

Ökologische Implikationen von thermischen Abfallbehandlungsanlagen

Aspekte der geplanten MVA in Wiesbaden

Berlin, 02.07.2018

Autorinnen und Autoren

Günter Dehoust
Alexandra Möck
Dr. Winfried Bulach
Sarah Julie Otto

Öko-Institut e.V.

Helmut Kumm
Werner Kern

**Ingenieurbüro für Meteorologie
und technische Ökologie**

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

info@oeko.de
www.oeko.de

**HELMUT KUMM
und
Dr. WERNER KERN**

**Ingenieurbüro
für Meteorologie
und technische Ökologie**

Tulpenhofstraße 45
D-63067 Offenbach
Telefon (004969) 88 43 49
Fax (004969) 81 84 40
E-mail: Kumm-Offenbach@t-online.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	7
Abkürzungsverzeichnis	9
1. Einleitung	10
2. Behandlungstechniken für Rest- und Gewerbeabfälle	11
2.1. Müllverbrennung (MVA)	11
2.2. Mechanische Aufbereitung (MA)	11
2.3. Mechanisch biologische Stabilisierung (MBS)	12
2.4. Mechanisch physikalische Stabilisierung (MPS)	13
2.5. Mechanisch biologische Abfallbehandlung (MBA)	14
2.6. Zwischenfazit: Vergleich möglicher Behandlungstechniken	15
3. Abfallmengenströme	16
3.1. Abfallmengenströme in Hessen	16
3.1.1. Abfallmengenströme in Hessen – Hausmüll	16
3.1.2. Abfallmengenströme in Hessen – Gewerbeabfall	18
3.2. Abfallmengenströme in Rheinland-Pfalz	19
3.2.1. Hausmüll	19
3.2.2. Gewerbeabfall	21
4. Abfallprognosen	22
4.1. Hessen	22
4.2. Wiesbaden	23
5. Anlagenkapazitäten und Inputströme	24
5.1. Hessen	24
5.1.1. Statistische Daten zu Hessen	24
5.1.2. Hessen im Detail	26
5.2. Rheinland-Pfalz	30
5.2.1. Statistische Daten zu Rheinland-Pfalz	30
5.2.2. Rheinland-Pfalz im Detail	32
5.3. MVA Mannheim	34
5.4. Zwischenfazit zu Abfallmengenprognosen und Kapazitätsauslastungen	35
6. Behandlungspreise für Siedlungsabfälle in MVA	36

7.	Vergleich von verschiedenen MVAs für Restabfall der Stadt Wiesbaden	38
7.1.	Systembeschreibung	38
7.1.1.	Allgemeines	38
7.1.2.	Datenqualität	39
7.2.	Ökobilanzieller Vergleich	42
7.2.1.	Treibhausgaspotenzial (GWP)	43
7.2.2.	Abbau abiotischer Ressourcen - fossile Brennstoffe (ADP_{fossil})	47
7.2.3.	Versauerungspotenzial	48
7.2.4.	Eutrophierungspotenzial (EP)	49
7.2.5.	Humantoxizitätspotenzial (HTP)	51
7.2.6.	Stickoxid (NO_x)- Emissionen	52
7.2.7.	Quecksilber (Hg)- Emissionen	53
7.3.	Zwischenfazit Ökobilanzierung	54
8.	Betrachtungsabschätzung zu den möglichen Auswirkungen auf das Siedlungsgebiet Ostfeld/Kalkofen	56
8.1.	Klimafunktion des Entwicklungsgebiets Ostfeld-Kalkhofen	56
8.2.	Vorbelastung mit Schadstoffen und Gerüchen	59
8.3.	Die Windverhältnisse am Standort der geplanten MVA und die Verfrachtung der Emissionen	60
8.4.	Zwischenfazit zu den möglichen Auswirkungen auf das Siedlungsgebiet Ostfeld/Kalkofen	61
9.	Fazit	63
	Literaturverzeichnis	65

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Fließbild einer mechanisch-biologische Stabilisierung (MBS)	13
Abbildung 2	Fließbild einer mechanisch biologischen Abfallbehandlung (MBA)	14
Abbildung 3	Klimagasbilanz von MBA/MBS/MPS-Anlagen (2014)	15
Abbildung 4	Siedlungsabfälle aus Haushaltungen und Kleingewerbe in Hessen von 2011 bis 2016	17
Abbildung 5	Hausmüll aus Haushaltungen und Kleingewerbe in Hessen von 2011 bis 2016	17
Abbildung 6	Gewerbeabfallmengen in Hessen von 2010 bis 2016	18
Abbildung 7	Hausmüllaufkommen in Rheinland-Pfalz von 2014 bis 2016	20
Abbildung 8	Gewerbeabfallmengen in Rheinland-Pfalz von 2012 bis 2016	21
Abbildung 9	Abfallmengenprognose Land Hessen	23
Abbildung 10	Prognose: Siedlungsabfallmengen Landeshauptstadt Wiesbaden	24
Abbildung 11	An Abfallentsorgungsanlagen angelieferte Abfälle 2012–2015 nach Anlagenart in Rheinland-Pfalz	31
Abbildung 12	Preise für die Entsorgung in kommunale Verbrennungsanlagen	36
Abbildung 13	Preise für die vertragliche thermische Verwertung von Gewerbeabfall in MVA	37
Abbildung 14	Preise für die Entsorgung von Gewerbeabfall in MVA am Spotmarkt	37
Abbildung 15	Schema zur Darstellung der Ergebnisse	43
Abbildung 16	Ergebnisse der Kategorie Treibhausgaspotenzial, berücksichtigt werden nur „klimawirksame“ CO ₂ -Emissionen aus fossilem Kohlenstoff	44
Abbildung 17	Ergebnisse der Kategorie Treibhausgaspotenzial unter Berücksichtigung des gesamten Kohlenstoffs	44
Abbildung 18	Ergebnisse der Kategorie Abbau abiotischer Ressourcen - fossile Brennstoffe	48
Abbildung 19	Ergebnisse der Kategorie Versauerungspotenzial (Wiesbaden „Stand der Technik“)	49
Abbildung 20	Ergebnisse der Kategorie Versauerungspotenzial (Wiesbaden „17. BImSchV“)	49
Abbildung 21	Ergebnisse der Kategorie Eutrophierungspotenzial (Wiesbaden „Stand der Technik“)	50
Abbildung 22	Ergebnisse der Kategorie Eutrophierungspotenzial (Wiesbaden „17. BImSchV“)	50
Abbildung 23	Ergebnisse der Kategorie Humantoxizitätspotenzial (Wiesbaden „Stand der Technik“)	51
Abbildung 24	Ergebnisse der Kategorie Humantoxizitätspotenzial (Wiesbaden „17. BImSchV“)	52
Abbildung 25	NO _x -Emissionen (Wiesbaden „Stand der Technik“)	53
Abbildung 26	NO _x -Emissionen (Wiesbaden „17. BImSchV“)	53
Abbildung 27	Hg-Emissionen (Wiesbaden „Stand der Technik“)	54
Abbildung 28	Hg-Emissionen (Wiesbaden „17. BImSchV“)	54

Abbildung 29	Flächen mit erheblicher Bedeutung für die Belüftung Wiesbadens	57
Abbildung 30	Klimafunktionsräume im Freiland	58
Abbildung 31	Klimatische Vorrangzonen und Schutzzonen	59
Abbildung 32	Karte der NO ₂ – Immissionskonzentration (Jahresmittelwert 2011) an den Autobahnen und großen Verkehrsstraße im Umkreis des Gebiets Ostfeld	60
Abbildung 33	Mittlere Windrichtungsverteilungen (Windrosen) an drei Orten im Süden von Wiesbaden	61

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Vor- und Nachteile der Müllverbrennung (MVA)	11
Tabelle 2	Vor- und Nachteile der mechanischen Aufbereitung (MA)	12
Tabelle 3	Vor- und Nachteile der mechanisch biologischen Stabilisierung (MBS)	12
Tabelle 4	Vor- und Nachteile der mechanisch physikalischen Stabilisierung (MPS)	13
Tabelle 5	Vor- und Nachteile der mechanisch biologischen Abfallbehandlung (MBA)	15
Tabelle 6	Aufkommen und Verwertungsweg des Hausmülls in Hessen 2016 (HMUELV 2017)	18
Tabelle 7	Aufkommen und Verwertungsweg des Gewerbeabfalls in Hessen 2016 (HMUELV 2017)	19
Tabelle 8	Aufkommen und Verwertungsweg des Hausmülls in Rheinland-Pfalz 2016 (MUEEF 2017)	20
Tabelle 9	Aufkommen und Verwertungsweg des Gewerbeabfalls in Rheinland-Pfalz 2016 (MUEEF 2017)	22
Tabelle 10	Anlagenanzahl je Anlagenart in Hessen 2016	25
Tabelle 11	Entsorgte Abfälle in Hessen 2016 nach Herkunft und Art der Anlage	26
Tabelle 12	Kapazitäten und Inputströme MHKW in Hessen	27
Tabelle 13	Kapazitäten und Inputströme EBS-Anlagen in Hessen	28
Tabelle 14	Kapazitäten und Inputströme BM(H)KW in Hessen	29
Tabelle 15	Kapazitäten und Inputströme M(B)A in Hessen	30
Tabelle 16	Anlagenanzahl je Anlagenart in Rheinland-Pfalz 2015	30
Tabelle 17	Angelieferte Abfälle in Rheinland-Pfalz 2015 nach Anlagearten und Herkunft	32
Tabelle 18	Kapazitäten und Inputströme MHKW in Rheinland-Pfalz	33
Tabelle 19	Kapazitäten und Inputströme MBA, MBT, MBS in Rheinland-Pfalz	34
Tabelle 20	Jahresdurchsatz HKW und BMHKW in Mannheim	35
Tabelle 21	Rahmendaten der bilanzierten MVAs	41
Tabelle 22	Emissionsdaten der bilanzierten MVAs	42
Tabelle 23	Vergleich der MVA-Optionen unter Berücksichtigung des gesamten Szenarios	45

Abkürzungsverzeichnis

ADP	Abiotic Depletion Potential (Abiotisches Abbaupotenzial)
AP	Acidification Potential (Versauerungspotenzial)
ASA	Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung
BAT	Best Available Technique
BIFAS	Betriebswirtschaftliches Institut für Abfall- und Umweltstudien
BImSchV	Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BMKW	Biomassekraftwerk
BMHKW	Biomasseheizkraftwerk
BREF	Best Available Techniques Reference
C fos	Fossiler Kohlenstoff
C reg	Regenerativer Kohlenstoff
EBS	Ersatzbrennstoff
EBS-HKW	Ersatzbrennstoff-Heizkraftwerk
ELW	Entsorgungsbetriebe der Landeshauptstadt Wiesbaden
EP	Eutrophierungspotenzial
eta	Griechischer Buchstabe η - steht für Wirkungsgrad
GWP	Global Warming Potential
HLNUG	Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie
HKW	Heizkraftwerk
HMUDELV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
HTP	Humantoxizitätspotenzial
Hu	Heizwert
K+G	Fa. Knettenbrech + Gurdulic Service GmbH und Co. KG
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
MA	Mechanische Aufbereitung
MBA	Mechanisch biologische Abfallbehandlung
MBS	Mechanisch biologische Stabilisierung
MBT	Mechanisch-biologische Trocknungsanlage
MHKW	Müllheizkraftwerk
MPS	Mechanisch physikalische Stabilisierung

MUEEF	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz
MVA	Müllverbrennungsanlage
SdT	Stand der Technik

1. Einleitung

Die MBA Wiesbaden GmbH, eine 100 %ige Tochtergesellschaft der Entsorgungsbetriebe der Landeshauptstadt Wiesbaden (ELW), hat ein Vergabeverfahren zur „Restabfallentsorgung Landeshauptstadt Wiesbaden ab dem 01.01.2019“ eingeleitet. Die Angebotsfrist war am 27.10.2017 abgelaufen. Es gingen insgesamt vier Angebote ein. (MBA Wiesbaden 2017)

Der Vertrag mit der MVA Frankfurt zur Verbrennung des Restabfalls aus Wiesbaden läuft aus. Gegenstand der Ausschreibung sind in den ersten 5 Jahren - bis zum 31.12.2023 – ca. 50.000 Mg Restabfälle/a und in den verbleibenden 10 Jahren, bis zum 31.12.2033, ca. 70.000 Mg Restabfälle/a, die in einer MVA entsorgt werden sollen. Der Transport der Abfälle von der Umschlagstelle bis zur MVA und ein Rücktransport der Müllverbrennungssaschen (als aufbereitete Verbrennungsschlacken) mit einer Mengenvorgabe von 30 Masse-% der verbrannten Restabfälle zur Deponie Dyckerhoffbruch der ELW sind Bestandteil der Ausschreibung. Da die Ausschreibung verfahrens-, technik- sowie standortoffen erfolgt, sind sowohl Angebote bestehender MVA-Betreiber möglich bzw. von Abfallentsorgern, die eine Entsorgung in bestehenden MVAs anbieten, als auch der Bau einer neuen Anlage, in der die Restabfälle aus der Stadt Wiesbaden alleine oder zusammen mit anderen Abfällen verbrannt werden. Eine Option zur einseitigen Verlängerung um 5 Jahre durch den Auftraggeber ist vorgegeben. (MBA Wiesbaden 2017)

Die Fa. Knettenbrech + Gurdulic Service GmbH und Co. KG (K+G) plant, auf oder bei ihrem Betriebsgelände im Bereich des Dyckerhoffbruchs, auf dem von der Fa. K+G heute schon Gewerbeabfälle aufbereitet werden, eine Verbrennungsanlage¹ zu errichten. Die Vorbereitungen des Baugrundstücks sind bereits begonnen worden. In dieser Anlage soll der Output der Gewerbeabfallaufbereitungsanlage behandelt werden, der bisher an externe EBS-HKWs in Deutschland (u.a. bei Infraser in Frankfurt-Höchst, aber auch in weiter entfernte Anlagen) geliefert wird. K+G hat sich an dem Verfahren zur Entsorgung der Restabfälle der Stadt Wiesbaden beteiligt.

Inzwischen ist bekannt, dass der Zuschlag für die Entsorgung des Wiesbadener Restabfalls an K+G gegangen ist (EUWID 2018a). Vor dem Zuschlag für den Restabfall war die Anlage für einen Durchsatz von 175.000 Mg EBS pro Jahr vorgesehen (Gurdulic 2018a). Nach dem Zuschlag wurde die Durchsatzmenge auf 190.000 Mg/a angepasst, so dass eine Kombination aus 120.000 Mg EBS und 70.000 Restabfall aus Wiesbaden den Input der Anlage ausmachen soll (Gurdulic 2018b).

In der Stadt Wiesbaden wird inzwischen sowohl im politischen Raum als auch in der Öffentlichkeit über die Vor- und Nachteile der verschiedenen Varianten der Restabfallbehandlung diskutiert. Insbesondere die Fragen, ob angesichts der bestehenden Verbrennungskapazitäten im näheren Umfeld der Stadt Wiesbaden der Bau einer Neuanlage am Dyckerhoffbruch eine sinnvolle Lösung zur Abfallentsorgung darstellt und welchen Einfluss der Bau und Betrieb einer solchen Anlage auf das geplante Siedlungsgebiet Ostfeld/Kalkofen haben könnte, stehen dabei im Fokus.

¹ In dieser Studie wird diese Anlage im Normalfall als MVA Wiesbaden bezeichnet. Da diese Anlage neben Restmüll auch EBS verbrennen soll, kann sie auch als EBS-Heizkraftwerk bezeichnet werden. Da sie in das Fernwärmenutzungskonzept von ESWE eingebunden werden soll, wird sie z.T. auch Fernwärmeheizkraftwerk genannt. Die Anlage wird als Rostanlage geplant, mit weitem Spektrum bezüglich des Heizwerts des Inputs und entspricht damit technisch einer „normalen“ MVA.

2. Behandlungstechniken für Rest- und Gewerbeabfälle

Im Folgenden werden kurz mögliche Behandlungsvarianten der Restabfallbehandlung (aus Haushalten und Gewerbe) sowie die jeweiligen Vor- und Nachteile dargestellt und somit neben der MVA auch alternative Behandlungsmethoden genannt und grob eingeschätzt.

Insgesamt werden fünf relevante Behandlungsmöglichkeiten in Betracht gezogen:

1. Müllverbrennung (MVA)
2. Mechanische Aufbereitung (MA)
3. Mechanisch biologische Stabilisierung (MBS)
4. Mechanisch physikalische Stabilisierung (MPS)
5. Mechanisch biologische Abfallbehandlung (MBA)

Zuletzt werden die Verfahren kurz verglichen und ein Zwischenfazit gezogen.

2.1. Müllverbrennung (MVA)

In der thermischen Abfallbehandlung oder –verwertung werden Abfälle verbrannt und die dabei umgewandelte Energie als Strom, Prozessdampf und/oder Fernwärme genutzt. Es kann in Mono- und Mitverbrennung der Abfälle unterschieden werden, wobei vor der Mitverbrennung in Kohlekraftwerken, Zementwerken und anderen Industriefeuerungsanlagen der Abfall meist zu einem Ersatzbrennstoff aufbereitet wird, z.B. in den Aufbereitungsanlagen, die in den folgenden Kapiteln beschrieben werden. Für die Verbrennung in der klassischen MVA erfolgt in der Regel keine Vorbehandlung. In Tabelle 1 werden Vor- und Nachteile der klassischen Müllverbrennung aufgezeigt.

Tabelle 1 Vor- und Nachteile der Müllverbrennung (MVA)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> · Keine Vorbehandlung notwendig · Hohe Betriebserfahrung 	<ul style="list-style-type: none"> · Energetische Wirkungsgrade relativ gering · Energiebereitstellung und Durchsatz wenig flexibel

2.2. Mechanische Aufbereitung (MA)

In einer mechanischen Aufbereitung erfolgt die Abtrennung von Metallen aus Abfällen und - derzeit selten realisiert - weiteren Wertstoffen, wie Kunststoffen und Papier. Der Rest wird in verschiedene heizwertreiche Fraktionen mit Unterschieden in Heizwert und Qualität für die Mitverbrennung (insb. in Zementwerken) und Verbrennung in EBS-Kraftwerken aufgeteilt.

In Tabelle 2 werden Vor- und Nachteile des Verfahrens aufgezeigt.

Tabelle 2 Vor- und Nachteile der mechanischen Aufbereitung (MA)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> Flexibilität bezüglich Durchsatz, Input, Produkte, Marktbedingungen hohe Wirkungsgrade erreichbar (Diese sind insbesondere von der Art der energetischen Verwertung der Produkte abhängig.) 	<ul style="list-style-type: none"> Anlage stellt „nur“ Vorbehandlung dar Netto-Energieverbraucher

2.3. Mechanisch biologische Stabilisierung (MBS)

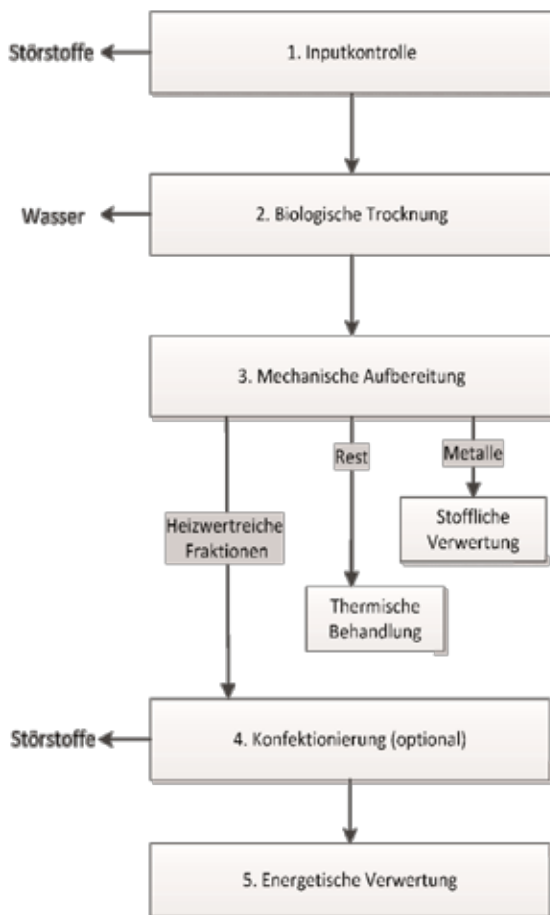
Die mechanisch biologische Stabilisierung ähnelt der mechanischen Aufbereitung, mit dem Unterschied einer zusätzlichen biologischen Stufe zur Stabilisierung (insb. Trocknung) der Abfälle vor der mechanischen Aufbereitung. Die biologische Stufe kann sowohl als Kompostierung oder Vergärung mit anschließender Nachrotte ausgeführt werden. Die Trocknung ermöglicht eine effiziente Trennung in heizwertangereicherte Fraktionen, Metalle und eine Restfraktion, welche thermisch behandelt wird. In Abbildung 1 wird der Verfahrensablauf der MBS als Fließbild dargestellt.

In Tabelle 3 werden Vor- und Nachteile des Verfahrens aufgezeigt.

Tabelle 3 Vor- und Nachteile der mechanisch biologischen Stabilisierung (MBS)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> Flexibilität bezüglich Durchsatz, Input, Produkte und Marktbedingungen hohe Wirkungsgrade erreichbar (Diese sind insbesondere von der Art der energetischen Verwertung der Produkte abhängig.) Energieauskopplung der Anlage selbst ist bei Anlagen mit Vergärung möglich. 	<ul style="list-style-type: none"> Anlage stellt „nur“ Vorbehandlung dar Netto-Energieverbraucher bei Anlagen ohne Vergärung

Abbildung 1 Fließbild einer mechanisch-biologische Stabilisierung (MBS)



(DWA 2014)

2.4. Mechanisch physikalische Stabilisierung (MPS)

Die mechanisch physikalische Stabilisierung strebt dasselbe Ziel wie die mechanisch biologische Stabilisierung an. Im Gegensatz zur biologischen Trocknung erfolgt hier allerdings eine thermische Trocknung bzw. Stabilisierung mittels Gasbrenner bzw. Trocknung durch Fremdenergie.

In Tabelle 4 werden kurz Vor- und Nachteile des Verfahrens aufgezeigt.

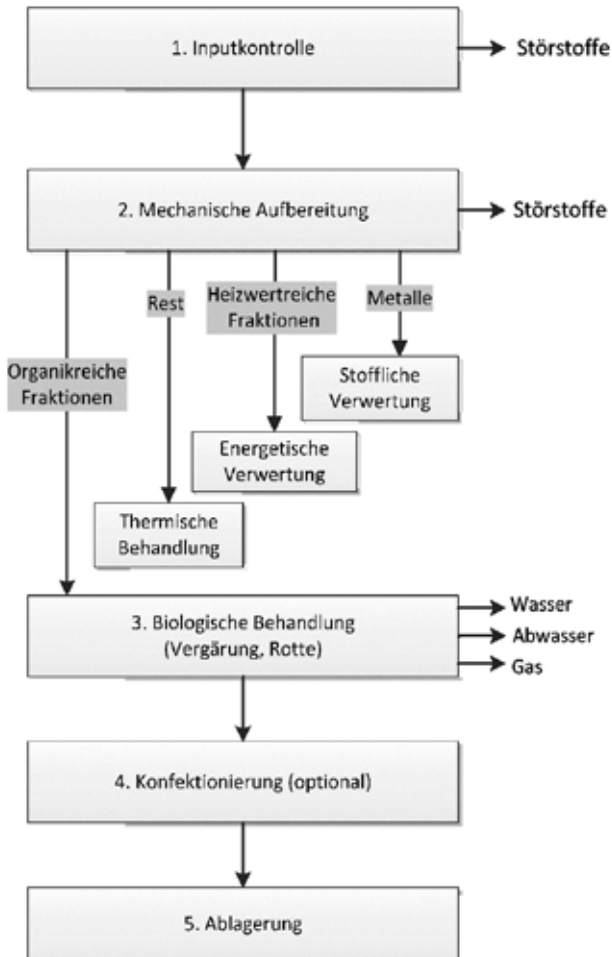
Tabelle 4 Vor- und Nachteile der mechanisch physikalischen Stabilisierung (MPS)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> Flexibilität bezüglich Durchsatz, Input, Produkte und Marktbedingungen hohe Wirkungsgrade erreichbar (Diese sind insbesondere von der Art der energetischen Verwertung der Produkte abhängig.) 	<ul style="list-style-type: none"> Anlage stellt „nur“ Vorbehandlung dar Netto-Energieverbraucher

2.5. Mechanisch biologische Abfallbehandlung (MBA)

Die mechanische biologische Abfallbehandlung entspricht einer mechanisch biologischen Stabilisierung ergänzt um eine Nachrotte der Gärreste oder mit ausreichend langer Hauptrotte. Die verbleibende Deponiefraction besitzt nur noch eine schwache biologische Restaktivität und wird auf Deponien entsorgt. In Abbildung 2 wird der Verfahrensablauf der MBA als Fließbild dargestellt.

Abbildung 2 Fließbild einer mechanisch biologischen Abfallbehandlung (MBA)



(DWA 2014)

In Tabelle 5 werden Vor- und Nachteile des Verfahrens aufgezeigt.

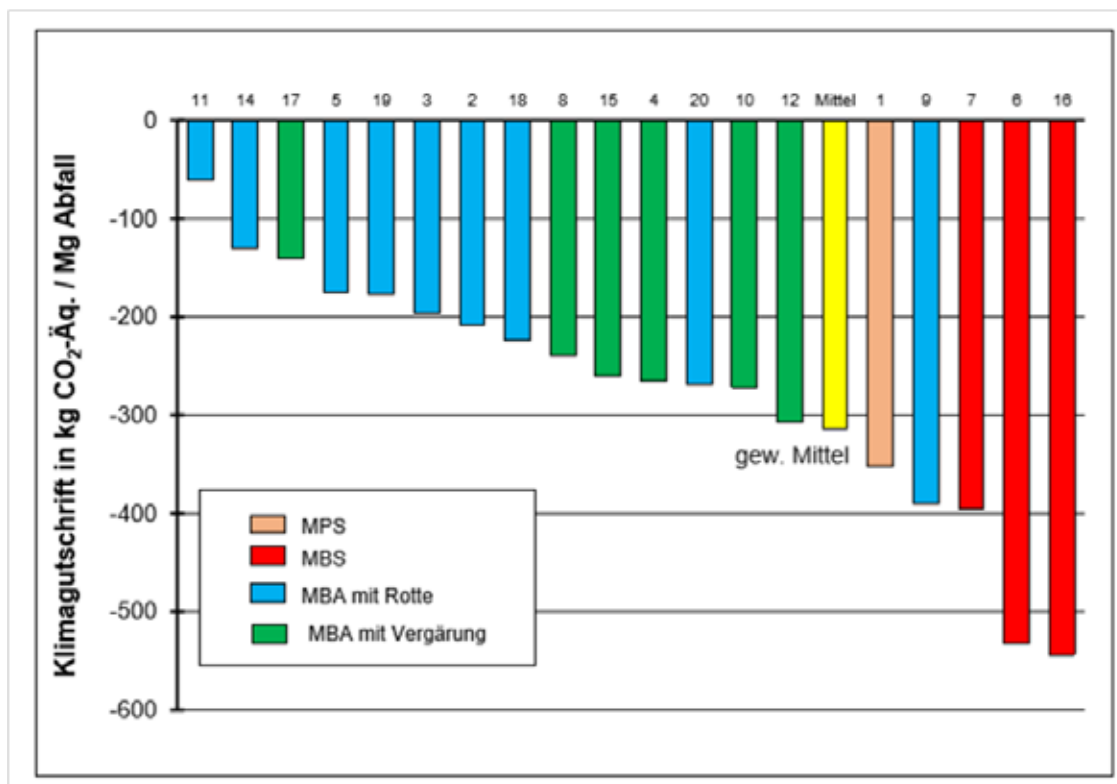
Tabelle 5 Vor- und Nachteile der mechanisch biologischen Abfallbehandlung (MBA)

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> Flexibilität bezüglich Durchsatz, Input, Produkte und Marktbedingungen hohe Wirkungsgrade erreichbar (Diese sind insbesondere von der Art der energetischen Verwertung der Produkte abhängig.) Geringe Energieauskopplung der Anlage selbst bei Anlagen mit Vergärung möglich. 	<ul style="list-style-type: none"> Anlage stellt „nur“ Vorbehandlung dar Netto-Energieverbraucher bei Anlagen mit Rotte Energiepotential wird durch die Deponierung der biologisch behandelten Fraktion verringert.

2.6. Zwischenfazit: Vergleich möglicher Behandlungstechniken

Insgesamt zeigte die Klimagasbilanz von MBA/MBS/MPS-Anlagen (2014), dass die Ergebnisse sehr stark vom Einzelfall abhängen und meist durch den Beitrag der energetischen Bewertung der Produkte bestimmt wird.

Abbildung 3 Klimagasbilanz von MBA/MBS/MPS-Anlagen (2014)



(ASA e.V. 2016)

MBA/MBS/MPS-Anlagen erreichen Klimagutschriften zwischen 50 und 500 kg CO₂eq je Mg-Abfall (siehe ASA-Grafik in Abbildung 3). Abbildung 3 zeigt entsprechende Klimagutschriften als Ergebnis einer vergleichenden Klimagasbilanz von 16 Anlagen (MBA, MBS/MPS) in kg CO₂-Äquivalenten pro Mg Abfall². Die Gutschriften werden jeweils negativ dargestellt, je tiefer der Balken, desto hö-

² Mg = 1.000.000 g = 1.000 kg = 1 Tonne

her ist die Gutschrift. Im Vergleich dazu liegen MVAs meist im Bereich um 0 (vergleiche die Bilanzen der MVA-Anlagen in diesem Bericht: Abbildung 16 und Tabelle 23³). Die Verwertung von Metallen wurde in dieser Studie nicht bilanziert, weil der Anteil zwischen den MVAs nicht differiert. Dadurch würden die Gesamtbilanzen der MVAs etwas besser ausfallen. Die Aussage zu den Spannweiten ändert sich dadurch allerdings nicht.

Die Vorteile der mechanisch-biologischen Alternativen zur Müllverbrennung (Flexibilität) und die Nachteile der MVA (fehlende Flexibilität) kommen im Verlauf der Umsetzung der Energiewende noch mehr zur Geltung. Zeitlich unflexibler Strom wird mit zunehmender Umsetzung der Energiewende und der damit verbundenen Steigerung des Anteils an regenerativen Energiequellen immer weniger nachgefragt werden. Die Gutschriften für unflexiblen Strom werden voraussichtlich stark sinken (Dehoust et al. 2014).

In der Übergangszeit wird noch ein steigender Bedarf an Wärme aus MVAs existieren. Langfristig wird auch der Wärmemarkt entkarbonisiert werden.

3. Abfallmengenströme

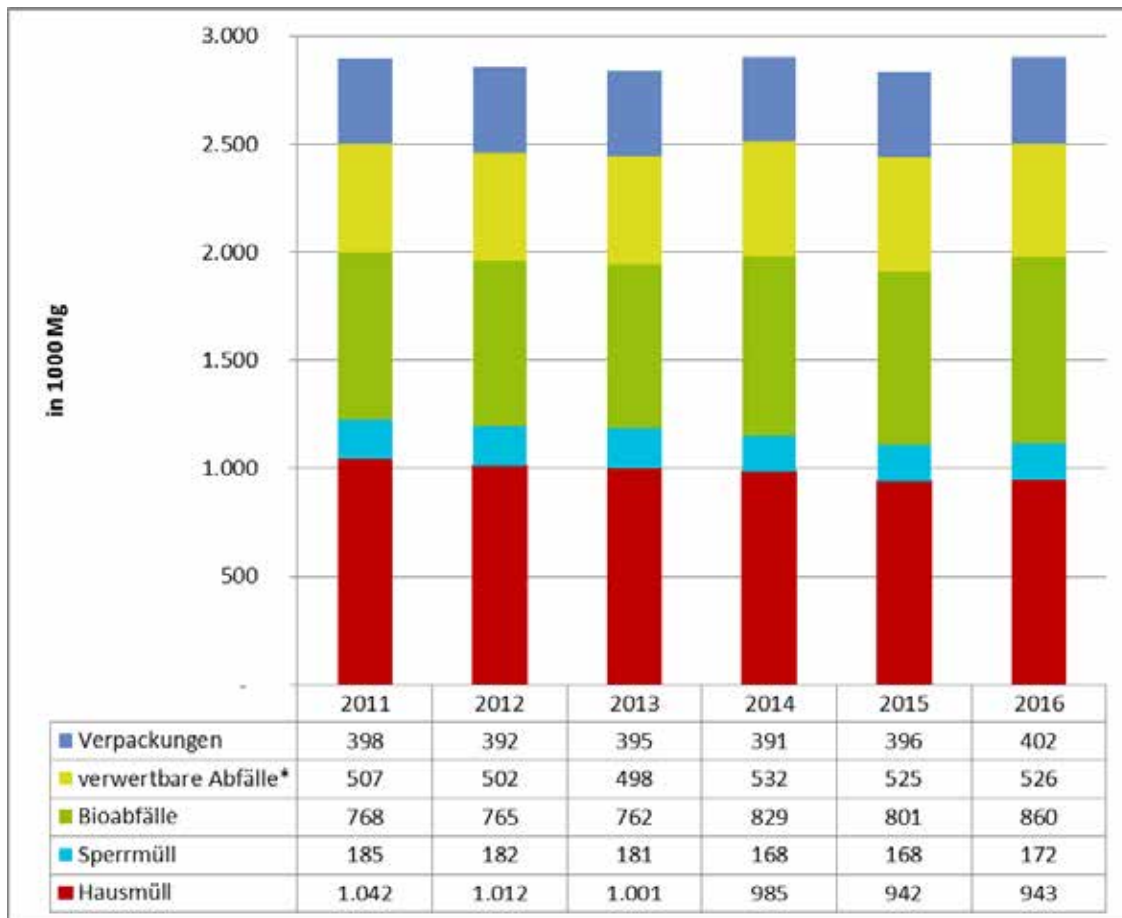
3.1. Abfallmengenströme in Hessen

3.1.1. Abfallmengenströme in Hessen – Hausmüll

In Abbildung 4 sind die Siedlungsabfallmengen aus Haushaltungen und Kleingewerbe für die Jahre 2011 bis 2016 in Hessen aufgeführt. Die dargestellten Mengen beinhalten sowohl die im Holsystem über die öffentlich-rechtlichen Entsorger (oder in deren Auftrag) eingesammelten Mengen als auch die über Bringsysteme erfassten Mengen. Die Hausmüllmenge, welche vor Allem über die Restabfallsammlung erfasst wird, ist in Abbildung 5 separat angegeben. Es wird ersichtlich, dass die gesamte erfasste Menge an Siedlungsabfall aus Haushaltungen und Kleingewerbe über die Jahre zwar Schwankungen unterlag, im Endeffekt aber relativ konstant geblieben ist, hingegen ein Rückgang der Hausmüllmenge zu vernehmen ist.

³ Tabelle 23 zeigt für die spezifischen Emissionsfaktoren zum GWP eine Spanne der untersuchten MVAs zwischen 139 und -36 kg CO₂-Äquivalenten pro Mg Abfall

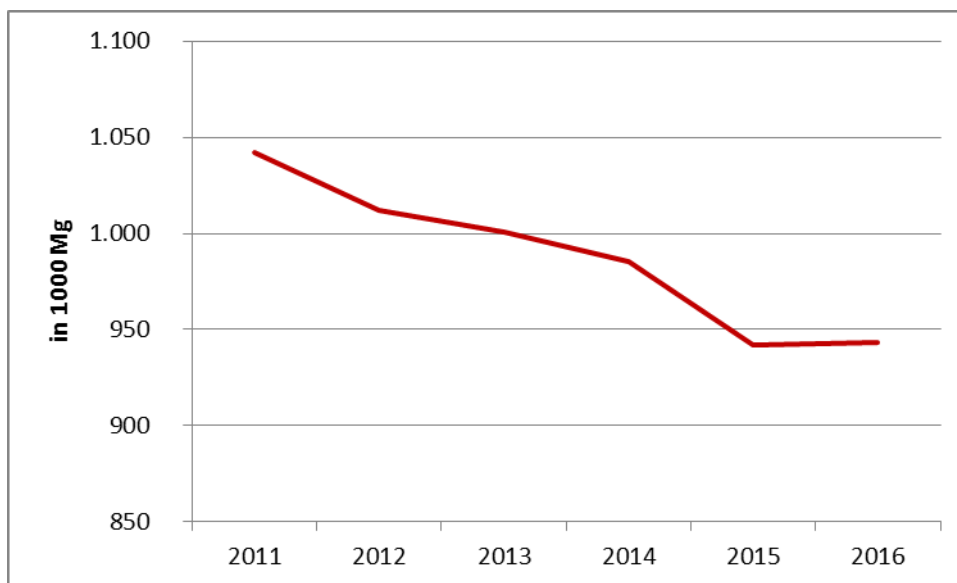
Abbildung 4 Siedlungsabfälle aus Haushaltungen und Kleingewerbe in Hessen von 2011 bis 2016



* Grafisches Altpapier, Holz, Metall, Elektroaltgeräte u.a.

(Eigene Darstellung, Daten aus HMUELV (2017))

Abbildung 5 Hausmüll aus Haushaltungen und Kleingewerbe in Hessen von 2011 bis 2016



(Eigene Darstellung, Daten aus HMUELV (2017))

2016 sind in Hessen 942.813 Mg Hausabfall angefallen. Dies entspricht einer Menge von 153 kg/EW*a. Der Hausmüll wurde zu 73 % energetisch verwertet ("zum größten Teil in Müllheizkraftwerken entsorgt") und zu 27 % einer mechanischen bzw./ mechanisch-biologischen Behandlung unterzogen. Anschließend erfolgte der Einsatz als Ersatzbrennstoff in EBS-Kraftwerke. Daraus ergeben sich die in Tabelle 6 angegebenen Mengenströme für die Verwertung des Hausmülls in Hessen (HMUELV 2017).

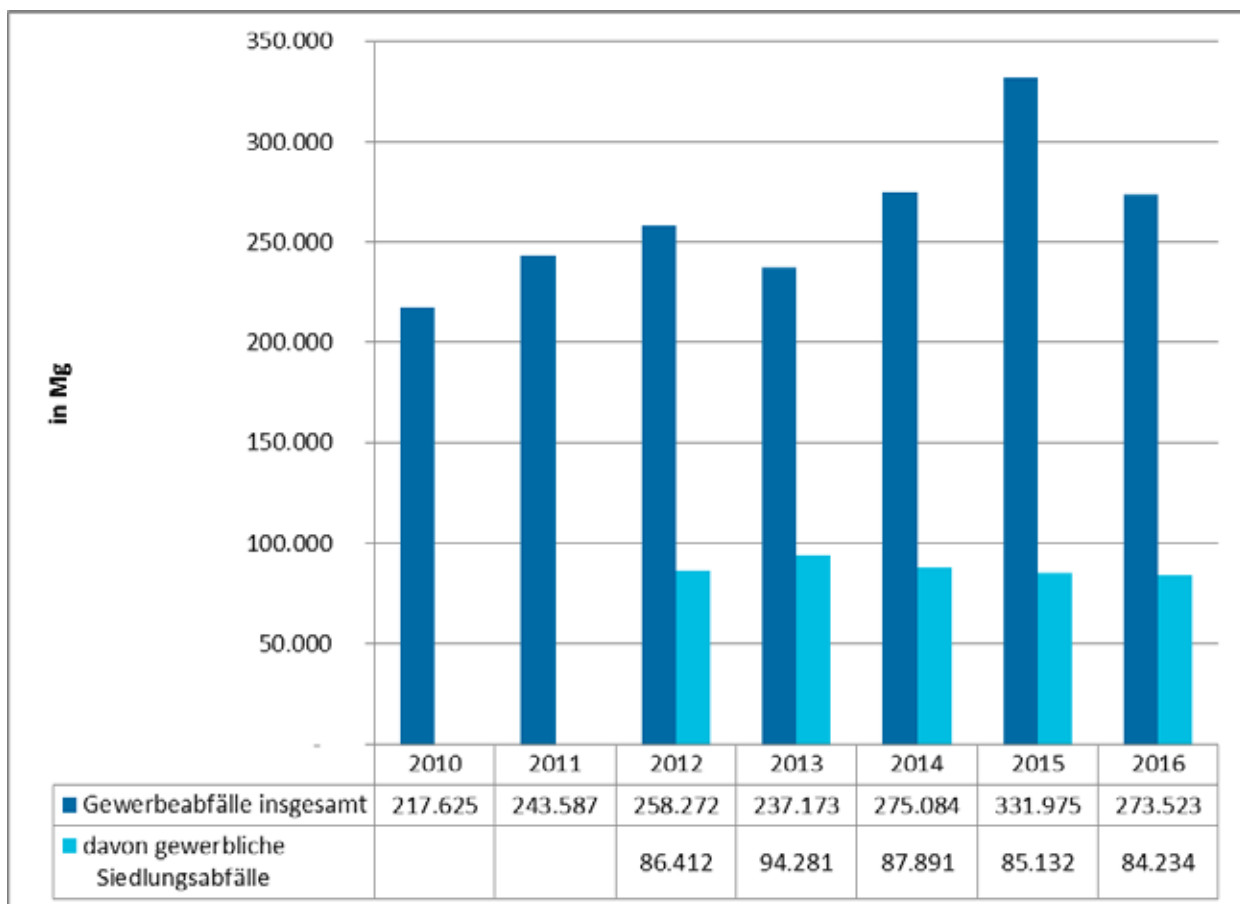
Tabelle 6 Aufkommen und Verwertungsweg des Hausmülls in Hessen 2016 (HMUELV 2017)

	Hausmüll Hessen [Mg/a]	Hausmüll Hessen [kg/Ew*a]
Gesamtaufkommen	942.813	153
Energetische Verwertung	688.253	112
Behandlung in MBA	185.828	41

3.1.2. Abfallmengenströme in Hessen – Gewerbeabfall

In Abbildung 6 werden die erfassten Gewerbeabfallmengen der Jahre 2010 bis 2016, unterschieden in Gesamtaufkommen und gewerbliche Siedlungsabfälle, aufgeführt. Die Daten wurden der jeweiligen Abfallmengenbilanz des Landes Hessen aus den unterschiedlichen Jahren entnommen.

Abbildung 6 Gewerbeabfallmengen in Hessen von 2010 bis 2016



(Eigene Darstellung, Daten aus HMUELV (2012) bis HMUELV (2017))

Bezüglich der gesamten Gewerbeabfallmenge sind über die Jahre hinweg starke Schwankungen zu vernehmen, wobei eine Tendenz zu einer ansteigenden Menge beobachtet werden kann. Dennoch sind im Jahr 2016 im Vergleich zum Jahr 2015 insgesamt 18 % weniger Gewerbeabfälle angefallen. Die gewerbliche Siedlungsabfallmenge hat nur geringe Mengenunterschiede über die Jahre vorzuweisen. Nach einem Anstieg auf 94.281 Mg in 2013 haben die Mengen bis 2016 konstant abgenommen und befinden sich sogar unterhalb der angefallenen Menge in 2012 (HMUELV 2017).

Tabelle 7 Aufkommen und Verwertungsweg des Gewerbeabfalls in Hessen 2016 (HMUELV 2017)

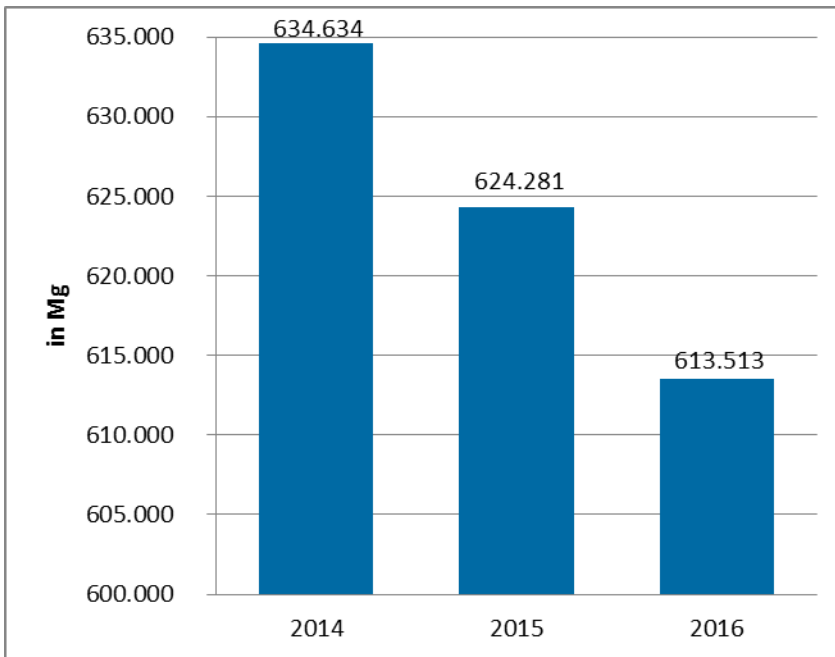
Verwertungsweg	Gewerbeabfallmenge [Mg/a]
Gewerbeabfall, Gesamtaufkommen	273.523
zur Beseitigung und Behandlung	84.234
zur Verwertung	201.587
davon: energetisch	117.504
davon: vorbehandelt, Großteils anschließend energetisch verwertet	25.194
davon: recycelt	17.852
davon: andere Verwertung (Verfüllung, Rekultivierung, Deponiebaumaßnahmen)	41.037

3.2. Abfallmengenströme in Rheinland-Pfalz

3.2.1. Hausmüll

Abbildung 7 stellt die Entwicklung des Hausmüllaufkommens in Rheinland-Pfalz von 2014 bis 2016 dar. Innerhalb der drei aufgeführten Jahre ist ein starker Rückgang der anfallenden Hausmüllmenge zu vernehmen. Von der im Jahr 2016 angefallenen Menge von 613.513 Mg Hausmüll, wurden 534.267 Mg verwertet und 80.609 Mg über die mechanisch-biologische Behandlung beseitigt (s. Tabelle 8).

Abbildung 7 Hausmüllaufkommen in Rheinland-Pfalz von 2014 bis 2016



(Eigene Darstellung, Daten aus MUEEF (2015) bis MUEEF (2017))

Tabelle 8 Aufkommen und Verwertungsweg des Hausmülls in Rheinland-Pfalz 2016 (MUEEF 2017)

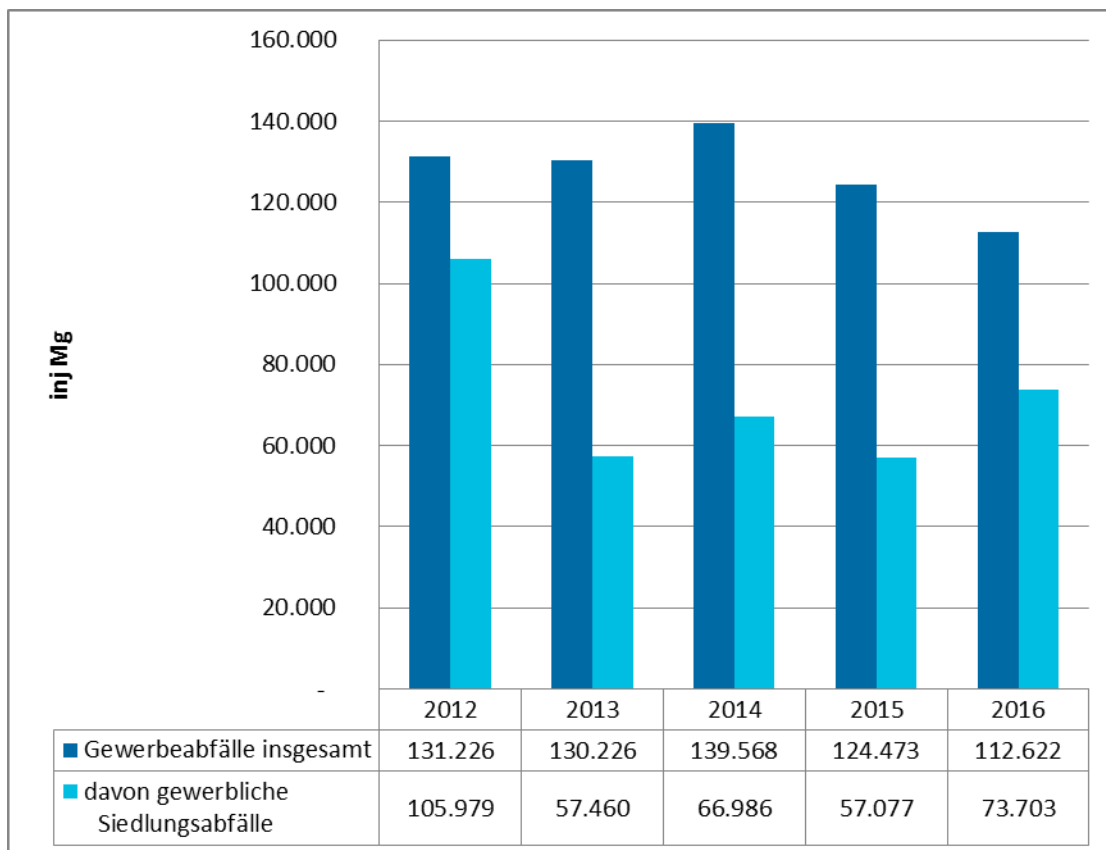
	Hausmüll RLP [Mg/a]	Hausmüll RLP [kg/Ew*a]
Gesamtaufkommen	613.513*	151
In MHKW oder MBS behandelt sowie zu EBS aufbereitet	534.267	13
Behandlung in MBA	80.609	20

* Hausabfälle (inkl. Sonstige Abfälle), die in MHKW oder MBS behandelt sowie zu Ersatzbrennstoffen aufbereitet wurden

3.2.2. Gewerbeabfall

Die in Abbildung 8 angegebenen Gewerbeabfallmengen im Zeitraum von 2012 bis 2016 weisen sowohl in der Gesamtmenge als auch bei den gewerblichen Siedlungsabfällen deutliche Schwankungen auf. In der Gesamtmenge ist in den letzten Jahren eine Abnahme zu vermerken. 2016 ist im Gesamtaufkommen eine Abnahme um 9,5 % gegenüber dem Vorjahr zu verzeichnen. 2015 beträgt die Abnahme gegenüber dem Jahr 2014 10,8 %.

Abbildung 8 Gewerbeabfallmengen in Rheinland-Pfalz von 2012 bis 2016



(Eigene Darstellung, Daten aus MUEEF (2013) bis MUEEF (2017))

In Tabelle 9 werden die jeweiligen Verwertungswege des Gewerbeabfalls in Rheinland-Pfalz für das Jahr 2016 dargestellt. Vom Gewerbeabfall Gesamtaufkommen wurde der überwiegende Anteil mit 67 % energetisch verwertet. 12 % wurden über die Behandlung in einer MBA sowie über die Deponierung beseitigt (MUEEF 2017).

Tabelle 9 Aufkommen und Verwertungsweg des Gewerbeabfalls in Rheinland-Pfalz 2016 (MUEEF 2017)

Verwertungsweg	Gewerbeabfallmenge [Mg]
Gewerbeabfall Gesamtaufkommen	112.622
Recycling	18.766
Verwertung	80.340
davon: energetisch verwertet	75.230
Beseitigung und Behandlung	13.516
davon: Deponierung	3.822
davon: Behandlung in einer MBA	9.694

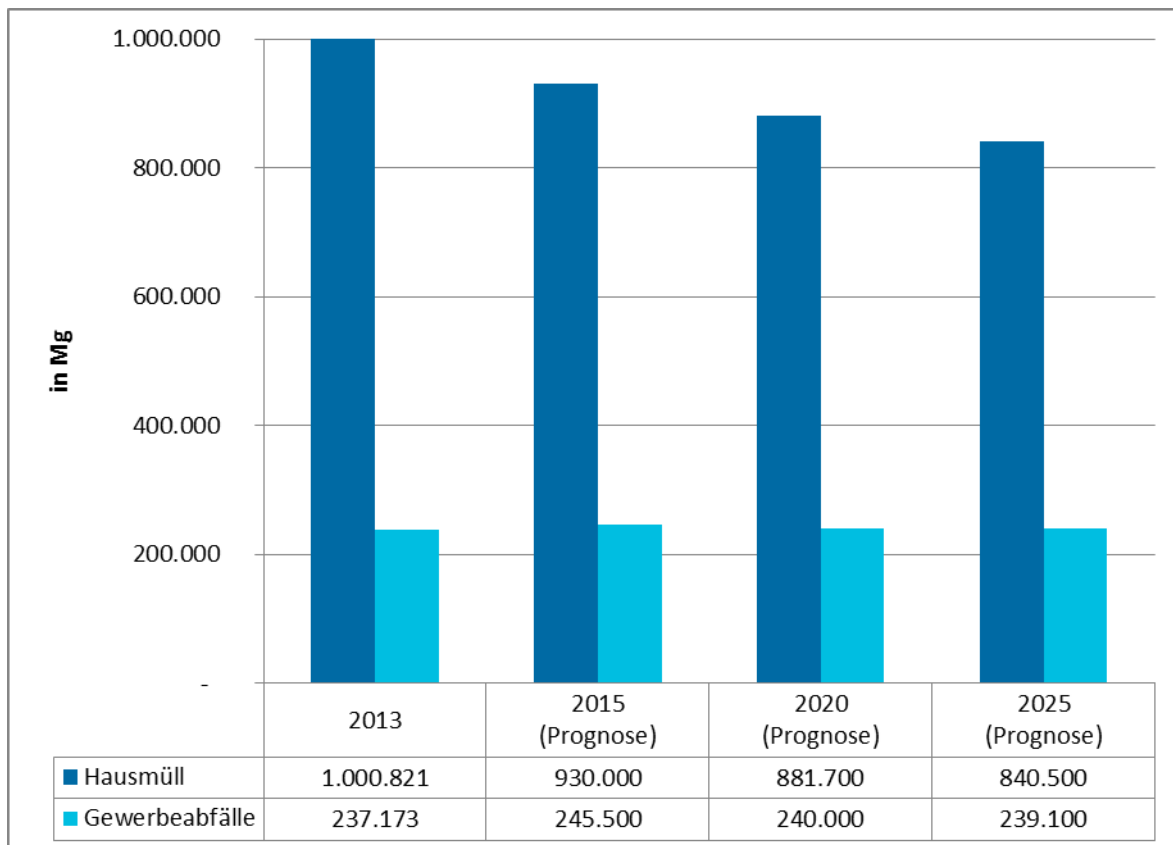
4. Abfallprognosen

4.1. Hessen

Im Abfallwirtschaftsplan Hessen (Stand 24.04.2015) wurde eine ausführliche Abfallmengenprognose durchgeführt. Die Ergebnisse der Prognose für das Hausmüll- und Gewerbeabfallaufkommen werden für die Jahre 2015, 2020 und 2025 in Abbildung 9 dargestellt. Gewerbeabfall wird hier ohne Bauschutt, Bodenaushub sowie Abfälle aus Kläranlagen angegeben.

Insgesamt wird ein stetiger Abfall der Hausmüllmenge prognostiziert und ein geringer Anstieg in der Gewerbeabfallmenge. Die prognostizierte Hausmüllmenge für das Jahr 2015 lag bei 930.000 Mg. Diese Menge weicht nur geringfügig von der tatsächlichen Menge von 942.000 Mg ab. Im Gegensatz dazu entspricht die prognostizierte Gewerbeabfallmenge nicht dem tatsächlichen Aufkommen. Von einem tatsächlichen Aufkommen von 331.975 Mg im Jahr 2015 wurden lediglich 240.000 Mg prognostiziert. Hierbei ist allerdings zu erwähnen, dass bereits im Jahr 2016 ein starker Rückgang zu verzeichnen war (siehe Abbildung 6) (HMUELV 2015b).

Abbildung 9 **Abfallmengenprognose Land Hessen**

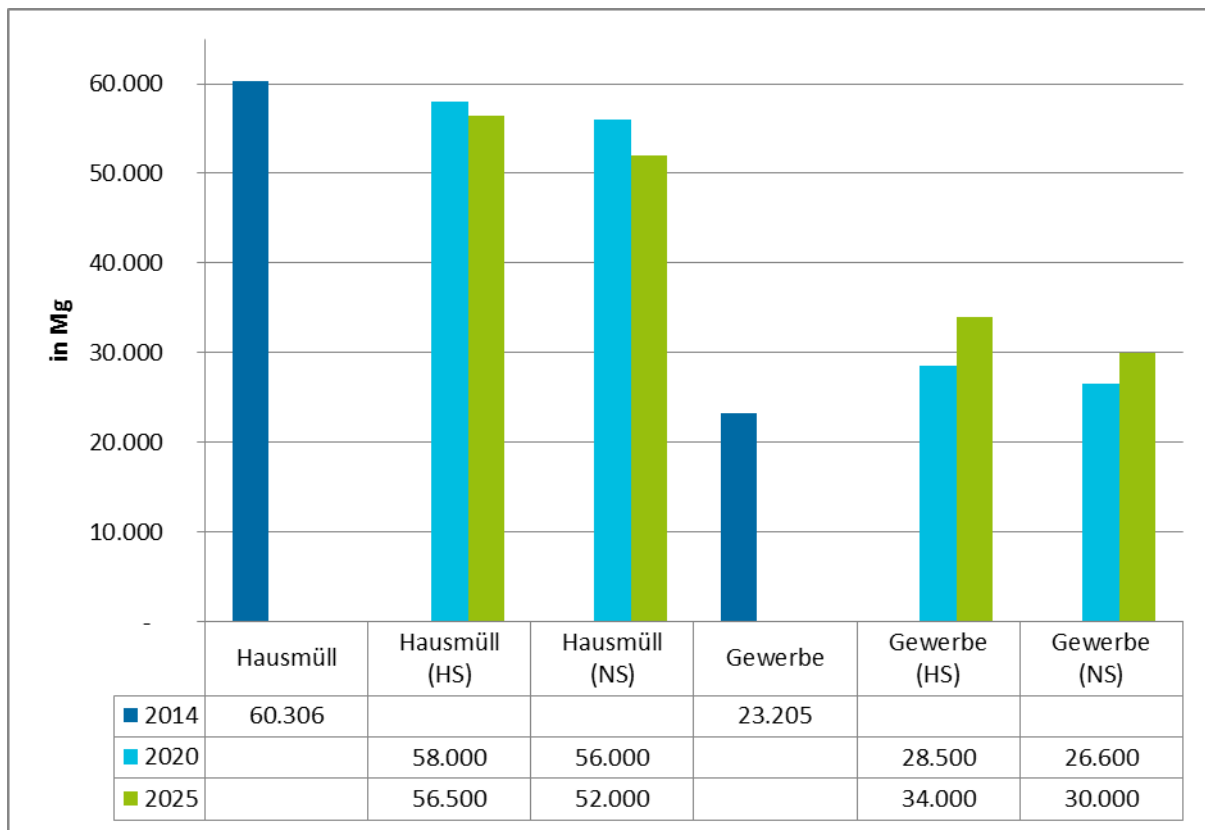


(Eigene Darstellung und (HMUELV 2015b))

4.2. Wiesbaden

Das Abfallwirtschaftskonzept für die Landeshauptstadt Wiesbaden wurde 2015 im Auftrag der Entsorgungsbetriebe von SHC Sabrowski-Hertrich-Consult GmbH fortgeschrieben. Im Rahmen dessen wurde eine Prognose zu Siedlungsabfallmengen durchgeführt. In Abbildung 10 werden die jeweiligen Ergebnisse für das Basisjahr 2014 und die prognostizierten Jahre 2020 und 2025 für die Hausmüll- und Gewerbeabfallmenge dargestellt. HS steht jeweils für das berechnete Hochszenario, welches das Szenario mit minimalem Erfolg darstellt. Hierbei wurden die Grenzen des praktisch Erreichbaren im Bereich der Abfallvermeidung und -verwertung berücksichtigt. Das Niedrigszenario (mit NS gekennzeichnet) impliziert den maximal möglichen Erfolg, demnach die strikte Orientierung an der Abfallhierarchie nach KrWG (SHC GmbH 2015).

Abbildung 10 Prognose: Siedlungsabfallmengen Landeshauptstadt Wiesbaden



(Eigene Darstellung, (SHC GmbH 2015))

Wie bereits in den für ganz Hessen in Abbildung 9 aufgeführten Prognosen, wird ein Rückgang der Hausmüllmenge und ein Anstieg der Gewerbeabfallmengen vorausgesagt.

5. Anlagenkapazitäten und Inputströme

5.1. Hessen

5.1.1. Statistische Daten zu Hessen

In Tabelle 10 wird die Anzahl der jeweiligen Anlagenarten (thermische Abfallbehandlungsanlagen, Feuerungsanlagen, M(B)As und Sortieranlagen) in Hessen 2016 angegeben. Die Feuerungsanlagen machen hierbei mit 71 Anlagen, davon 56 Heizwerke, den deutlich größten Anteil aus. Die geringste Anzahl mit 5 Anlagen weist die mechanisch (biologische) Behandlung auf, wobei die thermischen Abfallbehandlungsanlagen mit 8, darunter 4 MHKWs, kaum mehr Anlagen vorzuweisen haben (Hessisches Statistisches Landesamt 2018).

Tabelle 10 Anlagenanzahl je Anlagenart in Hessen 2016

Anlagenart	Anzahl
Thermische Abfallbehandlungsanlagen	8
darunter MHKW	4
Feuerungsanlagen	71
davon Wärme-, Heizkraftwerke	11
darunter BMKW	7
davon Heizwerke	56
davon Anlagen für andere Produktionszwecke	4
M(B)A	5
Sortieranlagen	42

(Hessisches Statistisches Landesamt 2018)

Tabelle 11 stellt die in Abfallentsorgungsanlagen (Thermische Abfallbehandlungsanlagen, Feuerungsanlagen, M(B)A und Sortieranlagen) entsorgten Abfälle in Hessen 2016 nach Herkunft und Art der Anlage dar. Insgesamt wurden 2016 8,7 Millionen Mg Abfälle in Abfallentsorgungsanlagen⁴ 2016 in Hessen entsorgt. 38,8 % wurden in Feuerungsanlagen (20,4 %) und thermischen Abfallbehandlungsanlagen (18,4 %) entsorgt. Dies macht in der Gesamtbetrachtung den größten Anteil aus. In Sortieranlagen wurden 10,9 % der Abfälle entsorgt. Lediglich 5,1 % wurden in mechanisch (biologische) Behandlungsanlagen behandelt (Hessisches Statistisches Landesamt 2018).

⁴ Hierbei berücksichtigt werden Feuerungsanlagen, Thermische Abfallbehandlungsanlagen, Deponien, Biologische Behandlungsanlagen, Sortieranlagen, Shredderanlagen, M(B)A, Demontagebetriebe für Altfahrzeuge und andere Behandlungsanlagen.

Tabelle 11 Entsorgte Abfälle in Hessen 2016 nach Herkunft und Art der Anlage

Anlagenart	Abfallmenge gesamt* [Mg]	Aus Hessen [Mg]	Aus anderen Ländern [Mg]	Aus Ausland [Mg]
Thermische Abfallbehandlungsanlagen	1.609.413	1.153.175	178.433	27.574
darunter MHKW	1.110.670	1.042.768	56.250	—
Feuerungsanlagen	1.782.845	1.117.700	574.042	16.159
davon Wärme-, Heizkraftwerke	1.361.527	954.017	403.346	—
darunter BMKW	460.426	431.844	24.418	—
davon Heizwerke	388.218	153.958	151.939	14.309
davon Anlagen für andere Produktionszwecke	33.099	9.726	18.757	1.850
M(B)A	443.196	314.206	73.078	55.911
Sortieranlagen	955.159	898.088	56.924	—

* Einschließlich betriebseigener Abfälle.
Doppelnennungen sind enthalten (Output von Sortieranlagen und M(B)As in Feuerungsanlagen und die thermische Abfallbehandlung)

(Hessisches Statistisches Landesamt 2018)

Die in Tabelle 11 aufgeführten Mengenströme zeigen, dass je Anlagenart die höchsten angelieferten Abfallmengen jeweils aus Hessen stammen. In allen aufgeführten Anlagen wurden ebenfalls Abfälle aus anderen Ländern behandelt, jedoch machen diese einen wesentlich geringeren Anteil aus. Insgesamt sind nur sehr geringe Mengen aus dem Ausland angeliefert worden. Weder in MHKW, Wärme-, Heizkraftwerken noch in Biomassekraftwerke und Sortieranlagen wurden keine Abfälle aus dem Ausland entsorgt.

5.1.2. Hessen im Detail

In den folgenden Tabellen (Tabelle 12 bis Tabelle 15) werden Kapazitäten und Inputströme in Müllheizkraftwerke, EBS-Anlagen, Biomasse(heiz-)kraftwerke sowie mechanische Aufbereitungsanlagen in Hessen aufgeführt. Die Angaben zu den Kapazitäten wurden dem Abfallwirtschaftsplan Hessen für Siedlungsabfälle und Industrielle Abfälle Stand 24.04.2015 entnommen. Informationen über (geplante) Änderungen der Kapazitäten oder Schließung der jeweiligen Anlagen wurden bei den Anlagen abgefragt und in den Anmerkungen angegeben. Falls die Datenlage es zuließ, wurden Informationen zum Ursprung (z.B. Ausland) der zu behandelnden Abfälle mit in den Anmerkungen aufgeführt. Teilweise konnten aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit oder Geheimhaltung der Angaben keine Daten zu Inputströmen oder sonstige Informationen zu den Anlagen in den Anmerkungen genannt werden.

Zu den Verbrennungsanlagen können teilweise höhere Inputströme als Kapazitäten vorliegen. Die genehmigte Kapazität einer Anlage basiert teilweise auf einem festgelegten Heizwert. Durch schwankende Heizwerte im Inputmaterial, können die Mengen daher über der genehmigten Kapazität liegen.

In Tabelle 12 werden Daten zu den vier vorhandenen Müllheizkraftwerken in Hessen aufgelistet. Das MHKW Frankfurt-Nordweststadt hat mit einer genehmigten Kapazität von 525.600 Mg/a mit Abstand die höchste Kapazität. Die niedrigste Kapazität mit 200.000 Mg/a (siehe Anmerkung) weist das MHKW Kassel auf (HMUELV 2015b).

Die Steigerung der Kapazität von 175.000 Mg/a auf 200.000 Mg/a des MHKW Kassel wurde 2017 genehmigt (Telefonische Anfrage 2018). Die Kapazität des MHKW Offenbach wird laut einer Pressemeldung des Regierungspräsidiums Darmstadt (2018) auf 300.000 Mg/a angehoben.

Die verfügbaren Kapazitäten in Müllverbrennungsanlagen sind abhängig von den vorliegenden Verträgen (kurzfristig bis langfristig). Aufgrund der derzeitigen Vertragslage in Müllverbrennungsanlagen sind trotz vorliegender Auslastung insgesamt von freien Kapazitäten auszugehen.

Tabelle 12 Kapazitäten und Inputströme MHKWs in Hessen

Anlage	Kapazität [Mg/a] ^{a)}	Input [Mg/a]	Anmerkungen
MHKW Kassel	175.000	191.778 ^{b)}	2017 wurde die genehmigte Kapazität auf ca. 200.000 Mg angehoben. Weitere Änderungen sind nicht geplant. Bisher werden keine Abfälle aus dem Ausland behandelt. ^{c)}
MHKW Darmstadt	212.000	ca. 200.000 - 210.000 ^{c)}	2017 lag die Inputmenge wegen baulicher Maßnahmen bei 182.6000 Mg ^{c)}
MHKW Frankfurt-Nordweststadt	525.600	510.985	—
MHKW Offenbach	250.000	245.000 ^{b)}	Eine Erhöhung des Jahresdurchsatzes auf 300.000 Mg ist im Genehmigungsverfahren. ^{d)}

a) Kapazität Stand 2015, Quelle: HMUELV 2015b; b) Thomé-Kozmiensky 2018; c) Telefonische Anfrage 2018; d) Regierungspräsidium Darmstadt 2018

Kapazitäten und Inputmengen in EBS-Kraftwerken und –Verbrennungsanlagen werden in Tabelle 13 angegeben. Die EBS-Verbrennungsanlage Frankfurt weist mit 700.000 Mg/a die größte Kapazität auf (HMUELV 2015b). Mit einem Input von 500.000 Mg scheint die Kapazität bisher noch nicht ausgeschöpft (Infraserv Höchst 2018). Die nächsthöhere Kapazität besitzt das EBS-Kraftwerk Witzenhausen mit 265.000 Mg/a (HMUELV 2015b). Mit einer Inputmenge von 310.000 Mg/a bis 320.000 Mg/a liegt diese über der genehmigten Kapazität. Die Anlage ist derzeit für 265.000 Mg/a bei einem Heizwert von 13,7 MJ/kg ausgelegt (Telefonische Anfrage 2018). Die geringste Kapazität weist die thermische Reststoffbehandlungs- und Energieverwertungsanlage (TREA) Gießen mit 25.000 Mg/a auf, wobei eine zweite Anlage (TREA 2) seit Kurzem fertiggestellt ist (SWG 2017). Bezüglich des Ursprungs der behandelten Abfälle ist lediglich beim EBS-Kraftwerk Heringen bekannt, dass ein geringer Teil aus Großbritannien importiert wird. Das EBS-Kraftwerk Witzenhausen importiert keine Abfälle aus dem Ausland (Telefonische Anfrage 2018).

Tabelle 13 Kapazitäten und Inputströme EBS-Anlagen in Hessen

Anlage	Kapazität [Mg/a] ^{a)}	Input [Mg/a]	Anmerkungen
Industrieheizkraftwerk Korbach	75.500	70.000 ^{b)}	—
EBS-Kraftwerk Heringen	297.600	ca. 290.000 ^{f)}	Es sind keine Änderungen an der Anlage geplant. Bisher werden geringe Anteile an Importmengen aus Großbritannien behandelt. ^{c)} Auslandsmengen entsprechen ca. 5%. ^{f)}
EBS-Verbrennungsanlage Frankfurt	700.000	500.000 ^{d)}	Bis zu 200.000 Mg/a freie Verbrennungskapazität. ^{d)}
EBS-Kraftwerk Witzenhausen	265.000	310.000-320.000 ^{c)}	Es sind keine Änderungen an der Anlage geplant. Bisher werden keine Abfälle aus dem Ausland behandelt. ^{c)}
TREA Gießen	25.000	Keine Angabe	Bau einer zweiten Anlage (TREA 2) 2015 genehmigt. Die Festbrennstofflinie sollte Ende 2017 in Betrieb gehen. ^{e)}

a) Kapazität Stand 2015, Quelle: HMUELV 2015b; b) MVV Enamic 2018; c) Telefonische Anfrage 2018; d) Infracore Höchst 2018; e) SWG 2017; f) Schriftliche Anfrage 2018

Tabelle 14 stellt die Kapazitäten und Inputmengen der BM(H)KW in Hessen dar. Mit 155.000 Mg/a weist das BMHKW Fechenheim die größte Kapazität auf. Schlusslicht mit 13.000 Mg/a ist das BMKW Flechtdorf (HMUELV 2015b).

Insgesamt ist eine knappe Auslastung der Anlagen zu vermerken. Im Rahmen von Umbaumaßnahmen im Industriepark Kalle-Albert ist mittelfristig eine Abschaltung der Anlage geplant. Dies gilt ebenso für das BMHKW Mittelfeld, welches 2021 stillgelegt werden soll (Telefonische Anfrage 2018).

Tabelle 14 Kapazitäten und Inputströme BM(H)KW in Hessen

Anlage	Kapazität [Mg/a] ^{a)}	Input [Mg/a]	Anmerkungen
BMHKW Fechenheim	155.000	ca. 140.000	Inputmenge schwankt je nach Verfügbarkeit. Es sind keine Änderungen an der Anlage geplant. Derzeit werden keine Mengen aus dem Ausland behandelt. ^{c)}
BMKW Wicker	90.000	110.000 ^{b)}	—
BMHKW Wiesbaden	90.000	92.198 ^{c)}	Keine Änderungen an der Anlage geplant.
BMKW Industriepark Kalle-Albert	96.000	55.000 - 72.000 ^{d)}	Anlage soll mittelfristig abgeschaltet werden. Bisher werden keine Mengen aus dem Ausland behandelt. ^{c)}
BMKW Flechtdorf	13.000	ca. 20.000 ^{d)}	Anlage voll ausgelastet. Keine Änderungen an der Anlage geplant. Es werden ausschließlich Abfälle aus eigenem Landkreis behandelt. ^{c)}
BMHKW Mittelfeld	80.000	ca. 60.000 ^{d)}	Stilllegung der Anlage für 2021 geplant. Bisher werden keine Abfälle aus dem Ausland behandelt, nur überregional. ^{c)}

a) Kapazität Stand 2015, Quelle: HMUELV 2015b; b) MVV Energie AG 2018a; c) Angabe für 2017 aus ESWE BioEnergie GmbH 2018 Telefonische Anfrage 2018; d) Telefonische Anfrage 2018

Kapazitäten in M(B)As aus Hessen weisen Mengen von 50.000 Mg/a (Restabfallbehandlungsanlage Waldeck-Frankenberg) bis 250.000 Mg/a (Mechanische Abfallaufbereitungsanlage Weidenhausen) auf (HMUELV 2015b). Zu den Inputmengen liegen ausschließlich zur Mechanischen Behandlungsanlage Wetterau konkrete Informationen vor. Insgesamt sind allerdings sowohl der mechanischen Behandlungsanlage Wetterau sowie der mechanischen Abfallaufbereitungsanlage Weidenhausen zur Verfügung stehende Kapazitäten zuzuschreiben. Langfristig seien keine Änderungen an beiden Anlagen geplant. Des Weiteren werden keine Abfälle aus dem Ausland behandelt (Telefonische Anfrage 2018).

Tabelle 15 Kapazitäten und Inputströme M(B)A in Hessen

Anlage	Kapazität [Mg/a] ^{a)}	Input [Mg/a]	Anmerkungen
Mechanische Behandlungsanlage Wetterau	45.000	29.000 ^{b)}	Keine Änderung an der Anlage geplant. Zu behandelnder Abfall ausschließlich kommunal. ^{b)}
Mechanische Abfallaufbereitungsanlage Weidenhausen	250.000	Keine Angabe	Anlage nicht voll ausgelastet bzw. verfügt über freie Kapazitäten. Es sind keine Änderungen an der Anlage geplant. Zu behandelnde Abfälle ausschließlich aus umliegenden Landkreisen. ^{b)}
Mechanische Abfallaufbereitungsanlage Großen-Buseck	180.000	Keine Angabe	—
Restabfallbehandlungsanlage Waldeck-Frankenberg	50.000	Keine Angabe	—

a) Kapazität Stand 2015, Quelle: HMUELV 2015b; b) Telefonische Anfrage 2018

5.2. Rheinland-Pfalz

5.2.1. Statistische Daten zu Rheinland-Pfalz

In Tabelle 16 wird die Anzahl der jeweiligen Anlagenarten (Thermische Abfallbehandlungsanlagen, Feuerungsanlagen, M(B)As und Sortieranlagen) in Rheinland-Pfalz 2017 angegeben. Die Sortieranlagen mit 47 Anlagen und die Feuerungsanlagen mit 30 Anlagen haben hierbei die größte Anzahl zu vermerken. Thermische Abfallbehandlungsanlagen mit 6 Anlagen sowie M(B)As mit 7 Anlagen weisen einen deutlich geringeren Anteil auf. Hierbei gilt es allerdings zu berücksichtigen, dass die Quelle sowohl intakte als auch ruhende Anlagen mit in die Statistik aufgenommen hat. Eine genauere Unterteilung der Anlagen ist der Quelle nicht zu entnehmen (Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2017).

Tabelle 16 Anlagenanzahl je Anlagenart in Rheinland-Pfalz 2015

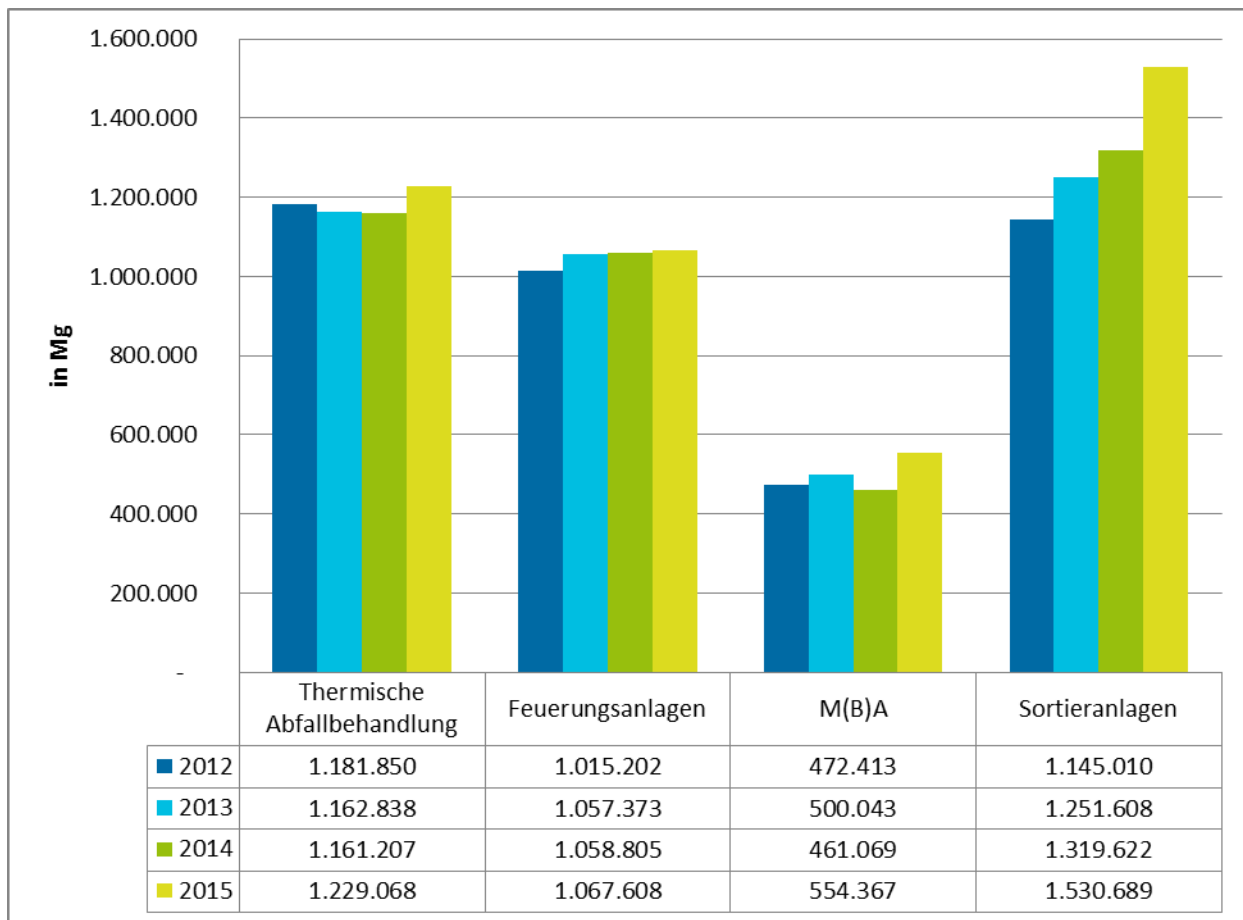
Anlagenart	Anzahl*
Thermische Abfallbehandlungsanlagen	6
Feuerungsanlagen	30
M(B)A	7
Sortieranlagen	47

*Einschließlich ruhende Anlagen

(Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2017)

Abbildung 11 stellt die angelieferten Abfallmengen an Abfallentsorgungsanlagen von 2012 bis 2015 nach Anlagenart in Rheinland-Pfalz dar. Dargestellt werden die Mengenströme in thermischen Abfallbehandlungsanlagen, Feuerungsanlagen mit energetischer Verwertung von Abfällen, M(B)As und Sortieranlagen. Sowohl in Feuerungsanlagen sowie in Sortieranlagen ist über den Zeitraum eine konstante Steigung der Inputmenge zu vermerken. In thermische Abfallbehandlungsanlagen ist von 2012 bis 2014 eine Senkung der Inputmengen wahrzunehmen. In 2015 stiegen die Mengen angelieferter Abfälle allerdings auf über 120.000 Mg. Bezüglich der Mengenströme in M(B)As ist keine konkrete Tendenz zu erkennen.

Abbildung 11 An Abfallentsorgungsanlagen angelieferte Abfälle 2012–2015 nach Anlagenart in Rheinland-Pfalz



(Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2017)

Tabelle 17 stellt die Mengen an angelieferten Abfällen in Rheinland-Pfalz 2015 nach Anlagearten und Herkunft dar. Es ist zu erkennen, dass insgesamt die höchsten angelieferten Abfallmengen jeweils aus Rheinland-Pfalz stammen. In allen aufgeführten Anlagen wurden ebenfalls Abfälle aus anderen Ländern sowie aus dem Ausland behandelt. Die Mengenströme aus dem Ausland haben jedoch den geringsten Anteil vorzuweisen.

Tabelle 17 **Angelieferte Abfälle in Rheinland-Pfalz 2015 nach Anlagearten und Herkunft**

Anlagenart	Abfallmenge gesamt* [Mg]	Aus Rheinland- Pfalz [Mg]	Aus anderen Ländern [Mg]	Aus Ausland [Mg]
Thermische Abfallbehandlungsanlagen	1.229.068	1.008.140	201.479	19.449
Feuerungsanlagen	1.067.608	651.905	405.167	10.536
M(B)A	554.367	329.316	202.903	22.148
Sortieranlagen	1.530.689	1.043.127	439.646	47.915

* Einschließlich betriebseigener Abfälle

(Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2017)

5.2.2. Rheinland-Pfalz im Detail

In den folgenden Tabellen (Tabelle 18 und Tabelle 19) werden die Anlagenkapazitäten sowie die Inputströme und deren Herkunft in MHKW und mechanische Behandlungsanlagen (MBA, MBT, MBS) in Rheinland-Pfalz beschrieben. Die Angaben zu den Kapazitäten wurden dem Abfallwirtschaftsplan 2013 entnommen und entsprechen dem Stand 2011. Die Inputströme aus Rheinland-Pfalz sowie externen Quellen wurden der Landesabfallbilanz Rheinland-Pfalz 2016 entnommen. Der Stand entspricht demselben Jahr. Anmerkungen zu (zukünftigen) Kapazitätsänderungen sowie sonstigen Informationen zu Änderungen an den Anlagen wurden teilweise bei den Anlagen selbst erfragt und, falls verfügbar, den Anmerkungen angefügt.

In Rheinland-Pfalz befinden sich drei MHKW. Das MHKW Mainz weist mit 300.000 Mg/a die größte Kapazität auf. Mit 200.000 Mg/a befindet sich das MHKW in Ludwigshafen auf Platz zwei. Mit einer etwas geringeren Kapazität von 180.000 Mg/a belegt das MHKW Pirmasens den dritten Platz (MWVLW 2013).

Alle aufgeführten MHKW beziehen den größten Anteil der zu behandelnden Abfälle aus Rheinland-Pfalz. Geringe Mengen werden bei allen von externen Quellen bezogen wobei hierbei keine Konkretisierung der Quelle zu entnehmen ist (Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2017).

Wie bereits in Kapitel 5.1.2 erwähnt, hängt die verfügbare Kapazität in Müllverbrennungsanlagen von den vorliegenden Verträgen (kurzfristig bis langfristig) ab. Auch wenn derzeit eine Auslastung der Anlagen besteht, ist aufgrund der Vertragslage dennoch von freien Kapazitäten auszugehen.

Tabelle 18 Kapazitäten und Inputströme MHKW in Rheinland-Pfalz

Anlage	Kapazität [Mg/a] ^{a)}	Input [Mg/a] ^{b)}	aus RLP [Mg/a]	extern [Mg/a]	Anmerkung
MHKW Ludwigshafen	200.000	213.668	202.277	11.391	Kapazität liegt bei 210.000 Mg/a bis 220.000 Mg/a. Input unverändert. Es sind keine Änderungen an der Anlage geplant. Es werden keine Abfälle aus dem Ausland behandelt. ^{c)}
MHKW Pirmasens	180.000	181.717	134.516	47.201	Kapazität weiterhin aktuell. Es sind keine Änderungen an der Anlage geplant. ^{c)}
MHKW Mainz	330.000	376.460	287.960	88.500	Anlage voll ausgelastet kann aber noch langfristige Verträge abschließen ^{c)}

a) Kapazität Stand 2011, Quelle: MWVLW 2013; b) Input (inkl. RLP und extern) Stand 2016, Quelle: Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2017; c) Telefonische Anfrage 2018

In Tabelle 19 werden die Kapazitäten und Inputströme der MBA Kapiteltal, MBA Linkenbach und MBA Singhofen, sowie MBT Mertesdorf und MBS Rennerod beschrieben. Wie der Anmerkung zur MBA Kapiteltal zu entnehmen ist, wurde diese mittlerweile zur MB2A zur Behandlung von Bioabfällen umgebaut. Diese Kapazitäten stehen demnach zur Behandlung von Rest- oder Gewerbeabfällen nicht mehr zur Verfügung. Den übrigen Anlagen ist zu entnehmen, dass zurzeit freie Kapazitäten zur Behandlung von Abfällen zur Verfügung stehen. Keine der aufgeführten Inputmengen entspricht der Kapazität der jeweiligen Anlage. Die insgesamt größte Kapazität weist die MBT Mertesdorf auf, wobei diese ebenfalls die größte Differenz zwischen Kapazität und tatsächlicher Inputmenge vorzuweisen hat.

Tabelle 19 Kapazitäten und Inputströme MBA, MBT, MBS in Rheinland-Pfalz

Anlage	Kapazität [Mg/a] ^{a)}	Input [Mg/a] ^{b)}	aus RLP [Mg/a]	extern [Mg/a]	Anmerkung
MBA Kapiteltal	Mechanisch: - Biologisch: 20.000	-	-	-	Umbau der MBA Kapiteltal in MB2A zur Behandlung von Bioabfällen ^{c)}
MBA Linkenbach	Mechanisch: 90.000 Biologisch: 90.000	57.232	57.232	-	Kapazität aktuell. Inputmenge 2017 bei 58.000 Mg. Keine Änderungen an der Anlage geplant. Keine Behandlung von Abfällen aus dem Ausland. ^{d)}
MBA Singhofen	Mechanisch: 90.000 Biologisch: -	49.730	49.730	-	—
MBT Mertesdorf	Mechanisch: 220.000 Biologisch: 180.000	122.860	122.860	-	Verbesserung der Anlage ist geplant, jedoch keine Änderung in der Kapazität. ^{d)}
MBS Rennerod	Mechanisch: 120.000 Biologisch: 120.000	102.674	63.435	39.239	Kapazität immer noch aktuell. Es sind keine Änderungen an der Anlage geplant. Es werden keine Abfälle aus dem Ausland behandelt. ^{d)}

a) Kapazität Stand 2011, Quelle: MWVLW 2013; b) Input (inkl. RLP und extern) Stand 2016, Quelle: Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2017; c) MUEEF 2017; d) Telefonische Anfrage 2018

5.3. MVA Mannheim

Der Tabelle 20 sind der Jahresdurchsatz des Heizkraftwerks sowie des Biomassekraftwerks Mannheim aufgeführt. Genauere Angaben zu Inputmengen sowie Kapazitäten der Anlagen, konnten der Literatur nicht entnommen werden. Laut EUWID gibt es jedoch Pläne zur Erweiterung des Heizkraftwerkes Mannheim (EUWID 2017b). Zusätzlich plant Mannheim auf demselben Gelände des Heizkraftwerkes eine Monoverbrennung für Klärschlamm (EUWID 2017a).

Tabelle 20 **Jahresdurchsatz HKW und BMHKW in Mannheim**

Anlage	Jahresdurchsatz [Mg/a]	Anmerkungen
Heizkraftwerk Mann- heim	700.000 ^a	Die MVV plant in eine Erweiterung des abfallgefeuer- ten Heizkraftwerks investieren. ^{b)}
Biomassekraftwerk Mannheim	140.000 ^c	Input entspricht der Kapazität. Anlage voll ausgelas- tet. Es sind keine Änderungen an der Anlage geplant. Es werden teilweise geringe Mengen aus Frankreich und der Schweiz behandelt. ^{d)}

a) MVV Energie AG 2018b; b) EUWID 2017b; c) MVV Energie AG 2018c; d) Telefonische Anfrage 2018

5.4. Zwischenfazit zu Abfallmengenprognosen und Kapazitätsauslastungen

Über viele Jahre waren freie Kapazitäten in Müllverbrennungsanlagen, verbunden mit einem Preiskampf um Abfälle, auf dem „Spotmarkt“ zu beobachten. Die aktuelle Situation mit einer hohen Anlagenauslastung und hohen Preisen wird laut einer Trend-Research-Studie auch zukünftig bestehen bleiben (Recycling Magazin 2017). Andererseits soll sich die Verfügbarkeit der thermischen Abfallbehandlungsanlagen deutlich verbessert haben. Durch Importmengen werden die vorliegenden Verbrennungskapazitäten künstlich verknappt (EUWID 2018b).

Heute sind aufgrund von gesteigerten Abfallmengen aus dem Import und insbesondere aus dem Gewerbe bundesweit die MVAs und EBS-HKWs gut ausgelastet z.T. überlastet. Eindeutige Erklärungen für die gestiegenen Gewerbeabfallmengen sind nicht bekannt. Mengen-Prognosen sagten in den letzten Jahren meist leichte Steigerungen für Gewerbeabfall und einen geringen Rückgang bei Restabfall aus Haushalten voraus. Die Abfragen bei den Anlagenbetreibern zeigen, dass der Importanteil bei den Anlagen in Hessen und Rheinland-Pfalz keine große Rolle spielt. Demzufolge ist davon auszugehen, dass in den betreffenden Anlagen insbesondere Gewerbeabfälle die Auslastung gewährleisten. Da es sich dabei auch um Einzelchargen (Spotmarkt) und kurzfristige Lieferverträge handeln kann, muss die komplette Auslastung einer MVA nicht zwingend dazu führen, dass keine langfristigen Abnahmeverträge angeboten werden können (Telefonische Anfrage 2018). Unabhängig davon sind im Moment jedoch die Kapazitäten der Verbrennungsanlagen ausgelastet und EBS aus Gewerbeabfällen, die in Wiesbaden aufbereitet werden, werden zu großen Anteilen in andere Bundesländer transportiert (Gurdulic 2018b).

Für die mechanischen und mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen in der Region trifft das derzeit nicht zu. Dort sind noch Kapazitäten frei.

Insgesamt ist die Datenlage bei Gewerbeabfällen deutlich schlechter als bei Hausmüll. Die Situation wird sich - zumindest vorübergehend - aufgrund des chinesischen Importverbots für Abfälle zum Recycling, insbesondere bezüglich der Kunststoffe, noch verschärfen.

Mittel- und langfristig ist wieder mit einem Rückgang der Mengen infolge der Umsetzung verschiedener Gesetze und Verordnungen zu rechnen:

- Abfallhierarchie nach Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG),
- ambitionierte Recyclingquoten im Verpackungsgesetz, insbesondere für Kunststoffe (alt 36 %, ab 2019 58,5 %, ab 2022 63 %) und Verbunde sowie Vorgaben, die eine Umgehung erschweren

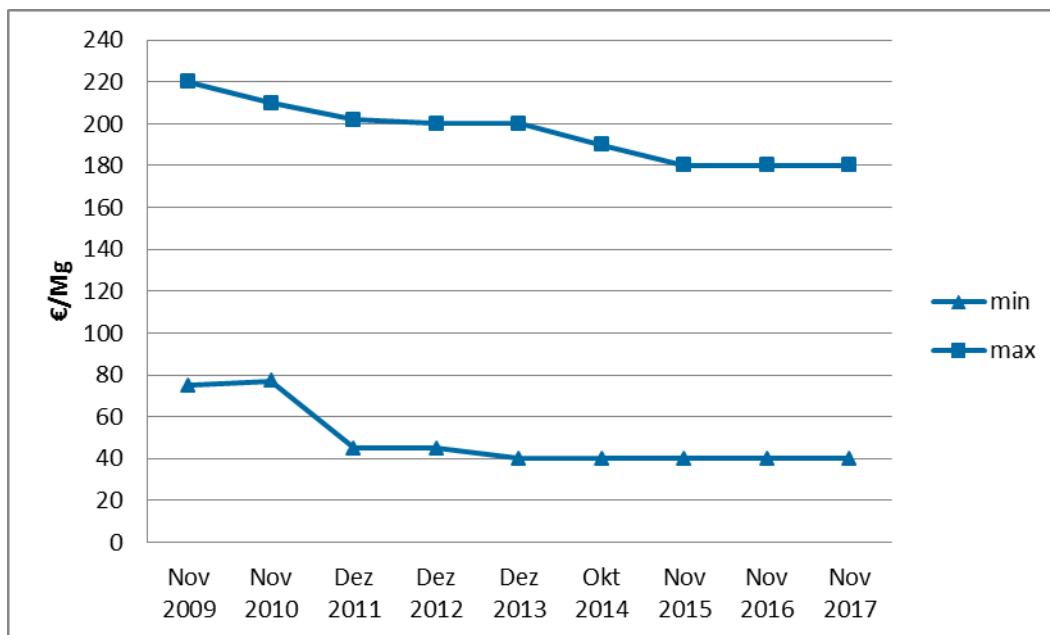
- Getrennthaltungs- und Sortierpflicht mit Vorgaben zur Sortiertechnik und Quoten für das Recycling (30 %).

Zusätzlich werden die Anforderungen der EU an Recycling (inkl. der Vorgabe von Recyclingquoten) zu einem Rückgang der Restabfallmengen in Europa führen, was langfristig auch die Importmengen nach Deutschland reduzieren sollte. Einen gegenläufigen Effekt werden die Bemühungen zur Reduzierung der Deponierung von Haushaltsabfällen ohne Vorbehandlung bewirken. Ein Teil der Abfälle, die dann nicht mehr deponiert werden können, werden zumindest in einer Übergangszeit den Verbrennungsanlagen angeliefert werden.

6. Behandlungspreise für Siedlungsabfälle in MVA

In den folgenden Diagrammen (Abbildung 12 bis Abbildung 14) werden die Behandlungspreise für Siedlungsabfälle in MVA von 2009 bis 2017 in Deutschland angegeben. Der untere und obere Preisbereich für die Entsorgung wurde den Daten für Nord-, Ost-, Süd-, Südwest- und Westdeutschland entnommen. Es wird der Preisbereich für die Entsorgung in kommunale Verbrennungsanlagen, vertraglich thermische Verwertung von Gewerbeabfällen und den Spotmarkt für die Behandlung von Gewerbeabfällen in MVAs angegeben.

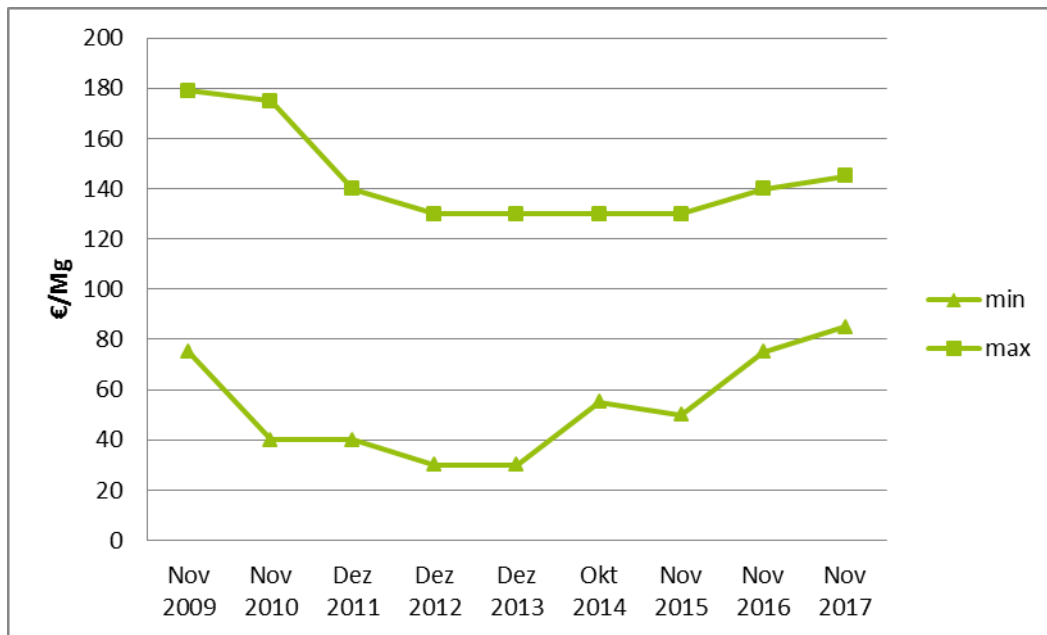
Abbildung 12 Preise für die Entsorgung in kommunale Verbrennungsanlagen



(Eigene Darstellung, Daten aus EUWID 2018c bis EUWID 2018k)

Abbildung 12 stellt die Preise für die Entsorgung in kommunalen Verbrennungsanlagen dar. Die maximalen Preise nehmen von 2009 bis 2015 ab und bleiben seitdem konstant. Der niedrige Preisbereich hat sein Maximum 2010 erreicht und ist zu 2011 stark gefallen. Nach einem weiteren Abfall des Preises ist seit 2013 der minimale Preis für die Entsorgung konstant geblieben.

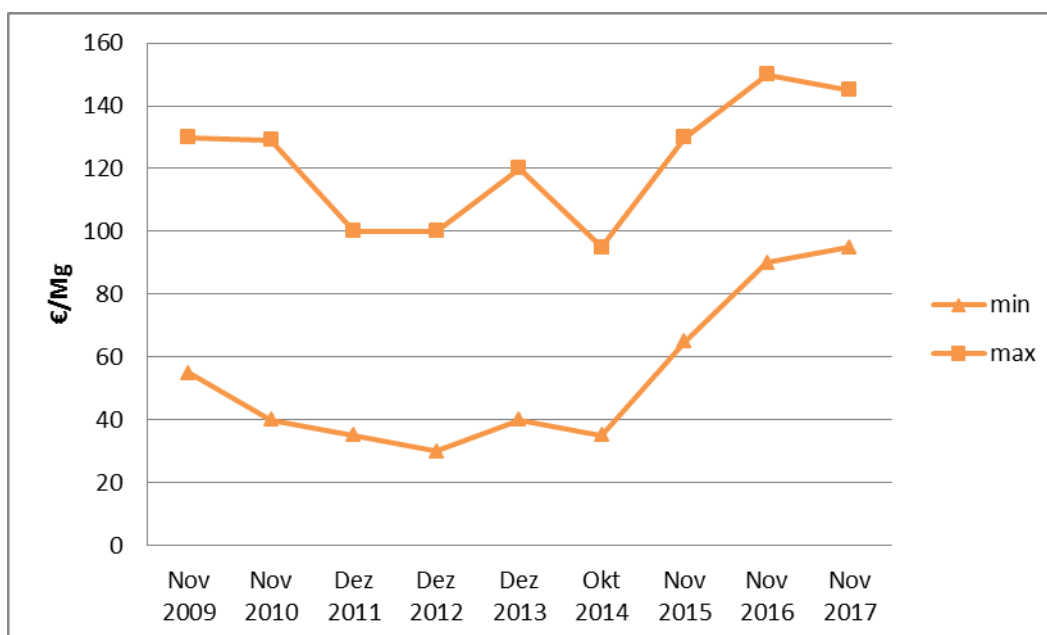
Abbildung 13 Preise für die vertragliche thermische Verwertung von Gewerbeabfall in MVA



(Eigene Darstellung, Daten aus EUWID 2018c bis EUWID 2018k)

Abbildung 14 stellt die Preise für die vertragliche thermische Verwertung von Gewerbeabfall in MVAs in Deutschland dar. 2009 hat der obere Preisbereich sein Maximum erreicht. Bis 2012 ist ein konstanter Abfall der Preise wahrzunehmen. Der höhere Preisbereich ist seitdem bis 2015 konstant geblieben und steigt seitdem leicht an. Im Gegensatz dazu ist seit 2013 eine steigende Tendenz des unteren Preisbereichs zu erkennen. 2017 hat der untere Preisbereich sein Maximum erreicht.

Abbildung 14 Preise für die Entsorgung von Gewerbeabfall in MVA am Spotmarkt



(Eigene Darstellung, Daten aus EUWID 2018c bis EUWID 2018k)

Die Preise für die Entsorgung von Gewerbeabfällen in MVA am Spotmarkt werden in Abbildung 14 angezeigt. Von 2009 bis 2012 ist eine sinkende Tendenz der Preise wahrzunehmen. Von 2012 bis 2014 schwanken sowohl der niedrige als auch der maximale Preisbereich. Der niedrige Preisbereich hat in 2017 sein Maximum erreicht. Der maximale Preisbereich hat 2016 sein Maximum erreicht und ist zu 2017 leicht gesunken.

Aktuelle Daten zu den Kosten der Abfallverbrennung sind derzeit nicht verfügbar. Von BIFAS werden in einem MVA-Benchmarking zwar entsprechende Daten bei bisher 40 MVA-Betreibern in Deutschland und Österreich abgefragt und aufbereitet, die Ergebnisse stehen aber nur den Teilnehmern zur Verfügung (BIFAS 2018).

7. Vergleich von verschiedenen MVAs für Restabfall der Stadt Wiesbaden

Mit der Ökobilanz werden die Auswirkungen der Stoff- und Energieströme auf die Umwelt während des gesamten Lebensweges von Produkten erfasst. Bei Bilanzen in der Abfallwirtschaft werden die Abfälle ab dem Zeitpunkt der Bereitstellung berücksichtigt. Für die Betriebsmittel und Energieverbräuche sowie die Substitutionsprozesse gilt der Grundsatz, den gesamten Lebensweg zu berücksichtigen.

In der Bilanz wird die sogenannte Gutschriftenmethode verwendet, die zu jedem zusätzlichen Nutzen über die reine Abfallentsorgung hinaus einen Substitutionsprozess definiert, der diesen Zusatznutzen aus primären oder anderen sekundären Rohstoffen liefert. Rein rechnerisch können bei der Gutschriftenmethode negative Werte als Bilanzergebnis auftreten (Gutschriften). Diese negativen Umweltbelastungswerte sind als Verminderungen von Klimabelastungen gegenüber dem Vergleichssystem zu verstehen.

Wird beispielsweise Abfall in einer MVA behandelt, werden der MVA die Emissionen, die bei der Verbrennung entstehen, als Belastung angerechnet. Produziert die MVA aus der bei der Verbrennung freigewordenen Energie Strom und Wärme, wird ihr die CO₂-Menge, die durch Bereitstellung dieser Menge Energie durch einen Kraftwerkspark erzeugt worden wäre, als CO₂-Vermeidung gutgeschrieben.

7.1. Systembeschreibung

7.1.1. Allgemeines

Die energetische Verwertung der Wiesbadener Restabfälle in einer Müllverbrennungsanlage liegt im Fokus dieser Untersuchung. Die zu betrachtende Gesamtrestabfallmenge in Wiesbaden beträgt 70.000 Mg / Jahr. Diese wird vom Umschlagplatz zur jeweils betrachteten Anlage geliefert und dort verbrannt. Gemäß den Ausschreibungsunterlagen sind 30 Massen-% der Abfälle nach der Verbrennung als aufbereitete Schlacke zurück zur Deponie in Wiesbaden zu transportieren. Der Transport soll mit Fahrzeugen der Abgasnorm EURO-6 durchgeführt werden. Nicht betrachtet werden die Sammlung der Abfälle sowie die weitere Behandlung der Schlacken, da diese in allen verglichenen Optionen gleich sind.

Maßgeblich für den Vergleich sind die Aufwände und Emissionen aus Transport und Verbrennung, sowie die Gutschriften für die Bereitstellung von Strom und Wärme aus der Müllverbrennungsanlage. Grundlage für die Gutschriften sind der deutsche Wärmemix (AGFW 2018) und ein modellierter deutscher Strommix für das Jahr 2021 basierend auf Projektionsmodellen des Öko-Instituts.

Zur Berechnung der Ökobilanz wird die Software openLCA (openLCA 2018) mit der Datenbank ecoinvent 3.4 (ecoinvent 2018) genutzt. Als Wirkungsabschätzungsmethode wird CML (CML 2016) genutzt.

In dieser Studie werden die abfallwirtschaftlichen Systeme (MVAs) in folgenden Grenzen untersucht:

- Als funktionale Einheit dient die Summe der Abfallströme (70.000 Mg).
- Bilanzierung der Umweltwirkungen Treibhauspotential, Versauerung, Eutrophierung, Humantoxizität und Ressourcenschonung. Zudem werden die beiden Einzelstoffe Stickoxide (NO_x) und Quecksilber (Hg) ausgewertet.
- Die Herstellungs- und Nutzungsphase der Produkte, die zu Abfall wurden, liegt systembedingt (siehe oben) außerhalb der Bilanz.
- Die Bilanz beginnt am Ausgang der Umschlagstelle mit den Transporten zu den MVAs.
- Der Transport der Abfälle zur MVA und der Schlacken von der MVA zur Deponie wird berücksichtigt.
- Hilfs- und Betriebsstoffe sowie die notwendige Energie für die Behandlung oder Verwertung des Abfalls werden von der Rohstoffgewinnung bis zum Input ins Abfallwirtschaftssystem (inklusive Transporte) bilanziert.
- Für die Verwertungsprodukte (Strom, Fernwärme und Prozessdampf) wird eine Gutschrift angerechnet, die den Komplementärprozess auf der Basis von Primärrohstoffen repräsentiert. Bei Ökobilanzen in der Abfallwirtschaft ist es üblich, den Nutzen ausschließlich dem Abfallwirtschaftssystem gutzuschreiben, das den Sekundärrohstoff bereitstellt.

7.1.2. Datenqualität

Abfalleigenschaften

Die Eigenschaften des Abfalls (Heizwert, fossiler und regenerativer Kohlenstoff) ergeben sich aus der Hausmüllzusammensetzung in Wiesbaden (SHC 2017). Die Mengenangaben zu den einzelnen Fraktionen des Abfalls (Papier, Bioabfall, Kunststoffe etc.) wurden in einem Modell des Öko-Instituts mit Literaturwerten zu deren Beschaffenheit verrechnet.

Damit ergeben sich folgende für die Verbrennung relevanten Eigenschaften des durchschnittlichen Restabfalls aus Wiesbaden:

- Heizwert (Hu) = 8.6 kJ/kg Abfall
- Fossiler Kohlenstoff (C fos) = 0,088 kg C fos/kg Abfall
- Regenerativer Kohlenstoff (C reg) = 0,138 kg C reg/kg Abfall.

Betriebsdaten der bestehenden MVAs:

Obwohl für die MVA Frankfurt bei der Ausschreibung kein Angebot für die MVA Frankfurt eingegangen ist, wird diese im Vergleich mitbetrachtet, da dort bisher der Wiesbadener Abfall entsorgt wurde und derzeit immer noch wird.

Die Daten der in Betrieb befindlichen MVAs beruhen bezüglich der Energiekennwerte bei Mainz und Frankfurt auf Angaben der Betreiber. Offenbach und Darmstadt haben keine Daten bereitge-

stellt. Offenbach konnte deshalb nicht bilanziert werden, Darmstadt wurde mit den Werten bilanziert, die auf der Homepage des ITAD veröffentlicht sind. Die MVA Darmstadt wurde aus Mangel an Daten ohne Betriebsmittel bilanziert. Bei der MVA Frankfurt und Mainz wurden die Betriebsmittel nach Betreiberangaben bilanziert.

Betriebsdaten der „MVA“ Wiesbaden:

Da für die MVA Wiesbaden noch keine konkreten Planungsdaten vorliegen, wurden die Bilanzen auf der Basis von ersten Angaben zu der geplanten Anlage (Gurdulic 2018a, Gurdulic 2018b) durchgeführt.

Demzufolge soll die Anlage für eine Kapazität von 190.000 Mg Abfall pro Jahr gebaut werden (Gurdulic 2018b). Die Feuerungswärmeleistung soll 80 MW entsprechen⁵. Die elektrische Leistung soll 21 MW betragen, was einem elektrischen Wirkungsgrad von 26,2 % bei reiner Stromproduktion entspricht. Werden diese veröffentlichten Planungsdaten erreicht, wird die Anlage bezüglich des elektrischen Wirkungsgrads für Deutschland einem ambitionierten Stand der Technik entsprechen. Die maximale Fernwärmeauskopplung soll bei 35 MW liegen. Für den theoretischen, aber nicht zu erwartenden Fall, dass für die maximale Fernwärmeauskopplung über die gesamte Betriebszeit Abnehmer zu finden wären, könnten etwa 280.000 MWh Fernwärme je Jahr ausgekoppelt werden, was einem Wärmewirkungsgrad von 43,7 % entspräche. Der elektrische Wirkungsgrad würde dann auf etwa 11,7 % zurückgehen.

Da die Nutzungsmöglichkeiten für Fernwärme die ökologische Bilanz einer MVA maßgeblich beeinflussen, jedoch noch keine konkreten Daten zur zukünftigen Fernwärmeauskopplung vorliegen wurden, basierend auf den oben genannten Daten der MVA, drei Varianten unterschiedlicher Fernwärmenutzungsgrade bzw. die daraus resultierenden Energiewirkungsgrade als Grundlage für die Bilanzen beispielhaft herangezogen:

- i. Aktuell wird in der Öffentlichkeit diskutiert, dass die ESWE lediglich 24.000 MWh Fernwärme abnehmen würde (Greß/Bretzke 2018):
25 % Strom-, 3,7 % Wärmeauskopplung à „MVA“ Wiesbaden (25/3,7)
- ii. In einem Gespräch mit den Autoren wurde seitens der ESWE die Bedeutung der geplanten Anlage für das zukünftige Fernwärmekonzept der ESWE für Wiesbaden betont. Dabei wurde darauf hingewiesen, dass zukünftig durchaus 100.000 MWh oder u.U. auch mehr Fernwärme von dem zukünftigen Kraftwerk abgenommen werden könnte, wenn die technischen Voraussetzungen dafür geschaffen werden. Welche Menge letztendlich möglich sei, hänge davon ab, wie die Fernwärmeversorgung in Wiesbaden weiterentwickelt wird. Für die Bilanz dieser Variante wurde eine Abnahme von 100.000 MWh zugrunde gelegt:
21 % Strom-, 15,5 % Wärmeauskopplung à „MVA“ Wiesbaden (21/15,5)
- iii. In dieser Variante sollen die ökobilanziellen Auswirkungen einer optimierten Fernwärmenutzung berechnet werden. Hierzu wird angenommen, dass die maximale Fernwärmeauskopplung in 7 Monaten je Jahr möglich ist, was eine Abnahme und Nutzung von 163.000 MWh bedingen würde:
17,7 % Strom-, 25,5 % Wärmeauskopplung à „MVA“ Wiesbaden (17,7/25,5)

⁵ Daraus lässt sich ein mittlerer Heizwert der Abfälle von etwa 12,1 MJ/kg ermitteln. Da die 70.000 Mg/a Restabfall aus Wiesbaden einen mittleren Heizwert von 8,6 MJ/kg aufweisen (MBA Wiesbaden 2017), ergibt sich rechnerisch für die 120.000 Mg/a EBS ein Heizwert von durchschnittlich 120.000 MJ/kg.

Tabelle 21 **Rahmendaten der bilanzierten MVAs**

	MVA Darmstadt	MVA Frankfurt	MVA Mainz	„MVA“ Wiesbaden (25/3,7)	„MVA“ Wiesbaden (21/15,5)	„MVA“ Wiesbaden (17,7/25,5)
Abfallinput real (Mg)	206.319	510.985	366.700	190.000 ²⁾	190.000 ²⁾	190.000 ²⁾
Kapazität (Mg)	212.000	525.600	nicht bekannt ¹⁾			
Distanz (km)	40,6	38,8	9,9	0	0	0
Abfallinput aus Wiesba- den (Mg)	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
eta Strom	0,062	0,172	0,1375	0,25	0,21	0,177
eta Wärme	0,199	0,337	0,2135	0,037	0,156	0,255
eta Prozess- dampf	0	0	0,0448	0	0	0

¹⁾ Auslastung nahe bei 100 %

²⁾ geplant gem. (Gurdulic 2018b)

Für die MVA Wiesbaden liegen bisher keine Angaben zu den benötigten Betriebsmitteln vor. Um einen besseren Vergleich zu gewährleisten, wurde für die MVA Wiesbaden die Menge an Betriebsmitteln angerechnet, die für die MVA Mainz bilanziert wurden⁶.

Emissionsdaten der untersuchten MVAs

Die Emissionsdaten aus dem Betrieb der Anlagen in Darmstadt, Frankfurt und Mainz wurden aus den nach 17. BImSchV verpflichtenden Veröffentlichungen der Anlagenbetreiber entnommen⁷. Eine gewichtete Mittelung der Emissionsdaten der einzelnen Verbrennungslinien war mit den vorliegenden Daten nicht möglich. Deshalb wurden die Werte der Verbrennungslinien ohne Berücksichtigung der Mengenunterschiede vorgenommen⁸.

Für die Emissionsdaten der „MVA“ Wiesbaden wurde eine Spannweite zwischen dem Stand der Technik (SdT) nach Einschätzung des Öko-Instituts (deutlich unterhalb der Angaben des BREF zum SdT (BAT)) und den Grenzwerten der 17. BImSchV eingesetzt (Tabelle 22). Die Unterschei-

⁶ Die Umweltauswirkungen aus dem Betriebsmitteleinsatz in Mainz sind etwas geringer als die in der MVA Frankfurt. Es wird davon ausgegangen, dass in der Neuanlage in Wiesbaden eine Technik eingesetzt wird, die eher in diesem Bereich liegen wird.

⁷ ENTEGA AG: Unterrichtung der Öffentlichkeit nach 17. BImSchV. Berichtszeitraum 1.1.2016 - 31.12.2016. Anlage: Müllheizkraftwerk Darmstadt, Otto-Röhm-Straße 19, 64293 Darmstadt
MHKW Müllheizkraftwerk Frankfurt am Main GmbH: Unterrichtung der Öffentlichkeit nach 17. BImSchV. Berichtszeitraum 1.1.2016 - 31.12.2016. Anlage: MHKW Müllheizkraftwerk Frankfurt am Main, Hedderheimer Landstraße 157, 60439 Frankfurt am Main.

Müllheizkraftwerk Mainz: Emissionswerte 2017.

⁸ Dadurch entstanden im Rahmen der Genauigkeit der Bilanzen keine ergebnisrelevanten Abweichungen.

dung ist in der Ökobilanz nur bei Schadstoffparametern relevant (AP, EP, HTP, NO_x, Hg), nicht bei GWP und Ressourcenabbau. Bei NO_x ist der Unterschied unbedeutend, da die Betriebswerte nah beim Grenzwert liegen.

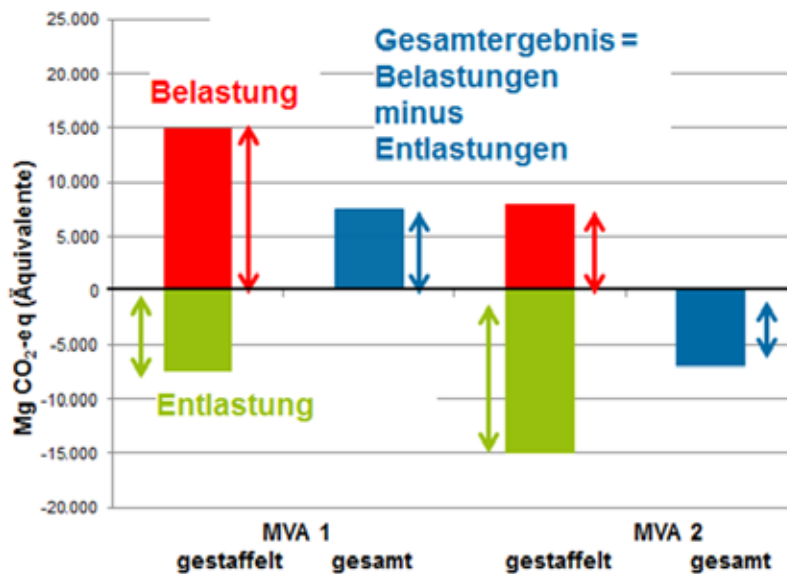
Tabelle 22 Emissionsdaten der bilanzierten MVAs

	Darmstadt	Frankfurt	Mainz	Beispielhaft Wiesbaden ¹⁾	
	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert	17. BlmschV	SdT
Angaben in Mg/m³					
HCl	0,04	1,19	0,17	10	0,5
SO ₂	19,17	6,51	5,53	50	5
NO _x	91,68	164,69	126,13	100	90
CO	9,40	8,83	2,33	50	7,5
C ges	0,17	0,44	0,36	10	0,5
Staub	1,51	0,74	0,64	5	0,75
HF	0,060	0,060	0,060	1	0,05
NH ₃	0,23	4,29	0,36	10	0,5
Angaben in µg/m³					
Hg	6,0	0,3	1,0	10	1,5
Cd/Tl	2,0	0,1	3,8	5	2,5
Sum Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, (Sn)	14,3	5,4	46,8	50	25
Sum As, B(a)P, Dc, Co, Cr	0,2	5,4	6,2	50	2,5
Angaben in ng TE/m³					
Sum PCDD/PCDF, PVB (WHO)	0,0080	0,0038	0,0300	0,1	0,005

7.2. Ökobilanzieller Vergleich

In Abbildung 15 wird das Schema zur Darstellung der Ökobilanzergebnisse gezeigt. Die Belastungen durch Transporte und Verbrennung des Abfalls werden positiv dargestellt (je länger der Balken, desto größer die Belastung), die Gutschriften werden jeweils negativ dargestellt (je länger der Balken, desto größer ist die Gutschrift). Die Summe der beiden wird rechts daneben (blauer Balken) dargestellt. Ist der Balken positiv, führt die Behandlung in dieser Variante insgesamt zu einer Belastung, ist er Balken negativ führt die Behandlung insgesamt zu einer Entlastung.

Abbildung 15 Schema zur Darstellung der Ergebnisse



Im Folgenden werden die Ökobilanzergebnisse der betrachteten MVAs dargestellt. Die Bilanzen wurden mit einer Restabfallmenge von 70.000 Mg/a berechnet.

7.2.1. Treibhausgaspotenzial (GWP)

In Abbildung 16 sind die Ergebnisse für die Kategorie Treibhausgaspotenzial (GWP⁹) für alle betrachteten MVAs dargestellt. Die CO₂-Emissionen aus regenerativen Kohlenstoffquellen werden dabei nicht berücksichtigt. Abbildung 17 zeigt die CO₂-Emissionen aus der Verbrennung des gesamten Kohlenstoffs (C fos und C reg).

Der regenerative Kohlenstoff stammt ausschließlich aus der Verbrennung des Abfalls und ist daher bei jeder MVA gleich. Der fossile Kohlenstoff stammt aus der Verbrennung der fossilen Anteile des Abfalls sowie dem Einsatz der Betriebsmittel und unterscheidet sich daher zwischen den MVAs geringfügig. Die geringen Unterschiede bei den Belastungen der MVAs ergeben sich aus den unterschiedlichen Transportentfernungen sowie der Tatsache, dass kein bzw. ein unterschiedlicher Einsatz von Betriebsmitteln berücksichtigt wurde.

Für Wiesbaden ist für das GWP keine Unterscheidung zwischen „Stand der Technik“ und „17. BImSchV“ notwendig (die Höhe der emittierten und gutgeschriebenen CO₂-Äquivalente ist in beiden Fällen gleich).

Bei keiner MVA spielen die Transporte eine relevante Rolle.

Sowohl mit als auch ohne Berücksichtigung des regenerativen Kohlenstoffs schneidet die MVA Darmstadt am schlechtesten ab, die MVA Frankfurt am besten. Die MVA Wiesbaden liegt in allen drei untersuchten Varianten etwas unterhalb der Ergebnisse der MVA Frankfurt. Die MVA Wiesbaden (25/3,7) ist um 2.189 Mg CO₂-eq/a schlechter als Frankfurt, Wiesbaden (21/15,5) um 1.276 Mg CO₂-eq/a und Wiesbaden (17,7/25,5) um 492 Mg CO₂-eq/a

⁹ GWP ist die Abkürzung von Global Warming Potential, wörtliche Übersetzung Klimaerwärmungspotential gebräuchlicher Treibhausgaspotenzial

Im Rahmen der gegebenen Unsicherheiten dieser Bilanz, läge eine MVA Wiesbaden bei optimierter Fernwärmeabgabe (MVA 17,7/25,5) etwa gleichauf mit der MVA Frankfurt.

Abbildung 16 Ergebnisse der Kategorie Treibhausgaspotenzial, berücksichtigt werden nur „klimawirksame“ CO₂-Emissionen aus fossilem Kohlenstoff

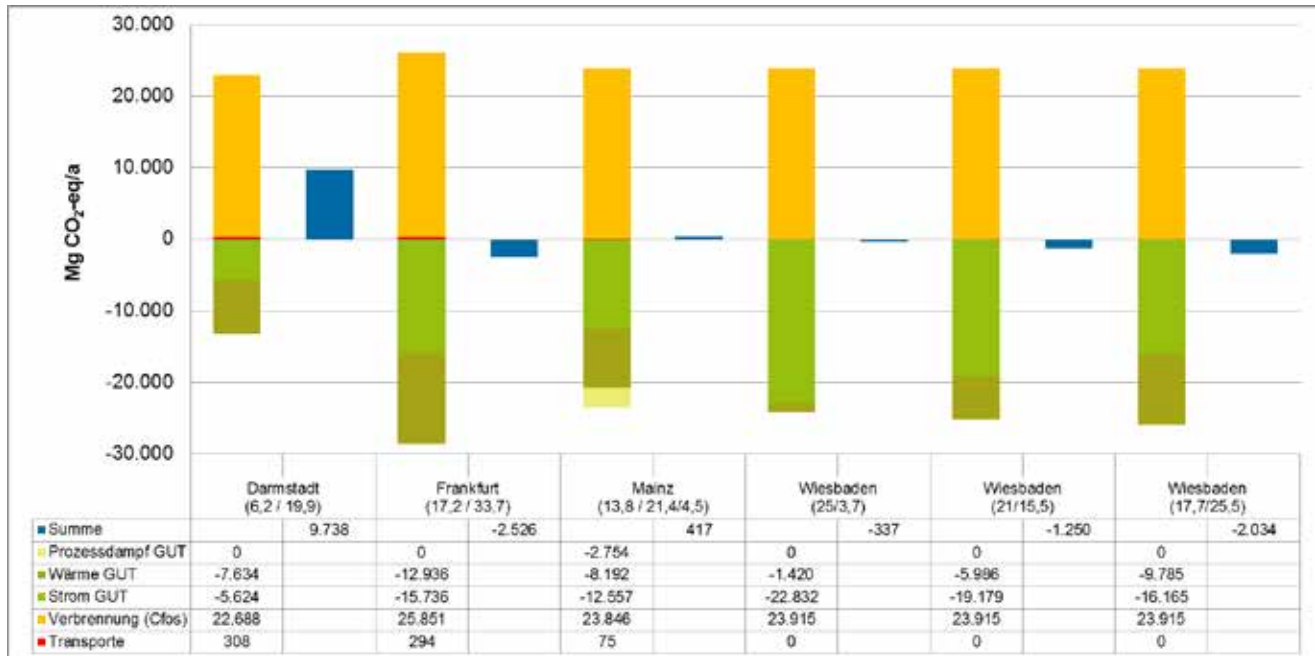
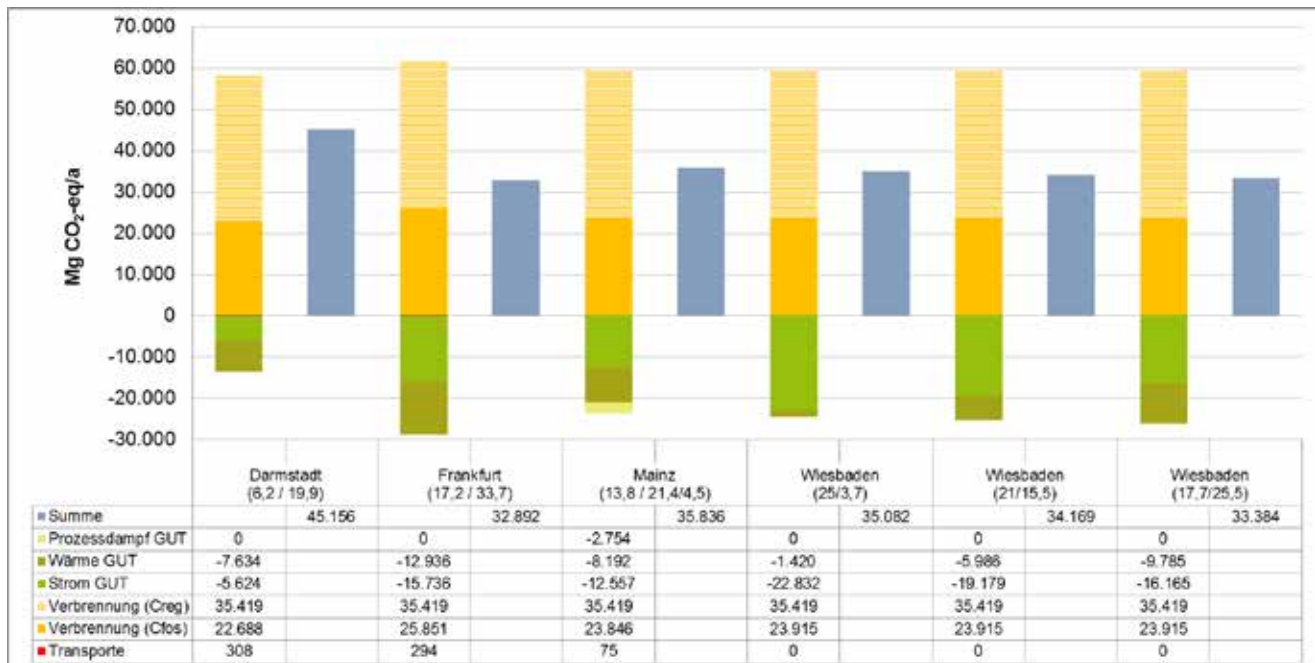


Abbildung 17 Ergebnisse der Kategorie Treibhausgaspotenzial unter Berücksichtigung des gesamten Kohlenstoffs



Die in den Abbildungen oben dargestellten Ergebnisse basieren auf der Betrachtung eines Jahres, in dem der gesamte Abfall (70.000 Mg) in der entsprechenden MVA behandelt wird.

In Tabelle 23 sind die Ergebnisse für das Treibhausgaspotenzial aus fossilem Kohlenstoff über die ausgeschriebene Laufzeit von 15 Jahren dargestellt.

In den ersten drei Szenarien (Wiesbaden zeitlich) gehen in den ersten zwei Jahren und zehn Monaten 50.000 Mg Abfall je Jahr, also insgesamt 141.667 Mg in die MVA Darmstadt, als Übergangslösung bis die MVA in Wiesbaden voraussichtlich in Betrieb gehen wird. Dies ist die maximale Zeit in der die MVA Darmstadt nach dem geplanten Vertrag genutzt werden darf (MBA Wiesbaden 2017; Merkurist 2018), ohne dass K+G eine Vertragsstrafe zahlen müsste. Sollte die Anlage früher betriebsbereit sein, würde die Übergangszeit entsprechend verkürzt (Gurdulic 2018b). Danach gehen dann zwei Jahre und zwei Monate lang 50.000 Mg Abfall je Jahr, ab dem sechsten Jahr zehn Jahre lang 70.000 Mg Abfall in die neue MVA Wiesbaden, also insgesamt 950.000 Mg Abfall in 15 Jahren. In den anderen Szenarien wurde vergleichsweise angenommen, dass diese Menge ausschließlich in die entsprechenden MVAs (Frankfurt, Mainz, Darmstadt) geht.

Tabelle 23 Vergleich der MVA-Optionen unter Berücksichtigung der ausgeschriebenen Laufzeit von 15 Jahren

Emissionen aus C fossil	Wiesbaden/DA (25/3,3)		Wiesbaden/DA (21/15,5)		Wiesbaden/DA (17,7/25,5)		Frankfurt	Mainz	Darmstadt
	Darmstadt	Wiesbaden	Darmstadt	Wiesbaden	Darmstadt	Wiesbaden			
EF (kg CO ₂ -eq/Mg)	139,1	-4,8	139,1	-17,9	139,1	-29,1	-36,1	6,0	139,1
Abfall (Mg)	141.667	808.333	141.667	808.333	141.667	808.333	950.000	950.000	950.000
Summe nach 15 Jahren (Mg CO₂-eq)		15.821		5.278		-3.786	-34.287	5.657	132.154

Anmerkung: Durch Rundungen bei den Eingangsdaten erhält man beim Nachrechnen der Daten geringe Abweichungen bei den Ergebnissen, da diese mit den nicht gerundeten Werten berechnet wurden.

Die Ergebnisse zeigen, dass die schlechteren Wirkungsgrade der MVA Darmstadt sich stark auswirken, obwohl nur 14,9 % der Abfälle dort verbrannt werden sollen. Eine MVA in Wiesbaden, in der nur wenig Fernwärme nutzbringend ausgekoppelt werden kann, würde insgesamt zu einer Zusatzbelastung führen. Der Abstand zwischen einer MVA in Wiesbaden, die „optimal“ die Fernwärme nutzen kann und der MVA Frankfurt nimmt durch die Entsorgung in Darmstadt erheblich zu. Würde diese Variante der MVA Wiesbaden den Restabfall die gesamte Zeit verbrennen können, läge der Abstand in den 15 Jahren bei 6.677 Mg CO₂ (bzw. 1,5 % bezogen auf das Bilanzergebnis der MVA Frankfurt bezüglich der Emissionen aus dem gesamten Kohlenstoff). Unter Berücksichtigung der 2 Jahre und 10 Monate Übergangslösung in Darmstadt erhöht sich dieser Abstand auf 30.501 Mg CO₂ (bzw. 6,8 % bezogen auf die Emissionen aus dem gesamten Kohlenstoff).

Bei diesen Berechnungen und bei allen weiteren Auswertungen muss berücksichtigt werden, dass von der MVA Darmstadt keine aktuellen Betriebsdaten vorliegen und deshalb die, auf der Seite der ITAD hinterlegten Angaben, herangezogen wurden.

7.2.2. Abbau abiotischer Ressourcen - fossile Brennstoffe (ADP_{fossil})

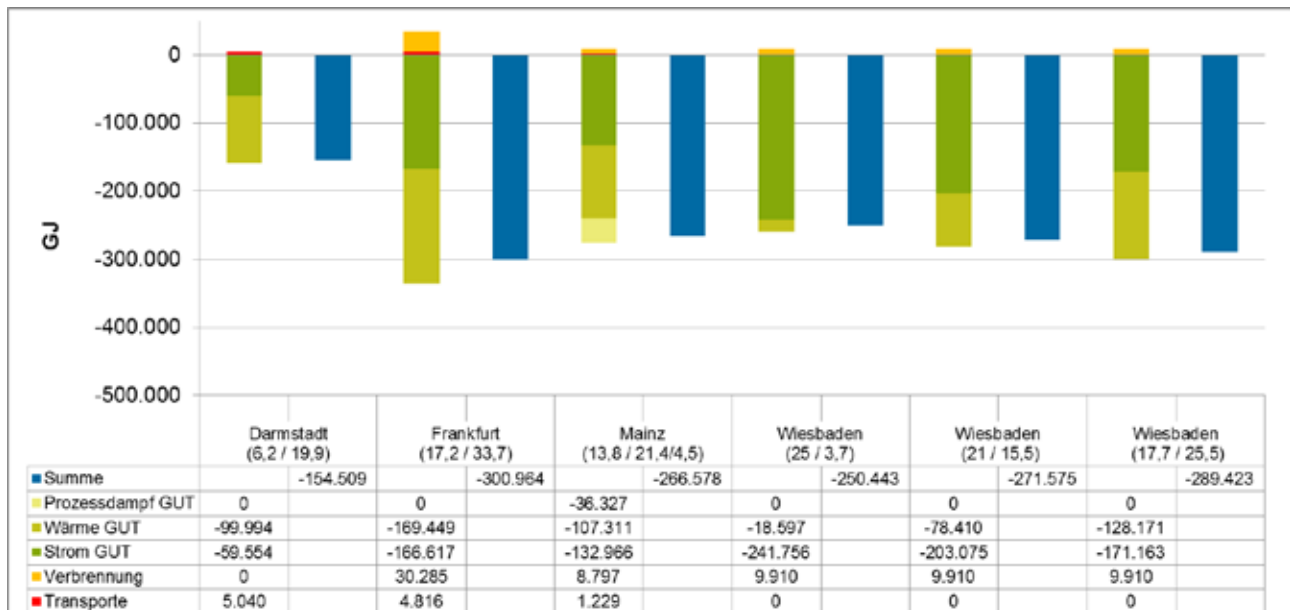
In Abbildung 18 sind die Ergebnisse für die Kategorie Schonung abiotischer Ressourcen - fossile Brennstoffe (ADP_{fossil}¹⁰) für alle betrachteten MVAs dargestellt. Für Wiesbaden ist keine Unterscheidung zwischen „Stand der Technik“ und „17. BImSchV“ notwendig (die Höhe des Abbaus ist in beiden Fällen gleich).

Die Belastung in dieser Kategorie ergibt sich nur aus den Transporten und den Betriebsmitteln. Transporte spielen für Wiesbaden keine und Betriebsmittel nur eine untergeordnete Rolle.

Die Ergebnisse werden in dieser Kategorie über den Wirkungsgrad der MVAs bestimmt. Damit hat Darmstadt mit einem kleinen Gesamtwirkungsgrad von 26,1 % (davon 23 % Strom) auch das deutlich schlechteste Ergebnis. Die anderen MVAs liegen im Rahmen der Unsicherheiten etwa gleichauf.

¹⁰ ADP_{fossil} ist die Abkürzung für Abiotic Depletion Potential, wörtliche Übersetzung: Abiotisches Abbaupotenzial [von Ressourcen]. Abiotische Ressourcen sind z. B. fossile Brennstoffe, Uranerze, mineralische Rohstoffe. Das „fossil“ hier bedeutet, dass nur fossile Brennstoffe (Erdöl, Kohle, Erdgas, etc.) betrachtet werden. Die Wirkungskategorie beschreibt die Reduktion des globalen Bestandes an fossilen Brennstoffen.

Abbildung 18 Ergebnisse der Kategorie Abbau abiotischer Ressourcen - fossile Brennstoffe



7.2.3. Versauerungspotenzial

In Abbildung 19 und Abbildung 20 sind die Ergebnisse für die Kategorie Versauerungspotenzial (AP¹¹) dargestellt. Abbildung 19 zeigt die Ergebnisse für die MVA Wiesbaden nach „Stand der Technik“, Abbildung 20 mit den Werten aus der 17. BImSchV.

Beim Vergleich der MVA Wiesbaden „SdT“ schneidet auch beim AP die MVA Darmstadt am schlechtesten, die MVA Wiesbaden (17,7/25,5) jetzt am besten ab. Die MVA Wiesbaden (21/15,5) sowie die MVA Mainz und Frankfurt liegen im Rahmen der Unsicherheiten an zweitbesten Stelle gefolgt von der MVA Wiesbaden (25/3,7).

Unter Berücksichtigung der rein „theoretischen“ Werte nach 17. BImSchV verschlechtert sich das Ergebnis der MVA Wiesbaden um 93 % (25/3,7), 66 % (21/15,5) und 53 % (17,7/25,5). Die beiden MVAs (21/15,5) und (17,7/25,5) würden bei der Auslastung der Grenzwerte sogar schlechter abschneiden als die MVA Darmstadt.

In allen Varianten erreichen alle bilanzierten MVAs Entlastungen gegenüber dem zur Substitution herangezogenen Kraftwerksmix.

¹¹ AP ist die Abkürzung von Acidification Potential, wörtliche Übersetzung Versauerungspotenzial

Abbildung 19 Ergebnisse der Kategorie Versauerungspotenzial (Wiesbaden „Stand der Technik“)

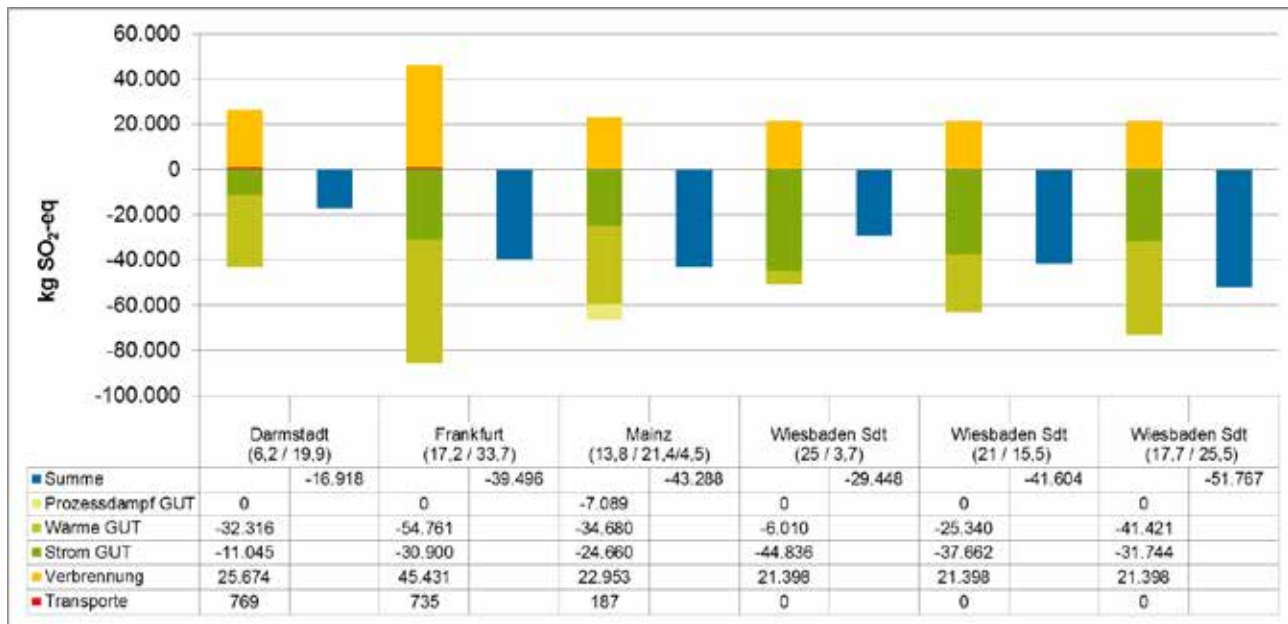
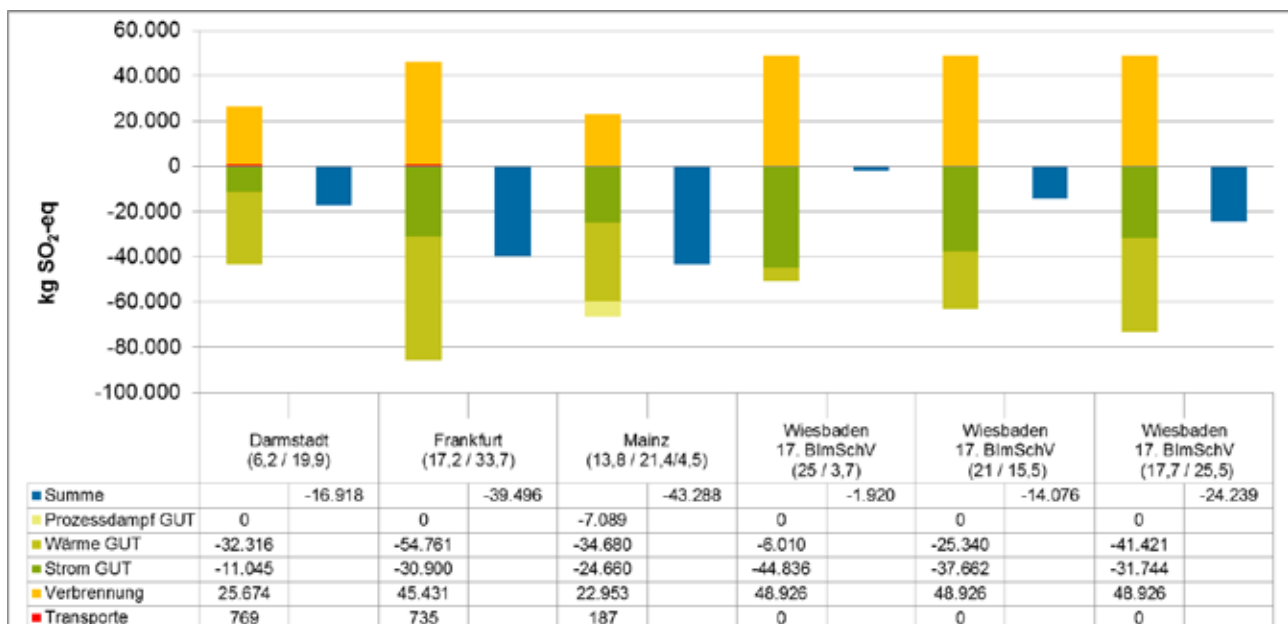


Abbildung 20 Ergebnisse der Kategorie Versauerungspotenzial (Wiesbaden „17. BImSchV“)



7.2.4. Eutrophierungspotenzial (EP)

In Abbildung 21 und Abbildung 22 sind die Ergebnisse für die Kategorie Eutrophierungspotenzial (EP) dargestellt. Abbildung 21 zeigt die Ergebnisse für die MVA Wiesbaden nach „Stand der Technik“, Abbildung 22 mit den Werten aus der 17. BImSchV.

Das EP-Ergebnis wird vor allem von der Stromgutschrift dominiert. Für diese gibt es deutlich höhere Gutschriften als für die Wärme (pro kWh Energie um Faktor 15 mehr). Das heißt, je mehr Strom ausgekoppelt wird, desto besser das Gesamtergebnis der MVA in der Kategorie EP.

Auch beim EP ist die MVA Darmstadt bei beiden Vergleichen (Wiesbaden SdT und 17. BImSchV) deutlich schlechter als die anderen MVAs, obwohl auch die MVA Darmstadt in der Summe eine Entlastung gegenüber dem Kraftwerkmix erreicht.

Das Gesamtergebnis zwischen SdT und 17. BImSchV ändert sich nur geringfügig. Die Reihenfolge der MVAs bleibt gleich. Die MVAs Wiesbaden (25/3,7 und 21/15,5) haben das beste Ergebnis, die MVA Wiesbaden (17,7/25,5) und Frankfurt folgen.

Abbildung 21 Ergebnisse der Kategorie Eutrophierungspotenzial (Wiesbaden „Stand der Technik“)

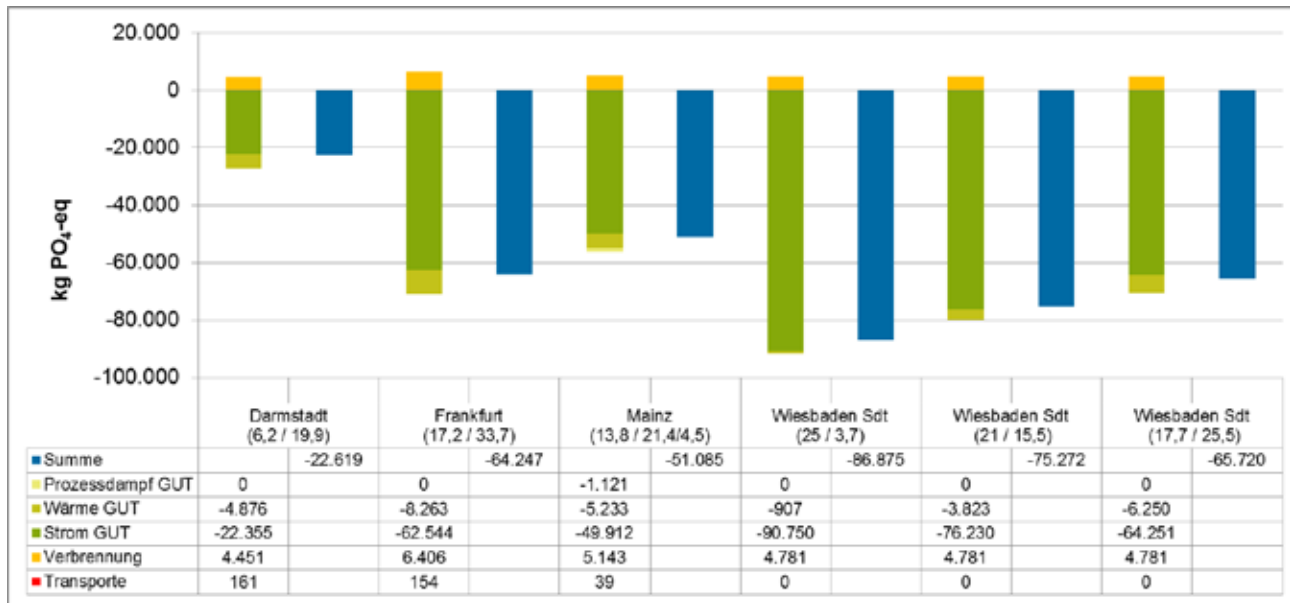
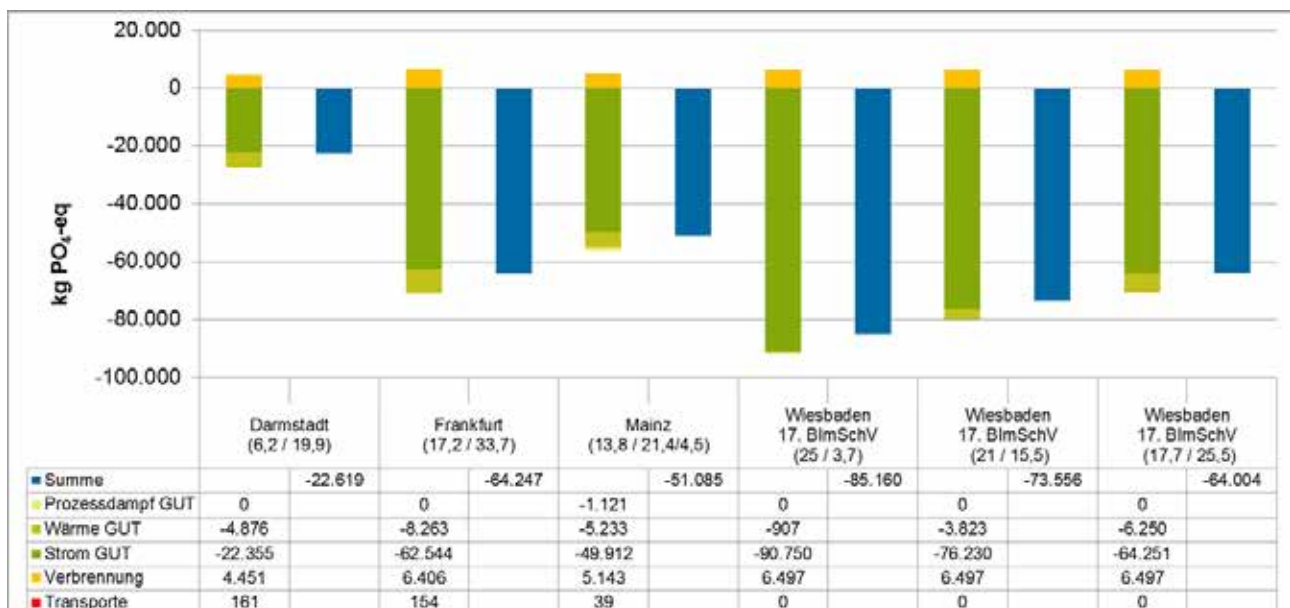


Abbildung 22 Ergebnisse der Kategorie Eutrophierungspotenzial (Wiesbaden „17. BImSchV“)



7.2.5. Humantoxizitätspotenzial (HTP)

In Abbildung 23 und Abbildung 24 sind die Ergebnisse für die Kategorie Humantoxizitätspotenzial (HTP) dargestellt. Abbildung 23 zeigt die Ergebnisse für die MVA Wiesbaden nach „Stand der Technik“, Abbildung 24 mit den Werten aus der 17. BImSchV.

Die MVA Darmstadt schneidet auch beim HTP am schlechtesten ab. Die anderen MVAs liegen im Rahmen der Unsicherheiten etwa gleich, wobei Mainz ein leicht schlechteres Ergebnis erzielt als Wiesbaden und Frankfurt.

Würde die MVA Wiesbaden die Grenzwerte der 17. BImSchV ausschöpfen, wäre sie - trotz der besseren energetischen Wirkungsgrade und der damit verbundenen Gutschriften - aufgrund der erheblich höheren Belastungen schlechter als die MVA Darmstadt.

Abbildung 23 Ergebnisse der Kategorie Humantoxizitätspotenzial (Wiesbaden „Stand der Technik“)

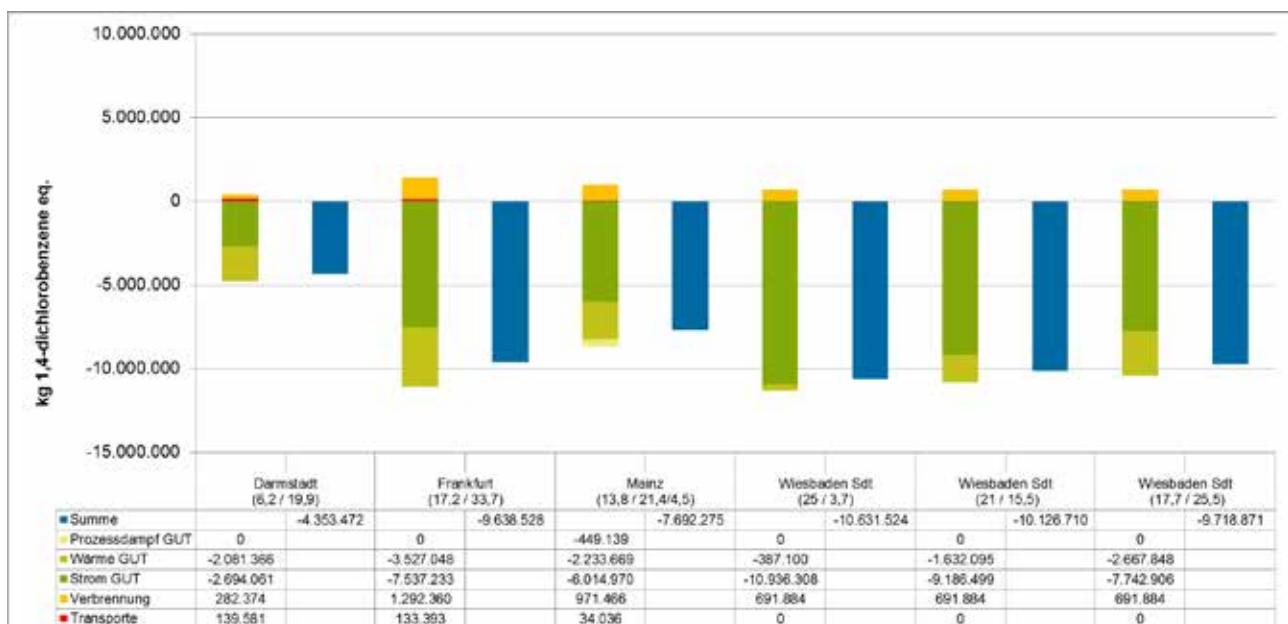
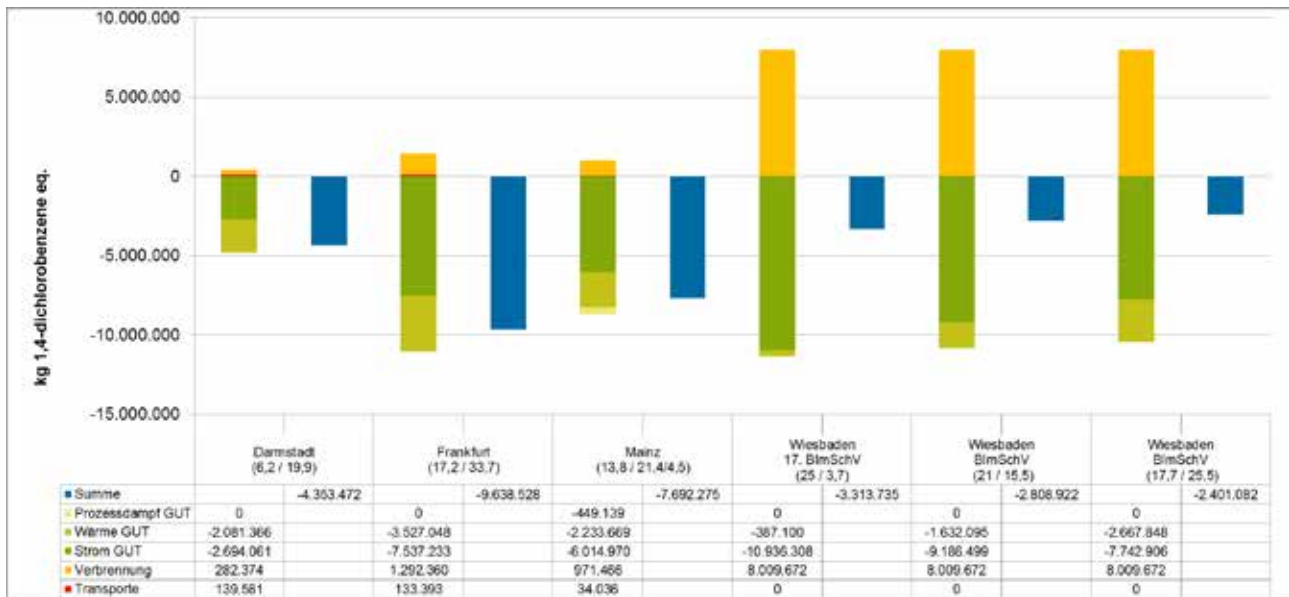


Abbildung 24 Ergebnisse der Kategorie Humantoxizitätspotenzial (Wiesbaden „17. BImSchV“)



7.2.6. Stickoxid (NO_x)- Emissionen

In Abbildung 25 und Abbildung 26 sind die NO_x-Emissionen dargestellt. Abbildung 25 zeigt die Ergebnisse für die MVA Wiesbaden nach „Stand der Technik“, Abbildung 26 mit den Werten aus der 17. BImSchV.

Die MVA Darmstadt emittiert trotz der Transportemissionen insgesamt weniger NO_x als die anderen MVAs. Aufgrund der geringen Gutschriften bleibt das Endergebnis für die MVA Darmstadt dennoch am schlechtesten. Im Rahmen der Unsicherheiten bei der MVA Wiesbaden liegen diese im besten Fall auf Platz zwei mit Frankfurt, im schlechtesten Fall auf Platz drei mit Mainz. Der Vergleich mit Wiesbaden nach 17. BImSchV ergibt fast das gleiche Bild, da sich die NO_x-Emissionen in Wiesbaden SdT nur um 10 % gegenüber dem Grenzwert aus der 17. BImSchV verändern.

Bei den NO_x-Emissionen können die MVAs die Emissionen aus dem Kraftwerksmix nicht ausgleichen.

Abbildung 25 NO_x-Emissionen (Wiesbaden „Stand der Technik“)

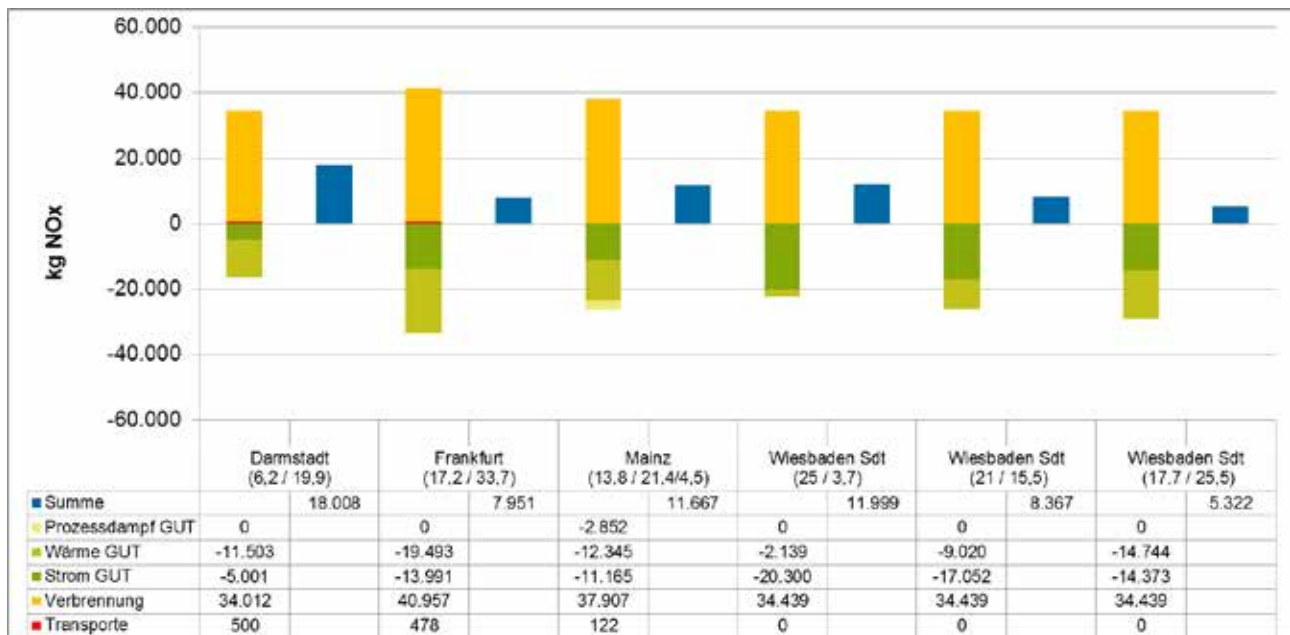
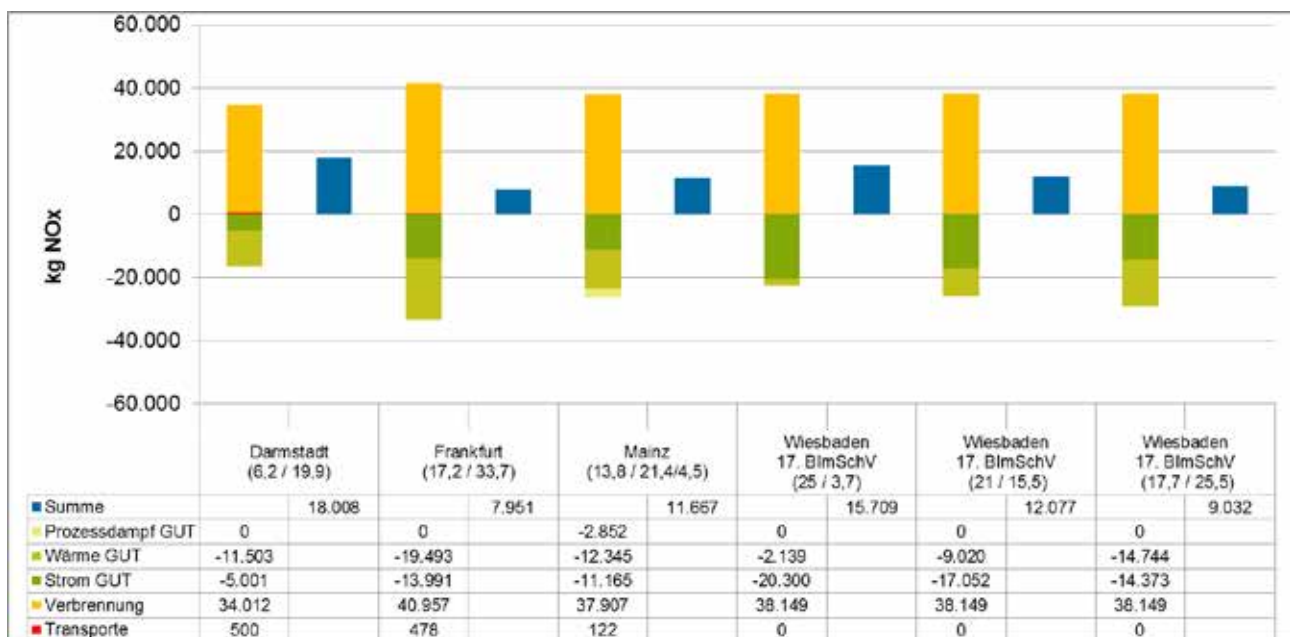


Abbildung 26 NO_x-Emissionen (Wiesbaden „17. BImSchV“)



7.2.7. Quecksilber (Hg)- Emissionen

In Abbildung 27 und Abbildung 28 sind die Quecksilber-Emissionen dargestellt. Abbildung 27 zeigt die Ergebnisse für die MVA Wiesbaden nach „Stand der Technik“, Abbildung 28 mit den Werten aus der 17. BImSchV.

Bei den Hg-Emissionen schneidet Darmstadt im Vergleich zu Frankfurt, Mainz und Wiesbaden „SdT“ am schlechtesten ab. Die Entlastung durch die Bereitstellung von Strom und Wärme gleicht die Emissionen bei der Verbrennung nicht aus. Im Vergleich mit Wiesbaden nach 17. BImSchV liegt Darmstadt allerdings auf dem vorletzten Platz, da sich die Hg-Emissionen in Wiesbaden stark erhöhen.

Frankfurt hat in beiden Vergleichen das beste Ergebnis. Beim SdT liegen Mainz und alle drei MVAs Wiesbaden im Rahmen der Unsicherheiten gleich auf.

Abbildung 27 Hg-Emissionen (Wiesbaden „Stand der Technik“)

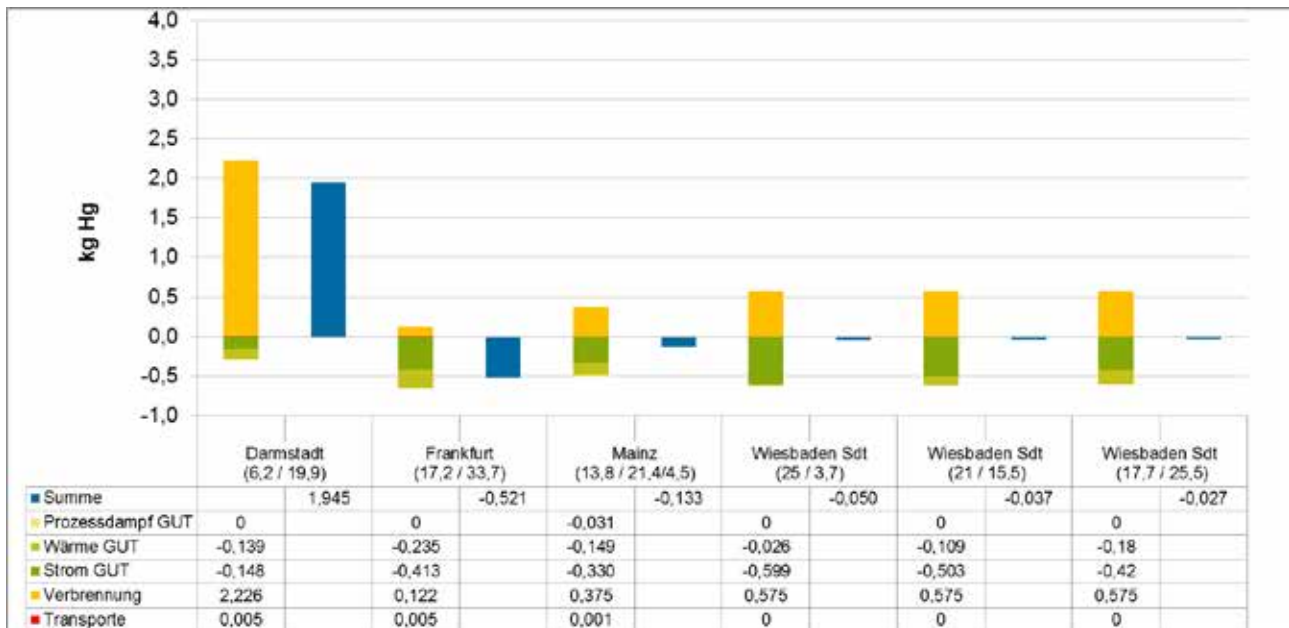
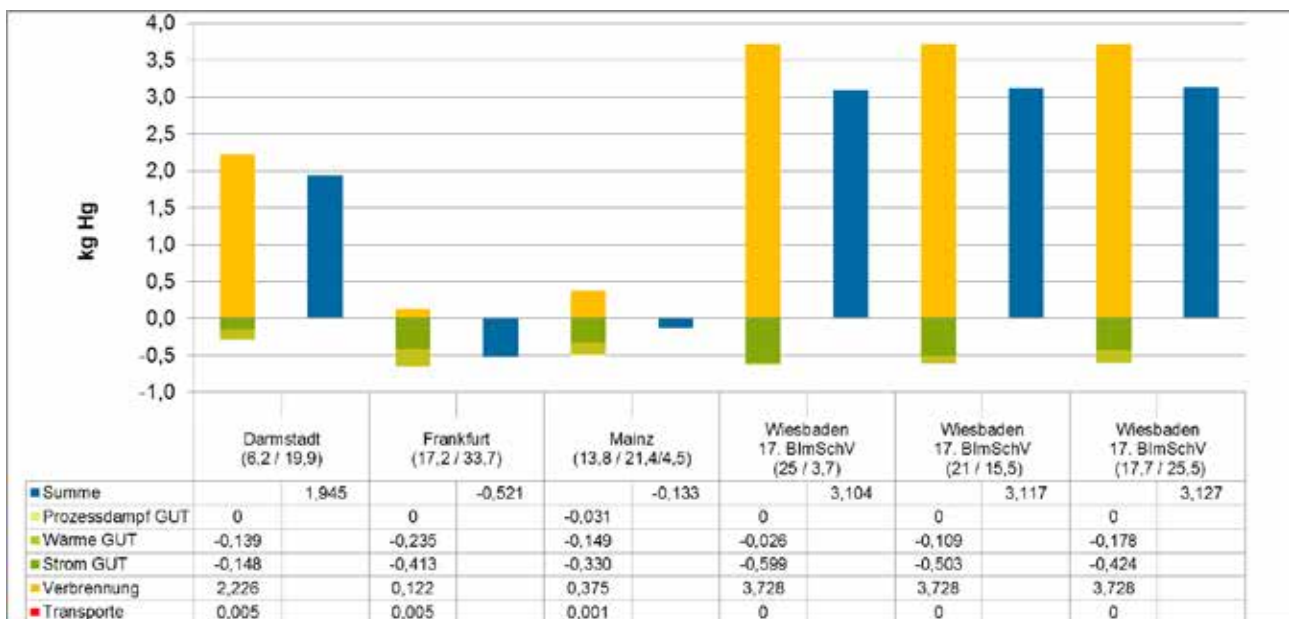


Abbildung 28 Hg-Emissionen (Wiesbaden „17. BlmSchV“)



Bezüglich der Hg-Emissionen können Anlagen mit guten energetischen Wirkungsgraden und einer Rauchgasreinigung nach dem Stand der Technik zu Entlastungen gegenüber dem Kraftwerksmix erreichen. Bei sehr schlechten Wirkungsgraden oder einem Emissionsniveau in der Nähe der Grenzwerte, führen MVAs zu Zusatzbelastungen gegenüber dem Kraftwerksmix.

7.3. Zwischenfazit Ökobilanzierung

Die Ergebnisse der Ökobilanzierung zeigen, dass die Transportemissionen bei keiner Wirkungskategorie und bei keinem Indikator eine relevante Rolle spielen. Die Ökobilanz der Verbrennung von

Abfällen wird dagegen insbesondere durch die Wirkungsgrade bei der Netto-Energieauskopplung und die Verwendung der Energie bestimmt.

Bezüglich der Energieauskopplung weist die Anlage in Frankfurt gute Daten auf. Die geplante Anlage in Wiesbaden muss eine nahezu optimale Energienutzung erreichen, um ökobilanziell zu der Frankfurter MVA aufzuschließen. Berücksichtigt man die Übergangsphase von zwei Jahren und zehn Monaten in der die Abfälle in Darmstadt entsorgt werden sollen, kann auch eine optimale Anlage in Wiesbaden innerhalb der Gesamtzeit von 15 Jahren nicht mehr mit der Anlage in Frankfurt gleichziehen¹². Einen wesentlichen Einfluss bezüglich der Bewertung der Anlage in Wiesbaden hat die Frage, wieviel Fernwärme aus der Anlage genutzt werden kann. Insbesondere im Verlauf der Umsetzung der Energiewende werden die Belastungen bei der durchschnittlichen Stromgewinnung infolge der Zuwächse regenerativer Energiequellen (insbesondere bei Sonnen- und Windenergie) stark abnehmen und damit auch die entsprechend Gutschriften, die für die Auskopplung von Strom erreicht werden können. Für Fernwärme gilt zwar prinzipiell das Gleiche, dies wird aber voraussichtlich erst mit einem gewissen Zeitverzug durchschlagen. Die Müllverbrennung wird neben Biomasseheizkraftwerken derzeit als eine bedeutende Übergangstechnologie zur Bereitstellung von Fernwärme angesehen, mit der Ausfälle durch die Schließung von Kohlekraftwerken kurz- und mittelfristig ausgeglichen werden sollen. So soll in Hamburg die Fernwärme aus dem Kohlekraftwerk Wedel neben weiteren Quellen aus der Abwasserbehandlung und aus Industriebetrieben durch die MVA Rugenberger Damm ersetzt werden (Welt 2017), die MVA Herten vermehrt auf Fernwärmeauskopplung umgerüstet werden (EUWID 2016) und in Hannover soll ab 2019/20 die Abfallverbrennungsanlage der EEW bis zu 300 GWh Wärme in das Fernwärmenetz liefern (EEW 2018).

Bei der Nutzung der Fernwärme aus Müllverbrennung ist zu beachten, dass es sich bei dieser nur zum Teil um regenerative Energie handelt. Die regenerativen Anteile im Hausmüll liegen in der Regel bei etwa 50 %, bei EBS aus Gewerbe ist dieser Anteil meist noch deutlich geringer (15 bis 30 %). Damit kann die Müllverbrennung keine langfristige Lösung für eine nachhaltige (gleich karbonfreie) Fernwärmeversorgung darstellen.

¹² Hier ist allerdings zu beachten, dass ein Angebot der MVA Frankfurt oder in Verbindung mit der MVA Frankfurt nicht eingegangen ist.

8. Betrachtungsabschätzung zu den möglichen Auswirkungen auf das Siedlungsgebiet Ostfeld/Kalkofen

8.1. Klimafunktion des Entwicklungsgebiets Ostfeld-Kalkhofen

Die Beurteilung der Klimafunktion des Entwicklungsgebiets gründet auf dem Umweltbericht Nr. 22 des Umweltamtes Wiesbaden (Umweltamt 2011), auf der Klimastudie Industrie- und Gewerbepark Ostfeld (iMA 2017) sowie den drei Kartierungen der Klimafunktionen, die vom Umweltamt zur Verfügung gestellt wurden (Umweltamt 2018) sowie auf dem Bericht des Deutschen Wetterdienstes 249 (DWD 2017) der „Modellbasierten Analyse des Stadtklimas“ von Wiesbaden und Mainz.

Die Fläche des geplanten Entwicklungsgebiets Ostfeld-Kalkhofen ist eine klimaaktive Fläche, die am Stadtrand von Wiesbaden die Funktion hat, die Wärmeinsel des Kern-Stadtbereichs zu begrenzen. Sie ist eine Zone, auf der in sommerlichen Hitzeperioden die bodennahe Luft (durch „Ausstrahlung“ gegen den nächtlichen Himmel) abkühlt. Diese kühlere und vergleichsweise unbelastete Luft strömt aufgrund der Geländegliederung in die nahen Stadtrandgebiete und bringt dort Entlastung durch den Zustrom von kühlerer und schadstoffärmerer Luft.

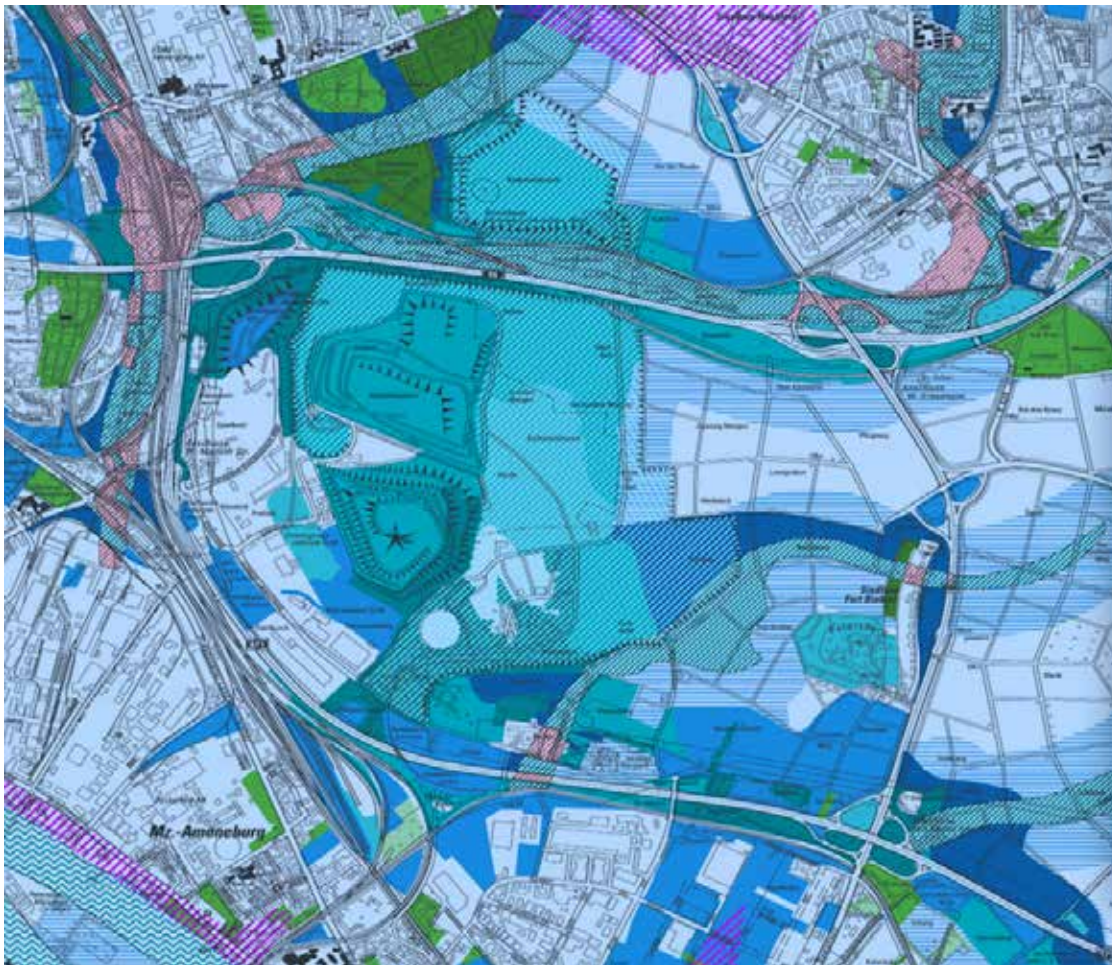
Diese Entlastungsfunktion wird im Bericht von iMA ausführlich beschrieben. Es wurde untersucht, welche Veränderungen eine geplante Bebauung für die Fläche selbst und für die angrenzenden Flächen haben könnte.

Im Vergleich zu einer intensiven Nutzung der Fläche als Wohn- und Gewerbegebiet ist der Betrieb der geplanten Müllverbrennungsanlage ein kleiner Eingriff in deren Klimafunktionalität. Die Abwärme oder der Feuchtetransport werden so gering sein, dass sie keine relevanten Konsequenzen haben werden.

Es ist nicht davon auszugehen, dass durch die MVA Grenzwerte der TA-Luft überschritten werden. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass Vorsorgewerte von Wissenschaftlern (z.B. Kühling, Peters 1994), die geltende Grenzwerte zum Schutz von Anwohnern nicht für ausreichend halten, überschritten werden könnten. Dies ist nicht bei den „klassischen“ Schadstoffen zu erwarten, könnte aber bei Schwermetallen, Kohlenwasserstoffen und Chlorkohlenwasserstoffen der Fall sein. Dies wird sich im Rahmen des Genehmigungsverfahrens nach der Auswertung der Immissionsberechnung klären lassen.





Im Folgenden werden Ausschnitte aus den drei Planungskarten, die im Umweltbericht Nr.22 enthalten sind, dargestellt. Dort ist für jede Teilfläche des geplanten Entwicklungsgebiets die klimatische Bedeutung für die Belüftung Wiesbadens, die Klimafunktion und die Einteilung in Vorrangzonen oder Schutzzonen abzulesen.

Abbildung 29 Flächen mit erheblicher Bedeutung für die Belüftung Wiesbadens



Flächen mit erheblicher Bedeutung für die Belüftung Wiesbadens

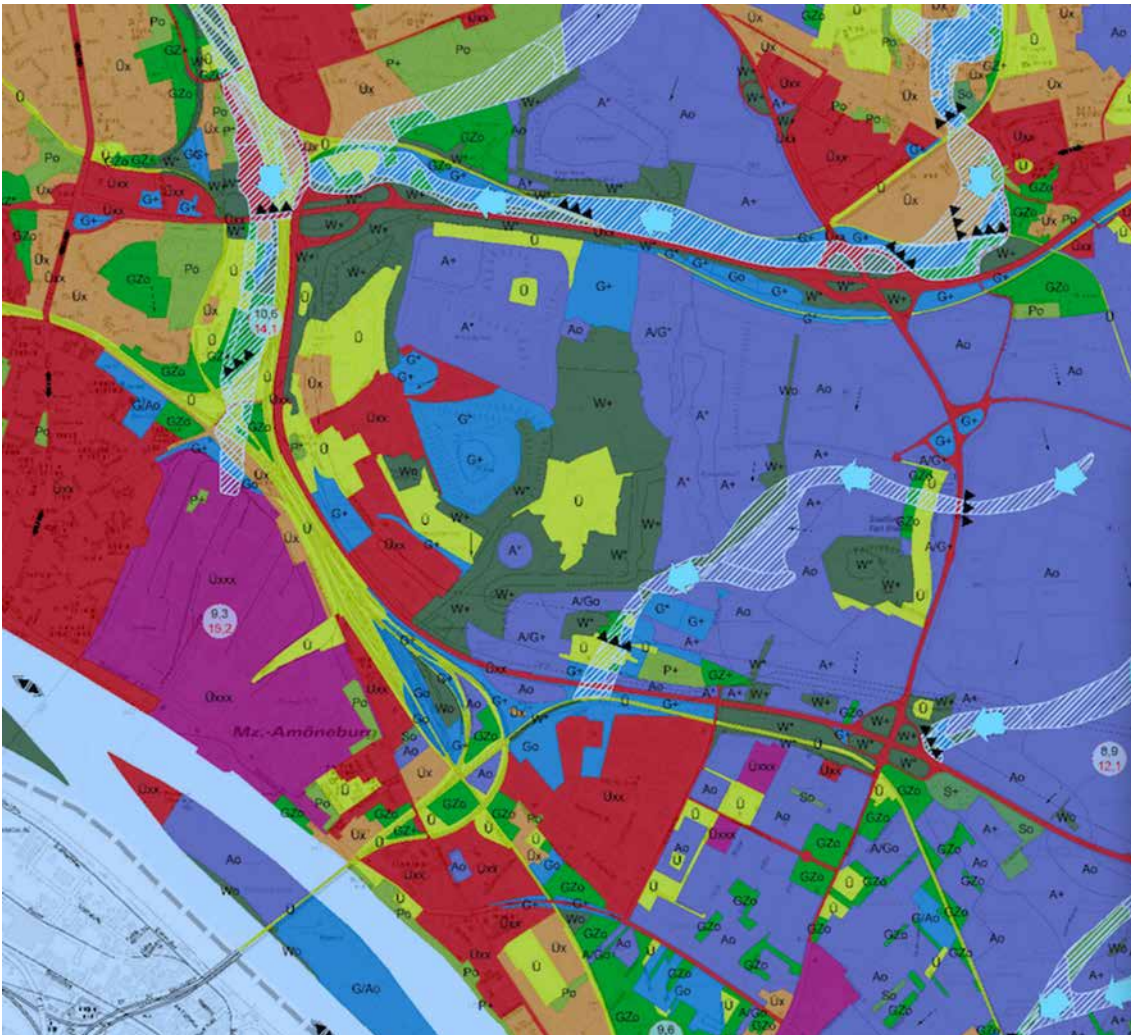
Flächen durchschnittlicher klimatischer Empfindlichkeit und mit Bedeutung für die Belüftung Wiesbadens, wenn:

-  a) die Flächen als Hang, Talweitung oder Mulde einer Leitbahn zugeordnet werden können oder
-  b) die Fläche in der Sanierungszone (B1, B2) liegt oder als Hang, Talweitung oder Mulde auf die Zone gerichtet ist oder
-  c) es sich um eine Fläche mit Weinbergs-klima handelt oder
-  d) es sich um Pufferflächen von Schutzzonen handelt.

* Nur in Ausnahmefällen und nach vertiefenden Untersuchungen sowie daraus abgeleiteten Auflagen sollten aus klimafunktionaler Sicht Umnutzungen ermöglicht werden.

(Umweltamt 2018)

Abbildung 30 Klimafunktionsräume im Freiland



Klimafunktionsräume im Freiland

- S

Potentielles Kalt- bzw. Frischluftentstehungsgebiet Typ Streuobstwiese
 Die Streuobstweiden stellen eine Übergangszone zwischen der städtischen Überwärmung und der Kaltluftproduktion des agrarisch genutzten Umgebungsraumes dar. Andererseits steht dieser Klimatyp für Gehölzbestände, die der Klimawirkung von Streuobstweiden entsprechen (z.B. lockerer Gehölzbestand mit - näherungsweise - Grünlandvegetation).
- WF

Potentielles Kalt- bzw. Frischluftentstehungsgebiet Typ Weinanbaufläche
 Die in der Regel süd- bzw. südwestexponierten Weinbau- bzw. Weinbergflächen erfahren insbesondere in den Sommermonaten tagsüber hohe Aufheizungen, kühlen in der Nacht jedoch stärker ab als beispielsweise die innerstädtischen Überwärmungsbereiche. In geringem Umfang werden auch andere Nutzungen (z.B. süd- bzw. südwestexponierte Streuobstbestände) durch diesen Klimatyp repräsentiert.
- A

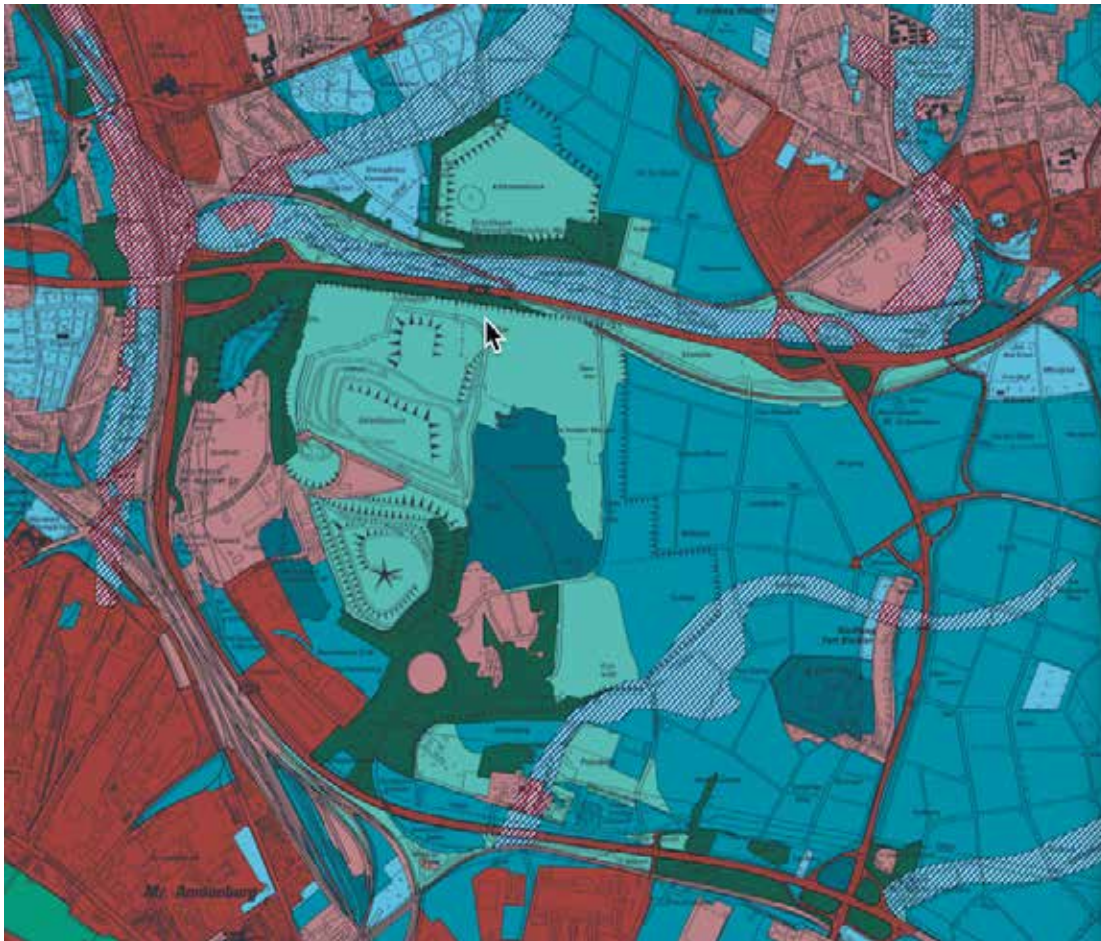
Potentiell aktives Kalt- bzw. Frischluftentstehungsgebiet Typ Ackerland
 Die überwiegend ackerbaulich genutzten Flächen mit geringem Gehölzbestand stellen die besonders aktiven Kaltluftquellgebiete während nächtlicher Ausstrahlungsbedingungen dar. Dieser Klimatyp wird auch von einzelnen anderen Flächennutzungen bewirkt (z.B. junge Sukzessionsflächen, Jungbrachen, unversiegelte Sportplätze).
- G

Potentiell aktives Kalt- bzw. Frischluftentstehungsgebiet Typ Grünland
 Die potentielle nächtliche Kaltluftentstehung während günstiger Ausstrahlungsbedingungen wird für den Grünlandbereich mit geringem bis mittlerem Gehölzbestand initiiert. Diesem Klimawirkungsraum werden auch Ackerbrachen, Kleingärten sowie Rasenflächen zugeordnet.
- W


Potentielles Frischluftentstehungsgebiet Wald
 Die strahlungsbedingte Frischluftentstehung der mit W gekennzeichneten Räume entwickelt sich über Wäldern (z.B. Laub-, Misch-, Nadelwald, Schonungen) oder größeren Gehölzbeständen.

(Umweltamt 2018)

Abbildung 31 Klimatische Vorrangzonen und Schutzzonen




Vorrangzonen

- 


Waldflächen hoher bis durchschnittlicher klimatischer Empfindlichkeit und mit hoher Bedeutung für die Frischluftversorgung Wiesbadens

Bei diesen Waldflächen in mäßig bis gering geneigten Hängen handelt es sich um mäßig aktive Frischluftentstehungsgebiete

Umnutzungen baulicher Art sollten aus klimafunktionalen Gründen ausgeschlossen bleiben
- 


Flächen durchschnittlicher klimatischer Empfindlichkeit und mit Bedeutung für die Belüftung Wiesbadens

Diese Flächen (landw. Nutzflächen, Kleingärten, Weinbaugelände oder Streuobstwiesen etc.) in mäßig geneigten Hangbereichen weisen sich als aktive Kaltluftquellgebiete aus; zudem können sie Filterfunktionen übernehmen und wirken entsprechend als Frischluftquellgebiete

Nur in Ausnahmefällen und unter Zugrundelegung strengster Auflagen sollten aus klimafunktionaler Sicht Umnutzungen ermöglicht werden
- 


Flächen mit geringer klimaökologischer Austauschwirkung und unterschiedlicher Empfindlichkeit

Schutzzonen

- 


Strömungsstrukturen höchster klimatischer Empfindlichkeiten und mit größter Bedeutung für die Belüftung Wiesbadens

Es handelt sich um Flächen der intakten Luftleit- und Ventilationsbahnen

Umnutzungen baulicher Art (z.B. Neubauten) müssen aus klimafunktionalen Gründen ausgeschlossen bleiben
- 

Waldflächen höchster klimatischer Empfindlichkeit und mit größter Bedeutung für die Frischluftversorgung Wiesbadens

Im wesentlichen handelt es sich bei diesen überwiegend forstwirtschaftlich genutzten Flächen um hoch aktive Frischluftquellgebiete (hoher topographischer Gradient)

Umnutzungen baulicher Art müssen aus klimafunktionalen Gründen ausgeschlossen bleiben
- 

Wasserflächen hoher klimatischer Empfindlichkeit mit größter Bedeutung für die Be- und Entlüftung Wiesbadens

(Umweltamt 2018)

8.2. Vorbelastung mit Schadstoffen und Gerüchen

Die Fläche des Entwicklungsgebiets Ostfeld-Kalkhofen ist auf allen Seiten von Emissionsquellen umgeben.

Das Ostfeld (der südliche Teil des geplanten Entwicklungsgebiets Ostfeld-Kalkhofen) ist von Autobahnen und großen Verkehrsstraßen umgeben. Die Emissionen durch den Autoverkehr sind er-

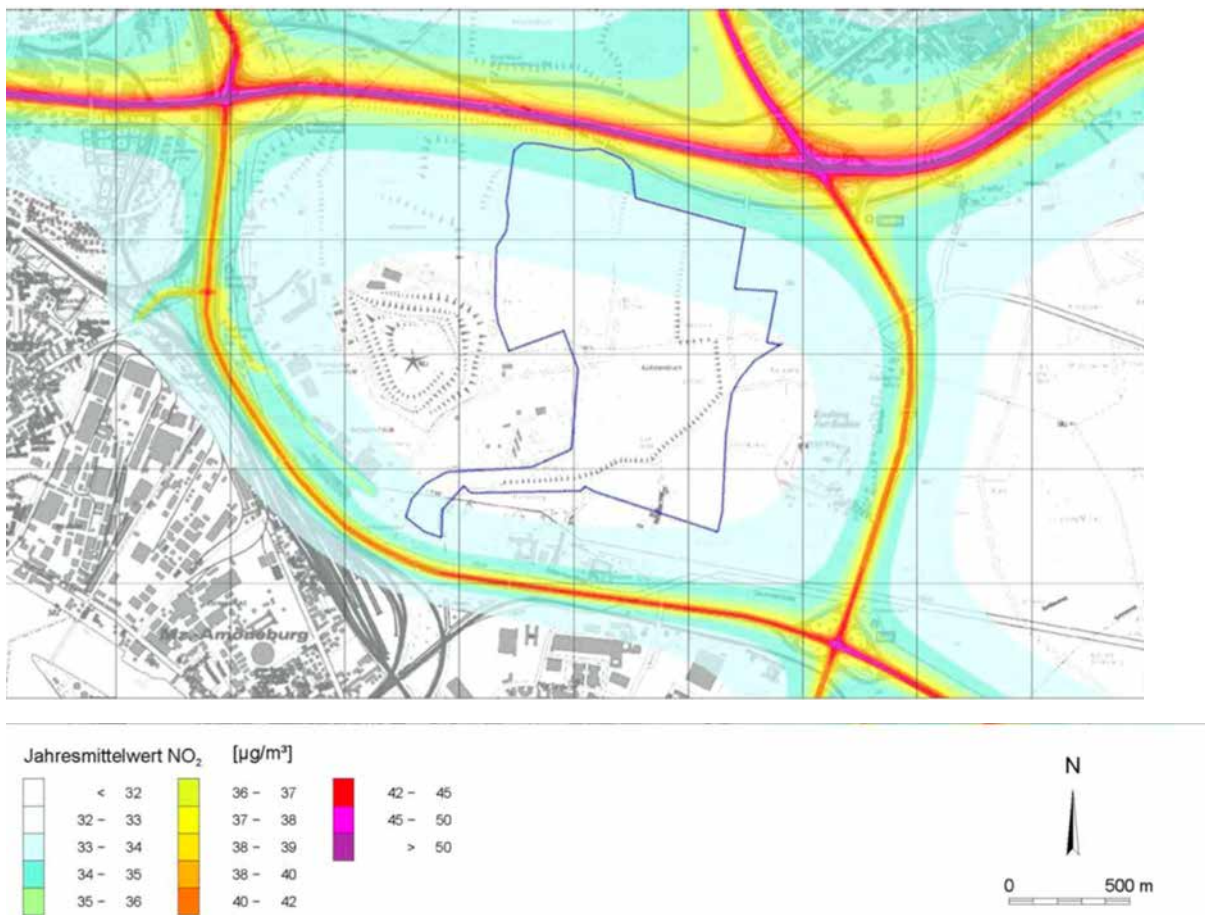
heblich. Beispielhaft zeigt die folgende Abbildung 32 die Jahresmittelwerte der Immissionskonzentration von NO₂ an den Autobahnen und großen Verkehrsstraße um das Ostfeld.

Im Westen grenzt es an das ELW-Gelände der Deponie Dyckerhoffbruch, im Süden an ein größeres Gewerbe- und Industriegelände. Bei einer Begehung des Industriegebiets beim Dyckerhoffbruch im Mai diesen Jahres waren an mehreren Stellen Geruchsimmissionen wahrnehmbar.

Es ist zudem davon auszugehen, dass die Emissionen der größeren Emittenten an den Rheinufern von Mainz und Wiesbaden das Gebiet Ostfeld erreichen und dort die Immissionsbelastung verstärken.

Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens der geplanten Müllverbrennungsanlage sollte die Vorbelastung der Region bestimmt werden, um zu prüfen, ob die Immissionssituation weitere Emissionsquellen zulässt.

Abbildung 32 Karte der NO₂ – Immissionskonzentration (Jahresmittelwert 2011) an den Autobahnen und großen Verkehrsstraße im Umkreis des Gebiets Ostfeld



(iMA, 2017)

8.3. Die Windverhältnisse am Standort der geplanten MVA und die Verfrachtung der Emissionen

Die Umgebung des Standorts liegt weiträumig windexponiert. Die Windverhältnisse am Standort sind eher günstig für eine gute Verfrachtung und Verdünnung der Emissionen.

Die folgende Abbildung zeigt mittlere Windrichtungsverteilungen (Windrosen) an drei Orten im Süden von Wiesbaden. Die in der Mitte der Abbildung liegende Windrose gilt für den Standort der geplanten MVA. Die nahe gelegene abgeschlossene Deponie (Höhe ca. 50 m über Standortniveau) stört den Abtransport nur geringfügig, soweit der Schornstein die vorschriftsmäßige Höhe hat.

Der Hauptwindrichtungssektor ist der Sektor SÜD-WEST bis WEST. Wind aus diesem Sektor verfrachtet die Emissionen der MVA in die Richtung des südlichen Teils des Entwicklungsgebiets Ostfeld-Kalkofen. Der Abstand zu der dort geplanten Wohnbebauung ist allerdings circa 2 km, sodass zu erwarten ist, dass die dort verursachten Immissionen unterhalb der Irrelevanz-Schwelle von 3 % der Grenzwerte für Immissionsbelastung nach der TA-Luft liegen werden. Eine abschließende Bewertung dieser Frage wird nach intensiver Prüfung der Immissionsprognose möglich sein, die im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zu erstellen ist.

Abbildung 33 Mittlere Windrichtungsverteilungen (Windrosen) an drei Orten im Süden von Wiesbaden



(iMA, 2017)

8.4. Zwischenfazit zu den möglichen Auswirkungen auf das Siedlungsgebiet Ostfeld/Kalkofen

Zweifelsohne ist das geplante Entwicklungsgebiet Ostfeld-Kalkofen eine klimatisch wertvolle Fläche. Für sie stellt das bestehende Industriegebiet am Dyckerhoffbruch eine Belastung dar. Die geplante MVA wäre ein zusätzlicher Emittent. Sie ist aber im Vergleich mit den Emissionen des bestehenden Industriegebiets und den Planungen, das Gelände Ostfeld-Kalkhofen gewerblich und zur Wohnbebauung zu nutzen, bezüglich der Einflüsse auf die klimatische Wirksamkeit ein vergleichsweise geringer Faktor. Eine Überschreitung gültiger Grenzwerte in Folge der Emissionen der MVA ist nicht zu erwarten. Wichtig ist es jedoch, die dort zu erwartende Gesamtbelastung als Summe der Ist-Belastung und der geplanten neuen Emittenten, insbesondere der MVA, zu ermitteln. Es wird empfohlen, seitens der Stadt Wiesbaden darauf zu drängen, dass die Erhebung der Vorbelastung im Rahmen des Genehmigungsverfahrens der geplanten MVA erfolgt.

In Hinblick auf die Planung des Entwicklungsgebiets Ostfeld-Kalkhofen empfehlen wir, dass der IST-Zustand durch Immissionsmessungen festgestellt wird und dass die Immissionssituation des PLAN-Zustands durch Immissions-Modellrechnungen untersucht wird.

Der IST-Zustand kann nur durch Immissionsmessungen erfasst werden. Eine Messstation mit kontinuierlichen Messungen im Zentrum des Gebiets reicht für Schadstoffe, die auch im Messnetz des Hessischen Landesamts für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) kontinuierlich gemessen werden. Andere Substanzen, wie Leitsubstanzen für krebserzeugende Stoffe (z.B. Benzol, Cadmium) können mittels Sammler-Messungen über Wochenzeiträume erfasst werden. Sammler-Messungen sollten an mindestens vier (besser mehr) Orten auf dem Gebiet vorgenommen werden. Die Messdauer sollte mindestens ein Jahr umfassen. Um einer einjährigen Messung eine größere zeitliche Aussagekraft zu geben, kann man sie durch Vergleich mit langjährigen Messstationen des HLNUG auf Repräsentanz prüfen bzw. ihren Geltungszeitraum erweitern.

Im Süden des Großherzogtums Luxemburg wird durch das Institut Gabriel Lippmann, das zur Universität Luxemburg gehört, ein Untersuchungsprogramm verfolgt, das anhand einiger weniger Messstationen die Luftqualität in dem größeren Gebiet des industrialisierten Südens des Großherzogtums erfasst. Nach einer Auswertung dieses und weiterer Beispiele könnte die geeignetste Mess-Methodik entwickelt werden.

Von einer reinen Immissionsprognose ohne stützende Messpunkte ist abzuraten. Mit solchen Versuchen können, wie Erfahrungen zeigen, die erforderlichen Erkenntnisse nicht zuverlässig bestimmt werden, da man die Advektion von Schadstoffen aus einer großen Anzahl von unterschiedlichen Quellen nicht sicher modellieren kann.

Auf der Grundlage einer Immissionsmessung der **Vorbelastung** kann dann eine Immissionsprognose für einzelne weitere Emittenten durchgeführt werden, um die Situation der **Gesamtbelastung** zu berechnen.

Neben der Ermittlung der Gesamtbelastung wird empfohlen im Rahmen der Genehmigung der MVA und in zusätzlichen Verhandlungen mit dem zukünftigen Betreiber, die Festsetzung von Emissionsbegrenzungen unterhalb der gültigen Grenzwerte der 17. BImSchV zu erreichen. Beispiele in Neumünster, Emlichheim und bei weiteren Müllverbrennungsanlagen haben gezeigt, dass diese Strategie mehrmals einen Rahmen für Schadstoffbegrenzungen jenseits der Grenzwerte und damit verbunden langfristige Reduktionen der Immissionsbelastungen ermöglichen konnte.

Dabei ist folgendes zu beachten:

- Die Erfahrungen aus den Verhandlungen zur MVA „EVI Europark“ in der Gemeinde Emlichheim zeigten, dass es reicht, für einige als Indikatoren geeigneter Schadstoffe, wie beispielsweise Staub, Quecksilber, Arsen, Cadmium, PCDD/F und Benzo(a)pyren, Reduktionen der Emissionsbegrenzungen festzulegen, weil bei der Einhaltung deren Begrenzung andere Schadstoffe automatisch mit reduziert werden¹³.
- Für die Beeinträchtigungen der Nachbarschaft sind insbesondere die Jahresmittelwerte von Belang, deren Einhaltung für Anlagenbetreiber weniger Risiken für kurzzeitige Überschreitungen mit sich bringen, die aber die Fahrweise der Anlagen positiv beeinflussen.

¹³ Das Öko-Institut hat zusammen mit Dr. Hermann Kruse, Uni Kiel, im Auftrag der Standortgemeinde Emlichheim mit dem späteren Betreiber über die freiwillige Reduzierung einiger Grenzwerte verhandelt. Dabei wurden die in den Immissionsprognosen ermittelten maximalen Zusatzbelastungen mit den Vorsorgewerten nach Dr. Kruse abgeglichen. Die Anlage ist mit den freiwillig reduzierten Grenzwerten seit 2008 in Betrieb und unterschreitet gemäß eigener Veröffentlichungen (<http://www.evi-europark.de/de/emi-werte>) auch diese Grenzwerte.

- Der Grenzwert für NO_x schöpft in der aktuellen 17. BImSchV den Stand der Technik so weitgehend aus, dass hier weitere, mit vertretbarem Aufwand erreichbare Verschärfungen nicht zu einer effektiven Reduktion der Immissionsbelastungen führen.

9. Fazit

Derzeit ist bundesweit ein Trend zur vermehrten Nutzung von (bestehenden) Müllverbrennungsanlagen für die Bereitstellung von Fernwärme zu beobachten. Zumindest kurz- und mittelfristig soll so der Ausstieg aus der Kohlenutzung erleichtert und die damit verbundenen fehlenden Fernwärmekapazitäten ausgeglichen werden. Da Müllverbrennungsanlagen nur zum Teil Wärme aus regenerativen Quellen bereitstellen können, ist die MVA auch bezüglich der Fernwärmenutzung „nur“ eine Übergangstechnologie. Je intensiver fossile Abfallfraktionen dem Recycling zugeführt werden, umso mehr steigen die regenerativen Anteile der Abfälle an. Bei der geplanten Kapazität der MVA Wiesbaden von 190.000 Mg/a würden nach Abzug der 70.000 Mg/a für den Restabfall aus Wiesbaden 120.000 Mg/a zur Verbrennung von EBS verbleiben. Auf dem Betriebsgelände der Firma Knettenbrech + Gurdulic werden derzeit über 200.000 Mg/a EBS produziert und in externe Anlagen geliefert (Gurdulic 2018a). Das heißt, dass die geplante Anlagengröße eine ausreichende Lücke zwischen den Gesamtmengen aus der Aufbereitung und der Verbrennungskapazität lässt, um die geplanten (Gurdulic 2018b) und nach den Vorgaben der Gewerbeabfallverordnung notwendigen Optimierungen bei der Sortierung von Gewerbeabfällen zu ermöglichen. Wir empfehlen, dass die Stadt Wiesbaden sich für eine weitergehende Ausschöpfung der bestehenden Recyclingpotenziale bei der Aufbereitung der Gewerbeabfälle einsetzt.

Die Abfallwirtschaft der Stadt Wiesbaden ist bezüglich der Getrennthaltung von Wertstofffraktionen aus den Haushaltsabfällen weit entwickelt. Wie in allen Regionen Deutschlands gibt es noch Potentiale zur Abfallvermeidung und getrennten Erfassung für das Recycling, die sich allerdings nur in begrenztem Umfang auf die Restabfallmengen auswirken werden. Wir empfehlen davon unabhängig, im Sinne der Abfallhierarchie, durch gezielt Maßnahmen die Abfallvermeidung zu fördern.

Es gibt Alternativen zur Abfallverbrennung, z.B. MBS-Anlagen, die insbesondere bezüglich der gezielten, flexiblen Nutzung der einzelnen Abfallfraktionen Vorteile gegenüber der Müllverbrennung aufweisen. Diese Vorteile werden im Laufe der Umsetzung der Energiewende noch zunehmen.

Die Recherchen zur heutigen Auslastung von Anlagen zur energetischen Verwertung von Abfällen haben deutlich gezeigt, dass seit etwa zwei Jahren ein deutlicher Umschwung von freien Kapazitäten hin zu gut ausgelasteten und zum Teil auch überlasteten Anlagen zu verzeichnen ist. Inwiefern dieser Trend anhalten wird, kann derzeit nicht abgeschätzt werden. Es gibt einige treibende Faktoren dieser Entwicklung, wie beispielsweise das Importverbot von China für zahlreiche Abfallfraktionen zur Verwertung. Andererseits gibt es zahlreiche Bemühungen in Deutschland (z.B. Verpackungsgesetz, Gewerbeabfallverordnung) und Europa (Vorgaben zum Kunststoffrecycling und zur Kreislaufwirtschaft) die mittel- bis langfristig sinkende Abfallmengen zur Verbrennung erwarten lassen.

Die Ökobilanzierung der verschiedenen Alternativen zur thermischen Behandlung des Restabfalls aus Wiesbaden hat gezeigt, dass die geplante Anlage in Wiesbaden eine nahezu optimale Auskopplung von Fernwärme realisieren muss, um ökobilanziell mit der MVA in Frankfurt gleichzuziehen. Bei einer Bilanz der gesamten Vertragslaufzeit von 15 Jahren und der Berücksichtigung der Übergangsphase in Darmstadt wird dies nicht möglich sein. Die zwei Jahre und zehn Monate Verbrennung in Darmstadt werden mit einer hohen Belastung verbunden sein, die auch eine optimale

Anlage in Wiesbaden gegenüber der MVA in Frankfurt nicht ausgleichen kann¹⁴. Bezüglich der Schadstoffemissionen können deutlich niedrigere Grenzwerte als die heute gültigen, technisch realisiert und zumindest als Jahresmittelwerte festgeschrieben werden. Wir empfehlen, dass sich die Stadt Wiesbaden dafür einsetzt, dass der Betreiber freiwillig einer Festsetzung von geringeren Grenzwerten als in der 17. BImSchV festgeschrieben, zustimmt.

Mit der Ökobilanz kann die lokale, kleinräumige Situation der Umweltbe- und -entlastungen im Umfeld der geplanten Anlage nicht beurteilt werden. Eine vorläufige Betrachtungseinschätzung zu den möglichen Auswirkungen auf das Siedlungsgebiet Ostfeld/Kalkofen hat ergeben, dass

- nicht mit erheblichen Auswirkungen auf die Klimafunktion des Entwicklungsgebiets Ostfeld/Kalkofen zu rechnen ist,
- aufgrund der herrschenden Ausbreitungsbedingungen ein erheblicher Einfluss durch Emissionen der geplanten Anlagen auf dieses Gebiet nach gültigem Recht eher unwahrscheinlich ist,
- jedoch u.U. Vorsorgewerte kritischer Wissenschaftler überschritten werden könnten (Dies sollte nach Vorlage der Immissionsprognose intensiv geprüft werden),
- die Vorbelastung des Gebietes durch Immissionsmessungen geprüft werden sollten, um die Zusatzbelastungen durch die geplante MVA und die dann resultierende Gesamtbelastung einordnen und einschätzen zu können.

Obwohl die Transportemissionen sich ökobilanziell im Vergleich zu den Gesamtemissionen aus der Müllverbrennung kaum auswirken, können LkW-Transporte kleinräumig für die Belastung der Anwohner sehr relevant sein (z.B. Lärm, Geruch, Feinstaub). Durch den zukünftigen Betrieb der Anlage sollen zahlreiche Transporte eingespart werden (Gurdulic 2018a, Gäth 2017), weil:

- 70.000 Mg/a Restabfälle aus Wiesbaden nicht mehr verladen und abtransportiert,
- etwa 20.000 Mg/a aufbereitete Verbrennungsrückstände nicht mehr zur Deponierung antransportiert und
- etwa 120.000 Mg/a EBS weniger abtransportiert werden müssen.

Grob überschlagen können dadurch etwa 8.000 bis 10.000 Transporte sowie die damit verbundenen Belastungen durch Lärm, Staub und anderen Emissionen eingespart werden. Wir empfehlen, dass die Stadt Wiesbaden mit der Fa. Knettenbrech und Gurdulic vertraglich festschreibt, dass die zugesagten Einsparungen an Transporten nicht durch andere Betriebsaktivitäten kompensiert werden.

¹⁴ Hierbei ist zu beachten, dass für die MVA Frankfurt kein Angebot vorlag und dass aktuelle Betriebsdaten von der MVA Darmstadt nicht vorliegen. Gegenüber der MVA Mainz wäre, unter Berücksichtigung der anteiligen Verbrennung in der MVA Darmstadt, nur die - bezüglich der Fernwärmeauskopplung - optimierte MVA in Wiesbaden (17,7/25,5) ökobilanziell vorteilhaft.

Literaturverzeichnis

- AGFW 2017 AGFW – Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.: AGFW-Hauptbericht 2016. Frankfurt 2017
- ASA e.V. 2016 Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung: ASA-Strategie 2030 - Ressourcen- und Klimaschutz durch eine stoffspezifische Abfallbehandlung - Herausforderungen, Chancen, Perspektiven, 2016
- BIFAS 2018 BIFAS – Betriebswirtschaftliches Institut für Abfall- und Umweltstudien: <http://www.bifas.de/benchmarking/> zuletzt aufgerufen am und persönliche Auskunft vom 06.06.2018
- CML 2016 Database CML-IA v4.4, Institute of Environmental Sciences, Leiden University, Leiden; <http://www.cml.leiden.edu/software/data-cmlia.html>, August 2016
- Dehoust et al. 2014 Dehoust, G.; Hauke, H.; Harthan, H.O.; Stahl, H., Matthes, F., Möck, A.: Beitrag der Kreislaufwirtschaft zur Energiewende - Klimaschutzpotenziale auch unter geänderten Rahmenbedingungen optimal nutzen; Berlin, Januar 2014
- DWA 2014 Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.: Merkblatt DWA-M 388 Mechanisch-Biologische (Rest-Abfallbehandlung (MBA), Hennef, 2014
- DWD, 2017 Deutscher Wetterdienst Bericht 249 (Heike Noppel): Modellbasierte Analyse des Stadtklimas als Grundlage für die Klimaanpassung am Beispiel von Wiesbaden und Mainz. Offenbach, 2017
- Ecoinvent 2017 Ökobilanz-Datenbank ecoinvent v3.4; <http://www.ecoinvent.org>; 2017
- EEW 2018 Energy from Waste Hannover GmbH: Grüne Fernwärme für Hannover kommt, <https://www.eew-energyfromwaste.com/de/news/presse/detail/news/gruene-fernwaerme-fuer-hannover-kommt.html>, 09.01.2018, zuletzt aufgerufen am 04.06.2018
- EUWID 2016 EUWID Recycling und Entsorgung: AGR liefert Fernwärme für Energieversorger Steag, <https://www.euwid-recycling.de/news/wirtschaft/einzelansicht/Artikel/agr-liefert-fernwaerme-fuer-energieversorger-steag.html>, 19.12.2016, zuletzt aufgerufen am 01.06.2018
- EUWID 2017a EUWID Recycling und Entsorgung: MVV plant Monoverbrennungsanlage für Klärschlamm in Mannheim, <https://www.euwid-recycling.de/news/wirtschaft/einzelansicht/Artikel/mvv-plant-monoverbrennungsanlage-fuer-klaerschlamm-in-mannheim.html>, 05.01.2017, zuletzt aufgerufen am 01.06.2018
- EUWID 2017b EUWID Recycling und Entsorgung: MVV investiert 100 Mio. € in Heizkraftwerk, <https://www.euwid-recycling.de/news/wirtschaft/einzelansicht/Artikel/mvv-investiert-100-mio-eur-in-heizkraftwerk.html>, 03.11.2017, zuletzt aufgerufen am

	01.06.2018
EUWID 2018a	EUWID Recycling und Entsorgung: Knettenbrech + Gurdulic entsorgt Wiesbadener Restmüll, https://www.euwid-recycling.de/news/wirtschaft/einzelansicht/Artikel/knettenbrech-gurdulic-entsorgt-wiesbadener-restmuell.html , 07.05.2018, zuletzt aufgerufen am 01.06.2018
EUWID 2018b	EUWID Recycling und Entsorgung: Entsorgungsmarkt für Siedlungsabfälle, Marktbericht, 2018
EUWID 2018c	EUWID Recycling und Entsorgung: Behandlungspreise für Siedlungsabfälle in MVA und MBA Nov. 2009, zuletzt aufgerufen am 04.06.2018
EUWID 2018d	EUWID Recycling und Entsorgung: Behandlungspreise für Siedlungsabfälle in MVA und MBA Nov. 2010, zuletzt aufgerufen am 04.06.2018
EUWID 2018e	EUWID Recycling und Entsorgung: Behandlungspreise für Siedlungsabfälle in MVA und MBA Dez. 2011, zuletzt aufgerufen am 04.06.2018
EUWID 2018f	EUWID Recycling und Entsorgung: Behandlungspreise für Siedlungsabfälle in MVA und MBA Dez. 2012, zuletzt aufgerufen am 04.06.2018
EUWID 2018g	EUWID Recycling und Entsorgung: Behandlungspreise für Siedlungsabfälle in MVA und MBA Dez. 2013, zuletzt aufgerufen am 04.06.2018
EUWID 2018h	EUWID Recycling und Entsorgung: Behandlungspreise für Siedlungsabfälle in MVA und MBA Okt. 2014, zuletzt aufgerufen am 04.06.2018
EUWID 2018i	EUWID Recycling und Entsorgung: Behandlungspreise für Siedlungsabfälle in MVA und MBA Nov. 2015, zuletzt aufgerufen am 04.06.2018
EUWID 2018j	EUWID Recycling und Entsorgung: Behandlungspreise für Siedlungsabfälle in MVA und MBA Nov. 2016, zuletzt aufgerufen am 04.06.2018
EUWID 2018k	EUWID Recycling und Entsorgung: Behandlungspreise für Siedlungsabfälle in MVA und MBA Nov. 2017, zuletzt aufgerufen am 04.06.2018
ESWE BioEnergie GmbH	ESWE BioEnergie GmbH, Umweltbericht 2017 für das Biomasseheizkraftwerk der ESWE BioEnergie GmbH, 2018
Gäth 2017	Prof. Dr. Stefan Gäth: Vortragsfolien zu „Studie zur Bewertung der Auswirkungen eines Fernwärmeheizkraftwerkes in der Landeshauptstadt Wiesbaden auf ausgewählte Klimaschutzindikatoren“
Greß/Bretzke 2018	Offener Brief an die Fraktion der Grünen in der Stadtverordnetenversammlung Wiesbaden, ohne genaues Datum, erhalten am 30.05.2018
Gurdulic 2018a	Unternehmens-, Standort-, Projektkennzahlen; Präsentation der Fa. K+C, ohne Datum, zur Verfügung gestellt im Mai 2018
Gurdulic 2018b	Persönliche Auskunft, Mai 2018
Hessisches Statistisches Landesamt 2018	Hessisches Statistisches Landesamt: Statistische Berichte - Abfallentsorgung in Hessen 2016, Wiesbaden, 2018

HMUELV 2012	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2011, Wiesbaden, 2012
HMUELV 2013	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2012, Wiesbaden, 2013
HMUELV 2014	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2013, Wiesbaden, 2014
HMUELV 2015a	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2014, Wiesbaden, 2015
HMUELV 2015b	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Abfallwirtschaftsplan Hessen - Siedlungsabfälle und Industrielle Abfälle (Stand 24. April 2015), Wiesbaden, 2015
HMUELV 2016	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2015, Wiesbaden, 2016
HMUELV 2017	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2016, Wiesbaden, 2017
iMA, 2017	iMA Richter und Röckle GmbH & Co KG: Klimastudie, Industrie- und Gewerbepark Ostfeld. Freiburg, 2017
Infraserv Höchst 2018	Infraserv Höchst: Rekordwert für die EBS-Anlage im Industriepark Höchst, Pressemeldung vom 08.02.2018, http://www.infraserv.com/de/aktuelles/pressemeldungen/pressemeldung.html?nach_id=17633&lang=de , zuletzt aufgerufen am 01.06.2018
Kühling/ Peters 1994	Kühling, W., Peters, H.-J.: Die Bewertung der Luftqualität bei Umweltverträglichkeitsprüfungen. Bewertungsmaßstäbe und Standards zur Konkretisierung einer wirksamen Umweltvorsorge, Dortmund 1994, ISBN 3-929797-05-4
MBA Wiesbaden 2017	MBA Wiesbaden GmbH: Vergabeunterlagen zum Vergabeverfahren „Restabfallentsorgung Landeshauptstadt Wiesbaden ab dem 01.01.2019“; Wiesbaden 2017
Merkurist 2018	„Gutachten zur geplanten Müllverbrennungsanlage vorgestellt“, Artikel vom 27.06.2018, https://merkurist.de/wiesbaden/ergebnisse-gutachten-zur-geplanten-muellverbrennungsanlage-vorgestellt_uY4 , zuletzt aufgerufen am 28.06.2018
MUEEF 2013	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz: Landesabfallbilanz Rheinland-Pfalz 2012, Mainz, 2013
MUEEF 2014	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-

	Pfalz: Landesabfallbilanz Rheinland-Pfalz 2013, Mainz, 2014
MUEEF 2015	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz: Landesabfallbilanz Rheinland-Pfalz 2014, Mainz, 2015
MUEEF 2016	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz: Landesabfallbilanz Rheinland-Pfalz 2015, Mainz, 2016
MUEEF 2017	Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz: Landesabfallbilanz Rheinland-Pfalz 2016, Mainz, 2017
MVV Enamic 2018	MVV Enamic Korbach GmbH: Industriekraftwerk Korbach, https://www.mvv.de/media/media/downloads/mvv_energie_gruppe_1/geschaeftsfelder_1/energiedienstleistungen_1/broschueren_1/Korbach_Flyer.pdf , 17. März 2018, zuletzt aufgerufen am 30.05.2018
MVV Energie AG 2018a	MVV Energie AG, Energie, die Umwelt und Mensch entlastet, https://www.mvv.de/de/mvv_energie_gruppe/mvv_umwelt/anlagen_emissions_werte/bmkw_floersheim_wicker_1/ , zuletzt aufgerufen am 01.06.2018
MVV Energie AG 2018b	MVV Energie AG, Sinnvoll und nachhaltig: Energieerzeugung aus Abfall, https://www.mvv.de/de/mvv_energie_gruppe/mvv_umwelt/anlagen_emissions_werte/hkw_mannheim_1/ , zuletzt aufgerufen am 01.06.2018
MVV Energie AG 2018c	MVV Energie AG, Umweltfreundliche Energieerzeugung mit Biomasse, https://www.mvv.de/de/mvv_energie_gruppe/mvv_umwelt/anlagen_emissions_werte/bmkw_mannheim_1/ , zuletzt aufgerufen am 01.06.2018
MWVLW 2013	Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz: Abfallwirtschaftsplan Rheinland-Pfalz 2013 – Teilplan Siedlungsabfälle, Mainz, 2013
openLCA 2018	GreenDelta GmbH: openLCA 1.7. Ökobilanzierungssoftware. Berlin 2018
Recycling Magazin (2017)	Recycling Magazin: Waste-to-energy-Markt im Umbruch, 29.01.2017, https://www.recyclingmagazin.de/2017/01/29/waste-to-energy-markt-im-umbruch/ , zuletzt aufgerufen am 01.06.2018
Regierungspräsidium Darmstadt 2018	Regierungspräsidium Darmstadt: Öffentliche Bekanntmachung - Vorhaben der Energieversorgung Offenbach AG, Offenbach, 2018
Schriftliche Anfrage 2018	E-Mail Austausch mit Betreibern, Technischen Leitern, oder Zuständigen der jeweiligen Anlage, Mai 2018
SHC GmbH 2015	Sabrowski-Hertrich-Consult GmbH: Fortschreibung Abfallwirtschaftskonzept Landeshaupt Stadt Wiesbaden 2015, Erlenbach am Main, 2015
SHC GmbH 2017	SHC Sabrowski-Hertrich-Consult GmbH: Hausmüllanalyse 2017 – Landeshauptstadt Wiesbaden – Endbericht, im Auftrag von Entsorgungsbetriebe der Landeshauptstadt Wiesbaden (ELW), Erlenbach am Main, 29. Juli 2017

Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz 2017	Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz: Abfallwirtschaft 2015, Bad Ems, 2017
SWG 2017	Stadtwerke Gießen, TREA 2, https://www.swg-konzern.de/ueber-uns/trea-2.html , 23.05.2017, zuletzt aufgerufen am 01.06.2018
Telefonische Anfrage 2018	Mündliches Gespräch mit Betreibern, Technischen Leitern, oder Zuständigen der jeweiligen Anlage, Mai 2018
Thomé-Kozmiensky 2018	Thomé-Kozmiensky, Elisabeth: Tagungsband Abfallverbrennungsanlagen Deutschland 2016/1, 2018, ISBN: 978-3-944310-38-1
Umweltamt 2009a	Umweltamt der Stadt Wiesbaden: Landschaftsplan der Landeshauptstadt Wiesbaden, Synthetische Klimafunktionskarte. Wiesbaden, 2009
Umweltamt 2009b	Umweltamt der Stadt Wiesbaden: Landschaftsplan der Landeshauptstadt Wiesbaden, Klimaanalyse, Flächen mit klimatischen Vorrangfunktionen. Wiesbaden, 2009
Umweltamt 2009c	Umweltamt der Stadt Wiesbaden: Landschaftsplan der Landeshauptstadt Wiesbaden, Klimaanalyse: Bewertungskarte. Wiesbaden, 2009
Umweltamt 2011	Umweltamt der Stadt Wiesbaden: „Stadtklima Wiesbaden, Umweltbericht Nr.22“. Wiesbaden, 2011
Umweltamt 2018	Persönliche Mitteilung. Entwicklungsgebiet Ostfeld-Kalkofen - Karten – Umweltamt - Wiesbaden, 2018
Welt 2017	Hamburgs Wärmeversorgung wird umweltfreundlich, https://www.welt.de/regionales/hamburg/article170266376/Hamburgs-Waermeversorgung-wird-umweltfreundlich.html ; vom 02.11.2017, zuletzt aufgerufen am 04.06.2018