



RESSOURCEABFALL GMBH



Öko-Institut e.V.
Institut für angewandte Ökologie
Institute for Applied Ecology

Optimierung der Abfallwirtschaft unter dem Aspekt des Klimaschutzes bei den Abfallwirtschaftsbetrieben Münster - 2017

VON: ÖKO-INSTITUT E.V. [HTTP://WWW.OEKO.DE](http://www.oeko.de)

AUTOREN:

GÜNTER DEHOUST – ÖKO-INSTITUT

ALEXANDRA MÖCK – ÖKO-INSTITUT

UNTER MITWIRKUNG VON

RESSOURCE ABFALL GMBH [HTTP://WWW.RESSOURCE-ABFALL.DE](http://www.ressource-abfall.de)

THEO SCHNEIDER

BERLIN, ELZE, DEN 18. JULI 2018

1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Die Stadt Münster hat als „Klimaschutzhauptstadt“ bereits in der Vergangenheit vielfältige Anstrengungen unternommen die CO₂-Emissionen zu verringern. Die Abfallwirtschaftsbetriebe Münster (AWM) haben ihren Teil dazu beigetragen, die CO₂-Emissionen im Rahmen der abfallwirtschaftlichen Aufgaben zu verringern. Zuletzt wurde in 2009 und 2010 eine Zwischenbilanz gezogen und die zukünftigen Schwerpunkte der AWM an den Klimaschutzzielen ausgerichtet. Diese Untersuchung basierte auf Bilanzdaten für das Jahr 2007.

Nunmehr besteht auf Grund der zwischenzeitlich vollzogenen wesentlichen Veränderungen in der Abfallwirtschaft in Münster erneut Veranlassung, die Situation der Abfallwirtschaft in Bezug auf Klimaschutz und Klimaschutzpotenziale zu betrachten. Die tatsächlichen Entwicklungen – Stand Jahr 2016 – sollen mit den damals prognostizierten Ergebnissen für das Zieljahr 2020 verglichen werden. Ursachen von ggf. festzustellenden Abweichungen sollen ermittelt und weitere Optimierungspotenziale wiederum aufgezeigt werden. Auch sollen Entwicklungen in den Grundlagen von Klimabilanzen einbezogen werden.

Analog zur Erarbeitung der Studie von 2010 werden seitens des Öko-Instituts e.V. unter Mitwirkung der RESSOURCE ABFALL GmbH die gemeinsamen Vorkenntnisse und Erfahrungen in systematischer Weise für die Erhebung der Datengrundlagen und die neuen Berechnungen eingebracht. Die Klimabilanzen werden nach dem aktuellen Stand der Bilanzmethoden erstellt. Dabei werden mit Ausnahme der Leichtverpackungen nur die Abfälle bilanziert, die im Zuständigkeitsbereich der Abfallwirtschaftsbetriebe Münster liegen.

2 Abfallwirtschaftliche Situation 2017

Die Bestandsaufnahme der Daten der verschiedenen Abfallfraktionen erfolgt für die gleichen Fraktionen wie in der Studie aus dem Jahr 2010 (Öko-Institut/Ressource Abfall 2010).

In der Bestandsaufnahme für das aktuelle Bezugsjahr 2017 im Vergleich mit 2007 (sh. Tabelle 2-1) setzen sich die grundlegenden Veränderungen hin zur Kreislaufwirtschaft fort. In den vergangenen zehn Jahren ist dabei der Anteil an Abfall zur Beseitigung aus Gewerbe (=anderen Herkunftsbereichen als privaten Haushalten im Sinne der rechtlichen Terminologie) um rund 6.000 Mg zurückgegangen. Beim Restabfall aus Haushalten ist ein minimaler Anstieg der absoluten Menge von 0,4 % im Vergleich 2017 zu 2007 festzustellen. In diesem Zeitraum hat die Bevölkerung in Münster um 9,9% zugenommen. Das spezifische Aufkommen an Restabfall pro Einwohner hat sich in dieser Zeit um 8,6 % verringert.

Abfallwirtschaft und Klimaschutz bei den AWM

Tabelle 2-1: Abfallmengen in Münster 2007 und 2017

Abfallfraktion	in 2007		in 2017	
	[Mg]	[kg / (E*a)]	in 2017	[kg / (E*a)]
Hausrestabfall	42.712	152,4	42.898	139,4
Restabfall aus Gewerbe ¹⁾	10.398	37,1	4.183	13,6
Sperrabfall	7.557	27,0	7.061	22,9
Altholz	4.484	16,0	4.550	14,8
Bioabfall	17.747	63,3	15.609	50,7
Grünabfall	22.788	81,3	23.956	77,8
Altpapier	27.762	99,1	23.717	77,0
Straßenkehricht	5.311	19,0	5.043	16,4
Leichtverpackungen (LVP/WST)	9.524	34,0	10.205	33,1
Altmetall	1.383	4,9	1.328	4,3
Elektro-Altgeräte, Gr. 1 Kühlschränke	510	1,8	334	1,1
Elektro-Altgeräte, Gr. 1 Sonst. Großg.	822	2,9	508	1,6
Gesamtaufkommen (ohne Sekundärmengen)	150.997	538,9	139.391	452,8
Einwohnerzahl Münster	280.199		307.842	
Zusätzlich zu diesem Gesamtaufkommen in 2017 wurden in den Klimabilanzen noch 439 Mg an Altbeständen aus 2016 einbezogen, welche in 2017 über die MRA behandelt und entsorgt wurden.				
1) = diese Abfälle unterliegen nicht dem Anschluss- und Benutzungszwang der kommunalen Abfallsatzung, diese Abfallart wird auch von anderen Marktteilnehmern entsorgt.				

Die Differenz zwischen dem Abfallaufkommen (Tabelle 2-1) und dem Abfallverbleib (Tabelle 2-2) in 2007 resultiert aus den damals aufzunehmenden Sekundärmengen .

Tabelle 2-2: Verbleib der Abfälle in 2007 und 2017

	1990	2007	2017
	Mengen	Mengen	Mengen
	Mg	Mg	Mg
HM-Deponie	162.801	0	0
MBRA bzw. MA	0	68.362	59.019
Bioabfallvergärung ¹⁾	0	17.747	28.176
Grünabfallkompostierung ¹⁾	11.906	28.695	11.389
Papierrecycling	10.276	27.762	23.717
Metallrecycling	706	1.383	1.328
E-Schrott-Recycling, Gr. 1	0	822	508
Kühlgeräte-Recycling	0	510	334
Altholzverbrennung (beh.)	0	371	422
Altholzverbrennung	655	4.113	4.127
LVP+WST-Recycling	0	9.524	10.205
Summe	186.344	159.290	139.225
1) Mengenangabe für 2017 unter Berücksichtigung einer Zufuhr von 12.567 Mg Grünabfall als Strukturmaterial in die Nachrotte der Bioabfallvergärung			

3 Definition der zu berechnenden Klimabilanzen

3.1 Übersicht der untersuchenden Varianten

3.1.1 Klimabilanz für den Ist-Zustand 2017

Die von der aktuellen Abfallwirtschaft in Münster verursachten bzw. eingesparten THG-Emissionen, werden für die Verwertungswege in 2017 mit dem Abfallaufkommen von 2017 dargestellt.

Diese Variante wird im Weiteren unter dem Titel **Status Quo 2017** behandelt.

3.1.2 Klimabilanz für die Variante MRA plus MVA Oberhausen mit aktuellen Klima-Bilanz-Methoden

Die Variante **MRA + MVA Oberhausen** beinhaltet die Behandlungswege analog zum Szenario III der Untersuchung aus 2010. Demnach sind die hier Angaben zur MVA Oberhausen für die Mengenströme heranzuziehen, welche 2017 tatsächlich nach Hengelo gegangen sind. Weiterhin wird diese Variante mit den aktuellen Mengen 2017 berechnet.

3.1.3 Klimabilanz für den Status 2007 mit aktuellen Mengen und aktuellen Klima-Bilanz Methoden

Die Variante **Status 2007** beinhaltet die Behandlungswege entsprechend dem Stand 2007. Diese Variante mit nun mit den aktuellen Mengendaten aus 2017 berechnet. Damit kann ein methodisch sauberer Vergleich zwischen 2007 und 2017 gemacht werden. Auf diese Weise können die Fortschritte, die seit 2007 gemacht wurden, ermittelt werden.

3.1.4 Klimabilanz für die Variante MVA mit aktuellen Klima-Bilanz-Methoden

Die Variante **MVA** beinhaltet die Behandlungswege analog zum Szenario II der Untersuchung aus 2010. Demnach wird hier eine Restabfallentsorgung nahezu ausschließlich über eine Müllverbrennungsanlage betrachtet.

3.1.5 Klimabilanz für die Variante Zukunftsszenario mit aktuellen Klima-Bilanz-Methoden

Die Variante **Zukunftsszenario** beinhaltet die Behandlungswege aus 2017 sowie einzelne Optimierungen derselben, welche sich auf Grund der bisherigen Erkenntnisse der Verfasser und einzelnen Berechnungsergebnissen für die Situation in Münster als relativ naheliegende, noch mögliche Verbesserungen anbieten.

Tabelle 3-1 zeigt zusammenfassend die in dieser Untersuchung betrachteten Varianten.

Abfallwirtschaft und Klimaschutz bei den AWM

Tabelle 3-1: Übersicht Varianten

Varianten	Variante Status Quo 2017	Variante MRA + MVA Oberhausen	Variante Status 2007	Variante MVA	Variante Zukunftsszenario
sh. Kap.	3.1.1	3.1.2	3.1.3	3.1.4	3.1.5
Mengen	2017	2017	2017	2017	2017
Abfallbehandlungswege	2017	Prognose Sz. III 2010	2007	Prognose Sz. II 2010	2017 optimiert
Restabfälle	MRA	MRA	MBRA	MVA Oberhausen	MRA
- heizw. Fraktion (KS)	Zementwerk	Zementwerk	Zementwerk	./.	Zementwerk
- Mittelfraktion	MVA Hengelo	MVA Oberhausen	MVA Oberhausen	./.	MVA Hengelo
- Feinfraktion	MVA Hengelo	MVA Oberhausen	MVA Oberhausen	./.	MVA Hengelo
Bioabfall	Trockenvergärung (MBRA)	Trockenvergärung (MBRA)	Nassvergärung	Trockenvergärung (MBRA)	Trockenvergärung (MBRA)
	Kompost: Tunnelrotte	Kompost: Tunnelrotte	Mietenkompost (offen)	Kompost: Tunnelrotte	Kompost: Tunnelrotte
Grünabfall	Kompost: Tunnelrotte	Kompost: Tunnelrotte	Mietenkompost (offen)	Kompost: Tunnelrotte	stoffstromspez.
LVP/Wertstoff	LVP	LVP	LVP	LVP	Wertstoff
Hartkunststoff, getrennt	ja	ja	nein (in Restabfall enthalten)	ja	ja

4 Ergebnisse der Klimaschutzbilanzen der untersuchten Varianten

In Abbildung 4-1 sind die Gesamtergebnisse (THG-Emissionen pro Jahr) für die verschiedenen Varianten dargestellt. Die größten Differenzen zeigen sich in der Behandlung des Restabfalls in der MRA/MBRA bzw. MVA sowie bei der Behandlung des Grünabfalls. Im Gesamtergebnis schneidet die Variante MVA im Vergleich zu den anderen Varianten am schlechtesten ab. Gefolgt von der Variante Status 2007.

Da die Summe der Behandlungs- und Recyclingaufwendungen zu Entlastungen bzw. Gutschriften führt, folgt daraus innerhalb des Berechnungssystems einer Klimabilanz, dass, je mehr Abfall entsorgt wird, umso besser das Gesamtergebnis der Bilanz ist. Das liegt daran, dass in Ökobilanzen der Abfallwirtschaft per Definition die Produktionsaufwendungen für die Produkte und Materialien, die zu Abfall geworden sind, nicht berücksichtigt werden. Diese Bilanz dient der Bewertung verschiedener Abfallbehandlungswege. Um verschiedene Abfallbehandlungswege adäquat miteinander vergleichen zu können, müssen bei allen Varianten die Abfallinputmengen konstant gehalten werden. Hilfsweise, insbesondere wenn Jahrgänge verglichen werden, die faktisch unterschiedliche Abfallmengen aufweisen, können die spezifischen Emissionen pro Mg Abfall zum Vergleich herangezogen werden.

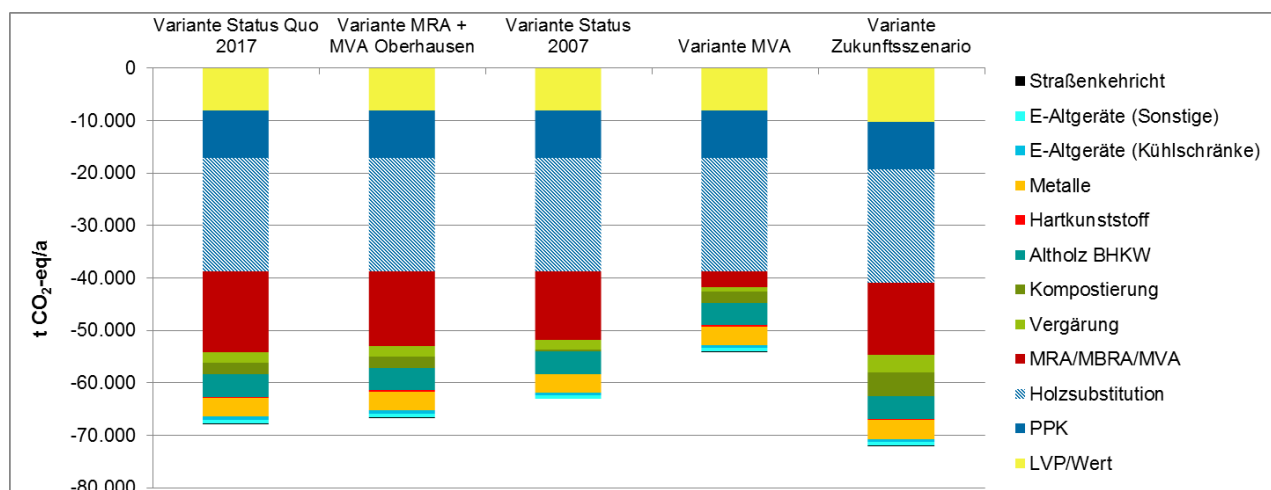


Abbildung 4-1: Ergebnisse der Klimabilanzen

Die erheblich höheren spezifischen Gutschriften für Bioabfall und Grünabfall bei der Variante Zukunftsszenario beruhen auf den im Rahmen der Untersuchung von 2010 enthaltenen Annahmen einer verstärkten mechanischen Vorbehandlung mit Trennung der Grünabfälle in drei Teilfraktionen nach

- brennbar,
- vergärbar und
- kompostierbar.

5 Vergleichende Analyse der Berechnungsergebnisse

Abfallwirtschaft und Klimaschutz bei den AWM

5.1 Aktueller Beitrag zum Klimaschutz in Münster

Ein Vergleich der Ergebnisse des **Status Quo 2017** mit dem nach aktuellen Berechnungsmethoden betrachteten **Status 2007** auf Basis einheitlicher Mengen von 2017 zeigt eine Verbesserung der Klimabilanz der Abfallwirtschaft in Münster zwischen 2007 und 2017 um rund 7 % (s. Abbildung 5-1).

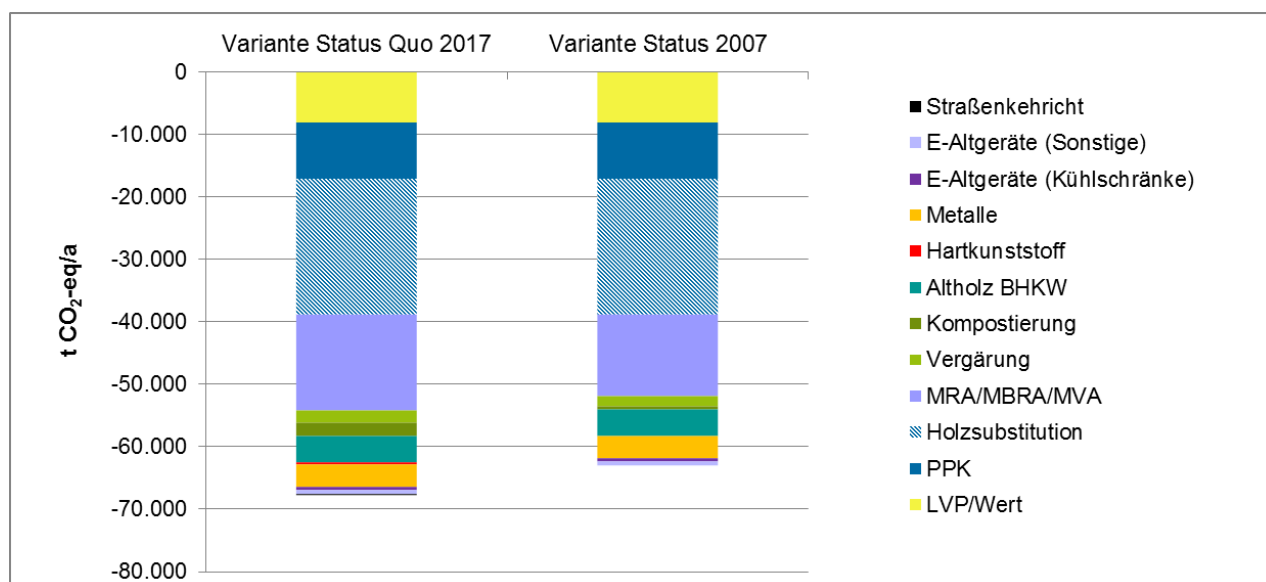


Abbildung 5-1: Status Quo 2017 im Vergleich mit Status 2007 bei gleichen Mengen 2017

5.2 Vergleich mit den Erwartungen aus der Studie 2010

Abbildung 5-2 zeigt die prozentualen Verbesserungen bzw. Verschlechterung des Status Quo 2017 und der anderen Varianten gegenüber dem Szenario Status 2007. Die orangenen Balken nach rechts zeigen eine Verschlechterung, die grünen Balken nach links eine Verbesserung zur Variante Status 2007 an.

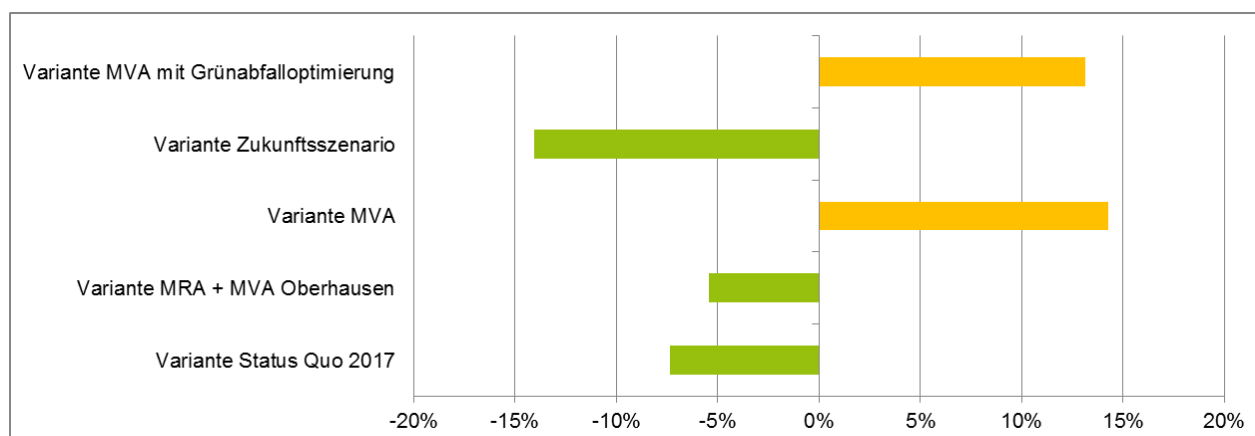


Abbildung 5-2: Prozentuale Verbesserungen und Verschlechterungen der Varianten gegenüber Status 2007 in Bezug auf die Gesamtergebnisse

Bis auf Variante MVA sind alle Varianten dem Status 2007 überlegen.

Abfallwirtschaft und Klimaschutz bei den AWM

Der Vergleich der Varianten **Status Quo 2017** und **Variante MRA + MVA Oberhausen** beinhaltet praktisch den Vergleich der MVA in den Niederlanden mit der in Deutschland. Diese unterscheiden sich hauptsächlich durch den tatsächlichen thermischen Wirkungsgrad und weisen insgesamt folgende Emissionsfaktoren für Stromgutschriften auf (sh. Tabelle 5-1). In Summe ist das Gesamtergebnis für die MVA in NL um 63 % besser als das der MVA in DE (sh. Tabelle 5-2).

Tabelle 5-1: spezifische Emissionsfaktoren MVA NL und DE

	MVA NL	MVA DE
EF für Stromgutschrift	544 kg CO ₂ -eq/MWh	656 kg CO ₂ -eq/MWh

Tabelle 5-2: Ergebnisse MVA NL und DE

	MVA NL		MVA DE	
	gesamt Mg CO ₂ -eq	spezifisch kg CO ₂ -eq/Mg	gesamt Mg CO ₂ -eq	spezifisch kg CO ₂ -eq/Mg
SML	808	14,9	808	14,9
TSP (Münster-MVA)	400	6,8	496	8,5
Betriebsmittel	1.510	25,7	1.510	25,7
Emissionen durch Verbrennung	19.418	330,9	19.418	330,9
GUT Strom	-12.231	-208,5	-15.485	-263,9
GUT Wärme	-11.890	-202,6	-6.817	-116,2
Metalle	-2.959	-50,4	-2.959	-50,4
Summe	-4.945	-84,3	-3.029	-51,6

Es ist zu berücksichtigen, dass der EF für den ersetzten Strom (und Wärme) kein adäquates Kriterium für die Wahl eines Standortes der MVA sein kann. Auf Grund der Decarbonisierung des Strommixes (und auch des Wärmemixes) werden die EF in der Zukunft immer geringer und die Gutschriften für Strom und Wärme daher geringer.

6 Schlussfolgerungen aus den Berechnungsergebnissen der Klimabilanzen für 2017

6.1 Allgemeine Erläuterung zu Berechnungsergebnissen von Klimabilanzen

Die Anwendung aktueller methodischer Ansätze bei den Berechnungen der Klimabilanzen führt zu einer Verringerung der durch abfallwirtschaftliche Maßnahmen erzielbaren Verminderung an CO₂eq –Emissionen im Vergleich mit den Ergebnissen der Berechnungen aus 2010. Diese Verringerung wird hauptsächlich durch die Fraktion Papier verursacht. Hier spielt sowohl die deutlich geringere Menge als auch die geringere spezifische Gutschrift je Tonne verwertetes Altpapier eine Rolle.

Bei den Klimabilanzen ist insgesamt weiterhin zu beachten:

Nicht die Leistung der Abfallwirtschaft ändert sich, sondern der potenzielle Klimaschutzbeitrag durch Substitution fossiler Brennstoffe geht gegen Null. (Vogt 2017)

Abfallwirtschaft und Klimaschutz bei den AWM

6.2 Ergebnisse der Klimabilanzen für die Abfallwirtschaft Münster in 2017

Die in Tabelle 2-1 dargestellten Mengen belegen einen Rückgang des spezifischen Aufkommens sowohl bei Restabfällen wie auch bei einer Reihe von Wertstofffraktionen in den vergangenen 10 Jahren.

Ähnlich zur Vorgehensweise in der Studie 2010 sind verschiedene Varianten (sh. Kap. 3) definiert und berechnet worden:

Tabelle 6-1: Übersicht Varianten

Variante	Abfallverbleib wie:	Abfallaufkommen aus
Status Quo 2017	Status Quo 2017	2017
MRA + MVA Oberhausen	Status Quo 2017 nur MVA in D statt in NL	2017
MVA	Szenario II in Studie 2010	2017
Status 2007	Status 2007	2017
Zukunftsszenario	Status Quo 2017 plus Optimierung Grünabfall + Wertstofftonne	2017

Vergleicht man die Situation aus 2007 mit dem **Status Quo 2017** unter der Annahme gleicher Mengen für alle Fraktionen so hat sich die Klimabilanz der Abfallwirtschaft in Münster in den vergangenen zehn Jahren gemessen an aktuellen Berechnungsmethoden um rund 7 % verbessert (sh. Abbildung 4-1).

Die ökonomische Bewertung ist in gleicher Weise wie in der Studie von 2010 basierend auf den Kostensachverhalten und Ansätzen analog IWA 2009 ohne Verwaltungskosten und Overheadanteile vorgenommen worden. Weiterhin sind auf Grund der Erkenntnisse der Untersuchung aus 2010, wonach Sammlung und Transport keine signifikanten Beiträge für die Klimabilanzen insgesamt liefern, Verwertungs- und Entsorgungsleistungen sowie deren Kosten verglichen worden. Diese Kosten sind auch in der nun vorliegenden Untersuchung ohne Verwaltungskosten und Overheadanteile angegeben. Daher weicht die Summe der Kosten für den **Status Quo 2017** vom AWM-Jahresabschluss 2017 ab.

Die Kosten für Behandlung, Verwertung und Entsorgung der Abfälle in Münster gegenüber dem Status 2007 deutlich um 2,6 Mio. € zurückgegangen, wobei ein Teil dieser Kosteneinsparungen auf dem Mengenrückgang insgesamt beruht. Damit wurde ein wesentlicher Schritt (ca. 70%) auf dem Weg in Richtung der Kostenerwartungen umgesetzt, welche mit dem Szenario III aus der Studie von 2010 prognostiziert wurden.

Die Ergebnisse insgesamt werden auch in dieser Untersuchung wiederum anschaulich in Form einer sogenannten Scorecard (sh. Abbildung 6-1) dargestellt, wobei Klimaentlastungen und Kostensenkungen für jedes Szenario eindeutig zu erkennen sind. Wie bei solchen Scorecards üblich, liegen die besten Ergebnisse im Quadranten rechts oben.

Abfallwirtschaft und Klimaschutz bei den AWM

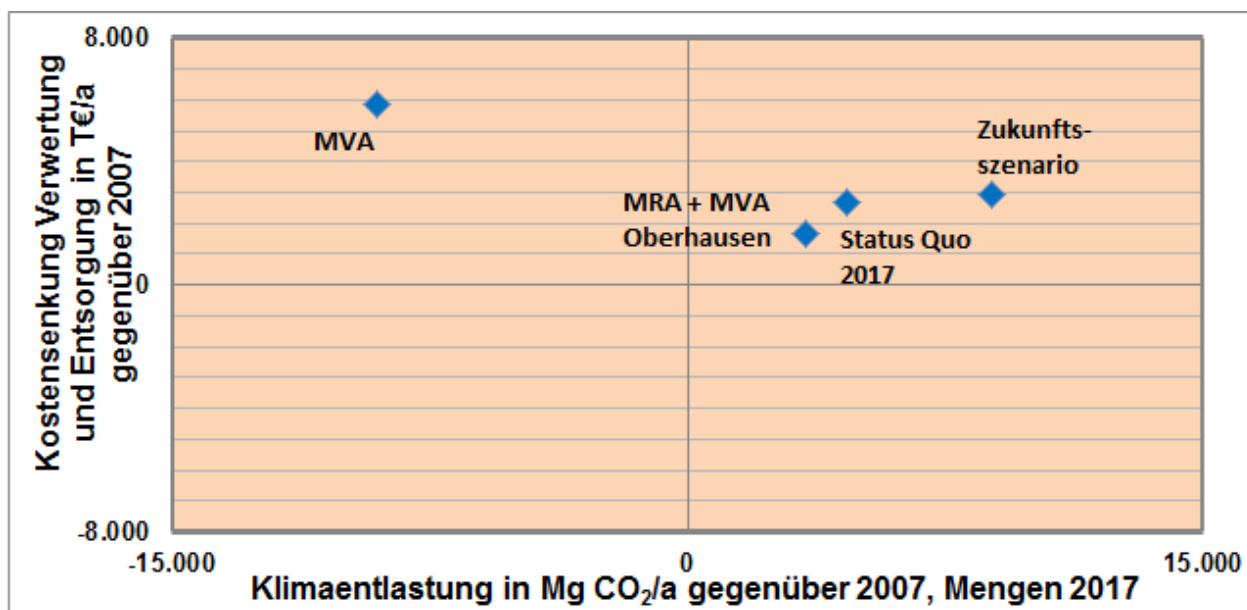


Abbildung 6-1: Klimaentlastungen und Kostensenkungen für Behandlung, Verwertung und Entsorgung der Varianten

Weiterhin fallen insbesondere folgende unterschiedlichen Auswirkungen der betrachteten Varianten bei der Klimaentlastung auf:

- 1.) Im Ergebnis von Klimaentlastung und Kostensenkung erscheint der eingeschlagene Weg in Richtung Variante **Status Quo 2017** als eindeutig sinnvollstes Szenario.
- 2.) Mit den erreichten Ergebnissen des **Status Quo 2017** sind sowohl weitere Vorteile beim Klimaschutz als auch rund 70 % der erwarteten Kosteneinsparungen für Verwertung und Entsorgung gegenüber der Ausgangssituation in 2007 erreicht worden.
- 3.) Die Variante **MVA** stellt sich im Ergebnis bei den Klimaauswirkungen um mehr als 13.600 Mg CO_{2eq}/a schlechter dar als der **Status Quo 2017**. Dabei ist bezüglich der rechnerisch ermittelten Kostenvorteile von mehr als 3 Mio. € pro Jahr auf Einschränkungen und Risiken wie z.B. erheblich gestiegene Kosten in Biomassekraftwerken und anderen thermischen Verwertungsanlagen im Vergleich zur Situation 2010 zu verweisen.
- 4.) Gegenüber der kostengünstigsten reinen **MVA**-Variante weist der **Status Quo 2017** Vermeidungskosten von 233 €/Mg CO_{2eq} auf. Eine Realisierung des **Zukunftsszenarios** würde zu Vermeidungskosten in Höhe von 162 €/Mg CO_{2eq} führen.
- 5.) Das **Zukunftsszenario** weist eine nochmals merklich verbesserte Situation um knapp 4.200 Mg CO_{2eq}/a gegenüber dem **Status Quo 2017** auf.

Soll durch Klimaschutzmaßnahmen bis 2050 das ambitioniertere 95 % CO₂-Reduktionsziel erreicht werden, das die Stadt Münster anstrebt, sind Maßnahmen mit relativ hohen CO₂-Vermeidungskosten notwendig. Beispielsweise werden dann im Gebäudesektor Vermeidungskosten zwischen 120 und 370 €/Mg CO_{2eq} ermittelt, wie ein annähernder Passivhausstandard in

Abfallwirtschaft und Klimaschutz bei den AWM

Wohngebäuden bei Neubauten der Vermeidungskosten von $> 300 \text{ €/Mg CO}_{2\text{eq}}$ aufweist. Ähnlich hoch sind die Vermeidungskosten im Bereich Mobilität¹.

Im Vergleich zu diesen Maßnahmen liegen insbesondere bei Nutzung der Optimierungen der Zukunftsvariante die Vermeidungskosten der ambitionierten Abfallbehandlungskonzepte im unteren Bereich.

Die bereits im Rahmen der Studie 2010 ermittelten erheblichen Potenziale durch Optimierungsansätze aus Sicht des Klimaschutzes in den Bereichen

- a) Wertstofftonne sowie
- b) Aufsplittung von Grünabfällen in drei Teilfraktionen – sofern sich der Markt im Bereich der Biomassekraftwerke in der Zukunft wieder entspannen sollte

bestehen auch bei einer Bewertung nach aktuellen Klimabilanzmethoden. Schließlich ist auch zukünftig ein Augenmerk auf die Reduktion von Methan- und Lachgasemissionen bei der Bioabfallvergärung zu legen.

¹ Angaben zu den Vermeidungskosten nach: Gebert et, al.: Klimapfade für Deutschland, The Boston Consulting Group (BCG) und Prognos, im Auftrag des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI), Januar 2018