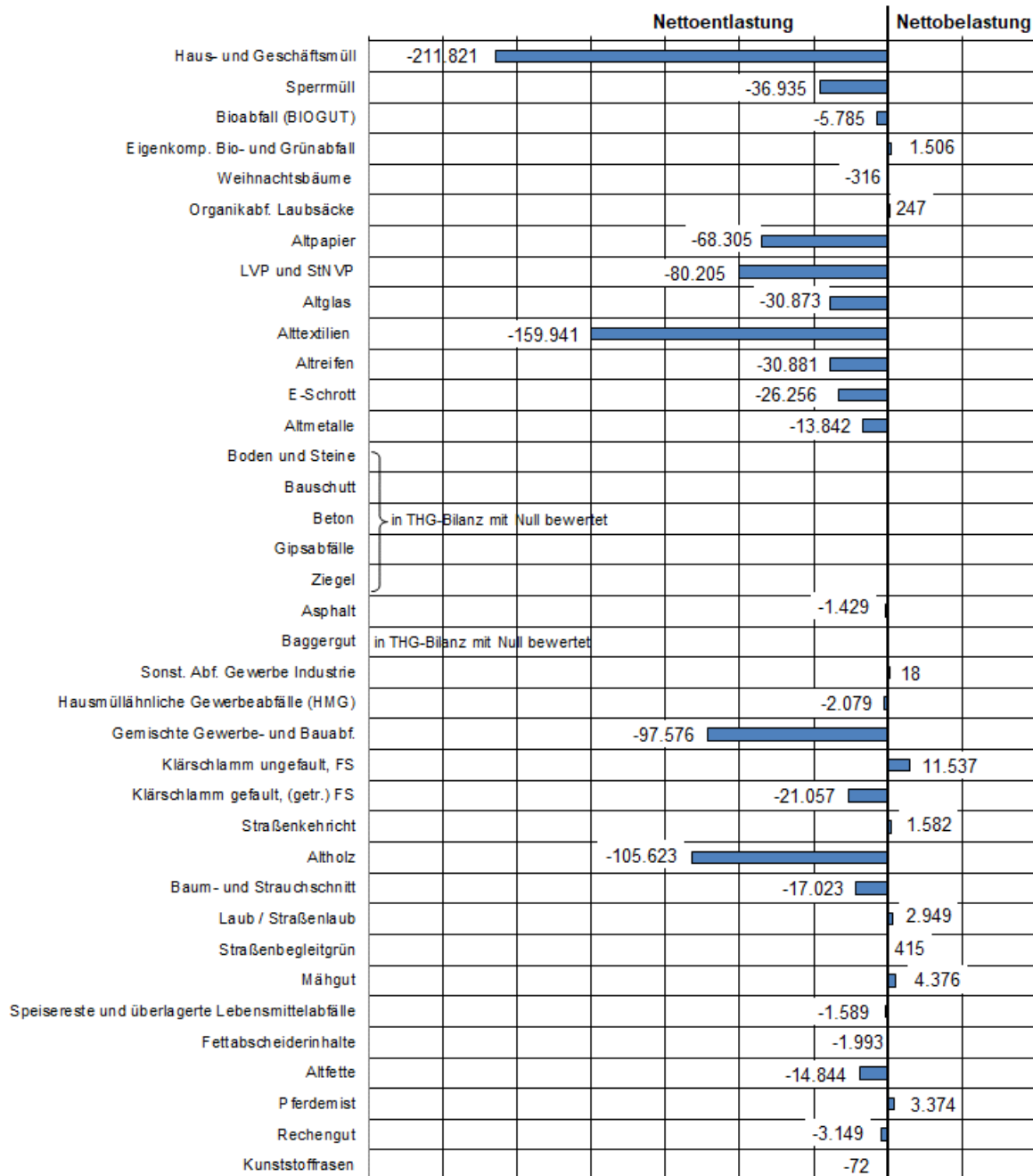


Abbildung 2.6: Absolute Nettoergebnisse der Klimagasbilanz 2020

Abbildung 2.6 zeigt die absoluten Nettoergebnisse der Klimagasbilanz 2018 als Balken-  
grafik. Negative Zahlen weisen Nettoentlastungen aus, positive Zahlen Nettobe-

lastungen. 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 ansonsten auch in den Kapiteln mit den Steckbriefen erläutert.

Tabelle 2.5: Ergebnisse Klimagasbilanz 2020

	Klimagasbilanz 2020		Vergleich				
			2018	2016	2014	2012	2010
Abfallart	Netto pro Jahr [kg CO <sub>2</sub> -Äq]	Netto spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]	Netto spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]				
Hausmüll und Geschäftsmüll	-211.821	-261	-269	-324	-322	-275	-273
Sperrmüll	-36.935	-503	-763	-655	-391	-393	-415
Bioabfall (BIOGUT)	-5.785	-48	-113	-125	-104	5	1
Eigenkompostierung	1.506	+15	+15	+15	+18	+18	+18
Weihnachtsbäume	-316	-307	-494	-434	-577	-1.105	-1.105
Organikabfälle in Laubsäcken	247	+44	+44	+44	+28	-15	+17
Altpapier	-68.305	-425	-721	-707	-652	-652	-642
LVP und StNVP	-80.205	-883	-466	-489	-511	1)	
Altglas	-30.873	-447	-447	-448	-453	-453	-450
Alttextilien	-159.941	-4.409	-3.834	-4.218	-4.197	-4.197	-4.226
Altreifen	-30.881	-1.645	-1.513	-1.502	-1.485	-1.355	-1.306
E-Schrott	-26.256	-1.023	-2.407	-2.406	-2.459	-2.468	-2.453
Altmetalle	-13.842	-1.242	-718	-718	-718	-718	-718
Boden und Steine	0	0	0	0	0	0	0
Bauschutt	0	0	0	0	0	0	0
Beton	0	0	0	0	0	0	0
Gipsabfälle	0	0	0	0	0	0	0
Ziegel	0	0	0	0	0	0	0
Asphalt	-1.429	-7	-12	-11	-12	-11	-5
Baggergut	0	0	0	0	0	0	0
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie	18	<i>Ausweisung nicht sinnvoll</i>	<i>Ausweisung nicht sinnvoll, da verschiedene Abfallarten</i>				
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle	-2.079	-79	-67	-231	-247	-203	-319
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	-97.576	-230	-297	-201	-219	-208	-240
Ungefalter Klärschlamm	11.537	<i>Bezug TS: +251</i>	+189	+203	+193	+204	392
Gefalter und anteilig getrockneter Klärschlamm	-21.057	<i>Bezug TS: -456</i>	-512	-439	-564	-532	-628
Straßenkehrsicht	1.582	+40	+48	+115	+85	+107	+66
Getrennt gesammeltes Altholz	-105.623	-777	-814	-743	-821	-740	-664
Baum- und Strauchschnitt	-17.023	-342	-389	-461	-508	-508	-509
Laub, Straßenlaub	2.949	+52	+52	+52	+39	-13	-15

	Klimagasbilanz 2020		Vergleich				
			2018	2016	2014	2012	2010
Abfallart	Netto pro Jahr [kg CO <sub>2</sub> -Äq]	Netto spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]	Netto spezifisch [kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg]				
Straßenbegleitgrün	415	+113	+101	+101	+89	+44	+15
Mähgut	4.376	+100	+101	+101	+89	+15	+15
Speisereste und überlagerte Lebensmittelabfälle	-1.589	-33	-49	-54	-69	-81	-92
Fettabscheiderinhalte	-1.993	-85	-115	-124	-150	-173	-179
Altfette	-14.844	-2.699	-2.699	-2.699	-2.678	-2.678	-2.678
Pferdemist	3.374	+68	+68	+68	+56	-18	-18
Rechengut	-3.149	-417	-405	-399	-402	-402	-402
Kunststoffrasen	-72	-82	-57	-	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>-905.589</b>	<b>-130</b>	<b>-155</b>	<b>-134</b>	<b>-138</b>	<b>-127</b>	<b>-134</b>
1) Vorher drei Systeme (Gelbe Tonne, Gelbe Tonne Plus, Wertstofftonne)							

## Umweltbilanz 2020

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 97% durch die Verwertung der mineralischen Abfälle erreicht. Diese wurden 2020 zu 60% ressourcenschonend verwertet (Recyclingrate). Es besteht weiterhin ein Optimierungspotenzial. Die gesamte Substitution von 2.567.548 Mg Natursteinen entspricht einer vermiedenen Flächeninanspruchnahme von 56.879 m<sup>2</sup>. Darüber hinaus erfolgt eine Schonung von Flächen auch durch die Schonung von Phosphat bzw. Phosphorit (insgesamt 273 m<sup>2</sup>).

Tabelle 2.6: Ergebnisse der Rohstoffschonung 2020

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	22.335	-	-	-4.975
Sperrmüll	0	2.189	-	0	-745
Bioabfall (BIOGUT)	-	134	185	-	-103
Eigenkompostierung	-	-	0	-	-
Weihnachtsbäume	-	-	-	302	-

Abfallart	Natursteine Mg/a	Rohmetalle Mg/a	Phosphat Mg/a	Holz (WG 20%) Mg/a	KEA fossil netto in TJ/a
Organikabfälle in Laubsäcken	-	-	7	-	-
Altpapier	-	-	-	316.785	-
LVP und StNVP	0	8.732	-	11.660	-2.525
Altglas	80.526	-	-	-	-
Alttextilien	-	-	-	-	-2.208
Altreifen	-	3.379	-	-	-761
E-Schrott	-	12.390	-	-	-
Altmetalle	-	7.960	-	-	-
Boden und Steine	619.690	-	-	-	-
Bauschutt	345.495	-	-	-	-
Beton	1.324.494	-	-	-	-
Gipsabfälle	2.528	-	-	-	-
Ziegel	77.141	-	-	-	-
Asphalt	105.507	-	-	-	-208
Baggergut	11.466	-	-	-	-
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe und Industrie	0	645	-	-	-234
Hausmüllähnliche Gewer- beabfälle (HMG)	0	703	-	-	-155
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	0	10.235	-	14.417	-1.880
Ungefaulter Klärschlamm (Rohschlamm)	-	-	0	-	-78
Gefaulter und anteilig ge- trockneter Klärschlamm	-	-	0	-	-211
Straßenkehrsicht	0	16	-	-	+20
Getr. gesammeltes Altholz	-	-	-	0	-
Baum- und Strauchschnitt	-	-	4	0	-
Laub, Straßenlaub	-	-	30	-	-
Straßenbegleitgrün	-	-	2	-	-
Mähgut	-	-	19	-	-
Speisereste, überl.LM	-	-	110	-	-
Fettabscheiderinhalte	-	-	43	-	-
Altfette	-	-	-	-	-
Pferdemist	-	-	155	-	-
Rechengut	0	-	-	-	-
Kunststoffrasen	701	-	-	-	-4
<b>Summe</b>	<b>2.567.548</b>	<b>68.717</b>	<b>554</b>	<b>343.164</b>	<b>(*)</b>

(\*) 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 2020 wiederum hinsichtlich Quecksilberemissionen zu einer Nettobelastung, hinsichtlich NOx- und Ammoniakemissionen sowie dem Cadmumeintrag in Boden zu einer Nettoentlastung.

Luftemissionen und  
Cadmumeintrag Boden

Tabelle 2.7: Nettoergebnisse Luftemissionen und Cadmumeintrag in Boden 2020

Abfallart	Quecksilber (Luft) kg/a	NOx (Luft) kg/a	Ammoniak (Luft) kg/a	Cadmumeintrag in Boden kg/a
Hausmüll und Geschäftsmüll	+10	-67.163	-	-
Sperrmüll	+0,85	+3.108	-	-
Bioabfall (BIOGUT)	-	-	+29.081	-3,1
Eigenkompostierung	-	-	+79.203	+2,0
Weihnachtsbäume	-	+155	-	-
Organikabfälle in Laubsäcken	-	-	+120	+0,49
Altpapier	-	-	-	-
LVP und StNVP	+2,57	-87.635	-	-
Altglas	-	-	-	-
Alttextilien	-2,00	-315.212	-151.428	-
Altreifen	+0,75	-36.622	-	-
E-Schrott	-	-	-	-
Altmetalle	-	-	-	-
Boden und Steine	-	-	-	-
Bauschutt	-	-	-	-
Beton	-	-	-	-
Gipsabfälle	-	-	-	-
Ziegel	-	-	-	-
Asphalt	-	-	-	-
Baggergut	-	-	-	-
Sonstige Abfallarten aus Gewerbe u. Industrie	-0,18	-13.495	-	-
Hausmüllähnliche Gewerbeabfälle (HMG)	+0,07	-4.681	-	-
Gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle und Bau- und Abbruchabfälle	+2,28	-1.279	-	-
Ungefauter Klärschlamm (Rohschlamm)	+2,62	+10.406	-	0
Gefauter, anteilig getrockneter Klärschlamm	+3,66	+10.458	-	0
Straßenkehrsicht	+0,03	+1.538	-	-
Getrennt gesammeltes Altholz	-	-11.219	-	-
Baum- und Strauchschnitt	-	+11.466	-	+0,02
Laub, Straßenlaub	-	-	+2.519	+0,14
Straßenbegleitgrün	-	-	+402	-0,04
Mähgut	-	-	+4.767	-0,5
Speisereste, überlagerte Lebensmittelabfälle	-	-	+5.190	-3,8
Fettabscheiderinhalte	-	-	+7.897	-1,7
Altfette	-	+47.651	+168	-

Abfallart	Quecksilber (Luft) kg/a	NOx (Luft) kg/a	Ammoniak (Luft) kg/a	Cadmiumeintrag in Boden kg/a
Pferdemist	-	-	+262	-2,6
Rechengut	-	+712	-	-
Kunststoffrasen	-	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>+20,9</b>	<b>-451.814</b>	<b>-21.820</b>	<b>-9,1</b>

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 Cadmiumeintrag 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 2020 im Vergleich zu 2018

	Natursteine kg/Mg	Rohmetalle kg/Mg	Phosphat kg/Mg	Holz (WG 20%) kg/Mg	KEA fossil netto GJ/Mg
Spezifisches Ergebnis 2020	449	41	0,71	367	-6,4
Anteil Bezugsmenge	82%	24%	11%	13%	32%
Spezifisches Ergebnis 2018	412	37	0,59	286	-6,4
Anteil Bezugsmenge	82%	26%	11%	15%	33%

Tabelle 2.9: Spezifische Nettoergebnisse für Luftemissionen und Cadmiumeintrag in Boden 2020 im Vergleich zu 2018

	Quecksilber (Luft) g/Mg	NOx (Luft) g/Mg	Ammoniak (Luft) g/Mg	Cadmiumeintrag in Boden g/Mg
Spezifisches Ergebnis 2020	0,011	-217	-44	-0,012
Anteil Bezugsmenge	27%	30%	7%	11%
Spezifisches Ergebnis 2018	0,014	-133	-166	-0,011
Anteil Bezugsmenge	30%	33%	7%	11%

Bei der Schonung von Rohstoffen zeigt sich für Natursteine (inkl. Sande & Kies) eine höhere spezifische Nettoeinsparung bei gleichem Anteil der Bezugsmenge. Beim KEA fossil gleichen sich gegenläufige Tendenzen durch veränderte Abfallmengen und aktualisierte Bilanzierungen (Alttextilien, LVP & StNVP) etwa aus. Bei den Rohmetallen liegt die spezifische Nettoeinsparung bei etwas niedrigerem Bezugsmengenanteil etwas höher. In der Tendenz konnten in 2020 etwas mehr Metalle aus den Restmüllfraktionen

aussortiert werden. Weiter ursächlich ist die neu erhobene Menge an Elektro(nik)altgeräten (E-Schrott). Die deutlich höhere Menge überwiegt den geringeren spezifischen Metallanteil zur Verwertung, der sich durch die Neubewertung ergeben hat (vgl. Kap. 3.2). Die spezifische Nettoeinsparung für Phosphat geht vor allem auf die gestiegene getrennte Erfassung und Verwertung von Bioabfall (Biogut) zurück sowie auf die höhere neu eingeschätzte Menge an Pferdemist. Bei der Holzschonung zeigt sich ebenfalls eine höhere spezifische Nettoeinsparung bei etwas geringerem Bezugsmengenanteil. Ursächlich ist die Neubewertung für Altpapierrecycling (vgl. Kap. 5.2.1). Sowohl die höhere Faserausbeute (85% statt 80%) als auch der veränderte Substitutionsmix, nach dem mehr Zellstoff als Holzstoff ersetzt wird, führen zu einer höheren Schonung von Frischholz. Für Papier, das aus den nicht überlassungspflichtigen gemischten Siedlungsabfällen und gemischten Bauabfällen aussortiert wurde, kommt hinzu, dass der Mengenanteil von 1,1% auf 1,9% gestiegen ist.

Bei den Luftemissionen ist vor allem das spezifische Nettoentlastungspotenzial für Ammoniak wieder niedriger. Für 2018 war die Menge Alttextilien aufgrund des klaren Trends zu steigenden Mengen überschlägig neu eingeschätzt worden mit Empfehlung für 2020 eine Erhebung durchzuführen. Im Ergebnis der für 2020 durchgeführten Erhebung wurde der Ansatz zur Mengeneinschätzung beibehalten, jedoch wurde der Alttextilanteil des Restmülls korrigiert, der in Berlin deutlich höher liegt als im Bundesdurchschnitt (vgl. Kap. 3.1). Durch die entsprechend geringere abgeleitete getrennt erfasste Menge ergeben sich entsprechend geringere Einsparungen für ersetzte Neuware. Bei den NO<sub>x</sub>-Emissionen zeigt sich für 2020 wiederum eine Verbesserung. Dies ist teilweise auf abfallwirtschaftliche Maßnahmen zurückzuführen. So bei den LVP & StNVP durch deren deutlich höheren stofflichen Recyclinganteil und Ersatz der Primärherstellung. Auch liegen die spezifischen NO<sub>x</sub>-Frachten aus der Verbrennung im MHKW und in der KSWA für 2020 etwas niedriger als für 2018. Ansonsten ergibt sich die höhere Entlastung durch die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Transporte (Reduzierung auf ein Viertel, s.a. Kap. 5.1) und durch die Vereinheitlichung der Kenndaten (höhere Heizwerte führen zu höheren Entlastungseffekten, s.a. Kap. 5.3). Diese beiden Aspekte sind nicht auf abfallwirtschaftliche Maßnahmen zurückzuführen. Die Vereinheitlichung der Kenndaten dient der Einschränkung des Einflusses von Datenunsicherheiten und Datenlücken. Für wichtige Bereiche wie Sperrmüll und Gewerbeabfälle werden Sortieranalysen empfohlen, nicht nur um die Kenndaten belastbarer ableiten zu können, sondern auch um die Potenziale der Steigerung der Vorbereitung zur Wiederverwendung und für das Recycling besser einschätzen zu können. Die spezifischen Ergebnisse für Quecksilberemissionen und für den Cadmiumeintrag in Boden sind im Jahr 2020 gegenüber 2018 wenig verändert.

# 3 Erläuterungen zu ausgewählten Abfallarten

---

## 3.1 Aufkommen und Verbleib Alttextilien

Die Bilanzierung von Alttextilien basierte in der SKU-Bilanz 2018 und in den Vorgängerbilanzen mangels belastbarer, berlinspezifischer Daten auf einer abgeschätzten Getrennterfassungsmenge. Für 2018 war sowohl das Aufkommen als auch der Verbleib nach Angaben des Bundesverbandes Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V. (bvse) neu eingeschätzt worden. Das Aufkommen wurde zu 13 kg/(E\*a) geschätzt (1,1 Mio. Mg bundesweit). Der Verbleib wurde in Anlehnung an Angaben in (bvse 2015) angepasst. Für die SKU-Bilanz 2020 war eine gesonderte Untersuchung für das Aufkommen und den Verbleib der Alttextilien in Berlin empfohlen worden (ifeu 2019a), die umgesetzt werden konnte und nachfolgend beschrieben ist.

Um die Datenbasis für die SKU-Bilanz 2020 zu verbessern bzw. ein berlinspezifisches Mengengerüst zur Erfassung und Verwertung von Alttextilien zu erstellen, wurden verfügbare Daten ausgewertet und eine Befragung relevanter Akteure in Berlin durchgeführt. Befragt wurden vor allem gewerbliche und gemeinnützige Unternehmen und Organisationen, die in Berlin auf dem Gebiet der Altkleidersammlung und -sortierung tätig sind. Die Ergebnisse der Befragung wurden zur Plausibilisierung und Einordnung verglichen mit Daten aus anderen Quellen. Zum Vergleich herangezogen wurde insbesondere die „Textilstudie 2020“ des bvse, in der die Daten der Vorläuferstudien für das Referenzjahr 2018 aktualisiert werden (bvse 2020), sowie Daten anderer Bundesländer und Ergebnisse von Restmüllanalysen.

Die bvse hat mit der „Textilstudie 2020“ eine Aktualisierung der Vorgängerstudien von 2008 und 2015 vorgelegt. In der Studie wird auf Basis der Produktions- und Außenhandelsstatistik sowie zusätzlicher Schätzungen für die private und illegale Aus- und Einfuhr die Inlandsverfügbarkeit von Textilien in Deutschland für das Jahr 2018 ermittelt. Die Studie geht von einem deutlichen Anstieg des Inlandsverbrauchs von 1,35 Mio. Tonnen bzw. 16,7 kg/(E\*a) in 2013 auf 1,63 Mio. Tonnen bzw. 19,7 kg/(E\*a) in 2018 aus. Basierend auf dem Verbrauch, wird durch Abzug einer Kleiderreserve (5%), eines Verschleißverlustes (2%) und der über den Restmüll entsorgten Alttextilmenge<sup>18</sup> das rechnerische getrennt erfasste Sammelaufkommen bestimmt. Dieses liegt mit 15,3 kg/(E\*a) höher als für Berlin, da gemäß der Berliner Hausmüllanalyse (ARGUS 2019) 2018 in Berlin 8,4 kg/(E\*a) über den Haus- und Geschäftsmüll entsorgt werden<sup>19</sup>. Für Berlin ergibt sich aus dem Rechenansatz gemäß bvse-Studie ein rechnerisches Sammelaufkommen von 9,9 kg/(E\*a) für die getrennt erfassten Mengen. Die aus den Pro-Kopf-Mengen resultierenden absoluten Mengen zeigt Tabelle 3.1.

**Sammelaufkommen gemäß bvse-Studie**

---

<sup>18</sup> Der Schätzwert des bvse lag bei 3 kg/(E\*a); nach der 2020 veröffentlichten Sortieranalyse (Dornbusch et al. 2020) werden bundesweit 4,5 kg/(E\*a) Alttextilien über den Restmüll entsorgt.

<sup>19</sup> Entsorgungswege Haus- und Geschäftsmüll siehe Steckbrief Kap. 2.1.1

Tabelle 3.1: Rechnerisches Aufkommen Alttextilien in Berlin 2020

	Menge getrennt erfasst (berechnet nach bvse-Ansatz)	Menge im Restmüll (Sortieranalyse ARGUS 2019)	Aufkommen gesamt (rechnerisch)
in kg/(E*a)	9,9	8,4	18,3
<b>in Tonnen<sup>1</sup></b>	<b>36.274</b>	<b>30.778</b>	<b>67.052</b>

1) berechnet mit Einwohnerzahl für Berlin von 3.664.088 für 2020 (Statistik Berlin Brandenburg 2021)

Für die Akteursbefragung wurden auf Basis der bei der Senatsverwaltung vorliegenden Sammelanzeigen gemäß § 18 KrWG und mittels Internetrecherchen insgesamt 54 Unternehmen und Organisationen identifiziert und kontaktiert. Hierzu zählen gewerbliche Alttextilsammler, karitative Organisationen, die BSR sowie Unternehmen des Bekleidungseinzelhandels, die in ihren Läden Rückgabemöglichkeiten für Altkleider anbieten. In die Auswertung wurden die Daten von 15 Unternehmen und Organisationen einbezogen. Die Differenz zwischen kontaktierten Unternehmen und ausgewerteten Daten erklärt sich überwiegend durch Unternehmen, die die Sammlung in Berlin eingestellt haben und/oder nicht mehr auffindig gemacht werden konnten, durch karitative Annahmestellen, die eher kleine Mengen annehmen und keine Mengenangaben machen konnten sowie einigen Unternehmen, die trotz mehrfacher Aufforderung keine Daten bereitgestellt haben. Die Abdeckung der Datenerhebung wird dennoch als hoch erachtet, da die Daten der mengenmäßig bedeutenden Akteure vorliegen.

**Sammelaufkommen laut Akteursbefragung**

Die Akteursbefragung ergab für Berlin für das Jahr 2019 eine Sammelmenge an Alttextilien von 9.577 Mg bzw. 2,6 kg/(E\*a). Der erhobene Wert liegt damit erheblich unterhalb der gemäß der bvse-Studie geschätzten, getrennt erfassten rechnerischen Sammelmenge von 9,9 kg/(E\*a).

Als mögliche Gründe für die Diskrepanz zwischen erhobener und rechnerischer Getrennterfassung werden vermutet:

- die Entsorgung von Alttextilien über Stoffströme, die von der Erhebung nicht abgedeckt wurden. Hierzu zählen z.B.:
  - Alttextilien, die von Kleinsammlern, illegalen Sammlern oder über Spendenaktionen von privaten Akteuren und Vereinen gesammelt werden;
  - Textilien aus gewerblicher Nutzung, die auf anderen Wegen als über Sammelcontainer getrennt erfasst oder über den Gewerbeabfall entsorgt werden;
  - Retouren;
- der unvollständiger Datenrücklauf aus der Erhebung;
- die Überschätzung des Alttextilaufkommens durch die bvse-Studie für Berlin.

Aufgrund der bestehenden Datenlücken der Akteursbefragung wird für die SKU-Bilanz 2020 die für die getrennte Erfassung rechnerische Sammelmenge gemäß bvse-Ansatz von 9,9 kg/(E\*a) bzw. 36.274 Mg zugrunde gelegt.

Der vorgeschlagene Berechnungsansatz für die SKU-Bilanz 2020 entspricht damit im Grunde dem Ansatz der Vorjahre. Im Ergebnis ergibt sich mit den 9,9 kg/(E\*a) gegenüber den zuvor für 2018 abgeschätzten 13 kg/(E\*a) ein geringeres rechnerisches Sammelauftkommen bei der getrennten Erfassung (s. Steckbrief Alttextilien, Kap. 2.1.10). Grund dafür ist der zuvor auf Basis der bvse-Studie unterschätzte Anteil an Alttextilien,

der in Berlin über den Restmüll entsorgt wird. Insgesamt ist das Pro-Kopf-Aufkommen an Alttextilien in den letzten Jahren weiter angestiegen (bvse 2020).

Angaben zum Verbleib der getrennt erfassten Alttextilien wurden im Rahmen der Akteursbefragung bei den befragten Sammel- und Sortierunternehmen erhoben. Die Ergebnisse, die den Verbleib von 85% der über die Befragung erhobenen Sammelmenge repräsentieren, sind in Abbildung 3.1 dargestellt. Demnach werden 61% der gesammelten Alttextilien wiederverwendet und weitere 18% der Sammelware werden weiterverwendet, hauptsächlich als Putz- und Reinigungstücher, z.B. im Maschinenbau und in der Automobilindustrie. 9% der Alttextilien gehen in das Recycling zu Reißereien. Die erzeugten Reißfasergemische werden an Industriebetriebe abgegeben und vor allem zur Herstellung von Dämmstoffen für die Autoindustrie, zu Isolierstoffen für die Hausdämmung und zu Malervliesen verwendet. Der Rest der gesammelten Textilien ist so stark verschmutzt oder beschädigt, dass sie nur noch thermisch verwertet oder beseitigt werden können.

**Verbleib der getrennt erfassten Alttextilien**

Der Bilanzierung der Verbleibswege in der SKU-Bilanz 2020 werden die Ergebnisse der durchgeführten berlin-spezifischen Erhebung zugrunde gelegt, da die erhobenen Daten aktueller und belastbarer sind als die in der SKU-Bilanz 2018 auf Basis der bvse-Studie verwendeten Annahmen. Für die Bilanzierung werden die ermittelten Verbleibswege auf das getrennt erfasste rechnerische Sammelaufkommen von 9,9 kg/E\*a hochgerechnet.

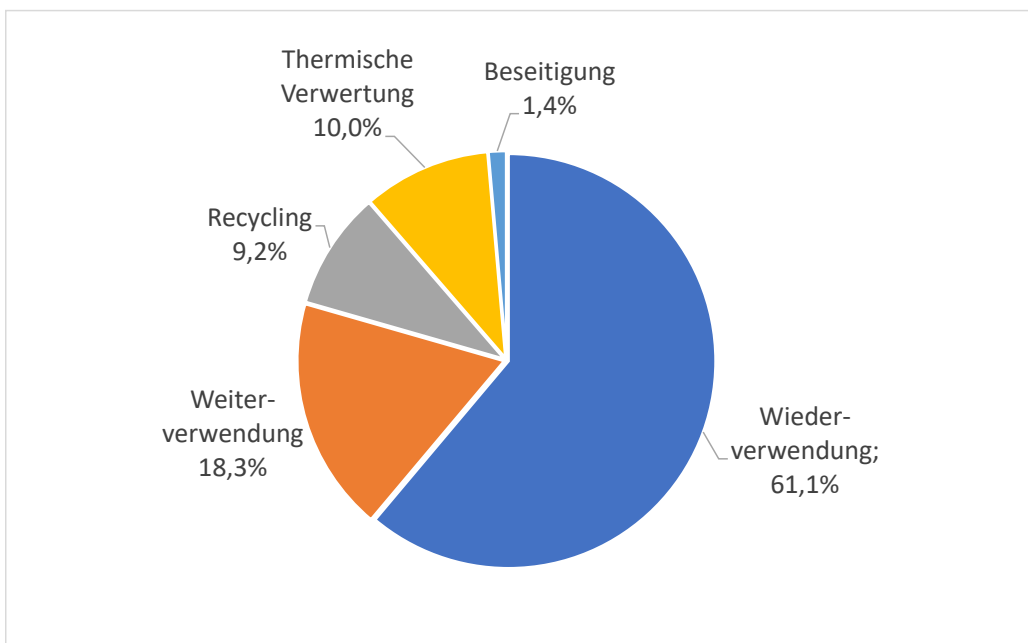


Abbildung 3.1: Verbleibswege der in Berlin getrennt erfassten Alttextilien gemäß der durchgeführten Erhebung

Für künftige SKU-Bilanzen kann der dargestellte Berechnungsansatz fortgeschrieben und aktualisiert werden. Mengenmäßige Änderungen können sich ergeben, wenn neue Schätzungen zum Alttextilaufkommen und/oder neue Abfallanalysen vorliegen. Die Angaben zu den Verbleibswegen der getrennt erfassten Alttextilien können auf Basis veröffentlichter Daten der wichtigsten Sammelunternehmen aktualisiert werden. Klärungsbedarf besteht im Hinblick auf die Datenlücke zwischen der erhobenen und der rechnerischen getrennt erfassten Sammelmenge. Dies insbesondere im Hinblick auf die

**Schlussfolgerungen Mengenerhebung**

Übertragbarkeit der Verbleibswege von der erhobenen auf die rechnerische Sammelmenge. Für die SKU-Bilanz wurde diese angenommen, da die Aufteilung etwa der bundesweiten nach (bvse 2020) entspricht.

Auf Basis der zuvor beschriebenen Primärdatenerhebung wurde die Bilanzierung für Alttextilien aktualisiert. Der in Abbildung 3.1 dargestellte Verbleib wurde für die gesamte abgeschätzte getrennt erfasste Sammelmenge für Berlin von 9,9 kg/(E\*a) angewendet. Nach den Abfrageergebnissen werden die Mengen zur Wiederverwendung vollständig in folgende Regionen exportiert: 53% Europa, 31% Afrika, 14% Asien, 1% Amerika und 1% Sonstige. Die entsprechenden Transportstrecken wurden für die SKU-Bilanz 2020 angepasst. Weitere Informationen für die Wiederverwendung liegen nicht vor. Die bisherige Bilanzierung – mit der vereinfachten Annahme einer 50%igen Lebensdauererlängerung – ist beibehalten. Als ersetzte Neuware ist weiterhin die Substitution von Baumwolle und synthetischen Fasern im Verhältnis 50:50 angesetzt. Neu bilanziert ist die Weiterverwendung als Putzlappen für die Angaben nach Zamani et al. (2014) verwendet wurden. Danach werden die sortierten Alttextilien gewaschen, zurechtgeschnitten und genäht. Aussortierte Reste in Höhe von 5% werden einer thermischen Behandlung zugeführt. Das Substitutionspotenzial für die Weiterverwendung als Putz- und Reinigungstücher ist nach Angaben auf der Homepage des Umweltbundesamtes mit 60% Cellulose und 40% Polyester angesetzt (UBA 2021). Für das Recycling, die Aufbereitung zu Fasergemischen in einer Reißerei, konnten Daten von SOEX erhalten werden (SOEX 2021). Outputströme der Reißerei sind v.a. Reißfasergemische und des Weiteren kleinere Teilströme an Faserstaub, Metallen (z.B. Knöpfe, Reißverschlüsse) und Reste (zur thermischen Behandlung). Die wichtigsten Einsatzgebiete für die Reißfasergemische sind Dämmstoffe für Gebäude, Innenverkleidung für Automobile und Malervliese. Das Substitutionspotenzial für die Verwertung von Reißfasern ist nach (UBA 2021) mit 71% Synthefasern, 27% Cellulose und 2% Baumwolle angesetzt. Der anfallende Faserstaub wird ebenfalls stofflich verwertet und zu Briketts verpresst an die Papierindustrie abgegeben oder als Dämmstoff eingesetzt. Für das Entlastungspotenzial wurde die Substitution von Zellstoff angenommen. Im spezifischen Ergebnis für die Klimagas- und Umweltbilanz zeigen sich gegenüber der SKU-Bilanz 2018 leicht verbesserte Nettoentlastungspotenziale. Da der Anteil der Wiederverwendung etwa gleich hoch ist und diese den Haupteinfluss darstellt ergeben sich Änderungen v.a. durch die höhere anteilige stoffliche Verwertung.

#### Bilanzierung Alttextilien

Im Land Berlin bestehen bereits vielfältige Aktivitäten seitens der Senatsverwaltung Textilstoffströme zu optimieren. So wurden beispielsweise im Rahmen der Re-Use Berlin Initiative Projekte wie A Gain Guide<sup>20</sup> über Wettbewerbe ausgelobt, am 01.12.2021 ein Fachdialog durchgeführt<sup>21</sup> sowie die Vernetzung von Akteuren unterstützt und vorangetrieben. Möglichkeiten Textilien, die aus Recyclingfasern hergestellt werden, als Berufskleidung zu beschaffen werden in einem Pilotprojekt mit der Berliner Polizei untersucht. Diese und weitere geplante Aktivitäten haben das Ziel in Berlin eine zirkuläre Textilwirtschaft aufzubauen, um dadurch die Umweltentlastungspotenziale der Wiederverwendung, Weiterverwendung oder von hochwertigem Recycling zu erschließen. Wichtige Schritte hierbei sind:

#### Optimierungsmöglichkeiten

<sup>20</sup> <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/kreislaufwirtschaft/projekte/re-use-berlin/a-gain-guide/> (3.12.2021)

<sup>21</sup> <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/kreislaufwirtschaft/projekte/re-use-berlin/fachdialoge/> (7.12.2021)



- die Optimierung der getrennten Erfassung, um die vergleichsweise hohen Anteile im Berliner Restmüll zu reduzieren und um bereits bei der Sammlung möglichst gut vorsortierte Qualitäten zu erhalten,
- die Schließung von Datenlücken z.B. durch Berichtspflichten zu jährlichen Sammelmengen,
- der Aufbau von Strukturen für die stoffliche Verwertung auch von Alttextilien, die nicht mehr für eine Wiederverwendung in Frage kommen.

Die Datenerhebung hat gezeigt, dass für das Land Berlin erhebliches Optimierungspotenzial besteht. In Verbindung mit den anstehenden gesetzlichen Vorgaben, der ab 01.01.2025 geltenden Pflicht zur Getrennterfassung von Alttextilien (§ 20 KrWG), wird für das Land Berlin empfohlen, ein integriertes Konzept für die getrennte Erfassung und Verwertung von Alttextilien zu entwickeln. Ein wichtiger Baustein hierbei wären Akteursdialoge, um Bedarf und Möglichkeiten aller relevanten Akteure auszutauschen und in einem gemeinsamen Konzept zu berücksichtigen. Des Weiteren spielen Pilotprojekte zur Erschließung von Absatzmärkten für Textilien aus Recyclingfasern eine wichtige Rolle (z.B. Pilotprojekt mit der Berliner Polizei). Zur Einschätzung der ökologischen Wirksamkeit und von möglichen Optimierungspotenzialen wird eine ökologische Begleitung solcher Projekte empfohlen.

## 3.2 Aufkommen und Verbleib E-Schrott

Die Bilanzierung der Elektro- und Elektronikaltgeräte (E-Schrott) beschränkte sich in der SKU-Bilanz 2018 auf die Menge der von der BSR an den Wertstoffhöfen und über die Sperrmüllabfuhr erfassten Altgeräte. Die Sammlung durch den kommunalen Entsorger deckt zwar erfahrungsgemäß einen Großteil der erfassten Altgeräte privater Haushalte ab, die Rücknahme über Vertreiber und Hersteller hat jedoch durch die seit 2016 geltende Rücknahmepflicht an Bedeutung gewonnen. Im Rahmen der Erstellung der SKU-Bilanz wurde der Stoffstrom Elektro(nik)altgeräte daher vertieft untersucht mit dem Ziel, die Datenlage zu verbessern und ein berlinspezifisches Mengengerüst zu erstellen. Hierzu wurden die vorhandenen Datenquellen, insbesondere die Daten der amtlichen Abfallstatistik und der Stiftung elektro-altgeräte register (Stiftung ear) ausgewertet, sowie eine Befragung verschiedener Akteure der Altgeräteerfassung und -verwertung durchgeführt.

Die Auswertung vorhandener Datenquellen ergab, dass sich mit Hilfe der Daten aus den abfallstatistischen Erhebungen<sup>22</sup> zwar die in Berlin insgesamt behandelte Menge an Altgeräten ungefähr bestimmen lässt, eine Unterteilung in Gerätekategorien, welche für die Darstellung und Bilanzierung des Verbleibs der Altgeräte von Bedeutung ist, ist auf diesem Wege jedoch nicht möglich. Auf die Auswertung von detaillierten Daten der Stiftung ear wurde verzichtet, da die Vorgespräche mit der Stiftung ear ergaben, dass eine regionale Auswertung der Daten wenig erfolgversprechend und mit hohem Aufwand verbunden wäre.

Das Aufkommen an Altgeräten wurde daher durch eine eigene Erhebung bei den Betreibern der sieben registrierten Berliner Erstbehandlungsanlagen bestimmt. Die Erstbehandlungsanlagen erfassen die angenommenen Altgeräte nach Herkunft und können

Ermittlung der Erfassungsmenge

<sup>22</sup> Von Bedeutung sind hier die Erhebung an den Anlagen zur Erstbehandlung von Elektro- und Elektronikaltgeräten sowie die Erhebung an den Anlagen zur Zerlegung von Elektro- und Elektronikaltgeräten.

daher Auskunft über die Menge der in Berlin anfallenden Geräte geben, soweit die Altgeräte zur Erstbehandlung an den Berliner Anlagen angeliefert werden. Um zu ermitteln, inwieweit Altgeräte aus Berlin auch vor Ort einer Erstbehandlung zugeführt werden, wurden zusätzlich ausgewählte Vertrieber und Hersteller von Elektro(nik)altgeräten sowie Rücknahmeorganisationen in die Befragung einbezogen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Großteil der in Berlin anfallenden Altgeräte zur Erstbehandlung hier verbleibt und die Erhebung damit eine gute Datenabdeckung gewährleistet.

Das so ermittelte Gesamtaufkommen für Berlin beläuft sich für das Jahr 2019 auf 26.724 Mg. Die insgesamt entsorgte Menge für das Jahr 2019 (Aufkommen abzgl. Wiedifferenzen) beläuft sich auf 26.356 Mg (s. Tabelle 3.2). Hiervon wurden 14.989 Mg von der BSR erfasst und 11.367 Mg über Rücknahmesysteme von Vertriebern und Herstellern oder auf anderen Wegen. Im Jahr 2020 wurden von der BSR 14.286 Mg erfasst (BSR 2021). Für die Fortschreibung aus der Datenerhebung wurde die o.g. Menge nach Akteursangaben für 2019 fortgeschrieben, so dass sich die betrachtete entsorgte Menge für die SKU-Bilanz 2020 zu insgesamt 25.654 Mg ergibt. Die Zusammensetzung des Altgerätaufkommens nach Gerätekategorien im Jahr 2019 ist in Abbildung 3.2 dargestellt. Für 2020 wurde die Zusammensetzung für die BSR-Mengen angepasst. Die sich ergebenden Unterschiede sind gering (s. Steckbrief E-Schrott Kap. 2.1.12).

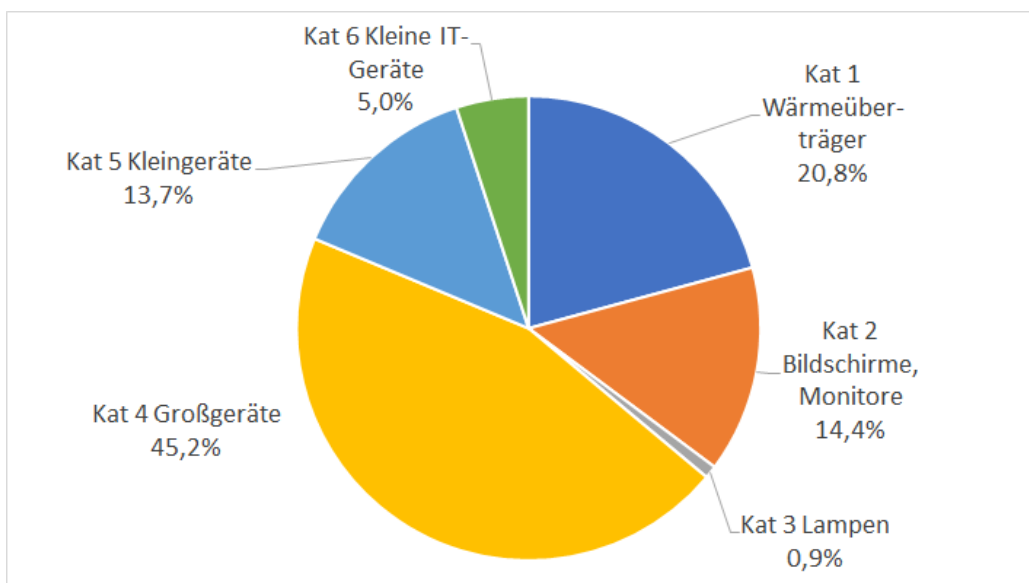


Abbildung 3.2: Aufkommen an Elektro(nik)altgeräten in Berlin 2019 nach Gerätekategorien

In den Erstbehandlungsanlagen beschränkt sich die Behandlung häufig auf die Vorbereitung zur Wiederverwendung und die Schadstoffentfrachtung und Wertstoffseparierung der angenommenen Elektro(nik)altgeräte. Vorbehandelte Geräte, die in der eigenen Anlage nicht weiter behandelt werden können, werden dann zur weiteren Aufbereitung (Folgebehandlung) an Betriebe weitergegeben, die auf die Behandlung bestimmter Gerätekategorien spezialisiert sind. Die Erstbehandlungsanlagen sind dennoch in der Lage, Angaben zur Letztbehandlung der angenommenen Altgeräte zu machen, da sie nach Elektro- und Elektronikgerätegesetz verpflichtet sind, diese Informationen von den nachgelagerten Behandlern abzufragen und den berichtspflichtigen Anlieferern für deren Berichterstattung an die Stiftung ear zur Verfügung zu stellen.

**Verbleib der getrennt erfassten Altgeräte**

Im Rahmen der Akteursbefragung wurde bei den Berliner Erstbehandlungsanlagen daher auch der Letztverbleib der Geräte, unterteilt in „Vorbereitung zur Wiederverwendung“, „Recycling“, „sonstige stoffliche Verwertung<sup>23</sup>“, „energetische Verwertung“ und „Beseitigung“ für jede der sechs Gerätekategorien abgefragt (s. Tabelle 3.2). Der Datenrücklauf zur Behandlung der Geräte war allerdings unvollständig bzw. erfolgte nicht in allen Fällen nach der abgefragten Systematik. Datenlücken aufgrund fehlender Angaben wurden durch Schätzungen auf Basis der Abfallstatistik geschlossen. Insgesamt beruht die Schätzung der Verbleibswege von etwas mehr als 50% der behandelten Mengen auf der beschriebenen Schätzung. Die Ergebnisse werden dennoch als belastbar angesehen, umso mehr als für die Bilanzierung der Behandlung detailliertere Informationen bei ausgewählten Folgebehandlern erhoben wurden. Hierzu wurden auf Basis der Informationen der Erstbehandlungsanlagen vier Folgebehandler ausgewählt, die zusammen das Spektrum der mengenmäßig bedeutenden Gerätekategorien abdecken. Bei diesen Betrieben wurden mittels Telefoninterviews Informationen zu den Aufbereitungsverfahren, den erzeugten Outputströmen und deren Verbleib sowie zum Energieeinsatz erhoben. Diese Informationen bilden eine wesentliche zusätzliche Grundlage für die Bilanzierung der Altgerätebehandlung.

Tabelle 3.2: Mengengerüst zum Aufkommen und Verbleib von Elektro(nik)altgeräten in Berlin auf Basis der Erhebung an den Erstbehandlungsanlagen, 2019

Gerätekategorie	Erfassungsmenge	Behandlungsgesamt	Vorber. zur Wiederverwendung	Recycling	Sonst. stoffl. Verw.	Energetische Verwertung	Beseitigung
01 Wärmeüberträger	5.559	5.484	1,8%	78,7%	0%	18,4%	1,2%
02 Bildschirme, Monitore	3.852	3.746	11,0%	76,8%	0%	10,7%	1,5%
03 Lampen	238	238	0,0%	90,0%	0%	7,0%	3,0%
04 Großgeräte	12.092	11.995	2,6%	87,0%	0,5%	8,8%	1,2%
05 Kleingeräte	3.653	3.571	4,0%	79,5%	0,4%	13,1%	3,0%
06 Kleine IT-Geräte	1.348	1.323	3,6%	81,3%	0%	12,4%	2,7%
<b>Insgesamt</b>	<b>26.742</b>	<b>26.356</b>	<b>3,9%</b>	<b>82,5%</b>	<b>0,3%</b>	<b>11,8%</b>	<b>1,6%</b>

Die Ergebnisse der Erhebung bei den Berliner Erstbehandlungsanlagen sind in Tabelle 3.2 zusammenfassend dargestellt. Das Gesamtaufkommen von 26.724 Mg deckt, wie oben beschrieben, alle in Berlin anfallenden Altgeräte ab, die einer der Berliner Erstbehandlungsanlagen überlassen wurden. Zu den Daten der Erstbehandlungsanlagen hinzugerechnet wurden lediglich 180 Mg der Gerätekategorie 3 „Lampen“, die nach Angaben des Rücknahmesystems „Lightcycle“ in Berlin anfallen, aber zur Erstbehandlung in spezialisierte Anlagen außerhalb Berlins verbracht wurden. Die insgesamt behandelte und entsorgte Menge an Altgeräten fällt mit 26.356 Mg aufgrund von Materialverlusten (Wiegedifferenzen) in der Erstbehandlung etwas geringer aus als das Aufkommen. Insgesamt wurden im Jahr 2019 3,9% der Altgeräte zur Wiederverwendung vorbereitet,

<sup>23</sup> z.B. Verfüllung von Glasabfällen

82,5% dem Recycling zugeführt, 0,3% sonstig stofflich verwertet, 11,8% energetisch verwertet und 1,6% beseitigt.

Mit den Daten aus der Befragung der Berliner Erstbehandlungsanlagen liegt ein belastbares Mengengerüst zum Aufkommen und Verbleib der in Berlin anfallenden Altgeräte vor, das den Stoffstrom für die SKU-Bilanz 2020 wesentlich umfassender abbildet, als dies in den Vorgängerbilanzen der Fall war. Die Befragung von Erstbehandlungsanlagen, Vertreibern, Herstellern und Rücknahmesystemen stützt die Annahme, dass die in Berlin anfallenden Altgeräte ganz überwiegend auch in Berlin der Erstbehandlung zugeführt werden. Die Erstbehandlungsanlagen sind in der Lage, Auskunft über Menge, Herkunft und Letztverbleib der angenommenen Altgeräte, differenziert nach Gerätekategorien, zu geben. Die Daten der Erstbehandlungsanlagen sind zu ergänzen um Mengenströme, die, soweit bekannt, zur Erstbehandlung an Anlagen außerhalb Berlins geliefert werden (kleine Menge der Gerätekategorie 3 „Lampen“).

#### Schlussfolgerungen

Die Datenerhebung an den Erstbehandlungsanlagen ist angesichts der geringen Anzahl an Anlagen ein effizienter Weg, mit begrenztem Aufwand aktuelle Daten zum Aufkommen und Verbleib von Altgeräten zu erheben. Diese Daten wären im Grunde über die jährliche statistische Erhebung regelmäßig verfügbar, wenn im statistischen Erhebungsbogen eine Unterscheidung der angenommenen Geräte nach Herkunft (Berlin bzw. andere Bundesländer) vorgenommen würde, wie dies bei anderen abfallwirtschaftlichen Erhebungen üblich ist. Alternativ zur Wiederholung der Datenerhebung, kann im Rahmen künftiger SKU-Bilanzen auch eine Abschätzung der Mengen auf Basis der amtlichen Statistik erfolgen. In Betracht kommt auch eine Kombination beider Ansätze, bestehend aus einer Datenabfrage bei den großen Erstbehandlungsanlagen in Verbindung mit ergänzenden Schätzungen basierend auf der Abfallstatistik und den ear-Daten.

Die Bilanzierung für E-Schrott wurde auf Basis der Primärdatenerhebung aktualisiert. Ein wesentlicher Unterschied in der aktuellen Bilanzierung sind die neuen Gerätekategorien, die die bisher bewerteten "Kühlgeräte", "weiße Ware" und "braune Ware" ersetzen. Der Anteil der „Wärmeüberträger“ ist der bisherigen Rubrik „Kühlgeräte“ ähnlich, während sich ein wesentlicher Anteil der früheren "braunen Ware" zu "Großgeräten" (früher "weiße Ware") verschob. Die „Kleingeräte“ und „kleine IT-Geräte“ sind zusammen betrachtet, da sie in derselben Folgebehandlungsanlage behandelt werden und keine Differenzierung möglich ist. Aufgrund der sehr geringen Anzahl von "Lampen" und fehlender Informationen zu deren Behandlung, wurden diese für die Bilanzierung nicht weiter betrachtet. Die Bilanzierung wurde so weit wie möglich für jede Gerätekategorie entsprechend den Informationen aus den Folgebehandlungsanlagen modelliert. Für die Zusammensetzung, die Qualität und die weitere Behandlung der Outputfraktionen mussten jedoch überwiegend Annahmen getroffen werden.

#### Bilanzierung E-Schrott

Für den in Tabelle 3.2 ausgewiesenen Verbleib wurde für die „energetische Verwertung“ eine Behandlung in durchschnittlichen EBS-Kraftwerken angenommen. Die „Beseitigung“ (Deponie) und „sonstige stoffliche Verwertung“ (Verfüllung) ist mit keinen relevanten THG-Emissionen verbunden. Die Vorbereitung zur Wiederverwendung wurde bei der Bilanzierung für „Großgeräte“ und „Wärmeüberträger“ nicht berücksichtigt, da die Mengen sehr gering sind, die Zusammensetzung innerhalb der Gerätekategorien nicht bekannt ist und gerade bei energieverbrauchenden Geräten wie Kühlgeräte, Waschmaschinen, Trockner in den letzten Jahren deutliche Effizienzsteigerungen gegeben waren, so dass die Bewertung einer Lebensdauerverlängerung mit nochmals höheren Datenunsicherheiten verbunden wäre. In den Kategorien der „Bildschirme, Monitore“ und „Kleingeräte & kleine IT-Geräte“ wurden Repräsentanten für die

Lebensdauererweiterung ausgewählt: für „Bildschirme, Monitore“ ein LCD-Fernseher, für „kleine IT-Geräte“ ein Handy und für „Kleingeräte“ ein Durchschnittswert für Elektrokleingeräte. Hierzu wurden Daten aus dem „Tool zur orientierenden Darstellung der Abfallvermeidungsleistung“ verwendet, das im Rahmen der SKU-Bilanz 2018 entwickelt wurde (ifeu 2019a).

Für das Recycling bei den Kategorien „Wärmeüberträger“, „Großgeräte“ „Bildschirme, Monitore“ und „Kleingeräte inkl. IT-Geräte“ liegen Informationen zu Input-Outputmengen und teilweise zum Energiebedarf durch die Befragung der Folgebehandlungsanlagen vor, die für die Bilanzierung verwendet wurden. Hauptfraktion im Output sind i.d.R. Metalle, die entweder direkt in Stahlwerke gehen (hochwertige Fe-Metalle) oder zu einer weiteren Aufbereitung. In letzterem Fall wurden abweichend zur früheren Bewertung weitere Aufbereitungsverluste angenommen (10% bei Fe-Metallen, 30% bei NE-Metallen). Bei „Bildschirme, Monitore“ sind Hauptoutputfraktionen Glas (Röhrengeräte) und Kunststoffe (Flachbildschirme). Während Kunststoffe weiter recycelt werden, ist das für Glas aus Röhrenbildschirmen nicht mehr möglich, und es wird z.B. als Drainageschicht auf Deponien verwendet (sonstige Verwertung). Bei allen Gerätekategorien fallen ansonsten verschiedene Reste oder nicht recycelbare Stoffe an, die einer thermischen Behandlung zugeführt werden (z.B. PUR bei Wärmeüberträgern, LCD-Panel bei Flachbildschirmen, nicht recycelbare Kunststoffe bei Kleingeräten inkl. IT-Geräten). Bei Großgeräten entstehen zudem Schredderleichtfraktionen (fein, grob), die abgelagert werden (Bergeversatz, Deponie).

Insgesamt ergibt sich gegenüber der früheren Bilanzierung (ifeu/ICU 2012) in der Klimagasbilanz ein geringeres Nettoentlastungspotenzial. Dies geht zunächst auf insgesamt deutlich geringere Recyclinganteile zurück (Recyclingrate inkl. Anteile Wiederverwendung 69% gegenüber vorher 91%). Anteilig finden sich diese Mengen durch weitere abgelagerte Reste aus dem Recycling in einer höheren Beseitigungsrate (4% statt vorher 0,5%) sowie in einer sonstigen Verwertungsrate (7% Verfüllung, Deponieersatzbaustoff) wieder, die beide keinen Beitrag zum Klimaschutz erbringen. Des Weiteren sind die beim Recycling aussortierten Metallfraktionen mitunter niedriger und ergeben sich durch die zudem angenommenen weiteren Aufbereitungsverluste geringere Ausbeuten und damit Entlastungspotenziale.

Optimierungsmöglichkeiten bestehen vor allem im Ausbau der Wiederverwendung, der für Berlin im Rahmen der Re-Use Initiative angestrebt und verfolgt wird. So wurde beispielsweise zur Stärkung der Wiederverwendung gebrauchter Informations- und Kommunikationstechnik (IKT)-Geräte am 27.08.2020 ein Fachdialog durchgeführt<sup>24</sup>. Des Weiteren ist mit Wirkung vom 01.12.2021 die Vergabe für die öffentliche Beschaffung von IKT-Geräten neu an weitergehende Anforderungen für die Rücknahme von Altgeräten geknüpft (Leistungsblatt gemäß Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt, VwVBU). Die Wiederverwendung ist danach im Einklang mit der Abfallhierarchie vorrangig anzustreben, und Bieter haben detailliert darzulegen, wie sie eine möglichst maximale Wiederverwendungsquote erzielen. Im Vorfeld zu der Veröffentlichung des neuen Leistungsblattes konnte die Senatsverwaltung bereits ein Pilotprojekt mit Akteuren initiieren, und ausgesonderte IKT-Geräte verschiedener Behörden konnten zu 50% für eine Wiederverwendung vorbereitet werden. Maßgeblich für die anteilige

**Optimierungsmöglichkeiten**

<sup>24</sup> <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/kreislaufwirtschaft/projekte/re-use-berlin/fachdialoge/> (7.12.2021)

Wiederverwendung bzw. das Remarketing sind die jeweils erzielbaren Erlöse, die von Alter, Ausstattung und Aufwand zur Ertüchtigung der Geräte abhängen.

Als weitere wichtige Anforderung des Leistungsblatts sind die durch Wiederverwendung und das Recycling jeweils erzielten Klimagaseinsparungen und Ressourceneinsparungen zu dokumentieren. In Anbetracht der hohen Datenunsicherheiten für eine Wiederverwendung (s.o.) besteht für diesen Aspekt Bedarf einer weiteren Konkretisierung. Es wird eine harmonisierte Herangehensweise bzw. eine Konvention für die Bewertung benötigt, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewähren. Die wichtigsten Aspekte hierbei sind:

Prüfung oder Evaluierung zur Umweltbewertung der Wiederverwendung

- Festlegen von Werten, die für die jeweils substituierte Neuware angerechnet werden dürfen,
- Erarbeitung von Kriterien für die Ermittlung der Lebensdauerverlängerung, die angerechnet wird,
- Vorgehen zur Berücksichtigung der Energieeffizienz in der Nutzungsphase, die für Neu- und Altgeräte unterschiedlich sein kann,
- Abstimmung von Wirkungskategorien, die die Ressourceneinsparung dokumentieren sollen,
- Abstimmung von Standard-Emissionsfaktoren für den Energiebedarf.

Für die Beurteilung von künftigen Vergabeanträgen wird eine Prüfung dieser Aspekte empfohlen bzw. eine gutachterliche Evaluierung der verschiedenen Anträge. Mindestens sollten die Anträge folgende Angaben enthalten:

- Ausweisung der Energiebilanz (gesamt und fossil), Klimagasbilanz, Metallbilanz; differenzierte Werte für Aufwand (Vorbereitung zur Wiederverwendung) und Substitutionspotenzial (ersetzte Neuware),
- genaue Bezeichnung der ersetzten Neuware mit Quellenangabe für die verwendeten Bilanzwerte,
- Angabe der Lebensdauer der ersetzten Neuware und der Lebensdauerverlängerung der Gebrauchtware,
- Angabe des Energieverbrauchs der ersetzten Neuware und der wiederverwendeten Gebrauchtware,
- Angabe des verwendeten THG-Emissionsfaktors für Strom in kg CO<sub>2</sub>-Äq/kWh.

### 3.3 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 in Kapitel 3.3.1 die Ergebnisse der Klimagasbilanz für Haus- und Geschäftsmüll ausführlicher dargestellt und erläutert. In Kapitel 3.3.2 sind darüber hinaus Fallbeispiele beschrieben, in denen die wesentlichen Entsorgungsvarianten mit verschiedenen Annahmen betrachtet sind.

### 3.3.1 Aufschlüsselung Klimagasbilanz Haus- und Geschäftsmüll 2020

Für eine ausführlichere Gegenüberstellung der Ergebnisse für die verschiedenen Behandlungswege müssen die spezifischen Ergebnisse herangezogen werden. Tabelle 3.3 zeigt diese aufgeschlüsselt nach Prozessen. Zur Bezeichnung der Behandlungswege ist in den Spaltenüberschriften vereinfacht die Erstbehandlungsanlage genannt. Bei den Belastungen sind die Prozesse Sammlung und Transporte, Aufbereitung, Verbrennung und Metallverwertung differenziert. Für die Gutschriften – die potenziell im Sektor Industrie oder dem Sektor Energie vermiedenen THG-Emissionen – sind die Prozesse Strom- und Wärmeerzeugung aus Abfall, Mitverbrennung in Zement- oder Braunkohlekraftwerken und Metallverwertung unterschieden.

Tabelle 3.3: Klimagasbilanz Haus- und Geschäftsmüll 2020 nach Behandlungswegen und Prozessen

in kg CO <sub>2</sub> -Äq/Mg	MHKW Ruhleben	MPS Pankow	MPS Reinickendorf	MA Grünauer Str.	MBA Anlagen	Thermische Anlagen
<b>Belastungen</b>						
Sammlung	8	8	8	8	8	8
Transporte	1	11	6	11	13	7
Aufbereitung		79	80	42	49	
Verbrennung	317	350	370	267	248	338
Metallverwertung	3	6	5	1	0	1
<b>Summe Belastungen</b>	<b>328</b>	<b>454</b>	<b>468</b>	<b>329</b>	<b>317</b>	<b>353</b>
<b>Gutschriften</b>						
Strom aus Verbrennung	-61	-38	-39	0	-113	-128
Wärme aus Verbrennung	-327	-60	-59	0	-180	-199
Mitverbr. Braunkohle-KW		-750	-615			
Mitverbr. Zementwerk		-25	-195	-686		
Metallverwertung	-54	-87	-86	-38	-22	-40
<b>Summe Gutschriften</b>	<b>-442</b>	<b>-960</b>	<b>-994</b>	<b>-725</b>	<b>-315</b>	<b>-367</b>
<b>Netto</b>	<b>-114</b>	<b>-506</b>	<b>-526</b>	<b>-396</b>	<b>2</b>	<b>-15</b>

Abweichungen in den Summen ergeben sich durch Rundungsungenauigkeiten

Die Sammlung gilt für jeden Behandlungsweg gleichermaßen. Die damit verbundenen THG-Emissionen belaufen sich einheitlich auf rund 8 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Tonne Haus- und Geschäftsmüll. Weitere Transporte sind abhängig von der Entfernung zu den jeweiligen Behandlungsanlagen für die erzeugten Outputs (Schlacke, Metalle, EBS, Mineralien, Rottefraktion, Störstoffe). Gegenüber dem Jahr 2018 bestehen kleine Unterschiede durch die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Transporte (s. Kap. 5.1).

**Sammlung und Transporte**

Der Aufbereitung umfasst je nach Behandlungsweg unterschiedliche Aufwendungen:

**Aufbereitung**

- MPS-Anlagen: THG-Emissionen aus dem Strom- und Erdgasbedarf und THG-Abluftemissionen (letzteres rd. 4 kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg).



- MA Grünauer Str.: THG-Emissionen aus dem Strombedarf, aus der Behandlung des Outputs Rottefraktion in MBA (Methanemissionen) und aus dem Strombedarf der anteiligen Aufbereitung des erzeugten Outputs 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).

Leichte Unterschiede gegenüber der SKU-Bilanz 2018 ergeben sich zum einen durch aktuelle Bedarfswerte für den Strom- und Erdgasbedarf für die MPS-Anlagen und zum anderen durch die aktualisierten Emissionsfaktoren v.a. für den Strombedarf (s. Kap. 5.1). Bei letzterem führt der niedrigere THG-Emissionsfaktor zu geringeren Belastungen. Bei der Behandlung über MA ergibt sich der etwas höhere spezifische Wert, da EBS vollständig weiter für die Mitverbrennung aufbereitet wurden (2018 zu 80%).

Die THG-Emissionen unter „Verbrennung“ unterscheiden sich zwischen den Behandlungswegen vor allem nach den jeweils verbrannten Mengenanteilen (vollständig bei direkter Verbrennung, 54% bei EBS aus MA und 64% bzw. 67% bei EBS aus den MPS-Anlagen) 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 CO<sub>2</sub>-Äq/Mg nach Öko-Institut/ifeu 2010). Änderungen gegenüber dem Jahr 2018 sind vor allem durch die Vereinheitlichung der Kenndaten für EBS bedingt<sup>25</sup> (s. Kap. 5.3), bei der Behandlung über MA zudem durch den geringeren EBS-Anteil daraus (2018: 68%).

#### Verbrennung

THG-Emissionen der „Metallverwertung“ basieren auf bundesdurchschnittlichen Emissionsfaktoren, die für 2020 angepasst wurden (vgl. Kap. 5.2.2) und zu etwas niedrigeren spezifischen Belastungen führen. 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).

#### Metallverwertung

- MHKW Ruhleben: nach Betriebsbericht 2,2% 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 3,6% bzw. 4,0% Fe-Metalle und 1,8% bzw. 1,6% NE-Metalle mit Ausbeuten von 78% für Fe- und 34% für die NE-Metalle.
- MA Grünauer Str.: nach Abfallbericht 3,0% Fe-Metalle mit Ausbeute von 78%.
- MBA-Anlagen: rd. 2% Fe-Metalle mit Ausbeute von 78%.
- Thermische Anlagen: rd. 3% Fe-Metalle 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 3.3 ergeben sich

#### Gutschrift für erzeugte Energie

<sup>25</sup> Höhere fossile C-Gehalte, im Zusammenspiel mit den zugehörigen Heizwerten ergeben sich leicht vorteilhafte Effekte.

durch unterschiedlich verbrannte Mengenanteile und durch die Wirkungsgrade der verschiedenen thermischen Anlagen. Die Nettowirkungsgrade für die Dampfnutzung aus dem MHKW Ruhleben lagen 2020 mit 5,3% elektrisch und 54,8% thermisch beim Strom unter und bei der Wärme deutlich über dem Bundesdurchschnitt von 11,1% elektrisch und 33,5% thermisch (Flamme et al. 2018).

EBS aus den MPS-Anlagen und der MA gehen überwiegend zur Mitverbrennung in Braunkohlekraftwerke und zum Zementwerk Rüdersdorf. Bei der Behandlung über MA im Jahr 2020 zu 100% nach einer weiteren EBS-Aufbereitung. Durch die Mitverbrennung wird heizwertäquivalent Kohle ersetzt, d.h. die ansonsten durch Kohle 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 3.3 ergeben sich durch unterschiedliche EBS-Mengen zur Mitverbrennung entsprechend der Angaben in den Abfallberichten bzw. der BSR-Entsorgungsbilanz 2020 (BSR 2021):

- MPS Pankow: EBS zu rd. 76% zur Mitverbrennung in Braunkohle-Kraftwerke und rd. 3% zur Mitverbrennung im Zementwerk Rüdersdorf (2018: 84% und 8%).
- MPS Reinickendorf: EBS zu rd. 19% zur Mitverbrennung in Braunkohle-KW und rd. 62% zur Mitverbrennung im Zementwerk Rüdersdorf (2018: 18% und 71%).
- MA Grünauer Str.: EBS vollständig zur EBS-Aufbereitungsanlage ORS Wilmersdorf (2018: rd. 80%) und anschließend (ca. 95%) zur Mitverbrennung im Zementwerk Rüdersdorf.

Die verbleibenden EBS-Anteile aus den MPS-Anlagen gingen zu EBS-Kraftwerken. Bei EBS aus der MPS Pankow waren dies 2020 etwa 21% (2018: 7%), der größte Anteil ging zum IHKW Eisenhüttenstadt (16%), weitere Anteile zum EBS-HKW Schwedt (4%), zum EBS-HKW Spremberg (0,9%) und zum IKW Rüdersdorf (0,2%). Aus der MPS Reinickendorf gingen 2020 insgesamt 20% der erzeugten EBS zu EBS-Kraftwerken (2018: 11%), rund 18% zum IHKW Eisenhüttenstadt und 2% zum EBS-HKW Schwedt. Aus der MA Grünauer Str. gingen 2020 keine Mengen zu EBS-Kraftwerken (2018: 20%). Die Wirkungsgrade der Strom- und Wärmeerzeugung der EBS-Kraftwerke wurden 2018 aktualisiert. Für einzelne Anlagen können diese sehr unterschiedlich ausfallen (ifeu 2019a, Tabelle 3.2).

Die Unterschiede im spezifischen Ergebnis gegenüber dem Jahr 2018 sind durch verschiedene Aspekte bedingt. Für Strom- und Wärmeerzeugung ergeben sich durch die abnehmenden Emissionsfaktoren aufgrund der Energiewende vor allem bei Strom geringere Gutschriften (s. Kap. 5.1). Leicht vorteilhaft wirkt sich der Effekt durch die Vereinheitlichung der Kenndaten für EBS aus (s. Kap. 5.3). Bei der Behandlung über MHKW wirkt sich der deutlich höhere thermische Wirkungsgrad günstig aus (2018: 42,7%)<sup>26</sup>, auch wenn der elektrische Wirkungsgrad niedriger liegt (2018: 9,2%). Für die Nutzung der erzeugten EBS ist ein weiterer wichtiger Aspekt die Anteile zur Mitverbrennung, die bei den EBS aus den MPS-Anlagen deutlich niedriger liegen als 2018. Die EBS aus der MA gehen zwar vollständig nach weiterer Aufbereitung zur Mitverbrennung, aber der EBS-Anteil im Output ist niedriger als 2018 (54% statt 68%). Für die EBS-Anteile, die zu EBS-Kraftwerken gehen spielen des Weiteren deren Wirkungsgrade eine Rolle (s.a. auch nachfolgende Fallbeispiele).

<sup>26</sup> Das Jahr 2018 war für die Dampfnutzung ein Ausnahmejahr. Aufgrund Revisionsarbeiten an der Vattenfall-Turbine fiel die Energieerzeugung geringer aus. (ifeu 2019a)

### 3.3.2 Fallbeispiele Klimagasbilanz Haus- und Geschäftsmüll

Bei der Behandlung von Haus- und Geschäftsmüll hat der Verbleib der erzeugten EBS einen wichtigen Einfluss auf das Ergebnis der Klimagasbilanz. Um dies weiter zu verdeutlichen dienen nachfolgende Fallbeispiele für die Behandlung über die MPS-Anlagen als relevante Behandlungspfade. Dabei sind folgende Fallvarianten zum Verbleib der in 2020 erzeugten EBS unterschieden:

- erzeugte EBS gehen zu 100% zur Mitverbrennung in Braunkohle-Kraftwerke,
- erzeugte EBS gehen zu 100% zur Mitverbrennung ins Zementwerk Rüdersdorf,
- erzeugte EBS gehen zu 100% in ein durchschnittliches EBS-Kraftwerk (durchschnittliche Wirkungsgrade nach (Flamme et al. 2018)),
- erzeugte EBS gehen zu 100% zum IKW Rüdersdorf (Stromerzeugung, Nettowirkungsgrad 27%, bislang keine externe Wärmenutzung).

Die Ergebnisse können wiederum nur auf spezifischer Ebene verglichen werden. Abbildung 3.3 zeigt im oberen Teil die spezifischen Ergebnisse der Klimagasbilanz für die Varianten für den Verbleib der erzeugten EBS aus der MPS Pankow und darunter aus der MPS Reinickendorf. Die Ergebnisse im Vergleich zwischen den beiden MPS-Anlagen unterscheiden sich nur sehr wenig in Abhängigkeit des Anteils erzeugter EBS (64% bzw. 67%). Die Belastungen entsprechen grundsätzlich den Belastungen in Tabelle 3.3, kleine Abweichungen ergeben sich durch unterschiedliche Transportentfernungen zu den verschiedenen Anlagen für die EBS Nutzung. Das höchste Entlastungspotenzial wird durch die Mitverbrennung in Braunkohle-Kraftwerken (BK-KW) erzielt durch die heizwertäquivalente Substitution von Kohle. Das nächsthöchste Entlastungspotenzial ergibt sich durch Mitverbrennung im Zementwerk Rüdersdorf für die ebenfalls heizwertäquivalente Kohle substituiert wird. Der kleine Abstand ergibt sich durch einen 5% Effizienzabschlag aufgrund angenommener Verluste bei der Vorbehandlung im Wirbelschichtvergaser. Dem gegenüber erzielt der Einsatz in thermischen Abfallbehandlungsanlagen, bei denen als Nebennutzen Strom und Wärme erzeugt wird, durch die Substitution einer durchschnittlichen Strom- und Wärmeerzeugung geringere Entlastungspotenziale.

Bei der EBS-Nutzung in einem durchschnittlichen EBS-Kraftwerk werden mit den aktuellen Emissionsfaktoren für Strom und Wärme noch Nettoentlastungspotenziale erreicht. Diese liegen mit -68 bzw. -74 kg CO<sub>2</sub>-Äq/Mg Abfall (MPS Pankow bzw. MPS Reinickendorf) etwas geringer als im spezifischen Ergebnis für die direkte thermische Behandlung von Haus- und Geschäftsmüll im MHKW Ruhleben (s. Tabelle 3.3). Im Fallbeispiel mit vollständigem Einsatz der EBS im IKW Rüdersdorf mit ausschließlicher Stromerzeugung ergibt sich kein Nettoentlastungspotenzial mehr. Obwohl der Stromwirkungsgrad sehr gut ist, überwiegen hier die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verbrennung. Letztere entsprechen den Werten für „Verbrennung“ in Tabelle 3.3 und unterscheiden sich in den Fallbeispielen nicht, da sie ausschließlich vom fossilen C-Gehalt der eingesetzten EBS abhängen.

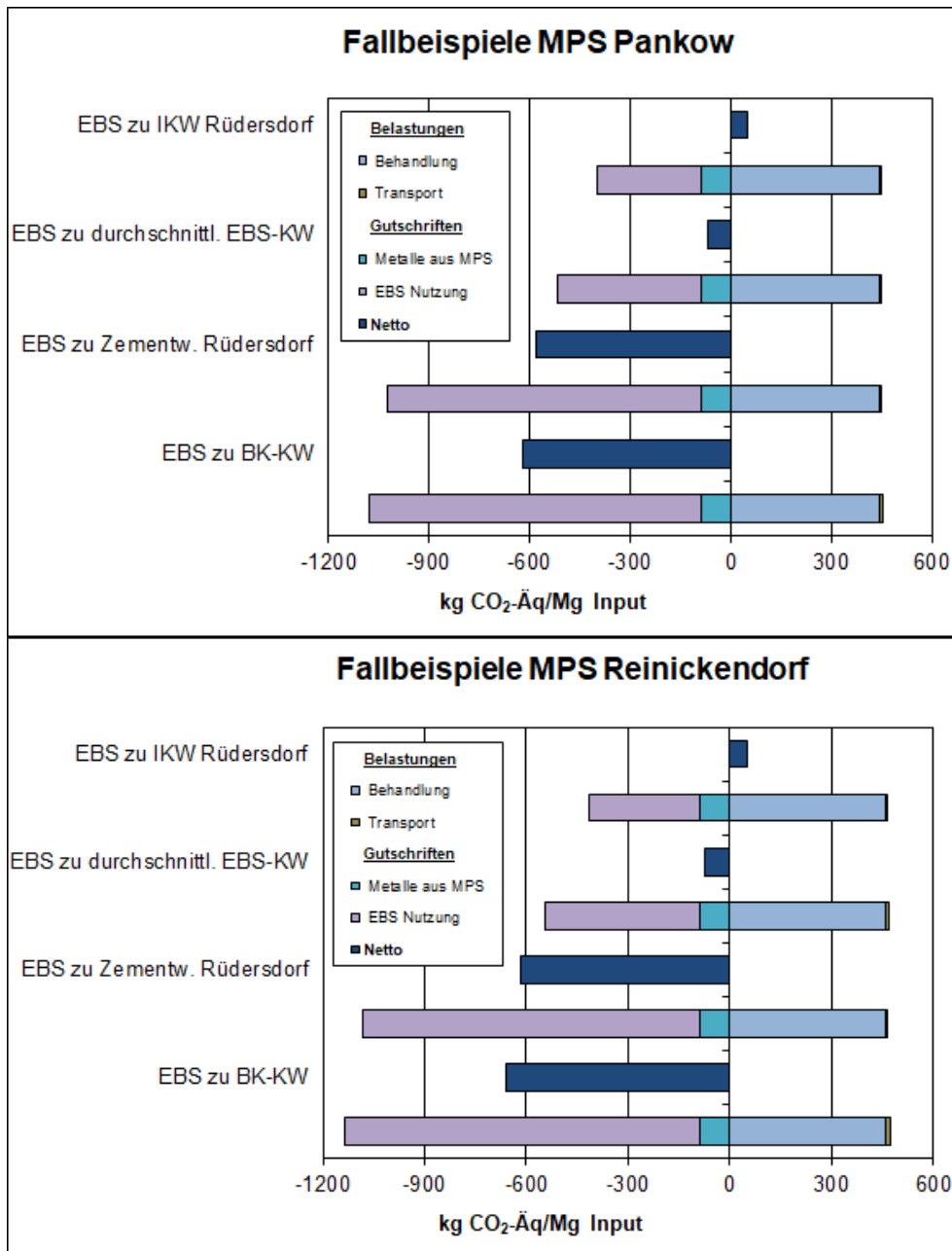


Abbildung 3.3: Fallbeispiele Verbleib EBS aus MPS Pankow und aus MPS Reinickendorf

Im Fazit der Fallbeispiele lässt sich festhalten:

- Wie schon in früheren Untersuchungen gezeigt (ifeu 2017b) hat die Energie- wende einen deutlichen Einfluss auf die Ergebnisse bei der sektoralen Betrachtung nach Ökobilanzmethode der Abfallwirtschaft.
- Aus Klimaschutzsicht führt die Mitverbrennung und Substitution von Kohle zu den höchsten Entlastungseffekten. Für Braunkohle-Kraftwerke erübrigt sich dieser Beitrag mit deren Stilllegung idealerweise bis 2030<sup>27</sup>. Für Zementwerke ist mittel-

<sup>27</sup> Nach Koalitionsvertrag der Regierungsparteien wird der Kohleausstieg idealerweise auf 2030 vorgezogen <https://www.bundesregierung.de/re-source/blob/974430/1990812/a4ceb7591c8d9058b402f0a655f7305b/2021-12-10-koav2021-data.pdf?download=1> (statt erst 2038 (BMWi 2019))

bis langfristig mit einer Umstellung auf Erdgas bzw. synthetisches Gas (mit CO<sub>2</sub> aus Luft als Rohstoff) zu rechnen (ifeu 2019a). Zudem sind die Mitverbrennungskapazitäten begrenzt.

- Die zunehmende Defossilierung der Stromerzeugung führt zu sinkenden Entlastungseffekten durch die Stromerzeugung aus Abfall, eine KWK-Nutzung ist vorteilhafter. Eine mögliche Ausnahme für den Strommarkt bildet die flexible Stromerzeugung (vgl. ifeu 2017b).
- Für die (anteilig unvermeidbare) thermische Nutzung von Abfällen bietet die Wärmeerzeugung und -nutzung einen wichtigen Beitrag, da für den Wärmesektor derzeit weniger erneuerbare Alternativen zur Verfügung stehen.
- Die Reduktion der fossilen CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der (anteilig unvermeidbaren) Verbrennung wird langfristig durch Herstellung von Produkten aus nicht-fossilen Rohstoffen erreicht werden. Dies erfordert Technologieumstellungen v.a. in der Chemieindustrie.

## 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, für das alle 4 Jahre Emissionserklärungen abzugeben sind (gemäß 11. BImSchV) 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 2020 wurden an dieser Anlage rund 271.000 Tonnen mineralische Abfälle angenommen und rund 286.000 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.

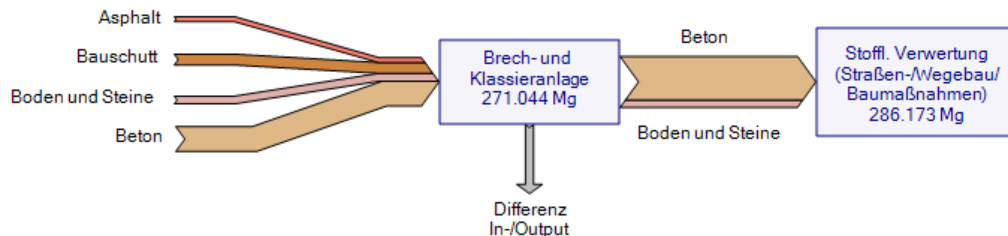


Abbildung 4.1: Stoffströme 2020, Graf Baustoffe, Nonnendamm

## 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 2020 wurden an dieser Anlage rund 465.000 Tonnen mineralische Abfälle angenommen und rund 450.000 Tonnen abgegeben, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Die Input-Output-Differenz ergibt sich aus Lagerbeständen.

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 aus dem Input wieder sowie Bauschutt (AVV 170107). Ein Großteil der Menge im Output ist als „Mineralien“ (AVV 191209) ausgewiesen, die als Schotter Tragschicht bzw. Frostschutz verkauft werden. Die Menge wurde für die SKU-Bilanz dem Bauschutt zum Einsatz im Straßen- und Wegebau zugeordnet.

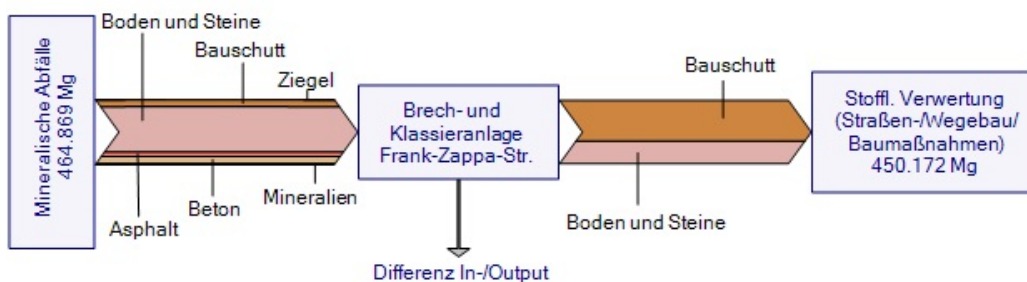


Abbildung 4.2: Stoffströme 2020, BTB-Gruppe, Frank-Zappa-Straße

## 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 2020 wurden an dieser Anlage rund 240.000 Tonnen mineralische



Abfälle angenommen und rund 237.000 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.

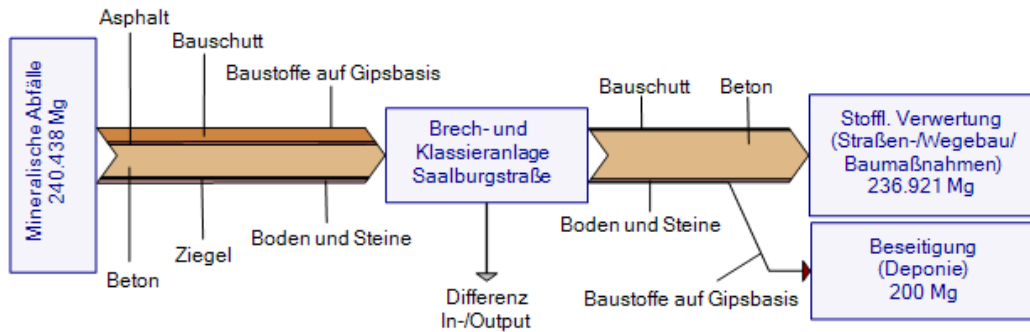


Abbildung 4.3: Stoffströme 2020, RWG I - Schicht, Saalburgstraße

#### 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 2020 wurden an dieser Anlage rund 290.000 Tonnen mineralische Abfälle angenommen und rund 268.000 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.

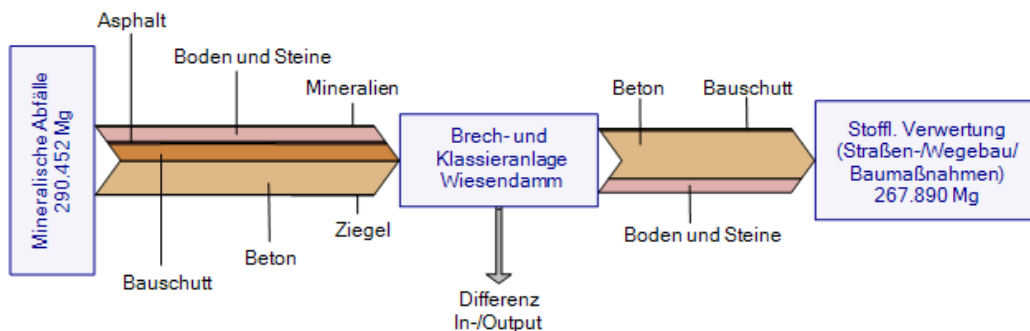


Abbildung 4.4: Stoffströme 2020, RWG I - Schicht, Wiesendamm

## 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/a<sup>28</sup>. Im Jahr 2020 wurden an dieser Anlage rund 561.000 Tonnen Restabfälle angenommen und rund 123.000 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 2021) und dem Jahresbericht ausgewerteten Stoffströme dargestellt, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Die energetisch verwertete Menge ist als Differenz des Anlageninput und der Verbrennungsrückstände berechnet.

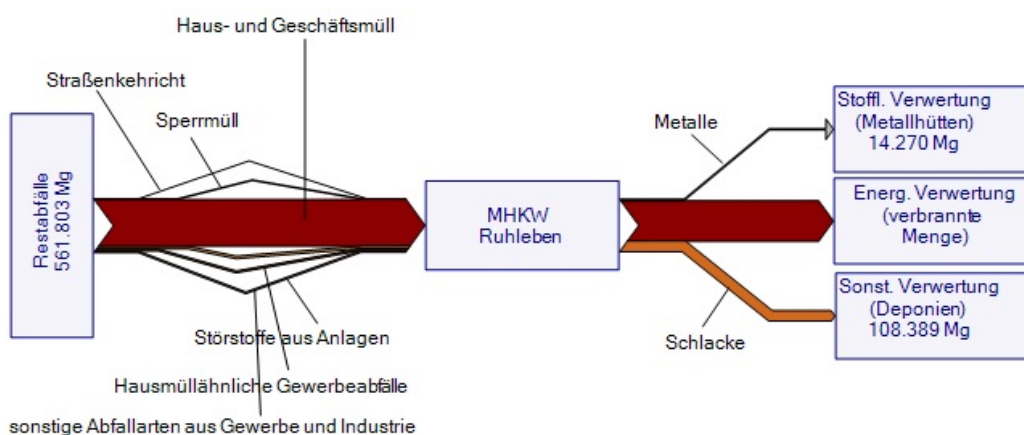


Abbildung 4.5: Stoffströme 2020, BSR MHKW Ruhleben

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 Öffentlichkeit<sup>29</sup>.

## 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 2020 wurden an dieser Anlage rund 176.000 Tonnen Restabfälle angenommen und (abzüglich Wasserverluste) abgegeben, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Dabei handelte es sich überwiegend um Hausmüll inkl. Geschäftsmüll (vgl. Kap. 2.1.1) und ansonsten um eine kleinere Menge gemischte Siedlungsabfälle, die über die Sonderabfrage erfasst wurde.

<sup>28</sup> Dabei handelt es sich um die genehmigungsrechtlich beschränkte Durchsatzkapazität. Bezogen auf die technisch mögliche Feuerungswärmeleistung kann mehr verbrannt werden (s. AWK 2019).

<sup>29</sup> Für 2020: ([https://www.bsr.de/assets/downloads/Veroeffentlichung\\_Emissionsmessung\\_MHKW\\_2020.pdf](https://www.bsr.de/assets/downloads/Veroeffentlichung_Emissionsmessung_MHKW_2020.pdf)) (26.11.2021)

In Abbildung 4.6 sind die nach der BSR-Entsorgungsbilanz (BSR 2021) und der Sonderabfrage ausgewerteten Stoffströme dargestellt, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind.

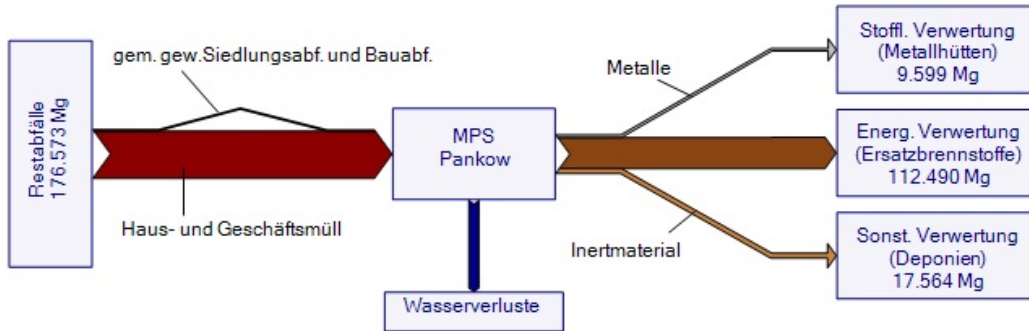


Abbildung 4.6: Stoffströme 2020, MPS Pankow

## 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 2020 wurden an dieser Anlage rund 174.000 Tonnen Restabfälle angenommen und (abzüglich Wasserverluste) abgegeben, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind.

In Abbildung 4.7 sind die nach der BSR-Entsorgungsbilanz (BSR 2021), dem Jahresbericht 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 472 Mg Sperrmüll wegen geringerem Mengenanteil, s. Kap. 2.1.2 und eine kleine, nicht differenzierte Menge Straßenkehricht, s. Kap. 2.2.13).

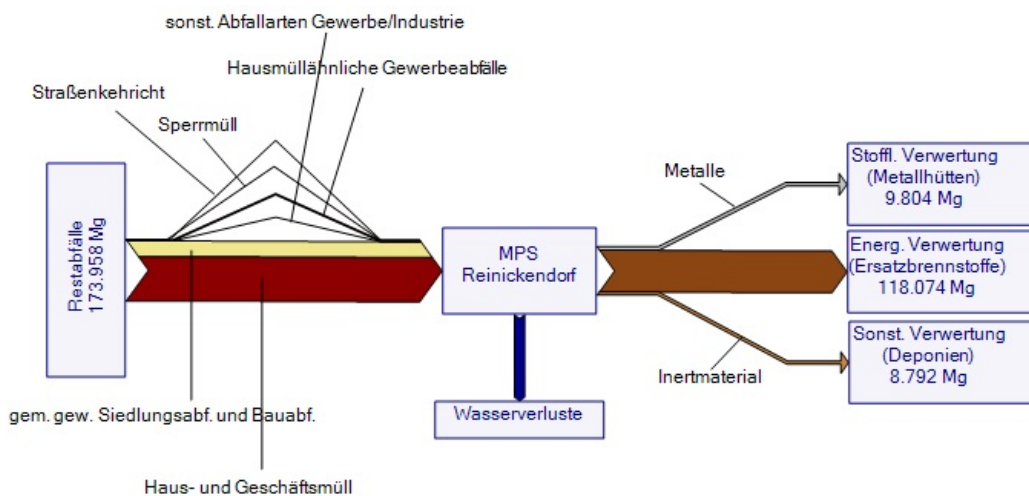
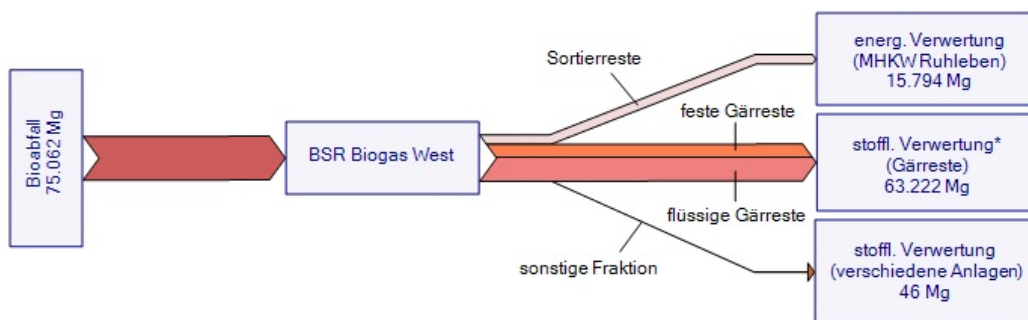


Abbildung 4.7: Stoffströme 2020, MPS Reinickendorf

## 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 2020 wurden an dieser Anlage rund 75.000 Tonnen Bioabfälle angenommen und rund 79.000 Tonnen abgegeben, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Die Input-Output-Differenz ergibt sich aus Lagereffekten und Wasserergänzung.

In Abbildung 4.8 sind die nach der BSR-Entsorgungsbilanz (BSR 2021) und dem Jahresbericht 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 Recyclingrate zugeordnet.

Abbildung 4.8: Stoffströme 2020, 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 2020 wurden an dieser Anlage 90.860 Tonnen Leichtverpackungs- und Stoffgleiche Nichtverpackungsabfälle (LVP + StNVP) angenommen und abgegeben, die in der SKU-Bilanz berücksichtigt sind. Die für diese Menge gemäß Mengenstromnachweis nach Jahresbericht und Angaben von ALBA 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 ungefauter und gefauter Klärschlamm thermisch behandelt. Im Jahr 2020 wurden in dieser Anlage rund 211.000 Tonnen Klärschlamm eingesetzt (rd. 57.000 Tonnen Trockensubstanz) und rund 11.400 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 verwertete Menge ist als Differenz des Anlageninput und der Verbrennungsrückstände berechnet. Die Behandlung über die KSVa ist als Beseitigung eingestuft (s. Kap. 6.1).

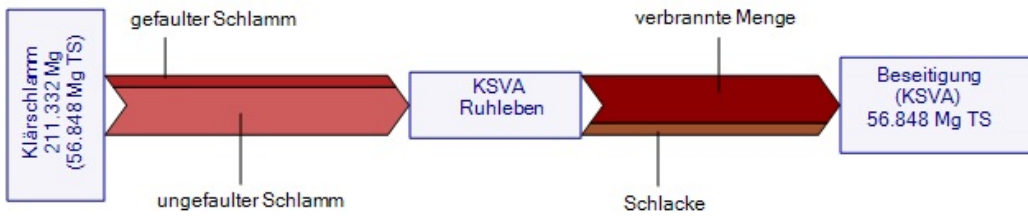


Abbildung 4.9: Stoffströme 2020, BWB KSV A Ruhleben

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 2020 fielen 4.662 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 Wärme sowie Emissionswerte für einzelne Behandlungspfade.

## 5.1 Emissionsfaktoren für Energie und Transporte

Die Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Strom ist mit Voranschreiten der Energiewende und Defossilierung des Stromnetzes zunehmend wichtig. Für den Wärmesektor, Mobilität und die Bereitstellung von Brennstoffen gehen Veränderungen im Sinne der Erreichung der Klimaschutzziele demgegenüber langsamer voran. Für die SKU-Bilanz 2020 wurden insgesamt die Emissionsfaktoren für Strom, Wärme (zuletzt 2016) und die Kenndaten für Kohlen (abhängig von der Herkunft) aktualisiert. Die Emissionen der Brennstoffvorketten sind relativ konstant und gegenüber den direkten Emissionen der Verbrennung von nachgelagerter Bedeutung. Allerdings steht die Bereitstellung von Erdgas derzeit in der Diskussion, dass die Emissionen bislang unterschätzt wären. Dieser Aspekt sollte für die SKU-Bilanz 2022 neu geprüft werden.

Die Emissionsfaktoren für Strom und Fernwärme werden mit dem ifeu-Kraftwerksparkmodell generiert<sup>30</sup> 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), das Bezugsjahr 2017 (SKU-Bilanz 2018) und das Bezugsjahr 2019 (SKU-Bilanz 2020) und damit weitmöglich auf das jeweils aktuellste Bezugsjahr. In den in Tabelle 5.1 gezeigten aktuellen Emissionsfaktoren setzt sich der rückläufige Trend insgesamt fort. Dies gegenüber dem Vorjahr nochmals deutlicher für die Klimagase, den KEA fossil und bei den NO<sub>x</sub>-Emissionen.

Insgesamt ergeben sich daraus für die SKU-Bilanz wiederum sowohl geringere direkte Emissionslasten als auch geringere Gutschriften für Strom aus Abfall. Letztere überwiegen für die Nettoergebnisse für die Abfallarten bei denen zu relevanten Anteilen Energie aus Abfall erzeugt wird. Bei manchen Abfallarten würde sich alleine daraus für manche Parameter eine Umkehr im Nettoergebnis ergeben<sup>31</sup>. Mit weiter voranschreitender Defossilierung werden generell bei allen Abfallarten die Gutschriften für Strom (und allgemein Energie) aus Abfall weiter abnehmen, bei den Klimagasen und dem KEA fossil bis auf Null. Diese Entwicklung muss notwendigerweise stattfinden. Die Energiewende – der Ausstieg aus der fossilen Energieerzeugung – ist eine Voraussetzung, um unsere Klimaschutzziele zu erreichen. Dadurch verändern sich notwendigerweise die potenziellen Beiträge aus der energetischen Verwertung von Abfällen, da es immer weniger zu ersetzende fossile Brennstoffe gibt. Ungeachtet dessen hat die Abfallwirtschaft bereits wesentliche Klimaschutzbeiträge geleistet und sind wichtige Beiträge auch künftig

---

<sup>30</sup> <https://www.ifeu.de/projekt/stromerzeugungkraftwerkspark-modell/>

<sup>31</sup> Beispielsweise für NO<sub>x</sub>-Emissionen bei Altholz. Hier überwiegen jedoch die Effekte aus der Vereinheitlichung der Kenndaten (Kap. 5.3).

möglich wie entsprechende Untersuchungen im Rahmen der SKU-Bilanz 2016 gezeigt haben (ifeu 2017a, ifeu 2017b).

Tabelle 5.1: Zeitverlauf Emissionsfaktoren für Strom

<b>Emissionsfaktor</b>	
<b>Klimagase in g CO<sub>2</sub>-Äq/kWh</b>	
SKU-Bilanz bis 2014	743 für Berlin, 633 für Bundesebene
SKU-Bilanz 2016	585
SKU-Bilanz 2018	562
SKU-Bilanz 2020	471
<b>KEA fossil in MJ/kWh</b>	
SKU-Bilanz bis 2014	7,4 für Berlin, 6,3 für Bundesebene
SKU-Bilanz 2016	5,6
SKU-Bilanz 2018	5,2
SKU-Bilanz 2020	4,3
<b>NOx in g/kWh</b>	
SKU-Bilanz bis 2014	0,56 für Berlin, 0,78 für Bundesebene
SKU-Bilanz 2016	0,77
SKU-Bilanz 2018	0,65
SKU-Bilanz 2020	0,48
<b>Hg in mg/kWh</b>	
SKU-Bilanz bis 2014	0,006 für Berlin, 0,017 für Bundesebene
SKU-Bilanz 2016	0,015
SKU-Bilanz 2018	0,025
SKU-Bilanz 2020	0,024

Für die SKU-Bilanz 2020 wurden neben den Emissionsfaktoren für Energie auch die Emissionsfaktoren für Transporte aktualisiert. Datenquelle sind vom Umweltbundesamt veröffentlichten Emissionen im Güterverkehr<sup>32</sup>. Für die SKU-Bilanz ergibt sich daraus nur eine geringe Änderung in der Klimagasbilanz (Emissionsfaktor liegt nur rund 10% niedriger), aber ein größerer Einfluss auf die NOx-Emissionen. Diese haben sich durch Abgasreinigungstechnologien deutlicher geändert und liegen nur noch bei einem Viertel des vorigen Wertes (0,25 statt 1,08 g/tkm), so dass die direkten NOx-Emissionen aus Transporten weniger hohe Belastungen bedingen. Dieser Aspekt ergibt sich durch Innovationen im Sektor Mobilität und nicht als Leistung der Abfallwirtschaft.

<sup>32</sup> [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/bilder/dateien/uba\\_emissionstabelle\\_gueterverkehr\\_2019.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/bilder/dateien/uba_emissionstabelle_gueterverkehr_2019.pdf) (14.11.2021)



## 5.2 Emissionsfaktoren trockene Wertstoffe

Die Energiewende hat nicht nur Einfluss auf das Substitutionspotenzial der Energieerzeugung aus Abfall, sondern auch auf die Herstellung von Primärmaterialien. Für stromintensive Herstellungsprozesse wie die Herstellung von Zellstoff oder Primäraluminium wurden aus diesem Grund für die SKU-Bilanz 2020 Daten aktualisiert. Des Weiteren haben sich v.a. für systembeteiligungspflichtige Verpackungsabfälle die Rahmenbedingungen geändert<sup>33</sup>. Da diese eine Teilmenge der LVP & StNVP bilden wurde deren Stoffstrombilanz aktualisiert und konnte die Klimagas- und Umweltbilanzierung neu aufgesetzt werden. Die insgesamt durchgeführten Änderungen sind in ihren wesentlichen Randbedingungen nachfolgend beschrieben.

### 5.2.1 Altpapier

Der Verwertungsweg für Altpapier wurde im Rahmen eines UBA-Vorhabens recherchiert (Vogt et al., lfd. Vorhaben). Dies betrifft vor allem die Aufbereitungsreste (Rejects), deren weitere Behandlung und das Substitutionspotenzial für Altpapierfasern. Der Anteil an Aufbereitungsresten wurde basierend auf Angaben in (VDP 2018) neu mit etwa 15%<sup>34</sup> eingeschätzt (bisher 20%). Die damit höhere Faserausbeute bedingt die etwas höhere spezifische Holzschonung, die im Steckbrief für Altpapier (Kap. 2.1.7) ausgewiesen ist. Für den Verbleib der Papierschlämme bzw. Rejects aus dem PPK-Recycling wurden Angaben nach (Destatis 2019) zugrunde gelegt<sup>35</sup>. Im gewichteten Mittel werden Aufbereitungsreste danach zu 85% energetisch verwertet und zu 15% stofflich. Für die Art der energetischen Verwertung liegen keine eindeutigen Angaben vor. Zum einen ist dies situationsabhängig und zum anderen ist in (Destatis 2019) der Verbleib nur für die Hälfte der Mengen ausgewiesen<sup>36</sup>. Die Aufteilung der energetischen Verwertung ergibt sich nach den verfügbaren Angaben zu 26% MVA, 46% EBS-KW, 15% Kohle-KW und 13% Zementwerke. Diese ist für die Bilanzierung verwendet. Das Entlastungspotenzial für die Verwertung von Altpapier ergibt sich vor allem durch die ersetzten Primärfasern. Der Fasersplitt für Zellstoff und Holzstoff (bisher 50:50) wurde nach Angaben in (VDP 2018) aktualisiert und ergibt sich zu 67% Zellstoff (chemical pulp) und 33% Holzstoff (mechanical pulp). Der geringere Holzstoffanteil ist ein Grund für das neu berechnete geringere spezifische Entlastungspotenzial, da dessen Herstellung mit höheren THG-Belastungen verbunden ist. Der Hauptgrund ergibt sich durch aktualisierte Datensätze. Zur Abbildung der Primärherstellung der Zellstoffe wurden Datensätze aus ecoinvent V3.6 verwendet. Letztere ergeben deutlich geringere THG-Emissionen für die Herstellung von Zellstoffen. Da die Herstellung von Zellstoff und Holzstoff stromintensiv ist macht sich auch hier die zunehmende Defossilierung der Stromerzeugung bemerkbar. Künftig sind hier entsprechend weiter abnehmende Substitutionspotenziale zu erwarten.

<sup>33</sup> Seit 2019 gelten nach dem Verpackungsgesetz (in Kraft 01.01.2019) für systembeteiligungspflichtige Verpackungsabfälle neue Verwertungsquoten, die sich ab Januar 2022 weiter erhöhen (§16 VerpackG). Insbesondere für systembeteiligungspflichtige Verpackungen aus Kunststoff stiegen die vorgegebenen werkstofflichen Verwertungsquoten von 36% auf 58,5% in 2019 und auf 63% ab 2022.

<sup>34</sup> Verluste aus dem Verhältnis der Menge Altpapier und der Menge Altpapierstoff.

<sup>35</sup> EAV-Schlüssel 030305 (Deinkingschlämme) und 030307 (Abfälle aus der Auflösung von Altpapier).

<sup>36</sup> Vermutlich aus Datenschutzgründen.

### 5.2.2 Metallschrott

Für Altmetalle wurde in (Vogt et al., lfd. Vorhaben) eine Einschätzung der Anteile an Eisen- und Nichteisenmetalle vorgenommen. In der Statistik gibt es für Siedlungsabfälle hierfür keine differenzierten Angaben. Nach Relationen aus verschiedenen Veröffentlichungen für Metalle aus Schlacke oder Metalle aus MBAs wurde der Fe-Anteil bei Altmetallen für den Bundesdurchschnitt zu 85% gesetzt. Für das Land Berlin liegen keine genaueren Informationen über die Erstbehandlung hinaus vor. Für die SKU-Bilanz wurde die Bilanzierung an die Einschätzung für den Bundesdurchschnitt angepasst und gleichermaßen NE-Metalle näherungsweise durch die Bilanzierung für Aluminium abgebildet. Des Weiteren wurden auch hier die Datensätze für die Primärherstellung aktualisiert und Datensätze aus ecoinvent V3.6 verwendet. Für Eisenmetalle ist die Schnittstelle für die Bilanzierung die Bereitstellung von Roheisen („pig iron“), das massenäquivalent durch reinen Eisenschrott substituiert wird. Für Aluminium ist die Schnittstelle für die Bilanzierung die Bereitstellung von Primäraluminium („aluminium production, primary, ingot“). Für die künftige Entwicklung ist für Aluminium ein abnehmendes THG-Entlastungspotenzial zu erwarten. Der Klimaschutzbeitrag für Aluminiumrecycling wird etwa zur Hälfte durch den Strombedarf zur Herstellung bestimmt. Weitere THG-Emissionen sind prozessbedingt (Anodenverbrauch) oder resultieren aus Erdgasbedarf. Für die Roheisenherstellung ist der Strombedarf deutlich weniger signifikant als die THG-Emissionen aus Koks-kohle. Eine relevante Änderung der THG-Belastungen aus der Herstellung von Eisen wird sich erst mittelfristig bei einer Technologieumstellung auf Direkteisenreduktion ergeben.

### 5.2.3 LVP & StNVP

Für LVP & StNVP konnte die Stoffstrombilanz aktualisiert werden und die Berechnung für die Klimagas- und Umweltbilanz neu aufgesetzt werden. Des Weiteren wurden auch Datensätze für die Primärherstellung von Kunststoffen aktualisiert und auch hier die o.g. Aktualisierungen für Papier und Metalle angewendet.

Die Aktualisierung der Stoffstrombilanz konnte dank Angaben der ALBA Group für den Standort Sortieranlage Hultschiner Damm vorgenommen werden. Im Rahmen einer Besichtigung konnten entsprechende Informationen ausgetauscht werden. Bei der Anlage handelt es sich um eine technisch hochwertige Sortieranlage für Verpackungsabfälle für die regelmäßige Optimierungen vorgenommen wurden. Mit der installierten Sortiertechnik ist die Anlage auch in der Lage schwarze Kunststoffe auszusortieren. Gegenüber der früheren Fortschreibung bis zur SKU-Bilanz 2018 sind insbesondere die Recyclinganteile für Kunststoffe deutlich höher. Darunter konnten Angaben für Folien und PET vermittelt werden. Die Aufteilung für die weiteren aussortierten Kunststoffarten PE, PP, PS sowie für Metalle erfolgte nach Angaben in Dehoust et al. (2016). Im Vergleich zur früheren Fortschreibung in der SKU-Bilanz 2018 liegt die aussortierte Metallfraktion mit 12% für 2020 in gleicher Höhe. Der Anteil FKN und sonstige PPK liegt mit 8% zwei Prozentpunkte höher, Sortierreste dagegen mit 28% vier Prozentpunkte niedriger. Die weiteren früheren Fraktionen aus der Fortschreibung lassen sich nicht direkt vergleichen, eine Ersatzbrennstofffraktion gibt es nicht mehr. Für 2020 bilden Mischkunststoffe mit 54% den Hauptanteil an den Kunststoffen. Diese werden überwiegend energetisch im Zementwerk verwertet (94%), zu kleineren Anteilen aber auch rohstofflich und werkstofflich (je 3%).

Für die Klimagas- und Umweltbilanz erfolgte die Bilanzierung basierend auf ifeu-Daten sowie anhand Daten aus Dehoust et al. (2016). So wurde beispielsweise die Ausbeute für Weißblech angepasst (92,9% statt vorher 85%) und die Kenndaten (Heizwert, fossiler C-Gehalt) für Sortierreste, Aufbereitungsreste und Mischkunststoffe für die energetische Verwertung übernommen (Dehoust et al. 2016, Anhang 10). Weitere Anpassungen betreffen das Substitutionspotenzial. Die Aufwendungen der Primärherstellung für FKN und sonstige PPK Verbunde wurden für die Zellstoffbestandteile wie für die Bilanzierung für Altpapier angepasst (Kap. 5.2.1). Für Metalle wurden ebenfalls die Datensätze aus ecoinvent verwendet (Kap. 5.2.2). Für Kunststoffe wurden die Emissionswerte für die Primärherstellung anhand Ökoprofildaten nach PlasticsEurope<sup>37</sup> aktualisiert (betrifft v.a. PET, das bei der früheren Fortschreibung nicht separat erfasst war). Zusammen mit den Aktualisierungen der Emissionsfaktoren für Strom, Wärme und Transporte führen diese Aktualisierungen in der Tendenz zu geringeren Entlastungspotenzialen, die jedoch von dem höheren Recyclinganteil für 2020 deutlich überwogen werden.

### 5.3 Kenndaten Abfallarten und EBS

Für die Stoffstrom- Klimagas- und Umweltbilanz waren mit der ersten Fassung für das Jahr 2010 (ifeu/ICU 2012) zunächst Kenndaten (Heizwert, fossiler Kohlenstoffgehalt) für die einzelnen Abfallarten und für Ersatzbrennstoffe aus deren Aufbereitung über verschiedene Behandlungsverfahren zu bestimmen. Berlinspezifische Messwerte lagen nicht vor. Die Kenndaten wurden entweder auf Basis der Abfallzusammensetzung über eine Modellrechnung ermittelt (z.B. überlassungspflichtige hausmüllähnliche Gewerbeabfälle) oder gingen auf übermittelte Kennwerte zurück (vgl. BSR 2012a in ifeu/ICU 2012). Im Rahmen der SKU-Bilanz 2020 wurden Kenndaten teilweise angepasst bzw. vereinheitlicht. Beispielsweise liegen für hausmüllähnliche Gewerbeabfälle keine aktuellen Sortieranalysen für Berlin vor und auch auf Bundesebene sind bisher nur orientierende Werte für die Zusammensetzung von Gewerbeabfällen oder Sperrmüll verfügbar (z.B. Dornbusch et al. 2020). Entsprechend erfolgte die Anpassung anhand bundesdurchschnittlicher Werte nach Flamme et al. (2018).

Tabelle 5.2 zeigt die vereinheitlichten Kenndaten. Die Vereinheitlichung betrifft v.a. die direkte energetische Verwertung von gemischten Siedlungsabfällen und hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen. In (Flamme et al. 2018) sind die Kenndaten für diese sowie für Abfälle aus MBA-Anlagen gleich. Des Weiteren betrifft die Vereinheitlichung bzw. Harmonisierung der Kenndaten die Verwertung von EBS für die jetzt allgemein die Durchschnittswerte nach (Flamme et al. 2018) angesetzt sind. Eine Ausnahme bilden EBS aus den Berliner MPS-Anlagen. Für diese konnten Angaben zum Heizwert von den BSR erhalten werden, die als Rechenwerte verwendet wurden. Zum fossilen C-Gehalt liegen keine Angaben vor. Da die Heizwerte in etwa dem bundesdurchschnittlichen Heizwert für EBS nach (Flamme et al. 2018) entsprechen wurde für die Bilanzierung der fossile C-Gehalt nach (Flamme et al. 2018) verwendet.

Im Ergebnis macht sich die Anpassung bzw. Harmonisierung der Kenndaten unterschiedlich bemerkbar. Bei der Klimagasbilanz hängen die Änderungen vom jeweiligen Verhältnis des fossilen C-Gehaltes und zugehörigen Heizwertes ab. Beispielsweise ist bei Haus- und Geschäftsmüll der Unterschied für die EBS aus MPS und MA eher gering und leicht vorteilhaft. Bei überlassungspflichtigen hausmüllähnlichen Gewerbeabfällen

<sup>37</sup> Die Berichte und LCI-Datensätze sind auf der Website von PlasticsEurope veröffentlicht (kostenlose Registrierung erforderlich).

bewirkt die Vereinheitlichung insbesondere bei der direkten thermischen Nutzung höhere spezifische Nettoentlastungspotenziale. Bei den nicht überlassungspflichtigen gemischten Siedlungsabfällen und gemischten Bau- und Abbruchabfällen ist der Einfluss für Holz und die EBS aus Vorbehandlungsanlagen wiederum leicht vorteilhaft. Bei Sperrmüll ergeben sich aufgrund des höheren fossilen C-Gehaltes nach (Flamme et al. 2018) in der Klimagasbilanz geringere Entlastungseffekte für die energetische Verwertung. Die Kenndaten für Holzabfälle nach (Flamme et al. 2018) wurden für Altholz übernommen und ergeben höhere Entlastungspotenziale (v.a. bei NOx-Emissionen). Für Weihnachtsbäume und Baum- und Strauchschnitt wurden die bisherigen Werte beibehalten, da diese aufgrund des höheren Feuchtegehaltes als eher zutreffend erachtet werden. Für die Vereinheitlichung der Kenndaten für Störstoffe aus der Biotonne sind die Änderungen im Ergebnis wiederum nur gering. Abgeleitet wurden die Werte auf Basis von Angaben zur Zusammensetzung von Störstoffen in (LUBW 2018). Für Altreifen wurde der Wert für den fossilen C-Gehalt nach (Flamme et al 2018) angepasst, der nur wenig höher liegt als bisher. Für den Heizwert wurde abweichend der niedrigere Wert nach Angaben des VDZ (VDZ 2019) verwendet, da die energetische Verwertung von Altreifen durch Mitverbrennung in Zementwerken erfolgt<sup>38</sup>. Im Ergebnis für die Klimagasbilanz resultieren etwas höhere Nettoentlastungseffekte für die Mitverbrennung.

Tabelle 5.2: Angepasste Kenndaten für Abfallarten und EBS nach Flamme et al (2018)

Abfallfraktion	Heizwert	C fossil	Quelle
	MJ/kg FS	in % FS	
Gemischte Siedlungsabfälle, hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, Abfälle aus MBA-Anlagen <sup>1</sup>	10	12,5%	nach (Flamme et al. 2018)
EBS <sup>2</sup> (EBS aus MPS s. Text)	13	15%	nach (Flamme et al. 2018)
Sperrmüll <sup>3</sup>	16	18%	nach (Flamme et al. 2018)
Holzabfälle <sup>4</sup>	16	2,3%	nach (Flamme et al. 2018)
Störstoffe Biotonne <sup>5</sup>	12	21,2%	berechnet nach (LUBW 2018)
Altreifen <sup>6</sup>	28	52,8%	Heizwert nach VDZ, C fossil nach (Flamme et al. 2018)

- 1) Vorige Werte unterschieden für gemischte Siedlungsabfälle (Heizwert 12,3 MJ/kg, C fossil 14,4%), überlassungspflichtige HMG (Heizwert 14,2 MJ/kg, C fossil 20,2%)
- 2) Vorige, über Modellrechnung abgeschätzte Werte unterschieden für EBS aus verschiedenen Abfallfraktionen und Aufbereitungsanlagen (Heizwerte zwischen 11 und 16 MJ/kg, C fossil zwischen 11% und 20%)
- 3) Wert vereinfacht auch für EBS aus Sperrmüll angesetzt (vorher Heizwert 15,3 bzw. 16,2 MJ/kg, C fossil 10% bzw. 10,7%)
- 4) Vorher Heizwert 14 MJ/kg, C fossil 1%
- 5) Wert auch für Störstoffe in Laubsäcken angesetzt; vorher Heizwert 20 bzw. 25 MJ/kg, C fossil 35% bzw. 50%
- 6) Werte vorher Heizwert 26 MJ/kg, C fossil 52%

<sup>38</sup> In (Flamme et al. 2018) ist ein höherer Heizwert von 30 MJ/kg angegeben. Der Wert nach VDZ ist demgegenüber für das Ergebnis konservativer.

# Literaturverzeichnis

---

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 (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/sen-uvk/umwelt/abfall/konzept\\_berlin/download/AWKBerlin2020-2030.pdf](https://www.berlin.de/sen-uvk/umwelt/abfall/konzept_berlin/download/AWKBerlin2020-2030.pdf)

BSR (2021): BSR Entsorgungsbilanz 2020. Berliner Stadtreinigungsbetriebe.

bvse (2020): „Konsum, Bedarf und Wiederverwendung von Bekleidung und Textilien in Deutschland“, Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung e.V., 2020 <https://www.wittmann-recycling.de/wp-content/uploads/2020/06/bvse-Alttextilstudie-2020.pdf>

bvse (2015): Konsum, Bedarf und Wiederverwendung von Bekleidung und Textilien in Deutschland. [https://www.bvse.de/images/pdf/Leitfaeden-Broschueren/150914\\_Textilstudie\\_2015.pdf](https://www.bvse.de/images/pdf/Leitfaeden-Broschueren/150914_Textilstudie_2015.pdf)

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](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/eckpunkte-strukturwandel.pdf?__blob=publicationFile&v=18) (3.12.2021)

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

Dehoust, G., Möck, A., Merz, C., Gebhardt, P. (2016): Umweltpotenziale der getrennten Erfassung und des Recyclings von Wertstoffen im Dualen System. [https://www.gruenerpunkt.de/fileadmin/Dateien/Downloads/PDFs/16-09-21\\_OEko-Institut\\_Abschlussbericht\\_LCA-DSD.PDF](https://www.gruenerpunkt.de/fileadmin/Dateien/Downloads/PDFs/16-09-21_OEko-Institut_Abschlussbericht_LCA-DSD.PDF) (20.07.2021)

Destatis (2019): Fachserie 19, Reihe 1: Abfallentsorgung 2017. [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/\\_inhalt.html#sprg238672](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/_inhalt.html#sprg238672) (letzter Zugriff 12.11.2021)

Dornbusch; Hannes; Santier; Böhm; Wüst; Zwisele; Kern; Siepenkothen; Kanthak (2020): Vergleichende Analyse von Siedlungsrestabfällen aus repräsentativen Regionen in Deutschland zur Bestimmung des Anteils an Problemstoffen und verwertbaren Materialien (Veras). UBA-Texte 113/2020. Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau.

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

Hennessy & Eriksson (2015): Energy and nutrients from Horse manure - Life-cycle data inventory of horse manure management systems in Gävleborg, Sweden. Gävle University Press. doi: 10.13140/RG.2.1.3351.8160

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

ifeu (2019a): Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz für das Jahr 2018 für das Land Berlin. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. Heidelberg, Dezember 2019. <https://www.berlin.de/sen/uvk/umwelt/kreislaufwirtschaft/abfallbehoerde/abfallbilanzen/> (29.11.21)

ifeu (2019b): Vorbereitung zur Wiederverwendung – orientierende ökobilanzielle Untersuchung für drei Gebrauchsgüter. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz. Heidelberg, Juli 2019

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

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](http://www.ipcc.ch)

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

lpbb (2021): Landesverband Pferdesport Berlin-Brandenburg - Pferd und Gesellschaft. <https://www.lpbb.de/pferd-und-gesellschaft.html> (23.9.2021)

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

SOEX (2021): persönliche Mitteilung, 11.11.2021

Statistik Berlin Brandenburg (2021): Bevölkerung in Berlin und in den kreisfreien Städten und Landkreisen im Land Brandenburg. <https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/a-i-3-j> (letzter Zugriff 2.12.2021)

Tagesspiegel (2021): Ariane Bemmer. Was Berlin-Brandenburg mit Ross und Reiter anfängt. 17.12.2014. <https://www.tagesspiegel.de/wirtschaft/vom-pferd-erzaehlt-was-berlin-brandenburg-mit-ross-und-reiter-anfaengt/11119368.html> (23.9.2021)

UBA (2021): Alttextilien. Tabelle 1a: Stoffliche Verwertung von Alttextilien 2013. <https://www.umweltbundesamt.de/alttextilien#sekundarproduktion> (3.6.2021)

VDP (2018): Papier 2018. Ein Leistungsbericht. Annual Report.

VDZ (2020): Umweltdaten der deutschen Zementindustrie 2020. Verein Deutscher Zementwerke e.V. (Hrsg.), Stand Juli 2021, Düsseldorf 2021.

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., Gonser, J., Bulach, W., Küchen, V., Harju, N., Auberger, A., Merz, C., Dehoust, G. (laufendes Vorhaben): Ermittlung der Klimaschutzpotenziale in der Kreislaufwirtschaft für Deutschland und die EU. Im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3718 41 305 0

Zamani, B., Svanström, M., Peters, G., & Rydberg, T. (2014) : A Carbon Footprint of Textile Recycling: A Case Study in Sweden. *Journal of Industrial Ecology*, 19(4), 676–687. doi:10.1111/jiec.12208.



# Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 0.1: Zusammenfassung Verbleib der Abfälle	8
Abbildung 0.2: Ergebnisse Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz 2020	9
Abbildung 0.3: Zusammenfassung Klimagasbilanz	10
Abbildung 0.4: Zusammenfassung Ressourcenschonung	12
Abbildung 0.5: Zusammenfassung Luftemissionen und Schadstoffeintrag in Boden	13
Abbildung 2.1: Stoffflussdiagramm zu Aufkommen und Verbleib der mineralischen Abfälle 2020	44
Abbildung 2.2: Mineralische Abfallaufkommen je Einzelfraktion	46
Abbildung 2.3: Gesamt-Holz-Bilanz für holzige Abfälle aus Berlin im Jahr 2020	62
Abbildung 2.4: Sankeydiagramm Mengenströme 2020	74
Abbildung 2.5: Entsorgte Mengen der Abfallarten 2020 (Mengenangaben in Tonnen)	75
Abbildung 2.6: Absolute Nettoergebnisse der Klimagasbilanz 2020	78
Abbildung 3.1: Verbleibswege der in Berlin getrennt erfassten Alttextilien gemäß der durchgeführten Erhebung	87
Abbildung 3.2: Aufkommen an Elektro(nik)altgeräten in Berlin 2019 nach Gerätekategorien	90
Abbildung 3.3: Fallbeispiele Verbleib EBS aus MPS Pankow und aus MPS Reinickendorf	99
Abbildung 4.1: Stoffströme 2020, Graf Baustoffe, Nonnendamm	102
Abbildung 4.2: Stoffströme 2020, BTB-Gruppe, Frank-Zappa-Straße	102
Abbildung 4.3: Stoffströme 2020, RWG I - Schicht, Saalburgstraße	103
Abbildung 4.4: Stoffströme 2020, RWG I - Schicht, Wiesendamm	103
Abbildung 4.5: Stoffströme 2020, BSR MHKW Ruhleben	104
Abbildung 4.6: Stoffströme 2020, MPS Pankow	105
Abbildung 4.7: Stoffströme 2020, MPS Reinickendorf	105
Abbildung 4.8: Stoffströme 2020, BSR Biogas West	106
Abbildung 4.9: Stoffströme 2020, BWB KVA Ruhleben	107

# Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 2.1:	Zeitreihe Aufkommen mineralische Abfallfraktionen	45
Tabelle 2.2:	Verteilschlüssel für die energetische Verwertung von Holzabfällen	61
Tabelle 2.3:	Gewichtete Wirkungsgrade Holz-HKW 2020	61
Tabelle 2.4:	Ergebnisse Stoffstrombilanz 2020	76
Tabelle 2.5:	Ergebnisse Klimagasbilanz 2020	79
Tabelle 2.6:	Ergebnisse der Rohstoffschonung 2020	80
Tabelle 2.7:	Nettoergebnisse Luftemissionen und Cadmiumeintrag in Boden 2020	82
Tabelle 2.8:	Spezifische Ergebnisse der Schonung von Rohstoffen 2020 im Vergleich zu 2018	83
Tabelle 2.9:	Spezifische Nettoergebnisse für Luftemissionen und Cadmiumeintrag in Boden 2020 im Vergleich zu 2018	83
Tabelle 3.1:	Rechnerisches Aufkommen Alttextilien in Berlin 2020	86
Tabelle 3.2:	Mengengerüst zum Aufkommen und Verbleib von Elektro(nik)altgeräten in Berlin auf Basis der Erhebung an den Erstbehandlungsanlagen, 2019	91
Tabelle 3.3:	Klimagasbilanz Haus- und Geschäftsmüll 2020 nach Behandlungswegen und Prozessen	95
Tabelle 5.1:	Zeitverlauf Emissionsfaktoren für Strom	109
Tabelle 5.2:	Angepasste Kenndaten für Abfallarten und EBS nach Flamme et al (2018)	113

# Abkürzungsverzeichnis

AAS	Sperrmüllaufbereitungsanlage der BSR
AFME	Altfettmethylester (Biodiesel aus Altfett)
AVV	Abfallverzeichnisverordnung
BHKW	Blockheizkraftwerk
BSR	Berliner Stadtreinigungsbetriebe
BWB	Berliner Wasserbetriebe
C fossil	fossiler Kohlenstoff
CO <sub>2</sub> -Äq	Kohlendioxid-Äquivalente (Umrechnungseinheit für klimawirksame Gase)
EBS	Ersatzbrennstoff
EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk
FKN	Flüssiggetränkekarton
FS	Frischsubstanz (auch FM, Frischmasse)
GaLaBau	Garten- und Landschaftsbau
HKW	Heizkraftwerk
HMG	Hausmüllähnlicher Gewerbeabfall
H <sub>i</sub>	Heizwert (früher unterer Heizwert Hu)
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
IKW	Industriekraftwerk
kGR	kompostierter Gärrest
KSVA	Klärschlammverbrennungsanlage
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 <sub>x</sub>	Stickstoffoxide

ORS	Otto-Rüdiger Schulze Holz und Baustoffrecycling GmbH & Co.KG
oTS	Organische Trockensubstanz
PE	Polyethylen
PP	Polypropylen
PPK	Papier, Pappe, Kartonagen
SenUMVK	Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz
SKU-Bilanz	Stoffstrom-, Klimagas- und Umweltbilanz
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)

# 6 Anhang

## 6.1 Definition Recycling- und Verwertungsraten

In der SKU-Bilanz werden folgende Raten ausgewiesen:

- Recyclingrate als Indikator für die stoffliche Verwertung, umfasst auch die Mengen aus der Vorbereitung zur Wiederverwendung.
- Energetische Verwertungsrate als Indikator für die energetische Verwertung.
- Sonstige Verwertungsrate als Indikator für die sonstige Verwertung (Verfüllung, Deponieersatzbaustoff)
- Beseitigungsrate als Indikator für die Beseitigung (Deponie, Klärschlammverbrennung in der KSVA Ruhleben)

Die **Recyclingrate** ist wie folgt definiert:

**Recyclingrate**

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

Die Berechnung der Recyclingrate muss sich auf den Output der Erstbehandlung in einer Vorbehandlungsanlage beschränken, da nur für diese berlinspezifische Informationen verfügbar sind. Diese Recyclingrate 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 Recyclingrate 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 Recyclingrate: organische Abfälle**

Die kombinierte energetische und stoffliche Verwertung durch Vergärung ist aufgrund der höheren Stellung in der Abfallhierarchie der Recyclingrate zugeordnet.

Die **energetische Verwertungsrate** ist wie folgt definiert:

**Energetische Verwertungsrate**

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

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 Rate reduzieren.

Aufgrund der Bedeutung und der bekannten Massenströme des MHKW Ruhleben wurde die energetische Verwertungsrate 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 Verwertungsrate** ist wie folgt definiert:

**Sonstige  
Verwertungsrate**

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

Die sonstige Verwertung betrifft mineralische Abfälle, die zur Verfüllung oder als Deponeiersatzbaustoff eingesetzt werden. Bei diesen Anwendungen werden keine Primärmaterialien wie Natursteine ersetzt. Es werden i.d.R. ausschließlich Abfälle verwendet. Aus diesem Grund wurde die Rate getrennt von der Recyclingrate etabliert und ausgewiesen.

Die Abgrenzung zur Recyclingrate 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 Recyclingquote 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) miteinschließt. 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 Recyclingrate angerechnet wird (s.o.).

**Übereinstimmungen und  
Unterschiede zum KrWG**

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

**Beseitigungsrate**

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

Die Beseitigungsrate ist zur Vollständigkeit neben den o.g. Recycling- und Verwertungs-raten ausgewiesen. In den Fällen, in denen die vier Werte 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 KSPA Ruhleben als Beseitigung eingestuft.