LAND OBERÖSTERREICH

Langfassung

KLIMARELEVANZ

der kommunalen Abfallwirtschaft

und Entwicklung innovativer Konzepte zu ihrer umwelt- wirtschaftlichen Optimierung

US

Rudi Anschober
Landesrat für Umwelt, Energie, Wasser und KonsumentInnenschutz

IMPRESSUM

Herausgeber: Land OÖ/Abteilung Umweltschutz

Auftraggeber:

Amt der Oö. Landesregierung
Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft
Abteilung Umweltschutz
Kärntnerstraße 10 - 12, 4021 Linz
Telefon: (+43 732) 7720-14550
E-Mail: us.post@ooe.gv.at
http://www.land-oberoesterreich.gv.at

Foto: Land Oberösterreich

August 2009

DVR. 0069264

Johannes Kepler Universität Linz

LANGFASSUNG

Klimarelevanz der Kommunalen Abfallwirtschaft in Oberösterreich* und Entwicklung innovativer Konzepte zu ihrer umweltwirtschaftlichen Optimierung

* erweitert um in Oberösterreich behandelte klimarelevante Abfälle (einschließlich Abfallimporte) und spezifische Nebenprodukte aus Handel, Gewerbe und Landwirtschaft

Institut für Betriebliche und Regionale Umweltwirtschaft

4040 Linz, Altenberger Straße 69

a.Univ.-Prof. Dr. Heinz Karl Prammer, Mag.[a] Daniela Schrack, cand.oec. Christian Hofmann

Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz GmbH

4040 Linz, Altenberger Straße 69

DI Dr. Horst Steinmüller, Mag.[a] Christina Friedl, Mag.[a] Beatrice Markl, Mag. Martin Luger

Auftraggeber

Oö. Umweltressort

Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz

Linz, August 2009

KURZFASSUNG DER STUDIE

Vor dem Hintergrund eines global und auch national ansteigenden Ausstoßes von klimawirksamen Treibhausgasen und den damit verbundenen weitreichenden Problemen, stellt sich die oberösterreichische Abfallwirtschaft seit längerem die Aufgabe, eine möglichst nachhaltige Wirtschaftsweise zu betreiben. Um die Ergebnisse der bereits erfolgreich umgesetzten Maßnahmen darzustellen und die oberösterreichische Abfallwirtschaft auf weitere Reduktionspotentiale – speziell im Hinblick auf biogene Abfälle – zu untersuchen, wurde im Auftrag des Oö. Umweltressorts vom Institut für Betriebliche und Regionale Umweltwirtschaft und dem Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz eine Studie zu diesem Themenkreis durchgeführt.

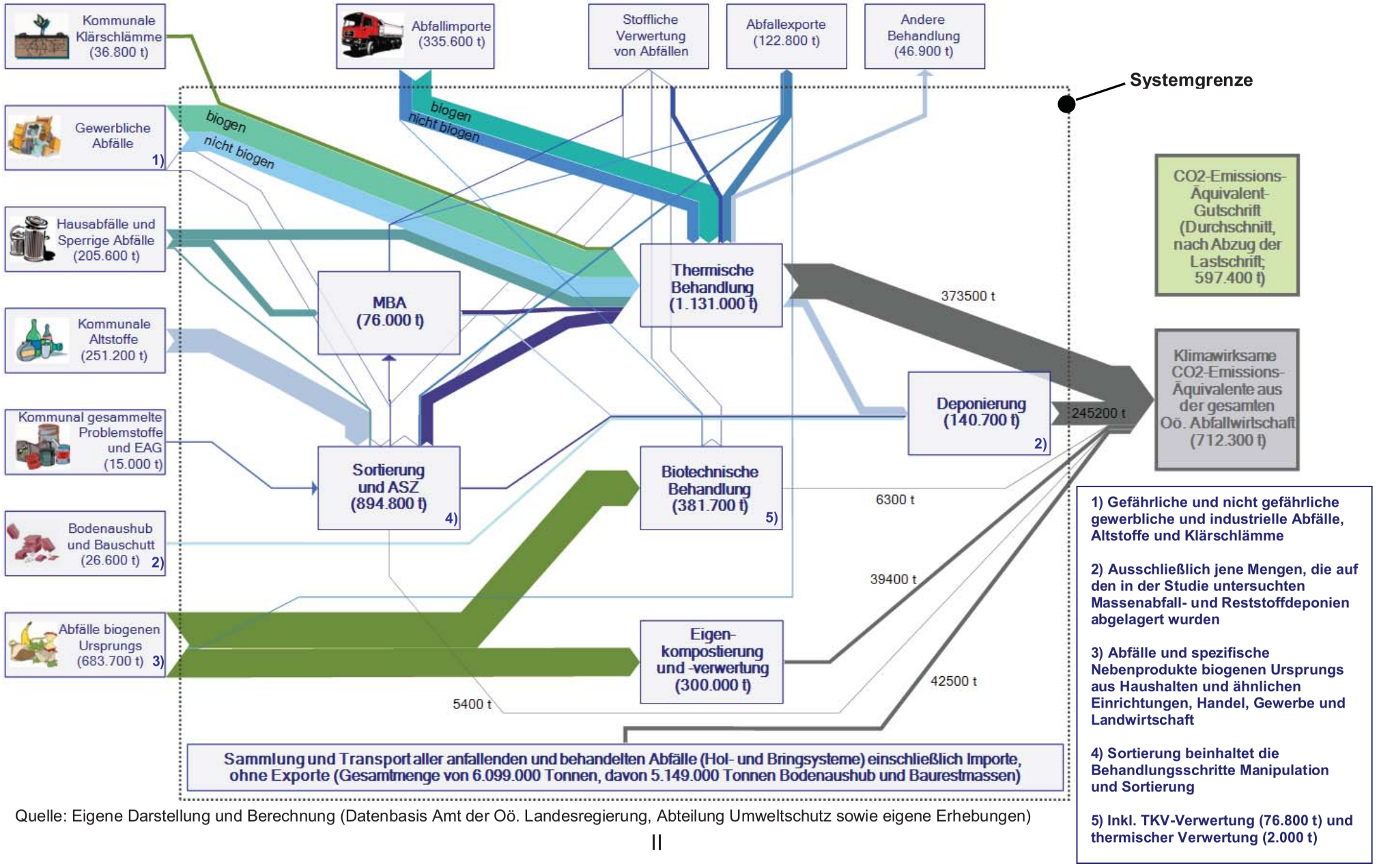
Das Ziel der vorliegenden Studie ist die Darstellung der Leistungsfähigkeit der (kommunalen) Abfallwirtschaft in Oberösterreich sowie die Entwicklung eines Konzeptes zur umweltwirtschaftlichen Optimierung der Abfallwirtschaft insbesondere für den Bereich der biogenen Abfälle. Während als Referenzjahr für die Studie das Jahr 1990 dient und der Ist-Zustand durch das Jahr 2007 repräsentiert wird, wird für das Aufzeigen weiterer Potentiale das Jahr 2012 herangezogen.

Die Studie gliedert sich in zwei Untersuchungsgegenstände: Teilsystem A beinhaltet die Untersuchung der kommunalen Abfallwirtschaft[1] in Oberösterreich einschließlich Sammlung und Transport von Abfällen sowie eine mengenmäßige Abschätzung der daraus resultierenden klimawirksamen Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Lachgas. Teilsystem B geht näher auf die biotechnische Abfallbehandlung ein und erörtert die effizientere Behandlung bzw. Nutzung von Abfällen biogener Herkunft in Oberösterreich.

Abbildung (a) verdeutlicht überblicksmäßig Systemgrenze, Mengenströme und Klimarelevanz der gesamten oö. Abfallwirtschaft für das Jahr 2007.

[1] erweitert um in Oberösterreich behandelte klimarelevante Abfälle (einschließlich Abfallimporte) und spezifische Nebenprodukte aus Handel, Gewerbe und Landwirtschaft.

Abbildung (a): Systemgrenze, Mengenströme und Klimarelevanz der „Gesamten oö. Abfallwirtschaft“ für das Jahr 2007



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Datenbasis Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz sowie eigene Erhebungen)

In Teil A werden in Folge für die Abfallbehandlungsarten Massenabfall- und Reststoffdeponierung, thermische Behandlung, mechanische Behandlung, biotechnische Behandlung sowie für Sammlung und Transport von Abfällen (einschließlich Bodenaushub und Baurestmassen) jeweils die zugrundeliegenden Mengenströme der behandelten Abfälle in Form einer Sekundärdatenanalyse ausgewertet und mithilfe verschiedener Berechnungsmethoden (z.B. lt. IPCC) die jeweiligen klimawirksamen CO_2-Emissions-Äquivalente abgeschätzt. Auf Grundlage der für die Untersuchung erforderliche emissionsseitige Perspektive werden Emissionen, die sich aus Abfallimporten nach Oberösterreich ergeben, in der Studie mitberücksichtigt, in Oberösterreich anfallende und in andere Bundesländer oder ins Ausland exportierte Abfälle und die damit verbundenen Emissionen aus der Abfallbehandlung werden aus der Studie ausgeklammert.

Neben der Darstellung der behandelten Abfallmengen und der Abschätzung der daraus resultierenden CO_2-Emissions-Äquivalente werden in der Studie weiters CO_2-Gutschriften unter der Annahme ausgewiesen, dass durch die Nutzung von Abfällen als brachliegende Ressource für die Strom- bzw. Wärmeerzeugung fossile Energieträger eingespart werden können. Da die Höhe der CO_2-Gutschriften wesentlich von dem gewählten substituierten Energieträger und Wirkungsgrad bzw. der verwendeten Technologie abhängt, werden die Gutschriften als eine Bandbreite zwischen der besten verfügbaren Technik (Gas- und Dampfturbinenkraftwerk) und einem herkömmlichen Steinkohlekraftwerk berechnet.[2]

Die nachfolgende Tabelle bietet für das Jahr 2007 einen Überblick über die einzelnen Abfallbehandlungsarten, deren jeweils behandelten Abfallmengen, der direkt oder indirekt emittierten CO_2-Emissions-Äquivalenten und den durchschnittlichen CO_2-Gutschriften.

[2] Näheres zur Gutschriftenberechnung siehe Kapitel 3.3.5.

Tabelle (a): Im Rahmen der oö. Abfallwirtschaft behandelte Abfallmengen, ausgestoßene klimawirksame CO_2-Emissions-Äquivalente sowie durchschnittliche CO_2-Gutschriften nach Abfallbehandlungsarten (Jahr 2007)

Jahr 2007	Behandelte Abfallmengen in Tonnen	Klimawirksame CO_2-Emissions-Äquivalente in Tonnen	In % der gesamten CO_2-Emissions-Äquivalente	Durchschnittliche CO_2-Gutschriften (netto) in Tonnen CO_2-Em.-Äqu.
Massenabfall- und Reststoffdeponierung	140.700[3]	245.200	34,40%	7.200
Thermische Behandlung	1.131.000	373.500	52,40%	578.800
Mechanische Behandlung	894.800	5.400	0,80%	-
Biotechnische Behandlung	681.700	45.700	6,40%	11.400
Sammlung und Transport	-	42.500	6,00%	-
GESAMT	**2.848.200**	**712.300**	**100,00%**	**597.400**

Quelle: Eigene Darstellung

Betrachtungsgegenstand im Rahmen der Deponierung von Abfällen sind neun Massenabfall- und Reststoffdeponien in Oberösterreich, da im Wesentlichen nur auf jenen Deponien in der Vergangenheit reaktionsfähige Abfälle abgelagert wurden.[4] Es zeigt sich, dass rund ein Drittel (34,40%) der aus der gesamten oö. Abfallwirtschaft emittierten klimawirksamen Treibhausgase im Jahr 2007 aus der Deponierung von Abfällen stammt. Insgesamt konnten die auf die Deponierung zurückzuführenden Treibhausgase seit 1990 um rund 49% reduziert werden und für die Zukunft zeichnet sich eine deutliche Reduktion der klimarelevanten CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung ab (siehe auch Abbildung (a)). Die Erzeugung von Strom und Wärme – dargestellt als durchschnittliche CO_2-Gutschriften – spielt im Rahmen der Deponierung von Abfällen und im Vergleich zur thermischen Behandlung eine eher untergeordnete Rolle und wird aufgrund der weiter sinkenden Methangasproduktion auf Oberösterreichs Deponien noch weiter an Bedeutung verlieren.

Die thermischen Abfallbehandlungstechnologien umfassen neben den reinen Abfallverbrennungsanlagen auch Mitverbrennungsanlagen in Oberösterreich. Die im Jahr 2007 in jenen neun Anlagen behandelte Abfallmenge von 1.131.000 Tonnen verursachte einen Ausstoß von 373.500 Tonnen klimawirksame CO_2-Emissions-

[3] Anmerkung: Die im Jahr 2007 abgelagerte Abfallmenge steht nicht im direkten Zusammenhang mit den im Jahr 2007 ausgestoßenen CO_2-Emissions-Äquivalenten, da abgelagerte Abfälle über mehrere Jahrzehnte hinweg ausgasen.

[4] Baurestmassen- oder Bodenaushubdeponien werden aufgrund der inerten Eigenschaft der dort abgelagerten Abfälle grundsätzlich nicht berücksichtigt, Ausnahmen bilden jene fünf Bodenaushub- bzw. Baurestmassendeponien, die auch in der Bundesländer-Schadstoffinventur bei der Berechnung der klimawirksamen Gase Eingang finden.

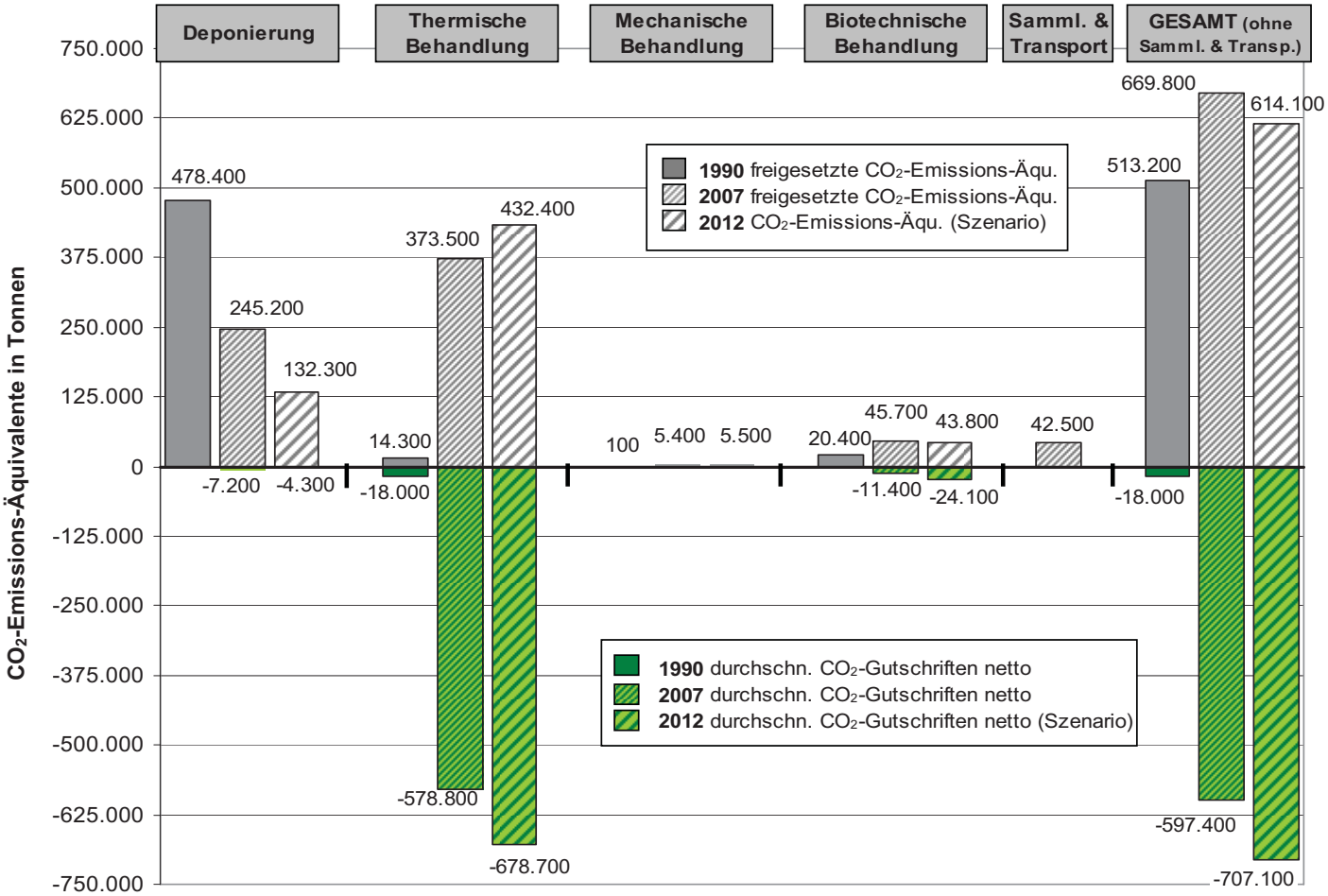
Äquivalente, was einem Anteil von über der Hälfte der gesamten oö. Abfallwirtschaft entspricht (52,40%). Die relativ hohen Emissionen aus der thermischen Abfallbehandlung werden jedoch durch eine umfangreiche Erzeugung von Energie – ausgedrückt in durchschnittlichen CO_2-Gutschriften[5] in der Höhe von rund 578.800 Tonnen – wieder relativiert. Insgesamt zeichnet sich für die thermische Abfallbehandlung, die durch eine jährliche Steigerung der Behandlungsmengen gekennzeichnet ist, eine verstärkte Rolle nicht nur im Rahmen der klassischen Abfallwirtschaft, sondern zukünftig auch im Bereich der Energiewirtschaft ab.

Als Datengrundlage für die Untersuchung der mechanischen Abfallbehandlung in Oberösterreich wurden 31 oberösterreichischen Sortieranlagen zu ihrem Energieverbrauch befragt, sowie auch die über 180 Altstoffsammelzentren Eingang in die Betrachtung fanden. Wie erwartet, stellen sich die CO_2-Emissionen für die mechanische Abfallbehandlung – trotz des Miteinbezugs von gewerblichen Abfällen – als sehr gering dar und machen nicht einmal ein Prozent der CO_2-Emissions-Äquivalente der gesamten oö. Abfallwirtschaft aus (0,80%).

Sammlung und Transport – als eine alle vier Behandlungsarten übergreifende Thematik – liegt hinsichtlich des Ausstoßes von 42.500 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten in etwa gleich hoch wie die biotechnische Abfallbehandlung (6% der Gesamtemissionen aus der oö. Abfallwirtschaft), obwohl hier die Systemgrenzen ausgeweitet wurden und auch die Sammlung und der Transport von Bodenaushub und Baurestmassen – welche mit rund 5,15 Millionen Tonnen einen Großteil des gesamt in Oberösterreich anfallenden Abfalls ausmachen – berücksichtigt werden.

[5] Anmerkung: Es handelt sich um Netto-Gutschriften, d.h. nach Abzug der Lastschriften durch den Einsatz von fossilen Brennstoffen zur Zusatz- bzw. Hauptfeuerung

Abbildung (b): Vergleich der klimarelevanten CO_2-Emissions-Äquivalente und der durchschnittlichen Netto-Gutschriften (Brutto-Gutschriften abzüglich Lastschrift) der gesamten oö. Abfallwirtschaft nach ABFALLBEHANDLUNGSARTEN für die Jahre 1990, 2007 und 2012



Quelle: Eigene Darstellung

In Teil B dieser Studie stehen sogenannte Abfälle und spezifische Nebenprodukte biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft im Fokus, die in Oberösterreich getrennt gesammelt und einer biotechnischen Behandlung zugeführt werden (Bezugsjahr 2007). Im Rahmen der biotechnischen Verwertung stehen Kompostierungs- und Abfallvergärungsanlagen im Mittelpunkt.

Im Hinblick auf diese Abfallströme biogenen Ursprungs finden getrennt gesammelte Fraktionen wie Biotonnenmaterial, Grünschnitt, Baum- und Strauchschnitt aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen Berücksichtigung. In den insgesamt 181 in Oberösterreich situierten Kompostierungsanlagen werden vorwiegend getrennt gesammelte Abfälle aus Haushalten sowie aus Gewerbe bzw. Handel und

Kommunen (Grünabfälle von öffentlichen Flächen, Friedhofsabfälle und Straßenmeistereimengen) aerob behandelt und Komposte gewonnen. Für die Szenarienbildung werden des Weiteren auch gesammelte Abfälle und spezifische Nebenprodukte biogenen Ursprungs aus Gewerbe, Handel und Landwirtschaft in die Betrachtung miteinbezogen. Hier können bspw. Schlachtabfälle und tierische Nebenprodukte, Küchen- und Speisereste (Trankabfälle), überlagerte Lebensmittel und Abfälle aus der Landwirtschaft inklusive Fest- und Flüssigmist genannt werden, die mehrheitlich in den 28 oö. Abfallvergärungsanlagen verarbeitet werden. Durch die anaerobe Behandlung dieser Fraktionen in Biogasanlagen kann somit aus biogenen Abfällen thermische und elektrische Energie erzeugt werden. Zusätzlich werden auch Klärschlämme kommunaler und gewerblicher Herkunft betrachtet.

Eine wesentliche Rolle spielt in diesem Zusammenhang auch die Kompostierung von biogenen Abfällen in Hausgärten (auch Eigenkompostierung), bei der üblicherweise Grünschnitt, Baum- und Strauchschnitt und zu einem geringen Anteil auch Küchenabfälle aus Haushalten verwertet werden. Diese kann, im Vergleich zur Mietenkompostierung durch unsachgemäße Handhabung einen wesentlich höheren Emissionsausstoß aufweisen.

In der nachfolgenden Tabelle werden die Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenem Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft, welche im Jahr 2007 in die biotechnische Behandlung gingen, dargestellt.

Tabelle (b): Zusammenfassende Darstellung der getrennt gesammelten und verarbeiteten Abfälle biogenen Ursprungs in Oö. für das Jahr 2007

SNr.	Kategorisierung der Abfallarten	Gesamt in Oö. gesammelte Menge in t [1]	davon Exporte Abfälle biogenen Ursprungs in t	Importe Abfälle biogenen Ursprungs in t	Gesamt in Oö. verarbeitete Menge in t [2]			
					in Kompostierung sanlage	in thermische Verwertung	in Biogasanlage	Gesamt
92101, 92401	Biotonne und Mischung von biogenen Abfällen	60.097		1.468	48.303		13.262	61.565
92102	Grünabfälle	76.532	809	102	74.292		1.532	75.824
92104, 92105, 92116	Holzige Abfälle	65.714	8.916	448	55.719	1.527		57.246
92410, 92502	Fest- und Flüssigmist	54.127			5.841		48.286	54.127
92106	Abfälle aus der Landwirtschaft	11.599		252	2.842	75	8.933	11.850
92103	Überlagerte Lebensmittel	5.419		1.777	1.726	420	5.051	7.197
92403, 92504	Fette und Flotate	9.391		2.998			12.388	12.388
92510	Schlachtabfälle	83.812			1.576	76.799	5.437	83.812
92402	Küchen- und Speisereste	13.772		639			14.411	14.411
	Sonstiges	3.309					3.309	3.309
	Gesamt	**383.771**	**9.725**	**7.684**	**190.299**	**78.820**	**112.610**	**381.730**
	Eigenkompostierung	300.000						300.000
	Gesamt (inkl. Eigenkompostierung)	**683.771**	**9.725**	**7.684**	**190.299**	**78.820**	**112.610**	**681.730**

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

[1] Die gesamt in Oö. gesammelte Menge beinhaltet die Exporte exklusive Importe von Abfällen biogenen Ursprungs.

[2] Die gesamt in Oö. verarbeitete Menge beinhaltet die Importe exklusive Exporte von Abfällen biogenen Ursprungs.

In Oö. wurde eine Menge von 383.771 t Abfälle biogenen Ursprungs gesammelt, wobei davon 9.725 t Exporte (in Oö. gesammelt jedoch in einem anderen Bundesland verarbeitet) enthalten sind. In Summe wurden 190.300 t inklusive Importe in oö. Kompostierungsanlagen und 112.600 t in den oö. Abfallvergärungsanlagen verarbeitet. 78.820 t der betrachteten Abfälle biogenen Ursprungs (Schlachtabfälle und tierische Nebenprodukte) gingen in die thermische Verwertung. Die in Hausgärten kompostierte Menge wurde aktuell auf rund 300.000 t geschätzt.

Im Jahr 2007 wurde durch die biotechnische Behandlung der relevanten Abfallströme in Summe rund 45.700 t CO_2-Emissionsäquivalente ausgestoßen. Des Weiteren konnte durch die Vergärung von Abfällen biogenen Ursprungs (ausgenommen davon sind Fest- und Flüssigmist und Abfälle aus der Landwirtschaft) rund 19.900 MWh thermische und elektrische Energie in den oö. Abfallvergärungsanlagen erzeugt werden. Daraus lassen sich durchschnittliche CO_2-Gutschriften in Höhe von rund 11.400 t CO_2-Emissions-Äquivalente berechnen (siehe auch Tabelle (a)).

Im Zuge der Trendprojektion für 2012 wurden auf Basis des IST-Zustandes vier Szenarien entwickelt, um die gesammelten Mengen an Abfällen biogenen Ursprungs zu maximieren und des Weiteren in gegebene und optimierte Verwertungswege umzuschichten. Ziel der kommunalen Abfallwirtschaft ist es, zukünftig den Anschlussgrad der Biotonne in den einzelnen Bezirken zu erhöhen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde für die Szenarien angestrebt, den Anschlussgrad für ländliche Gebiete auf durchschnittlich 60% und in Städten auf rund 100% anzuheben. Hinsichtlich der Trendprojektion für das Jahr 2012, im Speziellen für Szenario 2, 3 und 4, wurde aufgrund des gesteigerten Anschlussgrades eine erhöhte Menge an gesammelten Biotonnenmaterial und Grünschnitt bzw. Holzigen Material berechnet.

In Szenario 3, welches im Rahmen dieser Arbeit das Referenzszenario für 2012 darstellt, werden Teile der maximierten gesammelten Mengen an Biotonnenmaterial und Grünschnitt bzw. Holzigem Material in Biogas- und Kompostierungsanlagen umgeschichtet. Dies erfolgt unter Berücksichtigung der derzeit gültigen rechtlichen Rahmenbedingungen sowie der Sammlungs- und Verwertungsstrukturen in den einzelnen oö. Bezirken. Die dadurch in der Kompostierung behandelten Abfallmengen biogenen Ursprungs verursachen rund 7.000 t CO_2-Emissions-

Äquivalente. Die ausgestoßene Menge durch die Eigenkompostierung beläuft sich auf rund 36.800 t CO_2-Emissions-Äquivalente. Weiters lassen sich durch die anaerobe Behandlung von biogenen Abfällen (inklusive Fest- und Flüssigmist und Abfällen aus der Landwirtschaft) in Biogasanlagen CO_2-Gutschriften in Höhe von rund 24.100 t ausweisen.[6]

In Szenario 3 ist somit vorgesehen, die Mehrmengen an gesammelten biogenen Abfällen verstärkt in Kompostierungs- und Biogasanlagen zu verwerten. Ein Vorteil in der Kompostierung liegt darin, dass neben der Energiegewinnung CO_2 im Boden gespeichert, Humus aufgebaut und die Bodenstabilität verbessert wird. Zusätzlich kann mittels Düngung durch Kompost (der auch einen hochwertigen Ersatz zu Torf darstellt), die humose Oberbodenschicht unterstützt und der CO_2-Ausstoß reduziert werden. Ein Vorteil der Biogastechnologie liegt neben der Energiegewinnung auch in der Rückführung der Nährstoffe ohne aufwendige Technologien.

Abschließend ist anzumerken, dass als gemeinsame Zukunftsstrategie als besonders sinnvolles Konzept anzustreben ist, Wirtschaftsdünger (Fest- und Flüssigmist) und kommunale biogene Abfälle gemeinsam zu verwerten. In einem nachhaltigen Konzept sind Strategien zu finden, die ein Optimum (Kombination von Kompostierungs- und Biogasanlagen) vor dem Hintergrund der gesellschaftlichen Nutzungsansprüche möglich machen. Durch kombinierte Verwertung von Abfällen biogenen Ursprungs kann nicht nur Energie gewonnen werden sondern auch hochwertiger Kompost, welcher zum Humusaufbau und zur Rekultivierung auf landwirtschaftlichen Flächen verwendet werden kann. Dadurch können kleinregionale Strukturen optimiert aufgebaut und dezentrale Verwertungs-möglichkeiten verstärkt genutzt werden.

[6] Anmerkung: Die CO_2-Emissions-Äquivalente ohne Fest- und Flüssigmist und Abfällen aus der Landwirtschaft betragen rund 19.900 t.

INHALTSVERZEICHNIS

1 Einleitung 1

2 Zielsetzung 1

3 Rechtliche Regelwerke und methodisches Vorgehen 3

3.1 Rechtliche Regelwerke 3

3.2 Systemgrenzen 7

3.2.1 Abgrenzung zwischen Abfall und Produkt – Ende der Abfalleigenschaft 10

3.2.2 Abgrenzung der kommunalen Abfallwirtschaft und Erweiterung des betrachteten Systems um spezifische biogene gewerbliche Abfälle und relevante tierische Nebenprodukte 11

3.2.3 Kategorisierung der untersuchten Abfallarten 13

3.2.4 Abfallimporte und Abfallexporte 16

3.2.5 Einbezug weiterer Stoff- und Energieflüsse 17

3.2.6 Fokussierung der von der Abfallwirtschaft ausgelösten treibhauswirksamen Gase 18

3.2.7 Festlegung der einzelnen Prozesse für Behandlung und Ablagerung von Abfällen 19

3.3 Berechnungsmodelle und -methoden 22

3.3.1 Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung 22

3.3.2 Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der thermischen Behandlung von Abfällen 24

3.3.3 Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der mechanischen Behandlung 27

3.3.4 Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der biotechnischen Behandlung 28

3.3.5 Berechnung der CO_2-Gutschriften aus der Deponierung, thermischen und biotechnischen Behandlung 29

4 Kommunale Abfallbehandlungsanlagen in Oberösterreich und Abschätzung der entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente 43

4.1 Die relevanten Abfallbehandlungsformen und Mengenströme in Oberösterreich – Übersicht 43

4.2 Massenabfall- und Reststoffdeponierung und Abschätzung der entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente 46

4.2.1 Sachstand der Deponierung von Abfällen in Oberösterreich 48

4.2.2 Darstellung der Mengenflüsse der deponierten Abfälle für das Jahr 2007 50

4.2.3 Bestimmung der Deponiegasmengen 52

4.2.3.1 Emittierte Menge an Methangas 55

4.2.3.2 Deponiegaserfassung und -verwertung 59

4.2.3.3 CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung – Ergebnisse 64
4.2.4 Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse aus den Zeiträumen Referenzjahr 1990, Jahr 2007 sowie Trendprojektion für das Jahr 2012 66
4.2.5 Reduktionspotentiale treibhauswirksamer Gase und empfohlene Maßnahmen bei der Deponierung von Massenabfällen und Reststoffen 72
4.3 Thermische Abfallbehandlung und Abschätzung der entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente 76
4.3.1 Sachstand der thermischen Abfallbehandlung in Oberösterreich 80
4.3.2 Darstellung der Mengenflüsse der thermisch behandelten Abfälle für das Jahr 2007 81
4.3.3 Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der thermischen Abfallbehandlung 85
4.3.3.1 CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen 85
4.3.3.2 CO_2-Gutschriften aus der Erzeugung von Energie 89
4.3.4 Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse aus den Zeiträumen Referenzjahr 1990, Jahr 2007 sowie Trendprojektion für das Jahr 2012 95
4.3.5 Reduktionspotentiale treibhauswirksamer Gase und empfohlene Maßnahmen bei der thermischen Abfallbehandlung 103
4.4 Mechanische Abfallbehandlung und Abschätzung der entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente 105
4.4.1 Sachstand der mechanischen Abfallbehandlung in Oberösterreich 106
4.4.1.1 Sortieranlagen 107
4.4.1.2 Altstoffsammelzentren 107
4.4.2 Darstellung der Mengenflüsse der mechanisch behandelten Abfälle für das Jahr 2007 108
4.4.2.1 Sortieranlagen 109
4.4.2.2 Altstoffsammelzentren 109
4.4.3 Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der mechanischen Abfallbehandlung 110
4.4.3.1 Sortieranlagen 110
4.4.3.2 Altstoffsammelzentren 113
4.4.4 Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse aus den Zeiträumen Referenzjahr 1990, Jahr 2007 sowie Trendprojektion für das Jahr 2012 114
4.4.5 Reduktionspotentiale treibhauswirksamer Gase und empfohlene Maßnahmen bei der mechanischen Abfallbehandlung 116
4.5 Biotechnische Abfallbehandlung und Abschätzung der entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente 118
4.5.1 Sachstand der biotechnischen Abfallbehandlung in Oberösterreich gemäß Abfallbericht 2007 118
4.5.1.1 Mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen 118
4.5.1.2 Biogasanlagen 120
4.5.1.3 Kompostierungsanlagen 124

4.5.2 Darstellung der Mengenflüsse von Abfällen biogenen Ursprungs und Klärschlämme in Oberösterreich ... 126
4.5.2.1 Biotonne, Grünschnitt, Baum- und Strauchschnitt ... 127
4.5.2.2 Küchen- und Speisereste (Trankabfälle) ... 130
4.5.2.3 Eigenkompostierung biogener Abfälle ... 131
4.5.2.4 Biogener Anteil im Restmüll gemäß Restmüllanalyse 2004 ... 134
4.5.2.5 Schlachtabfälle und relevante tierische Nebenprodukte ... 135
4.5.2.6 Überlagerte Lebensmittel ... 138
4.5.2.7 Klärschlämme ... 141
4.5.2.8 Zusammenfassende Darstellung der IST-Situation 2007 ... 143
4.5.3 Bestimmung der CO2-Emissions-Äquivalente aus der biotechnischen Abfallbehandlung 2007 ... 151
4.6 Sammlung und Transport der Abfälle und Abschätzung der entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente ... 160
4.6.1 Sachstand von Sammlung und Transport der Abfälle in Oberösterreich ... 160
4.6.2 Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus Sammlung und Transport ... 161

5 Effizientere Nutzung/Behandlung von biogenen Abfällen und relevanten tierischen Nebenprodukten in Oberösterreich ... 169
5.1 Ausgangssituation (Szenario 0) ... 169
5.2 Grundsatzüberlegungen zur Optimierung und Verringerung der Treibhausgasemissionen ... 172
5.2.1 Abschätzung des Mengenpotentials an Abfällen biogenen Ursprungs ... 175
5.2.1.1 Biotonne und Grünabfälle mit erhöhtem Anschlussgrad ... 175
5.2.1.2 Potentialabschätzung für Küchen- und Speisereste (Trankabfälle) ... 179
5.2.1.3 Darstellung der Mengen der anaerob und aerob behandelten Klärschlämme ... 187
5.2.1.4 Berechnung der theoretisch angefallenen Menge von relevanten tierischen Nebenprodukten ... 192
5.2.2 Darstellung der Szenarien ... 198
5.2.2.1 Szenario 1: Fiktive Umschichtung der gesamten gesammelten Menge an Biotonnenabfällen und Grünschnitt des Jahres 2007 in Biogasanlagen unter Berücksichtigung der derzeit gültigen rechtlichen Rahmenbedingungen ... 199
5.2.2.2 Szenario 2: Maximierung des biogenen Sammelaufkommens für 2012 , wobei die neu hinzukommenden Mengen ausschließlich in Kompostierungsanlagen verwertet werden ... 203
5.2.2.3 Szenario 3: Umschichtung der maximierten Mengen von Abfällen biogenen Ursprungs 2012 in Kompostierungs- und Biogasanlagen in Oö. unter Berücksichtigung der derzeit gültigen rechtlichen Rahmenbedingungen sowie der Sammlungs- und Verwertungsstrukturen in den einzelnen Bezirken ... 207

5.2.2.4 Szenario 4: Umschichtung der maximierten Mengen von Abfällen biogenen Ursprungs und Klärschlämmen 2012 in Biogasanlagen ohne Berücksichtigung rechtlicher Rahmenbedingungen 212
5.2.3 Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse aus den Zeiträumen Jahr 2007 sowie Trendprojektion für das Jahr 2012 216
5.2.4 Reduktionspotentiale treibhauswirksamer Gase und empfohlene Maßnahmen bei der biotechnischen Verwertung von Abfällen und relevanten tierischen Nebenprodukten 227
5.3 Umweltpolitische Zielkonflikte bei der Nutzung/Behandlung von biogenen Abfällen und relevanten tierischen/landwirtschaftlichen Nebenprodukten 230

6 Klimarelevanz der betrachteten gesamten Abfallwirtschaft in den Jahren 1990 und 2007, kritische Betrachtung der Entwicklungen und der Möglichkeiten zur umweltwirtschaftlichen Optimierung bis zum Jahr 2012.....232
6.1 Vergleich der treibhauswirksamen CO_2-Emissions-Äquivalente für das Referenzjahr 1990 und die Jahre 2007 und 2012 - Interpretation der Entwicklungen und vorgeschlagenen Maßnahmen 237
6.2 Zielkonflikte und Zielharmonien bei der Umsetzung von „Szenario 3“ in der oö. Abfallwirtschaft.....243

7 Fazit.....244

Quellenverzeichnis.....251

Anhang 258

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Systemgrenze für die in der Studie untersuchten Abfälle sowie Stoff- und Energieflüsse im Kontext der Abfallbehandlung 18

Abbildung 2: Systemgrenze für die in der Studie betrachteten „Abfälle bzw. Abfallanteile biogenen Ursprungs“ sowie andere Stoff- und Energieflüsse im Kontext der Behandlung dieser Abfälle 21

Abbildung 3: Vorgehensweise bei der Berechnung der CO_2-Gutschriften aus der DEPONIERUNG (keine Berücksichtigung der direkt aus der Deponierung entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente) 31

Abbildung 4: Vorgehensweise bei der Berechnung der CO_2-Gutschriften aus der THERMISCHEN BEHANDLUNG (keine Berücksichtigung der direkt aus der thermischen Behandlung entstehenden CO_2-Emissionen) 34

Abbildung 5: MUSTERBEISPIEL – Berechnung der CO_2-Gutschriften aus der THERMISCHEN BEHANDLUNG (keine Berücksichtigung der direkt aus der thermischen Behandlung entstehenden CO_2-Emissionen) 37

Abbildung 6: MUSTERBEISPIEL – Vergleich der klimarelevanten CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen mit den errechneten CO_2-Gutschriften 38

Abbildung 7: Vorgehensweise bei der Berechnung der CO_2-Gutschriften aus der THERMISCHEN BEHANDLUNG - MITVERBRENNUNG ZEMENTINDUSTRIE (keine Berücksichtigung der direkt aus der thermischen Behandlung entstehenden CO_2-Emissionen) 39

Abbildung 8: Vorgehensweise bei der Berechnung der CO_2-Gutschriften aus der BIOTECHNISCHEN BEHANDLUNG (keine Berücksichtigung der direkt aus der biotechnischen Behandlung entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente) 41

Abbildung 9: Mengenströme der in Oö. angefallenen und behandelten kommunalen und spezifischen biogenen gewerblichen Abfälle für das Jahr 2007 44

Abbildung 10: Standorte der Massenabfall- und Reststoffdeponien in Oö. (Stand 2007) 49

Abbildung 11: Im Jahr 2007 deponierte Abfälle (auf Massenabfall- und Reststoffdeponien in Oö.) 52

Abbildung 12: Methanemissionen aus der Deponierung in Oö. (in Tonnen, für die Jahre 1990 – 2007) auf Basis der Bundesländer-Schadstoffinventur (IPCC Tier 2-Methodik)..... 55

Abbildung 13: Erfasste Gasmenge für oö. Massenabfalldeponien (für die Jahre 2002 – 2007) 61

Abbildung 14: Abgesaugte Methanfracht pro Jahr für oö. Massenabfalldeponien (für die Jahre 2002 – 2007) 62

Abbildung 15: Vergleich der klimarelevanten CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung von Abfällen mit den errechneten CO_2-Gutschriften für das Jahr 2007..... 66

Abbildung 16: Abschätzung der CO_2-Emissions-Äquivalente für das Jahr 2012..... 67

Abbildung 17: Vergleich der CO_2-Emissions-Äquivalente (netto) und der CO_2-Gutschriften aus der Deponierung für die Jahre 1990, 2007 und 2012 in Oö. (in Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente) 70

Abbildung 18: Entwicklung der treibhauswirksamen Emissionen aus der Deponierung im Vergleich zu den gesamten treibhauswirksamen Emissionen aus Oberösterreich (für die Jahre 1990 bis 2007) 72

Abbildung 19: Vergleich der CO_2-Emissions-Äquivalente (netto) und der CO_2-Gutschriften aus der DEPONIERUNG für die Jahre 1990, 2007 und 2012 in Oö. bei Umsetzung der Reduktionspotentiale (in Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente) 74

Abbildung 20: Verfahrensschema der Linie 2 der WAV 78

Abbildung 21: Standorte der thermischen Anlagen in Oberösterreich (Stand 2007) 81

Abbildung 22: Inputarten und –mengen in die thermische Behandlung, aggregiert nach zweistelligen Schlüsselnummern für das Jahr 2007 83

Abbildung 23: Gegenüberstellung der CO_2-Emissionen aus der thermischen Behandlung für die gesamte und die kommunale oö. Abfallwirtschaft für das Jahr 2007 (ausschließliche Berücksichtigung von Abfällen, keine Berücksichtigung der fossilen Brennstoffe und der CO_2-Gutschriften) 87

Abbildung 24: Gegenüberstellung der CO_2-Emissionen aus der thermischen Behandlung für die gesamte und die kommunalen oö. Abfallwirtschaft, aufgeteilt nach Importen und Abfällen aus Oö. für das Jahr 2007 (ausschließliche Berücksichtigung von Abfällen, keine Berücksichtigung der fossilen Brennstoffe und der CO_2-Gutschriften) 89

Abbildung 25: Vergleich der klimarelevanten CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen, mit der Lastschrift aus dem Einsatz fossiler Brennstoffe und den errechneten CO_2-Gutschriften (brutto) für das Jahr 2007 94

Abbildung 26: Gegenüberstellung der CO_2-Emissionen aus der thermischen Behandlung für die gesamte und die kommunale oö. Abfallwirtschaft für das Jahr 2012 (ohne Berücksichtigung der fossilen Brennstoffe und der CO_2-Gutschriften) 99

Abbildung 27: Vergleich der CO_2-Emissionen und der CO_2-Gutschriften aus der THERMISCHEN BEHANDLUNG für die Jahre 1990, 2007 und 2012 in Oö. (in Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente, gerundet) 102

Abbildung 28: Verwertungswege der in den Altstoffsammelzentren gesammelten Abfälle 108

Abbildung 29: Vergleich der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der mechanischen Behandlung für die Jahre 1990, 2007 und 2012 in Oö. (in Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente) 116

Abbildung 30: Hauptfraktionen an Abfälle biogenen Ursprungs, die in oö. Abfallvergärungsanlagen verarbeitet werden (Jahr 2007) 122

Abbildung 31: Anzahl der Kompostierungsanlagen in Oö. je Bezirk im Jahr 2007 125

Abbildung 32: Mengen von Abfällen biogenen Ursprungs in Oö. (Jahr 2007) 127

Abbildung 33: Anteile der Eigenkompostierung nach Zusammensetzung in Oö. 133

Abbildung 34: Verwertungsweg kommunaler und gewerblicher Klärschlämme in Oö. 2007 142

Abbildung 35: Gegenüberstellung der CO_2-Emissions-Äquivalente für Kompostierung und Eigenkompostierung aufgrund unterschiedlicher Berechnungsmethoden 156

Abbildung 36: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 0 170

Abbildung 37: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 0 als Sankey Diagramm 171

Abbildung 38: SOLL und IST Anschlussgrad der Biotonne an Haushalte nach Bezirke 2007 178

Abbildung 39: Anzahl der Kläranlagen in Oö. nach Bezirk im Jahr 2007 188

Abbildung 40: Anaerobe und aerobe Behandlung von gewerblichen und kommunalen Klärschlämmen in Oö. und deren Verbleib im Jahr 2007 als Sankey-Diagramm (in t TM) 191

Abbildung 41: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 1 200

Abbildung 42: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 1 als Sankey-Diagramm 201

Abbildung 43: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 2 204

Abbildung 44: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 2 als Sankey-Diagramm 205

Abbildung 45: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 3 208

Abbildung 46: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 3 als Sankey-Diagramm 209

Abbildung 47: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 4 213

Abbildung 48: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 4 als Sankey-Diagramm 214

Abbildung 49: Vergleich der CO_2-Emissionen und der CO_2-Gutschriften aus der BIOTECHNISCHEN BEHANDLUNG für die Jahre 1990, 2007 und 2012* in Oö. (in Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente, gerundet) 229

Abbildung 50: In die klimarelevant „Gesamte oö. Abfallwirtschaft“ eingehende und ausgehende Stoff- und Energieflüsse sowie Treibhausgas-Gutschriften für das Jahr 2007 233

Abbildung 51: Systemgrenze, Mengenströme und Klimarelevanz der „Gesamten oö. Abfallwirtschaft“ für das Jahr 2007 235

Abbildung 52: CO_2-Emissionen aus der thermischen Behandlung von importierten Abfällen 236

Abbildung 53: Vergleich der klimarelevanten CO_2-Emissions-Äquivalente, CO_2-Lastschriften sowie CO_2-Gutschriften der gesamten oö. Abfallwirtschaft für die Jahre 1990, 2007 und 2012 (keine Berücksichtigung von Sammlung und Transport) 237

Abbildung 54: Vergleich der klimarelevanten CO_2-Emissions-Äquivalente und der durchschnittlichen Netto-Gutschriften (Brutto-Gutschriften abzüglich Lastschrift) der gesamten oö. Abfallwirtschaft nach ABFALLBEHANDLUNGSARTEN für die Jahre 1990, 2007 und 2012 238

Abbildung 55: Gegenüberstellung der behandelten Abfallmengen, der klimawirksamen CO_2-Emissions-Äquivalente und der durchschnittlichen CO_2-Gutschriften (netto) für die Jahre 1990, 2007 und 2012 (ausschließlich für die thermische und biotechnische Behandlung) 240

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Kategorisierung der Abfallarten 14

Tabelle 2: Massenabfall- und Reststoffdeponien in Oö. (Stand 2007) 48

Tabelle 3: Im Jahr 2007 deponierte Abfälle (auf Massenabfall- und Reststoffdeponien in Oö.) 51

Tabelle 4: In der Berechnung berücksichtigte Abfallgruppen gemäß der IPCC Tier 2-Methodik inklusive den zugeordneten Schlüsselnummern (auf der Basis österreichischer Ablagerungen) 54

Tabelle 5: In die Berechnung der BLI miteinbezogene Deponien 57

Tabelle 6: In den einzelnen Datenquellen berücksichtigte Deponien 60

Tabelle 7: Erzeugte Strommengen aus Deponiegasen in Oö. (in GWh, für die Jahre 2002 – 2007) ... 63

Tabelle 8: CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung inkl. Gutschriften (für das Jahr 2007) ... 64

Tabelle 9: Aktive Deponiegaserfassung in Oberösterreich (Vergleich 2007 und 1990) 69

Tabelle 10: Vergleich der CO_2-Emissions-Äquivalente (netto) und der CO_2-Gutschriften aus der Deponierung für die Jahre 1990, 2007 und 2012 in Oö. (in Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente, gerundet) 70

Tabelle 11: Thermische Behandlungsanlagen in Oberösterreich (Stand 2007) 80

Tabelle 12: Inputarten und -mengen in die thermische Behandlung, aggregiert nach zweistelligen Schlüsselnummern für das Jahr 2007 82

Tabelle 13: Detaillierte Mengen der Schlüsselnummern 91 und 94 für das Jahr 2007 (in die thermische Behandlung) 84

Tabelle 14: Art und Menge der erzeugten und ins Netz eingespeisten Energie aus der thermischen Behandlung, für Oberösterreich gesamt (im Jahr 2007) 91

Tabelle 15: Art und Menge der in die thermische Behandlung im Jahr 2007 eingesetzten fossilen Energieträger (Zusatzfeuerung, Hauptfeuerung für Mitverbrennungsanlagen, zusätzlicher Energieverbrauch), für sechs thermische Abfallbehandlungsanlagen (ohne Zementindustrie) 93

Tabelle 16: Zielmengen der anfallenden Abfallmengen aus Haushalten für das Jahr 2012 96

Tabelle 17: Veränderungen der in die Verbrennung eingehenden Mengen an Abfall im Jahr 2012, für Oberösterreich gesamt 98

Tabelle 18: Prognose der erzeugten und ins Netz eingespeisten Energie aus der thermischen Behandlung für das Jahr 2012, für Oberösterreich gesamt 99

Tabelle 19: Vergleich der CO_2-Emissionen sowie der CO_2-Gutschriften und Lastschriften aus der thermischen Behandlung für die Jahre 1990, 2007 und 2012 in Oö. (in Tonnen CO_2-Em.-Äqu.) 101

Tabelle 20: ASZ-Sammelmengen für das Jahr 2007 (gegliedert nach Stoffgruppen) 110

Tabelle 21: Gruppierung der Sortieranlagen inklusive dem durchschnittlichen Strom- und Dieselverbrauch pro Gruppe 111

Tabelle 22: Hochrechnung des Energieverbrauchs für Oberösterreichs Sortieranlagen (Jahr 2007) 112

Tabelle 23: CO_2-Emissions-Äquivalente aus Oberösterreichs Sortieranlagen im Jahr 2007 (in Tonnen und Prozent) 113

Tabelle 24: Vergleich der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der mechanischen Behandlung für die Jahre 1990, 2007 und 2012 in Oö. (in Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente) 115

Tabelle 25: Gärsubstrate in Biogasanlagen 120

Tabelle 26: Gewerbliche Abfälle in die Kompostierung 2007 126

Tabelle 27: Gesammelte Biotonnenmengen ohne Speiseresteentsorgung und Anschlussgrad im Jahr 2007 129

Tabelle 28: Sammelmengen von Grün-, Baum- und Strauchschnitt im Jahr 2007 in Oö. 130

Tabelle 29: Menge der Eigenkompostierung in Oö. nach biogenen Fraktionen 132

Tabelle 30: Mengenschätzwert Eigenkompostierung nach Fraktion biogene Abfälle für ländlichen und städtischen Bereich in kg/EW/HG 133

Tabelle 31: Biogener Anteil im Restmüll in kg/EW in städtischen und ländlichen Gebieten mit/ohne Biotonne 134

Tabelle 32: Überblick der in die TKV abgeführten Gegenstände animalischer Herkunft im Jahr 2007 137

Tabelle 33: Anfall und Verwertung kommunaler und gewerblicher Klärschlämme in Oö. 2007 142

Tabelle 34: Kategorien der betrachteten Abfälle biogenen Ursprungs inkl. Klärschlamm nach Schlüsselnummern 145

Tabelle 35: Umrechnungsfaktoren nach Schlüsselnummern der relevanten Abfälle biogenen Ursprungs 147

Tabelle 36: Zusammenfassende Darstellung der getrennt gesammelten und verarbeiteten Abfällen biogenen Ursprungs in Oö. für das Jahr 2007 148

Tabelle 37: Emissionsfaktoren für CH_4 und N_2O in kg/t FM (Frischmasse) für Kompostierung und Eigenkompostierung 152

Tabelle 38: Emittierte Menge an Treibhausgasen aus der Kompostierung und Eigenkompostierung in Oö. 2007 nach Emissionsfaktoren von NIR (2008) 153

Tabelle 39: Emittierte Menge an Treibhausgasen aus der Kompostierung in Oö. 2007 nach Emissionsfaktoren von Amlinger (2002, 2003) 155

Tabelle 40: Emittierte Menge an Treibhausgasen aus der Eigenkompostierung in Oö. 2007 nach Emissionsfaktoren von Amlinger (2003) 155

Tabelle 41: Anteilige Strom- und Wärmeerzeugung in MWh in den oö. Abfallvergärungsanlagen im Jahr 2007 157

Tabelle 42: CO_2-Emissions-Gutschriften in Abfallvergärungsanlagen für das Jahr 2007 158

Tabelle 43: Gesamtdieselverbrauch für Sammlung und Transport pro Fraktion für das Jahr 2007 (keine Berücksichtigung der Importe und Exporte) 164

Tabelle 44: Exportanteile und exportierte Mengen der einzelnen kommunalen Abfallfraktionen 166

Tabelle 45: CO_2-Emissions-Äquivalente für Sammlung und Transport von kommunalen Abfällen in Oö. für das Jahr 2007 (inklusive Importen, exklusive Exporten) 167

Tabelle 46: IST- und SOLL-Anschlussgrade der Haushalte in den Bezirken im Jahr 2007 bzw. 2012 177

Tabelle 47: Gegenüberstellung der IST-Menge 2007 und SOLL-Menge 2012 179

Tabelle 48: Umsatzerlöse im Beherbergungs- und Gaststättenwesen (2007) in Oö. 181

Tabelle 49: Ausgewählte Erlösanteile laut Betriebskennzahlen 181

Tabelle 50: Errechnung der Küchenerlöse 2007 in 1.000 EURO 182

Tabelle 51: Mengenpotential in Gastronomie und Beherbergung in Oö. 182

Tabelle 52: Mengenpotential in Kranken- und Pflegeanstalten in Oö. 183

Tabelle 53: Mengenpotential in Alten- und Pflegeheimen in Oö. 184

Tabelle 54: Mengenpotential an Küchen- und Speiseabfällen in Oö. für 2007 186

Tabelle 55: Kommunale Klärschlammmengen, die 2007 anaerob in oö. Kläranlagen behandelt wurden 189

Tabelle 56: Gewerbliche Klärschlammmengen, die 2007 anaerob in oö. Kläranlagen behandelt wurden 189

Tabelle 57: Kommunale Klärschlammmengen, die 2007 aerob in oö. Kläranlagen behandelt wurden 190

Tabelle 58: Gewerbliche Klärschlammmengen, die 2007 aerob in oö. Kläranlagen behandelt wurden 190

Tabelle 59: Durchschnittliche Lebend- und Schlachtgewichte der Nutztiere in kg im Jahr 2007 193

Tabelle 60: Zahl der Schlachtungen und Schlachtgewichte gesamt nach Nutztieren in Oberösterreich im Jahr 2007 193

Tabelle 61: Überblick der Schlachttierabgänge des Schlachtgewichts je Nutztier 194

Tabelle 62: Anteile tierischer Nebenprodukte in Prozent nach Kategorie 2 und 3 195

Tabelle 63: Schlachttierabgang bei Rindern der Kategorie 3 in % des Schlachttierkörpergewichts 196

Tabelle 64: Theoretisch anfallende tierische Nebenprodukte der Kategorie 3 und 2 vom Schlachtgewicht nach Nutztiere im Jahr 2007 197

Tabelle 65: Getrennt gesammelte und verarbeitete Abfälle und spez. Nebenprodukte biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft in Oö. in Szenario 1 217

Tabelle 66: Berechnungen zu Input und Output in Biogasanlagen für Szenario 1 (2007) 218

Tabelle 67: Getrennt gesammelte und verarbeitete Abfälle und spez. Nebenprodukte biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft in Oö. in Szenario 2 219

Tabelle 68: Berechnungen zu Input und Output in Biogasanlagen für Szenario 2 (2012) 220

Tabelle 69: Getrennt gesammelte und verarbeitete Abfälle und spez. Nebenprodukte biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft in Oö. in Szenario 3 222

Tabelle 70: Inputs und Outputs in Biogasanlagen für Szenario 3 (2012) 223

Tabelle 71: Getrennt gesammelte und verarbeitete Abfälle und spez. Nebenprodukte biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft in Oö. in Szenario 4 225

Tabelle 72: Inputs und Outputs in Biogasanlagen für Szenario 4 (2012) 226

Tabelle 73: Durchschnittliche Emissionen und Gutschriften für Szenario 1 227

Tabelle 74: Durchschnittliche Emissionen und Gutschriften für Szenario 2 228

Tabelle 75: Durchschnittliche Emissionen und Gutschriften für Szenario 3 228

Tabelle 76: Durchschnittliche Emissionen und Gutschriften für Szenario 4 228

Tabelle 77: Kennzahlen „Spezifische CO_2-Emissionen“ und „Erzeugte Energie in kWh pro Tonne Abfall“ aus der thermischen Verwertung der gesamten oö. Abfallwirtschaft 241

Tabelle 78: Vergleich der erzeugten Energie pro Behandlungsart für die Jahre 2007 und 2012 242

FORMELVERZEICHNIS

Formel 1: Erste Gleichung zur Berechnung des bei Deponierung gebildeten Methans (nach IPCC Tier 2- Methodik) 23

Formel 2: Zweite Gleichung zur Berechnung des bei Deponierung gebildeten Methans (nach IPCC Tier 2- Methodik) 23

Formel 3: Berechnung der Emissionen aus der Verbrennung gemäß § 8 ÜBPV 25

Formel 4: IPCC-Methodik zur Berechnung der CO2-Emissionen aus der Verbrennung 26

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a	Jahr
abzügl.	abzüglich
ALZ	Abfall-Logistikzentrum
Äqu.	Äquivalente
ASZ	Altstoffsammelzentrum
AVV	Abfallverbrennungsverordnung
AWG	Abfallwirtschaftsgesetz
BAV	Bezirksabfallverband
BAWP	Bundes-Abfallwirtschaftsplan
BGBl	Bundesgesetzblatt
BHKW	Blockheizkraftwerk
BLI	Bundesländer-Schadstoffinventur
BS	Brennstoffe
bspw.	beispielsweise
BVT	Beste verfügbare Technik
CH_4	Methan
CO_2	Kohlendioxid
CO_2-Em.-Äqu.	Kohlendioxid-Äquivalente
DGES	Deponiegaserfassungssystem
EAG	Elektroaltgeräte
EEVG	Entsorgungs- und Energieverwertungs GmbH
EKT	Eferdinger Klärschlammtrockung GmbH
elektr.	elektrisch
etc.	et cetera
EZG	Emissionszertifikategesetz
FM	Frischmasse
gewerbl.	gewerblich
GWP	Global Warming Potential
GuD	Gas- und Dampfturbine
HTF	Hochtemperaturfackel
idF	in der Fassung
idgF	in der geltenden Fassung
IPCC	International Panel of Climate Change
kg	Kilogramm
km	Kilometer
komm.	kommunal
l	Liter
LAV	Landesabfallverband Oberösterreich

LAVU AG	O.Ö. Landes-Abfallverwertungs-Unternehmen AG
MA	Mechanische Abfallbehandlung
MBA	Mechanisch-biologische Abfallbehandlung
MSW	Municipal solid waste (Hausabfälle)
N_2O	Distickstoffmonoxid, Lachgas
Oö., oö.	Oberösterreich, oberösterreichisch
ÖN	ÖNORM
RVL	Reststoffverwertung Lenzing GmbH
SNr.	Schlüsselnummer
spez.	spezifisch
t	Tonne(n)
therm.	thermisch
THG	Treibhausgas
TM	Trockenmasse
TMG	Tiermaterialiengesetz
TNP	Tierische Nebenprodukte
TOC	Total organic carbon
TS	Trockensubstanz
u.a.	unter anderem
UBA	Umweltbundesamt
ÜBPV	Überwachungs-, Berichterstattungs- und Prüfungs-Verordnung
usw.	und so weiter
VO	Verordnung
WAV	Welser Abfallverbrennungsanlage
z.B.	zum Beispiel

1 Einleitung

Hauptziele des Projektes sind die Darstellung der Leistungsfähigkeit der (kommunalen) Abfallwirtschaft in Oberösterreich sowie der Entwicklung eines Konzeptes zur umwelt-wirtschaftlichen Optimierung der Abfallwirtschaft insbesondere für den Bereich der biogenen Abfälle. Darstellung und Konzeptentwurf orientieren sich an der umwelt-politischen Zielsetzung einer möglichst nachhaltigen Abfallbewirtschaftung, wonach „Emissionen von Luftschadstoffen und klimarelevanten Gasen so gering wie möglich gehalten werden“ sollen [§ 1 (1) Z.1 AWG 2002] sowie an der Kyoto-Zielvereinbarung, zu dessen Einhaltung sich Österreich im Rahmen des Kyoto-Protokolls verpflichtet hat. Die Konzepte sollen innovativ, praxisbezogen und auf Landesebene gestaltet werden können. Zugleich bilden die verfügbaren finanziellen Mittel den begrenzenden Rahmen für Inhalt und Tiefe der vorliegenden Arbeit sowie für das methodische Vorgehen.

2 Zielsetzung

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurde die - im Sinne dieser Studie klimarelevant - ***„Gesamte oö. Abfallwirtschaft“***[7] (Kurzform) in zwei Teilsysteme/[8] Arbeitsbereiche[9] gegliedert und zwar in (Kurzformen):

Teilsystem (A) *„Kommunale Abfallwirtschaft in Oberösterreich einschließlich Sammlung und Transport von Abfällen“* und
Teilsystem (B) *„Biotechnische Abfallbehandlung & Effizientere Behandlung/Nutzung von spezifischen biogenen Abfällen und Nebenprodukten in Oberösterreich“*.

Die Teilsysteme (A) und (B) bilden gemeinsam und präzisierend die ***“Klimarelevante kommunale Abfallwirtschaft in Oberösterreich einschließlich Sammlung und***

[7] Der Begriff „Oberösterreich“ oder „oberösterreichisch“ dient in dieser Arbeit als *räumliches Kriterium* zur Abgrenzung der betrachteten Systeme.
[8] Zur allgemeinen Definition von „System“ sowie zur Abgrenzung der abfallwirtschaftlichen (Teil-)Systeme in dieser Arbeit siehe Kapitel 3.2 (Systemgrenzen).
[9] Die Gliederung in die zu untersuchenden Teilsysteme (A) und (B) steht im engen Zusammenhang mit der Aufteilung der Arbeitsbereiche bzw. Arbeitspakete zur Erstellung dieser Studie. Und zwar in das Arbeitspaket A von „Institut für Betriebliche und Regionale Umweltwirtschaft“ („Umweltwirtschaft“) und das Arbeitspaket B von „Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz GmbH“ („Energieinstitut“).

Transport der Abfälle und Altstoffe[10], erweitert um die in Oberösterreich behandelten klimarelevanten Abfälle[11] und spezifische Nebenprodukte aus Handel, Gewerbe und Landwirtschaft, soweit diese biogenen Ursprungs sind" (Langform).

Da für bestimmte Behandlungsmethoden (thermische Verwertung, Deponierung) kein entsprechend ausdifferenziertes Datenmaterial für die Untersuchung verfügbar war, wurde die Betrachtung der kommunalen oö. Abfallwirtschaft - über den Einbezug von spezifischen biogenen Abfällen und Nebenprodukten hinaus - (nochmals) erweitert. Somit umfasst(e) das System der klimarelevanten ***„Gesamten oö. Abfallwirtschaft"*** letztlich auch bestimmte **klimarelevante, *nicht-biogene Abfälle bzw. Abfallanteile und spezifische Nebenprodukte aus Handel und Gewerbe,*** *die in Oberösterreich behandelt oder verwertet werden.*[12]

[10] Daten zu Sammlung und Transport wurde ausschließlich für kommunale Abfälle erhoben sowie für die - sonst außerhalb des Systems der klimawirksamen Abfallbehandlung stehenden - Hauptabfallfraktion „Bodenaushub und Baurestmassen".

[11] In den in Oberösterreich *behandelten Abfällen* sind definitionsgemäß nicht nur die in Oberösterreich *angefallenen*, sondern auch die nach Oberösterreich (zum Zweck der Behandlung) *importierten Abfälle* enthalten. Unter dem Abfallbegriff werden hier weiters auch kommunale und spezifische gewerbliche Klärschlämme subsummiert (siehe hierzu Tabelle 1).

[12] Siehe hierzu die Ausführungen in Kapitel 3.2 (Systemgrenzen), 4. Absatz.

3 Rechtliche Regelwerke und methodisches Vorgehen

3.1 Rechtliche Regelwerke

Die vorliegende Studie bezieht sich regelmäßig auf die nachfolgend aufgelisteten rechtlichen Regelwerke. In den einzelnen Kapiteln werden ausgewählte Abschnitte und Paragraphen dieser Regelwerke näher beschrieben.

- Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (AWG 2002), BGBl I 102/2002 idF BGBl I 54/2008
- Oö. Abfallwirtschaftsgesetz 1997 (Oö. AWG 1997), LGBl 86/1997, aufgehoben durch LGBl 71/2009
- Abfallverzeichnis lt. ÖNORM S 2100, Ausgabe vom 1. Oktober 2005
- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien (Deponieverordnung 2008), BGBl II 39/2008 idF BGBl II 185/2009
- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über die Verbrennung von Abfällen (Abfallverbrennungsverordnung – AVV), BGBl II 389/2002 idF BGBl II 296/2007
- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnisverordnung), BGBl II 570/2003 idF BGBl II 498/2008
- Bundesgesetz über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten (Emissionszertifikategesetz – EZG), BGBl I 46/2004 idF BGBl I 171/2006
- Überwachungs-, Berichterstattungs- und Prüfungs-Verordnung (ÜBPV), BGBl II Nr. 339/2007
- Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. Oktober 2002 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte (TNP-Verordnung), ABl L 273 vom 10.10.2002, S. 1-95 idgF

Durch die EU–Verordnung vom 3.10.2002 über Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte (EG 1774/2002), kurz: TNP-Verordnung, wurden die Hygienevorschriften in der EU verschärft. Ausgelöst wurde diese Verschärfung der gesetzlichen Bestimmungen sowohl durch die Debatte über die Herstellung und Verfütterung von Tiermehl als auch durch auftretende Tierseuchen wie z.B. BSE oder Maul- und Klauenseuche infolge Sautrankfütterung. Aufgrund von Übergangsbestimmungen war in Österreich bis zum 31.10.2006 eine Verfütterung von diesen tierischen Nebenprodukten (TNP) unter bestimmten Voraussetzungen als Schweinetrank noch möglich. Nun gilt jedoch ein generelles Verbot der Verfütterung von Küchen- und Speiseresten bei Nutztieren.

In der TNP-Verordnung werden tierische Nebenprodukte, also ganze Tierkörper, Tierkörperteile oder Erzeugnisse tierischen Ursprungs, in 3 Kategorien unterteilt. Je nach Kategorie und Abhängigkeit der Herkunft des Ausgangsmaterials sind unterschiedliche Wege der Entsorgung, Beseitigung oder der weiteren Verwertung vorgesehen.

Unter Material der Kategorie 1 fällt spezifisches Risikomaterial, wie z.B. Material mit BSE-Erregern, aber auch Küchen- und Speisereste von Beförderungsmitteln im grenzüberschreitenden Verkehr. Dieses Material ist unverzüglich von einem dazu befugten Entsorgungsbetrieb abzuholen und als Abfall zu beseitigen. Es darf nicht in eine Biogas- oder Kompostieranlage eingebracht werden.

Tierische Nebenprodukte der Kategorie 2 sind Nebenprodukte mit kalkulierbarem Risiko. Dieses Material ist entweder als Abfall wie Kategorie 1 zu beseitigen, es kann aber auch gemäß der TNP-Verordnung bestimmten anderen Verwertungswegen zugeführt werden.

TNP der Kategorie 3 sind tierische Nebenprodukte von „gesunden Tieren“, die aber nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt sind. Gemäß Art 6 Abs 1 der TNP-Verordnung fallen darunter folgende tierische Nebenprodukte:

lit a) Schlachtkörperteile, die nach dem Gemeinschaftsrecht genusstauglich sind, die jedoch aus kommerziellen Gründen nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt sind;

lit b) Schlachtkörperteile, die als genussuntauglich abgelehnt werden, die jedoch keine Anzeichen einer auf Mensch oder Tier übertragbaren Krankheit zeigen und die von Schlachtkörpern stammen, die nach dem Gemeinschaftsrecht genusstauglich sind;

lit c) Häute, Hufe und Hörner, Schweineborsten und Federn von Tieren, die nach einer Schlachttieruntersuchung, aufgrund deren sie nach dem Gemeinschaftsrecht für die Schlachtung zum menschlichen Verzehr geeignet sind, in einem Schlachthof geschlachtet werden;

lit d) Blut von anderen Tieren als Wiederkäuern, die nach einer Schlachttieruntersuchung, aufgrund deren sie nach dem Gemeinschaftsrecht für die Schlachtung zum menschlichen Verzehr geeignet sind, in einem Schlachthof geschlachtet werden;

lit e) tierische Nebenprodukte, die bei der Gewinnung von für den menschlichen Verzehr bestimmten Erzeugnissen angefallen sind, einschließlich entfetteter Knochen und Grieben;

lit f) ehemalige Lebensmittel tierischen Ursprungs oder Erzeugnisse tierischen Ursprungs enthaltende ehemalige Lebensmittel, außer Küchen- und Speiseabfällen, die aus kommerziellen Gründen oder aufgrund von Herstellungsproblemen oder Verpackungsmängeln oder sonstigen Mängeln, die weder für den Menschen noch für Tiere ein Gesundheitsrisiko darstellen, nicht mehr für den menschlichen Verzehr bestimmt sind;

lit g) Rohmilch von Tieren, die keine klinischen Anzeichen einer über dieses Erzeugnis auf Mensch oder Tier übertragbaren Krankheit zeigen;

lit h) Fische oder andere Meerestiere, ausgenommen Meeressäugetiere, die auf offener See für die Fischmehlherstellung gefangen wurden;

lit i) bei der Verarbeitung von Fisch anfallende frische Nebenprodukte aus Betrieben, die Fischerzeugnisse für den menschlichen Verzehr herstellen;

lit j) Schalen, Brütereinebenprodukte und Knickeiernebenprodukte von Tieren, die keine klinischen Anzeichen einer über diese Erzeugnisse auf Mensch oder Tier übertragbaren Krankheit zeigten;

lit k) Blut, Häute, Hufe, Federn, Wolle, Hörner, Haare und Pelze von Tieren, die keine klinischen Anzeichen einer über diese Erzeugnisse auf Mensch oder Tier übertragbaren Krankheit zeigten, und

lit l) andere Küchen- und Speiseabfälle als die in Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe e) genannten.

Im Rahmen dieser Studie werden Schlachtabfälle vorwiegend als Material der Kategorie 3 nach der TNP-Verordnung definiert, da dieses Material in einer gemäß Art 15 TNP-Verordnung zugelassenen Biogas- oder Kompostieranlage verarbeitet werden kann. Davon ausgenommen werden:

1. die unter lit c) erfassten Häute, Hufe und Hörner, Schweineborsten und Federn von Tieren, die nach einer Schlachttieruntersuchung, aufgrund deren sie nach dem Gemeinschaftsrecht für die Schlachtung zum menschlichen Verzehr geeignet sind, in einem Schlachthof geschlachtet werden sowie

2. die in lit l) genannte Küchen- und Speisereste, die nicht in Beförderungsmitteln des grenzüberschreitenden Verkehrs angefallen sind. Diese Küchen- und Speisereste werden aus der Gruppe der tierischen Nebenprodukte, wie sie die TNP-Verordung festlegt, herausgenommen, und als eigene Abfallart einer detaillierteren Betrachtung unterzogen.

Zusätzlich zu dem Material der Kategorie 3 wird jedoch auch bestimmtes Material der Kategorie 2 erfasst, sofern nach Ansicht der zuständigen Behörde keine Gefahr der Verbreitung einer schweren übertragbaren Krankheit von ihnen ausgeht. Es handelt sich bei diesem Material um Gülle, von Magen und Darm getrenntem Magen- und Darminhalt sowie Milch und Kolostrum, welches als unverarbeiteter Rohstoff ebenfalls in einer gemäß Art 15 TNP-Verordnung zugelassenen Biogas- oder Kompostieranlage behandelt werden kann.

- Bundesgesetz betreffend Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte und Materialien (Tiermaterialien-gesetz - TMG), BGBl I 141/2003 idF BGBl I 13/2006

Die Umsetzung der TNP-Verordnung in das österreichische Recht erfolgte in einer Novellierung des Tiermaterialiengesetzes (TMG). Darin sind unter anderem Betriebs-

zulassungen, Ablieferungspflichten und Übernahmepflichten sowie Aufzeichnungspflichten normiert.

3.2 Systemgrenzen

Ein System ist eine geordnete Gesamtheit von Elementen, die miteinander in irgendeiner Beziehung stehen. In der Abfallwirtschaft bilden allgemein die Prozesse des „Umgangs mit Abfall" die relevanten Systemelemente und kommt die bestehende Beziehung primär über ihre Stoffflüsse zum Ausdruck.[13] In dieser Arbeit werden - den Stoffflüssen[14] folgend - die Prozesse für die Sammlung und den Transport von Abfällen[15] sowie die Prozesse für die Behandlung („Mechanische Behandlung", „Thermische Behandlung", „Biotechnische Behandlung") und die Prozesse für die Ablagerung von Abfällen (Massenabfall- und Reststoffdeponierung) zum System der Abfallwirtschaft gezählt.

Der obige Begriff der *thermischen Behandlung* von Abfällen spiegelt die mit diesem Vorgang bezweckte *Beseitigungsabsicht* wieder. In den letzten Jahren hat sich jedoch der Trend zur *energetischen Verwertung* von Abfälle verstärkt, wobei hier (bislang) aus Abfällen Energie erzeugt wurde, bei denen eine stoffliche Verwertung nicht zweckmäßig erschienen ist. Die Entwicklung solcher Technologien dient(e) zwar primär der Nutzung der „brachliegenden energetischen Ressource Abfall", erfüllt aber gleichzeitig den Zweck der Abfallbeseitigung. Somit wurde das „System Abfallwirtschaft" um eine Funktion erweitert ohne seine klassische Funktion - die Beseitigung von Abfällen - einschränken zu müssen.

[13] Zur Systemdefinition im Rahmen der Abfallwirtschaft siehe ÖNORM S2096-1 „Stoffflussanalyse", S. 3.
[14] Der Begriff „Stoff" wird hier - der Terminologie in der Produktionswirtschaft als Teildisziplin der Betriebswirtschaft folgend - für natürliche oder synthetische materielle Objekte im Sinne physischer Eigenschaften in Abgrenzung von „Energie" verwendet und zwar unabhängig von seiner wirtschaftlichen Bedeutung (vgl. hierzu etwa Dyckhoff 2006, S. 23; Sterr 2003, S. 57; Zäpfel 2001, S. 2). Stoffe können definitionsgemäß in allen Aggregatszuständen auftreten. „Material" wird in dieser Arbeit als Bündelung eines Stoffes oder mehrerer Stoffe im Sinne einer Stoffauswahl verstanden und bildet insofern einen Unterbegriff von „Stoff".
[15] Zur - für die Systemdefinition erforderliche - Abgrenzung des Abfallbegriffes siehe Kapitel 3.2.1 (Abgrenzung zwischen Abfall und Produkt).

Während Prozesse der thermische Behandlung bzw. der energetischen Nutzung von Abfällen dem „System Abfallwirtschaft“[16] zugerechnet werden (volle Erfüllung der Beseitigungsfunktion), werden Prozesse, in denen *Wertstoffe*[17] eingehen oder Erzeugnisse eingehen, die in der Vorstufe aus Abfällen hergestellt wurden und *Produkteigenschaft* besitzen, als Bestandteil der „Produktionswirtschaft“ betrachtet. Prozesse der Vorbehandlung von Abfällen und Altstoffen (bspw. Entfernung von Störstoffen, Sortierung, Bündelung, Transport), die typischerweise auf die Erzielung der vom Markt geforderten Einsatzqualitäten abgestellt sind, bleiben Bestandteil des Systems „Abfallwirtschaft“.

Unter dem Aspekt der **Klimarelevanz** wurde - wie unter Kapitel 2 angeführt - das zu untersuchende **„Gesamtsystem Abfallwirtschaft“** in zwei Teilsysteme gegliedert, und zwar in Teilsystem A *„Kommunale oö. Abfallwirtschaft einschließlich Sammlung und Transport von Abfällen“* und in das Teilsystem B *„Biotechnische Abfallbehandlung & Effizientere Behandlung/Nutzung von spezifischen biogenen Abfällen und Nebenprodukten in Oberösterreich“*.

Die Systemgrenze zwischen *kommunaler Abfallwirtschaft* und Produktionswirtschaft wird für die Behandlung von *nicht-biogenen Abfällen* (zunächst) auftragsgemäß strikt gezogen. Hingegen erfolgt eine Erweiterung bzw. „Aufweichung“ der Systemgrenze der Kommunalen Abfallwirtschaft und zwar (1) auftragsgemäß aufgrund des zu setzenden Schwerpunktes für „biotechnische Abfallbehandlung“ sowie (2) aufgrund der Nicht-Verfügbarkeit bestimmter Daten:

ad 1) Unter dem Aspekt der Vollständigkeit der Untersuchung der Klimarelevanz der Abfallwirtschaft mit dem Schwerpunkt „biotechnische Abfallbehandlung“ erfolgt der Einbezug auch von **gewerblichen Abfällen/Abfallanteile** (sowie tw. von Klärschlämmen) **und spezifischen Nebenprodukten aus Handel, Gewerbe und Landwirtschaft[18],**

[16] Im betriebswirtschaftlichen Schrifttum wird neben dem Begriff der Abfallwirtschaft häufig auch der Begriff „Reduktionswirtschaft“ verwendet und damit der „Gegenpol“ zur Produktionswirtschaft zum Ausdruck gebracht (vgl. etwa Prammer/Malinsky 2005).

[17] „Wertstoffe“ sind aus Sekundärrohstoffen bestehende (mit Beschaffungskosten verbundene) Einsatzfaktoren der betrieblichen Transformation. Ein typischer Wertstoffe ist etwa Alt-Aluminium, dessen Absatzpreis stark von der Entwicklung der Preise am (Primär-)Rohstoffmarkt abhängt.

[18] Bei den Abfällen bzw. Nebenprodukten aus der Landwirtschaft handelt es sich vorwiegend um Materialien gemäß Kategorie 3 der TNP-Verordnung.

soweit diese biogenen Ursprungs sind (rechte, rot umrandete Spalte der Tabelle 1, Kap. 3.2.3).

ad 2) Im Zuge der Projektabwicklung wurden bestimmte **gewerbliche Abfälle/Abfallanteile nicht-biogenen Ursprungs** miterfasst und in die Gesamtbetrachtung miteinbezogen, da für bestimmte Behandlungsmethoden (thermische Verwertung, Deponierung) kein entsprechendes - nach kommunaler und gewerblicher Herkunft der Abfälle - ausdifferenziertes Datenmaterial verfügbar war.[19]

Während die Untersuchung der klimarelevant **„Gesamten oö. Abfallwirtschaft"** ein Ergebnis im Sinne einer Zusammenschau der Systemelemente der Abfallwirtschaft erbringen soll (Arbeitsbereich „Umweltwirtschaft") und in diesem Zusammenhang zentrale Ergebnisse der Untersuchung von Teilsystem B inkludiert, erfolgt die detaillierte Untersuchung von Teilsystem B im Sinne einer Schwerpunktsetzung (Arbeitsbereich „Energieinstitut")

Die Definition der - im Sinne dieser Studie - klimarelevanten „*Gesamten oö. Abfallwirtschaft*" erfordert die Festlegung bzw. Wahl folgender **„Systemdetailgrenzen"**, auf die in den folgenden Unterkapiteln näher eingegangen wird:
- Definition des Abfallbegriffes („Abgrenzung zwischen Abfall und Produkt", „Kategorisierung der untersuchten Abfallarten", „Abfallimporte und Abfallexporte")
- Einbezug weiterer Stoff- und Energieflüsse im Kontext der emissionsseitigen Betrachtung der Abfallwirtschaft
- Festlegen der Prozesse für die Behandlung und Ablagerung von Abfällen,
- Festlegen der Prozesse für Sammlung und Transport von Abfällen.

Die obigen Festlegungen und der dabei erzielbare Detaillierungsgrad der Untersuchung werden maßgeblich von zwei Faktoren beeinflusst:

1. Aktuelle oder potentielle Klimarelevanz der in Frage kommenden Prozesse
2. Verfügbarkeit und Qualität der Daten zu Stoff- und Energieflüssen

[19] Zudem verbesserte sich durch diese nochmalige Erweitung der Systemgrenze die Aussagekraft der Studienergebnisse in Richtung einer abfallwirtschaftlichen Gesamtschau.

3.2.1 Abgrenzung zwischen Abfall und Produkt – Ende der Abfalleigenschaft

Die Abgrenzung zwischen Altstoffen mit Abfalleigenschaft und (transformierten) Altstoffen mit (Neben-)Produkteigenschaften, ist im § 5 Abs. 1 AWG 2002 geregelt:
„Soweit eine Verordnung gemäß Abs. 2 nicht anderes bestimmt, gelten Altstoffe so lange als Abfälle, bis sie oder die aus ihnen gewonnenen Stoffe unmittelbar als Substitution von Rohstoffen oder von aus Primärrohstoffen erzeugten Produkten verwendet werden."

Da sich die Betrachtungen in dieser Studie explizit auf „Abfallwirtschaft" beziehen, d.h. auf den Umgang mit Abfällen, werden Prozesse, in denen keine Abfälle Eingang finden, nicht betrachtet. Mit anderen Worten: Der Abfallwirtschaft sind Transformationsprozesse zur Gänze zuzuordnen (und daher Gegenstand dieser Studie), in die Abfälle auf der Inputseite der Prozesse („Redukte") eingehen und deren Zweck auf die Beseitigung dieser Redukte gerichtet ist. Bei Prozessen, deren Zweck nicht auf die Beseitigung eingesetzter Redukte gerichtet ist, sondern auf die Erzeugung von Produkten, ist das Verhältnis zwischen „Redukt-Einsatz" und „Faktor-Einsatz" auf der Inputseite ausschlaggebend für das Ausmaß, in dem diese Prozesse als Teil der Abfallwirtschaft oder als Teil der Produktionswirtschaft angesehen werden können.

Außerhalb des hier definierten Systems der Abfallwirtschaft stehen jedenfalls Prozesse eines (vorgeschalteten) „Herstellers", in denen „Sekundärmaterial" (Sekundärerzeugnis eines „Lieferanten" mit Produkteigenschaft) - neben anderen Faktoren, aber ohne Einsatz von Redukten - in den Transformationsprozess eingebracht werden.

Dies hat beispielsweise zur Folge, dass jener Prozess eines „Herstellers", bei dem Kunststoff-Pellets (vom „Lieferanten" aus Kunststoff-Redukte hergestelltes Sekundärerzeugnis „Kunststoff-Pellets") im Hochofenprozess zum Einsatz gelangt, *nicht* als Bestandteil der Abfallwirtschaft angesehen wird[20] und daher die damit verbundenen treibhausrelevanten Emissionen ausgeklammert bleiben. Zur Abfallwirtschaft ist aber jener Prozess bei einem „Lieferanten" hinzuzurechnen, bei dem Kunststoff-Redukte zu

[20] Eine von dieser Systemabgrenzung abweichende Auffassung vertritt das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. In Bezugnahme auf das gegenständliche Beispiel entrichtet der „Hersteller" für den Einsatz der genannten Sekundärmaterialien einen Altlastenbeitrag.

Kunststoffpellets transformiert werden sowie jene Prozesse, die im Vorfeld hierzu liegen (Sammlung, Transport, Sortierung von Kunststoffabfällen). Definitionsgemäß werden die Mengenflüsse solcher Produktoutputs[21] (hier beispielhaft: Mengenfluss der hergestellten Kunststoff-Pellets) in der Studie nicht erfasst.

Beispielhaft für eine Verordnung gemäß § 5 Abs. 2 AWG 2002 sei weiters die Kompostverordnung BGBl. II Nr. 292/2001 angeführt, welche eine Abfallende-Verordnung darstellt. Komposte, die dieser Verordnung entsprechen, stellen Produkte dar. Prozesse (z.B. ein Erdenwerk), in die diese Komposte als Inputs eingehen, werden daher nicht als Teil der Abfallwirtschaft betrachtet, d.h. Inputströme dieser Art (Komposte) und aus der Verwertung (Erdenwerk) sich ergebende treibhausrelevante Emissionen bleiben in der gegenständlichen Arbeit grundsätzlich ausgeklammert. Die im Vorfeld erforderlichen Prozesse zur Herstellung des Kompostes sind jedoch der Abfallwirtschaft zuzuordnen.

3.2.2 Abgrenzung der kommunalen Abfallwirtschaft und Erweiterung des betrachteten Systems um spezifische biogene gewerbliche Abfälle und relevante tierische Nebenprodukte

Die kommunale Abfallwirtschaft ist vor allem rechtlich-organisatorisch determiniert. Sie umfasst Sammlung, Transport, Behandlung und Beseitigung von Abfällen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, sowie von kommunalen Abfällen wie etwa Straßenkehricht, kommunaler Klärschlamm, Rechengut.

In der Studie grundsätzlich nicht einbezogen werden „klassische“ gewerbliche Abfälle, wie Graphitstaub, Lösemittelgemische u.v.m. Lediglich im Bereich der biotechnischen Abfallbehandlung spielen bestimmte gewerbliche Abfälle (Schlachtabfälle, überlagerte Lebensmittel) und bestimmte tierische Nebenprodukte sowie ausgewählte Abfälle aus der Landwirtschaft eine wesentliche Rolle und sind daher in die Betrachtung einzubeziehen. Diese Materialien werden in Folge als „Biogene Abfälle/Nebenprodukte aus Gewerbe, Handel und Landwirtschaft“ bezeichnet (Tabelle 1, Spalte 2, in Kapitel 3.2.3).

[21] Eine Ausnahme von diesem Ausschluss bilden in der gegenwärtigen Studie bestimmte Nebenprodukte biogenen bzw. tierischen Ursprungs (hierzu ausführlich in Kap. 3.2.3 und Tab. 1).

Als teilweise komplex stellt sich die Trennung von kommunalen und gewerblichen Abfällen hinsichtlich des Einsatzes in den einzelnen Abfallbehandlungstechnologien dar. So ist bei Massenabfalldeponien die Bestimmung von kommunal und gewerblich bedingten CO_2-Emissions-Äquivalenten nicht möglich, wenn bzw. insofern neben kommunalen auch gewerbliche Abfälle abgelagert wurden und keine getrennten Aufzeichnungen zu den Abfallmengen aus kommunaler und gewerblicher Herkunft vorliegen. Dies ist im Zusammenhang damit zu sehen, dass aus Deponien treibhauswirksame Gase über mehrere Jahrzehnte emittieren (und demgemäß in das Berechnungsmodell einzubeziehen sind) und getrennte Aufzeichnungen über diesen langen Zeitraum eben nicht vorliegen.

Bei der thermischen Behandlung fließen teilweise große Mengen an gewerblichen Abfällen in die Verbrennung ein. Eine Trennung von kommunalen und gewerblichen Abfällen ist aufgrund der Abfallschlüsselnummern in vielen Fällen möglich, in bestimmten Fällen müssen jedoch aufgrund fehlender Angaben Schätzungen vorgenommen werden.

Die mechanische Behandlung erlaubt aufgrund der nur teilweise vorhandenen Input- und Herkunftsdaten der Abfälle keine durchgängige Berücksichtigung der Emissionen getrennt nach kommunalen und gewerblichen Abfällen. Zudem beeinflusst der relativ geringe Anteil der - durch die mechanische Behandlung insgesamt verursachten - CO_2-Emissions-Äquivalente das Ergebnis nur unwesentlich und kann daher auch aus diesem Grund auf eine Aufsplittung in kommunale und gewerbliche Anteile verzichtet werden.

3.2.3 Kategorisierung der untersuchten Abfallarten

Der Vergleich einschlägiger Studien und Berichte zum Thema „Abfall“ verdeutlicht, dass keine einheitliche Systematisierung von Abfallfraktionen, also keine eindeutige Zuordnung der einzelnen Abfallarten in übergeordnete Konten, existiert.

Gemäß § 2 Abs. 4 AWG 2002 werden folgende Abfallarten definiert:

- Altstoffe (getrennte Sammlung)
- Siedlungsabfälle (= Abfälle aus privaten Haushalten und andere Abfälle, die auf Grund ihrer Beschaffenheit oder Zusammensetzung den Abfällen aus privaten Haushalten ähnlich sind)
- Gefährliche Abfälle
- Problemstoffe
- Altöle

In § 2 Abs. 3 bis 5 Oö. AWG 1997 werden Abfälle folgendermaßen kategorisiert:

- Hausabfälle
- sperrige Abfälle
- sonstige Abfälle (zB Abfälle aus dem Bauwesen, Straßenkehricht, größere Mengen von natürlichem Bodenmaterial u.a.)
- biogene Abfälle
- Altstoffe

Im Bundes-Abfallwirtschaftsplan (BAWP) etwa wird das bundesweite Abfallaufkommen je nach Fragestellung nach unterschiedlichen ausgewählten Abfallarten erhoben bzw. ausgewertet. Die gröbste Aggregation der Abfallfraktionen aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen stellt sich folgendermaßen dar:[22]

- Restmüll
- Sperrmüll
- Altstoffe, getrennt gesammelt
- Biogene Abfälle, getrennt gesammelt
- Problemstoffe und EAG, getrennt gesammelt

[22] Vgl. BAWP. Aktuelle Daten 2008. S. 3. URL: http://www.bundesabfallwirtschaftsplan.at/

Die Kategorisierung im oberösterreichischen Abfallbericht 2007 deckt sich im Wesentlichen mit der Einteilung der Abfälle nach dem BAWP. Demzufolge werden für die Bilanzierung der treibhausrelevanten Emissionen aus der Abfallwirtschaft und die Darstellung der Flussmengen folgende Kategorien der Abfallfraktionen gebildet (siehe Tabelle 1, Spalte 1 **„Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen**“). Im Hinblick auf die biogenen Abfälle werden jene Materialien berücksichtigt, die aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen stammen und einer getrennten Sammlung (wie Biomüll, Grün- und Baumschnitt) zugeführt werden. Weiters sind auch die in Hausgärten kompostierten Abfälle als klimarelevant zu betrachten, wobei hier im Wesentlichen Grünschnitt, Baum- und Strauchschnitt sowie Küchen- bzw. Speisereste eigenkompostiert werden.

Tabelle 1: Kategorisierung der Abfallarten

1 Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen	**2 Spezifische biogene gewerbliche Abfälle** (Spezifische biogene Abfälle/Nebenprodukte aus Gewerbe sowie aus Handel* und Landwirtschaft*)
1.1 Hausabfälle (Restmüll)	2.1 Küchen- und Speisereste (Trankabfälle)
1.2 Sperrige Abfälle	2.2 Überlagerte Lebensmittel
1.3 Altstoffe, getrennt gesammelt	2.3 Schlachtabfälle, Tierische Nebenprodukte
1.4 Problemstoffe und Elektroaltgeräte	2.4 Gewerblicher Klärschlamm **)
1.5 Biogene Abfälle *1.5.1 Biogene Abfälle, getrennt gesammelt (Biotonnenabfälle und Mischung von biogenen Abfällen, Grünabfälle, holzige Abfälle)* *1.5.2 Eigenkompostierung*	2.5 Sonstige gewerbliche biogene Abfälle in die biotechnische Verwertung (holzige Abfälle, Fette und Flotate)
1.6 Kommunaler Klärschlamm	2.6 Ausgewählte Abfälle aus der Landwirtschaft (in die biotechnische Verwertung), Fest- und Flüssigmist

Quelle: Eigene Darstellung

*) Auch wenn etwa „überlagerte Lebensmittel“ in Handelsbetrieben oder „Flüssigmist“ in landwirtschaftlichen *Betrieben* anfallen, wird hier vereinfachend und zusammenfassend (nur) von „spezifischen biogenen gewerblichen Abfällen“ gesprochen.

**) Klärschlamm aus der Industrie wird nur berücksichtigt, wenn eine thermische Behandelung erfolgt.

Die biotechnische Behandlung von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten sowie die Entwicklung einschlägiger Konzepte zur Optimierung bilden in dieser Arbeit einen Schwerpunkt. Da die umweltwirtschaftliche Optimierung[23] der Mengenflüsse sektorübergreifend sein soll, erfolgen Erfassung, Analyse und Bewertung der chemisch-physikalischen Eigenschaften der in Frage kommenden stofflichen Komponenten unabhängig davon, in welchem Sektor (Kommune, Gewerbe, Handel, Landwirtschaft) sie anfallen.

In diesem Sinne werden - ausgehend von den angefallenen kommunalen Abfällen - weitere Abfälle biogenen Ursprungs in die Betrachtung einbezogen (siehe Tabelle 1, Spalte 2 **„Spezifische biogene Abfälle/ Nebenprodukte aus Gewerbe sowie aus Handel und Landwirtschaft“**). Dies gilt vor allem für „Schlachtabfälle“ und „Tierische Nebenprodukte“ sowie „Überlagerte Lebensmittel“ sowie „Küchen- und Speisereste (Trankabfälle)“. Ebenso werden angefallene biogene Abfälle im Restmüll wie etwa Speise- und Küchenreste sowie weitere organische Abfälle wie bspw. nicht aus Kommunen stammender Grünschnitt in die Betrachtung einbezogen.

„Klärschlämme“ sind nicht nur aus kommunaler, sondern auch aus gewerblicher Herkunft einzubeziehen. Klärschlämme aus der Industrie werden - soweit sie thermisch behandelt werden - in dieser Arbeit berücksichtigt, im Hinblick auf die biotechnische Behandlung finden Klärschlämme aus der Industrie aufgrund ihrer Qualität und des vorgegebenen Verwertungsweges in dieser Arbeit keine Berücksichtigung.

Als „Sonstige biogene gewerbliche Abfälle“ können bspw. Fette und Flotate und Abfälle aus der Nahrungsmittel-, Genuss- und Futtermittelproduktion genannt werden. Neben den kommunalen und gewerblichen Abfällen/Nebenprodukten finden für die Szenarienbildung ausgewählte landwirtschaftliche Abfälle Berücksichtigung, zu denen u.a. Fest- und Flüssigmist, Ernte- und Verarbeitungsrückstände zählen.

Die Gesamtheit dieser Abfälle wird in der vorliegenden Arbeit als **„Abfälle und spezifische Nebenprodukte biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft“** (Langtitel) bezeichnet. In Tabelle 1 ist diese Gesamtheit als rot umrandeter Bereich ersichtlich, der Teile der

[23] Ansätze und Konzepte zu einer umweltwirtschaftlichen Optimierung müssen stets einen stofflich-energetischen sowie naturwissenschaftlich-technischen Kern aufweisen.

kommunalen Abfälle (Spalte 1 in Tabelle 1) als auch die gesamten spezifischen biogenen gewerblichen Abfälle (Spalte 2 in Tabelle 1) umfasst. In der Kurzform wird diese Gesamtheit mit **„Abfälle biogenen Ursprungs“** bezeichnet.

Baurestmassen machen den weit überwiegenden mengenmäßigen Anteil am Gesamtanfall des Abfalls in Oberösterreich aus. Bei Baurestmassen handelt es sich grundsätzlich um inerte und daher nicht klimarelevante Substanzen. Sie bleiben daher in dieser Arbeit hinsichtlich ihrer Beseitigung (Deponierung) oder Behandlung aus der Betrachtung ausgeschlossen, werden aber in Hinblick auf die durchgeführten Transporte (und den damit ausgelösten treibhausrelevanten Emissionen) in die Studie einbezogen.[24]

Eine Auflistung der in dieser Studie betrachteten Abfallfraktionen, unterteilt in Schlüsselnummern gemäß ÖNORM S 2100, befindet sich im Anhang 1.

3.2.4 Abfallimporte und Abfallexporte

Ein weiterer abzugrenzender Bereich betreffend die Regionalisierung stellen die - auf das Bundesland Oberösterreich bezogenen - Abfallimporte und -exporte dar. Die Festlegung dieser Systemgrenzen bedarf der Betrachtung zweier Aspekte: Erstens, wo der Abfall anfällt und zweitens, wo der Abfallbehandlungsprozess stattfindet, der die klimawirksamen Emissionen verursacht. Abfallimporte und Abfallexporte können auf allen Stufen der Abfallbehandlung als Input- bzw. als Outputkomponenten eines Abfallbehandlungsprozesses auftreten.

Die in Oberösterreich anfallenden Abfälle, die in andere Bundesländer oder ins Ausland EXPORTIERT werden und in Oberösterreich keine weitere Behandlung erfahren, fließen NICHT in die Bilanzierung der CO_2-Emissions-Äquivalente mit ein (Ausschluss der Abfallexporte aufgrund der emissionsseitigen Betrachtung von Abfallbehandlung und Abfalltransporte).

[24] Siehe hierzu ausführlich in Kapitel 4.6 (Sammlung und Transport der Abfälle und Abschätzung der entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente).

Die in anderen Bundesländern oder im Ausland anfallenden und nach Oberösterreich IMPORTIERTEN Abfälle[25], welche in Folge auch in Oberösterreich einer Behandlung zugeführt werden, fließen in die Bilanz mit ein (Berücksichtigung der Importe aufgrund der emissionsseitigen Betrachtung von Abfallbehandlung und Abfalltransporte).

3.2.5 Einbezug weiterer Stoff- und Energieflüsse

In der gegenständlichen Studie werden neben Abfallströmen folgende weitere Stoff- und Energieflüsse mit direktem oder indirektem Bezug zu den Abfallströmen berücksichtigt:

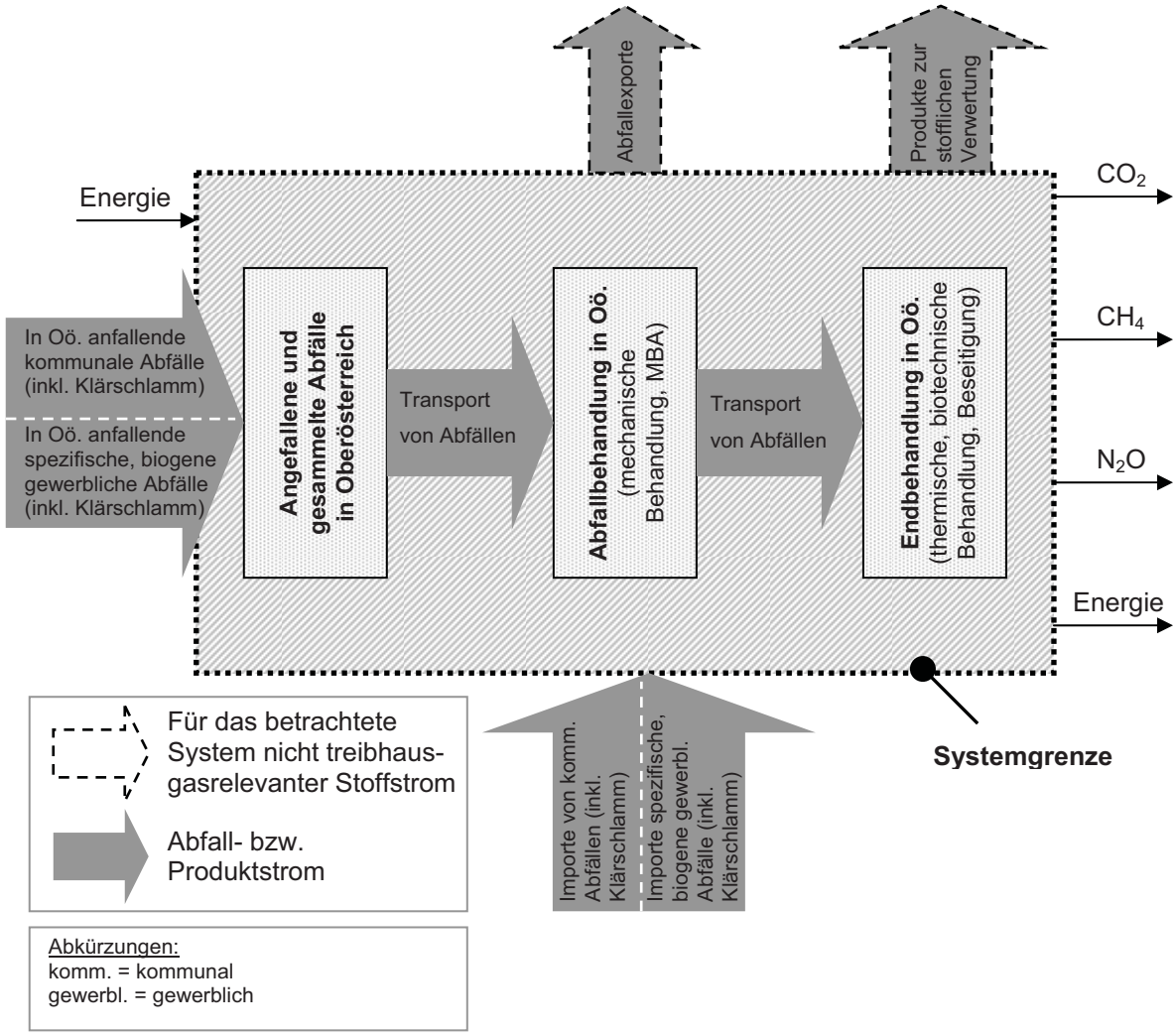
- thermische und elektrische Energie: als Input bzw. als Output
- Energieträger: als Input (z.B. Diesel)
- Klimarelevante Treibhausgase: als Output (Kohlendioxid, Methan, Distickstoff-oxid)

Die folgende Grafik (Abbildung 1) veranschaulicht die in dieser Studie gesetzten Systemgrenzen. Als Input in das System fließen alle in Oberösterreich anfallende kommunalen Abfälle, in Oberösterreich anfallende weitere spezifische biogene Abfälle (zB Schlachtabfälle) sowie die in Oberösterreich anfallenden kommunalen und gewerblichen Klärschlämme ein. Weitere wichtige Inputgrößen stellen Strom, Erdgas, Steinkohle und Diesel dar. Es ist zu bemerken, dass die im System berücksichtigten Abfallimporte in dieselben Kategorien eingeordnet werden und daher die gleichen Eigenschaften wie die anfallenden Abfälle aufweisen (gemäß Tabelle 1). Produkte zur Verwertung und Exporte werden lediglich als Stoffstromgrößen erfasst und ausgewiesen. Deren Treibhausgaspotential ist jedoch definitionsgemäß nicht Gegenstand der Betrachtung.

Outputseitig werden – dem Untersuchungsziel Kohlendioxid, Methan, Distickstoffoxid als treibhausrelevante Emissionen erfasst. Weiters werden die von der Abfallwirtschaft erzeugte bzw. ins Netz eingespeiste Energie ausgewiesen. Für diesen durch die Abfallwirtschaft erbrachten energetischen Zusatznutzen werden Gutschriften für die Einsparung fossiler Energieträger errechnet (siehe Kapitel 3.3.5).

[25] Bei den Importen werden nur kommunale Abfälle, kommunale Klärschlämme und spezifische biogene gewerbliche Abfälle berücksichtigt. M.a.W.: Es gilt die gleiche Kategorisierung wie sie bei der Betrachtung von in Oberösterreich anfallender Abfällen gilt.

Abbildung 1: Systemgrenze für die in der Studie untersuchten Abfälle sowie Stoff- und Energieflüsse im Kontext der Abfallbehandlung



Quelle: Eigene Darstellung

3.2.6 Fokussierung der von der Abfallwirtschaft ausgelösten treibhauswirksamen Gase

In Auftrag gegeben wurde die Untersuchung und Bilanzierung der treibhausrelevanten Emissionen aus der oberösterreichischen Abfallwirtschaft. Die Betrachtung von nur einer Wirkungskategorie – dem anthropogenen Treibhauseffekt – stellt keine umfassende ökologische Analyse dar. Vielmehr handelt es sich um die Fokussierung auf eine - wenn auch in der jüngsten Vergangenheit in der Gesellschaft heftig diskutierte – Umweltauswirkung. Andere von der Abfallwirtschaft ausgelöste emissionsseitige Umweltauswirkungen, wie etwa human- und ökotoxische Effekte, Eutrophierung,

Geruchs- und Lärmbelastungen würden den beauftragten Rahmen sprengen und bleiben in dieser Arbeit daher ausgeklammert.

Als wesentliche Treibhausgase werden in der Wirkungsforschung fossiles Kohlendioxid, Methan, Distickstoffmonoxid (Lachgas), Schwefelhexafluorid, teilfluorierte und perfluorierte Kohlenwasserstoffe angeführt. Für die vorliegende Arbeit liegen nicht für alle diese Emissionen die erforderlichen Daten vor. Insbesondere betrifft dies die Vorstufen der Abfallbehandlung (indirekte Umweltauswirkungen). Die von der Abfallwirtschaft hauptsächlichen - auf direktem Weg emittierten - treibhauswirksamen Gase sind Kohlendioxid, Methan, Distickstoffmonoxid. Diese Gase werden hier mit ihren jeweiligen - durch IPCC definierten - Global Warming Potential (GWP) erfasst:[26]

Treibhausgas	**GWP**
Kohlendioxid, fossil (CO_2)	1
Methan (CH_4)	21[27]
Distickstoffmonoxid (Lachgas, N_2O)	310

3.2.7 Festlegung der einzelnen Prozesse für Behandlung und Ablagerung von Abfällen

Grundsätzlich werden die Abfallbehandlungsformen als Elemente des zu untersuchenden Systems betrachtet, wenn sie innerhalb der geografischen Grenzen von Oberösterreich liegen (räumliche Abgrenzung). Als Prozesse für die Abfallbehandlung werden festgelegt: 1. Massenabfall- und Reststoffdeponierung, 2. Thermische Behandlung, 3. Mechanische Behandlung und 4. Biotechnische Behandlung. Die jeweils anteiligen Prozesse für „Sammlung und Transport“ werden als ein Hauptprozess zusammengeführt und in Kapitel 4.6 gesamthaft dargestellt.

[26] Vgl. Umweltbundesamt (2009): Austria’s National Inventory Report, S. 58.
[27] Anmerkung: In der jüngsten IPCC-Studie wird für Methan bei einem 100-jährigen Betrachtungszeitraum nicht mehr von einem GWP von 21 ausgegangen, sondern von 25 (IPCC Fourth Assessment Report 2007, Kapitel 2, Table 2.14, Seite 212). Im Austria’s National Inventory Report 2009 und in der jüngsten Bundesländer-Schadstoffinventur wird - nach wie vor - der Faktor 21 herangezogen. Daher wird zum Zwecke der Vergleichbarkeit und Kompatibilität mit diesen Arbeiten für die vorliegende Studie ebenfalls der Faktor 21 verwendet.

ad 1. Massenabfall- und Reststoffdeponierung

Betrachtungsgegenstand im Rahmen der Deponierung von Abfällen sind ausschließlich Massenabfall- und Reststoffdeponien in Oberösterreich, da im Wesentlichen nur auf diesen Deponien in der Vergangenheit reaktionsfähige Abfälle abgelagert wurden. Baurestmassen- oder Bodenaushubdeponien werden aufgrund der inerten Eigenschaft der dort abgelagerten Abfälle mit einer Ausnahme[28] nicht berücksichtigt.

Die in der Bundesländer-Schadstoffinventur ausgewiesenen Emissionen aus der Deponierung beziehen neben jenen in Kapitel 4.2.3 aufgelisteten, teilweise auch als Altablagerungen definierten Deponien keine sonstigen Altablagerungen mit ein. Um die Konsistenz der Ergebnisse der Bundesländer-Schadstoffinventur und der Ergebnisse dieser Studie zu gewährleisten, wird hier der Auffassung des Umweltbundesamtes in Bezug auf die Wahl der Systemgrenzen gefolgt.

ad 2. Thermische Behandlung

Thermische Abfallbehandlungstechnologien umfassen reine Abfallverbrennungsanlagen sowie Mitverbrennungsanlagen in Oberösterreich. Wie bereits im Kapitel „Abgrenzung des Abfallbegriffs“ aufgezeigt, werden Anlagen, in denen Kunststoffpellets zum Einsatz gelangen (z.B. Hochofenprozess), die in Vorstufen aus Kunststoffabfall hergestellt wurden, aus der Betrachtung ausgeklammert, da diese Einsatzobjekte nicht als Abfall, sondern als Produkt anzusehen sind. Eine detaillierte Beschreibung der analysierten Anlagen befindet sich in Kapitel 4.3.

ad 3. Mechanische Behandlung

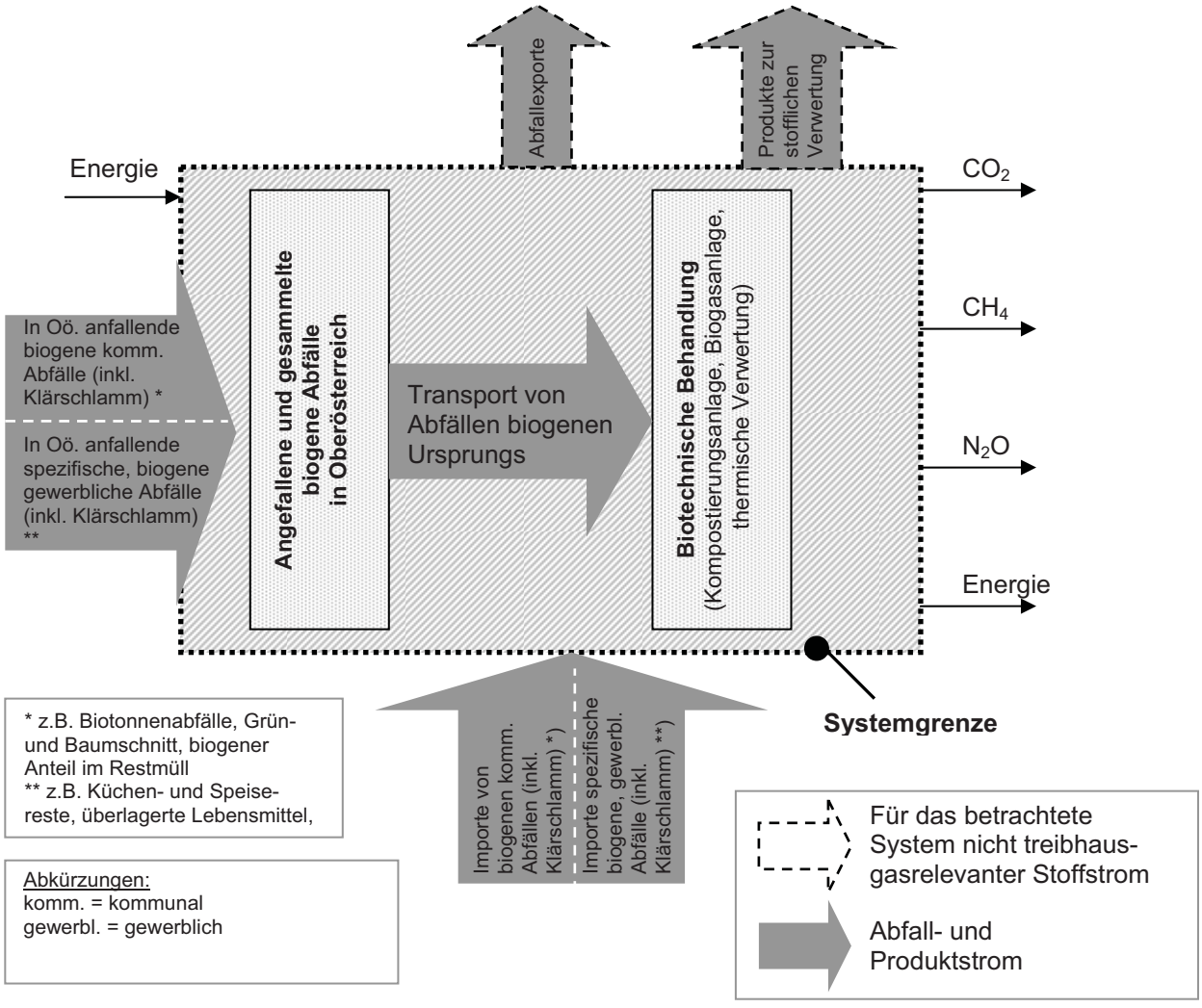
Als Datengrundlage für die Untersuchung von oberösterreichischen Sortieranlagen wurde die Auflistung der Sortieranlagen nach der abfallwirtschaftlichen Anlagen-datenbank des Umweltbundesamtes (UBA) herangezogen. Inkludiert in die Betrachtung sind klassische Sortieranlagen, die beispielsweise über Anlagenteile wie etwa Förderbänder, Windsichter und Zerkleinerer verfügen, sowie auch einfachere Formen wie etwa eine reine Bodensichtung.

[28] Siehe hierzu Tab. 4 in Kapitel 4.2.3

ad 4. Biotechnische Behandlung

Im Rahmen der biotechnischen Behandlung stehen jene Anlagen im Mittelpunkt, die Abfälle biogenen Ursprungs behandeln bzw. verwerten. In dieser Studie werden vorrangig Biogasanlagen und Kompostierungsanlagen fokussiert. Hinsichtlich der Biogasanlagen ist gemäß der mehrheitlich in den Anlagen eingesetzten Rohstoffe zwischen Abfallvergärungs-, NAWARO- und Klärschlammvergärungsanlagen zu unterscheiden. Neben der Verwertung der getrennt gesammelten Abfälle biogenen Ursprungs in Kompostierungsanlagen kann hier auch die Eigenkompostierung genannt werden, die in diesem Zusammenhang (vor allem auch hinsichtlich der klimarelevanten Emissionen) eine nicht unwesentliche Rolle spielt.

Abbildung 2: Systemgrenze für die in der Studie betrachteten „Abfälle bzw. Abfallanteile biogenen Ursprungs" sowie andere Stoff- und Energieflüsse im Kontext der Behandlung dieser Abfälle



Quelle: Eigene Darstellung

Die Ausführungen zu Abfallimporten und -exporten (siehe Kapitel 3.2.5) gelten analog für den Bereich der biogenen Abfallströme. Demnach werden neben den in Oö. angefallenen Abfällen biogenen Ursprungs auch jene miteinbezogen, die durch Importe in das Bundesland gelangen. Ausgeschlossen sind Abfälle biogenen Ursprungs, die zwar in Oberösterreich anfallen, jedoch exportiert werden.

Anhand der obigen Grafik werden die Systemgrenzen in Bezug auf kommunale und gewerbliche biogene Abfälle ersichtlich gemacht.

3.3 Berechnungsmodelle und -methoden

Im folgenden Kapitel werden überblicksmäßig die für die Bilanzierung der CO_2-Emissions-Äquivalente herangezogenen Berechnungsmodelle bzw. –methoden vorgestellt.

3.3.1 Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung

Die Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente, die aus der Deponierung von reaktiven Abfällen entstehen, folgt einem relativ aufwändigem Modell, das nicht nur die im Bilanzierungsjahr abgelagerten Abfälle berücksichtigt, sondern eine Zeitreihe von mehreren Jahrzehnten inkludieren muss, da abgelagerte Abfälle auf Massenabfalldeponien teilweise über 30 Jahre hinweg Deponiegase produzieren.

In der Praxis besteht eine Reihe von verschiedenen Methoden zur Ermittlung der auf Deponien entstehenden Gasmengen, wie etwa das Tabasaran-Rettenberger-Modell, das Modell von Marticorena oder das Ehrig-Modell.[29]
Die heute in Österreich verwendete Berechnungsmethode für Deponien ist die IPCC-Tier 2-Methode für Deponierung, welche seit 2005 für die Bundesländer-Schadstoffinventur angewandt wird. Diese auch FOD-Methode (First Order Decay) genannte Ermittlungsmethode stützt sich auf ein zeitabhängiges Emissionsprofil, das

[29] Hierzu ausführlich in Schachermayer 2005.

den tatsächlichen Abbauprozess von gebundenem Kohlenstoff im Abfall in Methan über die Jahre hinweg darstellt.[30]

Die Berechnung erfolgt in zwei Gleichungen, wobei die erste das bis zum Bilanzierungsjahr gebildete Methan und die zweite das nach Abzug der Gaserfassung und Methanoxidation in die Luft emittierte Methan bestimmt.[31]

Formel 1: Erste Gleichung zur Berechnung des bei Deponierung gebildeten Methans (nach IPCC Tier 2- Methodik)

$$CH_4 \text{ gebildet im Jahr t [Gg/a]} = \sum_x [(A \bullet k \bullet MSW_{feuchtT(x)} \bullet L_0(x)) \bullet e^{-k(t-x)}]$$

Für x = Anfangsjahr der Aufzeichnungen bis t

Quelle: IPCC-Guidelines, Chapter 3: Solid Waste Disposal, 3.9ff

Wobei:[32]

t..... Jahr der Inventur

x..... Jahre für die die Daten eingegeben werden sollen

A ..... (1 – e-k)/k; (0<A<1) Normalisierungsfaktor, der die Gesamtsumme korrigiert

k..... Methanbildungs-Geschwindigkeitskonstante [a-1]; k = ln2 / t•1/2

t•1/2..... Halbwertszeit

$MSW_{feuchtT(x)}$ ..... gesamter deponierter Restmüll (MSWfeucht) im Jahr x [Gg/a]

L_0 (x) ..... auf Grund des Kohlenstoffgehaltes maximal bildbare Methanmenge
= [MCF(x) • DOC(x) • DOCF • F • 16/12 [Gg CH4/Gg MSWfeucht]

MCF(x)..... Methan-Korrektur-Faktor im Jahr x (Anteil)

DOC(x)..... abbaubarer organischer Kohlenstoff im Jahr x (Anteil) [Gg C/Gg MSWfeucht]

DOC_F ..... dissimilierter Anteil des abbaubaren Kohlenstoffes

F..... Volumenanteil von Methan im Deponiegas

16/12..... Umrechnung von C zu CH_4

Formel 2: Zweite Gleichung zur Berechnung des bei Deponierung gebildeten Methans (nach IPCC Tier 2- Methodik)

$$CH_4 \text{ emittiert im Jahr t [Gg/a]} = (CH_4 \text{ gebildet im Jahr t} - R(t)) \bullet (1 - OX)$$

Quelle: IPCC-Guidelines, Chapter 3: Solid Waste Disposal, 3.8

[30] Vgl. IPCC Good Practice Guideance, S. 5.5.
[31] Vgl. IPCC Good Practice Guideance, S. 5.6f.
[32] Vgl. Schachermayer 2005, S. 23f.

Wobei:
R(t)..... erfasstes CH4 im Jahr der Inventur t [Gg/a]
OX..... Methanoxidationsfaktor (Anteil)

Eine genauere Beschreibung der in die Berechnung mit einfließenden Parameter und Prämissen erfolgt in Kapitel 4.2.3.

In die Bilanzierung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung fließen alle reaktionsfähigen, abgelagerten Abfälle mit ein, unabhängig davon, ob es sich um gewerbliche oder kommunale Abfälle handelt bzw. gehandelt hat. Wie in Kapitel 3.2.2 schon kurz angesprochen, wäre eine Auftrennung in diese beiden Kategorien aufgrund der komplexen Berechnungsmethode der CO_2-Emissionen und der schlechten Datenlage nicht möglich.

Weiters wird in dieser Studie die aus den Deponiegasen erzeugte Energie in Form von CO_2-Gutschriften berücksichtigt. Das bedeutet, dass durch Verstromung oder Erzeugung von Wärme aus Deponiegasen fossile Energieträger eingespart werden können, was zu einer Reduktion von treibhausrelevanten Emissionen führt (für nähere Informationen zur Gutschriftenberechnung siehe Kapitel 3.3.5).

Errechnet werden diese Gutschriften mithilfe des Software-Programms GEMIS (Globales Emissionsmodell integrierter Systeme), welches durch eine Emissions-Datenbank und zusätzliche Modellierungsoptionen die Berechnung von CO_2- (und anderen stofflichen) Emissionen aus verschiedensten Prozessen ermöglicht.

3.3.2 Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der thermischen Behandlung von Abfällen

Grundsätzlich unterscheidet der österreichische Gesetzgeber Verbrennungsanlagen von Mitverbrennungsanlagen. Während reine Abfallverbrennungsanlagen gemäß § 2 Emissionszertifikategesetz (EZG) vom Emissionshandel ausgenommen sind, nehmen Mitverbrennungsanlagen am Emissionshandel teil und haben daher ihre Treibhausgasemissionen zu überwachen (§ 7 EZG) und zu melden (§ 8 EZG). Die Überwachungs-, Berichterstattungs- und Prüfungs- Verordnung – kurz ÜBPV – regelt

diese Überwachungs- und Meldungspflicht und bietet verschiedene Erhebungsmodelle, wie etwa eine auf Berechnung beruhende Methodik und eine auf Messung beruhende Methodik. Die Messmethodik sollte jedoch nur dann angewandt werden, wenn sie ein genaueres Ergebnis als die Berechnungsmethodik liefert.

Die Berechnung der Emissionen aus der Verbrennung nach dem Standardverfahren folgt folgender Formel:

Formel 3: Berechnung der Emissionen aus der Verbrennung gemäß § 8 ÜBPV

Emissionen = Tätigkeitsdaten • unterer spezifischer Heizwert • Emissionsfaktor (• Oxidationsfaktor)

Quelle: § 8 ÜBPV 2007 (Überwachungs-, Berichterstattungs- und Prüfungs-Verordnung)

Wobei:

Tätigkeitsdaten:	Eingesetzte Mengen von Brennstoffen, Abfällen, Prozessrohstoffen
unterer spezifischer Heizwert:	Der untere spezifische Heizwert ist unter Berücksichtigung der Anforderungen von § 12 mittels einer Methodik zu ermitteln, die einer in Anhang 2 definierten Ebene entspricht
Emissionsfaktor:	ist aus dem Kohlenstoffgehalt des Brennstoffs oder Materials unter Berücksichtigung der Anforderungen von § 12 mittels einer Methodik zu ermitteln, die einer in Anhang 2 definierten Ebene entspricht
Oxidationsfaktor:.....	ist gleich 1 (100 v.H.) zu setzen

Bei rein biogenen Brennstoffen und rein biogenen Abfällen ist der Emissionsfaktor mit „0“ anzunehmen.

Da jedoch nicht gewährleistet werden kann, dass alle Betreiber einer Mitverbrennungsanlage tatsächlich die gleiche Methodik zur Berechnung der Treibhausgasemissionen verwenden, besteht das Risiko der Inkonsistenz der veröffentlichten Daten. Darüber hinaus besteht bei der thermischen Behandlung die Möglichkeit, die Emissionen getrennt nach Abfällen aus kommunalen und gewerblichen Quellen auszuweisen. Deswegen können im Rahmen dieser Studie die CO_2-Emissions-Äquivalente für die thermische Behandlung von Abfällen nicht aus öffentlichen Quellen entnommen werden, sondern werden nach einer einheitlichen Methodik – der IPCC-Methodik für Verbrennung von Abfällen – berechnet.

Die Formel zur Berechnung der Emissionen aus der Verbrennung lautet folgendermaßen:

Formel 4: IPCC-Methodik zur Berechnung der CO_2-Emissionen aus der Verbrennung

$$CO_2 \text{ Emissionen} = \Sigma_i \left(SW_i \bullet dm_i \bullet CF_i \bullet FCF_i \bullet OF_i \right) \bullet 44/12$$

Quelle: IPCC-Guidelines, Chapter 5: Incineration and Open Burning of Waste, 5.7

Wobei:

SW_i ..... Gesamtmenge der jeweiligen Abfallfraktion i (Feuchtsubstanz), die verbrannt wird

dm_i ..... Prozentueller Anteil der Trockensubstanz in der Abfallfraktion

CF_i ..... Prozentueller Kohlenstoffgehalt in der Trockensubstanz der Abfallfraktion

FCF_i ..... Fossiler Kohlenstoffanteil am Gesamtkohlenstoffgehalt

OF_i ..... Oxidationsfaktor (Annahme: 1)

44/12..... Umrechnungsfaktor von C auf CO2

i ..... Art der Abfallfraktion, die verbrannt wird

Für die Anwendung der IPCC-Methodik zur Abschätzung der CO_2-Emissionen aus der Verbrennung spricht:

- Es handelt sich um eine international anerkannte Richtlinie
- Einfache und praktikable Abschätzung der Treibhausgasemissionen
- Aufwändige Beprobungs- und Analyseverfahren – welche zu exakteren Ergebnissen hinsichtlich der Zusammensetzung des Abfalls führen würden – würden den Rahmen dieses Projekts sprengen

Grundsätzlich ergeben sich die klimawirksamen CO_2-Emissionen aus der Differenz der gesamten CO_2-Emissionen und der nicht klimarelevanten CO_2-Emissionen aus dem biogenen Anteil des Abfalls.

Bei der Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der thermischen Behandlung werden nur jene Mengen an Abfallfraktionen herangezogen, welche kommunalen Ursprungs sind. Zusätzlich werden auch jene Mengen miteinbezogen, welche gewerblichen Ursprungs und biogener Zusammensetzung sind („Aufweichung" der Grenzen der kommunalen Abfallwirtschaft). Die Zuordnung, welcher Anteil bei der jeweiligen Abfallfraktion gewerblich und welcher Anteil kommunal ist, wurde in Zusammenarbeit mit der Abteilung Umweltschutz des Amtes der Oö. Landesregierung

vorgenommen, indem versucht wurde, die Wege des Abfalls, der in die Verbrennung geht, bis zur Herkunft nachzuzeichnen. In den meisten Fällen war eine eindeutige Zuordnung möglich, in wenigen Fällen musste man zu Schätzwerten greifen.

Zusätzlich werden bei der Bestimmung der gesamten CO_2-Emissions-Äquivalente aus der thermischen Behandlung folgende Faktoren berücksichtigt:

- Fossile Brennstoffe für die Zusatzfeuerung bei Abfallverbrennungsanlagen bzw. für die Hauptfeuerung bei Mitverbrennungsanlagen verursachen zusätzliche Treibhausgasemissionen.
- Wie bei jedem Kraftwerk oder Industrieprozess ist für den Betrieb einer Verbrennungsanlage der Einsatz zusätzlicher Energie(träger), wie beispielsweise Strom oder Diesel, notwendig. Sofern Angaben über diesen zusätzlichen Energieverbrauch gemacht wurden, wird dieser in der Abschätzung der Treibhausgasemissionen mitberücksichtigt.
- Die erzeugte und ausgespeiste Energie aus der Abfallverbrennung dient als Grundlage für die Berechnung der CO_2-Gutschriften (siehe Kapitel 3.3.5).

Wie schon bei der Errechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung wird auch hier zur Berechnung der CO_2-Gutschriften und zur Berücksichtigung weiterer eingesetzter Energieträger (etwa für die Zusatzfeuerung) die Software-Programme UMBERTO (unter Einbezug der Eco Invent Datenbank) sowie GEMIS verwendet.

3.3.3 Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der mechanischen Behandlung

Da bei der mechanischen Behandlung von Abfällen keine direkten Umwandlungsprozesse von Kohlenstoff in CO_2 oder Methan vonstatten gehen, wird ausschließlich der Energie- und Ressourcenverbrauch am Betriebsgelände berücksichtigt.

In die Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente fließen daher folgende Faktoren ein:

- Verbrauch an elektrischer Energie (Strom in MWh)
- Verbrauch an thermischer Energie in MWh
- Treibstoffverbrauch für Fahrzeuge, Maschinen (Diesel und Benzin in l, Erdgas in Nm^3)
- Einsatz weiterer Brennstoffe für den Betrieb von Anlagenteilen (Kohle, Erdöl, Heizöl, etc. in t)

Die Berechnung der aus den einzelnen Energie- und Ressourcenverbräuchen entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente erfolgt mittels Multiplikation der Mengen mit Emissionsfaktoren.

3.3.4 Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der biotechnischen Behandlung

In der Literatur werden unterschiedliche Angaben zu den durch die Kompostierung und Eigenkompostierung verursachten Emissionen von CH_4 und N_2O gemacht. Hinsichtlich der Emissionsfaktoren für Methan und Lachgas wird im Austria's National Inventory Report (2008) und bei Brunner (2007) keine Unterscheidung zwischen Mietenkompostierung gesammelter biogener Abfälle und Eigenkompostierung vorgenommen, sondern die Emissionsdaten gleich gesetzt. Durch unsachgemäße Kompostierung, vor allem auch in Eigenkompostierungen, können anaerobe Zonen im Rottekörper entstehen, die zur vermehrten Bildung von klimarelevanten Gasen (Methan und Lachgas) führen. Diese Tatsache zeigt Amlinger (2002, 2003) in praxisnahen Versuchen auf, sodass es sinnvoll erscheint für die weiteren Bewertungen unterschiedliche Emissionen bei Mietenkompostierung und Eigenkompostierung anzusetzen.

Trotzdem werden in der durchgeführten Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente zur Veranschaulichung die Daten aller drei oben angeführten Literaturquellen verwendet (vgl. Kapitel 4.5.3). Der Szenarienvergleich wird jedoch mit durchschnittlichen Daten von Amlinger (2002, 2003) gerechnet (vgl. Kapitel 5.2.4).

3.3.5 Berechnung der CO_2-Gutschriften aus der Deponierung, thermischen und biotechnischen Behandlung

Neben der Abschätzung der direkt von der jeweiligen Abfallbehandlungsmethode ausgehenden CO_2-Emissions-Äquivalente (Basissystem) werden folglich jene Gutschriften ausgewiesen, welche sich durch die Substitution von fossilen Energieträgern ergeben (Äquivalenzsystem). Im konkreten Fall der Deponierung, thermischen und biotechnischen Behandlung werden aus einer brachliegenden Ressource – dem Abfall – im Zuge der Verbrennung von Deponie- oder Biogas bzw. der direkten Abfallverbrennung Strom und Wärme erzeugt und somit fossile Energieträger eingespart, welche sich als CO_2-Gutschriften darstellen lassen.
Für jene Menge an aus Abfall erzeugtem Strom und Wärme (in kWh) wird in Folge berechnet, wie viel Tonnen treibhausrelevante Gase ausgestoßen würden, wenn die gleiche Menge an Energie aus fossilen Energieträgern erzeugt werden würde. Anders formuliert, stellt die Verwertung von Abfällen in Form von Energieerzeugung einen Zusatznutzen dar, der in Form von Gutschriften ausgedrückt werden kann.

Da die Höhe der errechneten Gutschriften wesentlich vom gewählten fossilen Energieträger und ebenso vom gewählten Prozess (Nutzungsgrad, Leistung und Alter des Kraftwerks, etc.) im Äquivalenzsystem abhängt, werden die Gutschriften als eine Bandbreite ausgewiesen: Für alle drei Abfallbehandlungsvarianten wird berechnet, welche CO_2-Emissions-Äquivalente sich aus der Stromerzeugung durch ein im Wirkungsgrad optimiertes Gas- und Dampfturbinenkraftwerk (BVT, unter der Verwendung von Erdgas) und ein herkömmliches Steinkohlekraftwerk mit Dampfturbine ergeben würden (Standardprozess). Der kleinste Gutschriftenwert ergibt sich in Folge der niedrigeren CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Modellierung mittels des optimierten GuD-Kraftwerks, der größte Gutschriftenwert leitet sich aus der Modellierung mittels des Steinkohlekraftwerks mit höheren spezifischen Emissionen ab.

Analog dazu werden die Gutschriften aus der Erzeugung von Wärme (als Fernwärme) berechnet, zum Ausweisen der Gutschriften-Bandbreite werden jedoch die beiden Prozesse „Heizöl extraleicht“ (mit höheren CO_2-Emissions-Äquivalenten) und „Erdgas Brennwertkessel“ (mit niedrigeren Emissionswerten) herangezogen. Zu beachten sind

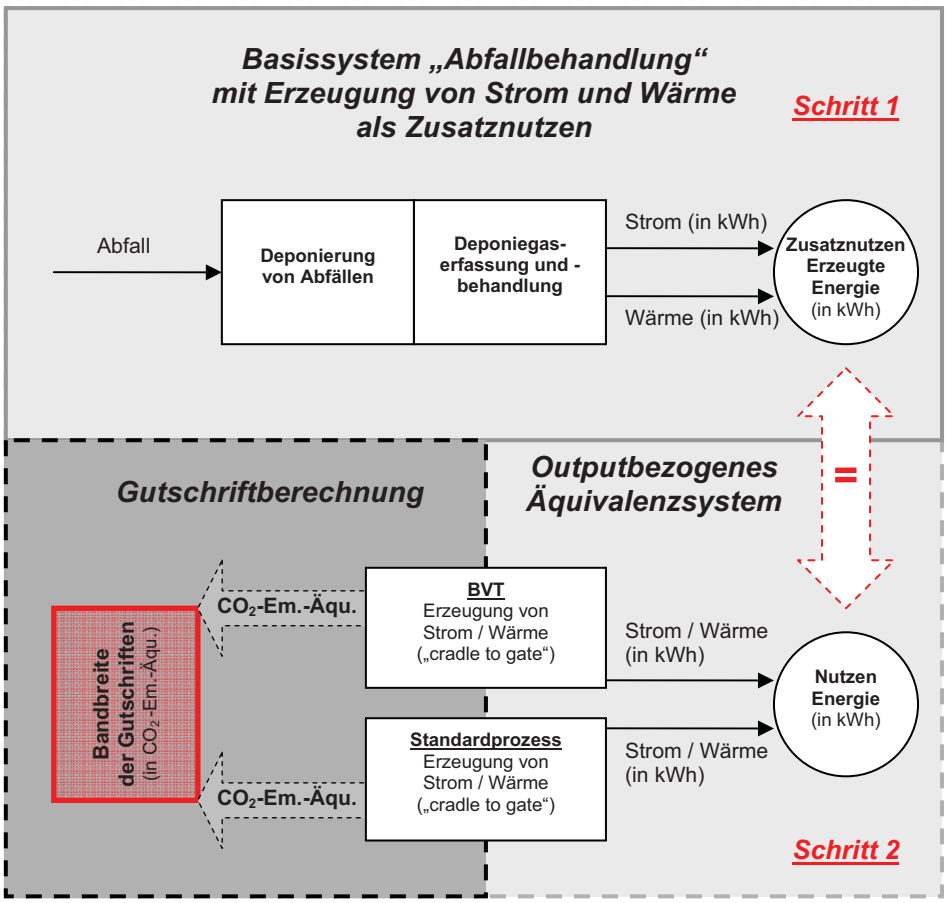
bei der Gutschriftenberechnung aus der Wärmeauskopplung jedoch noch die Verteilverluste, die sich bei der Fernwärmeverteilung ergeben und die beim Betrieb eines Öl- oder Gaskessels im Haushalt zur Raumheizung nicht anfallen.

Dieses Berechnungsmodell für CO_2-Gutschriften basiert auf der Grundlage, dass prinzipiell fossile Energieträger eingespart werden, unabhängig davon, ob die Einsparung durch den Einsatz von Abfall (als brachliegende Ressource) oder durch den Einsatz anderer umweltverträglicher Energieträger erfolgt. Im Modell wird daher auch berücksichtigt, dass es zu einem Unterschied führt, wenn etwa in der Zusatzfeuerung bei der thermischen Behandlung fossile Brennstoffe oder nachwachsende Rohstoffe eingesetzt werden. Wird etwa auf den Einsatz von fossilen Brennstoffen verzichtet, verringert sich dadurch die Lastschrift, was zu einer Erhöhung der saldierten Gutschriften führt. Zusätzlich liegt der Vorteil der verwendeten Methodik darin, dass sich verallgemeinerbare Ergebnisse erzielen lassen. Das heißt, dass die Anwendung dieser Methodik für alle drei Abfallbehandlungsarten (Deponierung, thermische und biotechnische Behandlung) die Vergleichbarkeit der Ergebnisse untereinander und mit anderen Gutschriftberechnungsergebnissen (letzteres bei gleicher Annahme der Anlagensubstitution und selber „Rechenlogik“) sicherstellt.

Die folgende Abbildung veranschaulicht die Vorgehensweise bei der Berechnung der Gutschriften aus der Deponierung von Abfällen. Das obere Rechteck repräsentiert das Basissystem der eigentlichen Abfallbehandlung und beschreibt die anfallenden Stoff- und Energieflüsse. Das rechte untere Rechteck stellt das Äquivalenzsystem auf der Stoff- und Energieflussebene dar, während das linke untere Rechteck die eigentliche Gutschriftenberechnung beschreibt.

Wie schon vorweg erwähnt, stellt das Modell nur die Schritte der CO_2-Gutschriftenberechnung dar. Die Beschreibung der Berechnungsmethodik für die Abschätzung der freigesetzten Emissionen aus der Deponierung (Entstehung von Deponiegasen) erfolgte schon in Kapitel 3.3.1. Die konkrete Abschätzung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung findet sich in Kapitel 4.2.3.

Abbildung 3: Vorgehensweise bei der Berechnung der CO_2-Gutschriften aus der DEPONIERUNG (keine Berücksichtigung der direkt aus der Deponierung entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente)



Quelle: Eigene Darstellung

Anmerkung: BVT = beste verfügbare Technik

Schritt 1: Durch die Erfassung und Verwertung von Deponiegas in Gasmotoren wird eine bestimmte Menge an Strom und Wärme erzeugt (Angabe in kWh).[33]

Schritt 2: Die bekannte Menge an erzeugter Energie stellt die Ausgangsbasis für die Berechnung der CO_2-Gutschriften dar. Wie schon beschrieben, erfolgt die Gutschriftenberechnung für die Deponierung durch die Modellierung von zwei stromerzeugenden Prozessen (GuD-Kraftwerk mit bester Technologie und Steinkohle-kraftwerk) und zwei Wärme erzeugenden Prozessen (Heizöl extraleicht und Erdgas Brennwertkessel). Man stellt sich also die Frage, welche CO_2-Emissions-Äquivalente

[33] Anmerkung: Die erzeugte Menge an Strom und Wärme ist bekannt und wurde durch die Studie Schachermayer / Lampert 2008 erhoben.

etwa ausgestoßen werden würden, wenn man die gleiche Menge Strom – die aus der Verwertung von Deponiegas erzeugt wird – mittels eines GuD-Kraftwerks bzw. eines Steinkohlekraftwerks herstellte. Aus der Modellierung mittels dieser je zwei Prozesse für Strom und Wärme ergibt sich eine Bandbreite an CO_2-Gutschriften, die den Zusatznutzen der Stromerzeugung aus Abfällen widerspiegelt. Durch die Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente-Gutschriften auf Basis „cradle-to-gate" („Wiege" bis „Werkstor-outputseitig") wird dem „Prinzip der ökologischen Angemessenheit" Rechnung getragen. Dieses Prinzip besagt, dass ökologisch-rationale Entscheidungen nur auf Grundlage von umweltbezogenen Daten über den gesamten ökologischen Lebenszyklus des betrachteten Systems erfolgen sollen.

Musterbeispiel:

Ausgangssituation:

Auf Deponie A werden durch die Verwertung des gesammelten Deponiegases pro Jahr 5.000 MWh Strom erzeugt (ab Werk) und ins Netz eingespeist (siehe Schritt 1). Die Modellierung der CO_2-Emissions-Äquivalente erfolgt mithilfe der Software UMBERTO (unter Einbeziehung der Eco Invent-Datenbank) und GEMIS.

Berechnung:

Schritt 2: Würde man diese Menge an Strom mit einem hinsichtlich des Nutzungsgrads optimierten GuD-Kraftwerk (BVT) herstellen, würden rund 2.100 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente gebildet werden. Würden die 5.000 MWh Strom durch ein herkömmliches Steinkohlekraftwerk mit höheren Emissionswerten erzeugt (Standardprozess), würden rund 4.000 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente dafür anfallen.[34]

Die Bandbreite der Gutschriften liegt also zwischen 2.100 und 4.000 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten. Das bedeutet, dass für die Erzeugung von 5.000 MWh Strom auf einer Deponie durchschnittlich rund 3.050 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente gutgeschrieben werden können.

Die Berechnung der CO_2-Gutschriften aus der thermischen Behandlung folgt grundsätzlich der gleichen Logik wie jener aus der Deponierung, jedoch muss das Berechnungssystem um eine Komponente ergänzt werden: Da in Abfallverbrennungsanlagen fossile Brennstoffe zur Zusatzfeuerung eingesetzt werden und in Mitverbrennungsanlagen weitgehend fossile Brennstoffe eingesetzt werden, stammt die erzeugte und ins Netz eingespeiste Energie (Strom und Wärme) nicht ausschließlich

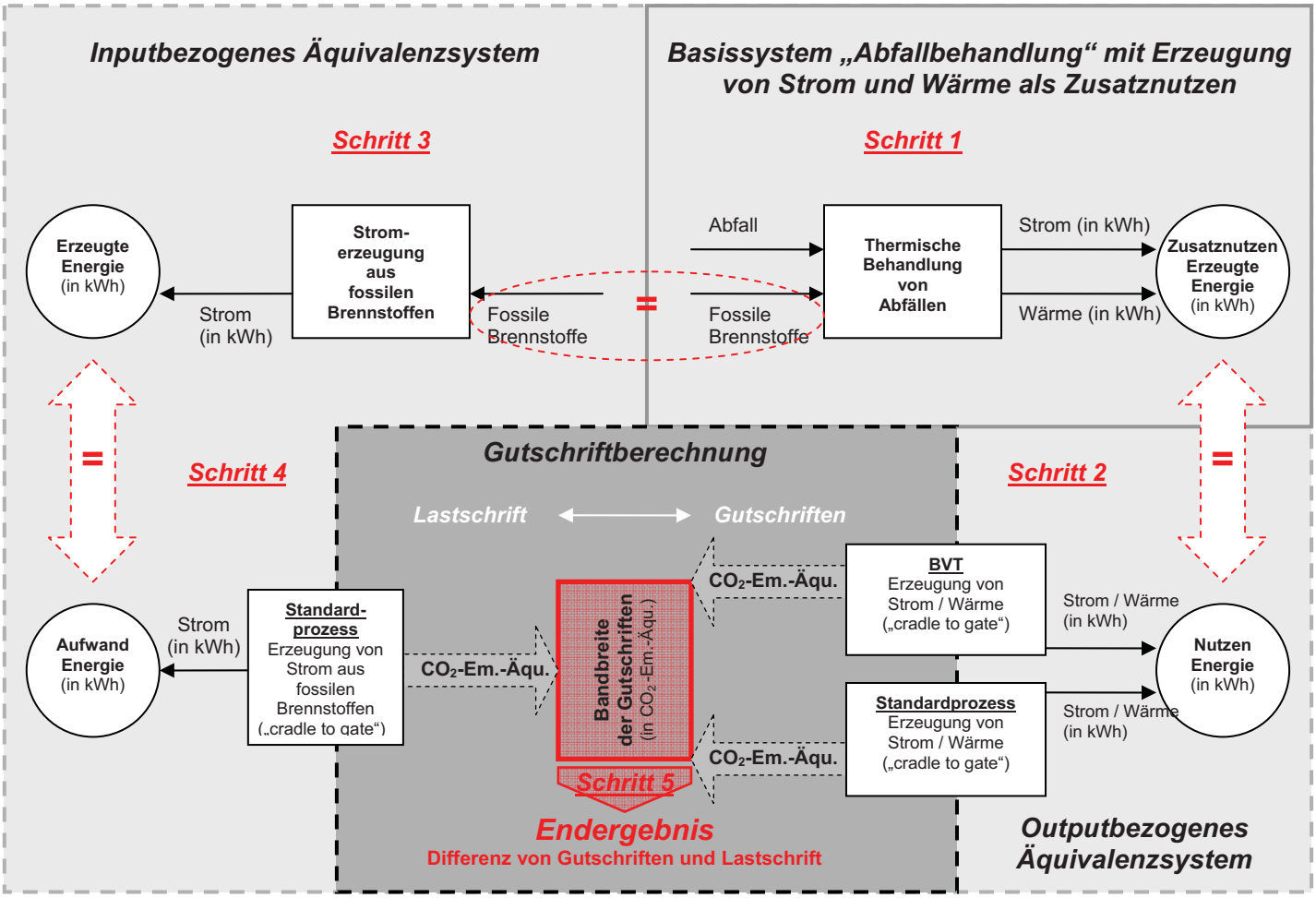
[34] Anmerkung: Diese beiden Werte errechnen sich mittels einer Modellierung durch die Stoffstrom-Software UMBERTO (unter Einbezug der Eco Invent-Datenbank) und berücksichtigen jeweils die Vorketten zur Herstellung von Strom.

von der Verbrennung von Abfällen. Würde man die Gutschriftenberechnung auf Basis der gesamt erzeugten und ins Netz eingespeisten Energie durchführen, würde dies in Folge zu überhöhten und nicht sachgerechten Gutschriften führen. Deswegen muss eine Allokation der erzeugten Energie auf die jeweiligen Einsatzfaktoren „Abfall“ und „fossile Brennstoffe“ durchgeführt werden.

Das Berechnungssystem wird daher durch das inputbezogene Äquivalenzsystem „Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen“ und der daraus resultierenden Errechnung einer Lastschrift aus dem Einsatz von fossilen Energieträgern ergänzt (siehe Schritt 3 und 4 bei Abbildung 4). Das Endergebnis kommt somit durch die Differenz von errechneten Gutschriften und Lastschriften zustande (siehe Schritt 5 bei Abbildung 4).

Auch hier dient das vorgestellte Modell lediglich zur Berechnung der CO_2-Gutschriften. Die Abschätzung der tatsächlichen CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen erfolgt in den Kapiteln 3.3.2 (Berechnungsmethodik) und 4.3.3 (Durchführung der Berechnung).

Abbildung 4: Vorgehensweise bei der Berechnung der CO_2-Gutschriften aus der THERMISCHEN BEHANDLUNG (keine Berücksichtigung der direkt aus der thermischen Behandlung entstehenden CO_2-Emissionen)



Legende:
- ☐ Stoff- und Energieflussebene
- ▩ Wirkungsebene

Quelle: Eigene Darstellung

Schritt 1: Aus der Verbrennung von Abfällen und fossilen Energieträgern entsteht Energie als Zusatznutzen in Form von Strom und Wärme.

Schritt 2: Ausgehend von der bekannten Menge an erzeugter Energie (in kWh) aus der thermischen Abfallbehandlung (Nutzen Energie) werden mittels des Software-programms UMBERTO (unter Einbezug der Eco Invent-Datenbank) bei der Einspeisung von Strom die CO_2-Emissions-Äquivalente für die zwei Varianten GuD-Kraftwerk (Gas; geringere CO2-Emissions-Äquivalente) und Steinkohlekraftwerk mit Dampfturbine (Steinkohle; höhere CO_2-Emissions-Äquivalente) modelliert. Bei der Einspeisung von Wärme ins Fernwärmenetz werden für die Errechnung der Gutschriften-Bandbreite die

beiden Prozesse Heizöl extraleicht und Erdgas Brennwertkessel herangezogen. Aus dieser Berechnung ergibt sich eine Bandbreite an möglichen CO_2-Gutschriften, wobei der Wert der jeweils besseren Technologie und somit der niedriger ausgewiesene CO_2-Emissions-Wert dem Vorsichtsprinzip entspricht (= geringere ausgewiesene CO_2-Emissions-Äquivalente und damit geringere CO_2-Gutschriften).

Durch die Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente-Gutschriften auf Basis „cradle-to-gate“ („Wiege“ bis „Werkstor-outputseitig“) wird - wie oben - dem „Prinzip der ökologischen Angemessenheit“ Rechnung getragen.

Schritt 3: Da die in der Verbrennung eingesetzten Mengen an fossilen Brennstoffen bekannt sind, lässt sich durch eine Modellierung errechnen, wie viel Strom in einem herkömmlichen stromerzeugenden Kraftwerk mit dieser Menge an fossilen Brennstoffen produziert werden könnte (= Inputbezogenes Äquivalenzsystem).[35] Die Modellierung wird mithilfe der Stoffffluss-Software UMBERTO (unter Einbezug der Eco Invent-Datenbank) vorgenommen.[36]

Schritt 4: Die im Schritt 2 modellierte Strommenge (Energie als Aufwand) wird analog zu Schritt 2 mit dem jeweiligen passenden Kraftwerksprozess in CO_2-Emissions-Äquivalente umgerechnet. Dem bei der Berechnung der CO_2-Gutschriften (Schritt 2) angewendeten Prinzip der ökologischen Angemessenheit“ wird nun bei der Berechnung der CO_2-Lastschriften das „Prinzip der ökologischen Vorsicht“ gegenübergestellt. Dies bedeutet, dass CO_2-Emissions-Äquivalente so berechnet werden, dass das Ergebnis die CO_2-Belastung des Brennstoffeinsatzes über den gesamten ökologischen Lebenszyklus repräsentiert und damit keinesfalls zu gering ausfällt.

Schritt 5: Die im Schritt 4 errechneten CO_2-Emissions-Äquivalente (Lastschrift) durch die Nutzung fossiler Brennstoffe (als Aufwand) werden von der zuvor errechneten Brutto-Gutschriften-Bandbreite abgezogen, woraus sich die tatsächliche Bandbreite an Gutschriften ergibt (= Netto-Gutschriften-Bandbreite = Endergebnis).

[35] Anmerkung: Die Daten zur eingesetzten Menge an fossilen Brennstoffen in die thermische Behandlung wurden im Rahmen einer schriftlichen Befragung bei den Anlagenbetreibern erhoben.
[36] Anmerkung: Um die funktionelle Äquivalenz zu wahren, werden in Schritt 2 bei der Modellierung die Vorketten zur Produktbereitstellung nicht berücksichtigt, da bei Schritt 1, also im Basissystem der Abfallbehandlung die Vorketten ebenfalls unberücksichtigt bleiben.

Musterbeispiel:

Ausgangssituation:

In der thermischen Behandlungsanlage A werden jährlich 100.000 MWh Strom erzeugt (ab Werk) und ins Netz eingespeist. Neben den eingesetzten Abfällen (200.000 Tonnen) werden zusätzlich 1.000 Tonnen Heizöl schwer und 10.000 m^3 Erdgas für die Zusatzfeuerung benötigt. Die Modellierung der CO_2-Emissions-Äquivalente wird wiederum mithilfe der Software UMBERTO (unter Einbezug der Eco Invent-Datenbank) und GEMIS vorgenommen.

Berechnung:

Die erzeugte Strommenge von 100.000 MWh Strom beinhaltet die Energie des Abfalls sowie der fossilen Energieträger, für die keine Gutschriften ausgewiesen werden dürfen. Daher muss in Folge eine Allokation der erzeugten Strommenge auf die Quelle (Abfall und fossile Brennstoffe) durchgeführt werden, um die Gutschriften sachgerecht ausweisen zu können.

In Schritt 2 wird vorerst die Gutschriften-Bandbreite errechnet: Würde man die erzeugte Strommenge (100.000 MWh) mit einem hinsichtlich des Nutzungsgrads optimierten GuD-Kraftwerk herstellen (BVT), würden rund 42.000 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente entstehen. Würden die 100.000 MWh Strom durch ein herkömmliches Steinkohle-Kraftwerk mit höheren Emissionswerten erzeugt (Standardprozess), würden rund 98.000 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente dafür anfallen.[37] Die hier errechnete Bandbreite der Gutschriften liegt also zwischen 42.000 und 98.000 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten für die Bereitstellung von 100.000 MWh Strom.

Schritt 3: Für jene eingesetzten 1.000 Tonnen Heizöl und 10.000 m^3 Erdgas wird in einem ersten Schritt modelliert, wie viel Strom in einem herkömmlichen Kraftwerk daraus gewonnen werden könnte (=Inputbezogenes Äquivalenzsystem).[38] Aus 1.000 Tonnen Heizöl schwer könnten in einem herkömmlichen Öl-Kraftwerk rund 2.500 MWh Strom erzeugt werden, aus 10.000 m3 Erdgas lassen sich etwa 40 MWh Strom erzeugen.

Genauso wie in Schritt 2 wird bei Schritt 4 für die modellierte Strommenge (Energie als Aufwand) von 2.540 MWh errechnet, welche Emissionen anfallen würden, wenn diese Menge durch ein optimiertes GuD-Kraftwerk bzw. durch ein herkömmliches Heizöl-Kraftwerk erzeugt werden würde. Die Modellierung mittels UMBERTO/ Eco Invent ergibt für diese Strommenge unter Einbezug der beiden Kraftwerksprozesse CO_2-Emissions-Äquivalente von insgesamt rund 2.000 Tonnen. Die Netto-CO_2-Gutschriften (nach Abzug der Lastschriften) bewegen sich also zwischen 40.000 und 96.000 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten.

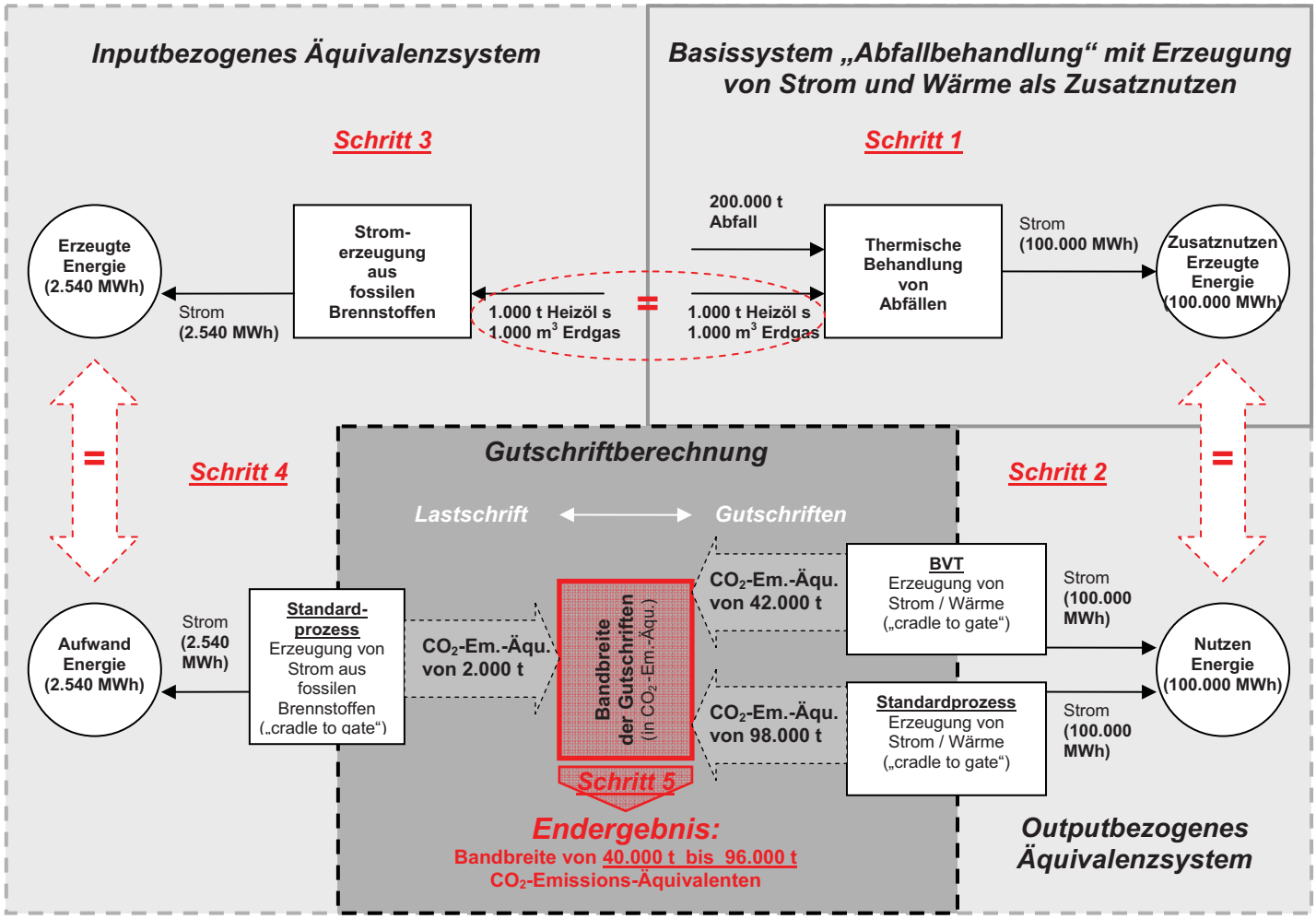
---

[37] Anmerkung: Diese beiden Werte errechnen sich mittels einer Modellierung durch die Stoffstrom-Software UMBERTO (unter Einbezug der Eco Invent-Datenbank) und berücksichtigen jeweils die Vorketten zur Herstellung von Strom.

[38] Für Heizöl, schwer wird zur Modellierung ein herkömmliches stromerzeugendes Heizöl-Kraftwerk herangezogen, für Erdgas ein herkömmliches stromerzeugendes GuD-Kraftwerk. Datenbasis ist das Software-Programm UMBERTO unter Einbeziehung der Eco Invent-Datenbank. Die Vorketten zur Produktbereitstellung werden aufgrund der notwendigen funktionellen Äquivalenz zum Basissystem „Abfallbehandlung“ nicht berücksichtigt.

In der folgenden Abbildung sind die im Musterbeispiel verwendeten Zahlen im Modell eingesetzt.

Abbildung 5: MUSTERBEISPIEL – Berechnung der CO_2-Gutschriften aus der THERMISCHEN BEHANDLUNG (keine Berücksichtigung der direkt aus der thermischen Behandlung entstehenden CO_2-Emissionen)



Legende:
- ☐ Stoff- und Energieflussebene
- ▩ Wirkungsebene

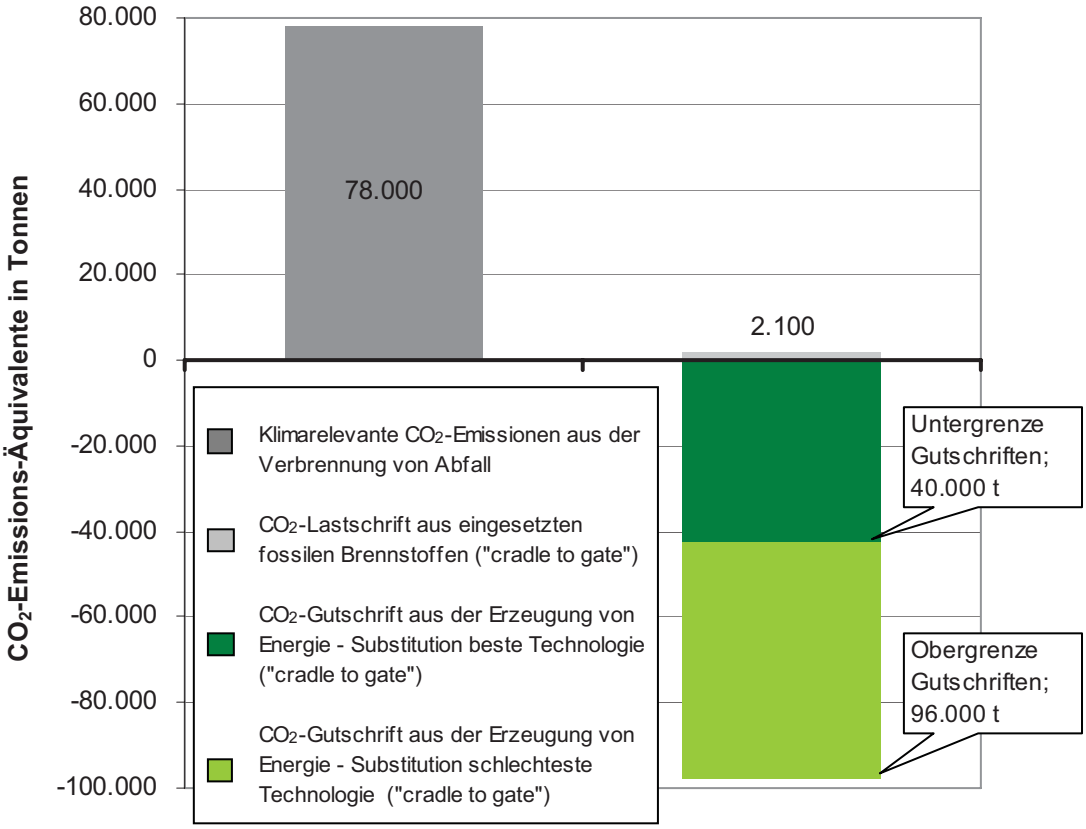
Quelle: Eigene Darstellung

Eine grobe Abschätzung der tatsächlichen CO_2-Emissionen für den Einsatz von 200.000 Tonnen Abfällen in die Verbrennung – wie im Musterbeispiel angegeben – beläuft sich auf rund 78.000 Tonnen klimarelevante CO_2-Emissionen.[39] Der Vergleich dieses Werts mit den errechneten Gutschriften (40.000 – 96.000 Tonnen) zeigt, dass je nachdem, welcher Äquivalenzprozess betrachtet wird (BVT oder Standardprozess), der Einsatz von Abfällen zur Erzeugung von Strom zu einem Zusatznutzen von 18.000

[39] Anmerkung: Hierbei handelt es sich um eine Abschätzung aufgrund bereits berechneter Daten für Abfallverbrennungsanlagen und um eine Hochrechnung mittels der Inputmenge von 200.000 Tonnen Abfällen.

Tonnen eingesparten CO_2-Emissionen bzw. es zu einer Belastung von 38.000 Tonnen CO_2 für 100.000 MWh Strom führen kann.

Abbildung 6: MUSTERBEISPIEL – Vergleich der klimarelevanten CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen mit den errechneten CO_2-Gutschriften



Quelle: Eigene Darstellung

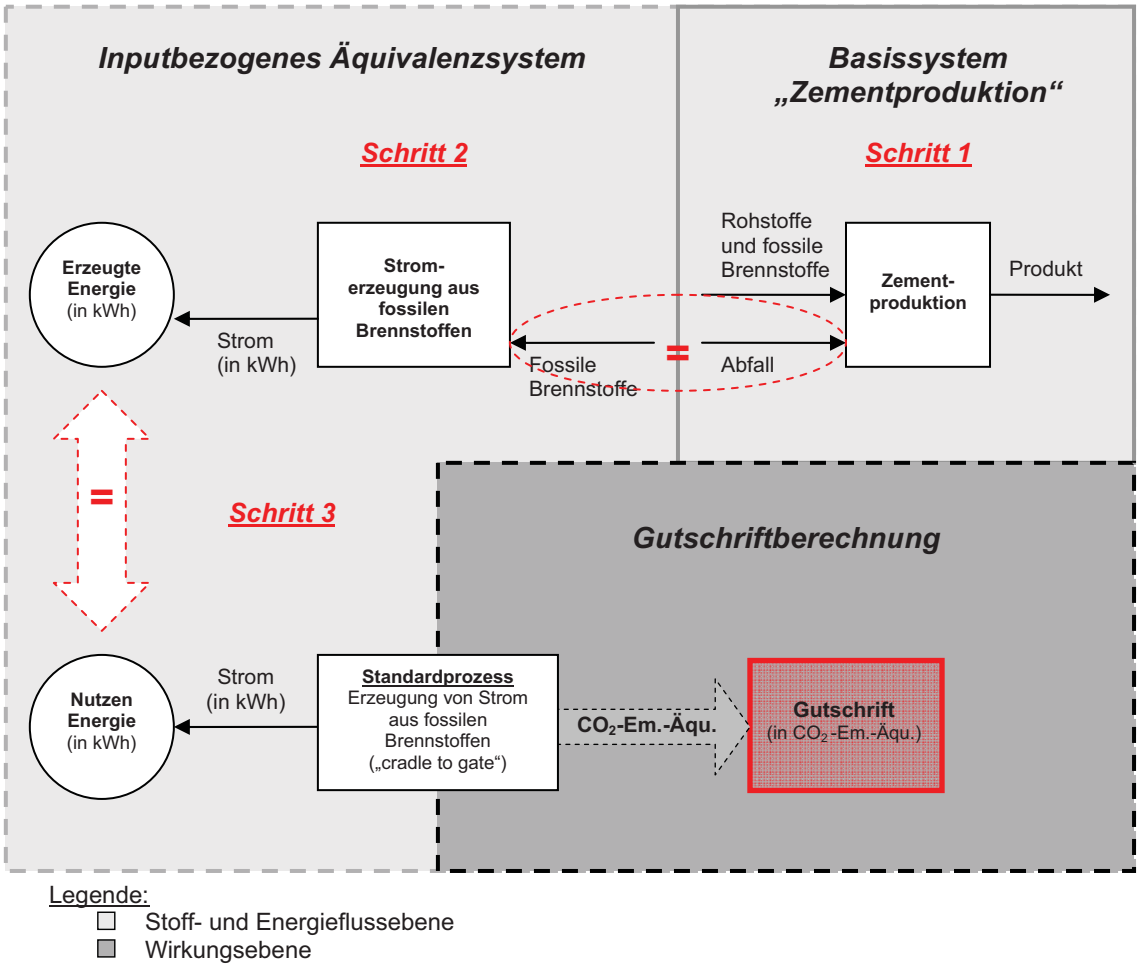
Da in Oberösterreich im Rahmen der thermischen Behandlung aus Abfällen nicht immer nur Strom oder Wärme erzeugt wird, sondern Abfälle auch in der Zementindustrie eingesetzt werden, wo keine Energie ins Strom- oder Fernwärmenetz eingespeist wird, muss ein weiteres Modell für die Gutschriftenberechnung erstellt werden.

Der wesentliche Unterschied zum zuvor dargestellten Berechnungsmodell für die thermische Behandlung liegt darin, dass hier die Ausgangsdaten nicht die erzeugte Strom- oder Wärmemenge sind (also outputseitig), sondern die Menge an inputseitigem eingesetzten Abfall, wodurch fossile Energieträger eingespart werden. Die Berechnung der CO_2-Gutschriften für die Zementindustrie erfolgt daher durch ein inputbezogenes

Äquivalenzsystem, in dem modelliert wird, wie viel fossile Energie (in MWh) durch den Einsatz von Abfall substituiert wird, und wie viel CO_2-Emissions-Äquivalente dadurch eingespart werden können.

Die folgende Grafik veranschaulicht die Vorgehensweise bei der Berechnung der CO_2-Gutschriften aus der thermischen Behandlung in der Zementindustrie.

Abbildung 7: Vorgehensweise bei der Berechnung der CO_2-Gutschriften aus der THERMISCHEN BEHANDLUNG - MITVERBRENNUNG ZEMENTINDUSTRIE (keine Berücksichtigung der direkt aus der thermischen Behandlung entstehenden CO_2-Emissionen)



Quelle: Eigene Darstellung

Schritt 1: Ausgangslage für die Berechnung der Gutschriften ist das Basissystem „Zementproduktion“, in dem die Herstellung des Produktes Zement unter Einsatz von diversen Rohstoffen, fossilen Brennstoffen und auch Abfall dargestellt wird. Die

bekannte Größe in diesem System ist die Menge an eingesetztem Abfall, sowie die Menge der dadurch eingesparten fossilen Energieträger.[40]

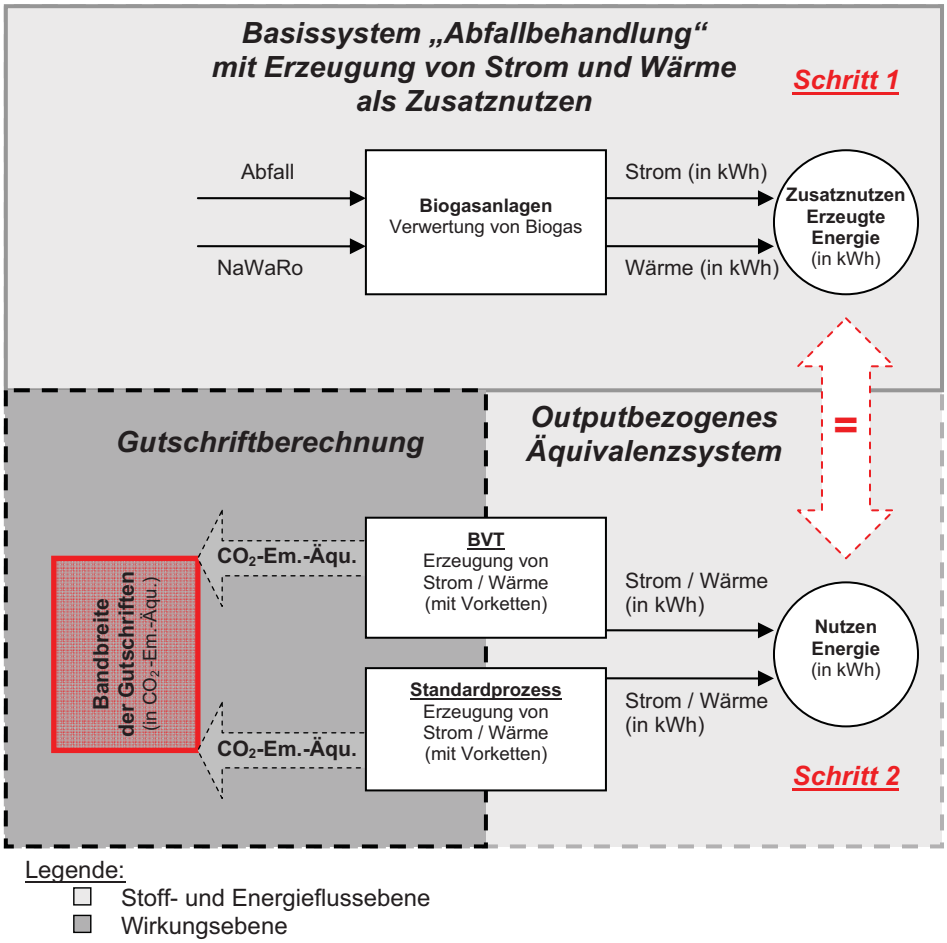
Schritt 2: Aus der bekannten Menge an eingesparten fossilen Energieträgern (Steinkohle) lässt sich modellieren, wie viel Strom durch diese eingesparten Energieträger erzeugt werden könnte.

Schritt 3: Aus der modellierten Menge an möglicher erzeugten Energie aus fossilen Energieträgern errechnet man in einem letzten Schritt mithilfe der Software UMBERTO (unter Einbezug der Eco Invent-Datenbank) und GEMIS, welche CO_2-Emissions-Äquivalente eingespart wurden.

Neben den CO_2-Gutschriften aus der Deponierung und thermischen Abfallbehandlung sollen des Weiteren jene aus der durch die Abfallvergärungsanlagen entstehende Gutschriften berechnet werden. Die Berechnung der direkt aus der biotechnischen Abfallbehandlung entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente wird in Kapitel 4.5.3 beschrieben.

[40] Anmerkung: Die Angabe der durch den Einsatz von Abfall eingesparten Menge an fossilen Energieträgern (in MWh und in Tonnen Steinkohle) erfolgte durch die Anlagenbetreiber im Rahmen der schriftlichen Befragung.

Abbildung 8: Vorgehensweise bei der Berechnung der CO_2-Gutschriften aus der BIO-TECHNISCHEN BEHANDLUNG (keine Berücksichtigung der direkt aus der biotechnischen Behandlung entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente)



Quelle: Eigene Darstellung

Schritt 1: Aus der Verbrennung des Biogases, das aus den Abfällen in Biogasanlagen gewonnen wird, entsteht Energie als Zusatznutzen in Form von Strom und Wärme. In den Biogasanlagen werden neben Abfallstoffen auch Nachwachsende Rohstoffe (NaWaRos), landwirtschaftliche Nebenprodukte und Wirtschaftsdünger verarbeitet. In den seitens des Landes Oberösterreich als Abfallvergärungsanlagen definierten Biogasanlagen beträgt der Energieanteil des biogenen Abfalls rund 55% (ohne Abfälle aus der Landwirtschaft inkl. Fest- und Flüssigmist).

Für die Gutschriftenbewertung im Basisszenario und im Szenario 2 wird angenommen, dass der elektrische Wirkungsgrad in allen Biogasanlagen gleich groß ist und die Wärmeauskopplung ebenfalls zu den gleichen Prozentsätzen erfolgt. Damit wird es möglich, die abgegebenen Strom- und Wärmemengen prozentuell dem Abfallinput

zuzuordnen. In den Szenarien 1, 3 und 4 jedoch wird keine Verteilung der Energieproduktion in Wärme und Strom vorgenommen, sondern das erzeugte Biogas als Erdgassubstitut betrachtet (vgl. Kapitel 5.2.2).

Schritt 2: Ausgehend von der bekannten Menge an erzeugten Strom (in kWh) im Basissystem „Abfallvergärungsanlage“ (Nutzen Energie) werden mittels des Softwareprogramms UMBERTO (unter Einbezug der Eco Invent-Datenbank) die CO_2-Emissions-Äquivalente für die zwei Varianten GuD-Kraftwerk (geringere CO_2-Emissions-Äquivalente) und Steinkohlekraftwerk mit Dampfturbine (Steinkohle; höhere CO_2-Emissions-Äquivalente) modelliert. Aus dieser Berechnung ergibt sich eine Bandbreite an möglichen CO_2-Gutschriften, wobei der Wert der jeweils besseren Technologie und somit der niedriger ausgewiesene CO_2-Emissions-Wert dem Vorsichtsprinzip entspricht (= geringere ausgewiesene CO_2-Emissions-Äquivalente und damit geringere CO_2-Gutschriften) und für eine längerfristige Betrachtung verwendet werden soll.

Ausgehend von dem im Basissystem bekannten Menge an außerhalb der Anlage verwerteter Wärme (in kWh) wird ein Verteilungsverlust von 10% angenommen, damit die für die Nutzung abgegebene Wärmemenge direkt mit der Nutzwärme nach einem fossilen Warmwasserkessel verglichen werden kann. Als fossile Kessel wurden einerseits ein Gasbrennwertkessel und andererseits ein atmosphärischer Kessel, der mit Heizöl extra leicht betrieben wird, angenommen. Aus dieser Berechnung ergibt sich eine Bandbreite an möglichen CO_2-Gutschriften für die Wärmebereitstellung, wobei der Wert der jeweils besseren Technologie und somit der niedriger ausgewiesene CO_2-Emissions-Wert dem Vorsichtsprinzip entspricht (= geringere ausgewiesene CO_2-Emissions-Äquivalente und damit geringere CO_2- Gutschriften). Dieser niedrige Wert sollte wiederum für längerfristige Betrachtungen verwendet werden.

4 Kommunale Abfallbehandlungsanlagen in Oberösterreich und Abschätzung der entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente

Die Klimarelevanz der Abfallwirtschaft ergibt sich dadurch, dass vom Anfall der Abfälle bis zu deren Verwertung oder Beseitigung treibhauswirksame Gase entstehen bzw. entstehen können. Diese Betrachtung schließt die Bereiche Sammlung und Transport von Abfällen und Altstoffen sowie die hierdurch ausgelösten treibhauswirksamen Gase mit ein („emissionsseitige Betrachtung von Abfallbehandlung und Abfalltransporte“).

Das nachfolgende Kapitel stellt eine Übersicht über alle für diese Studie relevanten Abfallbehandlungstechnologien dar, sowie eine Abschätzung der jeweils entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente mit den zugrunde liegenden Mengengerüsten an behandelten Abfällen.

4.1 Die relevanten Abfallbehandlungsformen und Mengenströme in Oberösterreich – Übersicht

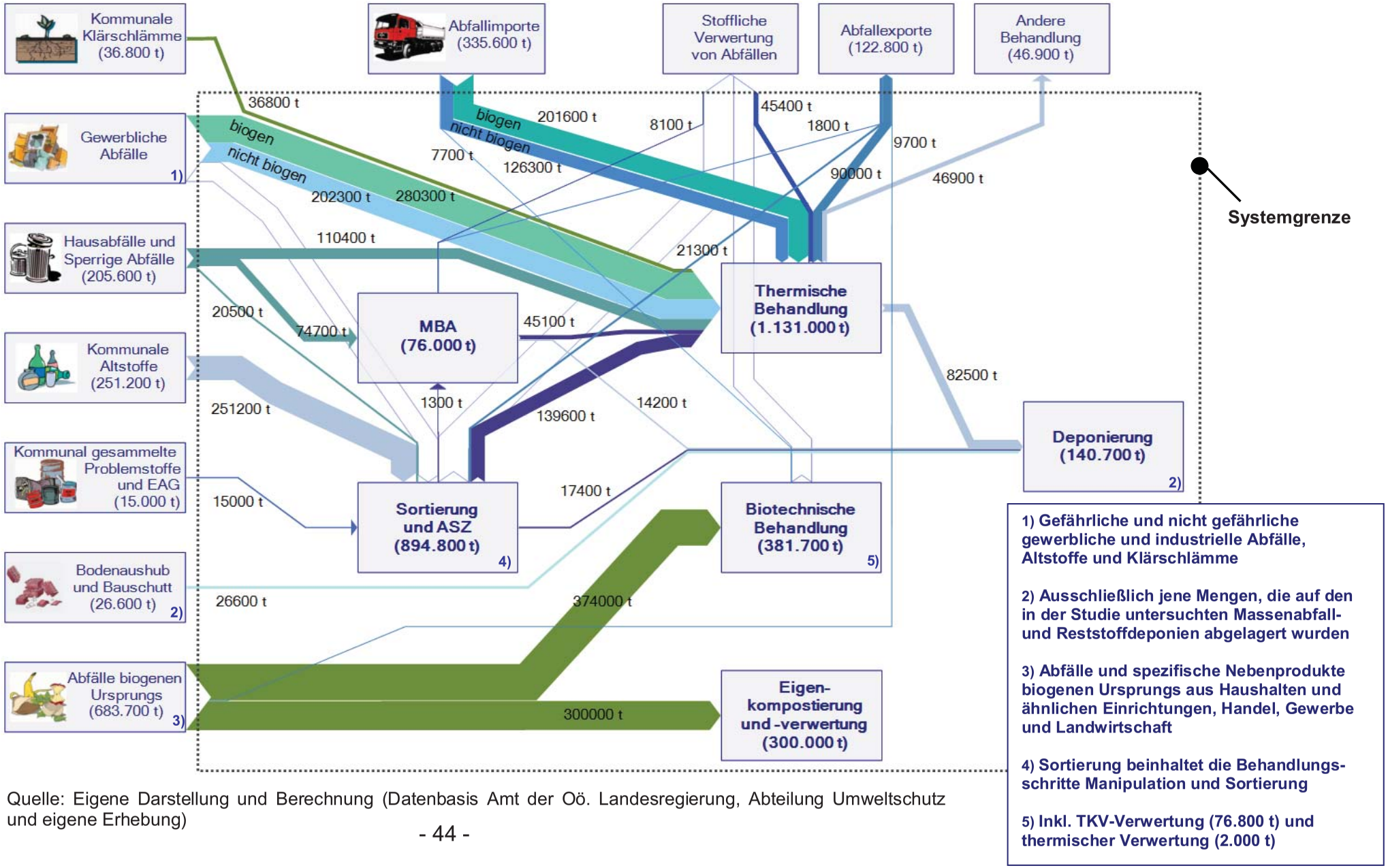
Im Rahmen dieser Studie werden folgende vier Abfallbehandlungstechnologien inklusive deren treibhausrelevanten Emissionen untersucht:

- Massenabfall- und Reststoffdeponierung
- Thermische Behandlung
- Mechanische Behandlung
- Biotechnische Behandlung

Als ein alle diese vier Themenbereiche umspannendes Untersuchungsgebiet werden in Folge auch Sammlung und Transport der Abfälle näher beleuchtet.

Die folgende Abbildung stellt die Mengenflüsse der in Oberösterreich anfallenden und behandelten Abfälle als Sankey-Diagramm dar. Die Daten für die Darstellung der Abfallmengen stammen zum einen aus dem Oö. Abfallbericht 2007, zum anderen aus den von den Anlagenbetreibern ausgefüllten Datenerhebungsblättern.

Abbildung 9: Mengenströme der in Oö. angefallenen und behandelten kommunalen und spezifischen biogenen gewerblichen Abfälle für das Jahr 2007



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Datenbasis Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz und eigene Erhebung)

Zu Abbildung 9 sind folgende Punkte anzumerken:

- Die im Rahmen dieser Studie nicht erhobenen Mengenströme sind als weiße Sankey-Pfeile (mit blauer Umrandung) dargestellt (etwa gewerbliche Abfälle in die Sortierung bzw. sortierte Abfälle oder Rückstände aus der biotechnischen Behandlung zur stofflichten Verwertung).
- Die Abfallmengen in die Sortierung beinhalten zum Teil den 1. und 2. Behandlungsschritt (d.h. Manipulation und Sortierung). Dies führt zu einer teilweisen doppelten Erfassung der Mengen in die mechanische Behandlung, weshalb sich die relativ hohe Inputmenge ergibt.
- Die in der Grafik dargestellten Mengen an anfallendem Bodenaushub und Bauschutt sind nur jene, die auf den in der Studie untersuchten Deponien abgelagert wurden.
- Der Behandlungsschritt Deponierung umfasst nur jene in der Studie untersuchten neun Massenabfall- bzw. Reststoffdeponien (siehe Kapitel 4.2.1). Bodenaushub- und Baurestmassendeponien sind aus der Betrachtung der Mengenflüsse ausgenommen.

4.2 Massenabfall- und Reststoffdeponierung und Abschätzung der entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente

Besonders relevant für die Ermittlung der Emissionen aus der Massenabfall- und Reststoffdeponierung ist neben deponiebezogenen Rechtsgrundlagen (abfall-, wasser- und gewerberechtliche Genehmigungen) die Deponieverordnung 2008. Gemäß § 6 Abs. 1 Deponieverordnung 2008 dürfen nur behandelte Abfälle deponiert werden.[41] Insbesondere werden in § 5 Abs. 4 und 5 Deponieverordnung 2008 bestimmte zu erfüllende Kriterien des auf Reststoff- bzw. Massenabfalldeponien abgelagerten Abfalls genannt, wie etwa begrenzte TOC-Werte (total organic carbon) von 0,5% Kohlenstoffgehalt im Feststoff für die Annahme von Abfällen bei Reststoffdeponien und 5% bei Massenabfalldeponien. Dies soll insgesamt zu einer Reduktion der aus abgelagerten Abfällen entstehenden treibhausrelevanten Methangas-Emissionen führen.

Wie schon in Kapitel 3.2 Systemgrenzen beschrieben, werden folgende treibhausrelevante Emissionen betrachtet: Kohlendioxid (CO_2), Methangas (CH_4) und Lachgas (N_2O). Bei der Deponierung von reaktionsfähigen Abfällen wird vor allem Methan emittiert. Jene Kohlendioxid-Emissionen, welche auf den Deponien durch den Abbau von organischen Substanzen entstehen, werden als klimaneutral eingestuft, da im Sinne des CO_2-Kreislaufes der emittierte Kohlenstoff beim Aufbau der organischen Substanz der Atmosphäre entzogen wurde und es daher zu keiner zusätzlichen Belastung durch das Treibhausgas kommt.

Der Methangasbildungsprozess lässt sich chemisch durch die vier Phasen der Hydrolyse, der Versäuerung, der Azetatbildung und der stabilen Methanphase beschreiben. Voraussetzung für die Bildung von Methangas ist der mikrobielle Abbau von Kohlenstoff unter anaeroben Bedingungen, wie sie großteils innerhalb des Deponiekörpers bestehen.[42] Der Zeithorizont, bis sich die Methanbildung der Null

[41] Dies gilt nicht für Inertabfälle oder andere Abfälle, bei welchen unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsprinzips eine entsprechende Behandlung nicht zu einer Verringerung der Abfallmenge oder der Gefährdung der menschlichen Gesundheit oder der Umwelt zur Verwirklichung des Ziels in § 1 beiträgt (siehe § 6 Abs. 1 Z 1).

[42] Unter aeroben Bedingungen baut sich Kohlenstoff zu Wasser und Kohlendioxid ab, welches als klimaneutral angesehen wird.

annähert, wird in diversen Studien unterschiedlich lang angesetzt und hängt von weiteren Bedingungen ab, die ebenfalls die Menge an produziertem Methangas bestimmen (wie etwa Deponiegröße, -form und -höhe, Wasserdurchlässigkeit, Verdichtung der Materialien, meteorologische Voraussetzungen, etc.). Grundsätzlich kann man jedoch davon ausgehen, dass eine Deponie, auf der in der Vergangenheit reaktive Abfälle mit hohen Kohlenstoffgehalten abgelagert wurden, mehrere Jahrzehnte lang ausgast.

Um das von Deponien ausgehende Treibhausgaspotential weiter zu senken, wird in § 31 Deponieverordnung 2008 bestimmt, wie die Deponiegasbehandlung zu erfolgen hat. Wird eine aktive Entgasung bei der Deponie durchgeführt, ist das gesammelte Deponiegas vorrangig einer Verwertung oder, wenn dies nicht möglich ist, einer Beseitigung durch Abfackelung zuzuführen.[43]

In Oberösterreich erfolgt die Ablagerung von reaktiven Abfällen seit dem Jahr 1995 auf geordneten Deponien. Die Anzahl der Deponien ohne Gaserfassung vor dem Jahr 1995 erhöht sich, je weiter man in die Vergangenheit geht. Schätzungen zufolge wurden Ende der 70er Jahr ca. 35 – 40% des gesamten in Oberösterreich anfallenden Haushaltsabfalls auf Deponien ohne Gaserfassungssysteme abgelagert.
Diese Deponien sind vom Umweltbundesamt als Altablagerungen registriert bzw. im Verdachtsflächenkataster eingetragen.

Auf jenen abgeschlossenen Deponien sind in den Jahren 1970 – 2000 ca. 2,1 Mio Tonnen Hausabfälle, sperrige Abfälle und Gewerbeabfälle abgelagert worden, die noch heute klimarelevant im Sinne einer Ausgasung sind. Die übrigen Deponien beinhalten keine für die Gasentwicklung relevanten Abfälle wie etwa Bauschutt oder Aushub oder sind schon älter als 30 Jahre und daher für die Gasentwicklung nicht mehr wesentlich.[44]

[43] Vgl. § 31 Abs. 1 Deponieverordnung 2008.
[44] Vgl. Floegl, W.: Klimarelevanz der Deponien in Oberösterreich. 2002. S. 13f.

4.2.1 Sachstand der Deponierung von Abfällen in Oberösterreich

Parallel zur Reduktion der Mengen an deponierten Abfällen hat sich auch die Anzahl der sich in Betrieb befindlichen Massenabfalldeponien in Oberösterreich verringert.

Im Jahr 2007 wurden auf fünf Massenabfalldeponien treibhausrelevante Abfälle abgelagert. Weiters zu berücksichtigen sind die beiden Reststoffdeponien in Dietach und Wels, auf denen eine Ablagerung stattfindet. Die nachfolgende Tabelle stellt in Anlehnung an den Abfallbericht 2007 eine Übersicht über die wichtigsten Massenabfall- und Reststoffdeponien in Oberösterreich dar, die über eine Entgasungsanlage verfügen.[45]

Tabelle 2: Massenabfall- und Reststoffdeponien in Oö. (Stand 2007)

Deponie (Standort)	**Art der abgelagerten Abfälle**	**Status**	**Verfülltes Deponievolumen im Jahr 2007** (in m^3)[46]	**Offenes Deponievolumen Anfang 2008** (in m^3)[47]	**Behandlung Deponiegas**[48]
Ansfelden	Massenabfall	geschlossen (seit 2003)	0	5.000	HTF[49]
Asten	Massenabfall	in Betrieb	39.094	1.170.021	Strom
Dietach	Reststoffe	in Betrieb	2.284	63.000	**)
Laakirchen *)	Massenabfall	in Betrieb	220	519.780	HTF
Ort im Innkreis	Massenabfall	in Betrieb	1.543	73.000	Strom + therm.
Redlham	Massenabfall	geschlossen (seit 2005)	0	0	Strom
St. Martin im Mühlkreis	Massenabfall	in Betrieb	30.646	178.341	HTF
Steyr	Massenabfall	in Betrieb	500	298.500	Strom + therm.
Wels	Reststoffe	in Betrieb	33.000	484.500	**)

Quelle: Eigene Darstellung nach Amt der Oö. Landesregierung, Abfallbericht 2007

*) Die Deponie Laakirchen wird überwiegend als Zwischenlager für Abfälle zur thermischen Behandlung genutzt.[50]

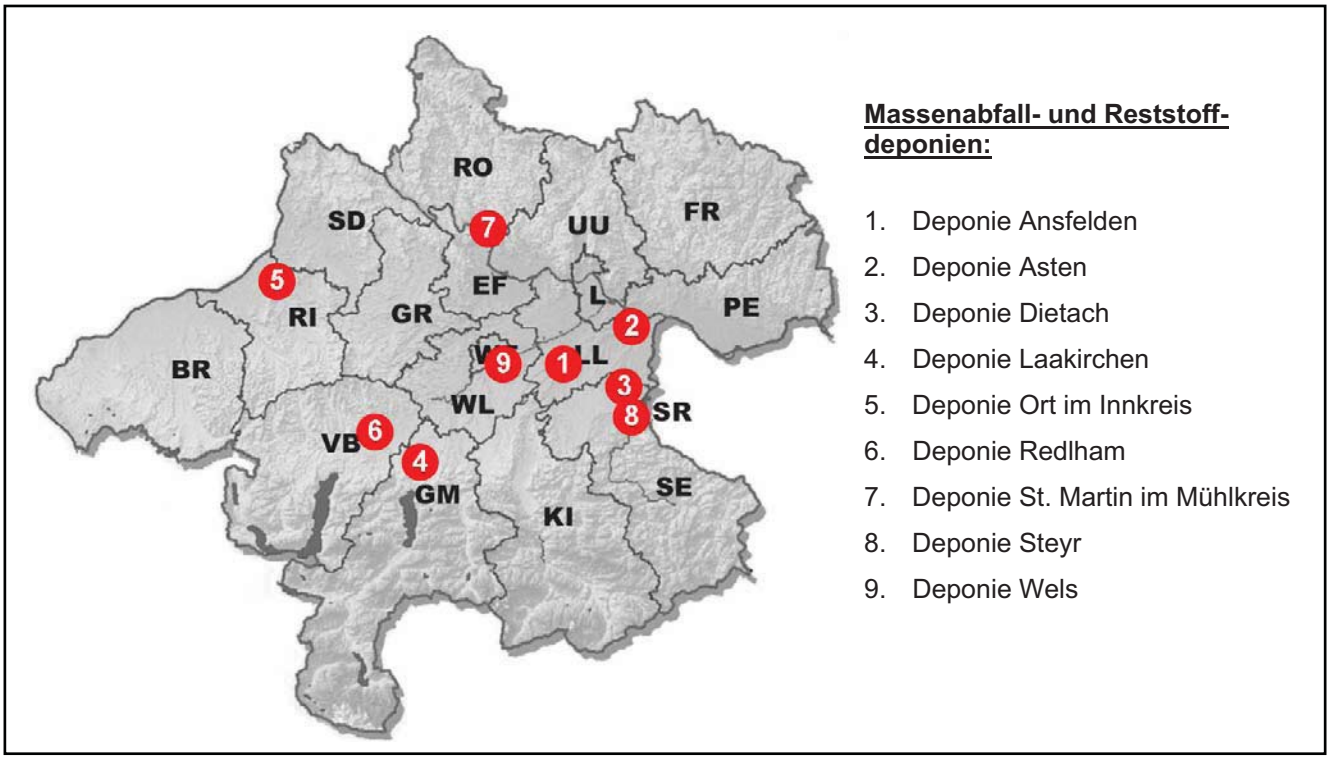
[45] Anmerkung: von den beiden Massenabfalldeponien Taufkirchen und Braunau, welche seit 2001 bzw. 2004 geschlossen sind, verfügt Braunau über eine aktive Entgasungseinrichtung mit jedoch nur mehr unwesentlichen Mengen an gesammeltem Deponiegas, Taufkirchen verfügt über eine passive Entgasungseinrichtung.
[46] Vgl. Amt der Oö. Landesregierung, Abfallbericht 2007, S. 10.
[47] Vgl. ebenda, S. 10
[48] Vgl. Schachermayer/Lampert 2008, S. 50.
[49] Hochtemperaturfackel

**) Auf den beiden Reststoffdeponien Wels und Dietach findet keine aktive Deponiegassammlung und daher keine Verwertung des Deponiegases statt. Grund hierfür ist die Ablagerung von hauptsächlich mineralischen Abfällen mit geringen biogenen Anteilen. In Wels besteht eine passive Entgasungseinrichtung über eine Biofilter-Abdeckung.

Wie Tabelle 2 entnommen werden kann, verfügen vier der neun Deponien über eine Möglichkeit zur Verwertung von Deponiegas. Die restlichen drei Deponien, die eine Deponieentgasungsanlage eingerichtet haben, fackeln das Gas mittels Hochtemperaturfackel (HTF) ab.

Die folgende Abbildung zeigt die Standorte der betrachteten Massenabfall- und Reststoffdeponien in Oberösterreich:

Abbildung 10: Standorte der Massenabfall- und Reststoffdeponien in Oö. (Stand 2007)



Quelle: Eigene Darstellung, Oö.-Grafik entnommen aus dem Oö. Abfallbericht 2007, S. 13 (Amt der Oö. Landesregierung).

[50] Vgl. Abfallbericht 2007, S. 10.

4.2.2 Darstellung der Mengenflüsse der deponierten Abfälle für das Jahr 2007

Als Grundlage für die Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente dienen in erster Linie die über mehrere Jahrzehnte hinweg abgelagerten Mengen an unterschiedlichen Abfallfraktionen.
Nachfolgend sollen nur für das Jahr 2007 die Mengenströme der in Oberösterreich deponierten Abfälle aufgezeigt werden. Die Daten zu den dargestellten Mengen stammen aus Datenerhebungsblättern der Deponiebetreiber von meldepflichtigen Deponien (siehe § 41 Deponieverordnung 2008). Auf folgenden sieben Deponien (oö. Massenabfall- und Reststoffdeponien) wurden im Jahr 2007 Abfälle abgelagert:

- Asten
- Dietach
- Steyr
- Laakirchen
- Ort im Innkreis
- St. Martin im Mühlkreis
- Wels

Tabelle 3 zeigt eine detaillierte Auflistung aller nach einzelnen Schlüsselnummern aufgegliederten Abfälle, welche auf jenen sieben sich noch in Betrieb befindlichen Massenabfall- bzw. Reststoffdeponien abgelagerte wurden.
Von der gesamt abgelagerten Menge (140.707 t) stammen 100% der abgelagerten Abfälle aus Oberösterreich.

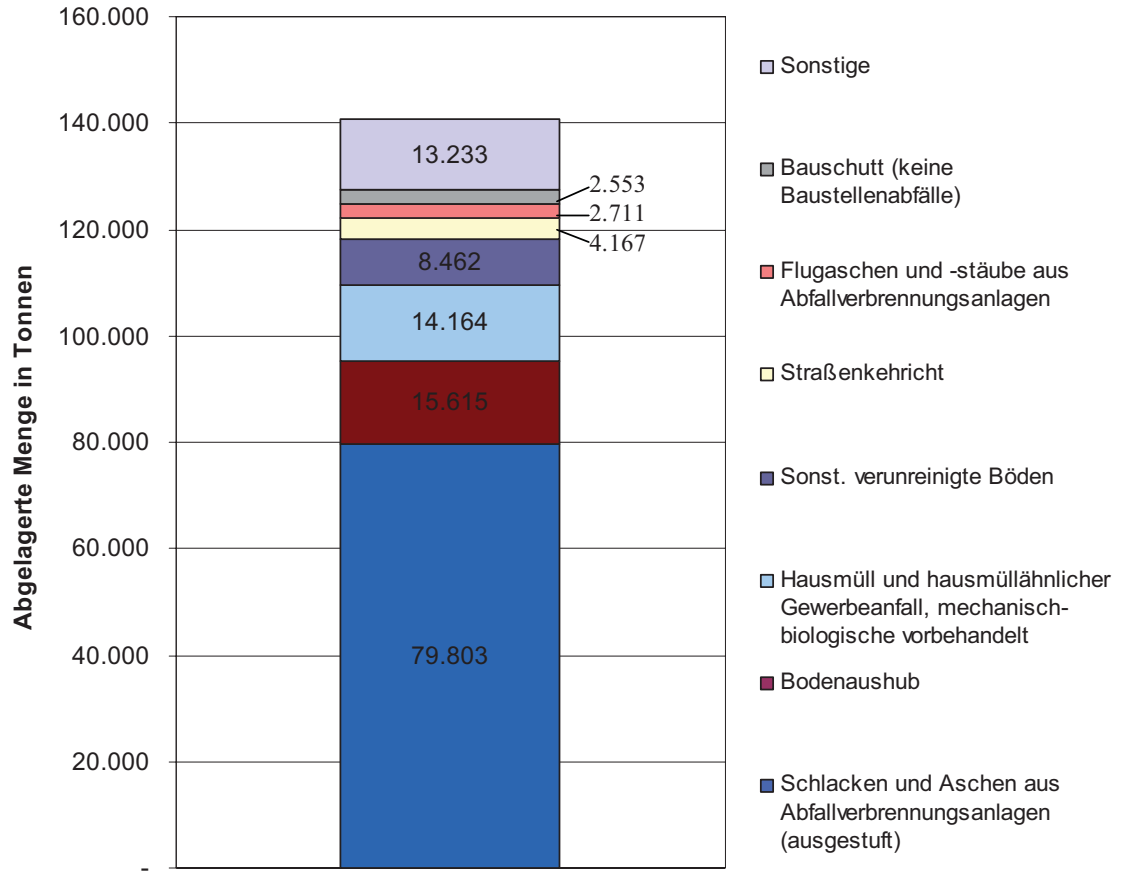
Darüber hinaus verdeutlicht Abbildung 11, dass am häufigsten (57% der Gesamtmenge) Schlacken und Aschen aus Abfallverbrennungsanlagen abgelagert werden, 11% der abgelagerten Mengen sind Bodenhaushub und 10% sind mechanisch-biologisch vorbehandelter Hausmüll und hausmüllähnlicher Gewerbeabfall.

Tabelle 3: Im Jahr 2007 deponierte Abfälle (auf Massenabfall- und Reststoffdeponien in Oö.)

SNr.	Bezeichnung in ÖNORM S 2100	Gesamt-menge in t	Gesamt-menge in %
31	**Abfälle mineralischen Ursprungs (ohne Metallabfälle)**		
31103	Ofenausbruch aus metallurgischen Prozessen	225,90	0,16%
31107	Chrommagnesit	104,50	0,07%
31305	Kohlenaschen	3,60	0,00%
31306	Holzasche, Strohasche	1.535,14	1,09%
31308	Schlacken und Aschen aus Abfallverbrennungsanlagen (ausgestuft)	79.803,30	56,72%
31309	Flugaschen und -stäube aus Abfallverbrennungsanlagen	2.711,10	1,93%
31315	Rea-Gipse	894,08	0,64%
31402	Putzereisandrückstände	54,10	0,04%
31405	Glasvlies	2,90	0,00%
31408	Glas (zB Flachglas)	49,34	0,04%
31409	Bauschutt (keine Baustellenabfälle)	2.553,12	1,81%
31411	Bodenaushub	15.614,70	11,10%
31412	Asbestzement	2,94	0,00%
31413	Asbestzementstäube	13,62	0,01%
31414	Schamotte	1.388,12	0,99%
31416	Mineralfasern	7,34	0,01%
31418	Geseinsstäube, Polierstäube	150,56	0,11%
31421	Kohlenstaub	108,00	0,08%
31424	Sonst. verunreinigte Böden	8.461,62	6,08%
31427	Betonabbruch	773,86	0,55%
31438	Gips	80,00	0,06%
31442	Kieselsäure- und Quarzabfälle	12,54	0,01%
31451	Stahlmittelrückstände m. anwendungsspez. nicht schädlichen Beimengen	221,32	0,16%
31465	Glas und Keramik mit produktionsspezifischen Beimengungen	25,02	0,02%
31488	Gießformen und -sande vor dem Gießen	480,90	0,34%
31489	Gießformen und -sande nach dem Gießen	1.545,00	1,10%
31613	Gipsschlamm	18,36	0,01%
31625	Erdschlamm, Sandschlamm, Schlitzwandaushub	65,80	0,05%
35	**Metallabfälle**		
35101	Eisenhaltiger Staub ohne schädliche Beimengungen	57,02	0,04%
39	**Andere Abfälle mineralischen Ursprungs sowie Abfälle von Veredelungsprozessen**		
39905	Feuerlöschpulverreste	0,84	0,00%
51	**Oxide, Hydroxide, Salzabfälle**		
51115	Aluminiumhydroxidschlamm, verunreinigt	1.115,42	0,79%
51305	Aluminiumoxid	23,68	0,02%
51308	Aluminiumhydroxid	377,00	0,27%
54	**Abfälle von Mineralöl- und Kohleveredelungsprodukten**		
54912	Bitumen, Asphalt	161,32	0,11%
91	**Feste Siedlungsabfälle einschließlich ähnlicher Gewerbeabfälle**		
91105	Hausmüll und hausmüllähnlicher Gewerbeanfall, mech.-biol. vorbehandelt	14.163,56	10,07%
91501	Straßenkehricht	4.166,62	2,96%
94	**Abfälle aus Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung und Gewässernutzung**		
94702	Rückstände aus der Kanalreinigung	856,86	0,61%
94704	Sandfanginhalte	1.196,32	0,85%
94804	Schlamm aus der Abwasserbehandlung, ohne gefährliche Inhalttstoffe	174,40	0,12%
	Sonstige Ablagerungen (Schlüsselnummern unbekannt)	1.506,91	1,07%
SUMMEN		**140.706,73**	**100%**

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Datenbasis Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz)

Abbildung 11: Im Jahr 2007 deponierte Abfälle (auf Massenabfall- und Reststoffdeponien in Oö.)



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Datenbasis Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz)

4.2.3 Bestimmung der Deponiegasmengen

Im Vorfeld ist anzumerken, dass eine Aussage über die Deponiegasentwicklung – die Gasproduktion und den zeitlichen Verlauf der Gasbildung inkludierend – sehr schwierig ist, da zusätzlich zu den rechnerischen Parametern eine Vielzahl an deponiespezifischen und meteorologischen Faktoren von Bedeutung sind. Grundsätzlich soll festgehalten werden, dass ein Modell niemals die Wirklichkeit konkret abbilden kann und die Schwierigkeit aller Gasprognosemodelle darin liegt, dass die errechneten Mengen nicht verifizierbar sind.

Aus diversen Studien geht hervor, dass je nach Berechnungsmodell aufgrund unterschiedlicher Annahmen und Parameter unterschiedlichste Ergebnisse zustande kommen.[51] Aufgrund bestehender EU-Berichtspflichten und zum Zwecke der internationalen Vergleichbarkeit wird seit 2005 für die österreichweite und auch bundesländerspezifische Berechnung der Methangasemissionen aus der Deponierung die IPCC Tier 2-Methodik angewandt. Die auf Basis dieser Berechnungsmethodik in der Bundesländer-Schadstoffinventur vorliegenden Daten sollen in Folge die Grundlage für weitere Berechnungen darstellen.

Im Rahmen der Berechnung mittels der IPCC Tier 2-Methodik sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- Ziel der IPCC Tier 2-Methodik ist, die tatsächlich emittierte Methangasmenge darzustellen.
- Die Berechnung der treibhausrelevanten Emissionen aus der Deponierung wird in einem ersten Schritt für Österreich gesamt auf Basis aller in Österreich abgelagerten Abfälle mit organischen Anteilen vorgenommen. In einem zweiten Schritt erfolgt die Regionalisierung der Emissionen auf Bundesländer-Ebene.
- Die aktive Deponiegaserfassung, die in den letzten Jahren und Jahrzehnten stark zugenommen hat, wird in der Berechnung berücksichtigt, d.h. die erfassten Deponiegase werden von den Emissionen abgezogen.
- Es werden auch geschlossene Deponien berücksichtigt, da die Ermittlung der Deponiegase bis ins Jahr 1950 zurückreicht.
- Als Datengrundlage für die Berechnung der Deponiegase in der BLI dienen die Abfälle mit organischen Anteilen (aus der abfallwirtschaftlichen Anlagendatenbank). Diese Abfälle werden zu Abfallgruppen zusammengefasst (siehe Tabelle 4) und unter Berücksichtigung weiterer Parameter mittels Emissionsfaktoren (gemäß der IPCC Tier 2-Methodik) in Emissionen umgerechnet[52].
- Die Datengrundlage (Abfälle mit organischen Anteilen) stammt aus den Meldungen der Deponiebetreiber über die Summen der entsprechend

[51] Vgl. Schachermayer, E. (2005): Vergleich und Evaluierung verschiedener Modelle zur Berechnung der Methanemissionen aus Deponien. Wien, 2005 sowie Baumeler, A et al. (1998): Reduktion von Treibhausgasen durch Optimierung der Abfallwirtschaft (CH4): Schriftenreihe der Energieforschungsgemeinschaft im Verband der E-Werke Österreichs, Bestell-Nr.: 650/457.

[52] Siehe Austria's National Inventory Report 2008, S. 332 (Table 227: Parameters for Calculating CH4 of SWDS)

deponierten Müllmengen. Ab 1998 wurden Daten aus der Deponiedatenbank verwendet.

- Bei der Berechnung gemäß IPCC Tier 2-Methodik wird u.a. auch die Methanoxidation in den obersten Schichten des Bodens (IPCC default value: 10%) berücksichtigt.
- Die Regionalisierung der Emissionen erfolgt aggregiert aufgrund der abgelagerten Mengen im jeweiligen Bundesland mittels eines Umlageschlüssels, der den Zeitraum ab 1996 berücksichtigt.
- Zur Generierung des Surrogat-Parameters (zum Zwecke zur Regionalisierung) wurden von den errechneten Deponiegasmengen die Mengen der erfassten Deponiegase abgezogen und in Tonnen Methan umgerechnet.

Tabelle 4: In der Berechnung berücksichtigte Abfallgruppen gemäß der IPCC Tier 2-Methodik inklusive den zugeordneten Schlüsselnummern (auf der Basis österreichischer Ablagerungen)

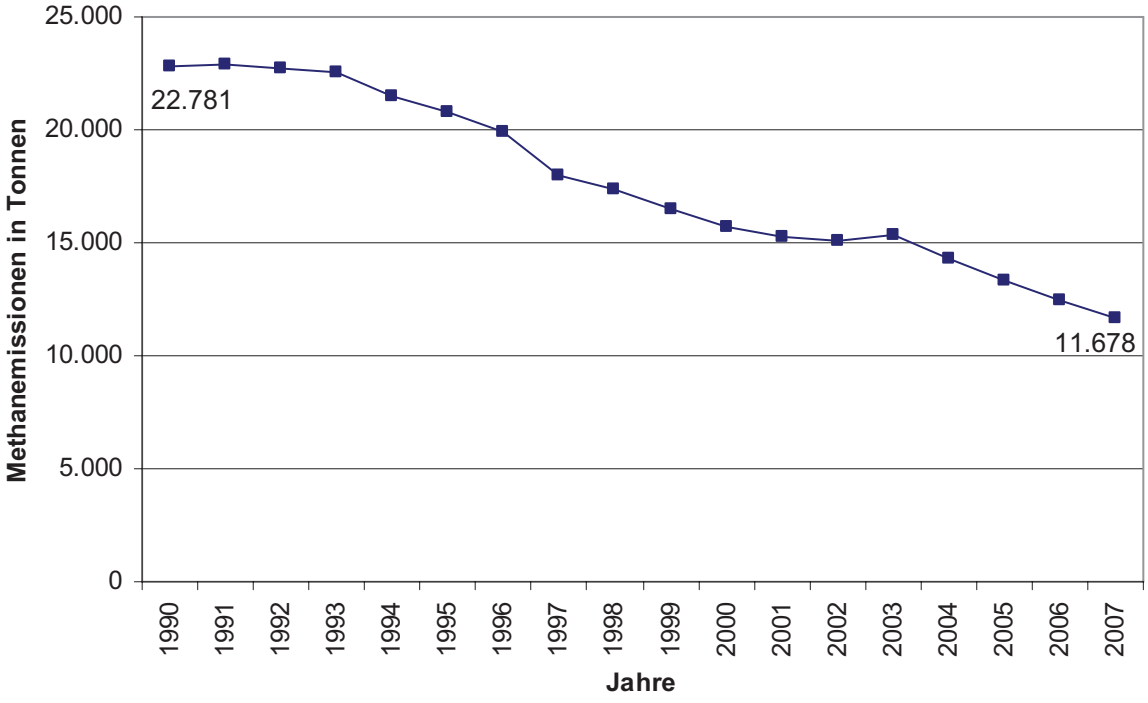
Abfallgruppen	Den Abfallgruppen zugeordnete SNr (gemäß ÖN S 2100)
Fette	12301, 12303,
Schlämme	14402, 94501, 94502, 94701, 94702, 94704, 94801, 94802, 94803, 94804, 94901, 94902
Textilien	14702, 58105, 58106, 58107,
Holz	17101, 17202, 17207, 17208, 17209, 17211, 18101, 18102,
Papier	18401, 18407, 18701, 18702, 18703, 18705, 18706, 18711, 18715, 18718,
Sortierreste, Rotteendprodukte, Sperrmüll	91102, 91103, 91105, 91401
Grünabfälle	91104, 91601, 91701, 91702,
Baustellenabfälle	91206
Restmüll	91101

Quelle: Eigene Darstellung, Abfrage UBA, Dezember 2008

4.2.3.1 Emittierte Menge an Methangas

Wie in Kapitel 3.3.1 näher beschrieben, bezieht sich die Bundesländer-Schadstoffinventur bei der Berechnung der Emissionen aus der Deponierung auf die IPCC Tier 2-Methodik. Die nachfolgende Grafik veranschaulicht die Entwicklung der Methanemissionen aus Oberösterreichs Deponien für die Jahre 1990 – 2007 nach Abzug der gesammelten Deponiegasmengen.
Anzumerken ist hierbei, dass die Daten aus der BLI derzeit nur bis zum Jahr 2006 bestehen, der Wert für 2007 ist eine Trendprojektion, berechnet aus der Datenreihe 1990 – 2006.

Abbildung 12: Methanemissionen aus der Deponierung in Oö. (in Tonnen, für die Jahre 1990 – 2007) auf Basis der Bundesländer-Schadstoffinventur (IPCC Tier 2-Methodik)



Quelle: Anderl, M. et.al: Bundesländer-Schadstoffinventur 2008, Einzeldaten unveröffentlicht.

Es zeigt sich deutlich, dass seit dem Jahre 1990 die tatsächlichen Methangas-Emissionen (nach Abzug der gesammelten Methangas-Mengen) aus der Deponierung in Oberösterreich abgenommen haben (**Reduktion um 49%** von 22.781 Tonnen auf 11.678 Tonnen). Es ist weiters ein leichter Anstieg der Methanemissionen in den Jahren 2002 bis 2004 zu erkennen, was auf zusätzlich deponierte Mengen vor Inkrafttreten der Deponieverordnung 2004 (5 Masse-% TOC als Grenzwert im Eluat) schließen lässt.

Für die Berechnung der Deponiegasmengen ist hier zu beachten, dass nicht nur die in Tabelle 2 (siehe Kapitel 4.2.1) angeführten Massenabfall- und Reststoffdeponien einbezogen wurden[53], sondern auch folgende Deponien (in Tabelle 5 aufgelistet und grau unterlegt):

- 2 geschlossene Massenabfalldeponien (seit 2001 bzw. 2004 außer Betrieb)
- 2 Bodenaushubdeponien, wobei hier nur in den Jahren 1998, 2003, 2004 und 2006 geringe Mengen an Baustellenabfällen abgelagert wurden, sowie
- 3 sich in Betrieb befindliche Baurestmassendeponien, auf welchen Rückstände aus der Kanalreinigung (im Jahr 2007), Rückstände aus der mechanischen Abfallaufbereitung (bis 2004) und Sandfanginhalte abgelagert wurden.

Die Mengen jener auf Bodenaushub- oder Baurestmassendeponien abgelagerten Abfälle sind jedoch im Vergleich zur Gesamtmenge aller abgelagerten Abfälle so gering, dass die daraus entstehenden Emissionen an Methangas vernachlässigbar sind und sich keine wesentlichen Veränderungen ergeben würden, wenn man ausschließlich Massenabfall- und Reststoffdeponien in die Berechnung miteinbeziehen würde.

Die nachfolgende Tabelle stellt eine Übersicht der Deponien dar, deren Inputmengen in der Bundesländer-Schadstoffinventur berücksichtigt wurden:

[53] Anmerkung: Auf Reststoffdeponien werden im Regelfall hauptsächlich inerte Materialien, wie Verbrennungsrückstände abgelagert, die nicht klimarelevant sind. Auf den beiden Reststoffdeponien in Wels und Dietach wurden jedoch in früheren Jahren teilweise auch Massenabfälle abgelagert, die in der Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente berücksichtigt werden müssen.

Tabelle 5: In die Berechnung der BLI miteinbezogene Deponien

Deponie (Standort)	**Art der abgelagerten Abfälle**	**Status**
Ansfelden	Massenabfall	geschlossen (seit 2003)
Asten	Massenabfall	in Betrieb
Dietach	Reststoffe	in Betrieb
Laakirchen	Massenabfall	in Betrieb
Ort im Innkreis	Massenabfall	in Betrieb
Redlham	Massenabfall	geschlossen (seit 2005)
St. Martin im Mühlkreis	Massenabfall	in Betrieb
Steyr	Massenabfall	in Betrieb
Wels	Reststoffe	in Betrieb
Blankenbacher Au (Braunau am Inn)	Massenabfall	geschlossen (seit 2004)
Hehenberg (Taufkirchen an der Trattnach)	Massenabfall	geschlossen (seit 2001)
Lohnsburg / Kobernaußerwald	Bodenaushub *)	in Betrieb
Unterweitersdorf	Bodenaushub *)	geschlossen
Taiskirchen-Sittling	Baurestmassen **)	in Betrieb
Ohlsdorf	Baurestmassen **)	in Betrieb
Ternberg	Baurestmassen **)	in Betrieb

Quelle: Abfrage Abfallwirtschaftliche Anlagendatenbank, Februar 2009.

*) Ablagerung von Baustellenabfällen, in geringem Maße klimarelevant

**) Ablagerung von geringen Mengen an Rückständen aus der Kanalreinigung, Rückständen aus der mechanischen Abfallaufbereitung und Sandfanginhalten

Die im Jahr 2006 durch das Ingenieurbüro Flögl durchgeführte Studie „Reduktion von Treibhausgasen auf Deponien in Oberösterreich“ beschreibt ebenfalls die Methangas-emissionen aus der Deponierung in Oberösterreich. Für das Jahr 2004 werden rund 5.440 Tonnen Methangasemissionen (brutto, d.h. gesamt produzierte Menge an Methangas ohne Abzug der durch Deponiegaserfassungssysteme gesammelten Mengen) ausgewiesen. In der Bundesländer-Schadstoffinventur wird für das gleiche Jahr eine Menge von 14.336 Tonnen Methangas (netto) – das sind rund 17.338 Tonnen brutto – berechnet, was die mehr als dreifache Menge darstellt.[54]

[54] Anmerkung: In der Bundesländer-Schadstoffinventur werden die Emissionen aus der Deponierung netto angegeben, d.h. nach Abzug der gesammelten Methangasmengen durch Deponiegas-

Die auf den ersten Blick dramatisch wirkenden Unterschiede in den Mengen an emittiertem Methangas können neben den Faktoren, wie unterschiedlich angenommene C-Gehalte, Halbwertszeiten, Betrachtungszeiträumen und deponiespezifischen Rahmenbedingungen durch folgende weitere Faktoren begründet werden:

1. **Modelle:** Es werden zwei unterschiedliche Modelle verwendet – das Ehrig-Modell in der Flögl-Studie und die IPCC Tier 2-Methodik in der Bundesländer-Schadstoffinventur – denen jeweils unterschiedliche Annahmen zugrunde liegen. Gemäß der Untersuchung von Baumeler et al (1998) ist das Ehrig Modell im Vergleich zu anderen Modellen dadurch gekennzeichnet, dass es tendenziell niedrigere Emissionswerte als andere Modelle ausweist. Zusätzlich erreichen die Emissionen bei der Berechnung nach Ehrig innerhalb einer relativ kurzen Zeit ihre Maximalwerte und bleiben nach einer durchschnittlichen Zeitspanne von ca. 15 Jahren relativ konstant. Da besonders in den 70er und 80er Jahren große Mengen an reaktiven Abfällen abgelagert wurden, welche nach diesem Modell ihre maximale Gasproduktion schon vor einigen Jahren bzw. Jahrzehnten erreicht haben, kann dies die niedrigeren Werte bei der Berechnung nach Ehrig zum Teil erklären.
2. **Verbot der Ablagerung von unbehandelten Abfällen:** In der Flögl-Studie wird gemäß der Deponieverordnung 2004 die Prämisse getroffen, dass mit Stichtag 31.12.2003 keine unbehandelten Abfälle mehr auf Oberösterreichs Deponien abgelagert werden. In der Praxis wurden in Österreich jedoch Ausnahme-regelungen vereinbart, welche es ermöglichten, dass in gewissen Bundesländern auf gewissen Deponien bis Ende 2008 noch Ablagerungen von unbehandelten Abfällen gewährt und vorgenommen wurden. Da diese Ablagerungen aufgrund der Regionalisierung ebenso zu einem gewissen Anteil Oberösterreich zugerechnet werden, wird dies desgleichen zu überhöhten Werten führen.
3. **Zeitraum:** In der Bundesländer-Schadstoffinventur wird pauschal für Österreich ab dem Jahr 1950 die Berechnung der Methanemissionen aus der Deponierung vorgenommen. In Oberösterreich kam es jedoch laut offiziellen Daten erstmals im Jahr 1963 in Asten zu Ablagerungen von reaktiven Abfällen auf Massen-

erfassungssysteme. Der Brutto-Wert ergibt sich durch das Addieren des ausgewiesenen Netto-Wertes mit den Mengen an gesammeltem Methangas (Datengrundlage: Schachermayer / Lampert, 2008.

abfalldeponien.[55] Diese ab 1950 wirksame Regionalisierung kann daher ebenso zu einem höher ausgewiesenen Wert in der Bundesländer-Schadstoffinventur beitragen. Grundsätzlich stellt der betrachtete Zeitraum bei der Abschätzung der emittierten Methangasmengen aus der Deponierung einen wesentlichen Faktor dar. Da jedoch Ablagerungen aus den 50er Jahren nur mehr geringe Gasproduktionsraten aufweisen werden, ist dieses Argument etwas zu relativieren.

Aufgrund der Argumente, die zu Beginn des Kapitels 4.2.3 angeführt wurden (Verwendung der IPCC Tier 2-Methode in der Bundesländer-Schadstoffinventur seit 2005 und Möglichkeit der internationalen Vergleichbarkeit) werden trotz der Unterschiede in den Ergebnissen die Daten und Methoden der BLI als Grundlage herangezogen.

4.2.3.2 Deponiegaserfassung und -verwertung

In der Studie Schachermayer und Lampert (2008) wurden die Deponiebetreiber zu den gesammelten und verwerteten Mengen an Deponiegas befragt. Folgende oberösterreichische Massenabfalldeponien wurden in der Analyse berücksichtigt:

- Deponie St. Martin im Mühlkreis (Unterhart)
- Deponie Steyr
- Deponie Asten I
- Deponie Laakirchen
- Deponie Ort im Innkreis
- Deponie Ansfelden (außer Betrieb)
- Deponie Redlham (außer Betrieb)

Die beiden Reststoffdeponien Wels und Dietach wurden aufgrund nicht vorhandener aktiver Entgasungseinrichtungen nicht zur Deponiegaserfassung befragt und scheinen daher nicht in den Ergebnissen auf.

[55] Anmerkung: Datengrundlage Anhang Flögl, 2005.

Um den Überblick zu wahren und um Ergebnisse vergleichen zu können, zeigt die folgende Tabelle, welche Deponien in den einzelnen Studien, welche als inhaltliche Quellen für die gegenständliche Arbeit dienen, berücksichtigt wurden:

Tabelle 6: In den einzelnen Datenquellen berücksichtigte Deponien

Deponie (Standort)	**Daten über abgelagerte Mengen im Jahr 2007**[56]	**Emittierte Methangas-mengen**[57]	**Deponiegas-erfassung und –verwertung für das Jahr 2007**[58]
Ansfelden		X	X
Asten	X	X	X
Dietach	X	X	
Laakirchen	X	X	X
Ort im Innkreis	X	X	X
Redlham		X	X
St. Martin im Mühlkreis	X	X	X
Steyr	X	X	X
Wels	X	X	
Blankenbacher Au (Braunau am Inn)		X	
Hehenberg (Taufkirchen an der Trattnach)		X	
Lohnsburg / Kobernaußerwald		X	
Unterweitersdorf		X	
Taiskirchen-Sittling		X	
Ohlsdorf		X	
Ternberg		X	

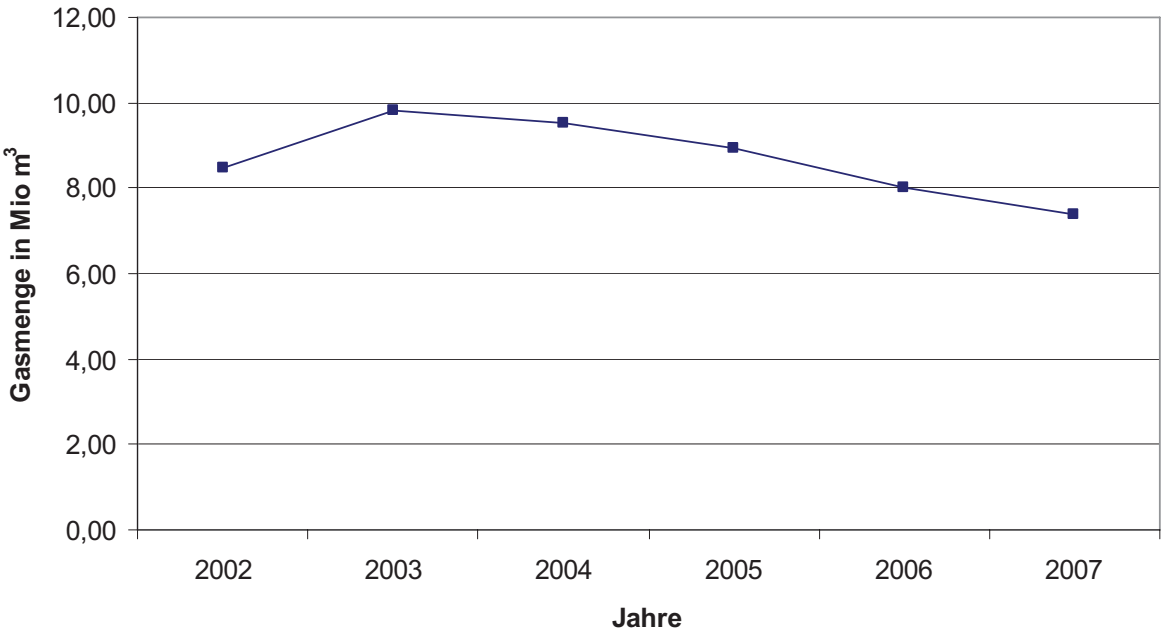
Quelle: Eigene Darstellung

Die Resultate der Studie Schachermayer / Lampert (2008) werden in die BLI 2009 (Ergebnisse bis einschließlich Jahr 2007) einfließen. Nachfolgend findet sich ein kurzer Auszug der Ergebnisse für Oberösterreich.

Bei der aktiven Entgasung wird im Regelfall in relevanten Mengen Außenluft angesaugt. Die hier angegebenen erfassten Gasmengen sind somit die Summe aus Deponiegas und angesaugter Außenluft.[59]

[56] Daten stammen aus den Datenerhebungsblättern der Deponiebetreiber; es wurde nur auf diesen Deponien im Jahr 2007 Abfälle abgelagert.
[57] Daten stammen aus der BLI für das Jahr 2006; es wurden auch geschlossene Deponien berücksichtigt, da auf diesen ebenso noch Methangas entweicht.
[58] Daten aus der Studie von Schachermayer/Lampert (2008). Es wurden nur jene Deponien befragt, die über Deponiegaserfassungssysteme verfügen.
[59] Vgl. Schachermayer / Lampert 2008, S. 32.

Abbildung 13: Erfasste Gasmenge für oö. Massenabfalldeponien (für die Jahre 2002 – 2007)

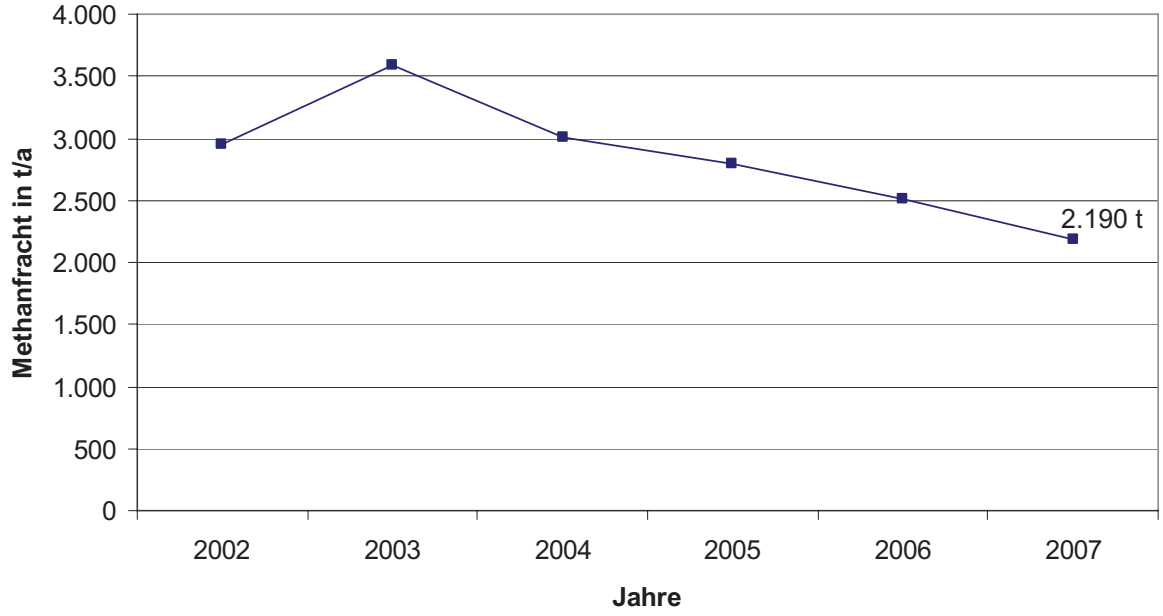


Quelle: Aggregiert nach Schachermayer / Lampert 2008, Einzeldaten unveröffentlicht.

Im Wesentlichen sind für die Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente die behandelten Methanfrachten entscheidend. Die Methanfracht ergibt sich aus dem erfassten Volumenstrom und der gemessenen Konzentration, welche im Durchschnitt für oberösterreichische Deponien im Jahr 2007 bei **43%** liegt.[60]

[60] Quelle: Aggregiert nach Schachermayer / Lampert 2008, Einzeldaten unveröffentlicht.

Abbildung 14: Abgesaugte Methanfracht pro Jahr für oö. Massenabfalldeponien (für die Jahre 2002 – 2007)



Quelle: Aggregiert nach Schachermayer / Lampert 2008, Einzeldaten unveröffentlicht.

Vergleicht man die Daten der BLI zur emittierten Methangasmenge und die Menge an gesammelten Methanfrachten auf Oberösterreichs Deponien, so zeigt sich, dass ein **Anteil von 16%**[61] der auf den Deponien produzierten Menge an Methangas abgesaugt und einer Behandlung bzw. Verwertung zugeführt wird. Zu berücksichtigen ist hierbei jedoch –

- dass es sich beim hier angeführten Wert von 16% nicht um den Deponiegas-erfassungsgrad im klassischen Sinn handelt (bei dem unter „Deponiegas" das in der Deponie gebildete Methan inklusive der Menge der angesaugten Außenluft verstanden wird), sondern um einen Wert, der sich ausschließlich auf den abgesaugten und behandelten bzw. verwerteten Teil der gebildeten Methan-fracht[62] bezieht,

[61] Anmerkung: Gemäß Aussagen des UBA liegt der Wert für Österreich gesamt bei 14%. In der Flögl-Studie (2006) wird von einem Deponierfassungsgrad von 31% ausgegangen (siehe S. 63). Die fast doppelt so hohe Angabe bezüglich Deponiegaserfassungsgrades bei Flögl kommt im Wesentlichen dadurch zustande, dass in der Flögl-Studie generell eine wesentlich geringere tatsächliche Methanproduktion auf Oberösterreichs Deponien errechnet wurde als in der BLI angenommen ist (siehe Kapitel 4.2.3.1)

[62] Vgl. Schachermayer / Lampert 2008, S. 32.

- dass zur Berechnung dieser Relation zwei unterschiedliche Quellen herangezogen wurden. Einerseits die Bundesländer-Schadstoffinventur und andererseits die Studie Schachermayer / Lampert, 2008 sowie
- dass die Emissionsprognose auf idealisierten, modellhaften Annahmen beruht.[63]

Weiters ist anzuführen, dass die Menge an erfasstem Methangas zwischen den einzelnen Deponien in der Regel sehr stark schwankt. So beobachtet man in der Praxis eine signifikante Korrelation der erfassten Deponiegasmengen mit dem Volumen der abgelagerten Abfälle. Gemäß Flögl (2002) ist auf größeren Deponien eine höhere Deponiegaserfassungsrate, bei kleineren Deponien eine niedrigere Rate üblich.

Aus Tabelle 2 geht hervor, dass in Oberösterreich auf vier Deponien Strom aus Deponiegasen erzeugt wird. Die folgende Tabelle zeigt die Entwicklung der erzeugten Strommenge aus Deponiegasen in Oberösterreich für die Jahre 2002 bis 2007:

Tabelle 7: Erzeugte Strommengen aus Deponiegasen in Oö. (in GWh, für die Jahre 2002 – 2007)

Jahr	2002	2003	2004	2005	2006	2007
GWh	13,93	15,50	14,86	13,50	11,20	10,15

Quelle: Aggregiert nach Schachermayer / Lampert 2008, Einzeldaten unveröffentlicht

Die auf den vier Deponien (die über eine Verwertungsanlage verfügen) abgesaugte und verwertete Menge an Methangas betrug im Jahr 2007 2.153,3 Tonnen (von insgesamt 2.190,3 Tonnen erfassten Methangas), woraus 10.146,52 MWh Strom und zusätzlich 375,98 MWh Wärme erzeugt wurde.[64] Das bedeutet, dass über 98% des erfassten Methangases einer Verwertung zugeführt wird, der Rest von knapp 2% wird im Sinne des § 31 Deponieverordnung 2008 abgefackelt. Würden etwa jene 2%, die keiner Verwertung zugeführt werden, nicht abgefackelt und ebenso wie die nicht abgesaugten

[63] Anmerkung: Die Berechnung der 16% erfolgt auf Datenbasis der von der BLI errechneten Methanemissionen (netto) aus der Deponierung, die einer Höhe von 11.678 t entsprechen (siehe Abbildung 12) und der in der Studie von Schachermayer / Lampert abgesaugten Methanfracht (siehe Abbildung 14). Von den Brutto-Emissionen (11.678 + 2.190 = 13.868) machen die 2.190 t abgesaugtes Methangas rund 16% aus.

[64] Anmerkung: Die Daten zur Wärmeauskopplung der zweiten Deponie (die zusätzlich Wärme ausspeist) wurden nicht übermittelt. Eine Hochrechnung mithilfe der der vorhandenen Daten der strom- und wärmeerzeugenden Deponie (Menge erzeugter Strom, Menge erzeugte Energie und Menge abgesaugte Methanfracht) ergab jedoch, dass die erzeugte Wärme auf dieser Deponie keine relevante Größe darstellen kann.

Mengen emittiert, würde das einer Menge von 777 t CO_2-Emissions-Äquivalenten entsprechen (37 Tonnen Methan hochgerechnet mit Faktor 21).

Für die Abschätzung der CO_2-Emissions-Äquivalente spielt die erzeugte Energie insofern eine wichtige Rolle, als durch die Verwertung von Deponiegas und die daraus entstehende Energie beispielsweise fossile Energieträger, wie etwa Erdgas oder Steinkohle, eingespart werden können. Diese Einsparungen werden in Folge als eine Bandbreite von CO_2-Gutschriften ausgewiesen.

4.2.3.3 CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung – Ergebnisse

Wie schon im Kapitel 3.2.6 kurz beschrieben, ist Methangas laut IPCC während eines 100-jährigen Betrachtungszeitraumes 21-fach klimawirksamer als Kohlendioxid, weshalb in Folge die laut BLI aus der Deponierung emittierten Methanfrachten mit dem Faktor 21 multipliziert werden, um die CO_2-Emissions-Äquivalente zu erhalten.
Die nachfolgende Tabelle veranschaulicht die Mengen der tatsächlich emittierten treibhausrelevanten Gase für das Jahr 2007, die gesammelten Methangasmengen, die bei Nicht-Sammlung klimarelevant wären, sowie die errechneten CO_2-Gutschriften aus der energetischen Nutzung des Deponiegases.

Tabelle 8: CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung inkl. Gutschriften (für das Jahr 2007)

Jahr 2007	Methangas-Emissionen in Tonnen	CO_2-Emissions-Äquivalente in Tonnen (Faktor 21)
Emittierte Menge an Treibhausgasen aus der Deponierung (nach Abzug der gesammelten Deponiegasmengen)	11.678	245.233
Gesammelte Methangasmenge	2.190	45.996
Gutschriften durch die Erzeugung von Energie (aus der energetischen Nutzung von Deponiegas)		4.370 – 10.050 (∅ 7.210)

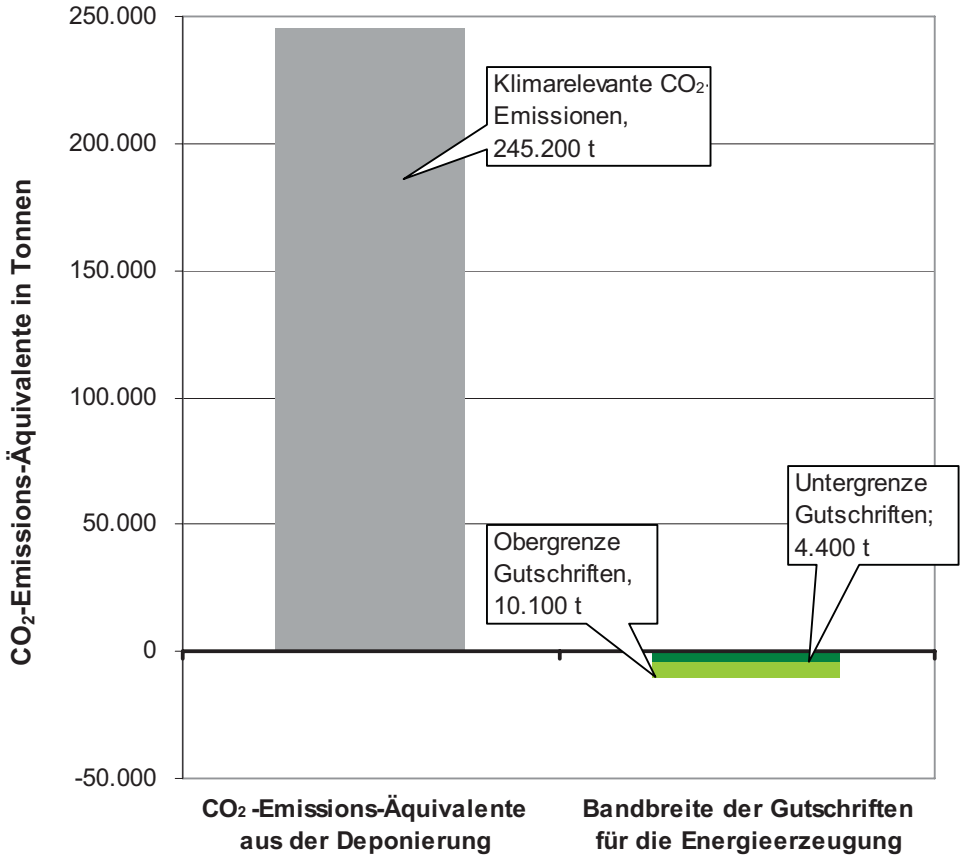
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Die Gutschriften errechnen sich aus der durch die Verwertung von Deponiegas erzeugten und ins Netz eingespeisten Energie, welche insgesamt 10.553 MWh (Strom und Wärme) beträgt und mit Emissionsfaktoren multipliziert wird. Wie in Kapitel 3.3.5 beschrieben, wird für die erzeugte Energie eine Bandbreite an CO_2-Gutschriften ausgewiesen, da die Höhe der errechneten Gutschriften wesentlich vom gewählten fossilen Energieträger und vom gewählten Prozess abhängt. Im Falle der Deponierung wird Erdgas und Steinkohle (fossile Energieträger) als Substitut für Deponiegas angenommen. Einerseits wird zur Berechnung der Bandbreite der CO_2-Gutschriften ein im Wirkungsgrad optimiertes Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk mit niedrigeren CO_2-Emissions-Äquivalenten pro kWh Strom herangezogen, andererseits herkömmliches Steinkohlekraftwerk mit höheren Emissionswerten.

Daraus ergeben sich **CO_2-Gutschriften in der Höhe von 4.370 bis 10.050 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten** (Durchschnitt: 7.210 Tonnen). Diese Bandbreite entspricht einem Anteil von 1,78% – 4,10% der Gesamtemissionsmenge (netto) aus der Deponierung.[65]

[65] Anmerkung: Würde man die CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung mit der errechneten Gutschriften Bandbreite saldieren, so reduzieren sich die CO_2-Emissions-Äquivalente auf 235.180 Tonnen bzw. 240.861 Tonnen (Durchschnitt von 238.020 Tonnen CO_2-Äquivalente).

Abbildung 15: Vergleich der klimarelevanten CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung von Abfällen mit den errechneten CO_2-Gutschriften für das Jahr 2007



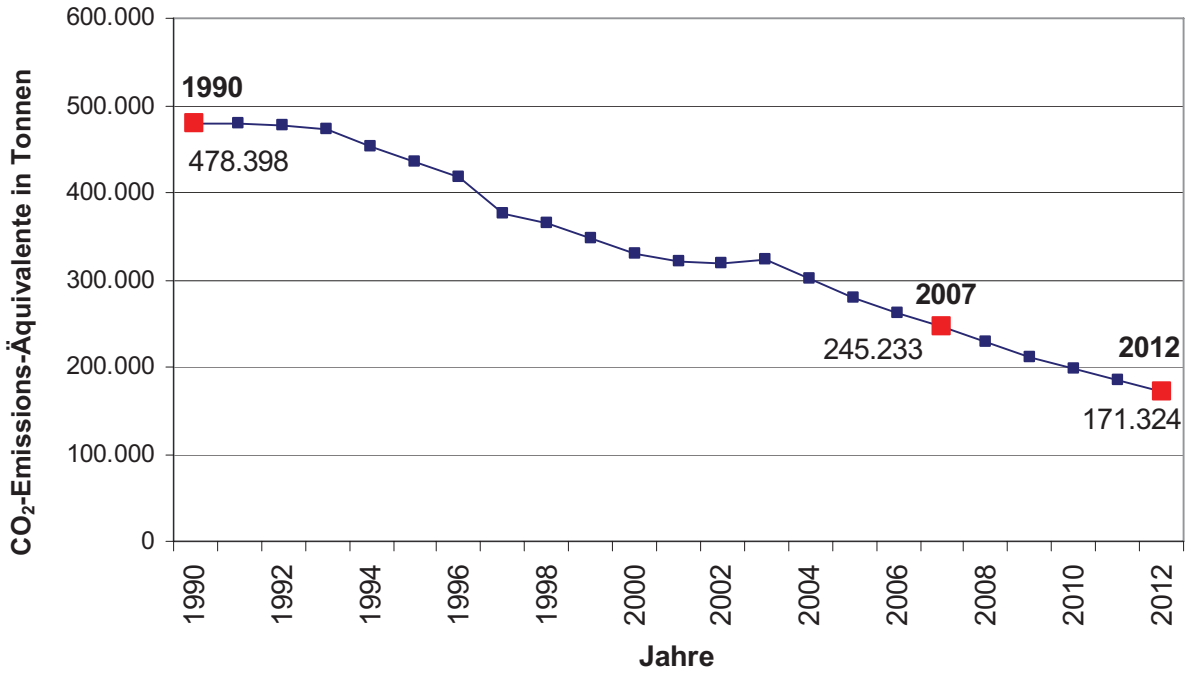
Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Abbildung 15 veranschaulicht die aus der Deponierung entstehenden klimarelevanten Gase (in CO_2-Emissions-Äquivalenten) sowie die für die Strom- und Wärmeerzeugung berechneten Gutschriften für das Jahr 2007.

4.2.4 Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse aus den Zeiträumen Referenzjahr 1990, Jahr 2007 sowie Trendprojektion für das Jahr 2012

Aufbauend auf den Daten der BLI 2006 lassen sich auch für die Jahre 2008 bis 2012 folgende Mengen an zukünftig emittierten CO_2-Emissions-Äquivalenten abschätzen.

Abbildung 16: Abschätzung der CO_2-Emissions-Äquivalente für das Jahr 2012



Quelle: Eigene Darstellung nach Anderl, M. et.al: Bundesländer-Schadstoffinventur 2008, Einzeldaten unveröffentlicht.

Wie schon in Kapitel 4.2.3.1 aufgezeigt, hat seit dem Jahr 1990 eine Reduktion der emittierten Methangasmengen um 49% von 22.781 Tonnen (= 478.401 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente) auf 11.678 Tonnen (= 245.233 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente) stattgefunden (Stand 2007).

Es zeigt sich weiters, dass die Methangasemissionen (nach Abzug der gesammelten Deponiegasmengen, d.h. netto) voraussichtlich im Vergleich zum Jahr 2007 um weitere rund 3.500 Tonnen von 11.678 auf 8.158 Tonnen sinken werden. Dies entspricht einer Reduktion von insgesamt -30% in diesen fünf Jahren bzw. einer durchschnittlichen Abnahme der Methangasemissionen jeweils um rund -7% pro Jahr.
Angepasst um den Faktor für das Global Warming Potential (Methan: Faktor 21), kann ein Ausstoß von 171.324 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten (netto) im Jahr 2012 prognostiziert werden. [66]

[66] Anmerkung: Bei dieser Berechnung werden die abgesaugten Methangasmengen mit prognostiziert. Es erfolgen keine Annahmen über eine mögliche Einstellung bzw. Schließung von Methangas-erfassungssystemen aufgrund von zu geringen produzierten Methangasraten auf einzelnen Deponien.

Vergleich der CO_2-Gutschriften für die Jahre 1990, 2007 und 2012:

Ebenso wie die errechneten emittierten Methangas-Mengen und die daraus resultierenden CO_2-Emissions-Äquivalente werden in Folge auch die CO_2-Gutschriften für die Jahre 1990 und 2012 abgeschätzt.
Mittels einer Trendberechnung lässt sich das Potential der Energieerzeugung durch die Verwertung von Deponiegas für das Jahr 2012 errechnen: Unter der Prämisse, dass keine Einstellung bzw. Schließung oder Erweiterung von bestehenden Deponiegas-erfassungssystemen erfolgt, liegt die für das Jahr 2012 erwartete erzeugte Menge an Energie (Strom und Wärme) bei 6.300 MWh.
Hochgerechnet mit den jeweiligen Emissionsfaktoren für ein Steinkohle-Kraftwerk und ein GuD-Kraftwerk mit bester Technologie ergibt sich hier eine CO_2-Gutschrifts-Bandbreite von 2.617 bis 6.017 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten (Durchschnitt: 4.317 Tonnen).

Die Ermittlung der CO_2-Gutschriften für das Jahr 1990 wird im Wesentlichen durch die damals bestehenden bzw. nicht vorhandenen aktiven Deponiegaserfassungssysteme bestimmt. Die folgende Tabelle zeigt eine Aufstellung aller relevanten Deponien und ihren Status in Hinsicht auf die Einrichtung von aktiven Deponiegas-erfassungssystemen heute und im Jahr 1990:

Tabelle 9: Aktive Deponiegaserfassung in Oberösterreich (Vergleich 2007 und 1990)

	2007		1990	
Deponie (Standort)	**Aktives DGES*)**	**Behandlung Deponiegas**	**Aktives DGES*)**	**Anmerkungen**
Ansfelden	Ja	HTF**)	Nein	Seit 1997 aktive Deponiegaserfassung
Asten	Ja	Strom	Nein	Seit 1995 aktive Deponiegaserfassung
Dietach	Nein	-	Nein	-
Laakirchen *)	Ja	HTF	Nein	Seit Anfang der 90er Jahre aktive Deponiegaserfassung
Ort im Innkreis	Ja	Strom + therm.	Nein	Seit 1997 aktive Deponiegaserfassung (HTF), seit 1999 externe Verwertung (Nahwärme Antieshofen)
Redlham	Ja	Strom	Ja	Seit 1984 aktive Deponiegas-erfasssung mit HTF, seit 1993 Verwertung mittels BHKW
St. Martin im Mühlkreis	Ja	HTF	Nein	Seit 1997 aktive Deponiegaserfassung
Steyr	Ja	Strom + therm.	Nein	Seit 1993 aktive Deponiegaserfassung
Wels	Nein	-	Nein	Passive Deponieentgasung
Braunau	Ja	Strom	Nein	Seit 1997 aktive Deponiegaserfassung
Hehenberg	Nein	-	Nein	Passive Deponieentgasung

Quelle: Eigene Darstellung

*) DGES = Deponiegaserfassungssystem

**) HTF = Hochtemperaturfackel

Die Analyse der Daten aus dem Jahre 1990 macht deutlich, dass zu diesem Zeitpunkt nur auf einer dieser Deponien ein aktives Deponiegaserfassungssystem installiert war, wobei das erfasste Deponiegas hier mittels Hochtemperaturfackel abgefackelt wurde. Insgesamt fand daher keine Verwertung des Deponiegases in Form von Strom oder Wärme statt. Folglich konnten im Jahre 1990 keine fossilen Energieträger substituiert werden (keine CO_2-Gutschriften).

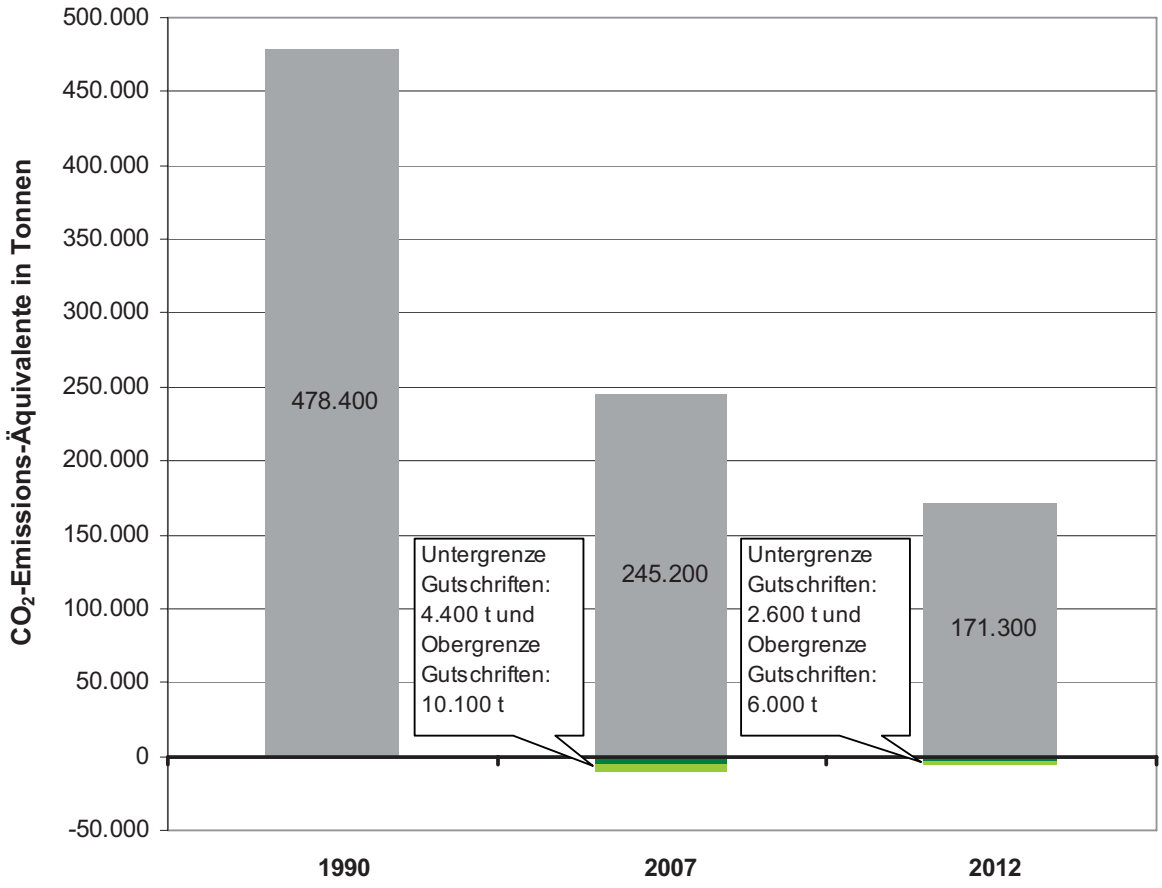
Die nachfolgende Tabelle bietet eine Übersicht über die emittierten Methangas-Mengen (netto), umgerechnet in CO_2-Emissions-Äquivalente, sowie über die errechneten CO_2-Gutschriften für die Jahre 1990, 2007 und 2012:

Tabelle 10: Vergleich der CO_2-Emissions-Äquivalente (netto) und der CO_2-Gutschriften aus der Deponierung für die Jahre 1990, 2007 und 2012 in Oö. (in Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente, gerundet)

In Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente	1990	2007	2012
Emittierte Treibhausgase (nach Abzug der gesammelten Methangas-Mengen)	478.400	245.200	171.300
CO_2-Gutschriften Obergrenze (konventionelles Steinkohle-KW für Strom, Standardprozess; Heizöl extraleicht für Raumwärme)	0	10.100	6.000
CO_2-Gutschriften Untergrenze (GuD-KW, beste verfügbare Technologie für Strom; Erdgas Brennwertkessel für Raumwärme)	0	4.400	2.600
CO_2-Gutschriften (Durchschnitt)	0	7.200	4.300

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

Abbildung 17: Vergleich der CO_2-Emissions-Äquivalente (netto) und der CO_2-Gutschriften aus der Deponierung für die Jahre 1990, 2007 und 2012 in Oö. (in Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente)



Quelle: Eigene Darstellung

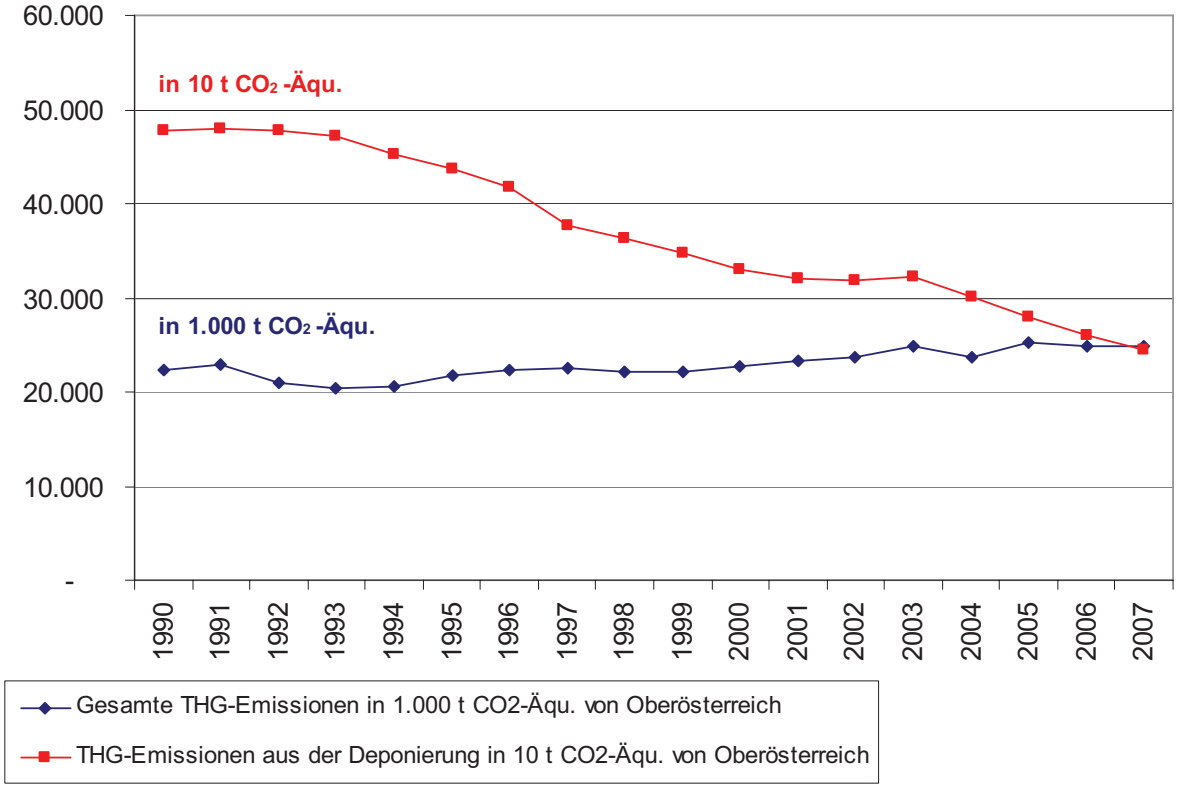
Abbildung 17 veranschaulicht die in der Tabelle dargestellten Ergebnisse. Im Plus-Bereich der Skala (graue Balken) sind die aus der Deponierung entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente (netto, d.h. nach Abzug der gesammelten Deponiegasmengen) abgebildet, im Minus-Bereich erkennt man die CO_2-Gutschriften (hellgrün und dunkelgrün).

Laut BLI wurden in Oberösterreich im Jahr 2006 insgesamt 24,86 Millionen Tonnen treibhausrelevante Gase emittiert. Die Trendberechnung für das Jahr 2007 ergibt einen Wert von 24,80 Millionen Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten. Insgesamt trugen die Emissionen aus der Deponierung im Jahr 1990 zu 2,15% zu den gesamten Treibhausgasemissionen in Oberösterreich bei. Im Jahr 2007 lag der Beitrag der Deponierung zu den gesamten Treibhausgasemissionen in Oberösterreich (nach Abzug der gesammelten Methangas-Mengen und ohne Berücksichtigung der Gutschriften) bei nur mehr 1%. Das bedeutet, während die klimarelevanten Emissionen aus der Deponierung seit 1990 deutlich gesunken sind, hat es seit 1990 sogar einen Anstieg der gesamten CO_2-Emissions-Äquivalente in Oberösterreich gegeben.[67]

Die folgende Grafik veranschaulicht die Entwicklung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung (nach Abzug der gesammelten Methangas-Mengen und ohne Berücksichtigung der Gutschriften) seit 1990 im Vergleich zur Entwicklung der gesamten Treibhausgas-Emissionen für Österreich:

[67] Anmerkung: Eine Reduktion der gesamten Treibhausgase findet in Oberösterreich erst seit 2005 statt. Insgesamt ist die Menge seit 1990 um 11% angestiegen.

Abbildung 18: Entwicklung der treibhauswirksamen Emissionen aus der Deponierung im Vergleich zu den gesamten treibhauswirksamen Emissionen aus Oberösterreich (für die Jahre 1990 bis 2007)



Quelle: Eigene Darstellung nach Anderl, M. et.al: Bundesländer-Schadstoffinventur 2008, Einzeldaten unveröffentlicht.

4.2.5 Reduktionspotentiale treibhauswirksamer Gase und empfohlene Maßnahmen bei der Deponierung von Massenabfällen und Reststoffen

Die eben dargestellten Zahlen verdeutlichen, dass in den letzten Jahren und Jahrzehnten aufgrund etlicher technischer und juridischer Maßnahmen die klimarelevanten Emissionen aus der Deponierung in Oberösterreich deutlich gesenkt werden konnten.

Trotz dieser positiven Entwicklung können einzelne Optimierungsmaßnahmen auf Oberösterreichs Deponien zu einer weiteren Reduktion der Treibhausgase führen. Eine detaillierte Untersuchung der einzelnen Deponiestandorte im Rahmen der Studie

„Reduktion von Treibhausgasen auf Deponien in Oberösterreich“ (Flögl, 2006) ergab folgende Ansatzpunkte:[68]

- **Betriebsoptimierungen durch eine Verbesserung der Erhaltungs- und Wartungsmaßnahmen:** Unter diesem Ansatzpunkt wären Untersuchungen auf die Funktionsfähigkeit bestehender Gasbrunnen, Gasdrainagen und Gasanschlussleitungen sowie deren etwaige Erneuerung zu subsumieren. Dies kann beispielsweise durch eine Ausstattung der Deponiegasbrunnen mit Prüfmöglichkeiten erfolgen. Weitere Ansätze sind die Verbesserung eines gasdichten Anschlusses zum Deponiekörper, die Ausnutzung des Gasspeichers (falls vorhanden)
- **Anlagenoptimierungen:** Diese könnte etwa durch eine Adaptierung der Gasverdichter- und –verwertungsanlagen erreicht werden. Auf einzelnen Deponien könnte ein Einbindung der Deponieentgasung in die Faulgas-verwertung überlegt werden.
- **Sonstige bauliche Maßnahmen:** optimierte Oberflächenabdeckungen bzw. Zwischenabdeckungen sowie einzelne lokale Flächenfilter mittels einer Oxidationsschicht.

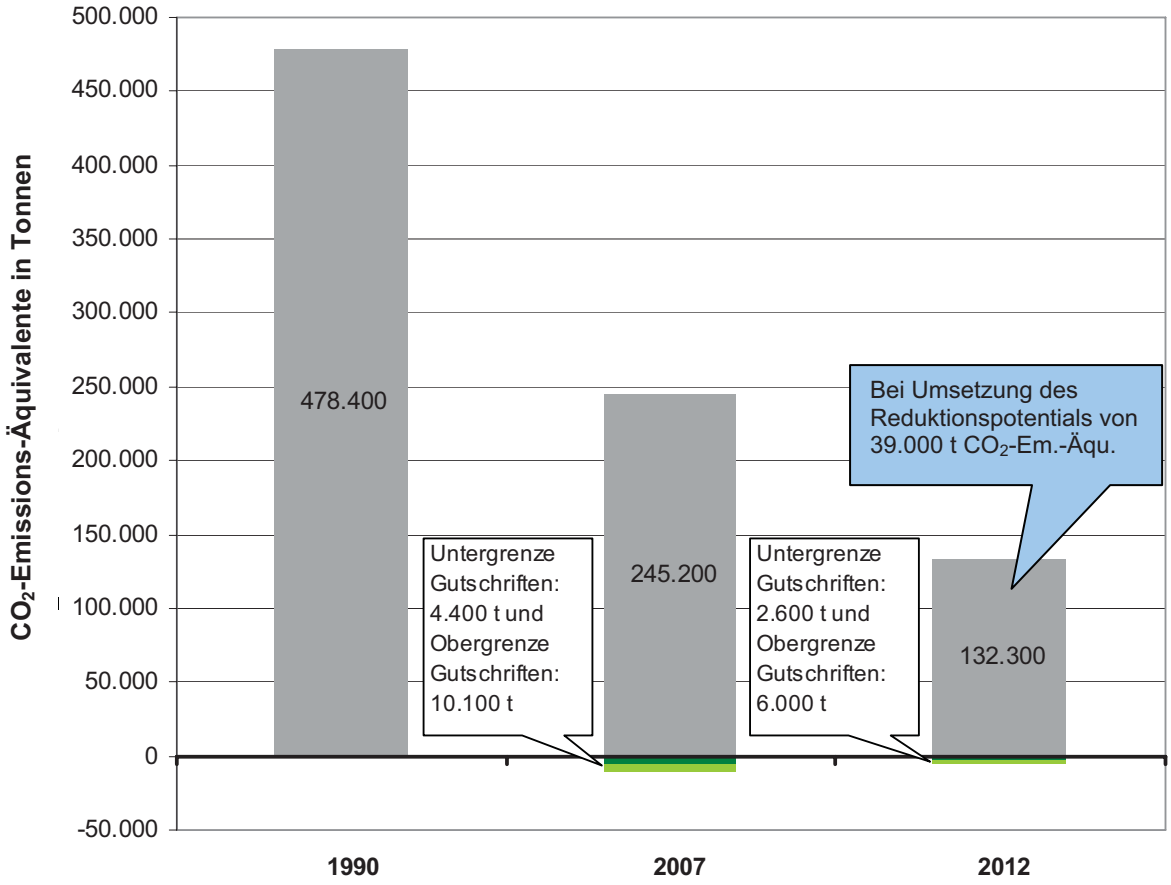
Eine Quantifizierung jener in der Flögl-Studie dargestellten Optimierungsmaßnahmen erfolgt einerseits in Hinsicht auf die dafür notwendigen Investitionskosten und andererseits in Hinsicht auf das mögliche CO_2-Reduktionspotential.

Hinsichtlicht der Quantifizierung des möglichen Senkungspotentials der klimarelevanten Emissionen aufgrund der vorgeschlagenen Maßnahmen, wird konstatiert, dass bei der Durchführung der vorgeschlagenen Anlagenoptimierungen sich ein **Reduktions-potential von rund 39.000 t CO_2-Emissions-Äquivalenten** heben lässt. Die insgesamt (zusätzlich) entstehenden Betriebs- und Wartungskosten können mit 0,82 Mio. Euro beziffert werden, die erforderlichen Investitionen liegen in einer Größenordung von rund 4,2 Mio. Euro.[69]

[68] Vgl. Flögl, S. 71ff.
[69] Vgl. Flögl 2006, S. 85ff.

Auf Basis der in der BLI errechneten und fortgeschriebenen CO_2-Emissions-Äquivalenten (netto, d.h. nach Abzug der gesammelten Methangasmengen) von 171.324 Tonnen entspricht dies einem **Reduktionspotential von rund 22,8%.**[70]

Abbildung 19: Vergleich der CO_2-Emissions-Äquivalente (netto) und der CO_2-Gutschriften aus der DEPONIERUNG für die Jahre 1990, 2007 und 2012 in Oö. bei Umsetzung der Reduktionspotentiale (in Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente)



Quelle: Eigene Darstellung

Gemäß Flögl würden sich der Großteil der Anlagenoptimierungen – gemessen an der Emissionsreduktion – nach spätestens fünf Jahren rentieren.[71] Hierzu ist jedoch anzumerken, dass viele der vorgeschlagenen Maßnahmen aus Betreibersicht nicht mehr wirtschaftlich darstellbar sind, insbesondere in Hinblick auf die immer weiter sinkende Methanbildungsrate. Es bleibt daher kritisch zu hinterfragen, inwieweit die vorgeschlagenen Optimierungsmaßnahmen – besonders, wenn sie höhere Investitionen

[70] Anmerkung: Auf Basis der von Flögl errechneten Daten liegt das Reduktionspotential bei rund 65% der jährlichen CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung.
[71] Vgl. Flögl 2006,S. 90ff.

bedingen – in der Praxis bisher Akzeptanz gefunden haben und umgesetzt wurden oder zukünftig noch umgesetzt werden.

Ausgehend von den in Kapitel 5.2.2 beschriebenen Szenarien ergeben sich im Rahmen der Deponierung - abgesehen von den schon oben dargestellten Optimierungspotentialen - keine weiteren Einsparungsmaßnahmen.

4.3 Thermische Abfallbehandlung und Abschätzung der entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente

Nicht nur die Massenabfall- und Reststoffdeponien wurden durch die Deponieverordnung 2004 und 2008 maßgeblich beeinflusst. Da seit 1. Jänner 2004 nur mehr reaktionsarme Abfälle abgelagert werden dürfen[72], muss das Gros der Siedlungsabfälle einer vorgelagerten Behandlung unterzogen werden. Neben einer mechanischen Vorbehandlung bzw. der mechanisch-biologischen Behandlung in einer MBA hat vor allem die thermische Behandlung an Bedeutung gewonnen.

Vor dem Hintergrund, dass die Anforderungen zur Deponierung eingehalten werden müssen, erfüllt die thermische Behandlung auch den Zweck einer wesentlichen Massenreduktion von Abfällen und bietet die Möglichkeit, Energie in Form von Strom oder Wärme zu gewinnen.

Abgesehen von der Deponieverordnung 2008 und dem AWG 2002 dienen als rechtliche Grundlagen für die thermische Behandlung folgende Regelwerke:[73]

- Abfallverbrennungsverordnung (AVV), idF BGBl II 296/2007
- Überwachungs-, Berichterstattungs- und Prüfungs-Verordnung (ÜBPV 2007), idF BGBl II 339/2007
- Emissionszertifikategesetzes (EZG), idF BGBl I 171/2006

Da diese Studie auf die Abschätzung der CO_2-Emissions-Äquivalente fokussiert, werden die für Verbrennungsanlagen einzuhaltenden Emissionsgrenzwerte, wie beispielsweise staubförmige Emissionen, Chlorwasserstoffe, Fluorwasserstoffe, Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Kohlenstoffmonoxid nicht weiter berücksichtigt.[74]

Nachfolgend befindet sich eine kurze Beschreibung der wichtigsten Eigenschaften und technologischen Aspekten von Abfallverbrennungsanlagen.

[72] In Ausnahmefällen ab 1. Jänner 2009.
[73] Für nähere Informationen siehe Böhmer et al. 2007, S. 28ff.
[74] Für nähere Informationen siehe Böhmer et al. 2007, S. 31ff.

Abfallverbrennungsmethoden und Art der eingesetzten Abfälle

In der Studie „Abfallverbrennung in Österreich“ von Böhmer et al. (2007) werden die wesentlichen Abfallverbrennungsmethoden, wie etwa Rostfeuerung (u.a. in Wels bei der Linie I und II), Wirbelschichtfeuerung (u.a. Lenzing) und Drehrohrofen (u.a. Pinsdorf und Kirchdorf) näher beschrieben. In Anlagen mit Rostfeuerung und Wirbelschichtfeuerung werden hauptsächlich nicht gefährliche Abfälle, wie etwa Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle, Sperrmüll, Gewerbeabfall (teils Rückstände aus eigener Produktion), kommunale Schlämme und Abfälle aus der mechanischen Aufbereitung verwertet.[75]

Technologische Aspekte von Abfallverbrennungsanlagen

Nach der Übernahme der Abfälle werden diese in der Regel auf einer Brückenwaage verwogen, gefährliche Abfälle gegebenenfalls beprobt, bzw. auf radioaktive Strahlung untersucht. Für die Verwertung in Rostfeuerungsanlagen, in denen hauptsächlich Siedlungsabfälle behandelt werden, ist keine vorgeschaltete Aufbereitung notwendig. Nur der angelieferte Sperrmüll wird mit Rotorscheren oder Shreddern zerkleinert. In Wels kommt zusätzlich ein Magnetabscheider zur Abtrennung von Eisenmetallen, ein Sieb und Windsichter zur Trennung nach Partikelgröße zum Einsatz.[76]

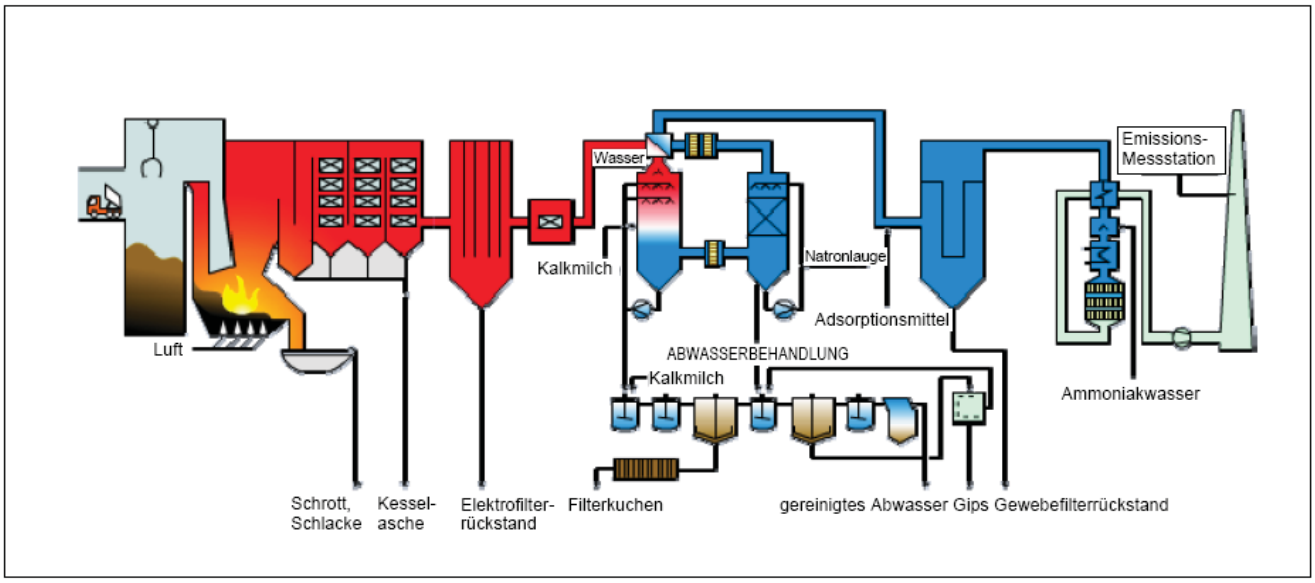
Wirbelschichtfeuerungsanlagen bedingen bestimmte, höhere Anforderungen an die Eigenschaften der eingesetzten Abfälle, weshalb in (internen) mechanischen Aufbereitungsanlagen die Abfälle die Schritte Zerkleinerung, Metallabscheidung und zum Teil auch Siebung durchlaufen.

Abfälle, die in Drehrohröfen verwertet werden, benötigen in der Regel keine mechanische Aufbereitung. Jedoch müssen die Abfälle – um die Schwankungsbreite der Eigenschaften der zu verbrennenden Abfälle gering zu halten – einer Vorvermischung unterzogen werden.[77] Die größte in österreichischen Verbrennungsanlagen verwertete Abfallfraktion sind Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle, gefolgt von mechanisch aufbereiteten Abfällen und nicht gefährlichen Schlämmen.[78]

[75] Vgl. Böhmer et al. 2007. S. 41ff.
[76] Vgl. ebenda, S. 48f.
[77] Vgl. ebenda, S. 49f.
[78] Vgl. Böhmer et al. 2007. S. 42.

Die folgende Abbildung zeigt am Beispiel der Abfallverbrennungsanlage Wels den typischen Ablauf bei der Verbrennung von Abfällen von der Anlieferung und Abgabe in den Müllbunker bis hin zur Filterung der Abgase.

Abbildung 20: Verfahrensschema der Linie 2 der WAV



Quelle: http://www.ave.at/ave/resources/315200390213632229_326151257792017335.swf vom 27.2.2009.

In Anlagen mit Rostfeuerung werden primär Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle verwertet, während in Wirbelschichtanlagen in erster Linie mechanisch aufbereitete Abfälle und nicht gefährliche Schlämme (kommunaler Klärschlamm) eingesetzt werden.[79]

Die Lagerung der übernommenen Abfälle erfolgt in geschlossenen Gebäuden, sog. Abfallbunkern, die jeweils mit Greiferkränen ausgestattet sind. Diese dienen der Vorvermischung der Abfälle, sowie auch der Beschickung der Abfälle für die Feuerung. Um die Geruchsbelästigung zu minimieren, beträgt die maximale Lagerdauer beträgt maximal 5 Tage, ebenso wird ein großer Teil der Verbrennungsluft direkt aus den Müllbunkern abgesaugt.

[79] Vgl. ebenda, 2007. S. 43f.

Zusatzfeuerung

Beim An- und Abfahren der Abfallverbrennungsanlagen werden in der Regel Erdgas oder Öl eingesetzt. Die Befragung der Anlagenbetreiber hat ergeben, dass in Mitverbrennungsanlagen zusätzlich Steinkohle, Steinkohlestaub oder Koks eingesetzt werden.

Während des kontinuierlichen Betriebes ist im Normalfall keine Zusatzfeuerung notwendig. In den Nachbrennkammern (bei klassischen Verfahren) muss jedoch darauf geachtet werden, dass eine stetig hohe Temperatur von 850 – 1200 °C beibehalten wird, wozu die Kammern mit Brennern ausgerüstet sein müssen.[80]

Eigenbedarf an elektrischer Energie

Bei Rost- und Drehrohrfeuerungsanlagen liegt der Eigenbedarf an elektrischer Energie zwischen 3% und 6% der Brennstoffwärmeleistung bzw. zwischen 20% und 30% der produzierten Strommenge.

Bei Wirbelschichtanlagen verdoppelt sich dieser Energiebedarf wegen der notwendigen höheren Vordrücke der Verbrennungsluft und des zusätzlichen Energiebedarfs für die Abfallaufbereitung.[81]

Rückstände

Abfälle bzw. Rückstände aus Abfallverbrennungsprozessen sind in erster Linie Schlacken, Aschen, Filterkuchen, Gips und Eisenschrott.

[80] Vgl. Böhmer et al. 2007. S. 8.
[81] Vgl. ebenda, S. 59.

4.3.1 Sachstand der thermischen Abfallbehandlung in Oberösterreich

Die für diese Studie relevanten Verbrennungsanlagen sind zwei Abfallverbrennungsanlagen und sieben als Mitverbrennungsanlagen.[82] Nicht berücksichtigt ist, wie schon in Kapitel 3.2.1 angesprochen, die VOEST Alpine, da diese keine Abfälle, sondern ein Produkt im Hochofenprozess einsetzt. Die folgende Tabelle zeigt in Anlehnung an den Abfallbericht 2007 die für diese Studie relevanten Anlagen inklusive der tatsächlich der Verbrennung zugeführten Menge an Abfällen.

Tabelle 11: Thermische Behandlungsanlagen in Oberösterreich (Stand 2007)

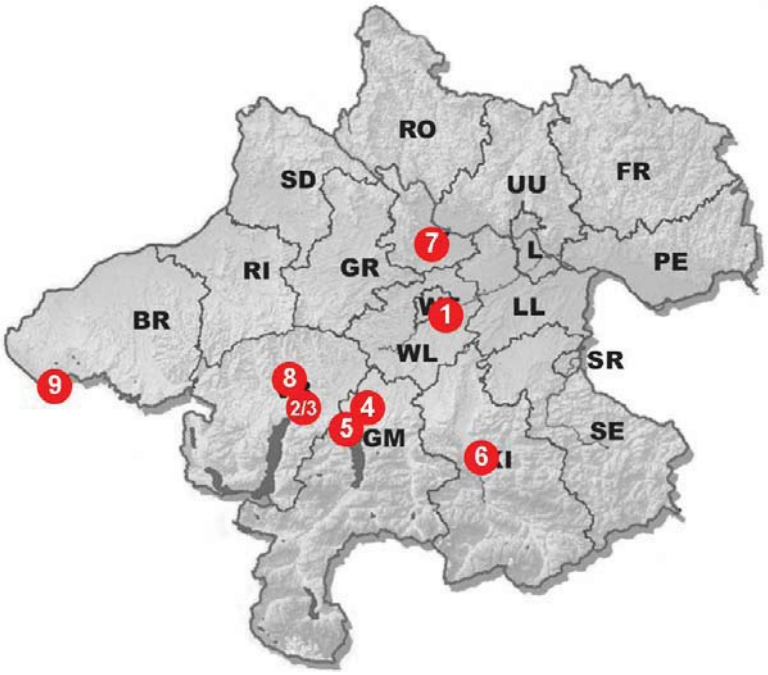
Anlage (Standort)	Art der Anlage und Technologie[83]	Inbetrieb-nahme[84]	Mögliche jährliche Kapazität in t (ca.)[85]	Jahresmenge an Abfällen 2007 in t[86]
Welser Abfallverbrennungsanlage AVE Österreich GmbH (Wels)	Verbrennungsanlage Rostfeuerung	Linie I: 1996 Linie II: 2006	Linie I: 80.000 Linie II: 220.000	292.541
RVL Reststoffverwertung Lenzing GmbH (Lenzing)	Verbrennungsanlage Wirbelschichtanlage	2002	300.000	304.156
Lenzing AG (Lenzing)	Mitverbrennungsanlage Wirbelschichtanlage	2004	150.000	123.532
EEVG - Entsorgungs- und Energieverwertungs GmbH (Laakirchen)	Mitverbrennungsanlage Wirbelschichtanlage	1998	287.000	277.585
Gmundner Zement Produktions- und Handels GmbH (Pinsdorf)	Mitverbrennungsanlage Drehrohrofen	1991	47.000	46.438
Kirchdorfer Zementwerk Hofmann Gesellschaft m.b.H. (Kirchdorf)	Mitverbrennungsanlage Drehrohrofen	2002	35.000	24.943
EKT - Eferdinger Klärschlammtrockung GmbH (Fraham)	Mitverbrennungsanlage Vertikal Zyklonofen Wirbelschichtanlage		34.000	24.330
Energie AG Timelkam II und Biomassekraftwerk (Timelkam)	Mitverbrennungsanlage Gaskesselanlage	2001 2005	115.000	30.722
Energie AG Riedersbach 1 und 2 (St. Pantaleon)	Mitverbrennungsanlage Steinkohlefeuerung Ölfeuerung	seit 2005 Dauerge-nehmigung	Abfälle: max. 20% der Feuerleistung	6.794

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an das Amt der Oö. Landesregierung, Abfallbericht 2007.

[82] Vgl. § 3 AVV Z 5 und 6.
[83] Vgl. Amt der Oö. Landesregierung, Abfallbericht 2007, S. 11.
[84] Vgl. ebenda, S. 11.
[85] Vgl. ebenda, S. 11.
[86] Eigene Berechnung auf Basis der Datenerhebungsblätter der Anlagenbetreiber; inkludiert sind alle Abfälle in die thermische Behandlung, d.h. kommunale und gewerbliche Abfälle.

Die nachfolgende Grafik stellt die Verteilung der Anlagen in Oberösterreich dar:

Abbildung 21: Standorte der thermischen Anlagen in Oberösterreich (Stand 2007)



Thermische Anlagen:

1. Welser Abfallverbrennungsanlage AVE Österreich GmbH, Wels
2. RVL Reststoffverwertung Lenzing GmbH, Wels
3. Lenzing AG, Lenzing
4. EEVG – Entsorgungs- und Energieverwertungs GmbH, Laakirchen
5. Gmundner Zement Produktions- und Handels GmbH, Pinsdorf
6. Kirchdorfer Zementwerk Hofmann Gesellschaft m.b.H., Kirchdorf
7. EKT – Eferdinger Klärschlammtrocknung GmbH, Fraham
8. Energie AG Timelkam II und Biomassekraftwerk, Timelkam
9. Energie AG Riedersbach 1 und 2, St. Pantaleon

Quelle: Eigene Darstellung, Oö.-Grafik entnommen aus dem Oö. Abfallbericht 2007, S. 13 (Amt der Oö. Landesregierung).

4.3.2 Darstellung der Mengenflüsse der thermisch behandelten Abfälle für das Jahr 2007

Um die CO_2-Emissions-Äquivalente aus der thermischen Behandlung abschätzen zu können, benötigt man als Datengrundlage die der Verbrennung zugeführte Menge an Abfällen. Wie im Abschnitt 0 angeführt, sollen für thermische Behandlungsanlagen für die Berechnung der treibhausrelevanten Emissionen nur kommunale Abfälle sowie gewerbliche biogene Abfälle herangezogen werden.

Nachfolgend findet sich vorerst eine Übersicht aller Mengenströme in die thermische Behandlung – also auch inklusive aller gewerblicher Abfälle – aggregiert nach Schlüsselnummern-Übergruppen (gemäß ÖNORM S 2100).

Tabelle 12: Inputarten und -mengen in die thermische Behandlung, aggregiert nach zweistelligen Schlüsselnummern für das Jahr 2007

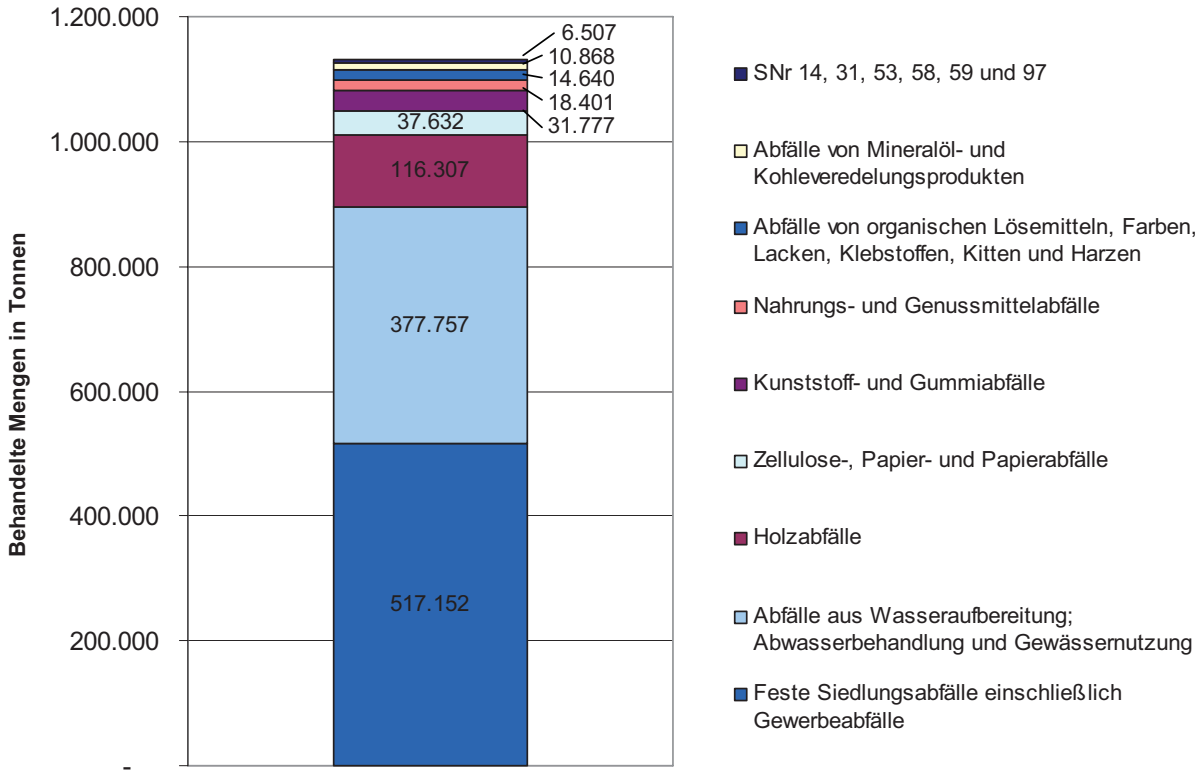
		Summen für OÖ			
SNr.	**Bezeichnung der Übergruppen nach ÖNORM S 2100**	**Inputmenge aus Oö. (in kg)**	**Inputmenge aus and. BL (in kg)**	**Inputmenge gesamt (in kg)**	**Inputmenge gesamt (in %)**
11	Nahrungs- und Genussmittelabfälle	18.266.250	135.160	18.401.410	1,63
14	Häute und Lederabfälle	139.460	-	139.460	0,01
17	Holzabfälle	108.777.891	7.529.470	116.307.361	10,28
18	Zellulose-, Papier- und Papierabfälle	29.327.587	8.304.790	37.632.377	3,33
31	Abfälle mineralischen Ursprungs (ohne Metallabfälle)	240.356	-	240.356	0,02
53	Abfälle von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln und pharmazeutischen Erzeugnissen	186.960	32.240	219.200	0,02
54	Abfälle von Mineralöl- und Kohleveredelungsprodukten	5.572.440	5.296.000	10.868.440	0,96
55	Abfälle von organischen Lösemitteln, Farben, Lacken, Klebstoffen, Kitten und Harzen	10.568.100	4.071.460	14.639.560	1,29
57	Kunststoff- und Gummiabfälle	24.612.715	7.163.830	31.776.545	2,81
58	Textilabfälle (Natur- und Chemiefaserprodukte)	2.800.687	1.091.710	3.892.397	0,34
59	Andere Abfälle chemischer Umwandlungs- und Syntheseprodukte	27.760	14.020	41.780	0,00
91	Feste Siedlungsabfälle einschließlich Gewerbeabfälle	282.601.950	234.550.030	517.151.980	45,72
94	Abfälle aus Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung und Gewässernutzung	319.686.211	58.070.810	377.757.021	33,40
97	Abfälle aus dem medizinischen Bereich	334.180	1.639.430	1.973.610	0,17
Summe		**803.142.547**	**327.898.950**	**1.131.041.497**	**100**

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Daten Amt der Oö. Landesregierung, Umweltschutzschutz)

Die Aufstellung verdeutlicht, dass der mengenmäßige Hauptanteil der in die Verbrennung geschickten Abfälle feste Siedlungsabfälle einschließlich Gewerbeabfälle (45,72%) sind, gefolgt von Abfällen aus der Wasseraufbereitung, Abwassernutzung und Gewässernutzung (33,40%). Holzabfälle machen rund ein Zehntel der gesamt verfeuerten Menge aus (10,28%).[87]

[87] Anmerkung: Dies bedeutet nicht automatisch, dass auch der mengenmäßig größte (fossile) CO_2-Anteil diesen Fraktionen entstammt, da die eben genannten Fraktionen zu einem Großteil biogenen Kohlenstoff beinhalten.

Abbildung 22: Inputarten und –mengen in die thermische Behandlung, aggregiert nach zweistelligen Schlüsselnummern für das Jahr 2007



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Datenbasis Amt der Oö. Landesregierung, Umweltschutzschutz)

Da für die kommunale Abfallwirtschaft im Wesentlichen die Schlüsselnummern 17 (Holzabfälle), 18 (Zellulose-, Papier- und Pappeabfälle) und vor allem 91 (Feste Siedlungsabfälle einschließlich Gewerbeabfälle) sowie 94 (Abfälle aus der Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung und Gewässernutzung) von Bedeutung sind,[88] werden in Tabelle 13 die Mengen der zweistelligen Schlüsselnummern 91 und 94 detailliert aufgezeichnet.

Zu beachten ist bei dieser Aufstellung jedoch, dass jene Abfallfraktionen keine Abfälle rein kommunaler Herkunft darstellen. In einem weiteren Schritt muss daher eine genaue prozentuelle Zuordnung der Abfallfraktionen nach kommunaler und gewerblicher Herkunft erfolgen.[89]

[88] Die Abfälle der anderen Schlüsselnummern stammen im Wesentlichen aus dem gewerblichen Betrieb.
[89] Siehe Anhang 12

Tabelle 13: Detaillierte Mengen der Schlüsselnummern 91 und 94 für das Jahr 2007 (in die thermische Behandlung)

		Summen für Oö.			
SNr.	**Bezeichnung der Übergruppen nach ÖNORM S 2100**	**Inputmenge aus Oö. (in kg)**	**Inputmenge aus and. BL (in kg)**	**Inputmenge gesamt (in kg)**	**Inputmenge gesamt (in %)**
91	**Feste Siedlungsabfälle einschließlich Gewerbeabfälle**	**282.601.950**	**234.550.030**	**517.151.980**	**45,72**
91101	Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle	110.431.640	2.375.830	112.807.470	9,97
91102	Rückstände aus der biologischen Abfallbehandlung	502.830	16.000.080	16.502.910	1,46
91103	Rückstände aus der mechanischen Abfallbehandlung	93.836.250	208.352.060	302.188.310	26,72
91105	Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, mechanisch-biologisch vorbehandelt	70.590.580	3.501.800	74.092.380	6,55
91108	Ersatzbrennstoffe, qualitätsgesichert	7.142.730	4.236.700	11.379.430	1,00
91201	Verpackungsmaterial und Kartonagen	160		160	0,00
91202	Küchen- und Kantinenabfälle	2.700	83.560	86.260	0,01
91206	Baustellenabfälle (kein Bauschutt)	60.940		60.940	0,01
91207	Leichtfraktion aus der Verpackungssammlung	660		660	0,00
91702	Friedhofsabfälle, die nicht den Anforderungen der Kompostverordnung entsprechen	33.460		33.460	0,00
94	**Abfälle aus Wasseraufbereitung; Abwasserbehandlung und Gewässernutzung**	**319.686.211**	**58.070.810**	**377.757.021**	**33,40**
94301	Vorklärschlamm	2.393.000		2.393.000	0,21
94501	Anaerob stabilisierter Schlamm (Faulschlamm)	31.064.100	39.062.790	70.126.890	6,20
94502	Aerob stabilisierter Schlamm	5.103.960	15.814.280	20.918.240	1,85
94701	Rechengut	307.420	103.300	410.720	0,04
94801	Schlamm aus der Abwasserbehandlung, mit gefährlichen Inhaltsstoffen	183.610.870	2.793.980	186.404.850	16,48
94802	Schlamm aus der mechanischen Abwasserbehandlung der Zellstoff- und Papierherstellung	58.564.666	170.460	58.735.126	5,19
94803	Schlamm aus der biologischen Abwasserbehandlung der Zellstoff- und Papierherstellung	38.642.195	126.000	38.768.195	3,43

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Datenbasis Amt der Oö. Landesregierung, Umweltschutzschutz)

4.3.3 Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der thermischen Abfallbehandlung

Obwohl der Großteil der in Tabelle 11 beschriebenen Anlagen gemäß Emissionszertifikategesetz ihre Kohlendioxid-Emissionen zu überprüfen und zu melden haben, wird in dieser Studie eine eigene Berechnung der treibhausrelevanten Emissionen für die thermische Behandlung vorgenommen.

Die Gründe dafür sind folgende:

- Es gibt laut Gesetz keine einheitliche, verbindliche Methodik, die CO_2-Emissionen zu berechnen. Der Gesetzgeber schlägt zwei Methoden zur Überwachung der Emissionen vor: eine auf Berechnung und eine auf Messung beruhende Methodik bzw. eine Kombination der beiden.[90] Das bedeutet, man kann nicht davon ausgehen, dass alle Betreiber die gleiche Methodik zur Überprüfung ihrer Emissionen anwenden, woraus sich Probleme der Vergleichbarkeit und Konsistenz ergeben können.
- In dieser Studie sollen für den Bereich der thermischen Behandlung nur die kommunalen sowie die gewerblichen biogenen Abfälle berücksichtigt werden, was eine Berechnung nur aufgrund jener Mengenströme nötig macht.

Aus diesen Gründen erfolgt die Abschätzung der CO_2-Emissions-Äquivalente für die thermische Behandlung nach der IPCC Tier 2-Methodik für Verbrennung. Die genaue Berechnungsmethodik inklusive Formel findet sich in Kapitel 3.3.2.

4.3.3.1 CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen

Die Berechnung der CO_2-Emissionen aus der Verbrennung wird pro Schlüsselnummer durchgeführt, woraus sich eine Summe an Gesamt-CO_2-Emissionen aus der thermischen Behandlung in Oberösterreich ergibt. Die zugrundeliegenden primären Mengendaten (ohne Auftrennung in kommunale und gewerbliche Abfälle) sind in Tabelle 12 und Tabelle 13 aufgelistet.

[90] Vgl. § 7 ÜBPV 2007.

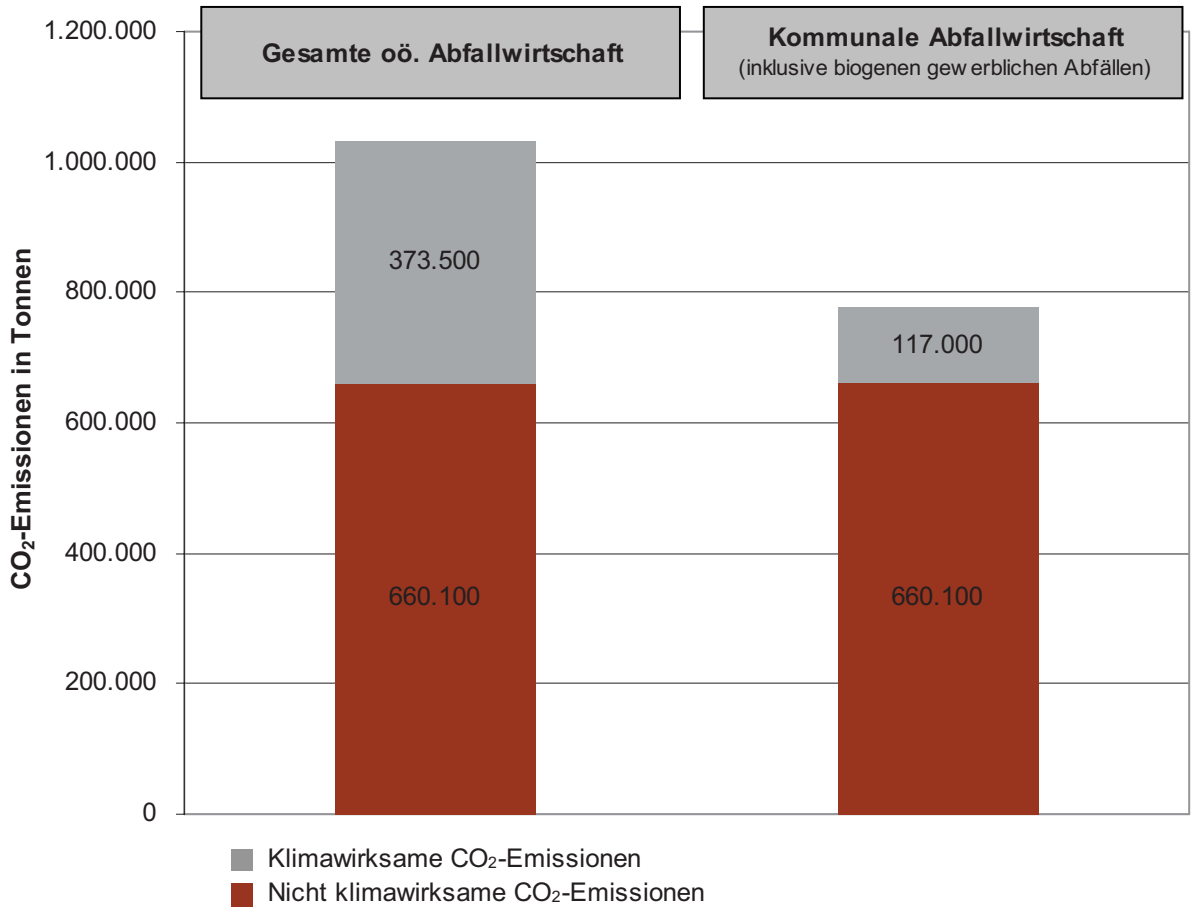
Zur Aufteilung der einzelnen Fraktionen in Abfälle kommunaler und Abfälle gewerblicher Herkunft ist grundsätzlich anzumerken, dass bei vielen Schlüsselnummern eine eindeutige Zuordnung zur gewerblichen Herkunft möglich war. In einigen Fällen mussten jedoch aufgrund der komplexen Zusammenhänge Annahmen über die mögliche Herkunft getroffen werden. Im Speziellen betrifft dies Abfälle der Schlüsselnummer 91 (Feste Siedlungsabfälle einschließlich Gewerbeabfälle). Hier wurde in Abstimmung mit der Abteilung Umweltschutz des Amtes der Oö. Landesregierung realistische Abschätzungen vorgenommen. Dort, wo keine Abschätzungen zur Herkunft möglich waren, wurden Zahlen aus dem Bundesabfallwirtschaftsplan herangezogen. Hochrechnungen aus dem Bundesabfallwirtschaftsplan (BAWP) zufolge stammen bei der Schlüsselnummer 91 rund 45,90% der gesamten Abfallmenge aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, das heißt sind als kommunale Abfälle einzustufen.[91]

Die weiteren für die Berechnung notwendigen Parameter, wie etwa Anteil der Trockensubstanz, gesamter Kohlenstoffgehalt und fossiler Kohlenstoffgehalt können verschiedenen Studien entnommen werden und werden für den Endbericht in Anhang 9 aufgelistet.[92]

Die nachfolgende Abbildung stellt die errechneten CO_2-Emissionen aus der thermischen Behandlung in Oberösterreich dar, wobei es sich hier um klimarelevante (grau) und um die nicht klimarelevanten CO_2-Emissionen handelt (grün). Der erste Balken beschreibt die thermische Behandlung der gesamten oberösterreichischen Abfallwirtschaft (kommunale und alle gewerblichen Abfälle in die thermische Behandlung), der zweite Balken bezieht sich auf die in dieser Studie gezogenen Systemgrenzen (kommunale Abfälle sowie gewerbliche biogene Abfälle in die thermische Behandlung).
Anzumerken ist weiters, dass es sich bei diesen ausgewiesenen CO_2-Emissionen nur um jene handelt, die ausschließlich durch die Verbrennung von Abfällen entstehen. Emissionen durch die Zusatzfeuerung oder durch die Verbrennung fossiler Hauptbrennstoffe in Mitverbrennungsanlagen werden hier nicht berücksichtigt.

[91] Anmerkung: Die Daten sind Hochrechnungen und beziehen sich auf Gesamt-Österreich.
[92] Angaben zur Trockensubstanz: Winkler, W. (2005): Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung von Stofffrachten in Abfällen basierend auf der Methode der Stoffflussanalyse
Angaben zum (fossilen) C-Gehalt: Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (2004): Liste aus Betreiberangaben und Literaturangaben zu Kohlenstoffgehalten und biogenen Anteilen von Ersatzbrennstoffen.

Abbildung 23: Gegenüberstellung der CO_2-Emissionen aus der thermischen Behandlung für die gesamte und die kommunale oö. Abfallwirtschaft für das Jahr 2007 (ausschließliche Berücksichtigung von Abfällen, keine Berücksichtigung der fossilen Brennstoffe und der CO_2-Gutschriften)



Quelle: Eigene Darstellung

Es zeigt sich, dass die CO_2-Emissionen aus der thermischen Behandlung (klimarelevant und nicht klimarelevant) für die gesamte oberösterreichische Abfallwirtschaft 1.033.600 Tonnen betragen und rund um ein Drittel höher sind, als die CO_2-Emissionen aus der kommunalen Abfallwirtschaft (inklusive biogenen gewerblichen Abfällen; 777.100 Tonnen). Jedoch ist genau diese Differenz (256.500 Tonnen CO_2) klimawirksames Kohlendioxid. Ein überwiegender Anteil der CO_2-Emissionen ist nicht klimarelevant, d.h. lässt sich auf biogene Quellen zurückführen. Im Falle der gesamten oö. Abfallwirtschaft machen die nicht klimarelevanten Emissionen rund zwei Drittel der Gesamtemissionen aus (64%), im Falle der kommunalen Abfallwirtschaft (inklusive biogenen gewerblichen Abfällen) sind es sogar 85% der Gesamtemissionen.

Es lässt sich daher ableiten, dass aufgrund der gezogenen Systemgrenzen (Ausschluss der nicht biogenen gewerblichen Abfälle) von der kommunalen Abfallwirtschaft (inklusive biogenen gewerblichen Abfällen) im Rahmen der thermischen Behandlung rund 117.000 Tonnen klimawirksames CO_2 emittiert wird, während von der gesamten oberösterreichischen Abfallwirtschaft (thermische Behandlung) rund 373.500 Tonnen emittiert werden.[93]

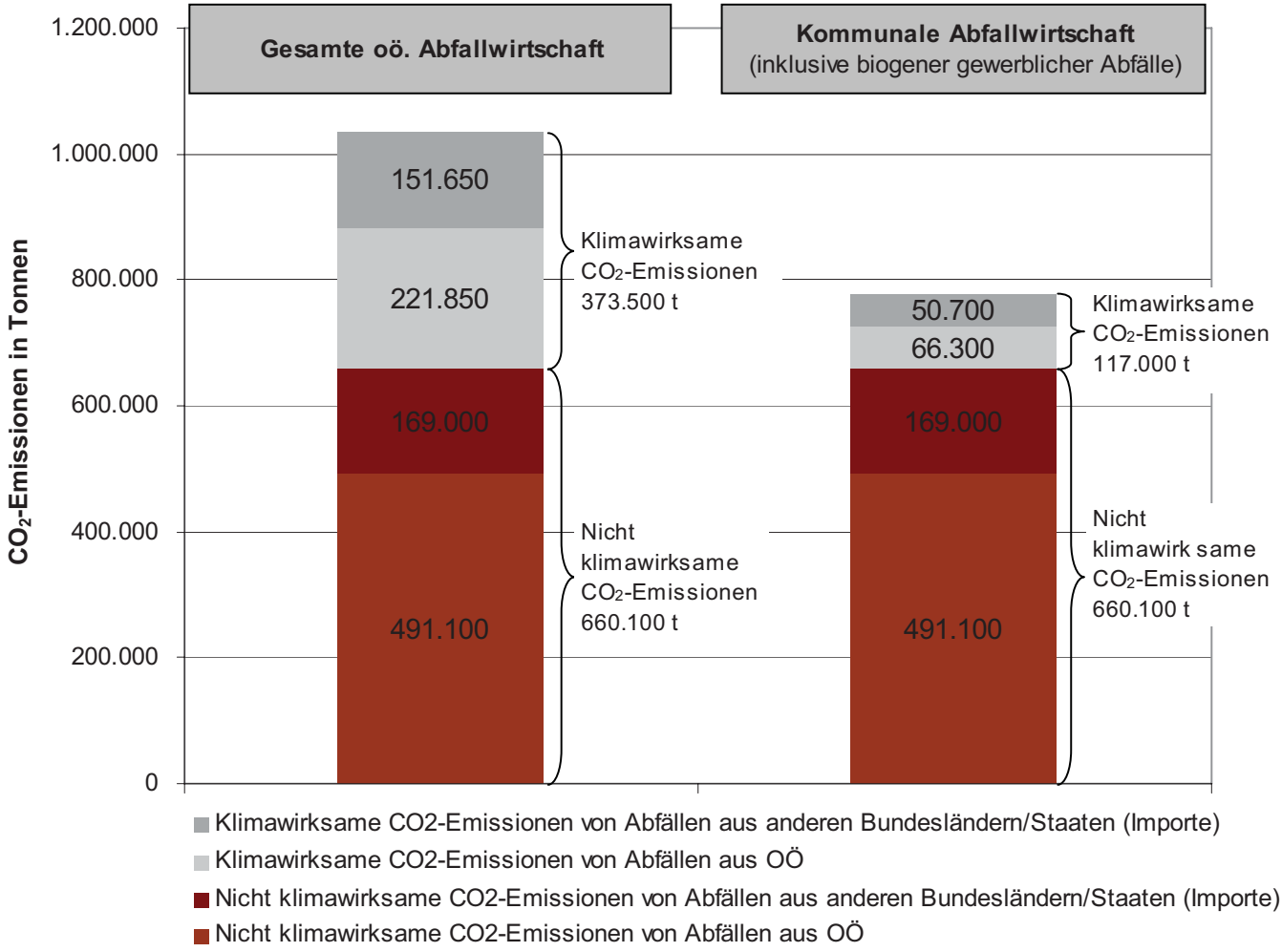
Da ein relativ großer Anteil der thermisch behandelten Abfälle aus anderen Bundesländern oder Nachbarstaaten importiert wird, ist es von Interesse, welchen Anteil diese Importe an den CO_2-Emissionen ausmachen. Die folgende Darstellung zeigt die Aufteilung der Emissionen auf die aus Oberösterreich stammenden Abfälle und der Importe.[94]

Es zeigt sich, dass im Rahmen der gesamten oö. Abfallwirtschaft rund 40% der klimarelevanten CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von importierten Abfällen resultierten. Im Rahmen der in dieser Studie gesetzten Systemgrenzen (kommunale Abfallwirtschaft inklusive biogenen gewerblichen Abfällen) beträgt der Emissionsanteil der Importe rund 43%. Vergleicht man weiters die klimawirksamen CO_2-Emissionen mit den nicht klimawirksamen CO_2-Emissionen fällt auf, dass die importierten Abfälle augenscheinlich einen höheren fossilen C-Anteil aufweisen: Das Verhältnis Importe zu den aus Oberösterreich stammenden Abfälle bei den nicht klimarelevanten Emissionen beträgt rund 1 : 3 während bei den klimawirksamen CO_2-Emissionen das Verhältnis Import zu Abfällen aus Oberösterreich nur ca. 1 : 1,5 ausmacht.

[93] Anmerkung: Die Aufteilung der CO_2-Emissionen in einen klimawirksamen und einen nicht klimawirksamen Anteil erfolgt direkt bei der Berechnung nach der Formel in Kapitel 3.3.2 (IPCC-Tier 2-Methodik). Der ausschlaggebende Faktor, welcher eine Aufteilung in klimawirksame und nicht klimawirksame CO_2-Emissionen erlaubt, ist der Anteil des biogenen bzw. nicht biogenen (fossilen) Kohlenstoffs vom gesamten C-Gehalt in der jeweiligen Abfallfraktion. So sind etwa die CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von Holz nicht klimawirksam, da der Kohlenstoffinhalt des Holzes zu 100% biogen ist. Bei Kunststoffen etwa, deren Kohlenstoffinhalt zu 97% aus nicht biogenen Quellen stammt, sind auch die CO_2-Emissionen bei der Verbrennung zu 97% klimawirksam, zu 3% nicht klimawirksam. Die Datengrundlagen hierzu befinden sich ebenfalls in Anhang 12.

[94] Anmerkung: Zahlen wurden gerundet.

Abbildung 24: Gegenüberstellung der CO_2-Emissionen aus der thermischen Behandlung für die gesamte und die kommunalen oö. Abfallwirtschaft, aufgeteilt nach Importen und Abfällen aus Oö. für das Jahr 2007 (ausschließliche Berücksichtigung von Abfällen, keine Berücksichtigung der fossilen Brennstoffe und der CO_2-Gutschriften)



Quelle: Eigene Darstellung

4.3.3.2 CO_2-Gutschriften aus der Erzeugung von Energie

Da aus der Verwertung einer brachliegenden Ressource – dem Abfall – ein Zusatznutzen in Form von Energie (Strom und Wärme) entsteht, können die so eingesparten fossilen Energieträger in Form von CO_2-Gutschriften ausgewiesen werden.

Wie in Kapitel 3.3.2 bereits angesprochen, müssen dazu folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- Einsatz fossiler Brennstoffe für die Zusatzfeuerung bei Verbrennungsanlagen
- Einsatz fossiler Hauptenergieträger (neben Abfällen) bei Mitverbrennungsanlagen
- Einsatz weiterer Energieträger zum Betrieb der Verbrennngsanlage (ohne Eigenverbrauch) für abfallbezogene Prozesse und
- Menge und Art der erzeugten und ins Netz eingespeisten Energie (Strom und/oder Wärme) in MWh

Jene Daten aus dieser angeführten Liste wurden im Rahmen einer schriftlichen Befragung der Anlagenbetreiber bzw. zuständigen Personen erhoben. Von den neun ausgesandten Datenerhebungsblättern sind sieben Bögen ausgefüllt zurückgesandt worden (Rücklauf von 78%)[95]. Ein Beispielfragebogen befindet sich im Anhang 2.

Aus den erhobenen Daten lassen sich in Folge der für die thermische Behandlung erforderliche zusätzliche Energieverbrauch in CO_2-Emissions-Äquivalenten, sowie die Menge an erzeugter Energie in CO_2-Gutschriften errechnen.

Der Gutschriftenberechnung liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Für die Erzeugung von Strom und Wärme wird jeweils eine Bandbreite an Gutschriften ausgewiesen. Für Strom werden zur Modellierung die beiden Prozesse „optimiertes GuD-Kraftwerk“ (BVT) und „herkömmliches Steinkohlekraftwerk“ (Standardprozess) herangezogen, für die Berechnung der Gutschriften aus der erzeugten Wärme werden die beiden Prozesse „Erdgas Brennwertkessel“ und „Heizöl extraleicht“ verwendet.
- Zwei Behandlungsanlagen setzen die Abfälle in der Mitverbrennung zur Zementproduktion ein. Für jene beiden Anlagen sind die CO_2-Gutschriften inputseitig zu berechnen, da hier keine Energie ins Strom- oder Fernwärmenetz eingespeist wird. Man stellt sich für das Äquivalenzsystem also die Frage, wie viel Tonnen Steinkohle durch den Einsatz des Abfalls eingespart werden können und wie viele CO_2-Gutschriften daraus resultieren. Für die Modellierung wird der Prozess „herkömmliches Steinkohle-Kraftwerk“ (Standardprozess) herangezogen.

[95] Anmerkung: Die zur Berechnung notwendigen Daten eines der befragten Unternehmen stammen aus der Umwelterklärung 2007 gemäß EMAS-V 2001 (hier wurde kein Datenerhebungsbogen übermittelt).

- Gutschriften werden auch aus importierten Abfällen berechnet, da ebenso die Emissionen der Verbrennung dieser Abfälle in Oberösterreich wirksam werden.
- Die aufgewandte Energie (fossile Energieträger zur Zusatzfeuerung bzw. Hauptfeuerung bei Mitverbrennungsanlagen) wird jeweils prozessspezifisch in CO_2-Emissions-Äquivalente umgerechnet und von der Gutschriften-Bandbreite abgezogen.
- Sofern Daten über einen zusätzlichen Energieverbrauch (neben dem Einsatz von fossilen Energieträgern in die Verbrennung – also beispielsweise Strom und Diesel) vorliegen, werden diese ebenfalls als Lastschriften berücksichtigt.
- Aus der Berechnung ausgenommen ist die Eferdinger Klärschlammverwertung (EKT) da hier kein Datenerhebungsblatt eingelangt ist.

Die folgenden beiden Tabellen stellen basierend auf der Befragung im Februar die Datengrundlage für die weiteren Berechnungen dar:

Tabelle 14: Art und Menge der erzeugten und ins Netz eingespeisten Energie aus der thermischen Behandlung, für Oberösterreich gesamt (im Jahr 2007)

Art der erzeugten Energie	Menge an erzeugter und ins Netz eingespeister Energie
Strom	1.317.266 MWh
Wärme	1.586.023 MWh
Gesamt	**2.903.289 MWh*)**

Quelle: Eigene Darstellung

*) Beinhaltet die Energieerzeugung aus den fossilen Zusatzbrennstoffe der 2 Hauptverbrennungsanlagen und aus den fossilen Hauptbrennstoffen der 4 Mitverbrennungsanlagen

Jene in der Aufzählung beschriebenen sechs thermischen Abfallbehandlungsanlagen produzieren insgesamt 2.903 GWh Energie, wovon 45% auf die Stromerzeugung entfallen und 55% auf die Erzeugung von Wärme. Im Rahmen der Mitverbrennung von Abfällen bei der Produktion von Zement werden insgesamt rund 59.400 t Steinkohle bzw. Steinkohlestaub durch den Einsatz des Abfalls ersetzt (= rund 494.180 MWh Energieinhalt).[96]

[96] Anmerkung: Für die weiteren Berechnungen wird für Steinkohlestaub der gleiche Energiegehalt wie für Steinkohle angenommen.

Hochgerechnet mit den Emissionsfaktoren ergibt sich aus dieser Gesamtmenge an erzeugter und eingespeister Energie (ca. 2.903 GWh, siehe Tabelle 14, sowie die eingesparte Energiemenge durch den Steinkohleersatz in der Zementindustrie) eine **Brutto-Gutschriften-Bandbreite von rund 1.077.600 bis 2.119.500 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten**.

Das bedeutet, dass im Rahmen der Abfallverbrennung in diesen acht Anlagen fossile Energieträger mit **durchschnittlich 1.598.600 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten eingespart** werden können.[97] In diesen Gutschriften ist jedoch noch der Energiegehalt der fossilen Brennstoffe zur Zusatz- bzw. Hauptfeuerung mit inbegriffen, weswegen in einem nächsten Schritt die Lastschriften aus dem Einsatz dieser fossilen Energieträger berechnet werden müssen.

Die nachfolgende Tabelle zeigt für die sechs Anlagen[98] die Mengen der zur Zusatz- bzw. Hauptfeuerung eingesetzten fossilen Brennstoffe, sowie den zusätzlichen Energieverbrauch für weitere Anlagenteile (Strom und Diesel). Es ist hierbei hervorzuheben, dass der bei weitem größte Anteil der fossilen Feuerung nicht der Abfallwirtschaft an sich zuzurechnen ist – also den beiden klassischen Abfallverbrennungsanlagen – sondern den vier Mitverbrennungsanlagen, die dem Sektor Energieversorgung bzw. Industrie zugehörig sind.[99] Der Grund, weshalb die Lastschriften auch bei Mitverbrennungsanlagen in voller Höhe anzusetzen sind, ist, dass auch in den CO_2-Gutschriften, die sich aus der Strom- und Wärmeerzeugung errechnen, die gesamte fossile Feuerung der Mitverbrennungsanlagen enthalten ist. Um ein unsachgemäßes und überhöhtes Ausweisen der CO_2-Gutschriften zu vermeiden, müssen die gesamten fossilen Brennstoffe, die bei der Berechnung der CO_2-Gutschriften berücksichtigt wurden, auch bei der Berechnung der CO_2-Lastschriften berücksichtigt werden.

[97] Anmerkung: Der Anteil der CO_2-Gutschriften aus der Zementindustrie liegt bei rund 197.000 Tonnen, macht also rund 12% der gesamten CO_2-Gutschriften (berechnet vom Mittelwert der Gutschriften) aus.

[98] Anmerkung: Ausgenommen sind die beiden Zement produzierenden Standorte, da hier outputseitig kein Strom bzw. keine Wärme ins Netz eingespeist wird und daher auch keine Lastschriften in Form einer fossilen Feuerung berechnet werden muss.

[99] Anmerkung: Eine klassische Abfallverbrennungsanlage feuert im Durchschnitt rund 250 t Heizöl, 220.000 m^3 Erdgas und 300 t Steinkohle zu, was einem Energiegehalt von etwa 7.600 MWh entspricht (Eigene Berechnung aus den Datenerhebungsblättern der Betreiber).

Tabelle 15: Art und Menge der in die thermische Behandlung im Jahr 2007 eingesetzten fossilen Energieträger (Zusatzfeuerung, Hauptfeuerung für Mitverbrennungsanlagen, zusätzlicher Energieverbrauch), für sechs thermische Abfallbehandlungsanlagen (ohne Zementindustrie)

Art der eingesetzten Energie	Menge in t	Menge in MWh
Heizöl leicht	291,11 t	3.461
Heizöl schwer	1.671 t	18.728
Erdgas	5.179.967 m^3	45.664
Steinkohle	275.526 t	2.350.010
Koks	27.588 t	219.555
Strom		19.108
Diesel	25 t	298
Gesamt	**-**	**2.656.824**

Quelle: Eigene Darstellung[100]

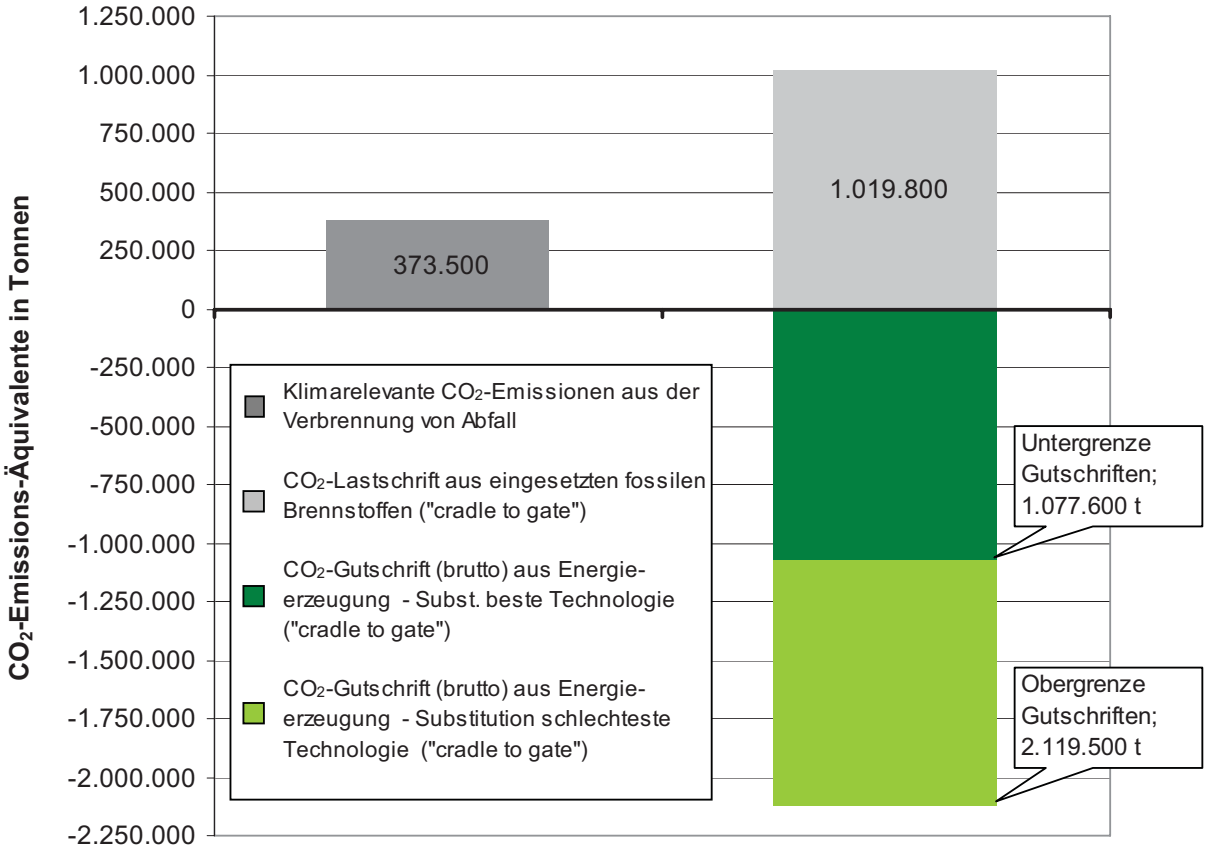
Die in die Zementproduktion eingesetzten fossilen (Primär-)Brennstoffe werden nicht im Sinne einer Lastschrift in die Berechnung einbezogen, da der Hauptzweck der Produktion in der Herstellung von Zement liegt (und nicht in der Beseitigung von Abfällen oder in der Energiebereitstellung). Die in die Zementproduktion sonst noch eingesetzten fossilen (Primär-)Brennstoffe werden daher dem Prozess der Zementherstellung zugeordnet und stehen für eine Lastschrift somit „nicht mehr zur Verfügung".

Für die in den sechs thermischen Abfallbehandlungsanlagen (ohne Zementindustrie und ohne Eferdinger Klärschlammverwertung) insgesamt eingesetzte Menge an fossilen Brennstoffen bzw. zusätzlichen Energieträgern (ca. 2.657 GWh, Tabelle 15) ergibt sich eine **Lastschrift in der Höhe von 1.019.800 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten**.

Die folgende Abbildung verdeutlicht die eben dargestellten Zahlen mit den Brutto-Gutschriften (grüner Balken) sowie den Lastschriften (hellgrauer Balken) im Vergleich zu den klimawirksamen CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen (dunkelgrauer Balken).

[100] Anmerkung: Wie oben bereits erwähnt, sind die beiden Zement produzierenden Unternehmen in Hinblick auf die fossile Feuerung ausgenommen, der Stromverbrauch wurde jedoch aufgrund des Vorsichtsprinzips miteinberechnet.

Abbildung 25: Vergleich der klimarelevanten CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen, mit der Lastschrift aus dem Einsatz fossiler Brennstoffe und den errechneten CO_2-Gutschriften (brutto) für das Jahr 2007



Quelle: Eigene Darstellung

Anmerkung: CO_2-Lastschriften enthalten fossile Hauptfeuerung der 4 Mitverbrennungsanlagen

Zieht man diese Lastschrift von der Bandbreite der CO_2-Gutschriften ab (gemäß Schritt 5 in Abbildung 4), so ergibt sich eine **Netto-Gutschrift in der Höhe von rund 57.800 bis 1.099.700 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten** (Durchschnitt: 578.800 t).[101]

[101] Anmerkung: Würde man die aus der Verbrennung freigesetzten klimarelevanten CO_2-Emissionen mit der errechneten Netto-Gutschriften-Bandbreite saldieren, so ergibt sich eine Bandbreite von + 315.700 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten (= Saldo-Last) bis - 726.300 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten (= Saldo-Gutschrift) und einem Durchschnitt von 205.300 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten als Saldo-Gutschrift.

4.3.4 Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse aus den Zeiträumen Referenzjahr 1990, Jahr 2007 sowie Trendprojektion für das Jahr 2012

Referenzjahr 1990

Um die Situation im Jahr 2007 mit dem Referenzjahr 1990 vergleichen zu können, sind im Wesentlichen die Inputmengen in die damals schon bestehenden Verbrennungsanlagen als Datengrundlage notwendig.

Die einzigen schon bestehenden Anlagen im Jahr 1990 waren die Müllverbrennungsanlage in Wels und das Gmundner Zementwerk in Pinsdorf. Insgesamt wurden im Jahr 1990 nur 17.663 Tonnen Abfälle verbrannt (7.527 Tonnen Hausabfälle, 4.000 Gewerbeabfälle und 6.136 Tonnen Altreifen).

Die aus diesen verbrannten Mengen entstehenden CO_2-Emissionen haben rund 23.300 Tonnen für die gesamte oberösterreichische Abfallwirtschaft (klimarelevante und nicht klimarelevante Emissionen) betragen. Von dieser Menge an ausgestoßenem CO_2 sind rund 14.300 Tonnen klimawirksames Gas. Von der kommunalen Abfallwirtschaft (inklusive biogene, gewerbliche Abfällen) wurden im Jahr 1990 rund 2.800 Tonnen klimawirksame Treibhausgase im Rahmen der Abfallverbrennung freigesetzt.

Hinsichtlich der zu errechnenden Gutschriften kann nur eine bedingte Aussage für das Jahr 1990 getroffen werden. Da keine Daten über die erzeugten bzw. ins Netz eingespeisten Energie sowie über eingesetzte fossilen Brennstoffe zur Zusatzfeuerung vorliegen, können weder outputbezogene Gutschriften, noch inputbezogene Lastschriften für das Jahr 1990 errechnet werden. Aufgrund der bekannten Menge an eingesetzten Altreifen in die Zementindustrie kann jedoch eine Abschätzung über die inputbezogene Gutschrift durch die Einsparung von fossilen Brennstoffen vorgenommen werden.[102] Die errechnete CO_2-Gutschrift für den Einsatz von 6.136 Tonnen Altreifen in die Zementindustrie beläuft sich demnach auf rund 18.000 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente.

[102] Anmerkung: Da seitens des Anlagenbetreibers keine Daten vorliegen, wie viel Tonnen Steinkohle konkret durch den Einsatz der 6.136 Tonnen Altreifen im Jahr 1990 eingespart werden konnten, wurde eine Hochrechnung mittels der für 2007 vorliegenden Daten durchgeführt. Aus dieser Hochrechnung ergibt sich ein Wert von rund 5.600 Tonnen an eingesparter Steinkohle, für die in Folge die Gutschriften berechnet werden können.

Trendprojektion 2012

Um die Situation für das Jahr 2012 abschätzen zu können, müssen mehrere Faktoren berücksichtigt werden.

1. **Mengenmäßige Veränderung des gesamten Abfallaufkommens:** Zur Abschätzung des Abfallaufkommens für das Jahr 2012 könnten grundsätzliche verschiedenste Berechnungsmöglichkeiten herangezogen werden, wie etwa eine Fortschreibung der bisherigen Entwicklung, eine Kopplung an das prognostizierte Wirtschaftswachstum oder an das Bevölkerungswachstum. Da eine Prognose aber weder zu stark vergangenheitsorientiert sein soll, noch eine Abschätzung der wirtschaftlichen Entwicklung aufgrund der derzeitigen turbulenten Wirtschaftslage und eine darauf basierende Prognose der Abfallmengen für die nächsten ein bis zwei Jahren schwierig ist, wurde in Abstimmung mit der Abteilung Umweltschutz des Amtes der Oö. Landesregierung eine Zielmengenabschätzung vorgenommen. Diese Zielmengen beschreiben einen Rückgang im Bereich der Eigenkompostierung, einen Anstieg der gesammelten biogenen Abfälle aufgrund eines geplanten erhöhten Anschlussgrades der Biotonne und einen Rückgang in den Beseitigungsmengen (betreffend thermische Behandlung und mechanisch-biologische Behandlung). Die folgende Tabelle veranschaulicht diese Zielmengen:

Tabelle 16: Zielmengen der anfallenden Abfallmengen aus Haushalten für das Jahr 2012

Anfallende Abfälle aus Haushalten in Tonnen	2007	2012	Veränderung absolut	Veränderung in %
Abfälle zur Beseitigung (Hausabfälle, sperrige Abfälle, Problemstoffe und sonstige Abfälle)	189.000	163.000	- 26.000	- 13,76%
Altstoffe zur Verwertung	283.000	283.000	+/- 0	+/- 0%
Biogene Abfälle	124.000	183.000	+ 59.000	+ 47,58%
Eigenkompostierung	300.000	280.500	- 19.500	- 6,33%
GESAMT	**896.000**	**909.500**	**+ 13.500**	**+ 1,51%**

Quelle: Eigene Darstellung nach Angaben der Abteilung Umweltschutz des Amtes der Oö. Landesregierung

Ausgehend von diesen Zielmengen ergibt sich für die thermische Behandlung nur durch die Verringerung der Abfälle zur Beseitigung eine Veränderung.

2. **Qualitative Veränderungen der in die thermische Behandlung eingehenden Abfälle:** Abgesehen von der bereits oben angeführten Verringerung der in die Beseitigung eingehenden Abfallmengen ergibt sich aus der Anwendung des Szenarios 3 (siehe Kapitel 5.2.2.3) auch eine Veränderung in der Qualität der in die Verbrennung eingesetzten Abfälle. Die in Szenario 3 dargestellten Umschichtungen der Abfallströme beziehen sich im Rahmen der thermischen Behandlung im Wesentlichen auf eine Reduktion der Abfälle der Schlüsselnummer 11 (Futtermittel, überlagerte Futtermittel, etc.). Jene Abfälle werden in diesem Szenario vermehrt der biotechnischen Behandlung zugeführt. Bei der Berechnung der Emissionen aus der thermischen Behandlung ist diese Veränderung daher mitzuberücksichtigen.
3. **Veränderungen in der Anlagenstruktur:** Neben den neun in dieser Studie betrachteten Anlagen ist der Bau einer weiteren Anlage zur thermischen Behandlung von Abfällen geplant. In Linz soll ein Reststoffheizkraftwerk errichtet werden, wobei die geplante Inbetriebnahme für das Jahr 2012 angesetzt ist. Durch diese zusätzliche Anlage, in der sortierte heizwertreiche Reststoffe aus Hausabfällen und Gewerbeabfällen, sowie Klärschlamm thermisch verwertet werden sollen, ergeben sich in Folge zusätzliche klimarelevante CO_2-Emissionen aus der Verbrennung und auch zusätzliche CO_2-Gutschriften durch die Erzeugung von Strom und Wärme. Eine weitere Veränderung in der Anlagenstruktur bezieht sich auf die Welser Abfallverbrennungsanlage, in der ab Ende 2008 und auch zukünftig Wärme ins Fernwärmenetz ausgekoppelt wird. Jene beiden Veränderungen müssen unabhängig von der Berücksichtigung des Szenarios 3 in die Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente miteinfließen.

Für die Berechnung der CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen wird folgende Datenbasis herangezogen:

Tabelle 17: Veränderungen der in die Verbrennung eingehenden Mengen an Abfall im Jahr 2012, für Oberösterreich gesamt

Mengenänderungen bei folgenden Abfallschlüsselnummern (gemäß ÖN S 2100)	Veränderung der in die Verbrennung eingesetzten Mengen in Tonnen
SNr 11 (11102 überlagerte Lebensmittel, 11117 Rückstände aus der Konserven- und Tiefkühlfabrikation, 11701 Futtermittel, 11702 überlagerte Futtermittel)	- 18.041
SNr 94501 (anaerob stabilisierter Schlamm)	+ 50.000
SNr 91103	+ 120.000
Mengenänderung absolut	**+ 151.959**

Quelle: Eigene Darstellung

Aus der Aufstellung geht hervor, dass sich für das Jahr 2012 die in die thermische Behandlung eingesetzten Abfallmengen insgesamt um rund 152.000 Tonnen erhöhen werden, wobei zu berücksichtigen ist, dass hierbei die Beseitigungsmenge um 18.041 Tonnen abnimmt[103] und die Verwertungsmenge um 170.000 Tonnen zunimmt.[104] Die im Jahr 2012 voraussichtlich in die Verbrennung eingesetzte Menge an Abfällen beträgt daher rund 1.283.000 Tonnen (im Vergleich zu 1.131.041 Tonnen im Jahr 2007).

Aus diesen Mengenveränderungen der eingesetzten Abfälle ergibt sich in Folge auch eine Veränderung in Bezug auf die Energieerzeugung. In der Kalkulation der Energieerzeugung für das Jahr 2012 werden folgende Faktoren berücksichtigt:

- die Errichtung des neuen Reststoffheizkraftwerks in Linz, das Strom und Wärme erzeugen wird
- die Umlenkung der Stromerzeugung in Wels auf eine Strom-Wärmekopplung
- die Reduktion der Stromerzeugung aufgrund des Ausscheidens der Schlüsselnummer 11 (18.041 Tonnen biogene Abfälle) um rund 37.280 MWh Strom

Die folgende Tabelle stellt die für das Jahr 2012 prognostizierte aus der thermischen Behandlung erzeugte Energie dar:

[103] Anmerkung: In Tabelle 16 wird von einer Reduktion der Beseitigungsmenge um 26.000 t als Zielmenge ausgegangen. Berücksichtigt man in unserer Berechnung, dass durch den Bau des Reststoffheiz-Kraftwerks in Linz die mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlage (MBA) in Linz nur mehr als Vorbehandlung geführt wird, dann reduziert sich die Beseitigungsmenge neben den erwähnten 18.041 Tonnen um weitere rund 19.000 Tonnen. Die 19.000 Tonnen stellen dabei den Masseverlust (rund 25% von 76.000 Tonnen laut Angaben Hr. Nagl von der Linz AG) dar, der in den Rottetunneln erreicht wird.

[104] Anmerkung: Das geplante Reststoffheizkraftwerk stellt einen energetischen Verwerter dar.

Tabelle 18: Prognose der erzeugten und ins Netz eingespeisten Energie aus der thermischen Behandlung für das Jahr 2012, für Oberösterreich gesamt

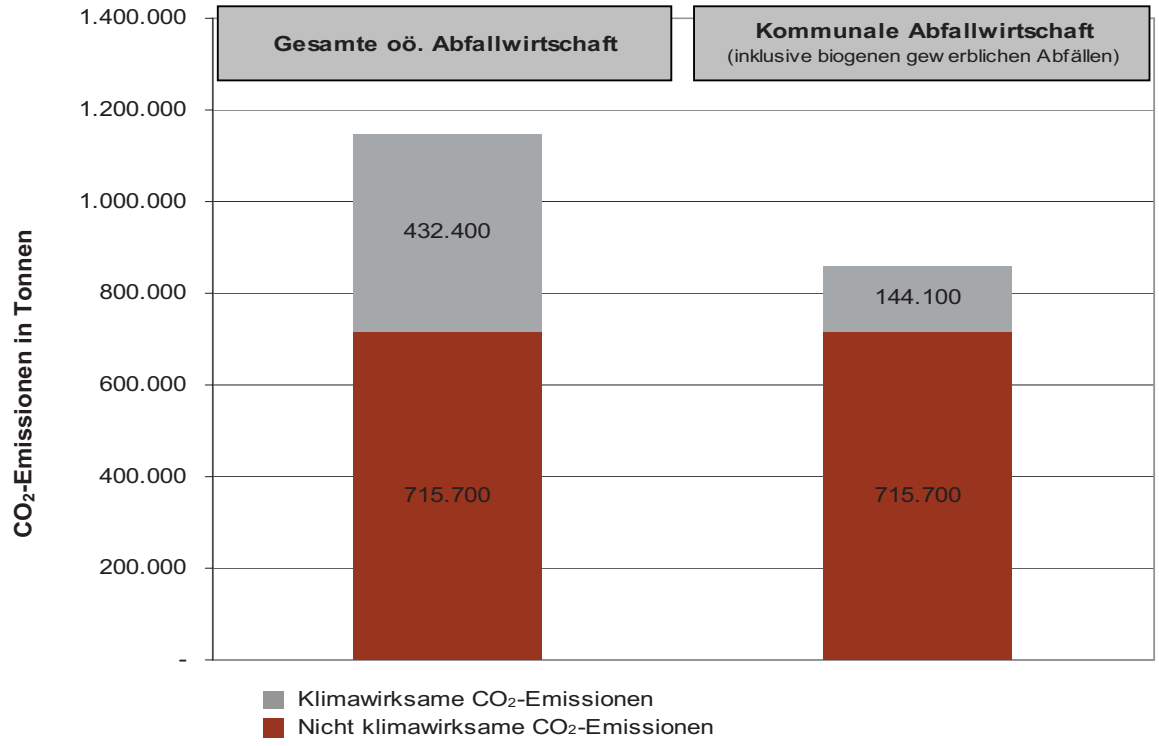
Art der erzeugten Energie	2007 Menge an erzeugter und ins Netz eingespeister Energie	2012 Menge an erzeugter und ins Netz eingespeister Energie	Veränderung in %
Strom	1.317.266 MWh	1.307.486 MWh	- 0,7
Wärme	1.586.023 MWh	1.941.023 MWh	+ 22,4
Gesamt	**2.903.289 MWh**	**3.248.509 MWh**	**+ 11,9**

Quelle: Eigene Darstellung

Anmerkung: Energieerzeugung beinhaltet fossile Hauptfeuerung der 4 Mitverbrennungsanlagen

Aus diesen Basisdaten lassen sich die CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen, sowie die Gutschriften-Bandbreite für das Jahr 2012 errechnen. Auch für die Lastschriften wurde eine Abschätzung vorgenommen.[105]

Abbildung 26: Gegenüberstellung der CO_2-Emissionen aus der thermischen Behandlung für die gesamte und die kommunale oö. Abfallwirtschaft für das Jahr 2012 (ohne Berücksichtigung der fossilen Brennstoffe und der CO_2-Gutschriften)



Quelle: Eigene Darstellung

[105] Anmerkung: Für das Reststoffheizkraftwerk Linz wurde in Hinblick auf den Einsatz fossiler Brennstoffe für die Zusatzfeuerung die Annahme getroffen, dass rund 250 Tonnen Heizöl leicht, 220.000 m^3 Erdgas und 300 Tonnen Steinkohle eingesetzt werden, was der Zusatzfeuerung einer üblichen Abfallverbrennungsanlage entspricht.

Abbildung 26 veranschaulicht die errechneten Ergebnisse der Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen.

Insgesamt werden von der gesamten Abfallwirtschaft im Rahmen der thermischen Behandlung von Abfällen rund 1.148.100 Tonnen Kohlendioxid emittiert, wovon ein Anteil von rund 38% klimarelevante Emissionen darstellen (432.400 Tonnen). Für die kommunale Abfallwirtschaft lassen sich klimawirksame CO_2-Emissionen von rund 144.100 Tonnen veranschlagen. Im Vergleich zum Jahr 2007 erhöhen sich die klimarelevanten Emissionen aus der Verbrennung (für die gesamte oö. Abfallwirtschaft) um rund 16%, im Rahmen der kommunalen Abfallwirtschaft findet eine Erhöhung der klimawirksamen Emissionen um rund 23% statt.

Die CO_2-Gutschriften-Bandbreite für das Jahr 2012 bewegt sich zwischen 1.145.800 und 2.252.600 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten (Durchschnitt von 1.699.200 Tonnen). Die CO_2-Lastschrift für den Einsatz von fossilen Brennstoffen in der thermischen Abfallbehandlung beträgt rund 1.020.500 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten. Daraus ergeben sich positive Netto-Gutschriften in der Höhe von 125.300 bis 1.232.100 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten (Durchschnitt: 678.700 Tonnen).

Die folgende Tabelle zeigt den Vergleich der klimarelevanten Emissionen aus der thermischen Behandlung für die Jahre 1990, 2007 und 2012 für Oberösterreich. In der gleich anschließenden Auflistung sind die CO_2-Gutschriften-Bandbreite, der Mittelwert der Gutschriften sowie die CO_2-Lastschrift ausgewiesen.

Tabelle 19: Vergleich der CO_2-Emissionen sowie der CO_2-Gutschriften und Lastschriften aus der thermischen Behandlung für die Jahre 1990, 2007 und 2012 in Oö. (in Tonnen CO_2-Em.-Äqu.)

Thermisch behandelte Abfallmengen			
In Tonnen	**1990**	**2007**	**2012**
In die thermische Behandlung eingesetzte Abfallmengen **(gesamte oö. Abfallwirtschaft)**	17.700	1.131.000	1.283.000

Klimarelevante CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von Abfall			
In Tonnen CO_2-Emissionen	**1990**	**2007**	**2012**
Aus der Verbrennung von Abfällen klimarelevante emittierte Treibhausgase **(gesamte oö. Abfallwirtschaft)**	14.300	373.500	432.400
Aus der Verbrennung von Abfällen klimarelevante emittierte Treibhausgase **(kommunale Abfallwirtschaft inkl. biogene gewerbliche Abfälle)**	2.800	117.000	144.100

CO_2-Gutschriften aus der Verbrennung von Abfällen und CO_2-Lastschriften aus der Verbrennung fossiler Brennstoffe und dem Einsatz von weiteren Energieträgern			
In Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente	**1990**	**2007**	**2012**
Obergrenze CO_2-Gutschriften (Steinkohle-KW, Standardprozess für Strom; Erdgas Brennwertkessel für Raumwärme)	*)	2.119.500	2.252.600
Untergrenze CO_2-Gutschriften (GuD-KW, beste verfügbare Technik für Strom; Erdgas Brennwertkessel für Raumwärme)	*)	1.077.600	1.145.800
CO_2-Gutschriften (Durchschnitt)	18.000 **)	1.599.600	1.699.200
CO_2-Lastschrift (klimarelevante CO2-Emissionen aus fossilen Energieträgern und zusätzlichem Energieeinsatz wie Strom)	*)	1.019.800	1.020.500

Quelle: Eigene Darstellung

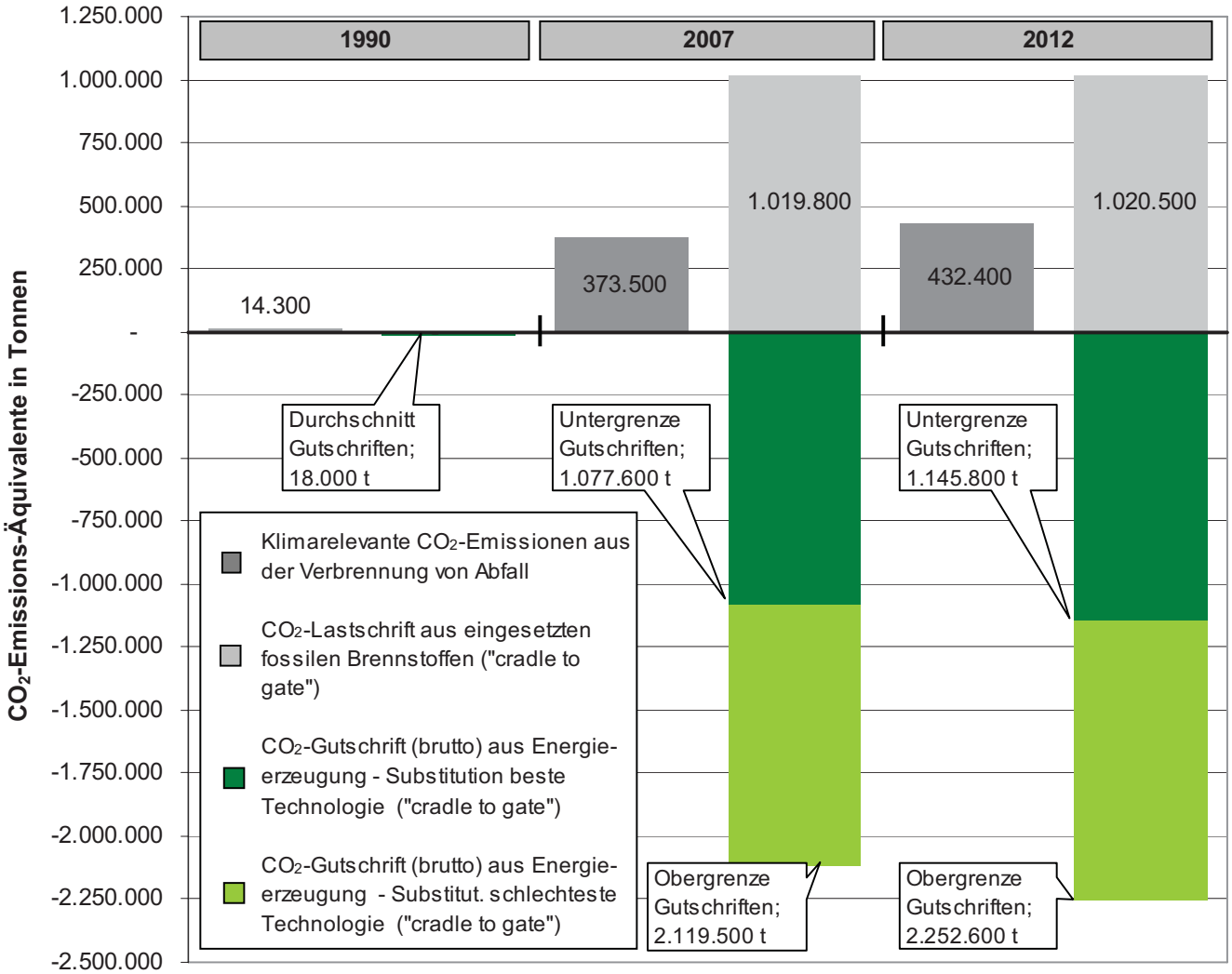
*) Aufgrund der Datenlage keine Berechnung möglich

**) Die grobe Abschätzung berücksichtigt nur inputseitige Gutschriften für den Einsatz von Altreifen als Ersatz von Steinkohle in der Zementindustrie. Gutschriften aus der Einspeisung von Strom oder Wärme ins Netz sowie Lastschriften aus dem Einsatz von fossilen Brennstoffen in die Verbrennung sind hier nicht berücksichtigt.

Das nachfolgende Schaubild verdeutlicht die Entwicklung der klimarelevanten Emissionen aus der thermischen Behandlung, sowie die Entwicklung der CO_2-Gutschriften durch die Substitution von fossilen Brennstoffen.

Im positiven Bereich der Ordinate sind in dunkelgrau die klimarelevanten aus der Verbrennung von Abfällen resultierenden CO_2-Emissionen aufgezeichnet, sowie in hellgrau die CO_2-Lastschriften für den Einsatz von fossilen Brennstoffen zur Zusatzfeuerung. Im negativen Bereich ist in hellgrün und dunkelgrün die Bandbreite der CO_2-Gutschriften aufgetragen.

Abbildung 27: Vergleich der CO_2-Emissionen und der CO_2-Gutschriften aus der THERMISCHEN BEHANDLUNG für die Jahre 1990, 2007 und 2012 in Oö. (in Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente, gerundet)



Quelle: Eigene Darstellung

Anmerkung: CO_2-Lastschriften enthalten fossile Hauptfeuerung der 4 Mitverbrennungsanlagen

Wie schon im Kapitel der Deponierung aufgezeigt, wurden im Jahr 1990 in Oberösterreich insgesamt 22,26 Millionen Tonnen CO_2-Äquivalente emittiert, während es im Jahr 2007 rund 24,80 Millionen Tonnen waren.[106] Anteilsmäßig belief sich daher der Beitrag der gesamten Abfallverbrennung in Oberösterreich (klimarelevant) im Jahr 1990 auf 0,08%. Im Jahr 2007 trug die oberösterreichische Abfallverbrennung mit 1,51% zu den gesamt ausgestoßenen Treibhausemissionen in Oberösterreich bei.[107]

4.3.5 Reduktionspotentiale treibhauswirksamer Gase und empfohlene Maßnahmen bei der thermischen Abfallbehandlung

Die für die in Kapitel 5.2.2.3 dieser Studie (Teil B) vorgeschlagenen Maßnahmen führen im Wesentlichen zu keiner Reduktion der CO_2-Emissions-Äquivalenten im Rahmen der thermischen Behandlung.

Hinsichtlich der Klimarelevanz der thermischen Abfallbehandlungsanlagen kann festgehalten werden, dass sich durch die geplante Erweiterung (Bau eines Reststoff-Heizkraftwerkes) und den damit verbundenen erhöhten Einsatz von Abfällen die freigesetzten klimarelevanten Emissionen erhöhen. Zugleich können aber auch höhere CO_2-Gutschriften ausgewiesen werden, da mehr Energie aus Abfällen erzeugt wird.

Anlagenspezifische Reduktionspotentiale beziehen sich im Wesentlichen auf die effiziente Erzeugung von Energie und auf den reduzierten Einsatz von fossilen Brennstoffen zur Zusatzfeuerung. Da die CO_2-Emissionen aus der Verbrennung - technisch gesehen - im Wesentlichen nicht beeinflussbar sind, belaufen sich die Empfehlungen auf eine Optimierung der Strom- und Wärmeauskopplung. Da sich grundsätzlich in Hinblick auf die bestmögliche Energieausbeute die Erzeugung von Wärme aus der Abfallverbrennung anbietet, wäre diese Energieform zu bevorzugen. Zu berücksichtigen ist hierbei jedoch die Situierung der Verbrennungsanlage bzw. des Kraftwerks, da nur ein Standort mit Wärme-Abnehmern in der näheren Umgebung und daher geringen Wärmeverlusten eine effiziente Ausbeute ermöglicht.

---

[106] Vgl. BLI 2008, S. 149.
[107] Anmerkung: Gutschriften und Lastschriften bleiben hierbei unberücksichtigt. Der angegebene Wert bezieht sich nur auf die klimarelevanten CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen.

Die Verwendung von Brennstoffen aus biogener Herkunft stellt als alternative Zusatzfeuerung bei Abfallverbrennungsanlagen bzw. als alternative Hauptfeuerung bei Mitverbrennungsanlagen ein mögliches Potential für die Reduktion klimarelevanter Emissionen dar. Die Frage, ob bzw. inwieweit dieses Potential bei den jeweiligen Behandlungsanlagen rein technisch genutzt werden kann, sprengt den Rahmen dieser Arbeit und bleibt daher hier unbeantwortet.

4.4 Mechanische Abfallbehandlung und Abschätzung der entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente

Neben der Deponierung und thermischen Behandlung beeinflusst die Deponieverordnung 2004 bzw. 2008 auch die mechanische Abfallbehandlung. Seit dem 1. Januar 2004[108] müssen aufgrund der Deponieverordnung insbesondere gemischte Siedlungs- und Gewerbeabfälle, d.h. vor allem auch Hausabfälle vor der Deponierung einer mechanischen, biologischen oder thermischen Behandlung bzw. einer Kombinationen dieser Technologien zugeführt werden.

In diesem Zusammenhang gewinnt die mechanische Behandlung bzw. Konfektionierung, wie etwa Zerkleinerung, Trocknung und Pelletierung von Abfällen zusehends an Bedeutung. Die wesentliche Aufgabe der „ausschließlich" mechanischen Abfallbehandlungsanlagen (MA-Anlagen) ist die Trennung von gemischten Abfallfraktionen in verschiedene Materialgruppen, wobei in der Praxis deutliche Unterschiede in Hinblick auf Vorgehensweisen und Ausstattung der Anlagen gegeben sind – angefangen von hochtechnisch ausgerüsteten Sortieranlagen mit Windsichter, Magnetabscheider, Förderbändern, Ballenpressen, Brechanlagen, Sieben etc. bis hin zu einfachen Bodensichtungen oder einer einfachen händischen Sortierung von Textilien.

Die wesentlichen Inputs in die MA-Anlagen sind gemischte Gewerbeabfälle (unbehandelt oder vorbehandelt), sowie gemischte Siedlungsabfälle (d.h. Hausabfälle) aus kommunaler Sammlung. Weitere der mechanischen Behandlung zugeführte Abfallfraktionen sind Sperrmüll, Altstoffe, wie etwa Altholz, Rejekte aus der Papierindustrie, getrennt gesammelte Verpackungsabfälle, aber auch Bauschutt und weitere Baustellenabfälle.

Die Hauptzielsetzung aller MA-Anlagen ist die Herstellung von heizwertreichen Fraktionen oder Ersatzbrennstoffen zur weiteren (externen) thermischen Behandlung oder das Auftrennen in spezifische Materialgruppen zur (externen) stofflichen Verwertung.

[108] Anmerkung: In Ausnahmefällen ab 1. Jänner 2009.

In der Folge werden durch mechanische Schritte, wie Zerkleinerung, Siebung, Störstoffentfrachtung und Wertstoffabtrennung Fraktionen unterschiedlicher Qualitäten zur stofflichen oder thermischen Verwertung erzeugt:

- Heizwertarme bzw. niederkalorische Fraktionen mit hohem biogenem Anteil werden primär einer weiteren (externen) mechanisch-biologischen Behandlung zugeführt.
- Getrennt gesammelte Verpackungsabfälle[109] werden einer weiteren externen stofflichen Verwertung zugeführt.
- Heizwertreiche Fraktionen aus MA-Anlagen werden sowohl zur thermischen Behandlung als auch zur Herstellung von Ersatzbrennstoffen genutzt.

Die Herstellung einer Deponiefraktion spielt insgesamt bei den betrachteten MA-Anlagen eine untergeordnete Rolle.[110]

Zusätzlich werden im Rahmen der mechanischen Abfallbehandlung neben den Sortieranlagen auch noch Altstoffsammelzentren (ASZ) berücksichtigt, da diese eine vergleichbare Sortier- bzw. Sammelfunktion erfüllen und mit über 180 Betriebsstätten eine nicht zu vernachlässigbare Größe für diese Studie darstellen. Die 14 Umladestationen, welche der Transportoptimierung für Rest- und Sperrmüll dienen, werden aus der Betrachtung ausgeschlossen, da der für diese Umladestationen anfallende Treibstoffverbrauch in einer Größenordnung liegt, der ein Abschneiden dieses Stoffstroms rechtfertigt.

4.4.1 Sachstand der mechanischen Abfallbehandlung in Oberösterreich

Die Anzahl der im Rahmen dieser Studie betrachteten Sortieranlagen beträgt 31. Desweiteren existieren in Oberösterreich über 180 Altstoffsammelzentren, sowie ein Altstofflogistikzentrum in Wels. Nachfolgend findet eine kurze Beschreibung der in der Studie berücksichtigten Sortieranlagen und Altstoffsammelzentren statt.

[109] Entsprechend den Spezifikationen der ARGEV
[110] Vgl. Neubauer/Öhlinger 2008, S. 7ff.

4.4.1.1 Sortieranlagen

Als Basis für die nähere Untersuchung der einzelnen mechanischen Abfallbehandlungsanlagen bzw. Sortieranlagen in Oberösterreich wurde die abfallwirtschaftliche Anlagendatenbank des Umweltbundesamtes herangezogen. In Absprache mit dem Auftraggeber wurden folgende 31 Sortieranlagen näher betrachtet und im Rahmen einer postalischen Befragung zu ihren am Anlagenstandort befindlichen Anlagenteilen und dem Energieverbrauch befragt. Eine Auflistung aller in die Betrachtung miteinbezogenen Sortieranlagen bzw. mechanischen Behandlungsanlagen inklusive ihrem Standort und den vorhandenen Anlagenteilen befindet sich in Anhang 4.

4.4.1.2 Altstoffsammelzentren

In den über 180 Altstoffsammelzentren in Oberösterreich werden rund 85 Abfallarten sortenrein gesammelt. Ein Großteil der gesammelten Abfälle wird vom Oö. Landes-Abfallverwertungs-Unternehmen (LAVU) direkt entsorgt.

Die Manipulation und Distribution der in den Altstoffsammelzentren gesammelten Alt- und Problemstoffe erfolgt über das Abfall-Logistikzentrum (ALZ) in Wels. Die Palette der entsorgten Abfallfraktionen reicht von verschiedensten Verpackungsmaterialien über klassische Altstoffe wie Alteisen, Altpapier und Altholz bis hin zu Grünabfällen, Elektroaltgeräten, Problemstoffen, sperrigen Abfällen und Baurestmassen.

Abbildung 28: Verwertungswege der in den Altstoffsammelzentren gesammelten Abfälle

Quelle: Oö. Landes-Abfallverwertungs-Unternehmen AG: Altstoffsammelzentrum 2007. Leistungsbericht, S. 14.

Rund 90% der übernommenen Abfälle werden einer stofflichen Verwertung zugeführt[111], was sich vor dem Hintergrund einer kreislaufwirtschaftlichen Betrachtung grundsätzlich positiv auf die Reduktion der klimarelevanten Treibhausgase auswirkt.

4.4.2 Darstellung der Mengenflüsse der mechanisch behandelten Abfälle für das Jahr 2007

Da die wesentlichen klimarelevanten Treibhausgase in erster Linie durch den Energieverbrauch in den Sortieranlagen und den Altstoffsammelzentren ausgelöst werden, erfolgt die Darstellung der Mengenflüsse der Sortieranlagen und Altstoffsammelzentren nur in grober Form.

[111] OÖ. Landes-Abfallverwertungs-Unternehmen AG: Altstoffsammelzentrum 2007. Leistungsbericht, S. 14ff.

4.4.2.1 Sortieranlagen

Im Folgenden werden die Inputmengen in die Sortieranlagen dargestellt. Die Inputmengen spielen im Rahmen dieser Studie nur insofern eine Rolle, als dass eine Hochrechnung des Energieverbrauches für die Jahre 1990 und 2012 über die Inputmengen vorgenommen wird. Zu berücksichtigen sind bei der Darstellung der Inputmengen folgende Faktoren:

Die dargestellten Inputdaten inkludieren:

- kommunale und gewerbliche Abfälle (eine Trennung in diese beide Gruppen macht in Hinblick auf den Energieverbrauch wenig Sinn)
- Manipulation und Sortierung[112]
- eine gegebenenfalls mehrfache Aufbereitung der Abfälle (1. und 2. Behandlungsschritt)[113] und somit Primär und Sekundärabfälle (d.h. aus der Sortierung / Behandlung von Abfällen stammende Abfälle)
- Altstoffe, sperrige Abfälle und die Mengen der MBA (auch Restmüll)

Die Inputmengen in die mechanische Behandlung belaufen sich für die 31 betrachteten Sortieranlagen insgesamt auf rund 698.000 Tonnen.[114]

4.4.2.2 Altstoffsammelzentren

Im Jahr 2007 wurden in den über 180 Altstoffsammelzentren rund 197.000 Tonnen getrennt übernommene Abfälle gesammelt (=143 kg/EW).[115] Diese Mengen verteilen sich folgendermaßen auf die einzelnen Stoffgruppen:

---

[112] Anmerkung: Unter Manipulation versteht man die Umladung, händische Sortierung sowie auch die Sortierung mittels elektrischen Maschinen wie etwa Hubstapler, Radlader. Unter Sortierung wird die Aufbereitung mittels Anlagen wie Förderbändern, Magnetabscheidern, Sieben, etc. verstanden

[113] Anmerkung: Eine große Menge der gesamten Abfälle durchläuft mehrmals eine mechanische Behandlung. So ist es etwa üblich, dass Abfälle zuerst in einer MA vorsortiert und in eine heizwertarme Fraktion getrennt werden und dann in einer mechanisch-biologischen Behandlungsanlage (MBA) weiterbehandelt werden. Auch der umgekehrte Schritt ist in der Praxis anzutreffen.

[114] Anmerkung: Von zwei Sortieranlagen konnten keine Inputdaten eruiert werden, weshalb sie in dieser Zahl nicht enthalten sind.

[115] Vgl. OÖ. Landes-Abfallverwertungs-Unternehmen, S. 16.

Tabelle 20: ASZ-Sammelmengen für das Jahr 2007 (gegliedert nach Stoffgruppen)

Stoffgruppen	Sammelmengen in Tonnen (Jahr 2007)	Sammelmengen in Prozent (Jahr 2007)
Altstoffe (inkl. Bauschutt)	116.045	58,85 %
Sonstige Abfälle*)	35.157	17,83 %
Verpackungen	27.717	14,06 %
Elektroaltgeräte	11.001	5,58 %
Problemstoffe	7.253	3,68 %
GESAMT	**197.173**	**100,00 %**

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an das Oö. Landes-Abfallverwertungs-Unternehmen

*) Sonstige Abfälle inkludieren: Dispersionsfarben & Anstrichmittel, Sperrige Abfälle, Sammelsack für ungefährliche medizinische Abfälle, Sammelbehälter für Injektionsnadeln, Altmedikamente vorsortiert, Mineralischen Bauschutt, Baurestmassen

Im Vergleich zum Jahr 1991 hat sich die in den Altstoffsammelzentren gesammelte Abfallmenge fast verdreißigfacht (von 7.223 Tonnen im Jahr 1991 auf 197.173 Tonnen im Jahr 2007).

4.4.3 Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der mechanischen Abfallbehandlung

Um die CO_2-Emissions-Äquivalente aus der mechanischen Behandlung von Abfällen abzuschätzen, werden im Wesentlichen als Datengrundlagen Informationen über den Energieverbrauch am Anlagenstandort (Strom, thermische Energie, Diesel, Benzin, Erdgas, etc. für den Betrieb der Anlagenteile und des administrativen Bereichs) benötigt.

4.4.3.1 Sortieranlagen

Diese Daten wurden im Rahmen einer schriftlichen Befragung, bei der alle 31 Betreiber der Sortieranlagen bzw. der mechanischen Behandlungsanlagen persönlich angeschrieben wurden, erhoben.
Von den 31 ausgesandten Datenerhebungsblättern wurden 19 ausgefüllte Exemplare retourniert**,** was einem Rücklauf von 61% entspricht. Um die CO_2-Emissions-

Äquivalente für alle 31 Sortieranlagen abzuschätzen, ist daher eine Hochrechnung der ausgewerteten Ergebnisse notwendig. Grundsätzlich ist vorauszuschicken, dass die Spannweite hinsichtlich verarbeiteter Mengen an Abfall (Inputmengen), sowie die verbrauchten Mengen an Strom und Diesel sehr breit sind. Da aus diesem Grund eine Hochrechnung allein basierend auf dem Durchschnitt aller Anlagen zu keinen aussagekräftigen Ergebnissen führt, wurde eine Gruppierung der 31 Sortieranlagen nach deren Inputmengen durchgeführt. Fünf Anlagen verarbeiten mehr als 50.000 Tonnen Abfälle, vierzehn Anlagen zwischen 10.000 und 50.000 Tonnen und zwölf Anlagen zählen weniger als 10.000 Tonnen Inputmengen. Die folgende Tabelle stellt die Gruppierung der Anlagen, sowie den pro Gruppe errechneten durchschnittlichen Strom- und Dieselverbrauch dar:[116]

Tabelle 21: Gruppierung der Sortieranlagen inklusive dem durchschnittlichen Strom- und Dieselverbrauch pro Gruppe

Gruppierung	Inputmengen	Anzahl der Anlagen	Durchschnittlicher Stromverbrauch in MWh	Durchschnittlicher Dieselverbrauch in Liter
Gruppe 1 („große Sortieranlagen“)	> 50.000 t	5	1.784	38.794
Gruppe 2 („mittlere Sortieranlagen“)	10.000 – 50.000 t	14	132	26.778
Gruppe 3 („kleine Sortieranlagen“)	< 10.000 t	12	25	20.339

Quelle: Eigene Darstellung

Aus der Aufstellung geht hervor, dass „größere“ Sortieranlagen mit höheren Inputmengen tendenziell einen deutlich höheren Stromverbrauch sowie auch Treibstoffverbrauch aufweisen. Aus der Multiplikation der durchschnittlichen Werte pro Gruppe mit der Anzahl der jeweiligen Sortieranlagen pro Gruppe ergeben sich für den Strom- und Dieselverbrauch auf Oberösterreichs Sortieranlagen folgende Werte:

[116] Anmerkung: Von den erhobenen Daten zum Energieverbrauch (Strom, Fernwärme, Diesel, Benzin und Erdgas) werden nur Strom und Diesel für alle 31 Anlagen hochgerechnet, da nur für diese beiden Faktoren entsprechendes Datenmaterial vorliegt. Fernwärme wird nur von einem Unternehmen genutzt, genauso wie Benzin. Erdgas wird von zwei Unternehmen verbraucht. Diese Daten fließen als Einzeldaten in die Berechnung für die CO_2-Emissions-Äquivalente ein.

Tabelle 22: Hochrechnung des Energieverbrauchs für Oberösterreichs Sortieranlagen (Jahr 2007)

Energieform	Menge an eingesetzter Energie	Menge an eingesetzter Energie (umgerechnet in MWh, gerundet)
Strom	11.071 MWh	11.071 MWh
Fernwärme	72,17 MWh*)	72 MWh
Diesel	896.150 Liter**)	8.930 MWh
Benzin	535,12 Liter*)	5 MWh
Erdgas	34.044 m^3*)	300 MWh
SUMME	**-**	**20.378 MWh**

Quelle: Eigene Darstellung

*) Es erfolgte keine Hochrechnung auf die restlichen Anlagen, sondern es wurden die tatsächlich angegebenen Daten der einzelnen Unternehmen als Einzelposten herangezogen.

**) Die Errechnung des durchschnittlichen Dieselverbrauchs bei Gruppe 2 erfolgte unter Ausschluss eines Unternehmens, da dieses sehr hohe Werte beim Dieselverbrauch aufweist (= „Ausreißer"). Der Dieselverbrauch dieses Unternehmens wurde nach der Hochrechnung des Durchschnitts mit nur 11 Anlagen bei Gruppe 2 als einzelner Posten bei der Gesamtsumme wieder hinzugerechnet und damit berücksichtigt.

Wie bei der Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung und thermischen Behandlung von Abfällen werden auch bei der mechanischen Behandlung die CO_2-Emissions-Äquivalente auf Grundlage der eingesetzten Energien mit Hilfe von Emissionsfaktoren berechnet. Die Daten zu den Emissionsfaktoren stammen aus der Stoff- und Energieflusssoftware UMBERTO (auf der Grundlage der Eco Invent Datenbank) sowie der Emissionssoftware GEMIS und berücksichtigen jeweils die Vorketten zur Energiebereitstellung.

Für die 31 betrachteten Sortieranlagen in Oberösterreich ergeben sich in Summe **5.050 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente**. Mehr als die Hälfte dieser CO_2-Emissionen (55%) sind auf den Dieselverbrauch in den Sortieranlagen zurückzuführen, 39% der emittierten Treibhausgase sind dem Stromverbrauch zuzurechnen. Der Einsatz von Erdgas bedingt rund 5% der von den Sortieranlagen gesamt emittierten Treibhausgasen, während der Verbrauch von Fernwärme und der Einsatz von Benzin nur einen sehr geringen Anteil unter einem Prozent ausmachen. Die nachfolgende Tabelle zeigt die detaillierten Mengen an CO_2-Emissions-Äquivalenten in Tonnen und Prozent:

Tabelle 23: CO_2-Emissions-Äquivalente aus Oberösterreichs Sortieranlagen im Jahr 2007 (in Tonnen und Prozent)

Energie	CO_2-Emissions-Äquivalente in Tonnen	CO_2-Emissions-Äquivalente in Prozent
Diesel	2.800	55,45%
Strom	1.990	39,40%
Erdgas	240	4,75%
Fernwärme	19	0,37%
Benzin	2	0,03%
SUMME	**5.050**	**100,00%**

Quelle: Eigene Darstellung

4.4.3.2 Altstoffsammelzentren

Ebenso wie für Sortieranlagen wurde auch für Altstoffsammelzentren eine Datenerhebung mittels schriftlichem Fragebogen vorgenommen. Von 180 möglichen Datenerhebungsblättern wurden 23 ausgefüllt retourniert, was einer Rücklaufquote von 13% entspricht. Allgemein ist anzumerken, dass sich der Energieverbrauch in den Altstoffsammelzentren im Wesentlichen auf die Beheizung der Bürogebäude, den Stromverbrauch für Ballenpressen, E-Hubwagen und Waagen sowie auf einen geringen Dieselverbrauch für Kraftfahrzeuge beschränkt.

Die Datenauswertung des Energieverbrauchs der einzelnen Altstoffsammelzentren zeigt eine geringe Streuung der Werte, was trotz geringem Rücklauf eine repräsentative Hochrechnung auf die 180 Altstoffsammelzentren erlaubt.

Der durchschnittliche Stromverbrauch pro Altstoffsammelzentrum liegt bei 8,57 MWh, woraus sich für 180 Altstoffsammelzentren ein Gesamtstromverbrauch von 1.542 MWh ergibt. Dies entspricht einem Ausstoß von rund **360 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten** (inklusive dem Energieverbrauch des Altstofflogistikzentrums Wels).

4.4.4 Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse aus den Zeiträumen Referenzjahr 1990, Jahr 2007 sowie Trendprojektion für das Jahr 2012

Die Gegenüberstellung der CO_2-Emissions-Äquivalente für die Jahre 1990, 2007 und 2012 erfolgt für Sortieranlagen und Altstoffsammelzentren mittels einer Hochrechnung über die Manipulations- bzw. Behandlungsmengen und Sammelmengen.

Referenzjahr 1990

Für die Untersuchung der Veränderungen des Energieverbrauchs seit dem Jahr 1990 muss eruiert werden, welche Sortieranlagen damals schon bestanden haben. Die Hochrechnung des Energieverbrauchs und damit auch der CO_2-Emissions-Äquivalente wird dabei über die Verarbeitungsmengen durchgeführt.

Im Jahr 1990 haben gemäß Oö. Abfallwirtschaftsplan 1992 nur 4 Sortieranlagen bestanden (Katsdorf, Steyr, Attnang/Puchheim und Inzersdorf), die insgesamt eine Menge von 19.172 Tonnen Abfällen verarbeitet haben. Diese Verarbeitungsmenge macht nur einen Bruchteil dessen aus, was im Jahr 2007 durch Sortieranlagen behandelt wurde (rund 2%). Hochgerechnet mit den damals verarbeiteten Tonnen ergeben sich für das Jahr 1990 aus den Sortieranlagen äußerst geringe **CO_2-Emissions-Äquivalente von ca. 120 Tonnen.**

Zur Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente für die Altstoffsammelzentren wird adäquat vorgegangen und über die damals bestehenden Sammelmengen eine Hochrechnung durchgeführt. Da für das Jahr 1990 keine Daten bezüglich Sammelmengen vorliegen, wird auf das Folgejahr 1991 zurückgegriffen, wo die oberösterreichischen in Altstoffsammelzentren gesammelten Abfälle bei 7.223 Tonnen liegen.
Ausgehend von dieser Sammelmengen und der bekannten Menge an CO_2-Emissions-Äquivalenten von rund 360 Tonnen für die Behandlung von 197.000 Tonnen Abfall ergeben sich für das Jahr 1990 **CO_2-Emissions-Äquivalente von nur rund 13 Tonnen.**

Trendprojektion 2012

Um die CO_2-Emissions-Äquivalente für das Jahr 2012 hochrechnen zu können, ist es notwendig, die Manipulations- und Behandlungsmengen der Sortieranlagen abzuschätzen. Ähnlich, wie bei der thermischen Behandlung von Abfällen bereits beschrieben, ist eine Fortschreibung des anwachsenden Abfallaufkommens aufgrund der derzeitigen wirtschaftlichen Entwicklung nur schwer möglich. Aus diesem Grund wird für das Jahr 2012 die gleiche Abfallmenge aus Haushalten angenommen wie für das Jahr 2007. In Folge ändern sich daher die Manipulations- und Behandlungsmengen der Sortieranlagen nicht.

Für das Jahr 2012 ergeben sich demgemäß die **gleichen CO_2-Emissions-Äquivalente wie für das Jahr 2007 (5.050 Tonnen)**.

Für die gesammelten Mengen in den Altstoffsammelzentren kann eine Trendberechnung aufgrund der vorliegenden Jahressammelmengen seit 1991 vorgenommen werden. Diese Trendberechnung für die ASZ-Sammelmengen ergibt eine Sammelmenge von 247.111 Tonnen Abfälle für das Jahr 2012. Demzufolge liegen die prognostizierten **CO_2-Emissions-Äquivalente für das Jahr 2012 bei rund 450 Tonnen.**

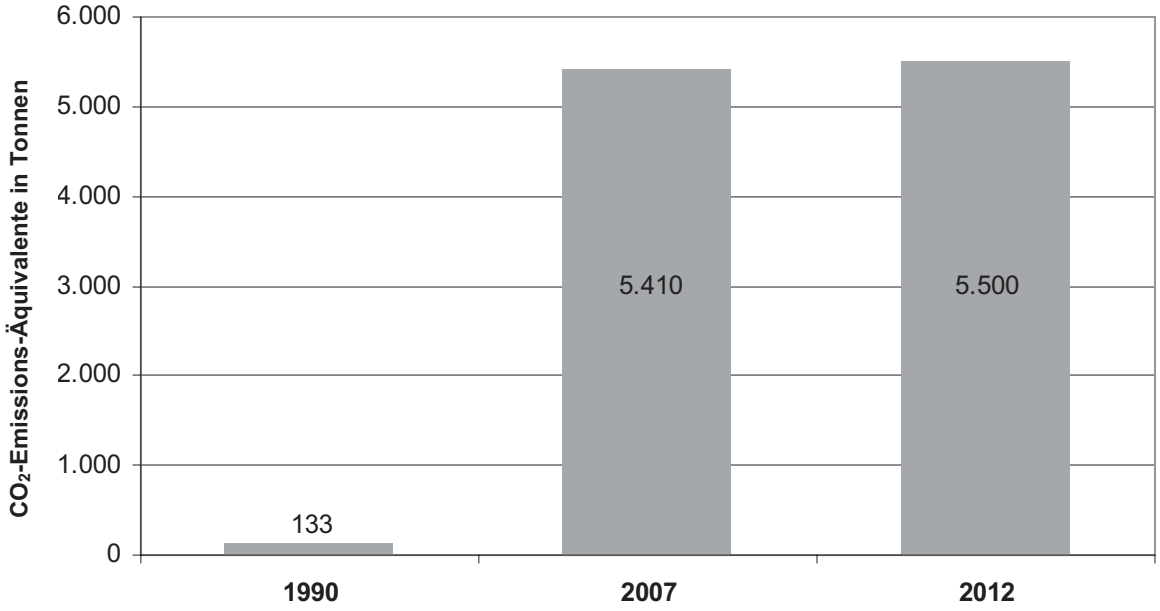
Die folgende Tabelle und Abbildung 29 veranschaulichen die errechneten CO_2-Emissions-Äquivalente aus der mechanischen Behandlung für die Jahre 1990, 2007 und 2012 im Vergleich.

Tabelle 24: Vergleich der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der mechanischen Behandlung für die Jahre 1990, 2007 und 2012 in Oö. (in Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente)

In Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente	1990	2007	2012
Energieverbrauch der Sortieranlagen	120	5.050	5.050
Energieverbrauch der Altstoffsammelzentren	13	360	450
Gesamt	**133**	**5.410**	**5.500**

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 29: Vergleich der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der mechanischen Behandlung für die Jahre 1990, 2007 und 2012 in Oö. (in Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente)



Quelle: Eigene Darstellung

Der Vergleich der emittierten Treibhausgase aus der mechanischen Behandlung mit den gesamten Treibhausgasen aus Oberösterreich macht deutlich, dass die mechanische Behandlung für die Gesamtbilanz und auch für die Abfallwirtschaft an sich im Hinblick auf die Klimarelevanz nahezu keine Rolle spielt.[117]

4.4.5 Reduktionspotentiale treibhauswirksamer Gase und empfohlene Maßnahmen bei der mechanischen Abfallbehandlung

Da, wie eben beschrieben, die mechanische Abfallbehandlung nur einen äußerst geringen Beitrag zur Klimawirksamkeit der Abfallwirtschaft leistet, liegen die Schwerpunkte einer Optimierung sicherlich in den anderen Bereichen, wie etwa bei der thermischen oder biotechnischen Abfallbehandlung.

Trotz dieser geringen Relevanz können in einzelnen Anlagen Maßnahmen zur Reduktion der klimarelevanten Gase getroffen werden. So wäre es etwa denkbar, dass

[117] Anteilsmäßig stammen im Jahr 2007 nur 0,02% an den gesamten Treibhausgasemissionen in Oberösterreich von der mechanischen Abfallbehandlung.

in Zukunft herkömmlicher Dieselkraftstoff, der in den Sortieranlagen rund 55% des Energieverbrauchs ausmacht, durch Biodiesel ersetzt wird. Eine weitere Möglichkeit zur Optimierung liegt im Ausbau von Photovoltaik-Anlagen, um den Großteil des benötigten Stroms für Sortieranlagen und Altstoffsammelzentren über diese Form der erneuerbaren Energie abzudecken.

Um weitere Optimierungspotentiale im Bereich der Bauweise der Sortieranlagen und Altstoffsammelzentren aufzudecken (zB Bauweise nach Niedrigenergie- oder Passivbürohaus-Standard), wäre jedoch eine eingehende Untersuchung mit Betriebsbegehungen notwendig.

4.5 Biotechnische Abfallbehandlung und Abschätzung der entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente

Neben der mechanischen Behandlung, der Deponierung und der thermischen Behandlung von Abfällen bildet die Untersuchung verschiedener Arten der biotechnischen Abfallbehandlung in dieser Arbeit einen besonderen Schwerpunkt.

Zunächst findet eine Darstellung des Sachstandes der biotechnischen Abfallbehandlung im Jahr 2007 statt, um weitergehend die Mengenströme der Abfälle biogenen Ursprungs inklusive Klärschlamm aufzuzeigen. Diese IST-Darstellung verwendet Daten, die im Abfallbericht 2007 des Amtes der Oö. Landesregierung veröffentlicht wurden.

4.5.1 Sachstand der biotechnischen Abfallbehandlung in Oberösterreich gemäß Abfallbericht 2007

Im folgenden Kapitel werden die biotechnischen Abfallbehandlungsanlagen in Oberösterreich, welche im Jahr 2007 in Betrieb waren, näher erläutert.

4.5.1.1 Mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen

Seit dem Inkrafttreten der Deponieverordnung 2004 ist es auf Obertagedeponien nicht mehr erlaubt gänzlich unbehandelte Reststoffe abzulagern.[118] Die mechanisch-biologische Abfallbehandlung ist ein mögliches Verfahren zur Behandlung von Siedlungsabfällen und ähnlichem Gewerbemüll. Mehrere mechanische Auftrennungsschritte und eine nachfolgende biologische Rottung ermöglichen die Erzeugung eines reaktionsarmen Abfalls.[119] In Österreich kommen dabei nur aerobe biologische Verfahren zum Einsatz, welche mit Frischluft oder Abluft versorgt werden. Die Hauptziele dieser Methodik sind dabei wie folgt festgelegt:

[118] Deponieverordnung 1996; AWG-Novelle Deponien
[119] Umweltbundesamt: www.umweltbundesamt.at.

- Volumensreduktion, um die zu deponierende Menge auf ein Minimum zu reduzieren
- Reduzierung der biologischen Aktivität um die Entstehung von Deponiegasen zu minimieren
- Reduzierung der Schadstoffe, welche im Deponiesickerwasser enthalten sind und
- Abtrennung von verheizbaren Material.

Die Verfahrensschritte einer mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlage (MBA) sind nachfolgend zusammengefasst dargestellt, es soll dabei nicht auf die genaue anlagentechnische Ausführung eingegangen werden.
Das primäre Ziel der mechanischen Vorbehandlung dient der Abtrennung von diversen Stör- und Wertstoffen. Hierzu wird der Müll nach der Annahme vorsortiert und anschließend mittels Shredder zerkleinert. In den meisten Anlagen erfolgt anschließend die Abtrennung von Eisen und Nichteisen-Metallen. Mittels Siebung wird der Müll schließlich in eine Grob- und Feinfraktion getrennt. Die heizwertreiche Grobfraktion wird separat gesammelt und anderwärtig für eine thermische Behandlung aufbereitet. Die biologisch aktive Feinfraktion wird der biologischen Abfallbehandlung zugeführt. Hierzu muss das Material vorerst homogenisiert und befeuchtet werden, um es dann in einen Rottetunnel (oder Ähnliches) einzubringen. Geschlossene Systeme, wie eben genannter Rottetunnel, haben dabei den Vorteil, dass das gesamte Abgas erfasst und abgeleitet werden kann. Unter Gewährleistung von ständiger Befeuchtung, konstanter Temperatur und Luftzufuhr erfolgt mittels Mikroorganismen die Zersetzung des biologischen Materials. Die Rottung gliedert sich dabei in zwei Abschnitte - die Intensivrottung und die Nachrottung - die, je nach Anlagenkonzipierung, unterschiedlich viel Zeit in Anspruch nehmen. Nach Beendigung der biologischen Behandlung und einer dadurch erfolgten Reduzierung der biologischen Aktivität kann das Material auf der Deponie abgelagert werden. Um die Emissionen einer MBA zu reduzieren, werden während der Rottung entstehende Abgase einer Abgasbehandlung unterzogen.[120]
Da biologisch behandelter Abfall aus der MBA meist den von der Deponieverordnung vorgeschriebenen Grenzwert TOC <5% (total organic carbon) nicht einhält, jedoch einen sehr geringen Heizwert aufweist, wurde für dieses Material eine

[120] Umweltbundesamt 2006.

Ausnahmeregelung festgelegt. In der Deponieverordnung ist für Abfälle aus der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung daher festgehalten, dass Reststoffe mit einem aus der Trockensubstanz bestimmten Heizwert <6600 kJ/kg für die Deponierung zugelassen sind. Eine Mischung des Materials mit brennwertarmen Fraktionen ist dabei nicht zulässig.[121]

Im Land Oberösterreich wurde nur eine MBA, mit Standort Linz, realisiert. In dieser Anlage wird Restmüll aus den Gebieten Linz-Stadt, Linz-Land, Steyr, Steyr-Land und Freistadt verarbeitet. Ein Teil der heizwertreichen Fraktion dient bei dieser Anlage als Ersatz von Primärrohstoffen (wie Schweröl) im Hochofen der VOEST.[122]

4.5.1.2 Biogasanlagen

In Oberösterreich waren im Jahr 2007 insgesamt 63 Biogasanlagen in Betrieb. In 28 dieser Biogasanlagen wird nicht nur eine Stoffgruppe, sondern eine Vielzahl an Stoffen gleichzeitig verwertet (sogenannte Co-Vergärung bzw. Co-Fermentation).

Als Gärsubstrate für die Biogaserzeugung, sowohl in Monorohstoffanlagen als auch in Co-Fermentationen sind grundsätzlich alle biogenen Roh- und Reststoffe, mit Ausnahme von verholzten Materialien, möglich[123] (vgl. Tabelle 25).

Tabelle 25: Gärsubstrate in Biogasanlagen

Stoffe aus der Landwirtschaft	Schlachtabfälle	Lebensmittel-verarbeitendes Gewerbe und Industrie	Gastronomie/ Kantinen	Kommunen
• Ernterückstände • Festmist • Flüssigmist • Jauche	• Fettabscheider • Flotate • Magen- und Darminhalt • Panseninhalt • Blut	• Schlempen • Pulpen • Treber • Überlagerte Lebensmittel	• Speisereste • Küchenabfälle • Altfett	• Rasenschnitt • Grüngut • Bioabfall • Marktabfälle • Klärschlamm • Straßen-begleitgrün

Quelle: Eigene Darstellung nach Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe 2006

[121] Vgl. Deponieverordnung 2008 Anhang 1 Tabelle 9.
[122] Umweltbundesamt 2006.
[123] Vgl. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 2006, S. 86ff.

Im Abfallbericht des Amtes der Oö. Landesregierung werden gemäß der mehrheitlich in den Anlagen eingesetzten Rohstoffe die Biogasanlagen in Abfallvergärungsanlagen, NaWaRo-Anlagen und Klärschlammanlagen unterteilt.

Abfallvergärungsanlagen

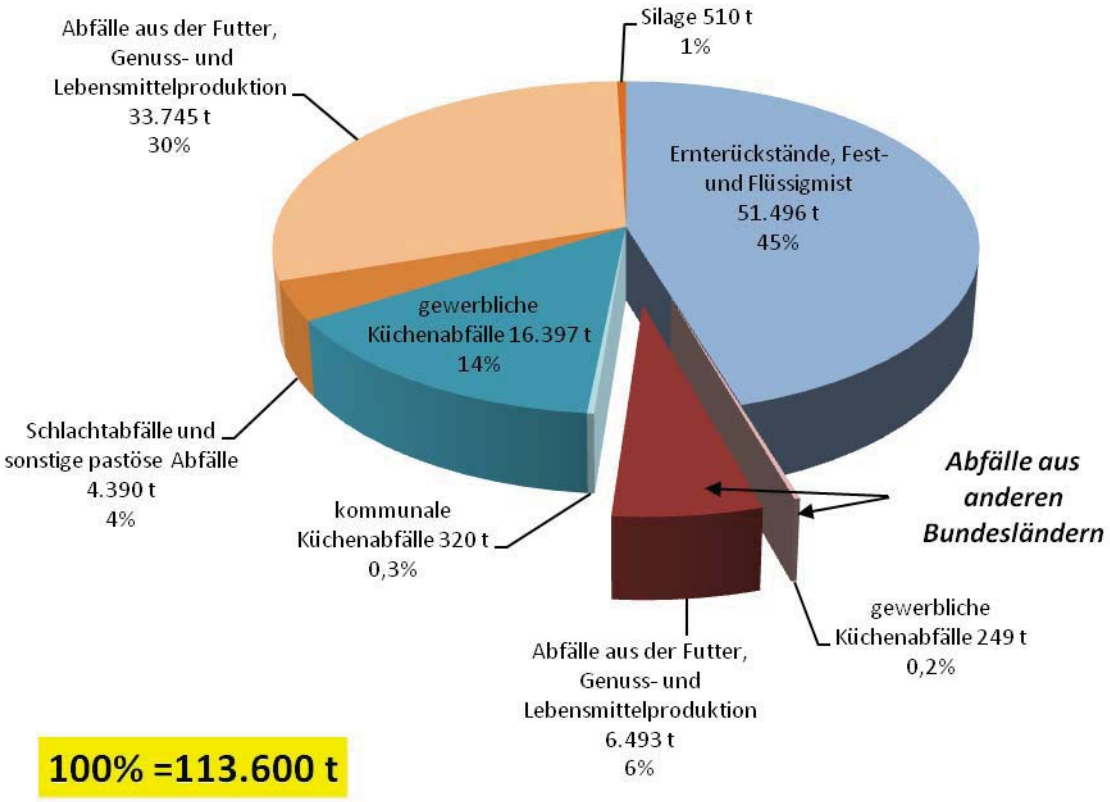
Im Jahr 2007 waren in Oberösterreich 28 Abfallvergärungsanlagen in Betrieb, welche neben Biotonnenmaterial auch Küchen- und Speisereste (Trankabfälle) sowie Abfälle aus der Genuss-, Lebens- und Futtermittelproduktion behandelten.

Im Anhang 6 sind die Abfallvergärungsanlagen aggregiert nach oö. Bezirken mit den bewilligten Kapazitäten inklusive dem Mengendurchsatz von 2007 aufgegliedert.

In diesen 28 Anlagen wurden im Jahr 2007 gemäß Abfallbericht 2007 des Amtes der Oö. Landesregierung 113.600 t Stoffe behandelt. Den größten Input mit 45% stellt die Fraktion Ernterückstände und Fest- und Flüssigmist dar. Des Weiteren wurden 33.745 t Abfälle aus der Futter-, Genuss- und Lebensmittelproduktion in die Anlagen eingebracht. Von der gesamt verarbeiteten Menge in den Abfallvergärungsanlagen entfallen rund 14% (16.397 t) auf die gesammelten Küchen- und Speisereste gewerblicher Herkunft und 320 t auf die kommunale Biotonne. Einen kleineren Anteil machen die Schlachtabfälle und sonstige pastösen Abfälle mit 4.390 t und Silagen mit 510 t als Input aus. Von den insgesamt 113.600 t, die 2007 in den oö. Abfallvergärungsanlagen behandelt wurden, kommen 6.742 t aus anderen Bundesländern. Die importierten Abfälle sind hauptsächlich Abfälle der Futter-, Genuss- und Lebensmittelproduktion (6.493 t). Ein vergleichsweise kleiner Anteil der importierten Abfälle biogenen Ursprungs entfällt auf die Kategorie gewerbliche Küchen- und Speisereste mit 249 t [124](vgl. Abbildung 30).

[124] Vgl. Amt der Oö. Landesregierung, Abfallbericht 2007, S. 28.

Abbildung 30: Hauptfraktionen an Abfälle biogenen Ursprungs, die in oö. Abfallvergärungsanlagen verarbeitet werden (Jahr 2007)



Quelle: Eigene Darstellung nach Amt der Oö. Landesregierung, Abfallbericht 2007

Durch die Behandlung in den 28 Abfallvergärungsanlagen konnte elektrische Energie von 27.123 MWh und thermische Energie von 28.400 MWh im Jahr 2007 erzeugt werden. Davon wurden 24.595 MWh elektrische Energie und 11.546 MWh thermische Energie an Dritte abgegebenen[125].

NaWaRo-Anlagen

In insgesamt 28 Biogasanlagen wurden im Jahr 2007 nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo) und landwirtschaftliche Nebenprodukte und Wirtschaftsdünger verwertet. Als Gärsubstrat dienten nahezu ausschließlich landwirtschaftliche Produkte wie z.B. Raps, Mais, Sonnenblumen, Gras oder Silage sowie Wirtschaftsdünger. In geringen Mengen wurden auch Co-Substrate, die nicht aus der Landwirtschaft kommen eingesetzt.

[125] Vgl. Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz.

Die Menge der in diesen Anlagen eingesetzten Rohstoffe belief sich im Jahr 2007 auf 193.182 t. Die Anlagen aggregiert auf Bezirksebene und mit den gesamt bewilligten und genutzten Kapazitäten sind dem Anhang 7 zu entnehmen.

Insgesamt konnten durch die im Jahr 2007 betriebenen NaWaRo-Anlagen 45.144 MWh elektrische und 77.272 MWh thermische Energie erzeugt werden. Diese Energiemengen werden jedoch bei der CO_2-Gutschriftenberechnung für die Abfallwirtschaft nicht mitberücksichtigt.

Klärschlammvergärungsanlagen

Im betrachteten Zeitraum 2007 waren in Oberösterreich laut Abfallbericht 2007 sieben Vergärungsanlagen in Betrieb[126], welche Biogas überwiegend aus Klärschlämmen erzeugten. Es wurden rund 506.000 t Klärschlamm mit einer Trockensubstanz von etwa 3-7% verarbeitet. Durch die eingesetzte Menge an Klärschlämmen konnte im Jahr 2007 insgesamt 30.422 MWh Energie erzeugt werden. 11.000 MWh davon wurden als thermisch Energie abgegebenen. Diese Energiemengen werden jedoch ebenfalls bei der Berechnung von CO_2-Gutschriften für die Abfallwirtschaft nicht berücksichtigt.

Die Klärschlammvergärungsanlagen, aggregiert auf oö. Bezirksebene, mit deren Mengendurchsatz im Jahr 2007 und deren bewilligter elektrischen Leistung sind im Anhang 8 angeführt.

[126] Nach Angaben des Amtes der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz werden jedoch insgesamt 29 Faultürme in Oberösterreich zur Stabilisierung des Klärschlamms betrieben.

4.5.1.3 Kompostierungsanlagen

Die Kompostierung ist ein aerober Prozess, bei dem organisches Ausgangsmaterial unter Zuführung von Luft und Wasser durch Mikroorganismen (wie z.B. Bakterien und Pilze) zersetzt und in Humus umgewandelt wird. Der Rotteverlauf in Kompostierungsanlagen ist durch Selbsterhitzung aufgrund biochemischer Wärmebildung gekennzeichnet und lässt sich in die drei Phasen „Abbau – Umbau – Aufbau" unterteilen.
Synergieeffekte zwischen den sich gegenseitig ablösenden und unterstützenden Organismen begleiten dabei den Prozess.[127] Nach der aeroben Behandlung gelangen idealerweise die Produkte in Form hochwertiger Komposte wieder in den natürlichen Stoffkreislauf zurück.[128] Als Ausgangsmaterial werden in Kompostierungsanlagen vorwiegend getrennt gesammelte biogene Abfälle aus Haushalten (Biotonne, Gras- und Strauchschnitt), aus Betrieben sowie aus Kommunen (Grünabfälle von öffentlichen Flächen, Friedhofsabfälle sowie Straßenmeistereimengen) verwertet.[129]

In Oberösterreich waren im Jahr 2007 181[130] Kompostierungsanlagen in Betrieb, wovon 173 durchgängig betrieben wurden. In diesen Anlagen wurden im Jahr 2007 von den insgesamt 237.645 t getrennt gesammelten kommunalen und gewerblichen biogenen Abfällen 185.183 t[131] verarbeitet. Eine Auflistung der durchgängig betriebenen 173 Anlagen aggregiert nach Bezirken, den verarbeiteten Mengen im Jahr 2007 und den bewilligten Kapazitäten findet sich im Anhang 5 dieser Studie.

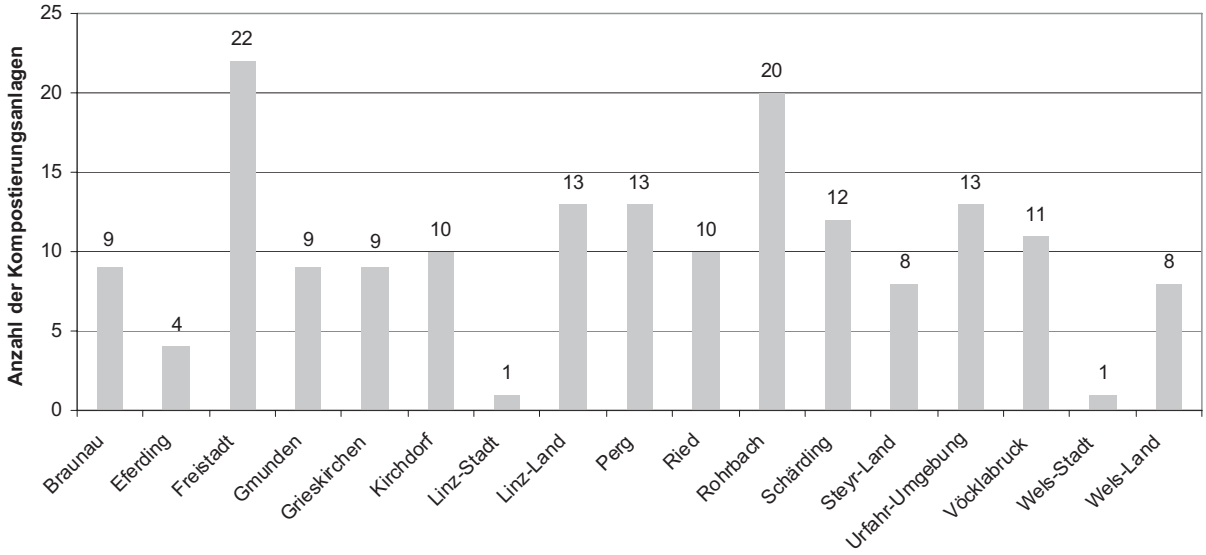
In Abbildung 32 ist die Verteilung der 173 Kompostierungsanlagen in den oberösterreichischen Bezirken ersichtlich. Die Bezirke Freistadt und Rohrbach weisen mit gemeinsam 42 Anlagen die höchste Zahl an Anlagen der 15 Bezirke auf. Während beispielsweise im Bezirk Freistadt nur 2.945 Einwohner auf eine Kompostierungsanlage fallen, sind es im Bezirk Vöcklabruck 11.793 Einwohner.

---

[127] Vgl. Hani 1998, S. 5ff.
[128] Vgl. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2006, S. 95.
[129] Vgl. Amt der Oö. Landesregierung 2008, Abfallbericht 2007, S. 6.
[130] Davon haben sechs Kompostierungsanlagen im Jahr 2007 Mengen übernommen, die mittlerweile geschlossen sind bzw. ihren Standort nicht in Oö. haben. Des Weiteren wurden drei Kompostierungsanlagen in den Datensätzen doppelt genannt.
[131] Vgl. Amt der Oö. Landesregierung, Abfallbericht 2007, S. 6.

In den Bezirken Linz-Land, Perg und Urfahr-Umgebung werden jeweils 13 Kompostierungsanlagen betrieben. Es ist anzumerken, dass sich lediglich in der Statutarstadt Steyr keine Kompostierungsanlage befindet.

Abbildung 31: Anzahl der Kompostierungsanlagen in Oö. je Bezirk im Jahr 2007



Quelle: Eigene Darstellung

An gewerblichen Abfällen und von öffentlichen Flächen kommende Abfälle biogenen Ursprungs wurden in den Kompostierungsanlagen 2.249 t Friedhofsabfälle, 6.176 t von Straßenmeistereien bzw. Gewässerbezirke, 18.882 t gewerbliche biogene Abfälle und 4.742 t landwirtschaftliche Abfälle verarbeitet. Von der Gesamtmenge der verwerteten gewerblichen biogenen Abfällen in den Kompostierungsanlagen sind 965 t aus anderen Bundesländern. Neben den gewerblichen Abfällen wurden ebenso das aus der Biotonne gesammelte Material von insgesamt 51.101 t und ein Großteil der Grünabfälle inklusive Strauchschnitt (71.373 t[132]) in diese Verwertungsschiene gebracht.[133]

[132] Laut Amt der Oö. Landesregierung, Abfallbericht 2007 wurde von der Gesamtmenge des kommunal gesammelten Grünschnitts inkl. Baumschnitt (73.373 t) ein Anteil von rund 2.000 t energetisch verwertet.
[133] Vgl. Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz.

Tabelle 26: Gewerbliche Abfälle in die Kompostierung 2007

Herkunft	Friedhofs-abfälle in t	Straßen-meistereien, Gewässer-bezirke in t	Gewerbliche biogene Abfälle in t	Landwirt-schaftliche Abfälle in t	Grünabfälle von öffentlichen Flächen in t	Gesamt in t
in anderes Bundesland			468	314		782
Oö. Gesamt	2.249	6.176	17.917	4.742	36.687	**67.771**
aus anderem Bundesland			**965**			
Gesamt	**2.249**	**6.176**	**18.882**	**4.742**	**36.687**	**68.736**

Quelle: Eigene Darstellung nach Amt der Oö. Landesregierung, Abfallbericht 2007

4.5.2 Darstellung der Mengenflüsse von Abfällen biogenen Ursprungs und Klärschlämme in Oberösterreich

Der Schwerpunkt bei der Betrachtung der Abfälle biogenen Ursprungs in Oberösterreich liegt auf folgenden Bereichen:

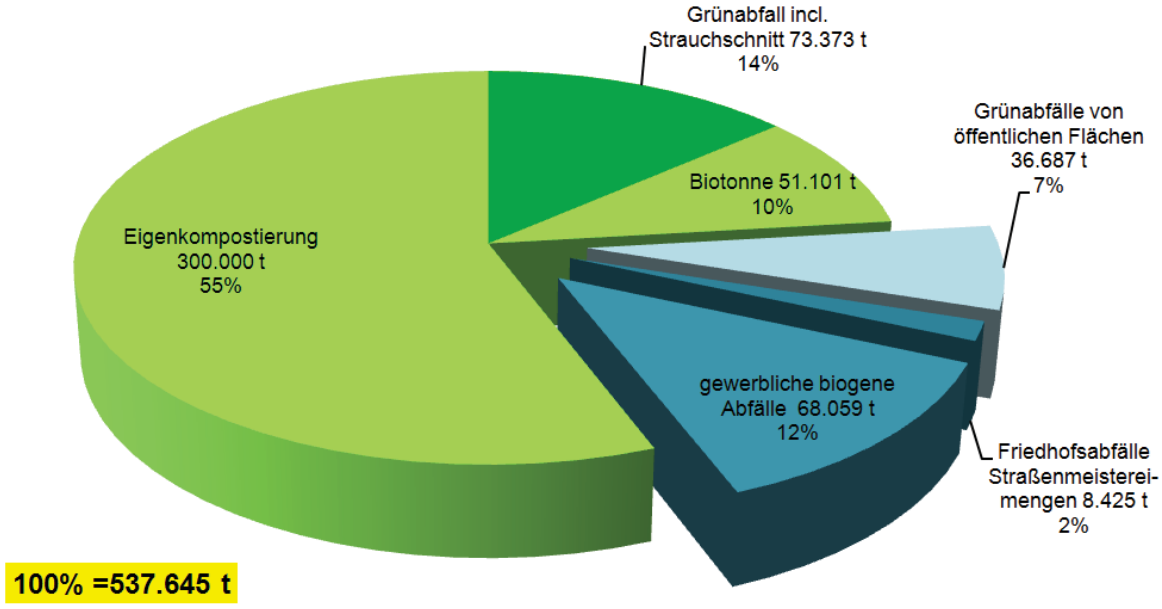
- Biotonne, Grünschnitt, Baum- und Strauchschnitt
- Eigenkompostierung biogener Abfälle
- Biogener Anteil im Restmüll
- Schlachtabfälle und relevante tierische Nebenprodukte
- Küchen- und Speisereste (Trankabfälle)
- Überlagerte Lebensmittel
- Klärschlämme

4.5.2.1 Biotonne, Grünschnitt, Baum- und Strauchschnitt

Als getrennt gesammelte biogene Abfälle werden in dieser Studie sowohl Pflanzenreste und natürliche, organische Abfälle aus Haushalten, somit der klassische Biomüll (Biotonne) als auch Grünschnitt, Baum- und Strauchschnitt betrachtet. Diese gesammelten Abfälle sind gemäß Oö. AWG 2009 von anderen Abfällen getrennt zu erfassen und einer ordnungsgemäßen biogenen Verwertung zuzuführen. Neben biogenen Abfällen aus Haushalten (Biotonne, Grünschnitt-, Baum- und Strauchschnitt) und haushaltsähnlichen Einrichtungen werden des Weiteren sowohl Biotonne als auch Grünschnitt-, Baum- und Strauchschnitt von Gewerbe/Industrie und öffentlichen Flächen mitberücksichtigt.

Insgesamt sind im Jahr 2007 537.645 t Abfälle biogenen Ursprungs angefallen. Davon können rund 79% den Haushalten und haushaltsähnlichen Einrichtungen zugewiesen werden. Dieser Anteil von 424.474 t enthält einen geschätzten Mengenwert von 300.000 t, der in Hausgärten kompostiert (= Eigenkompostierung) wird (vgl. Kapitel 4.5.2.1.3).

Abbildung 32: Mengen von Abfällen biogenen Ursprungs in Oö. (Jahr 2007)



Quelle: Eigene Darstellung nach Amt der Oö. Landesregierung, Abfallbericht 2007

In Summe entfallen 237.645 t auf getrennt gesammelte biogene Abfallmengen, welche aus dem kommunalen und gewerblichen Bereich stammen. Die gesammelte biogene Menge gewerblicher Herkunft betrug 68.059 t, wobei hier besonders Küchen- und Speisereste (Trankabfälle), überlagerte Lebensmittel, biogene Abfälle aus der Lebensmittelproduktion enthalten sind.

Im Folgenden werden die gesammelten Biotonnenmengen, Grünabfälle inklusive Strauchschnitt aus Haushalten und haushaltsähnlichen Einrichtungen, Grünabfälle von öffentlichen Flächen, Friedhofsabfälle und Straßenmeistereimengen quantitativ dargestellt.

Über die kommunale Biotonne konnten im Jahr 2007 insgesamt 51.101 t biogene Abfälle aus Haushalten und haushaltsähnlichen Einrichtungen gesammelt werden. Es ist festzuhalten, dass 344 Gemeinden in Oberösterreich biogene Abfälle über die kommunale Biotonne bzw. über Biosack im Holsystem sammeln. Zu einem geringen Teil erfolgt die Sammlung in einzelnen Gemeinden auch über ein Bringsystem bzw. eine kombinierte Erfassung. Während der Anschlussgrad der Biotonne in den drei Statutstädten im Durchschnitt bei 95% (130.140 Haushalte) liegt, kann in den restlichen 15 Bezirken mit insgesamt 143.134 Haushalten ein durchschnittlicher Anschlussgrad von 33% verzeichnet werden.

In Tabelle 27 sind die Mengen des gesammelten Biotonnenmaterials ohne Speiseresteentsorgung mit den jeweils angeschlossenen Haushalten in den einzelnen Bezirken angeführt. Die Darstellung erfolgt auf Bezirksebene, um die unterschiedlichen Anschlussgrade der Biotonne und die sich damit ergebenden Sammelmengen in den jeweiligen Bezirken aufzuzeigen.

Tabelle 27: Gesammelte Biotonnenmengen ohne Speiseresteentsorgung und Anschlussgrad im Jahr 2007

Bezirk	Biotonne ohne Speisresteentsorgung		Angeschlossene Haushalte			
	Tonnen	kg/ Ew	Anzahl HH	kg/HH	Anschluss-grad %	kg/Ew HH
Linz-Stadt	**12.005**	65,4	**90.143**	133	**100**	65,4
Steyr-Stadt	**1.050**	26,5	**16.987**	62	**89**	29,8
Wels-Stadt	**2.368**	40,7	**23.010**	103	**82**	49,7
Braunau	**643**	6,7	**4.766**	135	**12**	53,8
Eferding	**615**	20,1	**2.923**	210	**24**	85,2
Freistadt	**2.396**	37,1	**8.266**	290	**35**	105,9
Gmunden	**6.197**	62,0	**24.276**	255	**59**	104,9
Grieskirchen	**3.792**	60,7	**10.140**	374	**45**	134,0
Kirchdorf [134]	**1.570**	28,2	**8.007**	196	**35**	80,0
Linz-Land	**5.599**	41,7	**23.652**	237	**40**	104,9
Perg	**1.784**	27,1	**5.327**	335	**22**	124,5
Ried i.I.	**1.957**	33,1	**8.201**	239	**36**	92,2
Rohrbach	**876**	15,1	**4.064**	216	**20**	75,0
Schärding	**817**	14,1	**3.966**	206	**18**	78,4
Steyr-Land	**1.774**	30,4	**8.904**	199	**38**	80,2
Urfahr-Umgeb.	**1.635**	20,1	**8.939**	183	**28**	73,0
Vöcklabruck	**2.612**	20,4	**10.571**	247	**24**	85,7
Wels-Land	**3.412**	52,6	**11.132**	306	**43**	122,7
Oö. Gesamt	**51.101**	36,6	**273.274**	187	**48**	**74,8**

Quelle: Amt der Oö. Landesregierung, Abfallbericht 2007

Den höchsten Anschlussgrad mit 100% kann die Statutarstadt Linz bei einer gesammelten Menge von 12.005 t verzeichnen. Ebenfalls sind rund 89% der Haushalte in Steyr-Stadt an die Biotonne angeschlossen. Die Bezirke Braunau und Perg weisen hingegen mit 12 % bzw. 18% einen sehr geringen Anschlusswert an dieses kommunale Sammelsystem auf. Betrachtet man die durchschnittliche Anschlussquote von 48% auf Oberösterreichebene, werden von den angeschlossenen 273.274 Haushalten 51.101 t Biotonnenabfälle gesammelt. Dies bedeutet einen durchschnittlichen Anfall von 74,8 kg pro angeschlossenem Einwohner und 187 kg pro angeschlossenen Haushalt in Oberösterreich.

[134] Die Mengen von Kirchdorf beziehen sich auf das Jahr 2006.

Neben dem getrennt gesammelten Material über die kommunale Biotonne werden des Weiteren Grünabfälle aus Haushalten bzw. haushaltsähnlichen Einrichtungen, Grünabfälle aus öffentlichen Flächen, Friedhofsabfälle und Straßenmeistereimengen gesammelt und einer biotechnischen Verwertung zugeführt.

Tabelle 28: Sammelmengen von Grün-, Baum- und Strauchschnitt im Jahr 2007 in Oö.

Fraktionen	Menge in t
Grünschnitt, Strauchschnitt aus Haushalten	73.373
Grünabfälle von öffentlichen Flächen	36.687
Friedhofsabfälle	2.249
Straßenmeistereien, Gewässerbezirke	6.176

Quelle: Eigene Darstellung nach Amt der Oö. Landesregierung, Abfallbericht 2007

Die Mengen an Grünschnitt, Strauchschnitt aus Haushalten beliefen sich im Jahr 2007 auf 73.373 t. Diese Fraktion wird überwiegend von den Haushalten zu einer Annahmestelle einer Gemeinde bzw. zu einer Kompostierungsanlage gebracht. Des Weiteren sind 36.687 t Grünabfälle von öffentlichen Flächen angefallen, die in Kompostierungsanlagen eingebracht wurden. Die Mengen an gesammelten Friedhofsabfällen und Straßenmeistereien (und Gewässerbezirke) betrug im Jahr 2007 8.425 t und wurde ebenfalls in Kompostierungsanlagen verwertet (vgl. Kapitel 4.5.1.3).

4.5.2.2 Küchen- und Speisereste (Trankabfälle)

Küchen- und Speisereste sind im Anhang I Z 15 der TNP-Verordnung als „alle aus Restaurants, Catering–Einrichtungen und Küchen, einschließlich Groß- und Haushaltsküchen, stammende Speisereste“ definiert.

Nach § 10 TMG sind Erzeuger von tierischen Nebenprodukten, somit auch von Küchen- und Speiseresten, verpflichtet, dieses Material unverzüglich an einen nach § 3 TMG zugelassenen Betrieb abzuliefern. Des Weiteren muss eine Vereinbarung mit einem zugelassenen Betrieb über die Sammlung, Kennzeichnung, Lagerung, Abholung, Beförderung und die Art der weiteren Be- oder Verarbeitung abgeschlossen werden.

Die mengenmäßige Abschätzung der derzeit in Oberösterreich gesammelten Küchen- und Speisereste (Trankabfälle) erfolgt aufgrund der verarbeiteten Mengen in den biotechnischen Anlagen. Im Jahr 2007 wurden in Summe 16.397 t Küchen- und Speisreste in den 28 Abfallvergärungsanlagen verwertet. Davon sind 6.354 t der Fraktion „Erzeuger Oö." zugewiesen worden, da aufgrund der gesammelten Menge durch die gesetzlich befugten Abfallsammler keine eindeutige Zuordnung zu einem Bezirk möglich war. In dieser Menge sind auch Rückstände aus der biologischen Abfallbehandlung enthalten.

Zur Darstellung der in Oberösterreich anfallenden Menge an Küchen- und Speiseresten aus gewerblichen Einrichtungen erfolgt in Kapitel 5.2.1.2 die Ermittlung der theoretisch angefallenen Küchen- und Speiserestemengen. Diese werden anhand des Modells des Amtes der Vorarlberger Landesregierung[135] berechnet.

4.5.2.3 Eigenkompostierung biogener Abfälle

Unter Eigenkompostierung versteht man die Herstellung und Verwertung von Komposten aus biogenen Abfällen einzelner Haushalte in Hausgärten bzw. Schrebergärten auf den dazugehörigen Liegenschaften.[136] Zu den in Hausgärten kompostierten Abfällen gehört typischerweise Grün-, Baum- und Strauchschnitt. Die Verwertung von Speiseresten erfolgt im geringeren Maßstab.

Mengen, die in die Eigenkompostierung gehen, sind unterschiedlich. Eine quantitative Abschätzung gestaltet sich aufgrund verschiedenster Einflussparameter wie z.B. Art und Größe der Sammelbehälter, Hol- und Bringsysteme und Abholintervalle, usw. in den jeweiligen Gemeinden bzw. Bezirken schwierig und weist einen hohen Unsicherheitsfaktor auf.

Im Rahmen einer repräsentativen Befragung von Hausgartenbesitzern mit Hauptwohnsitz in Oberösterreich wurde im Jahr 2007 ein neuer Mengenschätzwert für die Eigenkompostierung ermittelt. Ausgehend von einer Grundgesamtheit von rund

[135] Vgl. Amt der Vorarlberger Landesregierung 1999
[136] Vgl. BAWP. Aktuelle Daten 2008. S. 37. URL: http://www.bundesabfallwirtschaftsplan.at/.

250.000 Haushalten mit Hausgärten in Oberösterreich wurden folgende Daten für die Eigenkompostierung berechnet:

Tabelle 29: Menge der Eigenkompostierung in Oö. nach biogenen Fraktionen

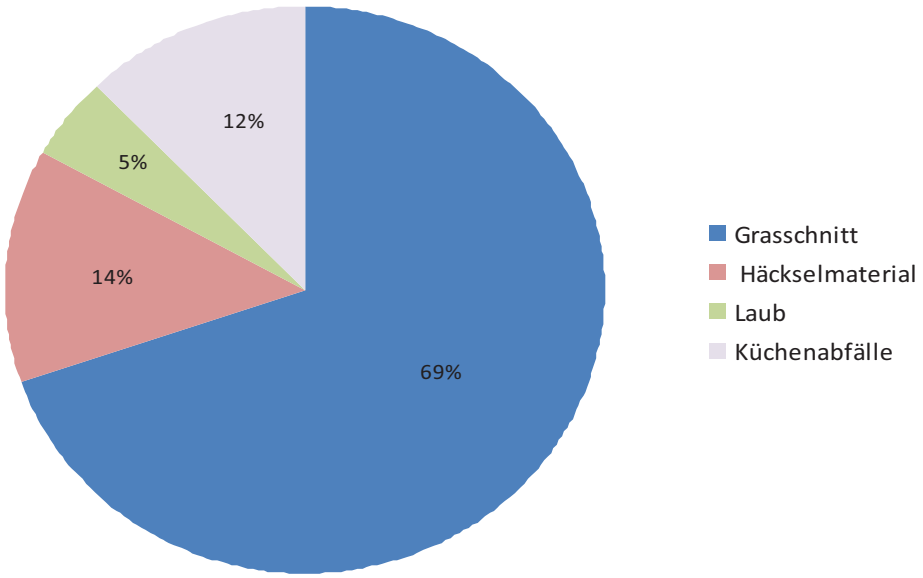
Eigenkompostierung	Gras-schnitt	Häcksel-material	Laub	Küchenabfälle	Gesamt
Gesamtmenge Oö. in t	211.441	41.304	14.266	36.842	**303.853**
kg/Haushalt/Hausgarten	831	162	56	145	**1.194**
kg/EW/Hausgarten	260	51	18	45	**373**
ländliches Gebiet in t	174.102	35.749	12.013	31.581	**253.445**
städtisches Gebiet in t	37.339	5.555	2.253	5.260	**50.407**

Quelle: Eigene Darstellung nach Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz

Von den geschätzten 300.000 t an biogenen Abfällen, die in den Hausgärten kompostiert werden, entfallen rund 70% (211.441 t) auf Grasschnitt, 14% (41.305 t) auf Häckselmaterial, 12% (36.842 t) auf Küchenabfälle und 5% auf Laub (14.266 t). Der Großteil der Gesamtmenge, 253.446 t, wird in ländlichen Gebieten kompostiert, der Rest von rund 17% (50.408 t) entfällt auf städtische Gebiete[137].

[137] Ländliche und städtische Gebiete werden im Sinne der Definition vom Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz und Abteilung Statistik verstanden.

Abbildung 33: Anteile der Eigenkompostierung nach Zusammensetzung in Oö.



Quelle: Eigene Darstellung nach Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz

Tabelle 30: Mengenschätzwert Eigenkompostierung nach Fraktion biogene Abfälle für ländlichen und städtischen Bereich in kg/EW/HG

Eigenkompostierung nach Besiedlungsdichte	Gras-schnitt	Häcksel-material	Laub	Küchenabfälle	Gesamt
ländlich kg/EW/HG[138]	300	62	21	55	**437**
städtisch kg/EW/HG	159	24	10	22	**214**

Quelle: Eigene Darstellung nach Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz

Im Rahmen dieser Erhebung konnte für ländliche Gebiete eine Eigenkompostierung von rund 437 kg pro Einwohner und Hausgarten ermittelt werden. Im städtischen Bereich beläuft sich die Menge auf 214 kg pro Einwohner und Hausgarten. Dies ergibt, dass in Bezug auf die vom Amt der Oö. Landesregierung geschätzte Menge von rund 300.000 t im Durchschnitt ca. 373 kg je Einwohner in Haushalten mit Hausgarten in den erhobenen oö. Hausgärten kompostiert werden. Wird die Gesamtmenge von 300.000 t auf die Gesamteinwohner von Oberösterreich umgelegt, so entspricht dies einer durchschnittlichen Menge von 215 kg eigenkompostiertes Material pro Einwohner und Jahr. In ländlichen Gebieten werden durch Eigenkompostierung bis zu 76% der

[138] HG = Hausgarten

biogenen Abfälle verwertet, wohingegen in städtischen Gebieten bis zu 75% der biogenen Abfälle gesammelt und zentral behandelt werden.[139]

4.5.2.4 Biogener Anteil im Restmüll gemäß Restmüllanalyse 2004

Die spezifische Restmüllmenge in Oberösterreich betrug im Jahr 2004 122 kg pro Einwohner. Der gewichtsmäßig größte Anteil entfällt dabei auf die Gruppe der organischen Abfälle. Dieser macht 24% am gesamten Restmüllaufkommen aus. Pro Jahr und Einwohner fallen in Oberösterreich im Restmüll durchschnittlich ca. 31 kg organischer Müll an. Davon entfallen 4,8 kg pro Einwohner und Jahr auf organische Gartenabfälle, 17,8 kg auf organische Küchenabfälle und 8,1 kg auf eigenkompostierbaren organischen Abfall mit einer Strukturgröße < 40 mm.[140] Weiters wurde in der Restmüllanalyse für Oberösterreich 2004 festgestellt, dass sowohl in ländlichen als auch in städtischen Teilgebieten mit Biotonne das Aufkommen an organischem Abfall im Hausmüll erwartungsgemäß geringer ist. In Tabelle 31 wird der Anteil von organischem Abfall im Restmüll pro Einwohner in kg je nach Struktur aufgegliedert:

Tabelle 31: Biogener Anteil im Restmüll in kg/EW in städtischen und ländlichen Gebieten mit/ohne Biotonne

Struktur	Anteil organischer Abfall im Restmüll in kg/EW
Ländliches Gebiet mit Biotonne	19,3
Ländliches Gebiet ohne Biotonne	22,4
Städtisches Gebiet mit Biotonne	41,4
Städtisches Gebiet ohne Biotonne	47,7

Quelle: Eigene Darstellung nach Restmüllanalyse 2004 in Oö.

In ländlichen Gebieten ohne Biotonne finden sich jährlich pro Einwohner 22,4 kg organischer Abfall im Hausmüll wieder. In ländlichen Gebieten mit Biotonne hingegen beträgt der Anteil organischen Abfalls im Hausmüll nur 19,3 kg. In städtischen Gebieten ohne Biotonne finden sich pro Einwohner und Jahr 47,7 kg organische Abfälle im

[139] Vgl. Amt der Oö. Landesregierung, Abfallbericht 2007, S. 6.
[140] Diese Werte wurden aus 83 Stichproben im Rahmen der Restmüllanalyse 2004 ermittelt.

Hausmüll, in städtischen Gebieten mit Biotonne beträgt diese Zahl 41,4 kg. Eine Aussage über die Gründe dieser unterschiedlichen Mengen ist mit den verfügbaren Daten nicht möglich. Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Erhebung des Biotonnenaufkommens in städtischen Gebieten mit Biotonne Linz nicht miteinbezieht. Weiters muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass die Stichprobenanzahl bei der Erhebung des Aufkommens von Biotonnenmaterial im Hausmüll schwankte. Bei der Erhebung des Biomüllaufkommens im Hausmüll in ländlichen Gebieten mit Biotonne wurden fünf Stichproben, in städtischen Gebieten 13 Stichproben gezogen. In ländlichen Gebieten ohne Biotonne betrug die Anzahl der Stichproben 28, in städtischen Gebieten waren es sieben Stichproben.[141] Obwohl sich ein Unterschied zwischen Gebieten mit und ohne Biotonne erkennen lässt, sind diese Unterschiede nicht erheblich. Viel wesentlicher erscheinen die Differenzen zwischen Stadt und Land.

Aufgrund dieser Erhebungen wurde für Oö. ein biogener Anteil im Restabfall von 40.000 t[142] berechnet. Davon können zukünftig noch ca. 26.000 t getrennt gesammelt und verwertet werden.[143]

4.5.2.5 Schlachtabfälle und relevante tierische Nebenprodukte

Im Rahmen dieser Studie werden Schlachtabfälle vorwiegend als Material der Kategorie 3 nach der TNP-Verordnung definiert, da dieses Material in einer gemäß Art 15 TNP-Verordnung zugelassenen Biogas- oder Kompostierungsanlage verarbeitet werden kann. Davon ausgenommen werden jene Schlachtabfälle die unter lit c und l des Art 6 Abs 1 der TNP-Verordnung fallen; das sind:

1. die unter lit c) erfassten Häute, Hufe und Hörner, Schweineborsten und Federn von Tieren, die nach einer Schlachttieruntersuchung, aufgrund deren sie nach dem Gemeinschaftsrecht für die Schlachtung zum menschlichen Verzehr geeignet sind, in einem Schlachthof geschlachtet werden sowie
2. die in lit l) genannte Küchen- und Speisereste, die nicht in Beförderungsmitteln des grenzüberschreitenden Verkehrs angefallen sind. Diese Küchen- und Speisereste werden aus der Gruppe der tierischen Nebenprodukte, wie sie die TNP-Verordung

[141] Vgl. Taibon et al. 2004, S. 60f.
[142] Vgl. Econum 2006, S. 87.
[143] Vgl. Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz.

festlegt, herausgenommen, und als eigene Abfallart einer detaillierteren Betrachtung unterzogen.

Zusätzlich zu dem Material der Kategorie 3 wird jedoch auch bestimmtes Material der Kategorie 2 erfasst, sofern nach Ansicht der zuständigen Behörde keine Gefahr der Verbreitung einer schweren übertragbaren Krankheit von ihnen ausgeht. Es handelt sich bei diesem Material um Gülle, von Magen und Darm getrenntem Magen- und Darminhalt sowie Milch und Kolostrum, welches als unverarbeiteter Rohstoff ebenfalls in einer gemäß Art 15 TNP-Verordnung zugelassenen Biogas- oder Kompostierungsanlage behandelt werden kann.

Im Rahmen der Studie sollen die bereits in Kapitel 4.5.1.3. erläuterten Schlachtabfälle der Kategorie 3 der TNP-Verordnung und falls keine gesetzlichen Vorgaben dagegen sprechen auch der Kategorie 2, welche im Jahr 2007 in Oberösterreich angefallen sind, erhoben werden. Zu diesem Zweck wurden die Inputdaten an eingebrachten Schlachtabfällen in die TKV Regau bzw. die Inputdaten an Schlachtabfällen in sonstige Biogasanlagen herangezogen, um die Mengenströme an Schlachtabfällen der Kategorie 3 und angefallenem Blut in Oberösterreich darstellen zu können.

Die Tierkörperverwertungsanstalt in Regau (Oberösterreich) verarbeitet einen Großteil an Rohmaterialien aller Kategorien und erzeugt des Weiteren tierische Nebenprodukte in verarbeiteter Form wie Tiermehl und Tierfett.
Von den Mengenströmen, die in die Tierkörperverwertungsanstalt Regau abgeführten Gegenstände tierischer Herkunft, sind für die Erhebung die Schlachtabfälle und die Blutmengen relevant, welche durch Sammler der AVE bzw. Fremdfrächter im Auftrag der AVE gesammelt wurden. Darunter fallen die Schlachtabfälle der Kategorie 3 und Blut, deren Anfall im Jahr 2007 in der Tabelle 32 quantitativ dargestellt werden soll:

Tabelle 32: Überblick der in die TKV abgeführten Gegenstände animalischer Herkunft im Jahr 2007

Schlachtabfälle TKV	Anteil in t	Anteil in %
Abfälle	**55.568**	**44,8**
Blut	**21.231**	**17,1**
SRM	30.779	24,8
Borsten, Federn	5.322	4,3
Tiere	11.099	9,0
Gesamt	**123.998**	**100,0**

Quelle: Eigene Darstellung nach Mengen der AVE

Es wird ersichtlich, dass im Jahr 2007 insgesamt 55.568 t Schlachtabfälle in die TKV eingebracht wurden, das entspricht einem Anteil von fast 45% an der Gesamtmenge. Zusätzlich wurden 21.231 t (rund 17%) an Blut und 30.779 t SRM[144] als Input in die Anlage verwertet. Einen kleineren Anteil nehmen Borsten, Federn und Tiere ein. Im Rahmen dieser Studie sind die Schlachtabfälle und die Blutmengen relevant. Borsten/Federn und tote Tiere werden nicht berücksichtigt. Ebenso wird das Special Risk Material (SRM) nicht miteinbezogen, da es in die Kategorie 1 eingestuft wird. Den mengenmäßig größten Anteil der angefallenen Schlachtabfälle in Österreich und somit auch in Oberösterreich wird in die TKV eingebracht und dort weitergehend behandelt.

Neben der Verwertung in der TKV wurden laut Abfallbericht 2007 im Jahr 2007 in Summe 4.390 t Schlachtabfälle und sonstige pastöse Abfälle in den oö. Abfallvergärungsanlagen verarbeitet.
Zusätzlich sollen für die Trendprojektion im Rahmen der Szenarien die theoretisch angefallenen Schlachtabfälle auf Basis der Daten der Statistik Austria 2007 ermittelt werden (vgl. Kapitel 5.2.1.4).

[144] Special Risk Material (SRM), entspricht nicht der Kategorie 3.

4.5.2.6 Überlagerte Lebensmittel

Noch genießbare Lebensmittel, die im Bereich des Handels und in Haushalten bzw. haushaltsähnlichen Einrichtungen entsorgt werden, werden als überlagerte Lebensmittel bezeichnet. Hierbei handelt es sich vor allem um Lagerüberschüsse, Zubereitungsreste, angebrochene sowie abgelaufene Lebensmittel. Die zahlenmäßige Erfassung von überlagerten Lebensmitteln gestaltet sich mangels zur Verfügung stehender Daten von Seiten des Handels als schwierig, weshalb vorwiegend auf Studien wie z.B. Restmüllanalysen zurückgegriffen werden muss. Die Verwendung dieser Methode erklärt auch die Schwankungen in Bezug auf die geschätzten Mengen an überlagerten Lebensmitteln.

Im Folgenden werden die Mengen an überlagerten Lebensmitteln

- im Abfall von Handelsketten und
- in privaten Haushalten

basierend auf einer Literaturanalyse dargestellt.

(1) Überlagerte Lebensmittel im Abfall von Handelsketten

Als Gründe für die Entsorgung von genießbaren Lebensmitteln im Bereich des Handels können unter anderem Lagerüberschüsse, Fehletikettierungen, Transportbeschädigungen oder Sortimentswechsel genannt werden. Lebensmittel werden auch dann von den Lebensmitteleinzelhändlern entsorgt, wenn diese Qualitätsverluste durch Überlagerung aufweisen. Grundsätzlich muss festgehalten werden, dass öffentlich zugängliche Daten und Informationen zu entsorgten Lebensmitteln international eher spärlich sind.[145] Auf das Problem der fehlenden Daten geht auch die von der Umweltbundesamt GesmbH für die Wiener Magistratsabteilungen 22 und 48 erstellte Studie „Erfassung biogener Abfallmengen aus dem Gewerbe und der Lebensmittelindustrie in Wien“ ein. Konkret heißt es in dieser Studie, dass die Mengen an überlagerten Lebensmitteln im Abfall von Einzelhandelsketten nicht ermittelt werden konnten, da von den Betrieben keine Daten zur Verfügung gestellt wurden. Die Ermittlung dieser Abfallart war für Wien nur über die Entsorgungsbetriebe möglich, die die Abfälle der Einzelhandelsketten sammeln. Diese Erhebung ergab für das Jahr 1998

[145] Vgl. Schneider 2008, S. 2ff.

für Wien eine Gesamtmenge an entsorgten, überlagerten Lebensmitteln von 865 t.[146] Für Wien konnte für das Jahr 2005 aufgrund der Meldepflicht nicht gefährlicher Abfälle nach dem Wiener Abfallgesetz eine Menge von 837 t entsorgter, überlagerter Lebensmittel identifiziert werden. Im Jahr 2000 belief sich die Menge an entsorgten, überlagerten Lebensmittel auf 134 t in Wien. Diese Schwankung ergibt sich unter anderem aus der Tatsache, dass die Handelsketten teilweise versuchen, diese Meldepflicht zu umgehen.[147] Um die seitens der Handelsketten entsorgten Lebensmittelmengen besser erfassen zu können, wurde an der Universität für Bodenkultur am Institut für Abfallwirtschaft eine Untersuchung der entsorgten Lebensmittel in zwei Filialen einer Lebensmitteldiskontkette im Rahmen der Studie „Sozialer Wertstofftransfer im Einzelhandel“ durchgeführt. Betrachtet wurden im Rahmen dieses Projektes jedoch nur Produkte, die noch qualitativ einwandfrei und ohne Weiteres für den Verzehr geeignet waren, aber nicht mehr verkauft werden konnten. Dabei wurden unter anderem folgende Produkte betrachtet:

- Eierpackungen bei denen ein Stück zu Bruch gegangen war
- Luftzieher (beschädigte Vakuumpackungen)
- Produkte mit aufgerissener Packung
- Obst und Gemüsepackungen, in denen ein Stück verdorben war
- Einzelne Produkte, die zum Verkauf in Mehrstückpackungen bestimmt waren
- Produkte, deren Überverpackung beschädigt war
- Restbestände aus vorangegangenen Lieferungen
- Bruchware und Saisonartikel

In dieser Untersuchung wurden geöffnete Milchprodukte und Lebensmittel, deren Mindesthaltbarkeitsdatum überschritten war, nicht berücksichtigt. Auch Getränke waren ausgenommen. Es hat sich gezeigt, dass Obst und Gemüse mit 47% den größten Anteil der insgesamt entsorgten Lebensmittel ausmachen. Gefolgt wird diese Kategorie von Brot und Gebäck, das einen Anteil von 27% an der Grundgesamtheit der entsorgten Lebensmittel ausmacht. Innerhalb der zehn Wochen, in denen die beiden Testbetriebe beobachtet wurden, konnten insgesamt 5.300 kg Lebensmittel an soziale Einrichtungen weitergegeben werden. Das ergibt 45 kg pro Filiale und Tag. Dies entspricht einer

[146] Vgl. Angerer et al. 2001, S. 42.
[147] Vgl. Schneider 2008, S. 4.

Menge von 13,5 t pro Filiale und Jahr.[148] Die Menge der an soziale Einrichtungen weitergegebenen Lebensmittelmengen entspricht laut der Studie auch dem Abfallvermeidungspotential. Diese Daten können nicht ohne Weiteres auf andere Handelsketten bzw. deren Filialen hochgerechnet werden, da sich vorhandene Unterschiede in den internen Abläufen, der Verkaufsstrategie, in der Sortimentspolitik oder der Liefer- und Lagerlogistik auch auf das Abfallaufkommen niederschlagen.[149]

(2) Überlagerte Lebensmittel im Abfall von Haushalten und haushaltsähnlichen Einrichtungen

Die Lebensmittelabfälle, welche in einem Haushalt anfallen, können in folgende Gruppen unterteilt werden, welche auch Bestandteile des Restmülls darstellen können:[150]

- Zubereitungsreste
- Originale Lebensmittel
- Angebrochene Lebensmittel.

Am Institut für Abfallwirtschaft an der Universität für Bodenkultur wurden mehrere Untersuchungen durchgeführt, um den Anteil von Lebensmitteln im Restmüll von Haushalten zu ermitteln. Diese Untersuchungen basieren vorrangig auf Restmüllsortieranalysen. Die Erhebungen für Österreich ergaben, dass sich im Restmüll der Haushalte zwischen 6 und 12% an original verpackten bzw. angebrochenen Lebensmitteln befinden. Zusätzlich finden sich im Restmüll bis zu 6% Speisereste. In der Pressekonferenz vom 21. August 2008 mit Umwelt-Landesrat Rudi Anschober, Agrar-Landesrat Dr. Josef Stockinger und DI Peter Lechner von der Universität für Bodenkultur wurde berichtet, dass derartige Untersuchungen für Oberösterreich noch ausstehen, jedoch kann davon ausgegangen werden, dass sich die Werte für weggeworfene Originale und teilweise verbrauchte Lebensmittel in der oben genannten Größenordnung bewegen. Wird von einem durchschnittlichen Restmüllaufkommen von 122 kg pro Oberösterreicher und Jahr ausgegangen, so ergeben sich pro Jahr und Kopf Mengen entsorgter Lebensmittel zwischen 7 und 15 kg.[151]

[148] Vgl. Schneider 2004, S. 24f.
[149] Vgl. Schneider 2004, S. 26.
[150] Vgl. Anschober et al. 2008.
[151] Vgl. ebenda 2008.

Weiters ergab die Studie der Universität für Bodenkultur, dass der Anteil an weggeworfenen oder angebrochenen Lebensmitteln im städtischen Gebiet höher ist, als im ländlichen Raum. Die Biotonne hat keinen Einfluss auf den Anteil an Lebensmitteln im Restmüll. Interessant ist auch, dass der Studie zufolge mit steigendem Bildungsstand und zunehmenden Beschäftigungsverhältnis mehr Lebensmittel entsorgt werden.[152]

Die mengenmäßige Abschätzung der in Oberösterreich anfallenden überlagerten Lebensmittel wird in Kapitel 4.5.2.4 berücksichtigt. Die überlagerten Lebensmittel werden hier als biogener Anteil vom Restmüll ausgewiesen.

4.5.2.7 Klärschlämme[153]

Klärschlamm entsteht bei der biologischen Reinigung kommunaler, gewerblicher als auch industrieller Abwässer. Nach der mechanischen Reinigung des Abwassers u.a. durch Sedimentation und Öl- und Fettabscheidung wird das Abwasser durch Mikroorganismen biologisch gereinigt. Der dadurch entstandene mikrobiologische Überschlussschlamm muss vor einer weiteren Behandlung, Verwertung oder Entsorgung aus Geruchsgründen entweder aerob oder anaerob stabilisiert werden.
Wichtige gesetzliche Rahmenbedingungen stellen im Rahmen der Klärschlammverarbeitung das Oö. Bodenschutzgesetz 1991 und die Oö. Klärschlammverordnung 2006 dar.

Im Jahr 2007 konnte in Oberösterreich ein Klärschlammanfall von 46.792 t in Trockenmasse (TM) verzeichnet werden. Diese Klärschlammmengen sind sowohl in den kommunalen als auch gewerblichen Abwasserreinigungsanlagen angefallen und wurden folgenden Verwertungs- bzw. Entsorgungswegen zugeführt (vgl. Tabelle 33, Abbildung 34):

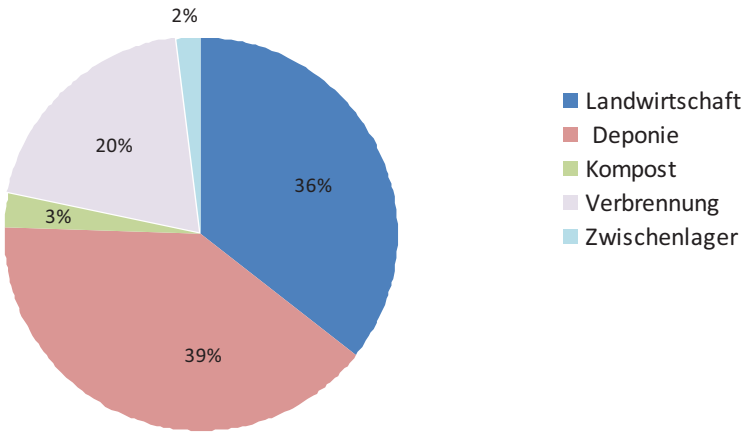
[152] Vgl. Schneider /Wassermann 2005.
[153] Gemäß Angaben des Amtes der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz

Tabelle 33: Anfall und Verwertung kommunaler und gewerblicher Klärschlämme in Oö. 2007

Verwertungsweg	Anfall in t TM
Landwirtschaft	18.032
Deponie	17.453
Kompostierung	1.416
Verbrennung	8.895
Zwischenlager	996
Gesamt	**46.791**

Quelle: Eigene Darstellung nach Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz

Abbildung 34: Verwertungsweg kommunaler und gewerblicher Klärschlämme in Oö. 2007



Quelle: Eigene Darstellung nach Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz

Aus Tabelle 33 und Abbildung 34 ist ersichtlich, dass im Jahr 2007 rund 36% (18.032 t TM) des angefallenen Klärschlamms landwirtschaftlich verwertet wurden, wobei Klärschlamm aufgrund gesetzlicher Regelungen nur mit guter Qualität in der Landwirtschaft verwendet werden darf. Rund 39% (17.453 t TM) des Klärschlamms

wurden auf eine Deponierung[154] gebracht, wobei davon 1.816 t TM zwischengelagert wurden. Rund 20% des Klärschlamms, dies entspricht 8.895 t TM der gesamt angefallenen Menge, wurden einer thermischen Verwertung zugeführt. Auf Kompostierungsanlagen wurden 1.146 t TM (3%) gebracht, wobei diese, trotz entsprechender Rahmenbedingungen durch die Bundeskompostverordnung, einen relativ geringen Anteil am Verwertungsweg ausmachen. Ein kleiner Anteil des angefallenen Klärschlamms von 2% (996 t TM) wurde im Jahr 2007 auf Kläranlagen zwischengelagert, zusätzlich ist hier auch der zwischengelagerte Anteil der Deponierung (1.816 t TM) zu berücksichtigen.

Zusätzlich zu den kommunalen und gewerblich angefallenen Klärschlammmengen wurden des Weiteren 80.781 t Trockenmasse an industriellen Klärschlämmen verwertet. Davon gingen 74.383 t in die thermische und 6.398 t in die stoffliche Verwertung (Ziegelindustrie).

Im Rahmen dieser Studie werden jene Mengen an Klärschlämmen betrachtet, die kommunal und gewerblich im Jahr 2007 verarbeitet wurden. Industrielle Schlämme aus den Anlagen Lenzing AG, SCA Laakirchen AG und UPM-Kymmene Austria GmbH finden keine Berücksichtigung.

4.5.2.8 Zusammenfassende Darstellung der IST-Situation 2007

Der Szenarienbildung für optimierte Verwertungsverfahren in der oberösterreichischen Abfallwirtschaft geht einer Analyse der gesammelten Abfälle biogenen Ursprungs inklusive Klärschlamm sowohl kommunaler, gewerblicher als auch landwirtschaftlicher Herkunft voraus.
Als Basis sollen die Mengenströme der Abfälle biogenen Ursprungs aggregiert auf Landesebene dargestellt werden. Zu diesem Zweck wurden die gesammelten Mengen aufgrund der Auswertung der Datenerhebungsblätter der Biogas- und

[154] Hierbei handelt es sich um Monodeponierung, die zeitlich begrenzt ist. Aus diesem Grund soll auch in Linz eine Restmüllverbrenung mit Klärschlamm realisiert werden.

Kompostierungsanlagen[155] aufgeschlüsselt. Des Weiteren wurden jene Abfälle biogenen Ursprungs berücksichtigt, welche im Jahr 2007 in thermische Anlagen wie bspw. überlagerte Lebensmittel und Schlachtabfälle verwertet wurden. Um die vorliegenden Daten der biogenen Stoffströme übersichtlich darstellen zu können, erfolgte eine Aggregation der verschiedenen Abfallarten zu Kategorien. Als solche wurden folgende 10 Kategorien ausgewählt, welche in Tabelle 34 aufgeschlüsselt sind:

[155] Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, Datenerhebungsblatt "Kompostierungsanlage" (laut Bezirksabfallverbände) und Datenerhebungsbogen 4 „Biogasanlage“ (laut Biogasanlagenbetreiber).

Tabelle 34: Kategorien der betrachteten Abfälle biogenen Ursprungs inkl. Klärschlamm nach Schlüsselnummern

Abfälle und spezifische Nebenprodukte biogenen Ursprungs inkl. Klärschlamm aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft									
1) Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen					2) Spezifische biogene Abfälle/Nebenprodukte aus Gewerbe, Handel und Landwirtschaft				
Grünabfälle aus Haushalten und öffentlichen Flächen	**Biotonne und Mischung von biogenen Abfällen**	**Holzige Abfälle**	**Küchen-und Speisereste (Trankabfälle)**	**Klärschlamm**	**Abfälle aus Landwirtschaft**	**Fest- und Flüssigmist**	**Überlagerte Lebensmittel**	**Fette und Flotate**	**Schlachtabfälle, tierische Nebenprodukte**
92102 Mähgut Laub (Grünschnitt)	92101 Biotonne pflanzlich 92401 Biotonne mit geringen tierischen Anteilen	92104 Rinde 92105 Baum- und Strauchschnitt 92116 Friedhofsabfälle	92402 Küchen- und Speisereste	92212 Klärschlamm	92106 Ernte- und Verarbeitungsrückstände (z.B. Spelzen- und Getreidestaub, Maissilage, Ausputzgetreide, überlagerte Futtermittel)	92410 Fest- und Flüssigmist 92502 Fest- und Flüssigmist	92103 Obst- und Gemüseabfälle (aus Supermärkten) Relevante Abfälle der SNr. 92… wie Abfälle aus der Nahrungsmittel-, Genuss- und Futtermittelproduk-tion	92403 Fettabscheider-inhalte, Speiseöle und -fette 92504 Flotatschlamm	92510 Schlachtabfälle und Nebenprodukte zur Vergärung

Quelle: Eigene Darstellung

Auf Grundlage dieser gebildeten Kategorien wurden die verarbeiteten Abfälle biogenen Ursprungs ausgewertet und auf Landesebene aggregiert. Aufgrund der Mengenangaben in teilweise unterschiedlichen Maßeinheiten (m^3 und t) in den Datenblättern der Biogasanlagenbetreiber wurden, je nach Schlüsselnummer der relevanten Abfälle biogenen Ursprungs, Faktoren für die Umrechnung von m^3 auf t herangezogen. Die Mengeninputs, welche in die einzelnen Kompostierungsanlagen 2007 eingebracht wurden, waren nach diesem Schlüssel bereits ausgewertet und wurden als solche 1:1 übernommen. In Tabelle 35 sind die herangezogenen Umrechnungsfaktoren für die einzelnen Schlüsselnummern ersichtlich.

Jene Abfallarten, die ohne Schlüsselnummer angeführt sind, werden nicht extra als Kategorie ausgewiesen sondern fließen als Aggregat ebenfalls in die jeweilige Kategorie mit ein (Mais- oder Grassilage wird demnach der Kategorie „Abfälle aus der Landwirtschaft“ zugeordnet).

Tabelle 35: Umrechnungsfaktoren nach Schlüsselnummern der relevanten Abfälle biogenen Ursprungs

SNr.	Bezeichnung	Umrechnungsfaktor m³ in t
92101, 92401	Bioabfall aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen	0,65
92102	Grünabfälle aus Haushalten und öffentlichen Flächen	0,35
92103	Obst- und Gemüseabfälle, Blumen	0,40
82104	Rinde	0,40
92105	Holz (Strauchschnitt, Häckselmaterial, Schwemmgut)	0,15
92105 g	Holz gehäckselt (Strauchschnitt, Häckselmaterial)	0,35
92105 s	Schwemmgut	0,30
92116	Friedhofsabfälle	0,35
92106	Ernte- und Verarbeitungsrückstände	0,40
92510	Schlachtabfälle z.B. Panseninhalte	1,00
92410, 92502	Fest- und Flüssigmist	0,60
92402	Küchen- und Speisereste	1,00
92403	Fettabscheider	0,90
92504	Flotatschlamm	1,20
sonstige	gering belastete Schlämme aus der Nahrungs-, Genuss- und Futtermittelindustrie	1,00
	gering belastete Pressfilter-, Extraktions- und Ölsaatenrückstände	1,00
	Gelatinerückstände	0,60
	Bleicherde	1,20
	Kakaoschalen	0,30
	Flotatschlamm, Pressfilterrückstände von Mast- und Schlachtbetrieben	1,20
	Gärrückstände aus anaerober Behandlung (z.B. von Biogasanlagen)	1,10
	Eierschalen	0,25
	Tierische Lebensmittelreste	1,30
	Pflanzliche Lebensmittelreste	1,00
	Verdorbenes Saatgut	1,00
	Press- und Filterrückstände der Nahrungs- und Genussmittelerzeugung	1,10
	Papier	1,00
	Molke	1,00
	Gärrückstände aus der anaeroben Behandlung	1,10
	Spelzen- und Getreidestaub	0,30
	Ausputzgetreide	0,40
	Maissilage	0,74
	Grassilage	0,68

Quelle: Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, teilweise eigene Angaben

Im Rahmen der Auswertung der Erhebungsblätter der 28 Abfallvergärungsanlagen, der Inputs in die oö. Kompostierungsanlagen (inklusive einer Kompostierungsanlage in Salzburg) können für Oberösterreich folgende Mengen nach den aggregierten Kategorien und deren Verwertungsweg dargestellt werden:

Tabelle 36: Zusammenfassende Darstellung der getrennt gesammelten und verarbeiteten Abfällen biogenen Ursprungs in Oö. für das Jahr 2007

SNr.	Kategorisierung der Abfallarten	Gesamt in Oö. gesammelte Menge in t[1)]	davon Exporte Abfälle biogenen Ursprungs in t	Importe Abfälle biogenen Ursprungs in t	Gesamt in Oö. verarbeitete Menge in t[2)]			
					in Kompostierungs-anlage	in thermische Verwertung	in Biogasanlage	Gesamt
92101, 92401	Biotonne und Mischung von biogenen Abfällen	60.097		1.468	48.303		13.262	61.565
92102	Grünabfälle	76.532	809	102	74.292		1.532	75.824
92104, 92105, 92116	Holzige Abfälle	65.714	8.916	448	55.719	1.527		57.246
92410, 92502	Fest- und Flüssigmist	54.127			5.841		48.286	54.127
92106	Abfälle aus der Landwirtschaft	11.599		252	2.842	75	8.933	11.850
92103	Überlagerte Lebensmittel	5.419		1.777	1.726	420	5.051	7.197
92403, 92504	Fette und Flotate	9.391		2.998			12.388	12.388
92510	Schlachtabfälle	83.812			1.576	76.799	5.437	83.812
92402	Küchen- und Speisereste	13.772		639			14.411	14.411
	Sonstiges	3.309					3.309	3.309
	Gesamt	**383.771**	**9.725**	**7.684**	**190.299**	**78.820**	**112.610**	**381.730**
	Eigenkompostierung	300.000						300.000
	Gesamt (inkl. Eigenkompostierung)	**683.771**	**9.725**	**7.684**	**190.299**	**78.820**	**112.610**	**681.730**

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung

[1)] Die gesamt in Oö. gesammelte Menge beinhaltet die Exporte exklusive Importe von Abfällen biogenen Ursprungs.

[2)] Die gesamt in Oö. verarbeitete Menge beinhaltet die Importe exklusive Exporte von Abfällen biogenen Ursprungs.

In Summe wurden im Jahr 2007 381.730 t Abfälle biogenen Ursprungs in Oberösterreich gesammelt und verarbeitet. Die Exporte der Fraktionen „Grünabfälle“ und „Holzige Abfälle“ sind hier mit einer Gesamtmenge von 9.725 t bereits enthalten. 190.283 t Abfälle biogenen Ursprungs wurden in den oö. Kompostierungsanlagen verarbeitet, wobei davon 7.684 t Importe aus den anderen Bundesländern sind. Ein Anteil von 112.610 t wurde in Abfallvergärungsanlagen in Oberösterreich verwertet. 78.820 t der betrachteten Abfälle biogenen Ursprungs (Schlachtabfälle und tierische Nebenprodukte) gingen in die thermische Verwertung. Zu den exportierten Abfällen biogenen Ursprungs gehören jene Mengen, die zwar in Oberösterreich angefallen, jedoch in einem anderen Bundesland verarbeitet wurden. Mengen, die in einem anderen Bundesland gesammelt und angefallen sind, jedoch in Oberösterreich einer biotechnischen Verwertung zugeführt wurden, sind Importmengen.

Jene Abfälle biogenen Ursprungs, die von nicht oberösterreichischen Sammlern gesammelt und in oberösterreichischen Anlagen verwertet wurden, gelten als oberösterreichische Mengen, sofern sie nicht klar als Importe ausgewiesen werden können. Die Berechnungen basieren auf den Auswertungen der Originaldatenerhebungsblätter der Biogasanlagenbetreiber und der bezirksweise zusammengefassten Kompostierungsanlagen. Die errechneten Werte können aufgrund unterschiedlicher Umrechnungsfaktoren Differenzen zu den im Abfallbericht 2007 veröffentlichten Mengen aufweisen. In der Kategorie „Biotonne und Mischung aus biogenen Mengen“ sind Mengen aus der kommunalen Biotonne und betriebliche Abfallstoffe gewerblicher und sonstiger Herkunft enthalten. In der Kategorie „Grünabfälle“ sind kommunale und gewerbliche Mengen an Grünschnitt, Garten- und Parkabfällen, Mähgut und Laub inkl. Straßenmeistereimengen zusammengefasst. In der Fraktion „Holzige Abfälle“ sind Mengen der Fraktionen Häckselmaterial, Strauchschnitt, Wurzelstöcke, Shreddermaterial und Friedhofsabfälle sowohl von kommunaler als auch von gewerblicher und sonstiger (Straßenmeistereien) Herkunft enthalten. In die Kategorie „Abfälle aus der Landwirtschaft“ wurden bspw. Ernte- und Verarbeitungsrückstände, Silagen, Getreide- und Spelzenstaub zugeordnet. In die Kategorie „Überlagerte Lebensmittel“ entfallen bspw. Rückstände aus der Lebensmittelproduktion, Obst- und Gemüseabfälle. Mengen an Fettabscheider-inhalte, Flotatfette und Altspeiseöle sind in der Fraktion „Fette und Flotate“ zusammengefasst.

In den gesamt in Biogasanlagen verarbeiteten Mengen an Fest- und Flüssigmist sind 22.012 t enthalten, die vom Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, im Rahmen einer nachträglichen Plausibilitätsprüfung zusätzlich errechnet worden sind. Diese zusätzlichen Mengen sind laut Anlagenbetreiber intern angefallene Mengen und umfassen großteils die Fraktion Fest- und Flüssigmist. Die Differenz zur Gesamtmenge von 48.286 t Fest- und Flüssigmist (= 26.274 t Fest- und Flüssigmist) stammt aus der Auswertung der Datenerhebungsblätter der Biogasanlagenbetreiber. Schlachtabfälle und tierische Nebenprodukte, welche einer thermischen Verwertung zugeführt wurden, stammen aus der Tierkörperverwertung. Die Mengen der restlichen Kategorien wie „Holzige Abfälle“, „Abfälle aus der Landwirtschaft“ und „Überlagerte Lebensmittel“ wurden in der WAV in Wels thermisch verwertet. Da eine bezirksweise Zuteilung der gesammelten Küchen- und Speisereste aufgrund von Verzerrungseffekten durch Sammler nicht aussagekräftig ist, wird hier die errechnete potentielle Menge an Küchen- und Speiseresten von rund 14.410 t (vgl. Kapitel 5.2.1.2) herangezogen. Diese entsprechen auf Landesebene in etwa dem Wert der tatsächlich gesammelten und verarbeiteten Mengen. Der ausgewiesene Wert für die Eigenkompostierung in den oö. Hausgärten wurde gemäß einer Fragebogenerhebung bei Hausgartenbesitzer aktualisiert und auf rund 300.000 t geschätzt.[156]

Diese Auswertung dient als Ausgangsbasis für die Darstellung von Szenarien zur Behandlung von biotechnischen Abfallströmen (vgl. Kapitel 5.2.2).

[156] Vgl. Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz.

4.5.3 Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der biotechnischen Abfallbehandlung 2007

Gemäß den Berechnungen zum IST-Stand von 2007 wurden in Oberösterreich rund 381.730 t Abfälle biogenen Ursprungs verarbeitet, wobei hier Mengen aus der Landwirtschaft (Abfälle aus der Landwirtschaft, Fest- und Flüssigmist) und aus Gewerbe (wie Schlachtabfälle, Überlagerte Lebensmittel, Fette und Flotate, Küchen- und Speisereste) enthalten sind. Zusätzlich wurden rund 300.000 t in den oö. Hausgärten kompostiert. In Summe wurden somit rund 190.299 t (inkl. Importe) in den oö. Kompostierungsanlagen dezentral verwertet (vgl. Kapitel 4.5.2.8, Tabelle 36Tabelle 36). In die Berechnung der emittierten Treibhausgase CH_4 und N_2O fließen zwar die Importe jedoch nicht die exportierten Mengen an Abfällen biogenen Ursprungs mit ein.

In der Literatur werden unterschiedliche Angaben zu den durch die Kompostierung und Eigenkompostierung verursachten Emissionen von CH_4 und N_2O gemacht. Hinsichtlich der Emissionsfaktoren für Methan und Lachgas wird im Austria's National Inventory Report (2008) und bei Brunner (2007) keine Unterscheidung zwischen Mietenkompostierung oder Eigenkompostierung vorgenommen. Durch unsachgemäße Kompostierung, vor allem in Hausgärten, können anaerobe Zonen im Rottekörper gefördert werden und klimarelevante Gase entstehen. Amlinger (2002, 2003) zeigt in seinen praxisnahen Versuchen die unterschiedliche Emissionsentwicklung bei Mietenkompostierung und Eigenkompostierung auf. Die Bandbreiten der Emissionsfaktoren für CH_4 und N_2O sind in Tabelle 37 ersichtlich.

Tabelle 37: Emissionsfaktoren für CH_4 und N_2O in kg/t FM (Frischmasse) für Kompostierung und Eigenkompostierung

	Emissionsfaktor für CH_4 in kg/ t FM			Emissionsfaktor für N_2O in kg/t FM		
	NIR (2008)	Lechner (2005) in Brunner (2007)	Amlinger (2002, 2003)	NIR (2008)	Soyez (2001) in Brunner (2007)	Amlinger (2002,2003)
Kompostierung Biotonne	0,75	1 - 1,5	0,243 - 0,293	0,1	0,03	0,027 - 0,116
Kompostierung Grünschnitt	0,75	1 - 1,5	0,049 - 0,604	0,1	0,03	0,025 - 0,178
Eigenkompostierung	0,75	1 - 1,5	0,788 - 2,185	0,1	0,03	0,192 - 0,454

Quelle: Eigene Darstellung

Die Berechnung der CH_4 und N_2O-Emissionen der verarbeiteten Mengen von Abfällen biogenen Ursprungs in den Kompostierungsanlagen (190.299 t) und der in den Hausgärten kompostierten Mengen (300.000 t) erfolgt zunächst auf Basis der Emissionsfaktoren von Austria's National Inventory Report (2008). Des Weiteren werden zum Vergleich die unterschiedlichen Faktoren für Kompostierung und Eigenkompostierung nach Amlinger (2002, 2003) herangezogen, um unterschiedliche Zugänge zur Emissionsberechnung für CH_4 und N_2O aufzuzeigen. Anschließend erfolgt die CO_2-Gutschriftenberechnung anhand der in den Abfallvergärungsanlagen verarbeiteten Mengen an biogenen Abfällen im Jahr 2007.

Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente nach National Inventory Report (NIR)

Anhand der angegebenen Emissionsfaktoren in Tabelle 37 findet die Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente nach NIR statt, welche im internationalen Kontext Anwendung finden. Werden die Methanemissionen von 0,75 kg CH_4 und die Lachgasemissionen von 0,1 kg N_2O pro Tonne Frischmasse[157] kompostierten Abfall angenommen, können die Emissionen für die Kompostierung und Eigenkompostierung errechnet werden. Wie schon im Kapitel 3.2.6 kurz beschrieben, ist Methangas (CH_4) laut IPCC während eines 100-jährigen Betrachtungszeitraumes 21-fach und Distickstoffmonoxid (N_2O) 310-fach klimawirksamer als Kohlendioxid. In Folge werden deshalb die aus Kompostierung und Eigenkompostierung ermittelten

[157] Vgl. Austria's National Inventory Report (2008), S. 345.

Methan- und Lachgasemissionen mit dem Faktor 21 bzw. 310 multipliziert, um die CO_2-Emissions-Äquivalente zu erhalten.

Tabelle 38: Emittierte Menge an Treibhausgasen aus der Kompostierung und Eigenkompostierung in Oö. 2007 nach Emissionsfaktoren von NIR (2008)

Jahr 2007	CH_4-Emissionen in t	CO_2-Emissions-Äquivalente in t (Faktor 21)	N_2O-Emissionen in t	CO_2-Emissions-Äquivalente in t (Faktor 310)	Gesamt CO_2-Emissions-äquivalente in t
Emittierte Menge an Treibhausgasen aus der Kompostierung	143	3.000	19	5.900	8.900
Emittierte Menge an Treibhausgasen aus der Eigenkompostierung	225	4.700	30	9.300	14.000
Gesamt					**22.900**

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung nach NIR (2008)

Aufgrund der Berechnungen auf Basis der Emissionsfaktoren nach NIR (2008) wird ersichtlich, dass im Jahr 2007 rund 125 t Methan und rund 19 t Lachgas aufgrund der Behandlung von Abfällen biogenen Ursprungs mit einer Menge von rund 190.299 t in den Kompostierungsanlagen ausgestoßen wurde. Daraus ergeben sich für Methan CO_2-Emissions-Äquivalente von rund 8.900 t. Die emittierten Mengen von den kompostierten Abfällen in den Hausgärten (entsprechen rund 300.000 t) belaufen sich bei Methan auf 225 t und bei Lachgas 30 t. Die CO_2-Emissions-Äquivalente von Methan bei der Eigenkompostierung können auf rund 4.700 t beziffert werden. Für Lachgas ergeben sich rund 9.300 t CO_2-Emissions-Äquivalente oberösterreichweit. In Summe wurden somit rund 22.900 t CO_2-Emissions-Äquivalente durch die Eigenkompostierung und Kompostierung verursacht (vgl. Tabelle 38).

Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente nach Brunner (2003)

Zum weiteren Vergleich der treibhausgasrelevanten Emissionen für Kompostierung und Eigenkompostierung sollen die Faktoren, welche in der von Brunner durchgeführten Studie EIKESA (2008) herangezogen wurden, verwendet werden. Hier wurden durchgängig die Faktoren 1-1,5 kg für CH_4 und 0,030 kg für N_2O pro Tonne kompostierten Abfall als Berechnungsbasis der ausgestoßenen Emissionen sowohl bei Kompostierung als auch bei Eigenkompostierung verwendet. Somit findet

keine Unterscheidung hinsichtlich der Verwendung von Emissionsfaktoren für Kompostierung und Eigenkompostierung statt.

Auf Grundlage der genannten Emissionsfaktoren ergeben sich in Summe rund 17.400 t CO_2-Emissions-Äquivalente für Kompostierung (6.700 t) und Eigenkompostierung (10.700 t).

Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente nach Amlinger (2002, 2003)

Da durch unsachgemäße Kompostierung in den Hausgärten wesentlich höhere Emissionen sowohl für CH_4 als auch für N_2O entstehen können, werden für eine weitere Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente Daten von Amlinger (2003) herangezogen. Auf Basis von Versuchen in der Mietenkompostierung und der Eigenkompostierung wird somit auf daraus entstandene Emissionsfaktoren zurückgegriffen. Diese werden in Folge hinsichtlich der Faktoren für CH_4 und N_2O als Bandbreiten ausgewiesen und nach Kompostierung von Grünschnitt und Biotonne unterschieden. Ausgehend von der gesamt kompostierten Menge (190.299 t inkl. Importe) in Oö. wurden einmal mit dem „Emissionsfaktor Biotonne“ und einmal mit dem „Emissionsfaktor Grünschnitt“ die jeweiligen Emissionen berechnet. Die durchschnittlichen Gesamt CO_2-Emissionsäquivalente ergeben sich somit aus den Durchschnittswerten von Variante A (Biotonne) und Variante B (Grünschnitt). Somit sollen alle Abfälle biogenen Ursprungs, welche in Kompostierungsanlagen verarbeitet werden, mit dieser Bandbreite abgedeckt werden.

Insgesamt beläuft sich die durchschnittliche ausgestoßene Menge an CO_2-Emissions-Äquivalenten auf rund 6.300 t.

Tabelle 39: Emittierte Menge an Treibhausgasen aus der Kompostierung in Oö. 2007 nach Emissionsfaktoren von Amlinger (2002, 2003)

Jahr 2007	CH_4-Emissionen in t	CO_2-Emissions-Äquivalente in t (Faktor 21)	N_2O-Emissionen in t	CO_2-Emissions-Äquivalente in t (Faktor 310)	Durchschnittl. Gesamt CO_2-Emissions-äquivalente in t
Variante A[158]: Emittierte Menge an Treibhausgasen aus der Kompostierung Biotonne	46 - 56	970 – 1.170	5 - 19	1.400 - 6000	
Durchschnitt	**51**	**1.100**	**12**	**3.700**	**5.300**
Variante B[159]: Emittierte Menge an Treibhausgasen aus der Kompostierung Grünschnitt	9 - 115	196 - 2.400	5 - 34	1.500 – 10.500	
Durchschnitt	**62**	**1.300**	**19**	**6.000**	**7.300**
Durchschnitt aus Variante A + B[160]	**57**	**1.200**	**16**	**4.900**	**6.300**

Quelle: Eigene Berechnung nach Amlinger (2003)

Zusätzlich werden die durch die Kompostierung von Abfällen biogenen Ursprungs in den Hausgärten verursachten CH_4- und N_2O-Emissionen nach Emissionsfaktoren von Amlinger (2003) berechnet. Diese sind im Vergleich zur Mietenkompostierung mit Biotonne und Grünschnitt (als eingesetztes Material) höher angesetzt und werden für Emissionsberechnung der Eigenkompostierung von geschätzten 300.000 t herangezogen.

Tabelle 40: Emittierte Menge an Treibhausgasen aus der Eigenkompostierung in Oö. 2007 nach Emissionsfaktoren von Amlinger (2003)

Jahr 2007	CH_4-Emissionen in t	CO_2-Emissions-Äquivalente in t (Faktor 21)	N_2O-Emissionen in t	CO_2-Emissions-Äquivalente in t (Faktor 310)	Gesamt CO_2-Emissions-Äquivalente in t
Bandbreite emittierte Menge an Treibhausgasen aus der Eigenkompostierung	240 - 660	5.000 - 13.800	60 - 140	17.900 - 42.200	
Durchschnitt	**450**	**9.400**	**97**	**30.000**	**39.400**

Quelle: Eigene Berechnung nach Amlinger (2003)

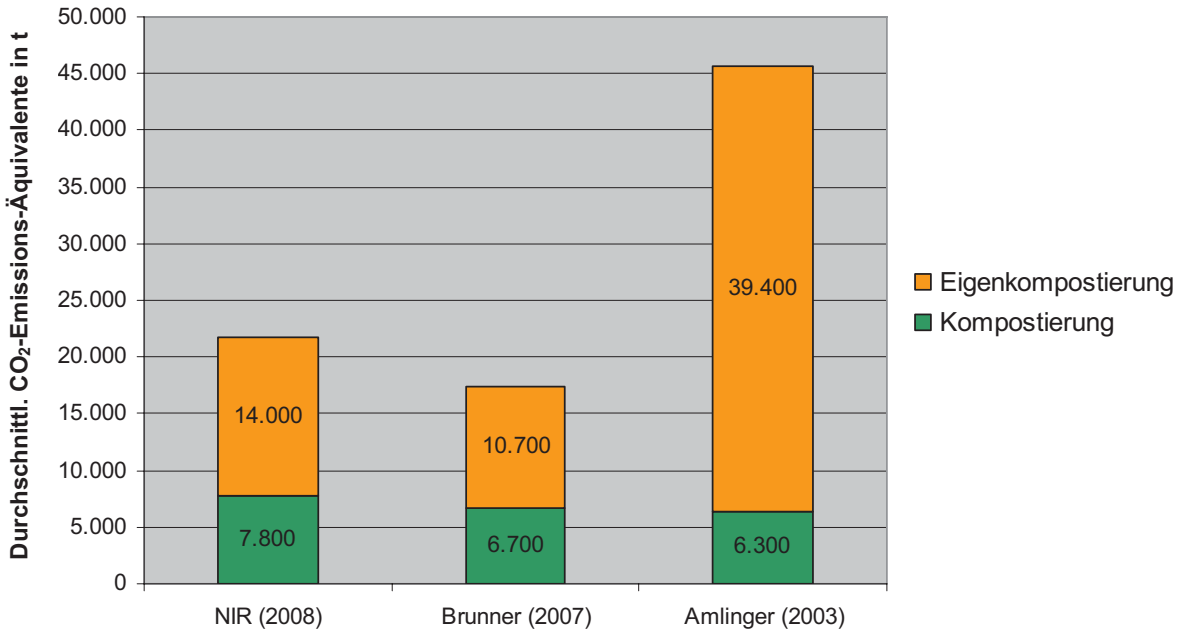
[158] Variante A repräsentiert eine Zusammensetzung des kompostierten Materials von 100% Biotonnenabfälle, welches in die Kompostierung eingegangen ist.
[159] Variante B repräsentiert eine Zusammensetzung des kompostierten Materials von 100% Grünschnitt, welches in der Kompostierung verarbeitet worden ist.
[160] Der Gesamtwert errechnet sich aus dem Mittelwert der durchschnittlichen Gesamt CO_2-Emissions-Äquivalente und ist gerundet.

Beruhend auf den Emissionsfaktoren für die Eigenkompostierung bzw. Kompostierung im Hausgarten von Amlinger (2003) ergeben sich durchschnittlich rund 39.400 t CO_2-Emissions-Äquivalente.

In Summe wurden rund 45.700 t CO_2-Emissions-Äquivalente, verursacht durch die Kompostierung und Eigenkompostierung von Abfällen biogenen Ursprungs, für den betrachteten Zeitraum ausgestoßen.

In Abbildung 35 werden die Ergebnisse für Kompostierung und Eigenkompostierung aufgrund der unterschiedlichen Emissionsfaktoren für CH_4 und N_2O gegenübergestellt.

Abbildung 35: Gegenüberstellung der CO_2-Emissions-Äquivalente für Kompostierung und Eigenkompostierung aufgrund unterschiedlicher Berechnungsmethoden



Quelle: Eigene Darstellung

Im Rahmen der Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente in den einzelnen Szenarien stellen die Emissionswerte von Amlinger (2002, 2003) die Basis dar.

Der Vergleich der emittierten CO_2-Emissions-Äquivalente aus der biotechnischen Behandlung (45.700 Tonnen, nach Amlinger) mit den gesamten Treibhausgasen aus

Oberösterreich (24,86 Millionen Tonnen) macht deutlich, dass die biotechnische Behandlung im Hinblick auf die Klimarelevanz eine sehr geringe Rolle spielt.[161]

Berechnung der CO_2-Gutschriften der Abfallvergärungsanlagen

Zusätzlich wurden im betrachteten Zeitraum insgesamt rund 112.600 t Inputmaterial (vgl. Tabelle 36) in 28 Abfallvergärungsanlagen mit einer bewilligten Leistung von 2.982 kW[162] vergoren. Im Zuge der Berechnung von CO_2-Gutschriften wurden die Menge der landwirtschaftlichen Abfälle wie Ernterückstände und Fest- und Flüssigmist (51.496 t[163]) abgezogen. Als Berechnungsbasis ergeben sich dadurch 62.104 t Abfälle biogenen Ursprungs, die 2007 in den oö. Abfallvergärungsanlagen verarbeitet wurden. Daraus wurde die gesamt relevante Menge an erzeugter thermischer und elektrischer Energie in den Biogasanlagen ermittelt. Diese beläuft sich bei der Stromerzeugung auf 13.527 MWh und bei der Generierung von Wärme auf rund 6.350 MWh (vgl. Tabelle 41). Die getroffenen Annahmen zur Berechnung der CO_2-Gutschriften sind Kapitel 3.3.5 zu entnehmen.

Tabelle 41: Anteilige Strom- und Wärmeerzeugung in MWh in den oö. Abfallvergärungsanlagen im Jahr 2007

Art der erzeugten Energie	Menge an erzeugter Energie in MWh
Strom	13.527
Wärme	6.350
Gesamt	**19.877**

Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung nach Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz

Die nachfolgende Tabelle veranschaulicht die Mengen der für das Jahr 2007 errechneten CO_2-Gutschriften.

[161] Anteilsmäßig stammen im Jahr 2007 nur 0,18% an den gesamten Treibhausgasemissionen in Oberösterreich aus der biotechnischen Abfallbehandlung.
[162] Vgl. Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz
[163] Vgl. Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz. Diese Menge wurde von 113.600 t (laut Abfallbericht 2007 gesamt eingebrachte Menge in Abfallvergärungsanlagen) abgezogen, da diese für die Berechnung der Gutschriften nicht relevant sind.

Tabelle 42: CO_2-Emissions-Gutschriften in Abfallvergärungsanlagen für das Jahr 2007

Jahr 2007	CO_2-Emissions-Äquivalente in t
Gutschriften durch die Erzeugung von elektrischer Energie in Abfallvergärungsanlagen	5.726,57 – 13.201,56 (∅ 9.464,06)
Gutschriften durch die Erzeugung von thermischer Energie in Abfallvergärungsanlagen	1.294,11 – 2.551,48 (∅ 1.922,8)
Untergrenze Gutschriften Gesamt (gerundet)	**7.000**
Obergrenze Gutschriften Gesamt (gerundet)	**15.800**
Durchschnittliche Gutschriften Gesamt (gerundet)	**11.400**

Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung

Die Gutschriften für das Jahr 2007 errechnen sich aus der durch die Verwertung von Abfällen biogenen Ursprungs erzeugten und ausgespeisten Energie, welche insgesamt 19.877 MWh (Strom und Wärme) beträgt und mit Emissionsfaktoren multipliziert wird. Wie in Kapitel 3.3.5 beschrieben, wird für die erzeugte Energie eine Bandbreite an CO_2-Gutschriften ausgewiesen, da die Höhe der errechneten Gutschriften wesentlich vom gewählten fossilen Energieträger und vom gewählten Prozess abhängt. Im Falle der Wärmegewinnung aus Abfallvergärungsanlagen wird zur Berechnung der Bandbreite der CO_2-Gutschriften einerseits ein Erdgas-brennwertkessel mit niedrigeren CO_2-Emissions-Äquivalenten pro kWh Wärme andererseits ein atmosphärischer Heizölkessel mit Heizöl extraleicht als schlechtere Technologie herangezogen. Daraus ergeben sich CO_2-Gutschriften in der Höhe von 1.294 bis 2.552 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten (Durchschnitt: 1.923 Tonnen). Hinsichtlich der Berechnung zur Bandbreite der CO_2-Gutschriften bei der Erzeugung von Strom wird als Basis ein Erdgas GuD-Kraftwerk mit bester Technologie und ein Steinkohlekraftwerk mit hohen CO_2-Emissions-Äquivalenten pro kWh Strom herangezogen. Hier wurde eine Bandbreite von CO_2-Gutschriften von rund 5.727 bis 13.022 Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente berechnet. Für die gesamte Erzeugung von thermischer und elektrischer Energie in Abfallvergärungsanlagen können

Gutschriften zwischen rund 7.000 t (Untergrenze) und rund 15.800 t (Obergrenze) ausgewiesen werden. Die gesamten durchschnittlichen CO_2-Gutschriften belaufen sich somit auf rund 11.400 t CO_2-Emissions-Äquivalente.

Referenzjahr 1990

Im Referenzjahr 1990 wurden insgesamt rund 21.500 t Abfälle biogenen Ursprungs in Kompostierungsanlagen verarbeitet und rund 150.000 t in Hausgärten kompostiert[164]. Daraus ergeben sich rund 19.700 t durch die Eigenkompostierung klimawirksame CO_2-Emissions-Äquivalente und rund 700 t aus der Kompostierung verursachte CO_2-Emissions-Äquivalente Insgesamt wurden im Jahr 1990 somit rund 20.400 t klimawirksame CO_2-Emissions-Äquivalente durch die biotechnische Behandlung ausgestoßen.[165]

[164] Vgl. Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz 1992, Abfallwirtschaftskonzept für Oberösterreich

[165] Anmerkung: Aufgrund der mangelhaften Datenbasis ist keine Berechnung von CO_2-Gutschriften für das Jahr 1990 möglich.

4.6 Sammlung und Transport der Abfälle und Abschätzung der entstehenden CO_2-Emissions-Äquivalente

4.6.1 Sachstand von Sammlung und Transport der Abfälle in Oberösterreich

Zur Bestimmung der stoff- und energieflussbezogenen Daten für die Sammlung und den Transport von Abfällen wurden zwei Fragebögen ausgearbeitet, welche die Transportwege von - im Sinne dieser Arbeit definierten - Hauptabfallfraktionen kommunaler Abfälle (Hausabfälle, sperrige Abfälle, Altstoffe, Biogene Abfälle, Problemstoffe und Elektroaltgeräte, Bodenaushub und Baurestmassen) von der Anfallstelle bis zur Verwertung bzw. Entsorgung vereinfacht nachzeichnen.

Mit ausgewählten Sammlern/Transporteuren wurden für die erstellten Fragebogen Pretests in Form von persönlichen Interviews durchgeführt. Weiters wurde der Geschäftsführer des Landesabfallverbands (LAV), der Geschäftsführer des oberösterreichischen Landes-Abfallverwertungsunternehmen (Oö. LAVU AG) sowie einzelne Vertreter der Bezirksabfallverbänden (BAV) persönlich kontaktiert, um den Zweck der Studie für die oberösterreichische Abfallwirtschaft zu erläutern und zweckdienliche Informationen einzuholen. Im Rahmen der Sekretäre-Konferenz im Mai 2009 wurde mit den Vertretern der BAVs und dem Geschäftsführer des LAV vereinbart, Daten in Form der Kennzahl *„Liter pro Tonne transportierter/ gesammelter Abfall“* je Abfallhauptfraktion zu erheben und als Grundlage für die Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus Sammlung und Transport zu verwenden. Als zusätzliche bzw. begleitende Informationen sollten Informationen zu „Wegstrecke“, „gesamt gefahrene Kilometer“, „transportierte Tonnen Abfall“ und „verbrauchter Treibstoff“ erhoben und übermittelt werden.

4.6.2 Bestimmung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus Sammlung und Transport

Als Datengrundlage für die Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente fungieren die von den einzelnen Bezirksabfallverbänden, von der Oö. LAVU AG und vom Landesabfallverband gelieferten Kennzahlen. Die Daten – teilweise angegeben in Form von gesamt gefahrenen Kilometern, transportierten Tonnen und verbrauchtem Diesel – wurden auf Ihre Vollständigkeit überprüft und pro Fraktion zu der **Kennzahl Liter Dieselverbrauch pro Tonne transportiertem Abfall** aggregiert. Da für einzelne Fraktionen teils mehrere Kennzahlen zur Verfügung stehen, wird gemäß dem **Vorsichtsprinzip** – um nicht zu geringe und unsachgemäße Emissionen auszuweisen – der jeweils höchste Wert zur Berechnung herangezogen.

Für jene Fraktionen, die von Altstoffsammelzentren oder Sammelinseln eingesammelt und transportiert werden, muss zusätzlich eine Kennzahl für das **Bringsystem** vom Haushalt zum ASZ bzw. zur Sammelinsel errechnet werden. Diese Kennzahl für das Bringsystem mittels Privat-PKW wird zu der jeweiligen Kennzahl für den Transport mittels LKW addiert.

Weiters ist zu berücksichtigen, dass insbesondere bei Altstoffen – welche auch einer stofflichen Verwertung zugeführt werden und diese Altstoffe daher ab einem gewissen Punkt nicht mehr als Abfall, sondern als Produkt anzusehen sind – nur jene Transporte bis zur **ersten Vorbehandlung** relevant sind. Die Annahme dahinter ist, dass ab der ersten Vorbehandlung (zB Sortierung, Abtrennung von Störstoffen etc.) der jeweilige Altstoff schon Produkteigenschaft erlangt und daher im Sinne der Systemgrenzen dieser Studie aus der Abfallwirtschaft ausscheidet.

Um in Folge den Gesamtdieselverbrauch für die Sammlung und den Transport aller kommunalen Abfälle zu errechnen, werden die nun zur Verfügung stehenden Gesamtkennzahlen pro Abfallfraktion über die Bezirkssammelmenge laut Abfallbericht 2007 hochgerechnet.

Zusätzlich werden folgende Faktoren bei der Kalkulation des Gesamtdieselverbrauchs berücksichtigt:

- **Hausabfälle**: Bei der Berechnung der Diesel-Kennzahl pro Tonne für die Fraktion Hausabfall wird für die Statutarstadt Linz eine eigene Kennzahl herangezogen.[166] Zusätzlich wird für die anderen Bezirke jeweils Kennzahl für den städtischen und für den ländlichen Bereich herangezogen, wobei zum städtischen Bereich die Bezirke Steyr, Wels und je 40% der Bezirke Braunau und Vöcklabruck zu rechnen sind. Der Rest der Bezirke wird dem ländlichen Bereich zugeordnet. Neben dieser grundsätzlichen Aufteilung wird weiters berücksichtigt, ob die Hausabfälle direkt von der Gemeindegrenze weg zur Abfallbehandlungsanlage transportiert werden, oder ob der Transport über eine Umladestation erfolgt. Gemäß Angaben des Landesabfallverbandes werden rund 57% der Abfälle direkt transportiert, 43% werden über eine Umladestation gefahren.

  In Folge ergeben sich für Sammlung und Transport der Hausabfälle fünf unterschiedliche Kennzahlen:
  - Kennzahl für die Statutarstadt Linz
  - Kennzahl für den städtischen Bereich, Direkttransport
  - Kennzahl für den ländlichen Bereich, Direkttransport
  - Kennzahl für den städtischen Bereich, Transport über Umladestation
  - Kennzahl für den ländlichen Bereich, Transport über Umladestation

- **Sperrige Abfälle:** Für die Statutarstädte (Linz, Wels, Steyr) wird wiederum eine eigene Kennzahl für das Holsystem, welches für größere Städte typisch ist, herangezogen.[167] Für die restlichen Bezirke wurde adäquat zur Berechnung der Hausabfälle eine Aufteilung in Direkttransporte und Transporte über Umladestationen vorgenommen und überdies der Treibstoffverbrauch für das Bringsystem mittels Privat-PKW berücksichtigt.

[166] Quelle: BAV Linz
[167] Quelle: BAV Linz

- **Altstoffe:** Für die Gesamt-Fraktion Altstoffe werden für die Berechnung jeweils unterschiedliche, bei den einzelnen BAVs erhobene Kennzahlen für folgende Einzel-Fraktionen herangezogen:
  - Altpapier und Kartonagen
  - Altglas, Altkunststoffe (Verpackungen aus Gelber Sack),
  - Altkunststoffe (aus ASZ, ASI),
  - Altmetalle, Eisenschrott, Metallverpackungen
  - Altholz (aus ASZ, MASI)
  - Altholz aus sonstigen Sammlungen
  - Alttextilien
  - Speisefette und –öle
  - KFZ-Akkus

  Zusätzlich erhielten wir konkrete Daten für die Transporte von Verpackungen aus den Altstoffsammelzentren zum Altstoff-Logistikzentrum in Wels, welche ebenfalls extra mit den angegebenen Mengenströmen berücksichtigt werden. Für all jene Fraktionen, die von Altstoffsammelzentren oder Altstoffsammelinseln abgeholt werden, wird ebenfalls der Treibstoffverbrauch für das Bringsystem mittels Privat-PKW hinzu addiert.

- **Biogene Abfälle:** Es wurden Transport-Kennzahlen für die zwei Untergruppen „Biotonne ohne Speisereste“ und „Grünabfälle“ geliefert, wobei die Annahme getroffen wurde, dass die Biotonne via Holsystem und Grünabfälle via Bringsystem (unter Berücksichtigung des Treibstoffverbrauchs mittels Privat-PKW) gesammelt werden. Die Hochrechnung auf die gesammelten Mengen erfolgt ausschließlich mit den Mengen „Biotonne und Mischung von biogenen Abfällen“, „Grünabfälle“ und „Holzige Abfälle“ exklusive Exporte gemäß Tabelle 36 (siehe Kapitel 4.5.2.8). Für die Sammlung und den Transport von landwirtschaftlichen Abfällen, sowie Schlachtabfällen u.ä. (siehe restliche Fraktionen in Tabelle 36) liegen keine Transportdaten vor.

- **Problemstoffe und EAG:** Für beide Fraktionen wird zusätzlich zu den Transporten mit LKW der Treibstoffverbrauch für das Bringsystem zum ASZ berücksichtigt.

- **Bodenaushub und Baurestmassen:** Obwohl in dieser Studie in erster Linie die Ströme der kommunalen Abfälle untersucht werden sollen, wird die Fraktion Bodenaushub und Baurestmassen für das Kapitel Sammlung und Transport in die Kalkulation miteinbezogen. Der Grund hierfür ist, dass diese Fraktion mengenmäßig den weitaus größten Teil darstellt: Während die Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen insgesamt 596.198 Tonnen ausmachen, fallen rund 5.149.000 Tonnen an Bodenaushub und Baurestmassen an (fast das 9-fache der Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen). Dadurch ergibt sich für diese Fraktion durch Sammlung und Transport eine entsprechende Klimarelevanz, die berücksichtigt werden muss.

  Aufgrund dieser hohen Anfallsmenge wurde für die Berechnung nicht nur nach dem Vorsichtsprinzip vorgegangen, sondern es wird eine Bandbreite zwischen der niedrigsten Treibstoffkennzahl und dem Durchschnitt mehrerer Werte gebildet.

Für die einzelnen Fraktionen ergibt sich gesammelt folgender Treibstoffverbrauch:

Tabelle 43: Gesamtdieselverbrauch für Sammlung und Transport pro Fraktion für das Jahr 2007 (keine Berücksichtigung der Importe und Exporte)

Fraktion	Gesamtdieselverbrauch für Sammlung und Transport in Liter
Hausabfälle	1.392.800
Sperrige Abfälle	652.300
Altstoffe	4.149.000
Biogene Abfälle	1.916.600
Problemstoffe und EAG	215.400
Bodenaushub und Baurestmassen	2.265.500 – 8.770.400
Gesamt	**10.591.600 – 17.096.500**
Gesamt (Durchschnitt Bodenaushub/ Baurestmassen)	**13.844.050**

Quelle: Eigene Darstellung

Der Gesamtdieselverbrauch für alle sechs Hauptfraktionen bewegt sich gemäß den Hochrechnungen über die Sammelmengen zwischen 10,6 und 17,1 Millionen Liter Diesel, bildet man den Durchschnitt über die Fraktion Bodenaushub/Baurestmassen, beträgt der Dieselverbrauch 13,84 Millionen Liter. Es zeigt sich weiters, dass der

Anteil des Dieselverbrauchs für Sammlung und Transport von Bodenaushub/Baurestmassen (durchschnittlich 5,5 Millionen Liter) bei rund 66% vom Dieselverbrauch für alle anderen kommunalen Abfällen liegt (8,3 Millionen Liter).

Wie schon zu Beginn der Studie dargestellt, müssen zusätzlich die **Importe und Exporte** von Abfällen gesondert berücksichtigt werden (siehe Kapitel 3.2.4).

Für die Sammlung und Transporte der Abfälle ergibt sich daraus folgende Konsequenz:

- Für Abfälle, die nach Oberösterreich importiert und in Oberösterreich behandelt werden, müssen die Transporte hinzugerechnet werden.
- Für Abfälle, die aus Oberösterreich exportiert werden und in einem anderen Bundesland oder Staat behandelt werden, werden die gesamten Transporte aus der Berechnung herausgenommen.

Importe:

Die wesentlichen Importe von Abfällen (ausgenommen Importe zur stofflichen Verwertung, welche nicht Betrachtungsgegenstand sind) finden im Rahmen der thermischen Behandlung statt. Rund 29% aller in die thermische Behandlung eingesetzten Abfälle stammen aus anderen Bundesländern bzw. aus dem Ausland. Eine genaue Analyse der Herkunft jener Abfallmengen ergibt folgende Daten:[168]
Insgesamt wurden 64.538 Kilometer (Hin- und Rückfahrt) bei einer transportierten Menge von 327.899 Tonnen zurückgelegt. Unter der Annahme, dass ein durchschnittlicher LKW auf 100 km 46,6 Liter Diesel verbrauch (Berechnung mittels der Software UMBERTO), ergibt sich für die Importe in die thermische Behandlung ein **Dieselverbrauch von 30.075 Liter**. Im Vergleich zum zuvor errechneten Gesamtdieselverbrauch für Sammlung und Transport aller in Oberösterreich anfallenden kommunalen Abfälle zeigt sich, dass die Importe mengenmäßig

[168] Anmerkung: Für die Analyse wurden die Datenerhebungsblätter der Betreiber (Sammler-Bögen, übermittelt durch die Abteilung Umweltschutz des Amtes der Oö. Landesregierung) herangezogen. Es muss berücksichtigt werden, dass der Sitz des Sammlers unter Umständen mit der tatsächlichen Herkunft des Abfalls nicht übereinstimmt. Eine andere Möglichkeit der Erhebung der Daten steht jedoch nicht zur Verfügung.

(betreffend den Treibstoffverbrauch) nur einen äußerst geringen Anteil ausmachen.[169]

Exporte:

Alle jene Mengen, die exportiert werden, werden für die Berechnung der Emissionen aus den Transporten ausgeschlossen.

Die nachfolgende Tabelle stellt die Exportanteile sowie die daraus resultierenden exportierten Mengen der einzelnen Fraktionen dar:

Tabelle 44: Exportanteile und exportierte Mengen der einzelnen kommunalen Abfallfraktionen

Fraktion	Exportanteil	Mengen lt. Abfallbericht	Exportierte Mengen
Altpapier und Kartonagen	0,00%	113.470	-
Altglas	0,00%	36.099	-
Altkunststoffe	0,00%	29.550	-
Altmetalle	9,61%	26.289	2.527
Altholz	25,00%	38.669	9.667
Problemstoffe	63,38%	3.043	1.929
Sonstige Abfälle	8,54%	908	78
Alttextilien	99,37%	5.385	5.351
EAG	0,50%	11.021	56
Speisefette und -öle	100,00%	461	461
GESAMT		**264.895**	**20.068**

Quelle: Eigene Darstellung[170]

Jene errechneten exportierten Mengen wurden in der Kalkulation des Gesamtdieselverbrauchs berücksichtigt und von den Gesamtmengen abgezogen. In den weiteren Berechnungen wird auch der Export von biogenen Abfällen in der Höhe von 9.700 Tonnen berücksichtigt.

[169] Anmerkung: Der Anteil des Dieselverbrauchs für Importe in die thermische Behandlung beträgt nur 0,23% vom Gesamtdieselverbrauch für Sammlung und Transport von in Oberösterreich anfallenden, kommunalen Abfällen inklusive Bodenaushub/Baurestmassen.

[170] Anmerkung: Berechnung der Exportanteile erfolgte aufgrund einer Auswertung der Input- und Outputströme des Altstoff-Logistikzentrums in Wels, sowie durch eine Befragung der Vetropack Austria GmbH für Altglas. Zusätzlich fand eine Abstimmung mit der Abteilung Umweltschutz des Amtes der Oö. Landesregierung statt.

Ergebnisse:

Die Hochrechnung des sich aus dem Abzug der Exporte und der Berücksichtigung der Importe ergebenden Gesamtdieselverbrauchs auf CO_2-Emissions-Äquivalente erfolgt mittels eines Emissionsfaktors für Diesel (aus der Emissions-Software GEMIS unter Miteinbezug der Vorketten).

Die folgende Tabelle stellt die errechneten CO_2-Emissions-Äquivalente für die Sammlung und den Transport der kommunalen Abfälle in Oberösterreich unter Berücksichtigung der Importe und Exporte dar:

Tabelle 45: CO_2-Emissions-Äquivalente für Sammlung und Transport von kommunalen Abfällen in Oö. für das Jahr 2007 (inklusive Importen, exklusive Exporten)

CO_2-Emissions-Äquivalente in Tonnen	**Sammlung und Transport von oö. kommunalen Abfällen** (Exporte ausgenommen, Importe miteinbezogen)
Summe (ohne Bodenaushub/ Baurestmassen)	25.300
Summe (mit Bodenaushub/ Baurestmassen, Untergrenze)	32.400
Summe (mit Bodenaushub/ Baurestmassen, Obergrenze)	52.700
Summe (Durchschnitt Bodenaushub/ Baurestmassen)	**42.500**

Quelle: Eigene Darstellung

Ohne die Berücksichtigung der Transporte von Bodenaushub und Baurestmassen ergeben sich CO_2-Emissions-Äquivalente von rund 25.300 Tonnen. Unter Berücksichtigung von Bodenaushub/Baurestmassen (Durchschnitt) ergeben sich klimarelevante Gase in der Größenordnung von rund 42.500 Tonnen.

Verglichen mit den gesamten treibhausrelevanten Emissionen in Oberösterreich zeigt sich, dass Sammlung und Transport von Abfällen in Hinblick auf die Klimarelevanz eine absolut untergeordnete Rolle spielen.[171] Vergleicht man die Emissionen aus Sammlung und Transport von Abfällen mit den klimarelevanten Emissionen aus dem gesamten Verkehr in Oberösterreich, kommt man auf einen Anteil von rund 0,9%.[172]

[171] Anmerkung: Der Anteil des CO_2-Emissions-Äquivalente aus Sammlung/Transport von Abfällen (inklusive Bodenaushub und Baurestmassen; Durchschnitt) liegt bei 0,17% von den gesamten 24,86 Millionen Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalenten aus Oberösterreich.

[172] Anmerkung: Als Basisjahr wurde das Jahr 2006 herangezogen, in dem rund 4.475.000 t CO_2-Emissions-Äquivalente durch den Verkehr ausgestoßen wurden.

Da für das Jahr 1990 keine transportbezogenen Daten verfügbar sind, kann keine Abschätzung der klimarelevanten Emissionen für dieses Jahr vorgenommen werden. Ebenso schwierig ist es, die Entwicklung von Sammlung und Transport von Abfällen für das Jahr 2012 abzuschätzen, weshalb in Abstimmung mit der Abteilung Umweltschutz des Amtes der Oö. Landesregierung von einer Prognose für 2012 Abstand genommen wird.

5 Effizientere Nutzung/Behandlung von biogenen Abfällen und relevanten tierischen Nebenprodukten in Oberösterreich

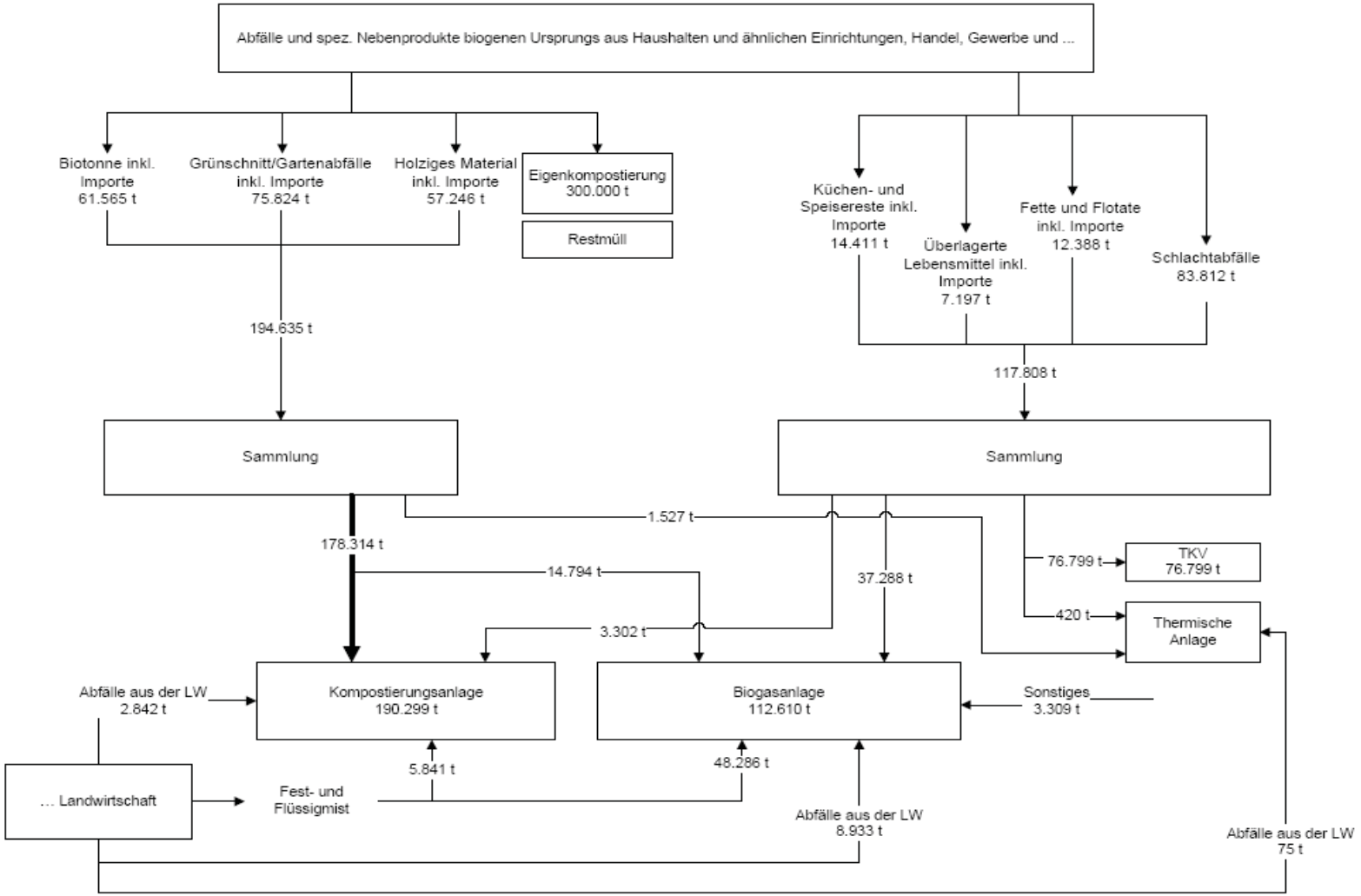
5.1 Ausgangssituation (Szenario 0)

Das Basisszenario beschreibt den IST-Zustand und wird zum Vergleich mit den konstruierten Trendszenarien herangezogen. Den Ausgangspunkt stellen die tatsächlich gesammelten Abfälle und spezifischen Nebenprodukte biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft dar, welche im Jahr 2007 in eine biotechnische und thermische Verwertung gingen. Des Weiteren werden insbesondere für Szenario 4 die gewerblichen und kommunalen Klärschlämme und deren weiterer Verbleib dargestellt. Die aus der Industrie stammenden Klärschlammmengen werden nicht berücksichtigt.

Aus Abbildung 36 wird der derzeitige Verwertungsweg der in Oberösterreich gesammelten und verarbeiteten Abfälle biogenen Ursprungs ersichtlich. Durch den verstärkten Pfeil wird angedeutet, dass die Fraktionen „Biotonne“, „Grünschnitt und Gartenabfälle“ und „Holzige Abfälle“ im Jahr 2007 überwiegend in Kompostierungsanlagen verarbeitet wurden.

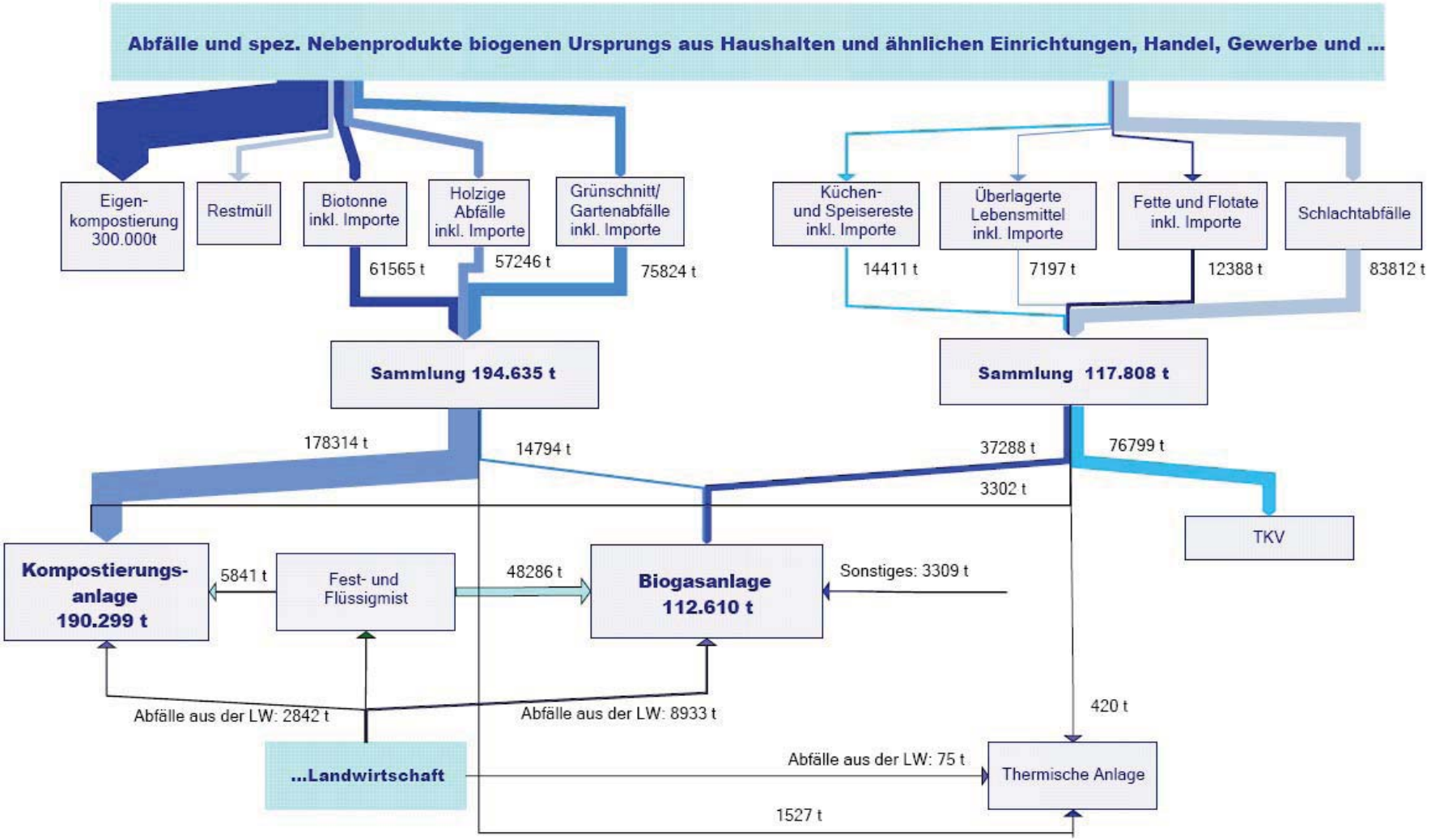
Die Darstellung und Quantifizierung, welche Anteile bzw. Mengen der gesammelten Abfälle biogenen Ursprungs in Kompostierungsanlagen und in Biogasanlagen bzw. in sonstige Verwertungsschienen gehen, wird in Form eines Sankey-Diagramms (Abbildung 37) dargestellt.

Abbildung 36: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 0



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 37: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 0 als Sankey Diagramm



Quelle: Eigene Darstellung

In der gegenwärtigen Verwertungsschiene gehen große Teile der gesammelten Mengen aus Haushalt und Kommune in Kompostierungsanlagen. Ziel der Szenarien ist es, die Treibhausgasemissionen bei der Verwertung von Abfällen biogenen Ursprungs zu reduzieren und die Gutschriften für erzeugtes Biogas zu erhöhen. Daher werden Mengenumschichtungen von Abfällen biogenen Ursprungs betrachtet, die aufgrund ihrer Zusammensetzung sinnvollerweise in Biogasanlagen eingebracht werden können, um das energetische Potential der biogenen Abfälle zu nutzen.

5.2 Grundsatzüberlegungen zur Optimierung und Verringerung der Treibhausgasemissionen

Abfälle biogenen Ursprungs können grundsätzlich aerob oder anaerob verwertet werden. In Oberösterreich sind derzeit beide Varianten der Verwertung im Einsatz. Für Biomüll aus der getrennten Sammlung (Biotonne) sowie Grün-, Baum- und Strauchschnitt dominiert die Kompostierung, wogegen Küchen- und Speisereste, Fettabscheiderrückstände und Flotate sowie überlagerte Lebensmittel mehrheitlich in Biogasanlagen eingesetzt werden.

Um eine zukünftige Strategie zur Nutzung der gesammelten Abfälle biogenen Ursprungs mit geringer Treibhauswirksamkeit im Bundesland Oberösterreich realisieren zu können, wird in einem ersten Schritt dargestellt, welche Rohstoffe sich für die einzelnen Verwertungsschienen eignen.
Rohstoffe mit hohem Trockensubstanzgehalt sowie entsprechendem Ligninanteil sind schwierig in einer Biogasanlage zu behandeln, eignen sich aber für die Verbrennung sowie die Herstellung von Kompost. Im Gegensatz dazu sind Stoffe mit geringerem Feststoffgehalt gut für die Verwertung in Biogasanlagen geeignet.
Übertragen auf Abfälle biogenen Ursprungs bedeutet dies, dass Baum-, Strauch- und Baumschnitt ohne entsprechende Vorbehandlung nicht für Biogasanlagen geeignet ist, jedoch in Kompostierungsanlagen als Strukturmaterial und eventuell in Verbrennungsanlagen eingesetzt werden kann. Aus Klimaschutzgründen - Verhinderung von Methan- und Lachgasemissionen sowie Ersatz von fossilen Energieträgern durch Abfälle biogenen Ursprungs -, erscheint im ersten Ansatz die

Nutzung der verholzten Abfälle in Verbrennungsanlagen von Vorteil. Dem steht jedoch gegenüber, dass bei der Verbrennung die in den Abfällen vorhandenen Nährstoffe (Stickstoff, Phosphor) nicht mehr oder bei Phosphor nur mehr mit großem Aufwand als Dünger zur Verfügung stehen. Außerdem ist kohlenstoffhältiges Material zur Kompostierung von stickstoffhältigen Abfällen unbedingt erforderlich.

Die beiden Hauptsegmente an Abfällen biogenen Ursprungs, die derzeit in Oberösterreich gesammelt und einer Verwertung zugeführt werden (Biotonnenmaterial, Grünschnitt) können aus technologischen Überlegungen sowohl in eine Kompostierungsanlage als auch in eine Biogasanlage eingebracht werden. Aus Gründen der Reduktion von treibhausrelevanten Gasen wäre die Verwertung in einer Biogasanlage zu bevorzugen, da bei der Kompostierung, insbesondere bei der Mietenkompostierung, Methan- und Lachgasemissionen entstehen. Hinsichtlich der Kompostierung wird Energie verbraucht, wogegen in Biogasanlagen Methan als Produkt gewonnen wird, das einer energetischen Nutzung zugeführt werden kann. Die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor können bei beiden Verfahrensalternativen als Düngemittel im Kreislauf auf agrarische Flächen zurückgebracht werden. Der Vorteil der Kompostierung liegt hierbei nicht in der Energiegewinnung sondern in der Speicherung von CO_2 im Boden bzw. im Humusaufbau und weiters in der Verbesserung der Bodenstabilität und einem erhöhten Wasserspeichervermögen Darüber hinaus wird durch Kompostdüngung der Erhalt der humosen Oberbodenschicht unterstützt und die Freisetzung von CO_2 reduziert.

Zur Zeit werden die Hauptmengen dieser Fraktionen in Kompostierungsanlagen behandelt, da diese Strategie in den letzten Jahrzehnten durch die geringeren Investitionskosten sowie der relativ einfachen Verwertung der Produkte in der Landwirtschaft und im Landschaftsbau forciert wurden. Dies auch zu einer Zeit, als die Diskussion über die Reduktion von Treibhausgasemissionen noch nicht so einen hohen Stellenwert einnahm wie heute.
Die Fraktionen Flotate, Fettabscheiderrückstände und viele der überlagerten Lebensmittel eignen sich gut für den Einsatz in Biogasanlagen, da diese Abfälle sehr oft einen für die Kompostierung zu hohen Wassergehalt aufweisen und bei der Kompostierung weiters zu erhöhten Geruchsentwicklungen führen. Diese Aussage gilt auch für Küchen- und Speisereste (Trankabfälle) sowie für jene Schlachtabfälle

und tierische Nebenprodukte, die nicht zwingend in einer Tierkörperverwertungsanlage entsorgt bzw. verwertet werden müssen.

Einen weiteren kommunalen und gewerblichen Abfall stellt Klärschlamm dar. Da Klärschlamm einer entsprechenden rechtlichen Regelung (Bodenschutzgesetz, Klärschlammverordnung) unterliegt, wird dieser Abfallstoff als Rohstoff für Biogasanlagen, die nicht nur Klärschlamm verwerten, nur im Szenario 4, also in jenem Szenario, das keine Rücksicht auf die derzeitigen rechtlichen Regelungen nimmt, ins Gesamtsystem integriert.

Für die nachfolgend dargestellten Szenarien, die eine Verringerung von treibhausgasrelevanten Emissionen bei der Verwertung von Abfällen biogenen Ursprungs unter Berücksichtigung der Nutzung der in den Abfällen vorhanden Nährstoffe zum Ziel hat (Ausnahme Szenario 2, welches aus Vergleichsgründen mitberücksichtigt wird), wird daher folgendes Grundkonzept für die Nutzung der einzelnen Abfallströme vorgeschlagen:

1. Holzige Abfälle

   Es wird davon ausgegangen, dass jene Anteile, die einer energetischen Nutzung in Form der Verbrennung zugeführt werden können, welche von den Kommunen bereits aussortiert wurden. Somit werden nur mehr jene verholzten Abfälle bei der Sammlung erfasst, die optimal als Strukturmaterial für die Kompostierung geeignet sind.

2. Abfälle der Biotonne und Grasschnitt

   Diese Materialien stellen ein sehr gutes Substrat für Biogasanlagen dar. Es wird in Szenario 2 und 4 davon ausgegangen, dass diese Materialien auch vermehrt in Biogasanlagen eingesetzt werden. Nach erfolgter Vergärung wird die Biogasgülle gepresst, womit es zu einer Trennung der ungelösten Bestandteile in Form von Schlamm mit einer Trockensubstanz von ca. 45 % von der Flüssigphase kommt. Die Flüssigphase mit einem Trockensubstanzgehalt von ca. 15% und mit ca. 75% der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor wird als Flüssigdünger mit hoher Pflanzenverfügbarkeit in der Landwirtschaft eingesetzt. Der abgepresste Schlamm wird mit den verholzten

Abfällen zu einem Gemisch vermengt, dessen Einsatz eine optimale Kompostierung ermöglicht.

3. Küchen- und Speisereste (Trankabfälle), Flotate, Fettabscheiderrückstände, überlagerte Lebensmittel und Schlachtabfälle und tierische Nebenprodukte der Kategorie 3 werden, so wie bereits mehrheitlich in der Gegenwart, in Biogasanlagen verwertet. Dabei wird eine Mischung mit Biotonnenmaterial und Grasschnitt aus Gründen der Transportverringerung angenommen.

5.2.1 Abschätzung des Mengenpotentials an Abfällen biogenen Ursprungs

Im Folgenden werden als Grundlage für die Szenarienberechnung in Kapitel 5.2.2 die theoretisch angefallenen Mengen einzelner Fraktionen ermittelt. Diese dienen in den einzelnen Szenarien als Basis, um die jeweiligen Mengenströme zu maximieren und in ihrer Verwertung gegebenenfalls umzuschichten. Dazu sind für den Bezugszeitraum 2007 und der Trendprojektion für 2012 folgende Schritte relevant:

- Berechnung der Menge an Biotonnenmaterial und Grünabfällen (inkl. Holziges Material) mittels erhöhtem Anschlussgrad der Biotonne auf gesamter Oberösterreichebene und in den einzelnen Bezirken für 2012
- Ermittlung der theoretisch angefallenen Menge an Küchen- und Speiseresten auf Basis des Vorarlberger Modells[173] für 2007
- Darstellung der Mengen der anaerob und aerob behandelten Klärschlämme in kommunalen und gewerblichen Kläranlagen
- Berechnung der theoretisch angefallenen Menge von relevanten tierischen Nebenprodukten der Kategorie 3 bzw. 2

5.2.1.1 Biotonne und Grünabfälle mit erhöhtem Anschlussgrad

Zur Erhöhung der gesammelten Biomüllmengen soll der Anschlussgrad der Biotonne in Oberösterreich erhöht werden. Auf Basis von Berechnungen der Abteilung Statistik

[173] Vgl. Dietrich/Dankl 1999 und Amt der Vorarlberger Landesregierung (Hrsg.) 2008.

des Amtes der Oö. Landesregierung ergibt sich ohne die Statutarstädte Linz, Wels und Steyr ein errechneter Anschlussgrad an das Sammelsystem Biotonne von durchschnittlich 60% für Oberösterreich. Anhand von Daten des Geografischen Informationssystems (GIS) wurde ein Raster von einer Größenordnung von 250 x 250 m erstellt, um Verdichtungsgebiete nach Gemeinde zu identifizieren um in weiterer Folge die SOLL-Anschlussgrade zu ermitteln. Insgesamt sollen 932.966 Einwohner an die Biotonne angeschlossen werden, wobei hier die Anzahl der Hauptwohnsitze rund 34 pro 250 m-Raster beträgt. Die Struktur der Wohnungen wie Einfamilienhäuser oder Wohnblöcke wurde in diesem Zusammenhang nur aufgrund der Einwohnerdichte berücksichtigt. Zusätzlich wurden nur die Hauptwohnsitze, nicht die Nebenwohnsitze in die Berechnungen miteinbezogen.

Betrachtet man das Jahr 2007, so waren von den insgesamt 586.617 Haushalten nach den vorhandenen Angaben 274.459 Haushalte an die Biotonne angeschlossen. Der SOLL-Wert beträgt 407.650 angeschlossene Haushalte. Da jedoch einige Gemeinden bereits über dem angestrebten SOLL-Anschlussgrad liegen, wird ein Wert von 411.613 ausgewiesen, was im Durchschnitt einem Anschlussgrad von 69% entspricht.

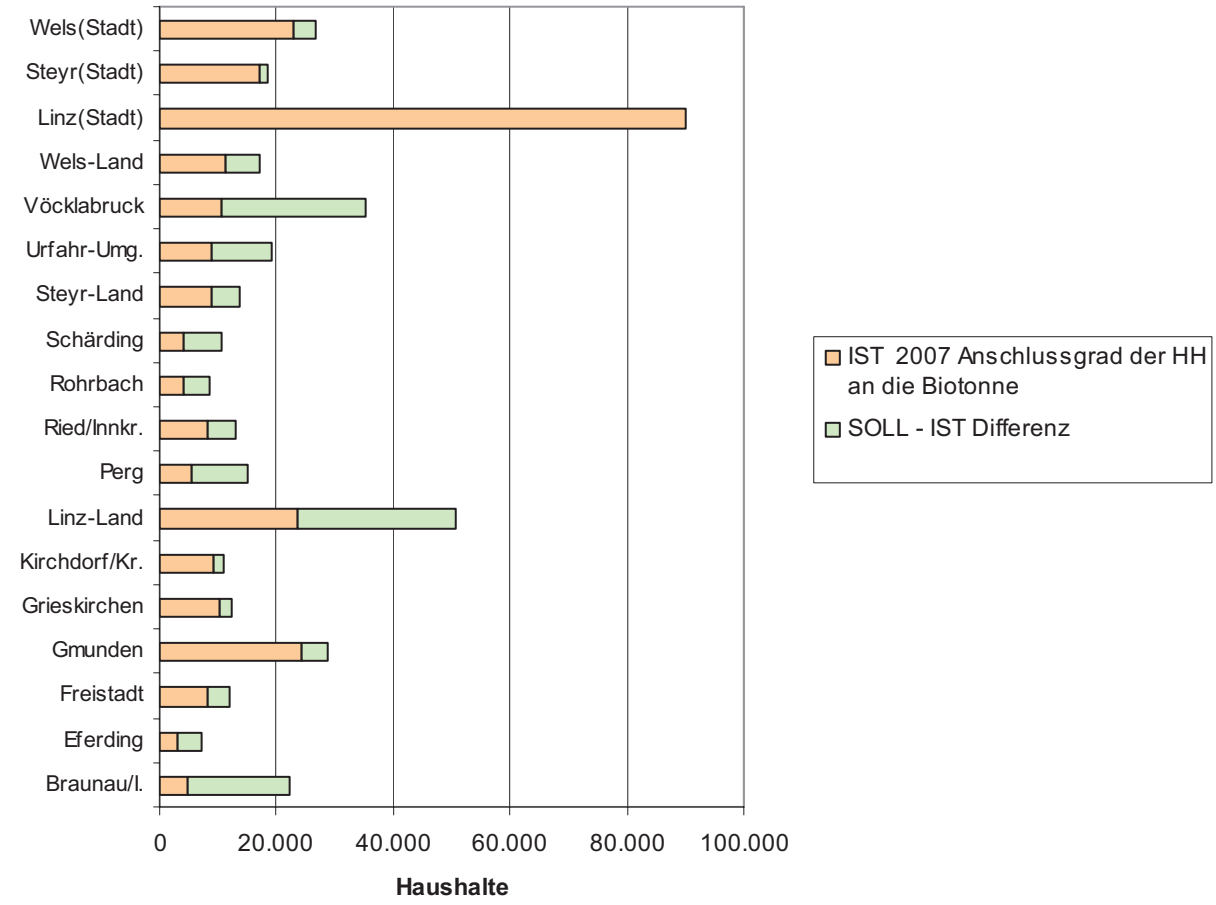
Tabelle 46: IST- und SOLL-Anschlussgrade der Haushalte in den Bezirken im Jahr 2007 bzw. 2012

Bezirk	IST-Anschlussgrad in % 2007	IST 2007 Anschlusswert der HH an die Biotonne	SOLL - IST Differenz	SOLL-Anschlussgrad in % 2012	SOLL 2012 Anschlusswert der an die Biotonne HH
Braunau	12	4.797	17.482	57	22.279
Eferding	24	2.923	4.231	58	7.154
Freistadt	35	8.266	3.620	50	11.886
Gmunden	59	24.263	4.522	70	28.785
Grieskirchen	43	10.140	2.353	53	12.493
Kirchdorf	41	9.316	1.655	49	10.971
Linz-Land	40	23.652	26.874	85	50.526
Perg	22	5.327	9.651	61	14.978
Ried	36	8.201	4.879	57	13.080
Rohrbach	20	4.065	4.647	43	8.712
Schärding	18	3.966	6.510	48	10.476
Steyr-Land	38	8.904	4.784	58	13.688
Urfahr-Umg.	28	8.939	10.121	59	19.060
Vöcklabruck	19	10.571	24.709	62	35.280
Wels-Land	43	11.132	5.916	66	17.048
Linz-Stadt	100	90.000	0	100	90.000
Steyr-Stadt	89	16.987	1.511	97	18.498
Wels-Stadt	82	23.010	3.688	95	26.698
Gesamt Oö.	**47**	**274.459**	**137.154**	**69**	**411.613**

Quelle: Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, Abteilung Statistik

Die Abbildung 38 stellt für die einzelnen Bezirke Oberösterreichs den IST-Anschlussgrad der Biotonne vom Jahr 2007 mit dem zu erreichenden SOLL-Wert gegenüber:

Abbildung 38: SOLL und IST Anschlussgrad der Biotonne an Haushalte nach Bezirke 2007



Quelle: Eigene Darstellung nach Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, Abteilung Statistik

Aufgrund des erhöhten Anschlussgrades der Biotonne und den damit verbundenen Hochrechnungen der Abteilung Umweltschutz wurden folgende Zielmengen (2012) für die Fraktionen Biotonne, Grünabfälle inklusive Holzigem Material und für die Eigenkompostierung ermittelt. Die gesammelten und verarbeiteten Mengen von 2007 werden den zu erreichenden Zielwerten für das Jahr 2012 gegenübergestellt (vgl. Tabelle 47).

Tabelle 47: Gegenüberstellung der IST-Menge 2007 und SOLL-Menge 2012

	IST-Menge 2007 (gerundet)	SOLL-Menge 2012 (gerundet)
Biotonne und Mischung aus biogenen Abfällen	61.600	107.400
Grünabfälle inkl. Holziges Material	133.100	153.100
Eigenkompostierung	300.000	280.500
Gesamt	**475.300**	**541.000**

Quelle: Eigene Darstellung

Laut Amt der Oö. Landesregierung soll im Jahr 2012 die Sammelmenge an Biotonnenmaterial um rund 45.700 t gegenüber dem Jahr 2007 erhöht werden. Für die Fraktion Grünabfälle, in der auch die Holzigen Materialien enthalten sind, wird eine Steigerung um rund 20.000 t angestrebt. Die errechneten SOLL-Mengen für Biotonne und Grünabfälle basieren auf den IST-Mengen von Tabelle 36 und enthalten die Importe, welche im Vergleich zu 2007 als konstant angenommen wurden. Die SOLL-Mengen der beiden Fraktionen setzen sich somit aus den IST-Mengen inkl. Importe und den vom Amt der Oö. Landesregierung für das Jahr 2012 erwartete Mehrmengen zusammen. Die Werte für Eigenkompostierung wurden sowohl für das Jahr 2007 als auch für das Jahr 2012 vom Amt der Oö. Landesregierung berechnet.

Die IST-Mengen für 2007 werden des Weiteren als Basis für Szenario 1, in dem eine Umschichtung der bestehenden Mengen erfolgt, herangezogen. Die Zielwerte für das Jahr 2012 dienen in den Szenarien 2, 3 und 4 als Grundlage.

5.2.1.2 Potentialabschätzung für Küchen- und Speisereste (Trankabfälle)

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit der Sammlung von Küchen- und Speiseresten (Trankabfälle) in Oberösterreich. Die tatsächlich gesammelten Mengen werden dabei den potentiell in der oberösterreichischen Gastronomie und Beherbergung sowie dem Kranken- und Pflegesystem anfallenden Mengen an Küchen- und Speiseresten gegenübergestellt.

Sammelmengen 2007

Die Auswertung der an die Betreiber aller oberösterreichischen Biogasanlagen gesandten Fragebögen lässt eindeutige Rückschlüsse auf die im Jahr 2007 gesammelten Mengen an Küchen- und Speiseresten zu. Insgesamt wurden im Jahr 2007 in Oberösterreich 13.772 t Küchen- und Speiseabfälle gesammelt. Die in Oö. verarbeitete Menge inkl. Importe beläuft sich auf rund 14.411 t. Eine Aufschlüsselung der gesammelten Mengen nach Bezirken erweist sich als wenig aussagekräftig, da es durch die Aktivität von Sammlern zu beträchtlichen Verzerrungen der Sammelmengen auf regionaler Ebene kommt. So würden beispielsweise im Bezirk Rohrbach gar keine Küchen- und Speisereste anfallen und im Bezirk Grieskirchen ergäbe sich eine Sammelquote von tatsächlich gesammelten zu potentiell vorhandenen Küchen- und Speiseresten von über 600%.[174] Aus diesem Grund wird auf eine Darstellung der tatsächlich gesammelten Mengen an Küchen- und Speiseresten an dieser Stelle verzichtet.

Ermittlung der potentiellen jährlichen Sammelmenge

Die Berechnung der potentiellen jährlichen Sammelmenge an Küchen- und Speiseresten erfolgte in Anlehnung an entsprechende Studien des Landes Vorarlberg.[175] Die Anpassung des Vorarlberger Modells an die spezifischen Parameter in Oberösterreich erfolgte unter Einbeziehung von Dipl.Ing. Richard Dietrich, der für die Vorarlberger Studien verantwortlich zeichnete.

Die Ermittlung der potentiellen jährlichen Sammelmenge an Küchen- und Speiseresten basierte grundsätzlich auf zwei Parametern. Für den Bereich des Gaststätten- und Beherbergungswesens wurden die Umsatzzahlen herangezogen und für Kranken- bzw. Pflegeanstalten und Alten- bzw. Pflegeheime waren die Bettenzahlen ausschlaggebend. Die einzelnen Parameter wurden durch Multiplikation mit Eichungsfaktoren in die Einheit „Küchen- und Speisereste in t/Jahr“ umgerechnet.

Unter das Beherbergungs- und Gaststättenwesen fallen Hotels, Gasthöfe, Pensionen, Jugendherbergen, Schutzhütten, Campingplätze, Restaurants,

[174] Eigene Berechnung nach den Datenerhebungsblättern „Biogasanlage“ des Amtes der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz.
[175] Vgl. Dietrich/Dankl 1999 und Amt der Vorarlberger Landesregierung (Hrsg.) 2008.

Gasthäuser, Cafehäuser, Kantinen, Caterer und sonstiges Beherbergungs- und Gaststättenwesen. Die Berechnung der Küchen- und Speisereste im Beherbergungs- und Gaststättenwesen beruhte auf der Umrechnung des Küchenumsatzes in „Küchen- und Speisereste in kg/Jahr“ durch Anwendung eines speziellen Eichungsfaktors.

Die Daten bezüglich der Umsatzerlöse im Beherbergungs- und Gaststättenwesen wurden einer Sonderauswertung der Statistik Austria entnommen und gliedern sich wie folgt:

Tabelle 48: Umsatzerlöse im Beherbergungs- und Gaststättenwesen (2007) in Oö.

	Umsatzerlöse in 1.000 EUR
Beherbergungswesen	400.495
Gaststättenwesen	905.521
Gesamt	**1.305.810**

Quelle: Statistik Austria 2009, Sonderauswertung

Aus den Erlösstrukturen in Gastronomie und Hotellerie[176] wurde das Verhältnis von Küchenerlösen zu den restlichen Erlösen verwendet, um die Küchenerlöse 2007 zu berechnen.

Tabelle 49: Ausgewählte Erlösanteile laut Betriebskennzahlen

	Gastronomie	Hotellerie
Beherbergungserlöse	-	28,6%
Küchenerlöse	45,0%	36,0%
Kellererlöse	42,9%	30,1%

Quelle: Wöber 2001, S. 34 und 68

[176] Vgl. Wöber 2001, S. 34 und 68.

Tabelle 50: Errechnung der Küchenerlöse 2007 in 1.000 EURO

	Umsatzerlöse in 1.000 EUR	Anteil der Küchenerlöse	Küchenerlöse in 1.000 EUR
Summe Beherbergungswesen	400.495	36,0%	144.178
Summe Gaststättenwesen	905.521	45,0%	407.484
Summe	**1.305.810**		**551.662**

Quelle: Eigene Berechnung

Im nächsten Schritt wurde nun von den Küchenerlösen im Beherbergungs- und Gaststättenwesen durch Berücksichtigung eines Eichungsfaktors auf die Küchen- und Speisereste geschlossen. Der Eichungsfaktor „Speiseresteanfall pro 100,-- EURO Küchenumsatz“ wurde von den Vorarlberger Studien[177] übernommen und an die Lebenshaltungskosten in Oberösterreich angepasst. Es ergibt sich somit ein Faktor von 1,69 l / 100,-- EURO[178]. Durch Multiplikation dieser Zahl mit den Küchenerlösen im Beherbergungs- und Gaststättenwesen konnten schließlich die Küchen- und Speisereste ermittelt werden.

Tabelle 51: Mengenpotential in Gastronomie und Beherbergung in Oö.

	Küchenerlöse in 1.000 EURO	Speiseresteanfall (l/Jahr)	Speiseresteanfall (t/Jahr)
Beherbergungswesen	144.178	2.432.568	2.433
Gastronomiewesen	407.484	6.875.053	6.875
Gesamt	**551.662**	**9.307.622**	**9.308**

Quelle: Eigene Berechnung

Es folgt, dass in Oberösterreich jährlich potentiell 9.308 t Küchen- und Speisereste im Beherbergungs- und Gaststättenwesen anfallen.

Zur Kategorie Kranken- und Pflegeanstalten gehören allgemein öffentliche Krankenhäuser, Sonderkrankenanstalten, Pflegeanstalten, Privatkliniken, Therapie- bzw. Rehabilitationszentren und sonstige Kranken- und Pflegeanstalten.[179] Als

[177] Vgl. Dietrich/Dankl 1999, S. 18ff.
[178] Aus Vereinfachungsgründen wurde davon ausgegangen, dass 1 l Speisereste genau 1 kg Speisereste entspricht.
[179] Vgl. Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend (2008)

Eichungsfaktor wurden wie in den Vorarlberger Studien 0,61 l Küchen- und Speisereste pro Bett und Tag angenommen.[180] Die potentielle Menge an Küchen- und Speiseresten ergibt sich durch Multiplikation dieses Faktors mit der Bettenanzahl der oberösterreichischen Kranken- und Pflegeanstalten.

Tabelle 52: Mengenpotential in Kranken- und Pflegeanstalten in Oö.

Bezirk	Betten	Speisereste-anfall (l/Jahr)	Speisereste-anfall (in t/Jahr)
Braunau	528	117.559	118
Freistadt	176	39.186	39
Gmunden	865	192.592	193
Grieskirchen	275	61.229	61
Kirchdorf	279	62.119	62
Linz-Stadt	4.037	898.838	899
Linz-Land	346	77.037	77
Ried	439	97.743	98
Rohrbach	209	46.534	47
Schärding	212	47.202	47
Steyr-Land	783	174.335	174
Steyr-Stadt	328	73.029	73
Urfahr-Umgebung	60	13.359	13
Vöcklabruck	745	165.874	166
Wels-Stadt	1.056	235.118	235
Wels Land	-	-	-
Gesamt Oö.	**10.338**	**2.301.756**	**2.302**

Quelle: Eigene Berechnung nach BMGF und Dietrich/Dankl 1999

Es ergibt sich somit für Oberösterreich ein jährliches Potential an Küchen- und Speiseresten im Bereich der Kranken- und Pflegeanstalten von 2.302 t.

Analog zu den Kranken- und Pflegeanstalten wurde auch bei den Alten- und Pflegeheimen auf den Eichungsfaktor der Vorarlberger Studien zurück gegriffen, wo von 0,49 l Küchen- und Speisereste pro Bett und Tag ausgegangen wird.[181] Zur Berechnung der Bettenanzahl in den oberösterreichischen Kranken- und Pflege-

[180] Vgl. Dietrich/Dankl 1999, S. 20.
[181] Vgl. Dietrich/Dankl 1999, S. 21.

heimen wurde auf Daten des Landes Oberösterreich zurückgegriffen.[182] Die potentielle Menge an Küchen- und Speiseresten ergibt sich durch Multiplikation des Eichungsfaktors mit der Bettenanzahl der oberösterreichischen Alten- und Pflegeheime.

Tabelle 53: Mengenpotential in Alten- und Pflegeheimen in Oö.

Bezirk	Betten	Speisereste-anfall (l/Jahr)	Speisereste-anfall (in t/Jahr)
Braunau	612	109.456	109
Eferding	265	47.395	47
Freistadt	424	75.832	76
Gmunden	1.079	192.979	193
Grieskirchen	557	99.619	100
Kirchdorf	636	113.749	114
Linz-Stadt	1.947	348.221	348
Linz-Land	1.086	194.231	194
Perg	566	101.229	101
Ried	407	72.792	73
Rohrbach	409	73.150	73
Schärding	416	74.402	74
Steyr-Stadt	364	65.101	65
Steyr Land	592	105.879	106
Urfahr Umgebung	416	74.402	74
Vöcklabruck	1.097	196.198	196
Wels-Stadt	618	110.529	111
Wels Land	602	107.668	108
Gesamt Oö.	**12.093**	**2.162.833**	**2.163**

Quelle: Eigene Berechnung nach dem Amt der Oö. Landesregierung und Dietrich/Dankl 1999

Es ergibt sich somit für Oberösterreich ein jährliches Potential an Küchen- und Speiseresten im Bereich der Alten- und Pflegeheime von 2.163 t.

Eine zusammenfassende Betrachtung der potentiellen Mengen für Küchen- und Speiseabfälle in Oberösterreich ist der folgenden Tabelle zu entnehmen. Die potentielle Menge von rund 14.410 t Küchen- und Speisereste wird als Basis sowohl für den IST-Stand als auch für die einzelnen Szenarien herangezogen. Dieser Wert

[182] Vgl. Arbeitsgemeinschaft der Alten- und Pflegeheime Oberösterreichs 2008

widerspiegelt die in der Realität gesammelten und verarbeiteten Küchen- und Speisereste.

Tabelle 54: Mengenpotential an Küchen- und Speiseabfällen in Oö. für 2007

Bezirk	Gesamt in Oö. gesammelte Menge in t[1)]	pot. Menge Gastronomie in t	pot. Menge Beherbergung in t	pot. Menge Krankenan-stalten in t	pot. Menge Altenanstalten in t	Gesamt pot. Menge in t
Braunau	---	475	64	118	109	767
Eferding	---	153	23	---	47	224
Freistadt	---	320	85	39	76	519
Gmunden	---	496	560	193	193	1.442
Grieskirchen	---	309	186	61	100	657
Kirchdorf	---	275	199	62	114	650
Linz-Stadt	---	917	245	899	348	2.409
Linz-Land	---	644	65	77	194	981
Perg	---	319	47	---	101	468
Ried	---	291	70	98	73	531
Rohrbach	---	289	119	47	73	528
Schärding	---	285	43	47	74	449
Steyr-Stadt	---	288	129	73	106	596
Steyr-Land	---	196	28	174	65	464
Urfahr-Umgebung	---	388	70	13	74	545
Vöcklabruck	---	632	396	166	196	1.391
Wels-Stadt	---	282	61	235	111	689
Wels-Land	---	315	42	---	108	464
Importe	639	---	---	---	---	639
Gesamt Oö. (exkl. Importe)	13.313	6.875	2.433	2.302	2.163	13.772
Gesamt Oö. (inkl. Importe)	**13.952**	**6.875**	**2.433**	**2.302**	**2.163**	**14.411**

Quelle: Eigene Berechnung und Darstellung

[1)] Diese Menge ergibt sich aus den Einzelauswertungen der Datenerhebungsblättern der Biogasanlagenbetreiber vom Jahr 2007

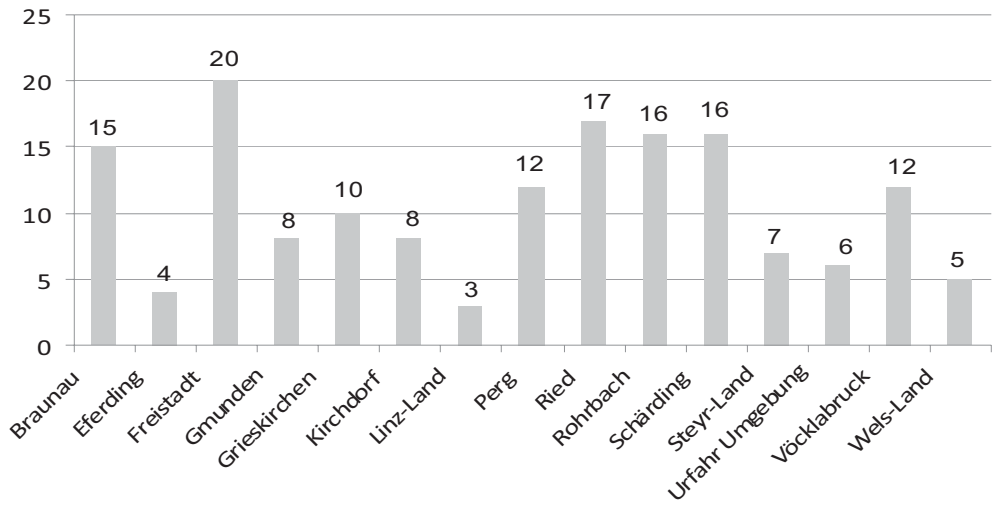
5.2.1.3 Darstellung der Mengen der anaerob und aerob behandelten Klärschlämme

In Summe fielen laut Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz 46.791 t TM kommunale und gewerbliche Klärschlamme im Jahr 2007 an (vgl. Kapitel 4.5.2.7). Im Rahmen dieser Studie werden die Klärschlämme industrieller Herkunft nicht berücksichtigt, da diese Mengen für die Verarbeitung in Biogasanlagen aufgrund ihrer Qualität und dem bereits vorgegebenen Verwertungsweg nicht geeignet sind.[183]

Hinsichtlich der Ermittlung der Klärschlammmengen als Basis für die Szenarien sind jene Mengen an gewerblichen und kommunalen Klärschlämmen relevant, die im Jahr 2007 einerseits anaerob (in Faultürmen) und andererseits aerob in den Kläranlagen verwertet wurden. Von der insgesamt angefallenen und verarbeiteten betrieblichen und gewerblichen Menge von 46.791 t TM Klärschlamm entfallen rund 46.620 t TM auf eine anaerobe und aerobe Behandlung. Diese Differenz von 171 t TM ist jene Menge, die 2007 in Emscherbrunnen ging und wird im Rahmen dieser Auswertung nicht berücksichtigt. Des Weiteren findet der verarbeitete Klärschlamm einer Gerberei und einer Lederfabrik in Braunau keine Berücksichtigung. In Abbildung 39 ist die Anzahl der Kläranlagen mit Sitz in den einzelnen Bezirken ersichtlich, in denen die Gesamtmenge von 46.620 t TM anfiel.

[183] Zwar fanden in Teil B die industriellen Klärschlämme keine Berücksichtigung, in Teil A wurden diese jedoch schon miteinbezogen.

Abbildung 39: Anzahl der Kläranlagen in Oö. nach Bezirk im Jahr 2007



Quelle: Eigene Darstellung nach Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz

Diese Mengen werden, je nach Behandlung (anaerob/aerob), Herkunft (kommunal und gewerblich) und dem weiteren Verwertungsweg bzw. Verbleib in den folgenden Tabellen dargestellt.

Tabelle 55: Kommunale Klärschlammmengen, die 2007 anaerob in oö. Kläranlagen behandelt wurden

Bezirk der kommunalen Kläranlagen	Gesamt TM in t	Landwirt-schaft TM in t	Deponie TM in t	Verbrennung TM in t	Kompost TM in t	Sonstige TM in t
Braunau	1.835,7	1.691,7	-	-	-	144,0
Eferding	431,0	124,3	-	278,2	-	28,4
Freistadt	660,5	660,5	-	-	-	-
Gmunden	1.801,7	727,0	-	902,3	172,4	-
Grieskirchen	1.642,3	1.642,3	-	-	-	-
Kirchdorf	632,5	581,4	-	-	-	51,1
Linz-Land	18.256,1	305,5	15.637,6	2.313,0	-	-
Perg	442,5	49,9		-	392,6	-
Ried	687,0	687,0		-	-	-
Rohrbach	-	-		-	-	-
Schärding	379,3	360,7		-	-	18,6
Steyr	1.815,5	-	1.815,5	-	-	-
Urfahr Umgebung	258,3	209,7		-	-	48,6
Vöcklabruck	2.875,5	2.525,1		-	176,8	173,6
Wels-Land	3.603,2	-		3.603,2	-	-
Gesamt Oö. (gerundet)	**35.321**	**9.565**	**17.453**	**7.097**	**742**	**464**

Quelle: Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, Kanal- und Kläranlagennachbarschaften ÖWAV 2008, Folge 18

Tabelle 56: Gewerbliche Klärschlammmengen, die 2007 anaerob in oö. Kläranlagen behandelt wurden

Bezirk der gewerblichen Kläranlagen	Gesamt TM in t	Landwirtschaft TM in t	Verbrennung TM in t	Sonstige TM in t
Eferding	909,3	826,5	44,9	37,9
Vöcklabruck	531,6	-	531,6	-
Gesamt Oö. (gerundet)	**1.441**	**827**	**577**	**38**

Quelle: Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, Kanal- und Kläranlagennachbarschaften ÖWAV 2008, Folge 18

Tabelle 57: Kommunale Klärschlammmengen, die 2007 aerob in oö. Kläranlagen behandelt wurden

Bezirk der kommunalen Kläranlagen	Gesamt TM in t	Landwirtschaft TM in t	Verbrennung TM in t	Kompost TM in t	sonstige TM in t
Braunau	1.251,9	1.109,3	63,9	-	78,7
Eferding	9,5	9,5	-	-	-
Freistadt	392,7	237,5	-	149,7	5,5
Gmunden	719	15	703	-	-
Grieskirchen	496	479	14	-	3
Kirchdorf	456	446	-	-	10
Linz Land	9	9	-	-	-
Perg	1.444	1.240	63	20	120
Ried	472	346	35	-	92
Rohrbach	1.162	1.069	-	36	57
Schärding	578	559	19	-	-
Steyr	808	563	70	175	-
Urfahr Umgebung	185	146	-	39	-
Vöcklabruck	1.189	1.086	16	-	87
Wels-Land	47	47	-	-	-
Gesamt Oö. (gerundet)	**9.219**	**7.362**	**984**	**420**	**453**

Quelle: Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, Kanal- und Kläranlagennachbarschaften ÖWAV 2008, Folge 18

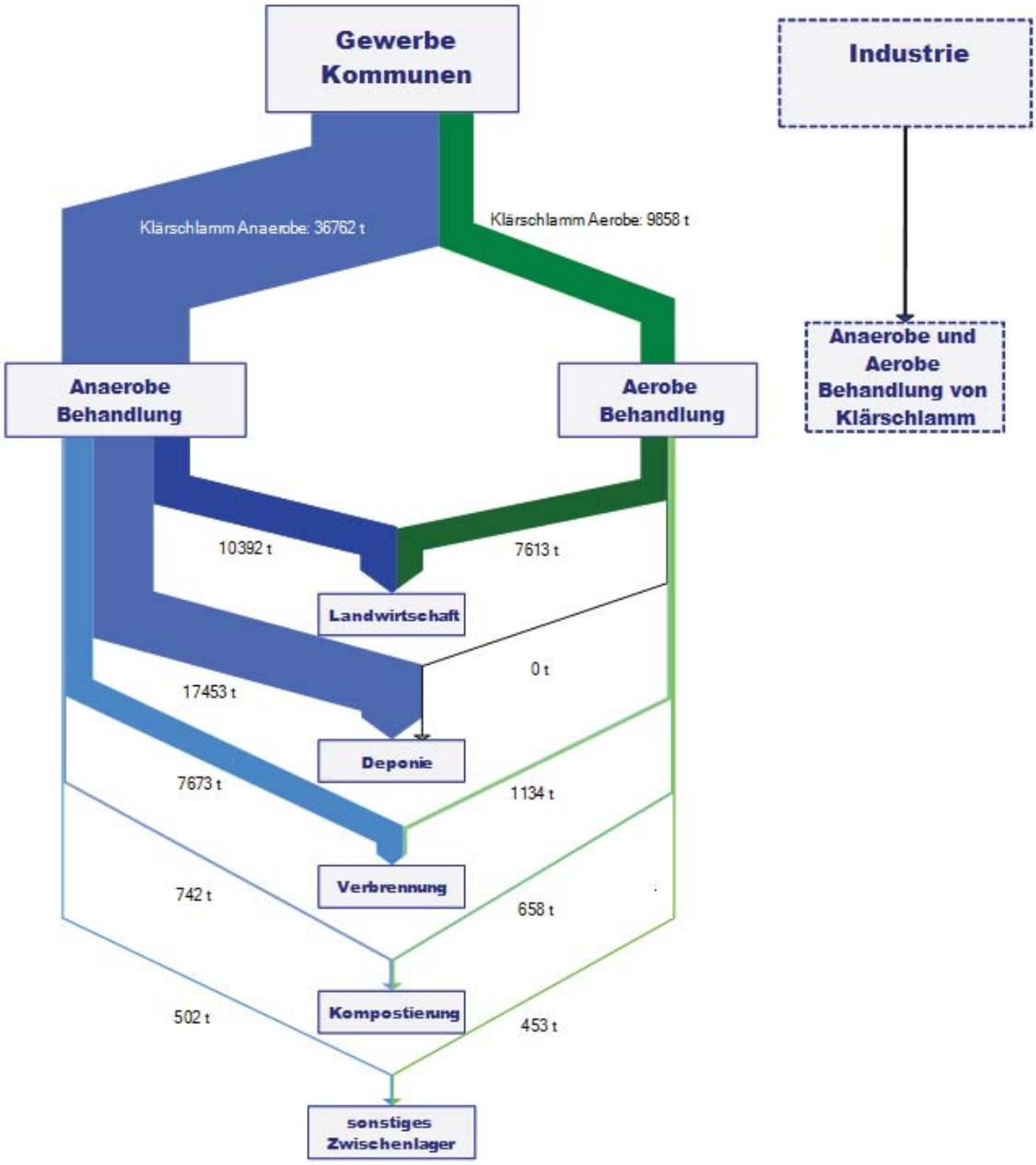
Tabelle 58: Gewerbliche Klärschlammmengen, die 2007 aerob in oö. Kläranlagen behandelt wurden

Bezirk der gewerblichen Kläranlage	Gesamt TM in t	Landwirtschaft TM in t	Verbrennung TM in t	Kompost TM in t
Braunau	426,3	187,8	-	238,5
Perg	7,4	7,4	-	-
Ried	0,8	0,8	-	-
Vöcklabruck	149,1	-	149,1	-
Wels-Land	55,4	55,4	-	-
Gesamt Oö. (gerundet)	**639**	**251**	**149**	**239**

Quelle: Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz, Kanal- und Kläranlagennachbarschaften ÖWAV 2008, Folge 18

In Summe fielen im Jahr 2007 rund 36.791 t kommunale und gewerbliche Klärschlämme, die in Faultürmen der Kläranlagen behandelt wurden, an. Der Rest von rund 9.858 t Klärschlämmen gewerblicher und kommunaler Herkunft stammt aus aerober Behandlung. Abbildung 40 stellt die aus Gewerbe und Kommunen stammenden Klärschlämme nach deren Behandlung und Verbleib mengenmäßig dar.

Abbildung 40: Anaerobe und aerobe Behandlung von gewerblichen und kommunalen Klärschlämmen in Oö. und deren Verbleib im Jahr 2007 als Sankey-Diagramm (in t TM)



Quelle: Eigene Darstellung

Bei der Stabilisierung wird organische Trockenmasse abgebaut, sodass die oben angeführten Mengen mit einem Faktor 1,66 für die Szenarien multipliziert werden müssen, um die in die Stabilisierung eingehende Klärschlammmenge zu erhalten.[184]

[184] Bei stabilisiertem Klärschlamm wird ein oTS Gehalt von 50% angenommen. Vor der Stabilisierung beträgt dieser Wert 70 %. Die absolute aTS-Menge verändert sich nicht.

5.2.1.4 Berechnung der theoretisch angefallenen Menge von relevanten tierischen Nebenprodukten

Anhand von Berechnungen sollen die theoretisch angefallenen Mengen an tierischen Nebenprodukten der Kategorie 3 und 2, welche bei Schlachtungen von Nutztieren und Fleischverarbeitung im Jahr 2007 angefallen sind, abgeschätzt werden. Als Basis für die Berechnungen wurden folgende Daten herangezogen:

- Daten der Statistik Austria über die untersuchten Schlachtungen des Jahres 2007[185]
- Daten der Statistik Austria über die durchschnittlichen Lebend- und Schlachtgewichte aus dem Jahr 2007[186]
- Studie vom Umweltbundesamt über die Erhebung der Mengen an tierischen Nebenprodukten 2004-2006 des Jahres 2008[187]
- Schlachttierabgänge der einzelnen Nutztiere auf Basis von Branscheid 2005.[188]

Es muss hinsichtlich der Berechnung von tierischen Nebenprodukten in „Rohmaterial“ und „tierische Nebenprodukte in verarbeiteter Form“ unterschieden werden. Rohmaterial wird überwiegend aus Tierschlachtungen bzw. aus der anschließenden Fleischverarbeitung gewonnen und schließt Wirtschaftdünger nicht mit ein. Zu den tierischen Nebenprodukten in verarbeiteter Form wird Tiermehl und Tierfett gezählt, wobei dieses in der TKV Regau produziert wird. Im Rahmen dieses Projekts sind die in Oberösterreich angefallenen tierischen Nebenprodukte bzw. Rohmaterialien relevant.

Für die theoretische Abschätzung wurden die Daten der Statistik Austria über die durchschnittlichen Lebend- und Schlachtgewichte der unterschiedlichen Nutztiere herangezogen. In Tabelle 59 werden die Lebend- und Schlachtgewichte von Rind, Kalb, Schwein, Schaf, Ziege und Geflügel (Huhn) im Jahr 2007 gegenübergestellt:

[185] Vgl. Statistik Austria 2007.
[186] Vgl. Statistik Austria 2007a.
[187] Vgl. Umweltbundesamt 2008.
[188] Vgl. Branscheid 2005.

Tabelle 59: Durchschnittliche Lebend- und Schlachtgewichte der Nutztiere in kg im Jahr 2007

Nutztier	Durchschnittl. Lebendgewicht in kg	Durchschnittl. Schlachtgewicht in kg
Pferde gesamt	382	210
Rinder gesamt	665	355
Kälber	168	101
Schweine gesamt	119	96
Schafe gesamt	51	23
Ziegen gesamt	27	14
Geflügel (Huhn)	1,55	1,07

Quelle: Eigene Darstellung nach Statistik Austria 2007a und Branscheid 2005

Laut Statistik Austria wurden im Jahr 2007 rund 2.406.694 Tiere in Oberösterreich geschlachtet, dies ergibt insgesamt ein durchschnittliches Schlachtgewicht von rund 306.336 t (vgl. Tabelle 60).

Tabelle 60: Zahl der Schlachtungen und Schlachtgewichte gesamt nach Nutztieren in Oberösterreich im Jahr 2007

Tier	Geschlachtete Tiere in Oö. in Stück	Schlachtgewicht gesamt in t
Pferde gesamt	185	39
Rinder gesamt	214.704	76.220
Kälber	22.661	2.289
Schweine gesamt	2.147.926	206.201
Schafe gesamt	20.477	471
Ziegen gesamt	741	10
Geflügel	19.706.903[189]	21.106
Gesamt	**2.406.694**	**306.336**

Quelle: Eigene Darstellung nach Statistik Austria 2007, 2007a

Als Schlachttierabgang kann jene Differenz zwischen Lebendgewicht zum Zeitpunkt der Schlachtung und des Schlachtgewichts bezeichnet werden. Der Schlachttierabgang setzt sich aus Schlachtabfällen, Schlachtnebenprodukten und Fleisch- und Fettabschnitten zusammen. Der Schlachttierabgang wird in der Literatur in Prozent-

[189] Vgl. Amt der Oö. Landesregierung, Jahresstatistik der Schlachtungen im Jahr 2007

anteile des Schlachtgewichtes je nach Nutztier angegeben und berechnet, obwohl dieser nicht dem Schlachtgewicht zuzurechnen ist:

„*Die (…) angeführten Faktoren zum Schlachttierabgang werden üblicherweise als Prozentanteil des Schlachtkörpergewichtes angegeben, obwohl diese nicht Teil des Schlachtkörpergewichtes sind. Da aber in der Regel das Schlachtkörpergewicht das einzige Gewicht ist, das für die Bilanzierung zur Verfügung steht, hat die Wahl einer anderen Bezugsgröße für Bilanzen keinen Sinn*“[190]

Aufgrund dieser Berechnungsweise ergibt sich z.B. für Rinder bezüglich des Lebendgewichts eine Größenordnung von etwa 170% des Schlachtgewichtes. Zu erwähnen ist, dass prinzipiell Anteile des Schlachttierabgangs genusstauglich sind, diese aber für die Vermarktung des Schlachtkörpers entfernt werden und daher hauptsächlich den Schlachtabfällen zuzurechnen sind.[191]

Nachfolgend soll in Tabelle 61 ein Überblick der Schlachttierabgänge des Schlachtgewichts nach Nutztier gegeben werden. Der jeweilige prozentuelle Anteil enthält Materialien der Kategorie 1, 2 und 3 und macht den Unterschied des Anfalls der tierischen Nebenprodukte je nach Nutztier erkennbar.

Tabelle 61: Überblick der Schlachttierabgänge des Schlachtgewichts je Nutztier

Schlachttierabgang in % des Schlachtgewichtes						
Tier	**Rind**	**Kalb**	**Schaf**	**Ziege**	**Schwein**	**Huhn**
Gesamter Schlachttierabgang	73,99	71,55	96,87	96,87	25,29	44,70

Quelle: Eigene Darstellung nach Branscheid 2005

In der Tabelle 61 ist ersichtlich, dass beispielsweise der Schlachttierabgang bei Schafen und Ziegen am höchsten ist, da hier immerhin 34,60% der tierischen Nebenprodukte bei einer Schlachtung auf Magen- und Darminhalt entfallen. Diese Nebenprodukte werden der Kategorie 2 zugezählt. Vergleicht man die Schlachttierabgänge von Schwein (25,29%) oder Geflügel (44,70%), so fallen diese günstiger aus, da diese Nutztiere nicht

[190] Vgl. Umweltbundesamt 2006, S. 16.
[191] Vgl. ebenda, S. 16f.

mit einem großen Magen-Darmtrakt belastet sind. Somit fallen bei der Schlachtung von Schweinen bzw. Geflügel weniger tierische Nebenprodukte als bei Schafen/Ziegen, Rinder und Kälber an, was somit für erstere höhere Schlachtausbeuten ergibt.

Im Rahmen dieser Studie sind tierische Nebenprodukte und Schlachtabfälle der Kategorie 3 bzw. 2, falls keine Untersuchungsergebnisse entgegensprechen, relevant. Diese sind zwar, wie bereits erwähnt, von „gesunden Tieren", aber nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt. Das der Kategorie 3 zugeordnete Material kann nach Art 15 TNP-Verordnung in dafür zugelassenen Biogas- und Kompostierungsanlagen verarbeitet werden. Ausgenommen davon sind Häute, Hufe, Hörner, Schweineborsten und Federn. In Tabelle 62Tabelle 62 sind die prozentuellen Anteile des Schlachttiergewichts nach Nutztier und Kategorie aufgegliedert. Blut ist zwar Bestandteil der Kategorie 3, wird hier jedoch gesondert ausgewiesen.

Tabelle 62: Anteile tierischer Nebenprodukte in Prozent nach Kategorie 2 und 3

Anteil in % des Schlachttiergewichtes	Rind	Kalb	Schaf	Ziege	Schwein	Huhn
Kategorie 3	27,02	29,28	34,53	34,53	20,13	27
Kategorie 2	18,62	14,86	3,46	3,46	4,6	9,3
Blut	5,8	5,84	6,78	6,78	3,94	4,2

Quelle: Eigene Berechnung nach Branscheid 2005

Des Weiteren sind auch die Anteile des Schlachttiergewichts der Nutztiere nach Kategorie 2 aufgelistet, da dieses Material unter bestimmten Bedingungen (Genehmigung der zuständigen Behörde) ebenfalls in dafür zugelassenen Biogas- und Kompostierungsanlagen verwertet werden darf.

Zur Mengenabschätzung des Schlachttierabgangs der Nutztiere

Im Folgenden sollen die potentiell angefallenen tierischen Nebenprodukte der Kategorie 3 und 2 je Nutztier aufgrund der Anzahl der geschlachteten Tiere und des jeweiligen Schlachttierabgangs für das Jahr 2007 berechnet werden. In Tabelle 63 findet zunächst eine beispielhafte Darstellung des Schlachttierabgangs nach den einzelnen Bestandteilen bei Rindern der Kategorie 3 statt. Hier werden als Basis die Anzahl der Rinder gesamt (Jungbullen, Kühe, Färsen, Ochsen und Rinder) herangezogen.

Tabelle 63: Schlachttierabgang bei Rindern der Kategorie 3 in % des Schlachttierkörpergewichts

Tierische Nebenprodukte der Kategorie 3	Anteil in %
Geschlinge gesamt	**4,37**
Zunge	0,56
Lunge	0,88
Herz	0,69
Leber	1,91
Niere	0,33
Restschlinge gesamt	**1,13**
Speiseröhre	0,2
Luftröhre	0,59
Kehlkopf	0,34
Magen leer gesamt	**5,1**
Pansen leer	2,94
Labmagen leer	0,73
Blättermagen leer	1,43
Milz	**0,31**
Blut	**5,58**
Fleisch u. Fleischabschnitte	**7,25**
Blase	**0,1**
Kopfhäute	**2,29**
Haut	**13,54**
Füße	**3,47**
Gallenblase leer	**0,07**
Hörner	**0**
Geschlechtsorgane	**0,82**
Gesamt Kategorie 3	**44,03**

Quelle: Eigene Darstellung nach Branscheid 2005

Bestandteile des Rindes wie Magen- und Darminhalte (18,62%) und Kopf, Augen, Därme leer, Darm- und Netzfett (11,34%) werden den Kategorien 1 bzw. 2 hinzugezählt und finden daher in den Berechnungen keine Berücksichtigung. Der Anteil an Schlachtabfällen erhöht sich jedoch um den Bestandteil Magen- und Darminhalte[192] (18,62%), wenn nach Ansicht der zuständigen Behörde keine Gefahr der Verbreitung einer schweren übertragbaren Krankheit von ihnen ausgeht. Insgesamt beträgt der Schlachttierabgang eines Rindes rund 74%, davon entfallen ca. 44% auf Material der Kategorie 3. Im Rahmen des Projektes findet die Berechnung des angefallenen Schlachtabfalls der Kategorie 3 statt, die Anteile von Hufe, Hörner, Borsten und Federn werden jedoch nicht miteingeschlossen. Bei einem Rind fallen beispielsweise 13,54% Haut und 3,47% Füße des Schlachtkörpergewichtes an und werden daher nicht mitberücksichtigt. Nach Abzug dieser Bestandteile ergibt sich ein relevanter prozentueller Anteil an Tiernebenprodukten der Kategorie 3 für Rinder von 27%.

Auf Basis der Angaben über die Schlachttierabgänge der einzelnen Nutztiere in der herangezogenen Literatur wurden neben dem Rind zusätzlich die theoretisch angefallenen Mengen an tierischen Nebenprodukten und Schlachtabfällen von Kalb, Schaf, Ziege, Schwein und Huhn ermittelt. Aufgrund fehlender Angaben über den Schlachttierabgang von Pferden und der geringen Anzahl der Schlachtungen im Jahr 2007 werden diese bei der Berechnung der in Oberösterreich gesamt angefallenen theoretischen Menge nicht berücksichtigt.

Tabelle 64: Theoretisch anfallende tierische Nebenprodukte der Kategorie 3 und 2 vom Schlachtgewicht nach Nutztiere im Jahr 2007

Tier	Nebenprodukte Kat. 3 in t	Nebenprodukte Kat. 2 in t	Anteil Blut in t
Rinder gesamt	20.595	20.595	4.421
Kälber	670	340	134
Schweine gesamt	41.508	9.485	8.124
Schafe gesamt	163	163	32
Ziegen gesamt	4	4	1
Geflügel	5.699	1.963	887
Gesamt (gerundet)	**68.640**	**32.550**	**13.600**

Quelle: Eigene Berechnungen nach Branscheid 2005

[192] Relevant sind jene Magen- und Darminhalte, die von Magen und Darm getrennt sind

Auf der Grundlage der berechneten Schlachttiergewichte von Rind, Kalb, Schaf, Ziege und Geflügel ergibt dies für Oberösterreich eine theoretische Abschätzung der anfallenden tierischen Nebenprodukte und Schlachtabfälle[193] der Kategorie 3 von 68.638 t im Jahr 2007. Daraus entfallen rund 20% auf Blut, das entspricht einer Menge von 13.598 t. Zusätzliches Potential kann im Material der Kategorie 2 der jeweiligen Nutztiere gesehen werden. Diese können, wenn von ihnen nach Ansicht der Behörde keine Gefahr der Verbreitung von schweren übertragbaren Krankheiten ausgeht, in Biogas- und Kompostierungsanlagen verarbeitet werden. Den tierischen Nebenprodukten der Kategorie 2 werden Magen- und Darminhalte hinzugezählt.

Die theoretische Menge (Obergrenze), die aufgrund der oben angestellten Betrachtungen und Berechnungen in Biogasanlagen eingebracht werden könnten, wären rund 68.600 t der Kategorie 3 sowie 50% der Menge von Kategorie 2, was einer Menge von rund 16.300 t entspräche.

5.2.2 Darstellung der Szenarien

Für die Trendprojektion wurden vier Szenarien gebildet:

- **Szenario 1:** Fiktive Umschichtung der gesamten gesammelten Menge an Biotonnenabfällen und Grünschnitt des Jahres 2007 in Biogasanlagen unter Berücksichtigung der derzeit gültigen rechtlichen Rahmenbedingungen
- **Szenario 2:** Maximierung des biogenen Sammelaufkommens für 2012 , wobei die neu hinzukommenden Mengen ausschließlich in Kompostierungsanlagen verwertet werden
- **Szenario 3:** Umschichtung der maximierten Mengen von Abfällen biogenen Ursprungs des Jahres 2012 in Kompostierungs- und Biogasanlagen in Oö. unter Berücksichtigung der derzeit gültigen rechtlichen Rahmenbedingungen sowie der Sammlungs- und Verwertungsstrukturen in den einzelnen Bezirken
- **Szenario 4:** Umschichtung der maximierten Mengen von Abfällen biogenen Ursprungs und Klärschlämme 2012 in Biogasanlagen ohne Berücksichtigung der rechtlicher Rahmenbedingungen

[193] Ausgenommen sind Häute, Hufe, Hörner und Felle der einzelnen Nutztiere.

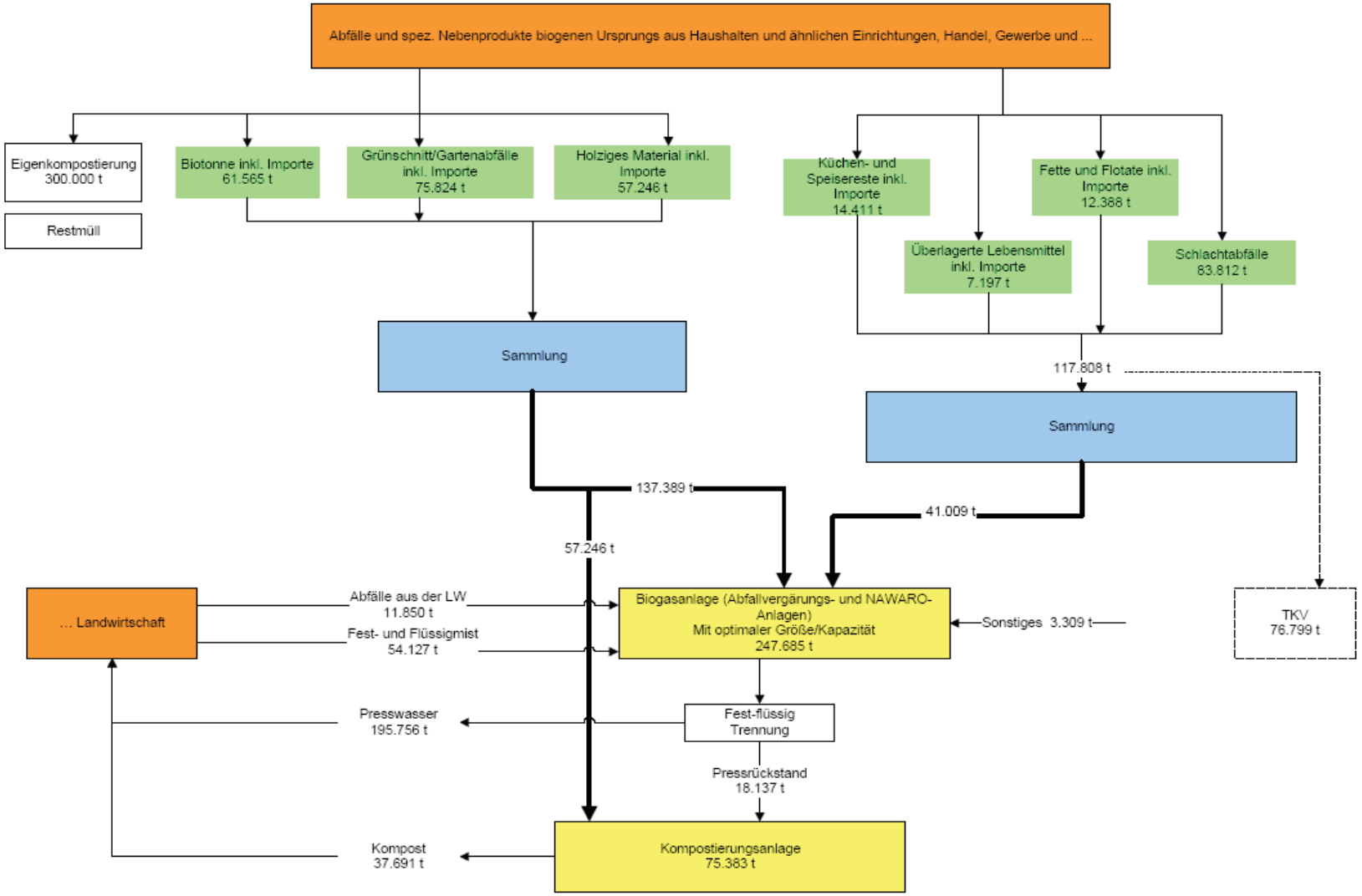
Im Folgenden sollen die einzelnen Szenarien und die zu Grunde liegenden Annahmen kurz beschrieben werden.

5.2.2.1 Szenario 1: Fiktive Umschichtung der gesamten gesammelten Menge an Biotonnenabfällen und Grünschnitt des Jahres 2007 in Biogasanlagen unter Berücksichtigung der derzeit gültigen rechtlichen Rahmenbedingungen

In diesem Szenario findet eine Umschichtung der im Jahr 2007 gesammelten biogenen Mengen statt. Der Fokus liegt auf jenen Stoffflüssen, die aus kommunaler, gewerblicher und landwirtschaftlicher Herkunft stammen und biotechnisch bzw. thermisch verwertet werden. Dabei werden die Mengenflüsse nach den aggregierten Kategorien, welche derzeit in Kompostierungsanlagen eingehen, in bestehende Biogasanlagen mit freien und bewilligten Kapazitäten unter Berücksichtigung von räumlichen Aspekten oder - falls aus Mengengründen erforderlich - in neu zu errichtende Anlagen umgelenkt. Diese Projektion konzentriert sich auf die Landesebene von Oberösterreich, wobei sowohl die gegenwärtigen rechtlichen Grundlagen (wie z.B. KlärschlammVO, Bodenschutzgesetz, Oö. AWG) als auch ökonomische Rahmenbedingungen (Einspeisetarif im Rahmen des Ökostromgesetzes) Berücksichtigung finden. In Abbildung 41 wird die Mengenumschichtung von biogenen Abfällen in die Biogasproduktion durch die verstärkten Pfeile sichtbar gemacht. Darüber hinaus werden die Mengenströme als Sankey-Diagramm dargestellt.

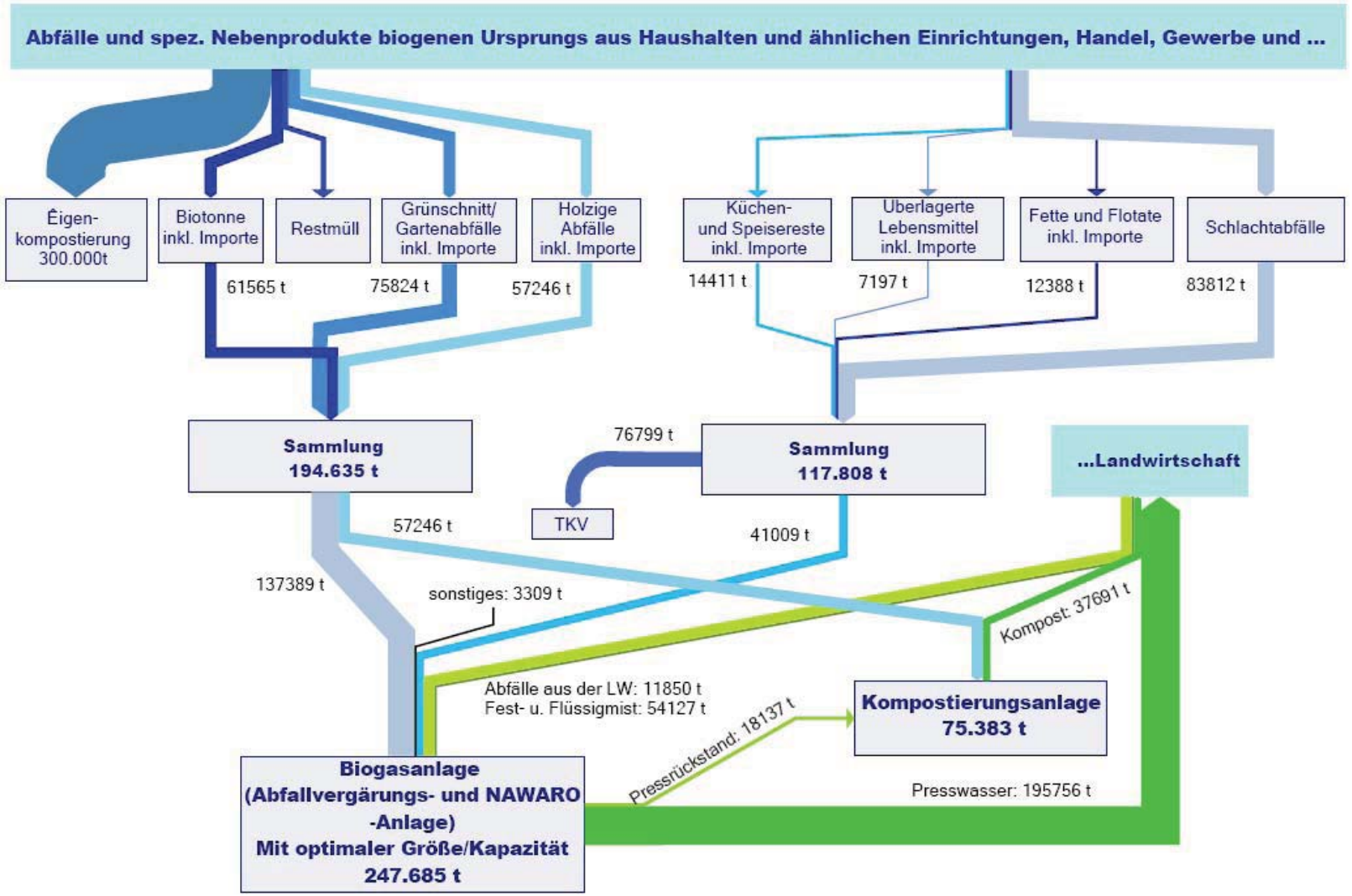
Es ist darauf hinzuweisen, dass es sich um eine rein fiktive vergangenheitsorientierte Betrachtung handelt, da Zahlen des Jahres 2007 verwendet werden und - darüber hinaus - auf strukturelle Gegebenheiten in den Bezirken nicht Rücksicht genommen wird.

Abbildung 41: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 1



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 42: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 1 als Sankey-Diagramm



Quelle: Eigene Darstellung

Für das Szenario 1 wird von folgenden Annahmen bezüglich der biogenen Mengen ausgegangen:

- Hinsichtlich der Kategorien „Biotonne“, „Grünschnitt- und Gartenabfälle“ und „Holziges Material“ werden basierend auf dem IST-Zustand die gesammelten Mengen vom Jahr 2007 (kommunal und gewerblich), die in Kompostierungsanlagen oder Biogasanlagen verwertet werden, herangezogen.
- Die Mengen an theoretisch angefallenen „Küchen- und Speiseresten“ werden nach dem Vorarlberger Modell berechnet und angenommen.
- Hinsichtlich der Schlachtabfälle und tierischen Nebenprodukte steht jene Menge im Mittelpunkt, die in Biogas- und Kompostierungsanlagen 2007 gegangen ist.
- Des Weiteren werden bei den Fraktionen, „Überlagerte Lebensmittel“, „Fette und Flotate“ „Abfälle aus der Landwirtschaft“ und „Sonstiges“ die 2007 gesammelten Mengen ebenso wie die derzeitigen Verwertungswege als gegeben und konstant angenommen.
- Bei Fest- und Flüssigmist wird jene Menge angenommen, die 2007 in Biogas- und Kompostierungsanlagen verarbeitet wurde.
- Weder gewerbliche noch kommunale Klärschlämme finden in diesem Szenario Berücksichtigung

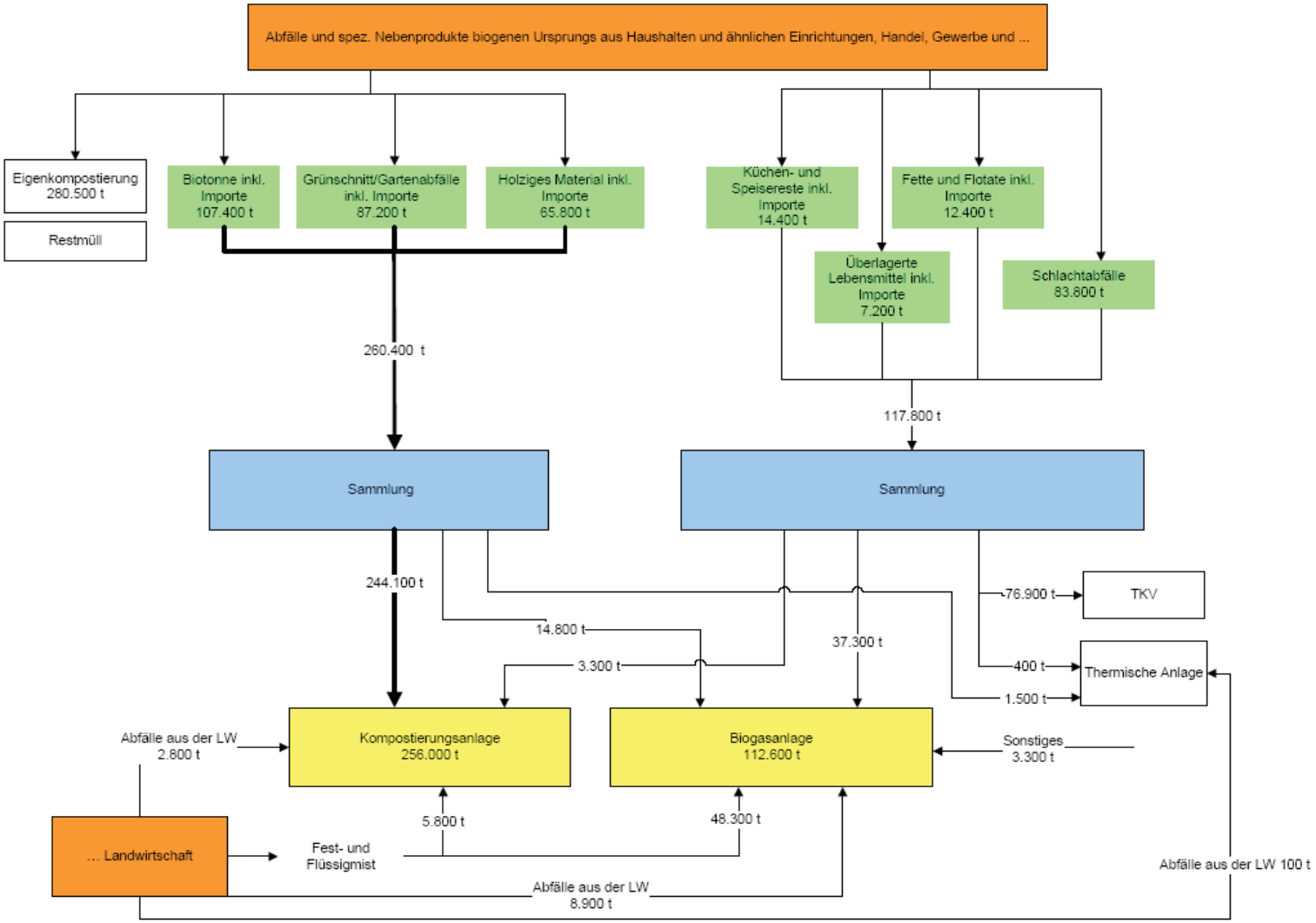
In diesem Szenario werden somit jene Reduktionspotentiale treibhauswirksamer Gase festgestellt, die derzeit durch Umlenkung der Stoffströme von Kompostierungs- zu Biogasanlagen erreicht werden können. Bei der Berechnung der CO_2-Emissions-Äquivalente werden auch Sammlung und Transport mitberücksichtigt.

5.2.2.2 Szenario 2: Maximierung des biogenen Sammelaufkommens für 2012 , wobei die neu hinzukommenden Mengen ausschließlich in Kompostierungsanlagen verwertet werden

In diesem Szenario werden die Mengen von Abfällen biogenen Ursprungs für das Jahr 2012 erhöht. Die Verwertungsmenge der Abfälle biogenen Ursprungs in Biogasanlagen erfolgt analog zu 2007. Dies heißt dass die Mehrmengen ausschließlich in Kompostierungsanlagen verwertet werden. Die Darstellung der Mengenströme in Szenario 2 erfolgt lediglich auf Landesebene.

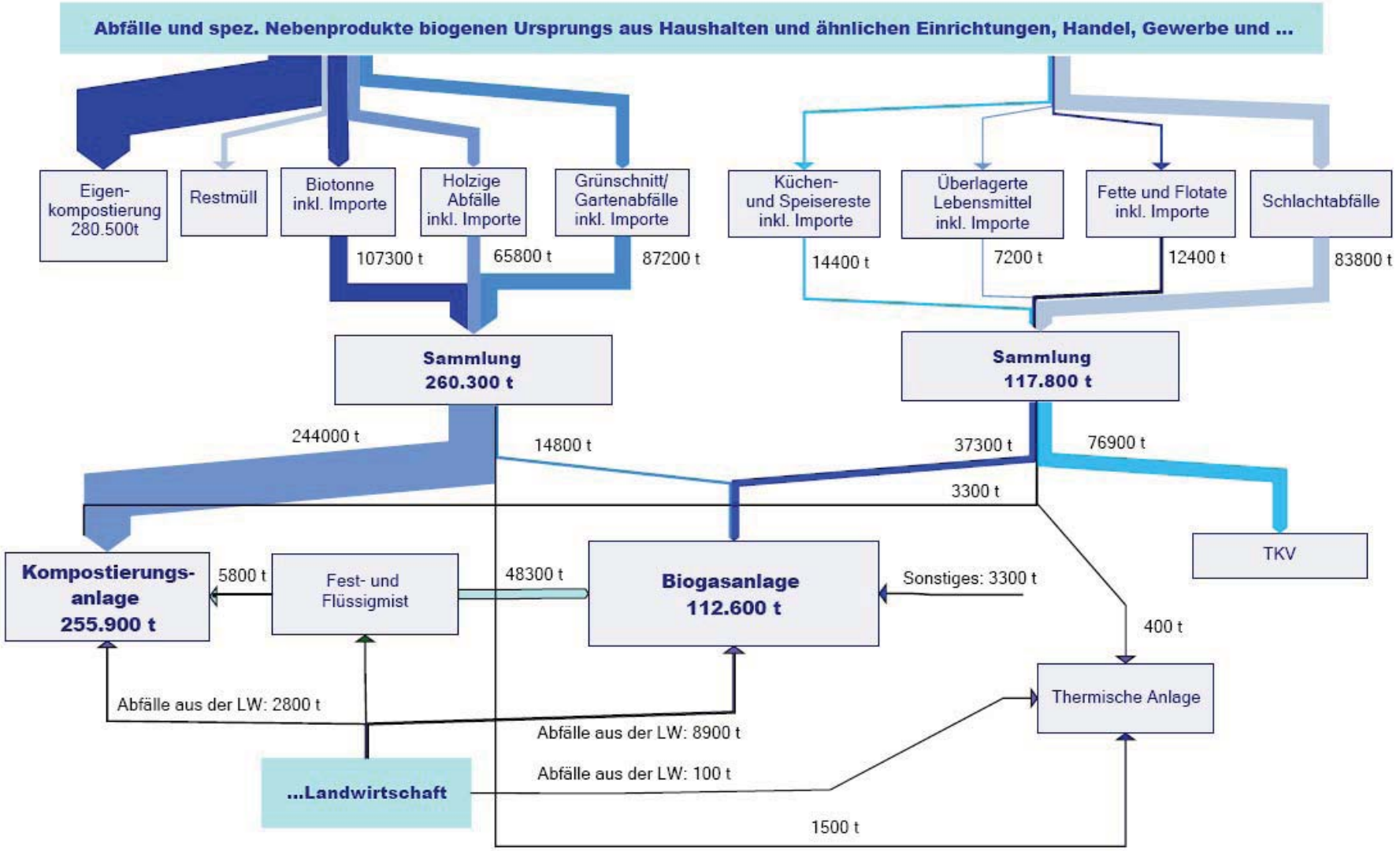
In Abbildung 43 sind die Mengenströme der Abfälle biogenen Ursprungs in die derzeitigen Anlagen mit den gegebenen Kapazitäten ersichtlich. Die verstärkten Pfeile bei den Fraktionen Biotonne, Grünschnitt bzw. Gartenabfälle inkl. Holziges Material weisen auf die Maximierung dieser Mengen hin. Des Weiteren werden die Mengenströme dieses Szenarios als Sankey-Diagramm dargestellt.

Abbildung 43: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 2



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 44: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 2 als Sankey-Diagramm



Quelle: Eigene Darstellung

Szenario 2 liegen folgende Annahmen zugrunde:

- Fraktion Biotonne: Alle Einwohner bzw. Bürger haben das gleiche Entsorgungsverhalten und der Anschlussgrad der Biotonne beträgt 100% in den Staturstädten Linz, Wels und Steyr und durchschnittlich 60% in den Bezirken. Hier soll für das Jahr 2012 eine Erhöhung der Sammelmenge auf rund 107.400 t[194] stattfinden. Die Mehrmengen gegenüber dem Jahr 2007 werden in Kompostierungsanlagen verwertet. In Biogasanlagen geht die gleiche Menge wie 2007.
- „Grünschnitt- und Gartenabfälle inkl. Holziges Material": Es erfolgt eine Ermittlung einer neuen Kennzahl anhand der Korrelation mit den Biotonnenmengen. Biotonnen- und Grünschnittmengen (inkl. Holziges Material) werden somit gemäß dem neuen Anschlussgrad ermittelt. Es wird angenommen, dass sich der Anteil von organischen Abfällen aufgrund der Maximierung durch den Anschlussgrad im Restmüll verringert. Die Menge der Grünabfälle und des Holzigen Materials soll im Vergleich zu den gesammelten Mengen 2007 für das Jahr 2012 erhöht werden. Der Zielwert beläuft sich in Summe auf rund 153.100 t[195]. Die Mehrmengen gegenüber dem Jahr 2007 werden in Kompostierungsanlagen verwertet.
- Schlachtabfälle und tierische Nebenprodukte entsprechen jenen Mengen, die 2007 in Biogas- und Kompostierungsanlagen gegangen sind.
- Des Weiteren werden bei den Fraktionen, „Überlagerte Lebensmittel", „Fette und Flotate" „Abfälle aus der Landwirtschaft" und „Sonstiges" die 2007 gesammelten Mengen ebenso wie die 2007 gewählten Verwertungswege als gegeben und konstant angenommen.
- Hinsichtlich der Kategorie „Fest- und Flüssigmist" werden jene Mengen angenommen, die 2007 in Biogasanlagen verwertet wurden.
- Kommunale und gewerbliche Klärschlämme finden keine Berücksichtigung.

[194] Diese Menge setzt sich aus der IST-Menge von „Biotonne und Mischung aus biogenen Abfällen" (60.097 t) inkl. Importe (1.500 t) und der vom Amt der Oö. Landesregierung erwarteten Mehrmenge von rund 45.700 t zusammen (vgl. auch Kapitel 5.2.1.1, Tabelle 46). Dieser Wert wird des Weiteren für Szenario 2 und 4 als Zielwert herangezogen.

[195] Diese Menge setzt sich aus der IST-Menge von „Grünabfälle inkl. Holziges Material" (132.550 t) inkl. Importe (550 t) und der vom Amt der Oö. Landesregierung erwarteten Mehrmenge von rund 20.000 t zusammen (vgl. auch Kapitel 5.2.1.1, Tabelle 46). Dieser Wert wird des Weiteren für Szenario 2 und 4 als Zielwert herangezogen.

- Bezüglich der Eigenkompostierung wird von der Annahme ausgegangen, dass mit erhöhtem Anschlussgrad sowohl bei Biotonne als auch bei Grünschnitt- und Gartenabfällen die Eigenkompostierung in den Haushalten zurückgeht. Auf Landesebene soll eine Reduktion der eigenkompostierten Mengen um rund 19.500 t erfolgen. Der Zielwert der Gesamtmenge, die in die Eigenkompostierung gehen, liegt für das Jahr 2012 bei 280.500 t[196].

Die Reduktionspotentiale treibhauswirksamer Gase werden wie in den anderen Szenarien mittels CO_2-Emissions-Äquivalenten unter Berücksichtigung von Sammlung und Transport berechnet.

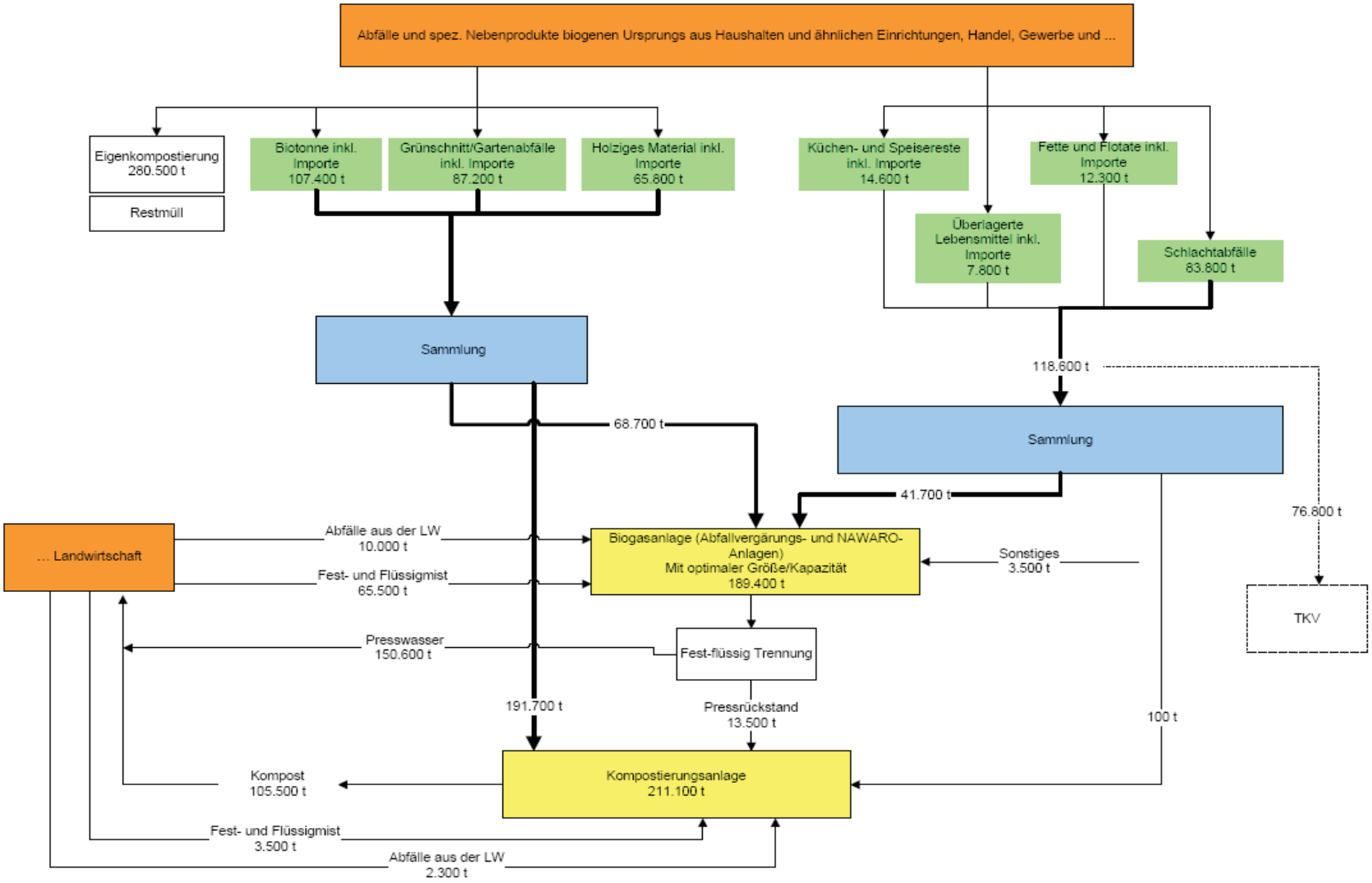
5.2.2.3 Szenario 3: Umschichtung der maximierten Mengen von Abfällen biogenen Ursprungs 2012 in Kompostierungs- und Biogasanlagen in Oö. unter Berücksichtigung der derzeit gültigen rechtlichen Rahmenbedingungen sowie der Sammlungs- und Verwertungsstrukturen in den einzelnen Bezirken

Das Szenario 3 konzentriert sich auf die Maximierung des Sammelaufkommens von Abfällen biogenen Ursprungs auf Ebene des Landes Oberösterreich. Der Fokus liegt auf jenen Stoffflüssen, welche aus kommunaler, gewerblicher und landwirtschaftlicher Herkunft stammen und in die biotechnische Verwertung eingehen können. Es sollen die Mengenflüsse nach den aggregierten Fraktionen unter bestimmten Bedingungen maximiert werden, um diese in Folge sinnvoller Weise in bestehende Biogasanlagen bzw. Kompostierungsanlagen mit freien und bewilligten Kapazitäten unter Berücksichtigung von räumlichen Aspekten und in neu zu errichtende Biogas- und Kompostierungsanlagen umzulenken. Hier sollen sowohl die gegenwärtigen rechtlichen Grundlagen als auch ökonomische Rahmenbedingungen (Einspeisetarif im Rahmen des Ökostromgesetzes) Berücksichtigung finden.

In Abbildung 45 werden die zusätzlichen Mengenströme als auch die Mengenumschichtung von Abfällen biogenen Ursprungs in die Biogasproduktion durch die verstärkten Pfeile sichtbar gemacht. Die Mengenverteilung der Abfälle biogenen Ursprungs in Kompostierungs- und Biogasanlagen wurde mit Absprache des Auftraggebers festgelegt.

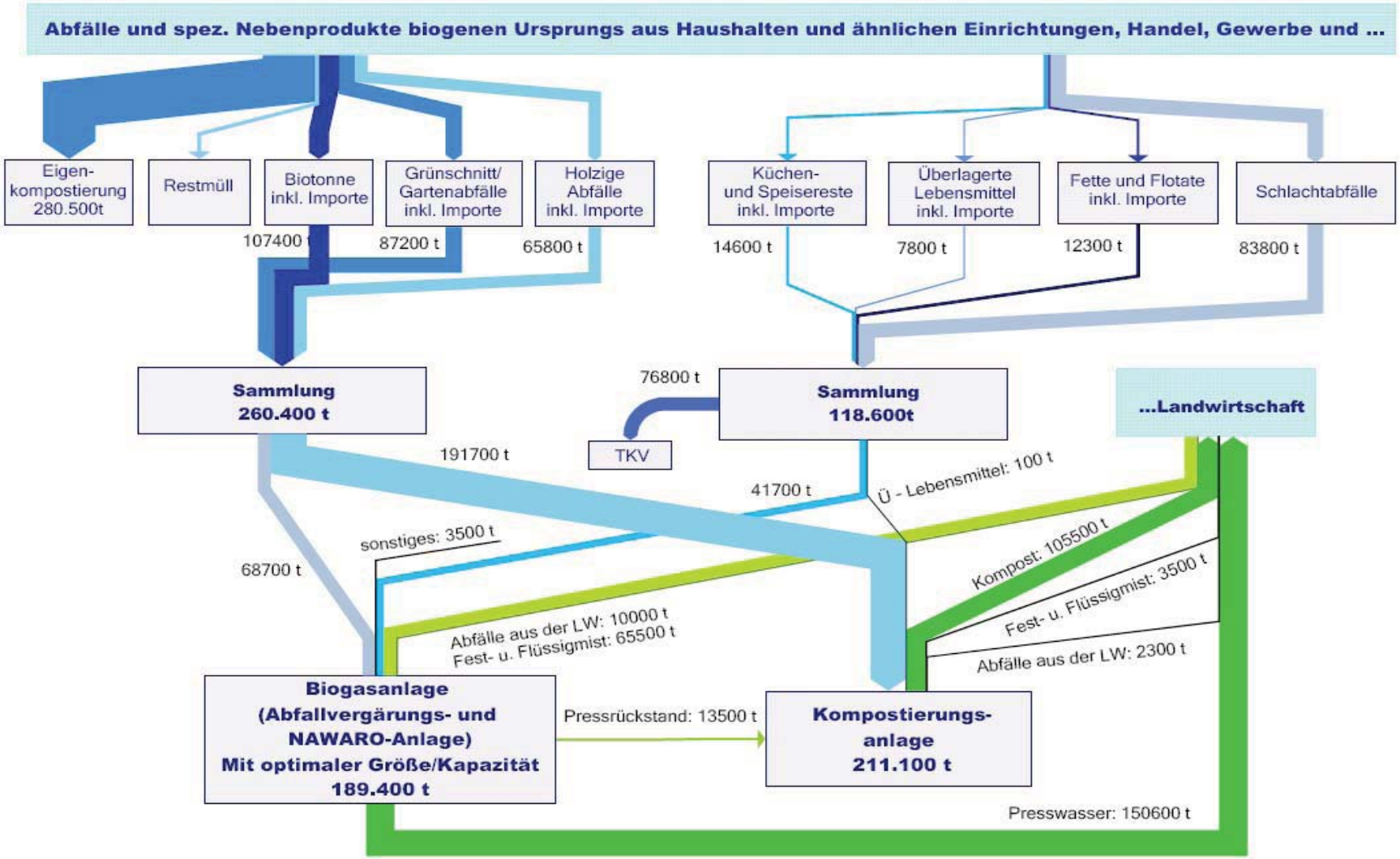
[196] Vgl. Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz.

Abbildung 45: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 3



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 46: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 3 als Sankey-Diagramm



Quelle: Eigene Darstellung

Bei der Berechnung der maximierten Mengenströme nach den aggregierten Kategorien werden folgende Annahmen zugrunde gelegt:

- Fraktion Biotonne: Alle Einwohner bzw. Bürger haben das gleiche Entsorgungsverhalten und der Anschlussgrad der Biotonne beträgt 100% in den Statutarstädten Linz, Wels, Steyr und durchschnittlich 60% in den Bezirken. Hier soll eine Erhöhung gegenüber dem Jahr 2007 angestrebt werden. Der Zielwert beträgt für 2012 rund 107.400 t, welcher gemäß den Kapazitäten in den einzelnen Bezirken und mit Absprache des Auftraggebers in Kompostierungs- und Biogasanlagen verarbeitet wird. Diese SOLL-Menge für Biotonne setzt sich aus der IST-Menge von „Biotonne und Mischung aus biogenen Abfällen“ (60.097 t) inkl. Importe (1.500 t) und der vom Amt der Oö. Landesregierung erwarteten Mehrmenge von rund 45.700 t zusammen.
- „Grünschnitt- und Gartenabfälle inkl. Holziges Material“: Es erfolgt eine Ermittlung einer neuen Kennzahl anhand der Korrelation mit den Biotonnenmengen. Biotonnen- und Grünschnittmengen (inkl. Holziges Material) werden somit gemäß dem Anschlussgrad ermittelt. Die Menge der Grünabfälle und des Holzigen Materials soll im Vergleich zu den gesammelten Mengen 2007 für das Jahr 2012 erhöht werden. Der Zielwert beläuft sich auf rund 153.100 t. Die SOLL-Menge für Grünschnitt/Holziges Material setzt sich aus der IST-Menge von „Grünabfälle und Holziges Material“ (gesamt 132.550 t) inkl. Importe (550 t) und der vom Amt der Oö. Landesregierung erwarteten Mehrmenge von rund 20.000 t zusammen (vgl. auch Kapitel 5.2.1.1, Tabelle 47). Des Weiteren wird angenommen, dass sich der biogene Anteil im Restmüll aufgrund der Maximierung durch den Anschlussgrad verringert.
- Die Menge an Schlachtabfällen und tierischen Nebenprodukten, die bereits 2007 in Biogas- und Kompostierungsanlagen gegangen ist, geht nun zur Gänze in Biogasanlagen. Jene Mengen an Schlachtabfällen und tierischen Nebenprodukten, die 2007 in der TKV verarbeitet wurden, bleiben konstant.
- Die Mengen an theoretisch angefallenen „Küchen- und Speiseresten“ werden nach dem Vorarlberger Modell berechnet und angenommen. Diese werden zur Gänze in Biogasanlagen verarbeitet.
- Des Weiteren werden bei den Fraktionen, „Überlagerte Lebensmittel“, „Fette und Flotate“ „Abfälle aus der Landwirtschaft“ und „Sonstiges“ die 2007

gesammelten Mengen als konstant angenommen. Hier ergeben sich aufgrund von Rundungen Differenzen zwischen IST- und SOLL-Menge.

- In den Abfallvergärungsanlagen werden auch Wirtschaftsdünger (Fest- und Flüssigmist) eingesetzt. Dabei schwanken die Mengen zwischen 10 und 70%. Für das Szenario 3 war es somit notwendig Mengen für Fest- und Flüssigmist festzulegen. Da keine Einzelanlagenbetrachtung durchgeführt wurde, war es notwendig, die Wirtschaftsdüngermenge abzuschätzen. Ausgehend von der IST-Situation wurde der Anteil der Fest- und Flüssigmistmenge an den insgesamt in Biogasanlagen eingehenden Abfällen ermittelt, welcher einen Anteil von ca. einem Drittel einnimmt.
- Bezüglich der Eigenkompostierung folgt die Annahme, dass mit erhöhtem Anschlussgrad sowohl bei Biotonne als auch bei Grünschnitt- und Gartenabfällen die Eigenkompostierung in den Haushalten zurückgeht. Diese Reduktion wird im Rahmen dieses Szenarios nicht quantifiziert, da die Eigenkompostierung eine Restgröße darstellt. Auf Landesebene soll in der Eigenkompostierung eine Reduktion der Mengen von rund 19.500 t erfolgen und 280.500 t betragen.

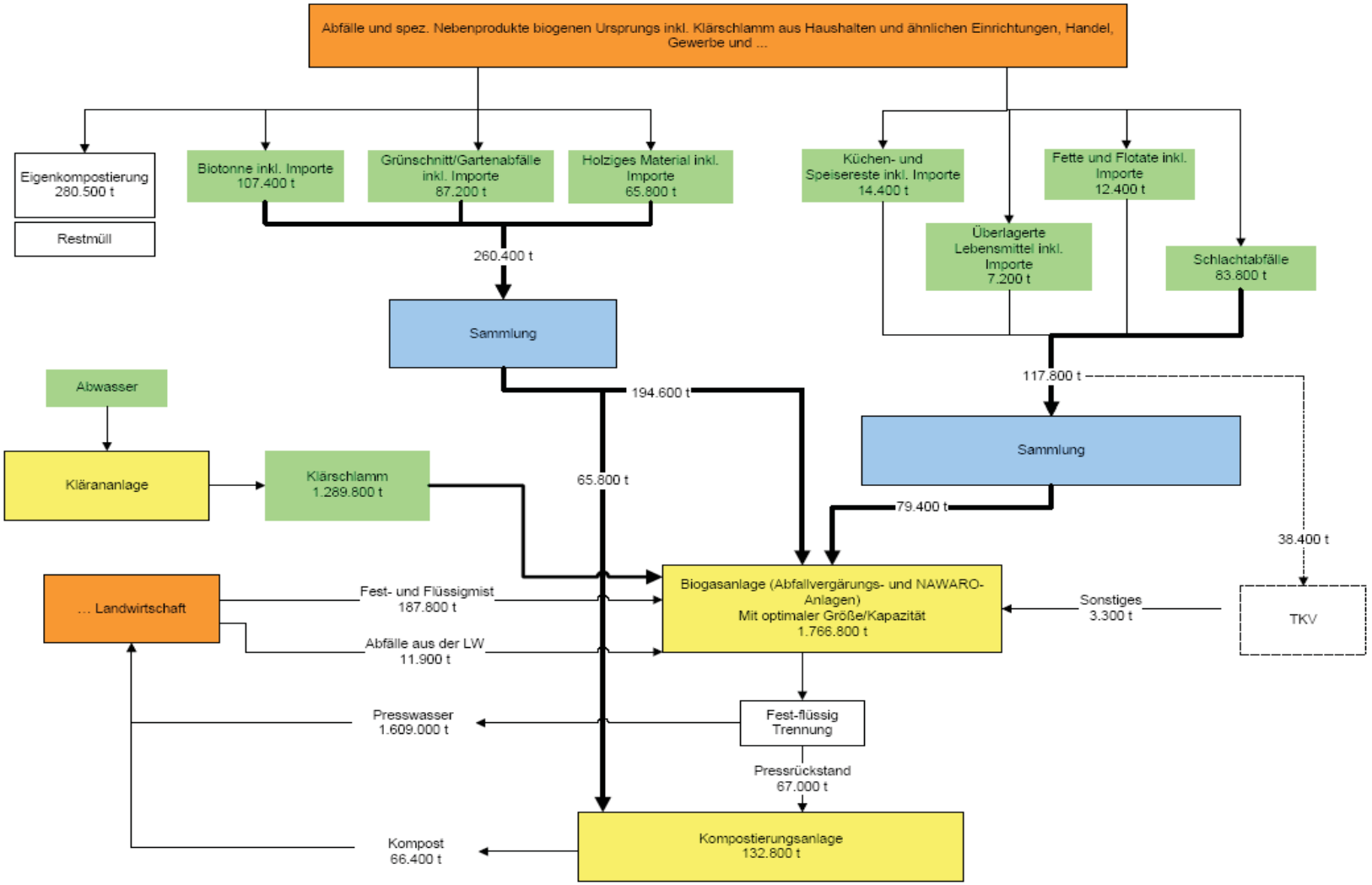
Die Reduktionspotentiale treibhauswirksamer Gase werden wie in den anderen Szenarien mittels CO_2-Emissions-Äquivalenten unter Berücksichtigung von Sammlung und Transport berechnet.

5.2.2.4 Szenario 4: Umschichtung der maximierten Mengen von Abfällen biogenen Ursprungs und Klärschlämmen 2012 in Biogasanlagen ohne Berücksichtigung rechtlicher Rahmenbedingungen

Im Szenario 4 soll eine Maximierung der Verwertung von Abfällen biogenen Ursprungs von Haushalten, Kommunen, des Gewerbes und der Industrie sowie der Landwirtschaft auf oö. Landesebene erfolgen. Einerseits werden die Mengenflüsse nach den aggregierten Fraktionen unter bestimmten Bedingungen maximiert und andererseits werden Stoffströme von den bestehenden Kompostierungsanlagen zu Biogasanlagen (bestehende mit freier Kapazität, neue, für die Nutzung dieser Anlagen optimierte Anlagen) unter Berücksichtigung von räumlichen Aspekten umgelenkt. Im Gegensatz zu anderen Szenarien sieht Szenario 4 keine Berücksichtigung der gegenwärtigen rechtlichen Rahmenbedingungen (wie z.B. KlärschlammVO, Oö. Bodenschutzgesetz, Oö. AWG, Ökostromgesetz) vor, da in diesem Szenario nach technischen und nicht nach rechtlichen und betriebswirtschaftlichen Bedingungen vorgegangen wird.

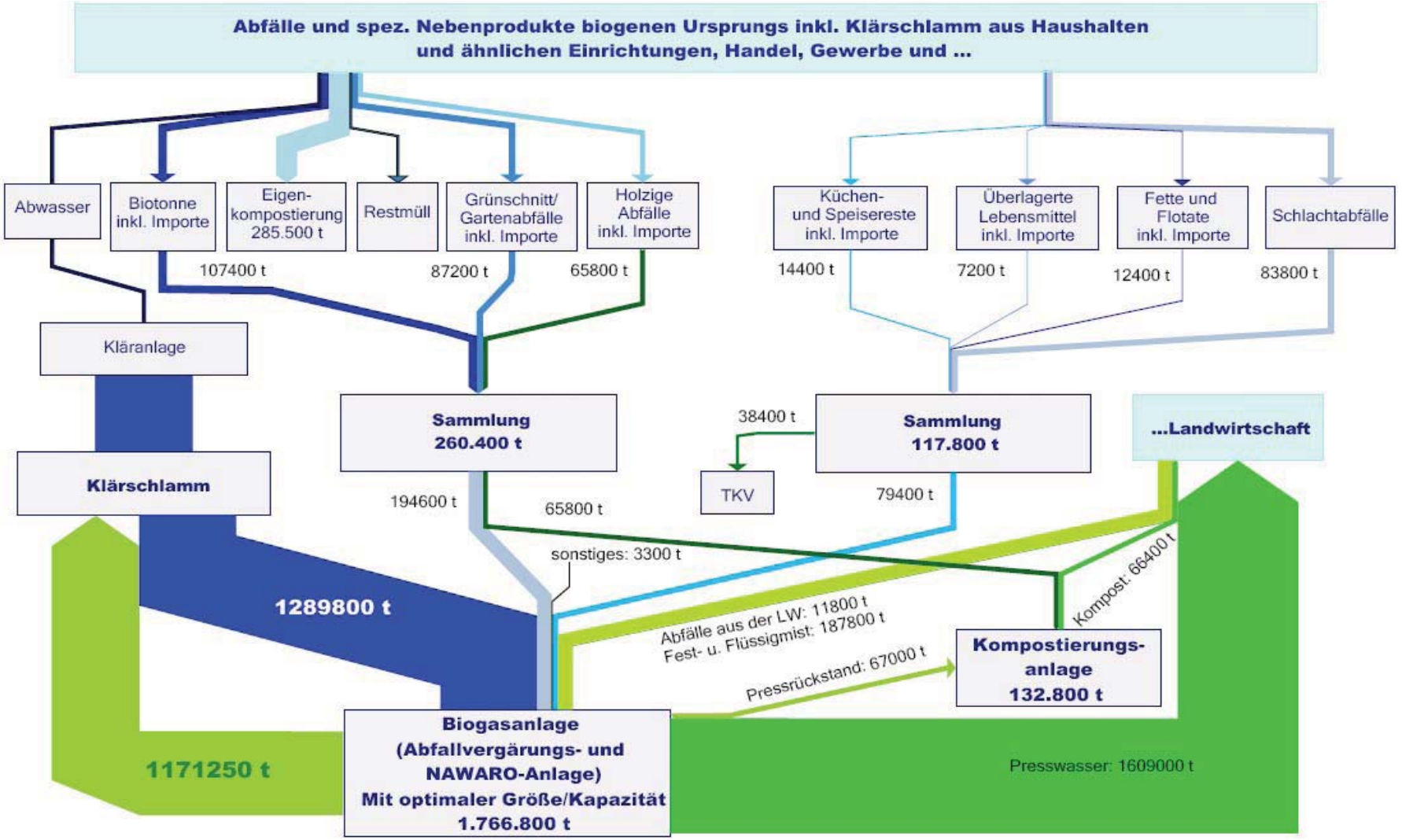
In Abbildung 47 wird die Mengenumschichtung der gesammelten und verarbeiteten Abfälle biogenen Ursprungs in die Biogasproduktion auf Landesebene durch die verstärkten Pfeile sichtbar gemacht. Die Mengenströme dieses Szenarios werden auch in einem Sankey-Diagramm (vgl. Abbildung 48) dargestellt.

Abbildung 47: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 4



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 48: Mengenströme von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft gemäß Szenario 4 als Sankey-Diagramm



Quelle: Eigene Darstellung

Diesem Szenario liegen folgende Annahmen hinsichtlich der einzelnen Fraktionen von Abfällen biogenen Ursprungs inkl. Klärschlamm zugrunde:

- Alle Einwohner bzw. Bürger haben das gleiche Entsorgungsverhalten und der Anschlussgrad der Biotonne beträgt 100% in den Staturstädten Linz, Wels und Steyr und durchschnittlich 60% in den Bezirken. Hier soll eine Erhöhung gegenüber dem Jahr 2007 angestrebt werden. Der Zielwert beträgt 107.400 t, welcher gesamt in Biogasanlagen verarbeitet wird.
- „Grünschnitt- und Gartenabfälle, inkl. Holziges Material“: Es erfolgt eine Ermittlung einer neuen Kennzahl anhand der Korrelation mit den Biotonnenmengen. Biotonnen- und Grünschnittmengen (inkl. Holziges Material) werden somit gemäß dem Anschlussgrad ermittelt. Die Menge der Grünabfälle und des Holzigen Materials soll im Vergleich zu den gesammelten Mengen 2007 für das Jahr 2012 erhöht werden. Der Zielwert beläuft sich auf 153.100 t. Hier wird der Anteil der Grünabfälle in Biogasanlagen verarbeitet, die Holzigen Abfälle gehen zur Gänze in die Kompostierung. Es wird des Weiteren angenommen, dass sich der biogene Anteil im Restmüll aufgrund der Maximierung durch den Anschlussgrad verringert.
- Die Mengen an theoretisch angefallenen tierischen Nebenprodukten und Schlachtabfällen der Kategorie 3 und 2 werden berechnet. In Biogasanlagen werden jene Mengen, die bereits 2007 in Biogasanlagen und Kompostierungsanlagen behandelt wurden, sowie 50 % der Mengen, die 2007 in die Verbrennung gingen, verwertet.
- Die Mengen an theoretisch angefallenen „Küchen- und Speiseresten“ werden nach dem Vorarlberger Modell berechnet und angenommen. Diese gehen zur Gänze in Biogasanlagen.
- Die Mengen der Fraktionen „Fette und Flotate“, „Überlagerte Lebensmittel“, „Abfälle aus der Landwirtschaft“ und „Sonstiges“ inklusive deren Verwertungsweg werden als konstant (gesammeltes Aufkommen von 2007) angenommen.
- Hinsichtlich der Fest- und Flüssigmistverwertung wird, da das Potential im Vergleich zu den kommunalen Abfällen deutlich größer ist, eine Menge definiert, die das selbe Verhältnis Abfälle biogenen Ursprungs zu Wirtschaftsdünger wie im Basisszenario ergibt.

- Bezüglich der Eigenkompostierung folgt die Annahme, dass mit erhöhtem Anschlussgrad sowohl bei Biotonne als auch bei Grünschnitt- und Gartenabfällen die Eigenkompostierung in den Haushalten zurückgeht. Diese Reduktion wird im Rahmen dieses Szenarios nicht quantifiziert, da die Eigenkompostierung eine Restgröße darstellt. Auf Landesebene soll in der Eigenkompostierung eine Reduktion der Mengen von rund 19.500 t auf 280.500 t erfolgen.
- Hinsichtlich des Klärschlamms wird jene Menge ermittelt, die gegenwärtig nicht anaerob behandelt wird und daher für die Einbringung in eine Biogasanlage zur Verfügung stehen würde. Bei der Stabilisierung wird organische Trockenmasse abgebaut, sodass die Klärschlammmengen von 2007 mit einem Faktor von 1,66 multipliziert werden müssen, um die in die Stabilisierung eingehende Klärschlammmengen zu erhalten.

5.2.3 Gegenüberstellung der Untersuchungsergebnisse aus den Zeiträumen Jahr 2007 sowie Trendprojektion für das Jahr 2012

Zusammenfassend werden für die Szenarien 1-4 die jeweiligen Mengen an Abfällen biogenen Ursprungs und deren Verwertungsweg aufgezeigt. Die gesamt in Oö. verarbeitete Menge beinhaltet die Importe exklusive Exporte der Abfälle biogenen Ursprungs. Es wird angenommen, dass die Importe und Exporte konstant gemäß IST-Situation (vgl. Tabelle 36) bleiben. Die Importe werden sowohl bei der Umschichtung bzw. Maximierung der Mengenströme als auch bei der Emissionsberechnung klimarelevanter Gase in den vier Szenarien berücksichtigt. Des Weiteren erfolgt eine Aufschlüsselung jener Mengen, welche im Rahmen der Szenarienberechnung als Inputs und Outputs in Biogasanlagen für das jeweilige Szenario herangezogen wurden.

Zusammenfassende Darstellung Szenario 1

Tabelle 65: Getrennt gesammelte und verarbeitete Abfälle und spez. Nebenprodukte biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft in Oö. in Szenario 1

SNr.	Kategorisierung der Abfallarten	Gesamt in Oö. verarbeitete Menge in t [1)]			
		in Kompostierungs-anlage	in thermische Verwertung	in Biogasanlage	Gesamt
92101, 92401	Biotonne und Mischung von biogenen Abfällen			61.565	61.565
92102	Grünabfälle			75.824	75.824
92104, 92105, 92116	Holzige Abfälle	57.246			57.246
92410, 92502	Fest- und Flüssigmist			54.127	54.127
92106	Abfälle aus der Landwirtschaft			11.850	11.850
92103	Überlagerte Lebensmittel			7.197	7.197
92403, 92504	Fette und Flotate			12.388	12.388
92510	Schlachtabfälle		76.799	7.013	83.812
92402	Küchen- und Speisereste			14.411	14.411
	Sonstiges			3.309	3.309
	Gesamt	**57.246**	**76.799**	**247.685**	**381.730**
	Eigenkompostierung				300.000
	Gesamt (inkl. Eigenkompostierung)	**57.246**	**76.799**	**247.685**	**681.730**

Quelle: Eigene Berechnung

[1)] Die gesamt in Oö. verarbeitete Menge beinhaltet die Importe exklusive Exporte von Abfällen biogenen Ursprungs. Importe und Exporte bleiben konstant gemäß IST-Situation (vgl. Tabelle 36).

Tabelle 66: Berechnungen zu Input und Output in Biogasanlagen für Szenario 1 (2007)

Input TS in Biogasanlagen exkl. Faultürme	Menge in Szenario 1 in t
Biotonne	61.565
Küchen- und Speisereste	14.411
Grünabfälle	75.824
Klärschlamm in gemeinsame Biogasanlagen	0
Abfälle aus der Landwirtschaft	11.850
Überlagerte Lebensmittel	7.197
Fette und Flotate	12.388
Schlachtabfälle	7.013
Sonstiges	3.309
Fest- und Flüssigmist	54.127
Gesamtmenge in Biogasanlage	**247.685**
TS in Tonnen gesamt in Biogas	53.446
oTS in Tonnen gesamt in Biogas	42.173
Abfälle zur Kompostierung	57.246
Pressrückstand zur Kompostierung	18.137
Gesamtmenge in Kompostierungsanlage	**75.383**
Output	
Biogas in Nm³	**29.725.691**
CO2 Gehalt %	43
CH4 Gehalt %	57
Energie im Gas kWh	**169.436.440**
Biogasgewicht in Tonnen	38.211
Kompost in Tonnen	37.691
Presswasser in m³	183.720
Tonnen TS in Presswasser	12.036
Fläche für Presswasser bei 25 m³/ha	7.349

Quelle: Eigene Berechnung

Zusammenfassende Darstellung für Szenario 2

Tabelle 67: Getrennt gesammelte und verarbeitete Abfälle und spez. Nebenprodukte biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft in Oö. in Szenario 2

SNr.	Kategorisierung der Abfallarten	Gesamt in Oö. verarbeitete Menge in t [1)]			
		in Kompostierungs-anlage	in thermische Verwertung	in Biogasanlage	Gesamt
92101, 92401	Biotonne und Mischung von biogenen Abfällen	94.100		13.300	107.400
92102	Grünabfälle	85.700		1.500	87.200
92104, 92105, 92116	Holzige Abfälle	64.300	1.500		65.800
92410, 92502	Fest- und Flüssigmist	5.800		48.300	54.100
92106	Abfälle aus der Landwirtschaft	2.800	100	8.900	11.800
92103	Überlagerte Lebensmittel	1.700	400	5.100	7.200
92403, 92504	Fette und Flotate			12.400	12.400
92510	Schlachtabfälle	1.600	76.800	5.400	83.800
92402	Küchen- und Speisereste			14.400	14.400
	Sonstiges			3.300	3.300
	Gesamt	**256.000**	**78.800**	**112.600**	**447.400**
	Eigenkompostierung				300.000
	Gesamt (inkl. Eigenkompostierung)	**256.000**	**78.800**	**112.600**	**747.400**

Quelle: Eigene Berechnung

[1)] Die gesamt in Oö. verarbeitete Menge beinhaltet die Importe exklusive Exporte von Abfällen biogenen Ursprungs. Importe und Exporte bleiben in diesem Szenario konstant gemäß IST-Situation (vgl. Tabelle 36).

Tabelle 68: Berechnungen zu Input und Output in Biogasanlagen für Szenario 2 (2012)

Input TS in Biogasanlagen exkl. Faultürme	Menge in Szenario 2 in t
Biotonne	13.300
Küchen- und Speisereste	14.400
Grünabfälle	1.500
Klärschlamm in gemeinsame Biogasanlagen	0
Abfälle aus der Landwirtschaft	8.900
Überlagerte Lebensmittel	5.100
Fette und Flotate	12.400
Schlachtabfälle	5.400
Sonstiges	3.300
Fest- und Flüssigmist	48.300
Gesamtmenge in Biogasanlage	**112.600**
TS in Tonnen gesamt in Biogas	21.311
oTS in Tonnen gesamt in Biogas	17.712
Abfälle zur Kompostierung	255.900
Pressrückstand zur Kompostierung	0
Gesamtmenge in Kompostierungsanlage	**256.000**
Output	
Biogas in Nm³	**12.614.530**
CO2 Gehalt %	43
CH4 Gehalt %	57
Energie im Gas kWh	**71.902.821**
Biogasgewicht in Tonnen	16.216
Kompost in Tonnen	128.000
Presswasser in m³	87.771
Tonnen TS in Presswasser	4.025
Fläche für Presswasser bei 25 m³/ha	3.511

Quelle: Eigene Berechnung

Zusammenfassende Darstellung für Szenario 3

Vorhandene Strukturen aber auch Möglichkeiten zukünftiger Sammelsysteme bestimmen die Möglichkeiten der Verteilung von gesammelten Abfällen biogenen Ursprungs in Biogas- und Kompostierungsanlagen. Da diese Strukturen, insbesondere die bestehenden Sammel- und Verwertungssysteme, sich in den letzten Jahren auf Bezirksebene unterschiedlich etabliert haben, wurde entschieden, die Potentiale der Verwertungsmöglichkeiten auf Bezirksebene zu erheben. Das entsprechende Mengengerüst stellt eine erste Näherung dar, das während der Umsetzung durch Einbezug der Bezirksabfallverbände in den nächsten Jahren angepasst werden kann. Das Mengengerüst dient zur Abschätzung entsprechender Optimierungsmöglichkeiten sowohl in Richtung Sammelmengen, Verwertungsüberlegungen als auch zur Einbindung von nicht biogenen Abfällen.

Tabelle 69: Getrennt gesammelte und verarbeitete Abfälle und spez. Nebenprodukte biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft in Oö. in Szenario 3

SNr.	Kategorisierung der Abfallarten	Gesamt in Oö. verarbeitete Menge in t [1)]			
		in Kompostierungs-anlage	in thermische Verwertung	in Biogasanlage	Gesamt
92101, 92401	Biotonne und Mischung von biogenen Abfällen	49.700		57.700	107.400
92102	Grünabfälle	76.200		11.000	87.200
92104, 92105, 92116	Holzige Abfälle	65.800			65.800
92410, 92502	Fest- und Flüssigmist	3.500		65.500	69.000
92106	Abfälle aus der Landwirtschaft	2.300		10.000	12.300
92103	Überlagerte Lebensmittel	100		7.700	7.800
92403, 92504	Fette und Flotate			12.300	12.300
92510	Schlachtabfälle		76.800	7.100	83.900
92402	Küchen- und Speisereste			14.600	14.600
	Sonstiges			3.500	3.500
	Gesamt	**197.600**	**76.800**	**189.400**	**463.800**
	Eigenkompostierung				280.500
	Gesamt (inkl. Eigenkompostierung)	**197.600**	**76.800**	**189.400**	**744.300**

Quelle: Eigene Berechnung

[1)] Die gesamt in Oö. verarbeitete Menge beinhaltet die Importe exklusive Exporte von Abfällen biogenen Ursprungs. Importe und Exporte bleiben in diesem Szenario konstant gemäß IST-Situation (vgl. Tabelle 36).

Tabelle 70: Inputs und Outputs in Biogasanlagen für Szenario 3 (2012)

Input TS in Biogasanlagen exkl. Faultürme	**Mengen in Szenario 3 in t**
Biotonne	57.700
Küchen- und Speisereste	14.600
Grünabfälle	11.000
Klärschlamm in gemeinsame Biogasanlagen	0
Abfälle aus der Landwirtschaft	10.000
Überlagerte Lebensmittel	7.700
Fette und Flotate	12.300
Schlachtabfälle	7.100
Sonstiges	3.500
Fest- und Flüssigmist	65.500
Gesamtmenge in Biogasanlage	**189.400**
TS in Tonnen gesamt in Biogas	39.918
oTS in Tonnen gesamt in Biogas	30.392
Abfälle zur Kompostierung	197.600
Pressrückstand zur Kompostierung	13.457
Gesamtmenge in Kompostierungsanlage	**211.057**
Output	
Biogas in Nm³	**22.259.995**
CO2 Gehalt %	43
CH4 Gehalt %	57
Energie im Gas kWh	**126.881.972**
Biogasgewicht in Tonnen	28.614
Kompost in Tonnen	105.528
Presswasser in m³	141.677
Tonnen TS in Presswasser	8.930
Fläche für Presswasser bei 25 m³/ha	5.667

Quelle: Eigene Berechnung

Zusammenfassende Darstellung für Szenario 4

Einen ersten Überblick, wohin mittelfristig die Reise bei der gesamthaften Verwertung von Abfällen biogenen Ursprungs in Oberösterreich gehen könnte, stellt dieses Szenario dar. Es muss nochmals darauf hingewiesen werden, dass bei diesem Szenario nur die technisch-technologischen Möglichkeiten betrachtet wurden und keine Rücksicht auf bestehende gesetzliche oder fördertechnische Rahmenbedingungen genommen wurde. Dies bedeutet, dass die erzielten Ergebnisse nicht sofort umgesetzt werden können, sondern nur als Diskussionsgrundlage für mittelfristige Strategien herangezogen werden können.

Tabelle 71: Getrennt gesammelte und verarbeitete Abfälle und spez. Nebenprodukte biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft in Oö. in Szenario 4

SNr.	Kategorisierung der Abfallarten	Gesamt in Oö. verarbeitete Menge in t[1)]			
		in Kompostierungs-anlage	in thermische Verwertung	in Biogasanlage	Gesamt
92101, 92401	Biotonne und Mischung von biogenen Abfällen			107.400	107.400
92102	Grünabfälle			87.200	87.200
92104, 92105, 92116	Holzige Abfälle	65.800			65.800
92410, 92502	Fest- und Flüssigmist[2)]			187.838	187.838
92106	Abfälle aus der Landwirtschaft			11.900	11.900
92103	Überlagerte Lebensmittel			7.200	7.200
92403, 92504	Fette und Flotate			12.400	12.400
92510	Schlachtabfälle		38.400	45.400	83.800
92402	Küchen- und Speisereste			14.400	14.400
	Sonstiges			3.300	3.300
	Gesamt	**65.800**	**38.400**	**477.038**	**581.238**
	Eigenkompostierung				280.500
	Gesamt (inkl. Eigenkompostierung)	**65.800**	**38.400**	**477.038**	**861.738**

Quelle: Eigene Berechnung

[1)] Die gesamt in Oö. verarbeitete Menge beinhaltet die Importe exklusive Exporte der Abfälle biogenen Ursprungs. Importe und Exporte bleiben in diesem Szenario konstant gemäß IST-Situation (vgl. Tabelle 36).

Tabelle 72: Inputs und Outputs in Biogasanlagen für Szenario 4 (2012)

Input TS in Biogasanlagen exkl. Faultürme	Mengen in Szenario 4 in t
Biotonne	107.400
Küchen- und Speisereste	14.400
Grünabfälle	87.200
Klärschlamm in gemeinsame Biogasanlagen	1.289.810
Abfälle aus der Landwirtschaft	11.900
Überlagerte Lebensmittel	7.200
Fette und Flotate	12.400
Schlachtabfälle	45.400
Sonstiges	3.300
Fest- und Flüssigmist	187.838
Gesamtmenge in Biogasanlage	**1.766.848**
TS in Tonnen gesamt in Biogas	163.333
oTS in Tonnen gesamt in Biogas	121.179
Abfälle zur Kompostierung	65.800
Pressrückstand zur Kompostierung	67.037
Gesamtmenge in Kompostierungsanlage	**132.837**
Output	
Biogas in Nm³	**83.255.078**
CO2 Gehalt %	43
CH4 Gehalt %	57
Energie im Gas kWh	**474.553.944**
Biogasgewicht in Tonnen	107.021
Kompost in Tonnen	66.419
Presswasser in m³	1.564.634
Tonnen TS in Presswasser	44.486
Fläche für Presswasser bei 25 m³/ha	62.585

Quelle: Eigene Berechnung

5.2.4 Reduktionspotentiale treibhauswirksamer Gase und empfohlene Maßnahmen bei der biotechnischen Verwertung von Abfällen und relevanten tierischen Nebenprodukten

Zusammenfassend erfolgt eine Darstellung der CO_2-Emissions-Äquivalente für Kompostierung und Eigenkompostierung, die in den einzelnen Szenarien aufgrund der Mengenströme ermittelt wurden. Die Berechung erfolgt gemäß den Emissionsfaktoren von Amlinger (2002, 2003)[197]. Es werden zusätzlich auch die erreichten Gutschriften durch die Biogaserzeugung ausgewiesen. Des Weiteren erfolgt die Gutschriftenberechnung für jene Biogasmenge, die lediglich durch die eingebrachten biogenen Abfälle erzeugt wurde. Hier wurde in den Szenarien der jeweilige mengenmäßige Anteil von den Fraktionen „Fest- und Flüssigmist" und „Abfälle aus der Landwirtschaft" abgezogen, um die Gutschriften von den biogenen Abfällen auszuweisen. Die Produktion von Biogas, in welcher Anwendungsform auch immer (Verstromung, Wärmegewinnung oder Einspeisung ins Erdgasnetz), verdrängt Erdgas. Laut Umweltbundesamt (2003) beträgt der Emissionswert 0,19 kg CO_2/kwh H_u[198] im Erdgas, welcher für die Berechnung der durchschnittlichen CO_2-Gutschriften für das erzeugte Biogas in den Szenarien herangezogen wurde. Da in der prognostizierten Umsetzung nicht vorausgesehen werden kann, wie sich die Biogasanlagenbetreiber verhalten, wurde somit eine direkte Substitution von Erdgas angenommen.[199]

Tabelle 73: Durchschnittliche Emissionen und Gutschriften für Szenario 1

Durchschnittliche Emissionen und Gutschriften	in t
CO_2 Emissions-Äquivalente Kompostierung	**2.500**
CO_2 Emissions-Äquivalente Eigenkompostierung	**39.390**
CO_2 Gutschriften Biogas inkl. Fest- und Flüssigmist und Abfälle aus der LW	**32.193**
CO_2 Gutschriften Biogas von biogenen Abfällen	**28.454**

Quelle: Eigene Berechnung

[197] Vgl. Kapitel 4.5.3
[198] H_u = unterer Heizwert
[199] Grundsätzlich kann Biogas entweder vor Ort verstromt werden oder nach Aufreinigung ins Erdgasnetz eingespeist werden. Das eingespeiste Austauschgas - Biogas auf Erdgasqualität aufgereinigt - kann wiederum für Heizung und/oder Stromerzeugung in zentralen Kraftwerken oder als Treibstoff für „Compressed Natural Gas"-betriebenen Kraftfahrzeugen Verwendung finden.

Tabelle 74: Durchschnittliche Emissionen und Gutschriften für Szenario 2

Durchschnittliche Emissionen und Gutschriften	In t
CO_2 Emissions-Äquivalente Kompostierung	**8.500**
CO_2 Emissions-Äquivalente Eigenkompostierung	**36.830**
CO_2 Gutschriften Biogas inkl. Fest- und Flüssigmist und Abfälle aus der LW	**13.662**
CO_2 Gutschriften Biogas von biogenen Abfällen	**10.630**

Quelle: Eigene Berechnung

Tabelle 75: Durchschnittliche Emissionen und Gutschriften für Szenario 3

Durchschnittliche Emissionen und Gutschriften	In t
CO_2 Emissions-Äquivalente Kompostierung	**7.000**
CO_2 Emissions-Äquivalente Eigenkompostierung	**36.830**
CO_2 Gutschriften Biogas inkl. Fest- und Flüssigmist und Abfälle aus der LW	**24.108**
CO_2 Gutschriften Biogas von biogenen Abfällen	**19.941**

Quelle: Eigene Berechnung

Tabelle 76: Durchschnittliche Emissionen und Gutschriften für Szenario 4

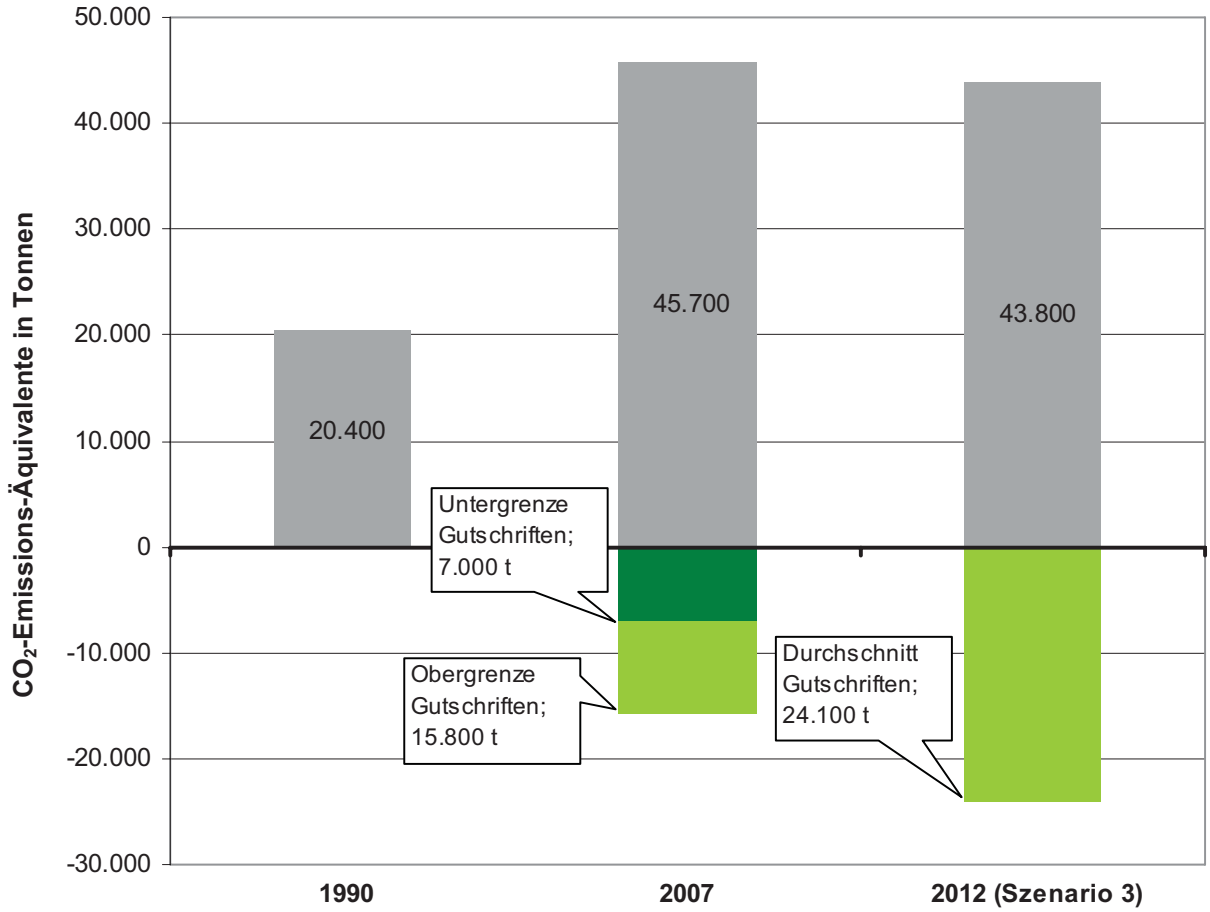
Durchschnittliche Emissionen und Gutschriften	In t
CO_2 Emissions-Äquivalente Kompostierung	**4.400**
CO_2 Emissions-Äquivalente Eigenkompostierung	**36.830**
CO_2 Gutschriften Biogas inkl. Fest- und Flüssigmist und Abfälle in der LW	**90.148**
CO_2 Gutschriften Biogas von biogenen Abfällen	**82.236**

Quelle: Eigene Berechnung

Die folgende Abbildung veranschaulicht die Entwicklung der CO_2-Emissions-Äquivalente aus der biotechnischen Behandlung für die Jahre 1990, 2007 und 2012. Zusätzlich sind die jeweiligen CO_2-Gutschriften – für das Jahr 2007 als Bandbreite und für das Jahr 2012 als Durchschnitt – ausgewiesen.[200]

[200] Bei der biotechnischen Behandlung wurden keine Lastschriften für den Stromverbrauch ausgewiesen, da es sich um geringfügige Mengen handelt. Zudem wird bei Biogasanlagen, die Strom erzeugen, der Verbrauch von elektrischem Strom aus der Eigenproduktion gedeckt.

Abbildung 49: Vergleich der CO_2-Emissionen und der CO_2-Gutschriften aus der BIOTECHNISCHEN BEHANDLUNG für die Jahre 1990, 2007 und 2012* in Oö. (in Tonnen CO_2-Emissions-Äquivalente, gerundet)



Quelle: Eigene Darstellung

* Anmerkung: Da es zur Zeit nicht abschätzbar ist, in welche Verwertung das Biogas zukünftig gehen wird bzw. welche Anpassungsmaßnahmen die gegenwärtigen Biogasanlagenbetreiber vornehmen werden, wird bei der Berechnung der CO_2-Gutschriften für das Szenario 2012 von der vollständigen Substitution von Erdgas durch das Biogas ausgegangen und - aufgrund des höheren Nutzungsgrades im Vergleich zu 2007 - eine relativ höhere Gutschrift ausgewiesen.

5.3 Umweltpolitische Zielkonflikte bei der Nutzung/Behandlung von biogenen Abfällen und relevanten tierischen/landwirtschaftlichen Nebenprodukten

Bei der Verwertung biogener Reststoffe sind unterschiedliche umweltpolitische Ziele betroffen. Wie im gesamten Abfallbereich steht die Vermeidung grundsätzlich im Vordergrund. Dies bedeutet, dass darüber nachzudenken ist, welche Vermeidungsstrategien für Abfälle biogenen Ursprungs bestehen. Ein solcher Vermeidungsschritt, der besonders von den Haushalten gesetzt werden kann, ist im Bereich Lebensmitteleinkauf zu achten, dass nur jene gekauft werden, die auch wirklich benötigt werden. Durch Lockangebote des Handels werden oft Mehrmengen (z.B. Aktion „kauf 3 zahl 2“) erworben, die dann nicht genutzt werden und sehr oft ungeöffnet im Abfall und zwar im Restmüll landen. Auch beim Kochen sollte man sich im Vorfeld überlegen, ob die zubereiteten Mengen auch tatsächlich verzehrt werden. Im Bereich des Handels gilt es darüber nachzudenken, wie mit Produkten umgegangen wird, deren Ablaufdatum sich dem Ende neigt. Die immer stärkere Kooperation mit Sozialeinrichtungen könnte hier ein Weg in die richtige Richtung sein.

Zweite Priorität einer nachhaltigen Abfallwirtschaft, kommt der Verwertung zu. Bei Abfällen biogenen Ursprungs spielt hierbei die Kreislaufschließung eine wichtige Rolle. Durch Verfahren wie die Kompostierung können Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, Kalium aber auch Mikronährstoffe, die bei der Nahrungsmittelproduktion dem Boden entnommen wurden, wieder zurückgeführt werden. Da Kompostieranlagen relativ geringe Investitionskosten aufweisen, ist es auch möglich kleinräumlich angepasste Strategien zu verwirklichen, die die Kreislaufschließung auf engstem Raum ermöglichen. Ein negativer Punkt bei der Kompostierung ist aber die Tatsache, dass Kohlenstoff ohne energetische Nutzung in CO_2 umgewandelt wird und dass für die Kompostherstellung Energie erforderlich ist. Auch die Entwicklung von Treibhausgasen (Methan, Lachgas) bei der Lagerung und Verwertung ist als Nachteil zu erwähnen.
Daher ist unter bestimmten Umständen, insbesondere wenn Abfälle mit höherem Wassergehalt einer Verwertung zugeführt werden, überlegenswert, das Material anstelle in einer Kompostierung in einer Biogasanlage zu verwerten. Dabei wird aus dem Kohlenstoff des Abfalls Methan gewonnen, welches energetisch zur Herstellung

von Strom, Wärme aber auch Treibstoffen verwendet werden kann. Da jedoch die Investitionskosten pro verwerteten Abfall deutlich größer sind, als bei der Kompostierung, wird es schwieriger kleinregionale Lösungen zu finden. Auch die Menge an Kohlenstoff, die rückgeführt werden kann, ist geringer. Um die Rückführkosten minimieren zu können, wird es notwendig sein, unterschiedlichste organische Abfälle gemeinsam zu vergären. In vielen ländlichen Gebieten sollten daher Wirtschaftsdünger und Abfälle aus Haushalten und den Kommunen gemeinsam verwertet werden. Hierfür bedarf es aber einer Änderung des Ökostromgesetzes, da derzeit nur geringe Abfallmengen in einer landwirtschaftlichen Biogasanlage verwertet werden können, ohne einen massiven Einbruch bei den Einspeisetarifen zu erleiden.

In einem Konzept mit hohem Biogasverwertungsanteil ist es wichtig, dass die holzigen Abfälle in einer nachgeschalteten Kompostierungsanlage zur Verfügung stehen. Da vermehrt auch von Biomasseheizwerken auf diese Rohstoffe zurückgegriffen wird, muss hierfür eine prioritäre Nutzung festgelegt werden. Dem Vorteil der Energiegewinnung aus den holzigen Abfällen in Biomasseheizanlagen steht jedoch der Nachteil des Verlustes an Kohlenstoff und aller Nährstoffe zur Rückführung auf die landwirtschaftlichen Flächen entgegen. Besonders der Verlust von Phosphor, einer endlichen Ressource, ist hier zu erwähnen. Daher ist es nachvollziehbar, dass derzeit Versuche laufen, Phosphor aus Aschen und Schlacken rückzugewinnen. Dabei muss jedoch der hierfür notwendige Energiebedarf mitberücksichtigt werden.

Es muss grundsätzlich angemerkt werden, dass es keine eindeutig prioritäre Verwertungsschiene gibt, sondern dass vielmehr regional angepasste Strategien zu entwickeln sein werden. Die auf Landesebene erarbeiteten Vorschläge (Szenario 3) sind hierfür als erster Ansatz zu sehen.

6 Klimarelevanz der betrachteten gesamten Abfallwirtschaft in den Jahren 1990 und 2007, kritische Betrachtung der Entwicklungen und der Möglichkeiten zur umweltwirtschaftlichen Optimierung bis zum Jahr 2012

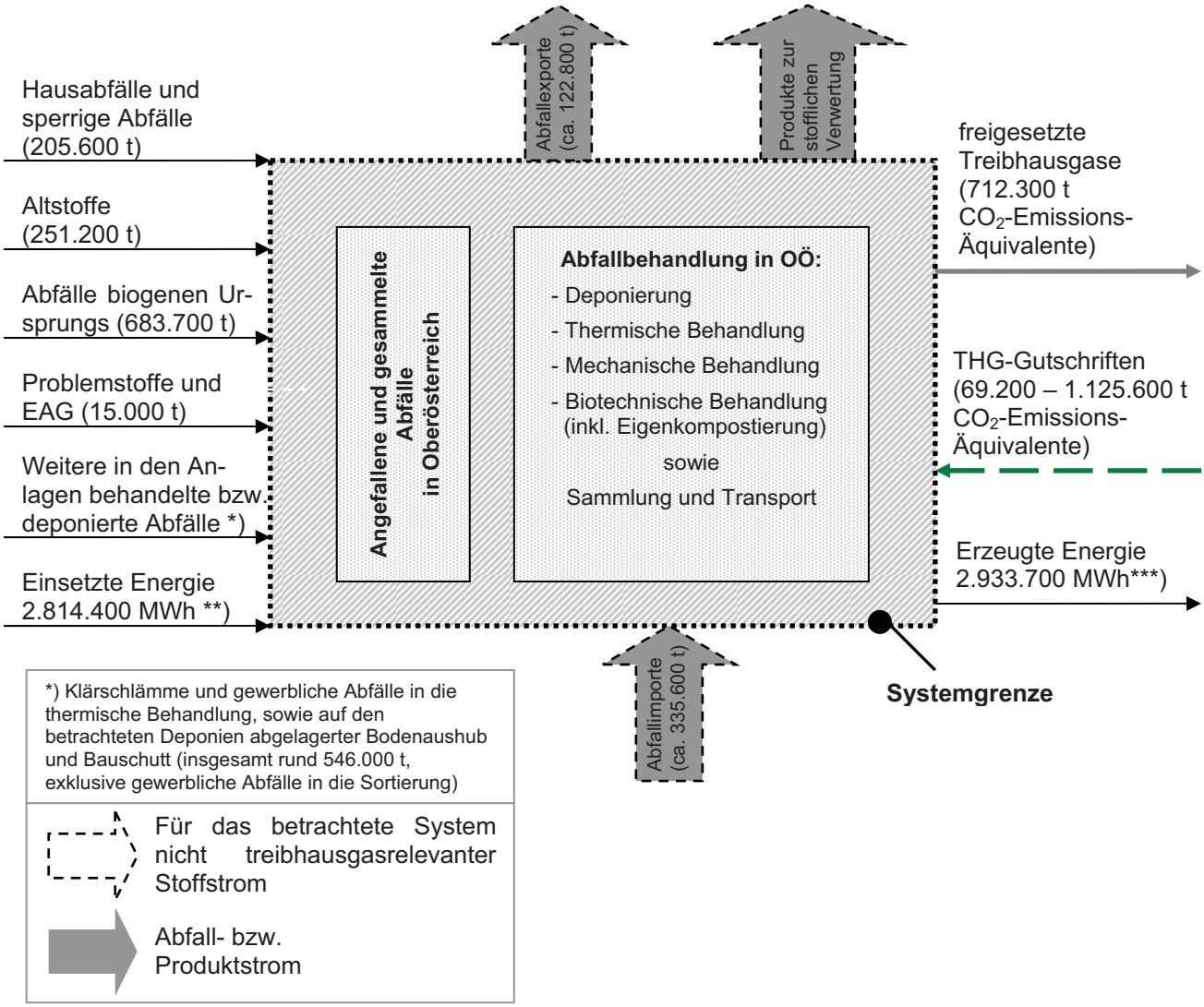
Einleitend stellt die folgende Abbildung 50 in Anlehnung an Abbildung 1 für die definierte „Gesamte oö. Abfallwirtschaft“ die Mengenströme für das Jahr 2007 dar. Insgesamt gehen rund 1.701.500 Tonnen in Oberösterreich anfallende Abfälle in das System ein.[201] Zusätzlich werden 335.600 Tonnen Abfälle importiert, die in Oberösterreich behandelt werden. Das entspricht einem Gesamtinput an 2.037.100 Tonnen. Diese Menge schließt jedoch Bodenaushub und Baurestmassen (rund 5.149.000 Tonnen) aus.[202]

Innerhalb des Systems werden die vier Abfallbehandlungsarten Deponierung, thermische Behandlung, mechanische Behandlung sowie biotechnische Behandlung (inklusive Eigenkompostierung) untersucht. Sammlung und Transport von Abfällen wird als ein alle Behandlungsschritte umfassendes Teilsystem mitberücksichtigt. Im System ausgeklammert werden Abfallexporte (rund 122.800 Tonnen) sowie die Mengen, die einer stofflichen Verwertung zugeführt werden, da es sich hierbei, wie in Kapitel 3.2.1 beschrieben, nicht (mehr) um Abfälle, sondern um Materialien mit Produkteigenschaft handelt.

Outputseitig werden rund 712.300 Tonnen klimawirksame CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Abfallbehandlung ausgestoßen. Dem Energieinput in Höhe von 2.814.400 MWh steht die durch die Abfallbehandlung erzeugte Energie (2.933.700 MWh) gegenüber. Für letztere können - je nach Annahme hinsichtlich der Substitution von Anlagen zur Energieerzeugung - CO_2-Gutschriftenin der Höhe von rund 69.200 bis 1.125.600 t CO_2-Emissions-Äquivalente ausgewiesen werden.

[201] Anmerkung: exklusive gewerbliche Abfälle, die bspw. in die Sortierung eingehen.
[202] Anmerkung: Bodenaushub und Baurestmassen werden lediglich bei Sammlung und Transport mitberücksichtigt.

Abbildung 50: In die klimarelevant „Gesamte oö. Abfallwirtschaft“ eingehende und ausgehende Stoff- und Energieflüsse sowie Treibhausgas-Gutschriften für das Jahr 2007



Quelle: Eigene Darstellung

**) Anmerkung: Beinhaltet neben den eingesetzten Energieträgern Diesel (bei Sammlung und Transport von Abfällen sowie bei mechanischer Behandlung von Abfällen) und Strom (bei thermischer Behandlung und bei mechanischer Behandlung von Abfällen) die fossilen Zusatz- bzw. Hauptbrennstoffe, die in den Verbrennungsanlagen zum Einsatz gelangen, nicht jedoch den Energiegehalt der eingesetzten Abfälle.

***) Anmerkung: Beinhaltet die Energieerzeugung aus den fossilen Zusatz- bzw. Hauptbrennstoffe der Verbrennungsanlagen.

Die folgende Abbildung 51 zeigt jene insgesamt in Oö. angefallenen Abfallströme für das Jahr 2007, deren Behandlung bzw. Verwertung eine Klimarelevanz aufweisen. Der mengenmäßig größte Strom der anfallenden Abfälle wird von den 2 Kategorien „Abfälle biogenen Ursprungs“ (683.700 t) und „Gewerbliche Abfälle inkl. gewerbliche Klärschlamme“ (482.600 t gehen in die thermische Behandlung, davon 280.300 t aus biogenen Bestandteilen und 202.300 t aus nicht biogenen Bestandteilen) gebildet. „Altstoffe“ (251.200 t) sowie „Hausabfälle und sperrige Abfälle“ (205.600 t) bilden die mengenmäßig mittlere Kategorie der angefallenen Abfallströme.

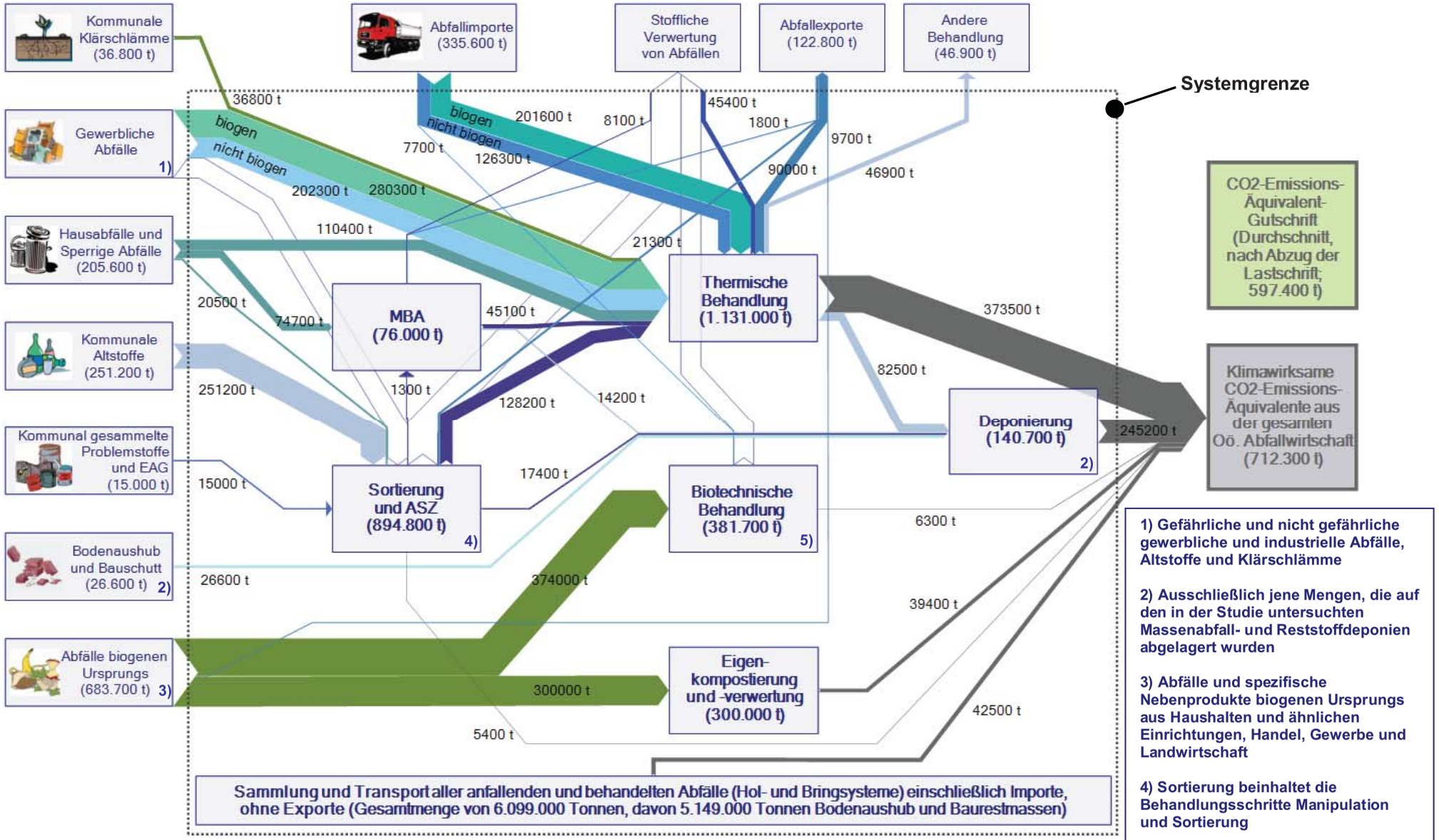
Eine relativ hohe Klimarelevanz weisen dabei jene Abfallströme auf, die in die thermische Behandlung gelangen. Ein nicht unerheblicher Teil der Abfallströme davon sind Abfallimporte (327.900 t in die thermische Behandlung, davon 201.600 t aus biogenen Bestandteilen und 126.300 t aus nicht biogenen Bestandteilen).

Bemerkenswert ist, dass von den 373.500 t klimawirksamen Kohlendioxidemissionen aus der thermischen Behandlung von Abfällen rund 41% (151.650 t CO_2-Emissionen) aus Abfällen stammen, die aus anderen Bundesländern oder Staaten importiert werden. Die klimawirksamen Kohlendioxidemissionen, die von der – um die biogenen gewerblichen Abfälle erweiterten – kommunalen Abfallwirtschaft ausgelöst werden und von importierten Abfällen stammen, betragen mit 50.700 t lediglich rund ein Drittel der Gesamtemissionen aus den importierten Abfällen (siehe Abbildung 52).

Zum Zwecke der Vervollständigung der Darstellung der Klimarelevanz der oö. Abfallwirtschaft wurde neben dem Mengenstrom der „spezifischen biogenen gewerblichen Abfälle“ (280.300 t) der Mengenstrom der „nicht-biogenen gewerblichen Abfälle“ (202.300 t) ausgewiesen.[203] Die Klimarelevanz des nicht-biogenen Materials ergibt sich aus dem bei der thermischen Behandlung freigesetzten Kohlenstoffdioxid. Mit dem Ausweis von „Bodenaushub und Bauschutt“ (26.600 t) werden die Mengenströme schließlich hinsichtlich jener Abfälle vervollständigt, die in die – in dieser Arbeit betrachteten – Massenabfall- und Reststoffdeponien gelangen.[204]

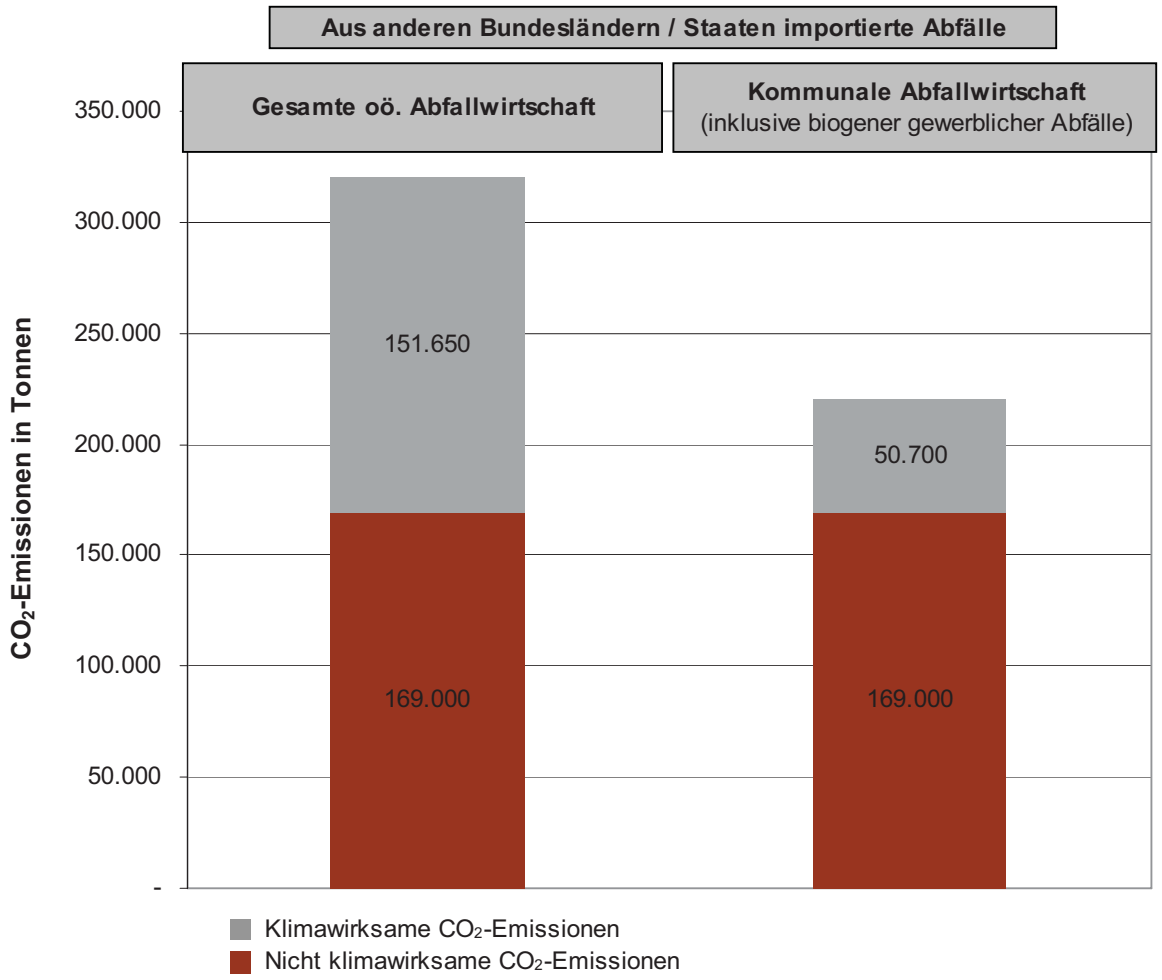
[203] Anmerkung: Nicht-biogene gewerbliche Abfälle, die thermisch behandelt werden, sind beispielsweise Abfälle von organischen Lösemitteln, Farben, Lacken, etc. (SNr. 55) und Kunststoff- und Gummiabfälle (SNr. 57).
[204] Die Deponierung dieser Abfallfraktion ist aufgrund seiner inerten Eigenschaft als nicht klimarelevant einzustufen.

Abbildung 51: Systemgrenze, Mengenströme und Klimarelevanz der „Gesamten oö. Abfallwirtschaft“ für das Jahr 2007



Quelle: Eigene Darstellung und Berechnung (Datenbasis Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz und eigene Erhebung)

Abbildung 52: CO_2-Emissionen aus der thermischen Behandlung von importierten Abfällen

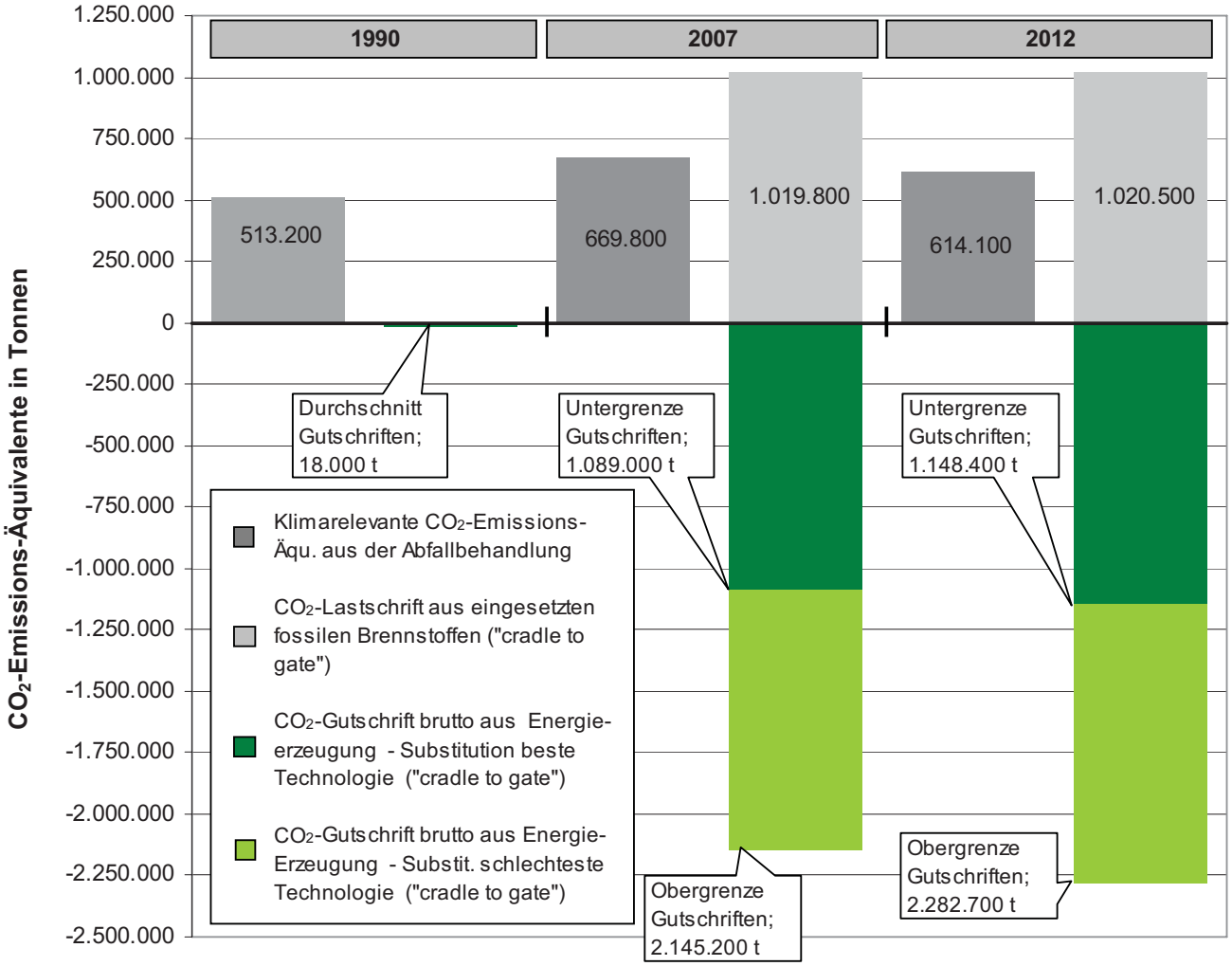


Quelle: Eigene Darstellung

6.1 Vergleich der treibhauswirksamen CO_2-Emissions-Äquivalente für das Referenzjahr 1990 und die Jahre 2007 und 2012 - Interpretation der Entwicklungen und vorgeschlagenen Maßnahmen

Die nachfolgende Abbildung 53 verdeutlicht die Entwicklung der treibhauswirksamen CO_2-Emissions-Äquivalente aus der gesamten oö. Abfallwirtschaft für die Jahre 1990, 2007 und 2012. Im oberen, positiven Teil der Y-Achse sind die klimarelevanten CO_2-Emissions-Äquivalente sowie die CO_2-Lastschriften, die sich aus dem Einsatz von fossilen Brennstoffen und zusätzlichen Energieträgern ergeben, eingezeichnet.

Abbildung 53: Vergleich der klimarelevanten CO_2-Emissions-Äquivalente, CO_2-Lastschriften sowie CO_2-Gutschriften der gesamten oö. Abfallwirtschaft für die Jahre 1990, 2007 und 2012 (keine Berücksichtigung von Sammlung und Transport)



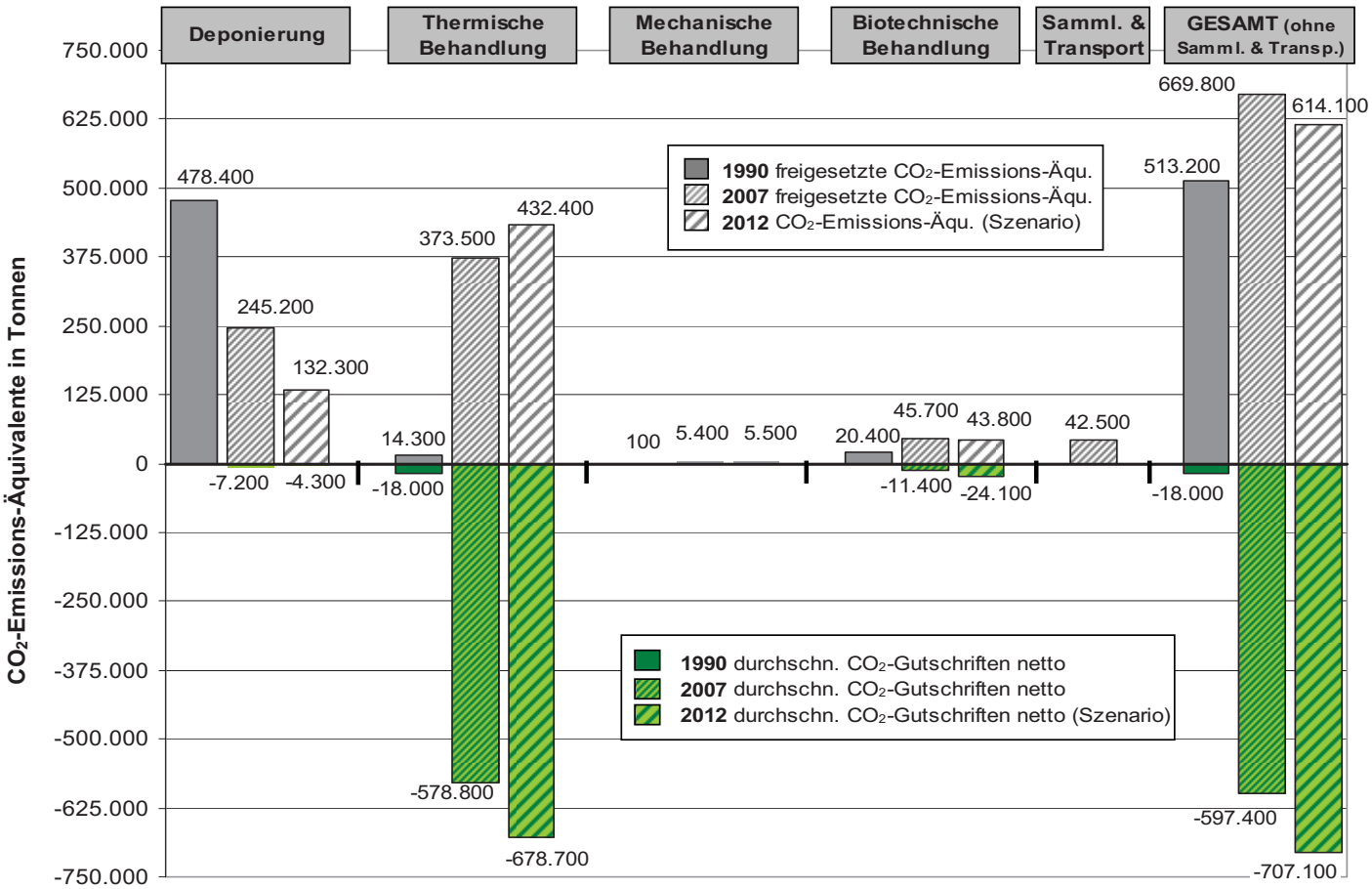
Quelle: Eigene Darstellung

Anmerkungen:

- CO_2-Lastschriften enthalten fossile Hauptfeuerung der 4 Mitverbrennungsanlagen
- Die klimarelevanten CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Abfallbehandlung schließen die Emissionen aus Sammlung und Transport von Abfällen nicht ein (da hier ausschließlich für das Jahr 2007 Daten vorhanden sind).
- In den klimarelevanten CO2-Emissions-Äquivalenten für das Jahr 2012 sind die 39.000 Tonnen Reduktionspotential aus der Deponierung bereits berücksichtigt.

Im unteren, negativen Teil der Ordinate sind in grün die CO_2-Gutschriften brutto aufgetragen. Der hellgrüne Bereich repräsentiert hier die Bandbreite der ermittelten Brutto-Gutschriften. Werden die durchschnittlichen CO_2-Gutschriften brutto (grün) mit den Lastschriften (hellgrau) verrechnet, so ergeben sich durchschnittliche CO_2-Gutschriften netto (siehe folgende Abbildung 54).

Abbildung 54: Vergleich der klimarelevanten CO_2-Emissions-Äquivalente und der durchschnittlichen Netto-Gutschriften (Brutto-Gutschriften abzüglich Lastschrift) der gesamten oö. Abfallwirtschaft nach ABFALLBEHANDLUNGSARTEN für die Jahre 1990, 2007 und 2012



Quelle: Eigene Darstellung

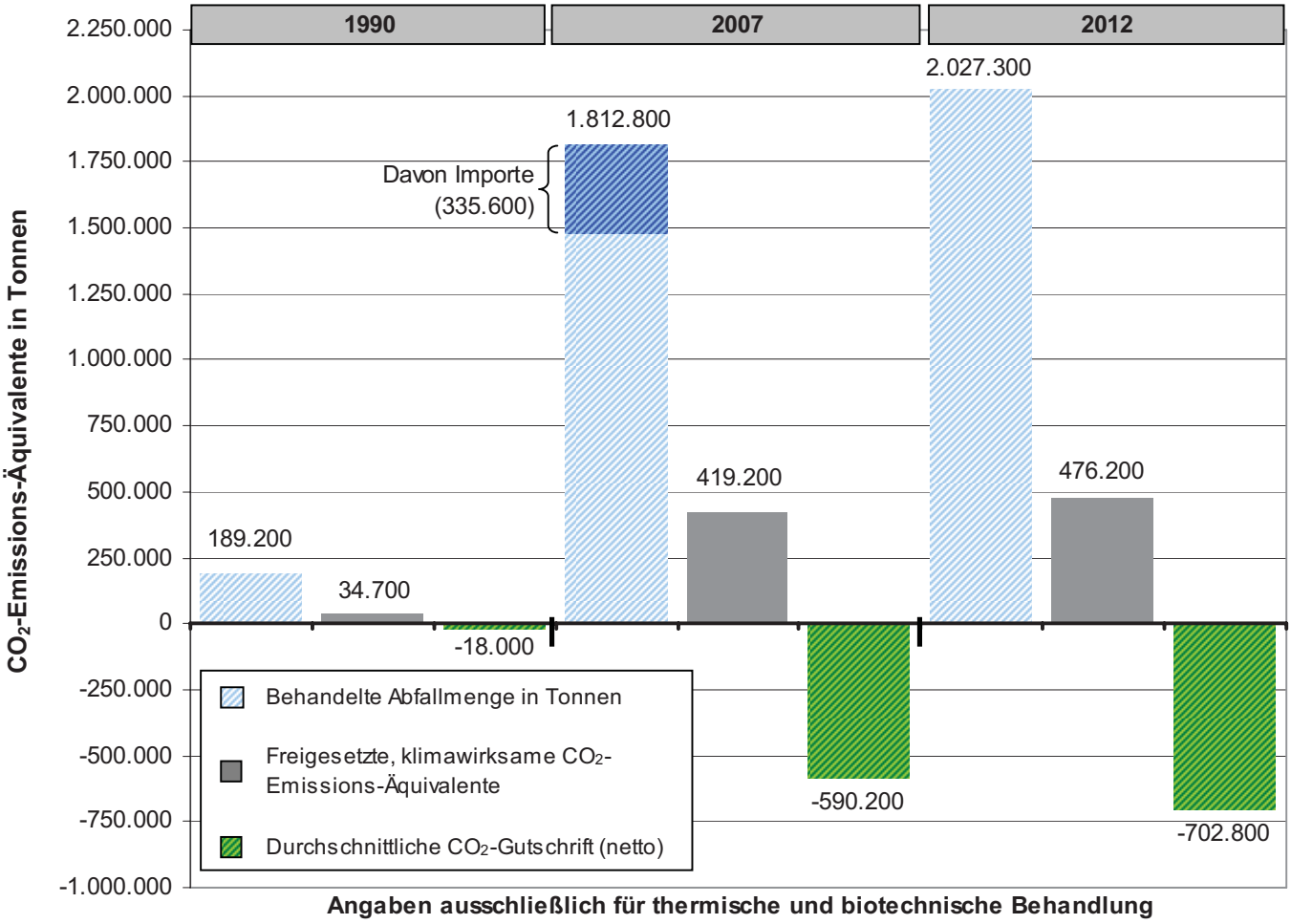
Anmerkungen: In den klimarelevanten CO_2-Emissions-Äquivalenten für das Jahr 2012 sind die 39.000 Tonnen Reduktionspotential aus der Deponierung bereits berücksichtigt.

In Abbildung 54 werden die Detailergebnisse für die einzelnen Abfallbehandlungsarten (Deponierung, thermische Behandlung, mechanische Behandlung, biotechnische Behandlung sowie für Sammlung und Transport von Abfällen) dargestellt. Im positiven Teil der Ordinate sind wiederum die CO_2-Emissions-Äquivalente aus den einzelnen Abfallbehandlungsarten aufgezeichnet, im negativen Teil sind die durchschnittlichen Netto-CO_2-Gutschriften (d.h. nach Abzug der Lastschrift) gegenübergestellt. Durchgängig liegen bei der thermischen Verwertung die durchschnittlichen Netto-CO_2-Gutschriften höher als die freigesetzten Emissionen. Dieses Bild zeigt sich auch für die gesamte oö. Abfallwirtschaft, allerdings erst für das Szenario 2012.

Vom Referenzjahr 1990 bis zum Jahr 2007 konnte die oö. Abfallwirtschaft durch die Begrenzung der TOC-Werte für Abfälle auf Reststoff- bzw. Massenabfalldeponien einen relativ großen Beitrag zum Klimaschutz leisten, indem sie die direkt emittierten Treibhausgase um 233.200 t CO_2-Emissions-Äquivalente gesenkt hat (siehe Abbildung 54, Bereich Deponierung: Reduktion der Treibhausgase im Jahr 1990 von 478.400 t CO_2-Emissions-Äquivalente auf 245.000 t CO_2-Emissions-Äquivalente im Jahr 2007).

Die durch die Abfallwirtschaft freigesetzten klimawirksamen Emissionen werden nicht nur durch die verwendete Abfallbehandlungsart und -technololgie beeinflusst, sondern hängen auch wesentlich von der behandelten Abfallmenge ab. Die folgende Abbildung stellt den Zusammenhang zwischen behandelter Abfallmenge, freigesetzten klimawirksamen CO_2-Emissions-Äquivalenten und den durchschnittlichen CO_2-Gutschriften (netto, d.h. nach Abzug der Lastschrift) für die Jahre 1990, 2007 und 2012 dar. Zu berücksichtigen ist hierbei jedoch, dass Abfallmengen, CO_2-Emissions-Äquivalente und CO_2-Gutschriften ausschließlich für die thermische und biotechnische Behandlung dargestellt werden. Der Grund hierfür ist erstens, dass sich die klimawirksamen Emissionen aus der Deponierung durch die Ablagerungen von Abfällen über mehrere Jahre und Jahrzehnte hinweg ergibt, zweitens durchlaufen etwa bei der mechanischen Behandlung Abfälle mehrere Behandlungsschienen, wodurch sich keine primäre Menge angeben lässt.

Abbildung 55: Gegenüberstellung der behandelten Abfallmengen, der klimawirksamen CO_2-Emissions-Äquivalente und der durchschnittlichen CO_2-Gutschriften (netto) für die Jahre 1990, 2007 und 2012 (ausschließlich für die thermische und biotechnische Behandlung)



Quelle: Eigene Darstellung

Anmerkungen:

- CO_2-Lastschriften enthalten fossile Hauptfeuerung der 4 Mitverbrennungsanlagen
- Hinsichtlich der behandelten Abfallmengen für das Jahr 1990 gibt es keine Daten über den Importanteil. Ebenso kann für das Jahr 2012 keine Abschätzung über den zukünftigen Importanteil von Abfällen vorgenommen werden.

Die folgende Tabelle verdeutlicht den Zusammenhang zwischen behandelter Abfallmenge und freigesetzten klimawirksamen CO_2-Emissionen sowie dessen positive Entwicklung über die Jahre 1990, 2007 und 2012 am Beispiel der thermischen Behandlung.

Tabelle 77: Kennzahlen „Spezifische CO_2-Emissionen“ und „Erzeugte Energie in kWh pro Tonne Abfall“ aus der thermischen Verwertung der gesamten oö. Abfallwirtschaft

Datengrundlagen	1990	2007	2012
Behandelte Abfälle in t:	17.336	1.131.041	1.282.640
davon importierte Abfälle	*)	327.900	**)
Klimarelevante CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen in t	14.340	373.456	432.416
davon klimarelevante CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von ausschließlich in Oö. angefallenen Abfällen in t	-	221.838	-
davon klimarelevante CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von ausschließlich importierten Abfällen in t	-	151.618	-
Klimarelevante CO_2-Emissionen aus der Verbrennung von Abfällen sowie fossilen Zusatz- bzw. Hauptbrennstoffen in t	-	1.392.717	1.452.439
Erzeugte Energie in MWh	-	2.903.289 ***)	3.248.509 ***)

Errechnete Kennzahlen	1990	2007	2012
kg klimarelevante CO_2-Emissionen pro Tonne Abfall (gesamt; inkl. Importe)	827,180	330,188	337,130
kg klimarelevante CO_2-Emissionen pro Tonne Abfall (nur in Oö. angefallene Abfälle; exkl. Importe)	-	276,227	-
kg klimarelevante CO_2-Emissionen pro Tonne Abfall (ausschließlich Importe)	-	462,489	-
kg klimarelevante CO_2-Emissionen pro kWh erzeugte Energie	-	0,480	0,447
Erzeugte Energie in kWh pro Tonne Abfall	-	2.567,0	2.533,0

Quelle: Eigene Darstellung

*) Keine Daten über Importanteil

**) Keine Abschätzung über den zukünftigen Importanteil möglich

***) Beinhaltet die Energieerzeugung aus den fossilen Zusatzbrennstoffe der 2 Hauptverbrennungsanlagen und aus den fossilen Hauptbrennstoffen der 4 Mitverbrennungsanlagen

Tabelle 77 zeigt die Effizienzsteigerung der thermischen Verwertung im Szenario 2012. Die oö. Abfallwirtschaft verbessert sich demnach von 0,48 kg klimarelevante CO_2-Emissionen pro kWh erzeugte Energie auf einen Wert von 0,45 kg.

Zukünftig wird die Klimarelevanz der Abfallwirtschaft wesentlich dadurch bestimmt, inwieweit Abfälle als brachliegende Ressource energetisch (und stofflich) genutzt werden (siehe Tabelle 78 für thermische Behandlung: ca. 2.903.300 MWh insgesamt erzeugte Energie im Jahr 2007; 3.248.500 MWh erzeugte Energie im Szenario 2012). Die damit verbundenen Einsparungen an fossilen Energieträgern können erheblich sein und betragen – je nach Annahme der substituierten Energieträger – bei der thermischen

Verwertung durchschnittlich 678.700 t CO_2-Emissions-Äquivalenten (siehe Abbildung 54: thermische Behandlung Szenario 2012).

Einsparungen bei freigesetzten CO_2-Emissionen lassen sich (zumindest theoretisch) durch Substitution der fossilen Energieträger durch regenerative Energieträger für die Zusatzfeuerung im Rahmen der Abfallverbrennung erzielen. Hierbei wurden im Jahr 2007 insgesamt 506 Tonnen Heizöl leicht, 440.030 m^3 Erdgas und 627 Tonnen Steinkohle eingesetzt. Das entspricht einem Energiegehalt (Brennwert) von rund 15.200 MWh und etwa 3.700 t CO_2-Emissions-Äquivalenten.

Tabelle 78 zeigt die Zusammensetzung der erzeugten Energie pro Abfallbehandlungsart für das Jahr 2007 sowie für das Szenario 2012. Während aus den Deponien aufgrund der kontinuierlich sinkenden Methangasbildung im Szenario 2012 um rund 40% weniger Energie erzeugt wird, ist bei den anderen Behandlungsformen eine positive Veränderung festzustellen.

Tabelle 78: Vergleich der erzeugten Energie pro Behandlungsart für die Jahre 2007 und 2012

Abfallbehandlungsarten	Erzeugte Energie (Strom und Wärme) in MWh		
	Jahr 2007	Szenario 2012	Veränderung zum Jahr 2007
Deponierung	10.522	6.298	- 40,1%
Thermische Behandlung	2.903.289*)	3.248.509*)	+ 11,9%
Biotechnische Behandlung (Biogasanlagen)	19.877 (Energieinhalt Biogas: 58.200)	k.A. **) (Energieinhalt Biogas: 103.900)	+ 78,5%

Quelle: Eigene Darstellung

*) Anmerkung: Beinhaltet die Energieerzeugung aus den fossilen Zusatzbrennstoffe der 2 Hauptverbrennungsanlagen und aus den fossilen Hauptbrennstoffen der 4 Mitverbrennungsanlagen

**) Anmerkung: Da es zur Zeit nicht abschätzbar ist, in welche Verwertungsschienen das Biogas zukünftig gehen wird bzw. welche Anpassungsmaßnahmen die gegenwärtigen Biogasanlagenbetreiber vornehmen werden, wird für das Szenario 2012 anstelle der durch Biogasanlagen erzeugten/abgegebenen Energie der Energieinhalt des erzeugten Biogases angegeben. Dieser Energieinhalt wurde mittels des Heizwertes ermittelt (für Vergleichszwecke wird auch für das Jahr 2007 - neben der erzeugten Energie in MWh - der Energieinhalt der im Jahr 2007 erzeugten Biogasmenge angegeben).

6.2 Zielkonflikte und Zielharmonien bei der Umsetzung von „Szenario 3“ in der oö. Abfallwirtschaft

Das Szenario 3 sieht vor, die in Zukunft vermehrt anfallenden Mengen an Abfällen biogenen Ursprungs in Kompostierungs- und Biogasanlagen zu verwerten. Wie es z.B. bei der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie zu Konflikten zwischen Naturschutz und Erzeugung von erneuerbarer Energie (Nutzung der Wasserkraft) kommt, so ist auch die vermehrte Nutzung von Biogasanlagen nicht konfliktfrei. So wurden in den letzten beiden Jahrzehnten der Bau und der Betrieb von Kompostierungsanlagen gefördert. Hierfür wurden sowohl Sammel- als auch Verwertungsstrukturen aufgebaut. Diese Strukturen können bei einer eindimensionalen Umsetzung in Richtung Biogas-anlagenausbau ebenso gefährdet sein, wie der wirtschaftliche Betrieb der bestehenden Kompostierungsanlagen. Auch die verringerte Rückführung von Kompostmaterial in die Landwirtschaft aber auch als Rekultivierungsmaterial könnte aus Sicht des Umwelt- aber auch Klimaschutzes negative Auswirkungen haben. So dient hochwertiger Kompost als Bodenverbesserungsmaterial. Der Vorteil der Kompostierung liegt hierbei nicht in der Energiegewinnung sondern in der Speicherung von CO_2 im Boden bzw. im Humusaufbau und weiters in der Verbesserung der Bodenstabilität und einem erhöhten Wasserspeichervermögen. Darüber hinaus wird durch Kompostdüngung der Erhalt der humosen Oberbodenschicht unterstützt und die Freisetzung von CO_2 reduziert. Bei entsprechend geringeren Mengen besteht die Gefahr, wieder verstärkt auf Torfe zurückzugreifen, sodass deren Nutzung größer wird, als die Nachbildung. Die Verwendung von Biogasgülle, welche im Vergleich zu Komposten leichter verfügbare Nährstoffe und kurzkettigere Kohlenstoffverbindungen aufweist, könnte unter bestimmten Bedingungen zu einem Humusabbau und somit zu einer geringeren Kohlenstoffspeicherung der landwirtschaftlichen Böden führen.

In einem nachhaltigen Konzept sind daher Strategien zu finden, die einen optimierten Ausgleich der gesellschaftlichen Nutzungsansprüche möglich machen.

7 Fazit

Erklärtes politisches Ziel der oberösterreichischen Landesregierung ist die Implementierung einer nachhaltigen Wirtschaftsweise. Diese Zielvorstellung spiegelt sich in vielen Politikbereichen wider. Besonders sichtbar wird sie im Bereich der Agrar-, Energie- und Umweltpolitik – Politikbereiche, zu denen die vorliegende Studie besondere Bezüge herstellt.

Die oberösterreichische Abfallwirtschaft hat sich der Umstellung auf eine nachhaltige Wirtschaftsweise bereits seit vielen Jahren verschrieben. Die Hierarchie der abfallwirtschaftlichen Prinzipien „Vermeiden, Verwerten und Entsorgen“ wird in weiten Bereichen umgesetzt.

Im Referenzjahr 1990 wurden von der (definierten) „Gesamten oö. Abfallwirtschaft“ rund 513.200 t CO_2-Emissions-Äquivalenten klimawirksam emittiert, wobei 93% davon, d.h. 478.400 t CO_2-Emissions-Äquivalente aus der Deponierung von Abfällen stammen. Andere Formen der Abfallbehandlung, wie thermische Verwertung oder biotechnische Verwertung von Abfällen haben im Jahr 1990 unter dem Klimaschutzaspekt nur eine unwesentliche Rolle gespielt: In den einzigen schon bestehenden Anlagen dieser Zeit (Müllverbrennungsanlage in Wels und Verbrennung im Gmundner Zementwerk in Pinsdorf) wurden insgesamt nur rund 17.000 t Abfälle verbrannt (Hausabfälle, Gewerbeabfälle und Altreifen). Die klimawirksamen CO_2-Emissionen aus der Verbrennung dieser Mengen haben rund 14.300 t betragen. Aus Kompostierungsanlagen wurden - auf Grundlage von rund 21.500 t behandelter Abfälle biogenen Ursprungs - lediglich 400 t klimawirksame CO_2-Emissions-Äquivalente freigesetzt.[205]

Die Klimarelevanz der „Gesamten oö. Abfallwirtschaft“ stellt sich viele Jahre später, d.h. für das Jahr 2007 sowie in den Szenarien für 2012 völlig anders dar:

[205] Aus der Eigenkompostierung wurden (Annahme: Kompostierung von rund 150.000 t biogenen Materials in den oö. Hausgärten) rund 19.700 t klimawirksame CO_2-Emissions-Äquivalente emittiert.

ad Deponierung von Abfällen:

Im Bereich der Deponierung wurde inzwischen ein nicht unwesentlicher Beitrag zum Klimaschutz durch die Senkung der - auf direktem Weg von Deponien emittierten - Treibhausgase geleistet: Zum einen durch die Festlegung, ab 1. Jänner 2004 nur mehr reaktionsarme Abfälle (Begrenzung der TOC-Werte) auf Reststoff- bzw. Massenabfalldeponien ablagern zu dürfen und zum anderen durch die inzwischen eingeführte Behandlung bzw. energetische Verwertung des entstehenden Deponiegases. So wurden im Jahr 2007 ca. 16% der auf Deponien gebildeten Methanfracht behandelt (Abfackelung) bzw. energetisch verwertet.

Diese getroffenen Maßnahmen spiegeln sich in der starken Reduktion von freigesetzten Methangas aus den Deponien wider: Aus Reststoff- bzw. Massenabfalldeponien sind die - auf der Emission von Methangas beruhenden - klimawirksamen CO_2-Emissions-Äquivalente um ca. 49% reduziert worden (Ausgangsjahr 1990: 478.400 t CO_2-Emissions-Äquivalente, Jahr 2007: 245.200 t CO_2-Emissions-Äquivalente). Ein noch nutzbares Potential zur Senkung der klimarelevanten Emissionen im Bereich der Deponierung liegt in der Verbesserung der Erhaltungs- und Wartungsmaßnahmen, Anlagenoptimierungen sowie bestimmte bauliche Maßnahmen (Oberflächenabdeckungen, lokale Flächefilter). Hierdurch lässt sich ein Reduktionspotential in der Größenordnung von 39.000 t CO_2-Emissions-Äquivalenten heben. Die insgesamt (zusätzlich) entstehenden Betriebs- und Wartungskosten können mit 0,82 Mio. Euro beziffert werden, die erforderlichen Investitionen liegen in einer Größenordung von rund 4,2 Mio. Euro.

ad thermische Behandlung/Verwertung von Abfällen:

Die aus der Verbrennung von Abfällen freigesetzten klimawirksamen CO_2-Emissionen sind seit dem Referenzjahr 1990 dramatisch um das rund 26-fache gestiegen (Jahr 1990: 14.300 t CO_2-Emissions-Äquivalente, Jahr 2007: 373.500 t CO_2-Emissions-Äquivalente), wobei hier nicht mehr von einer (bloßen) Verbrennung der Abfälle, sondern von der thermisch-energetischen Verwertung von Abfällen gesprochen werden muss. Mit der Energieerzeugung hat die Abfallwirtschaft in den letzten Jahren eine neue wirtschaftliche Funktion übernommen, indem es durch die Nutzung der zuvor brach-

liegenden „Energieressource Abfall“ einen erheblichen Anteil der Strom- und Wärmeerzeugung übernommen hat[206].

Die mit der thermischen Verwertung verbundenen Einsparungen an fossilen Energieträgern können erheblich sein und bewegen sich - ausgedrückt in Netto-CO_2-Emissions-Äquivalente-Gutschriften[207] für das Jahr 2007 sowie im Szenario für das Jahr 2012 - in einer Größenordnung, die über den Wert der in die natürliche Umwelt abgegebenen CO_2-Emissions-Äquivalente liegt (siehe Abbildung 54 in Kapitel 6.1). Dieser klimapositive Effekt tritt jedoch nur unter der Bedingung ein, dass die Energieerzeugung aus herkömmlichen Steinkohlekraftwerken vollständig substituiert wird oder ein Substitutions-Mix aus dem genannten Kohlekraftwerken („schlechteste Technologie“) und Gas-und-Dampfturbinen-Kraftwerken („beste Technologie“) stattfindet (siehe Abbildung 27 in Kapitel 4.3.4), wobei bei einem Substiutions-Mix von minimal „30% Kohlekraftwerke“ und maximal „70% Gas-und-Dampfturbinen-Kraftwerke“ ein gerade noch klimapositiver Effekt resultiert.

Sind die oben genannten Bedingungen nicht zutreffend oder wird die CO_2-Emissions-Äquivalente-Minderung der Energiewirtschaft nicht als (bezweckte) Nutzenstiftung der Abfallwirtschaft angesehen und daher letzterer nicht zugerechnet, so wird – alleine über die Abfall(mit)verbrennung innerhalb eines (im Vergleich zur Deponierung) relativ kurzen Zeitraums – ein negativer Beitrag zum Klimaschutz bewirkt, indem der in den Abfällen gebundene Kohlenstoff durch Verbrennung spontan in die natürliche Umwelt freigesetzt wird.

Mit Einführung des Emissionshandels wurde eine Einbindung von Abfallhauptverbrennungsanlagen in den Emissionshandel diskutiert aber nicht umgesetzt. Auch in der zweiten Zuteilungsperiode von 2008 bis 2012 sind Abfallhauptverbrennungsanlagen nicht inbegriffen. Dies könnte aber in der dritten Zuteilungsperiode ab 2013 Realität

[206] Anmerkung: Aus Deponiegasen wird Energie in Höhe von ca. 10,526 GWh gewonnen (Strom Tabelle 7 und Wärme letzter Absatz Seite 66). Aus der thermischen Behandlung wird Energie in Höhe von ca. 2.903,289 GWh erzeugt (Tabelle 14), wobei in diesem Betrag auch die Energieerzeugung aus den fossilen Zusatzbrennstoffe der 2 Hauptverbrennungsanlagen und den fossilen Hauptbrennstoffen der 4 Mitverbrennungsanlagen enthalten ist. Die aus der Abfallvergärung gewonnene Energie beträgt ca. 19,877 GWh (Tabelle 40). Die ausschließlich aus Abfällen gewonnene Strom- und Wärmeenergie dürfte in der Größenordnung von der Hälfte der gewonnenen Gesamtenergie von rund 2.934 GWh liegen.

[207] Solche „Umwelt-Gutschriften“ sind allgemein Ausdruck einer vermiedenen Umweltbelastung und hier speziell Ausdruck von vermiedenen Treibhausgasemissionen auf der Wirkungsebene dieser Gase.

werden, da aufgrund der aktuellen Klima- und Energiediskussion weitere Bereiche der Wirtschaft in den Emissionshandel aufgenommen werden sollen. Für die in dieser Studie betrachteten sowie bis 2012 neu errichteten Abfall(haupt)verbrennungsanlagen könnte ein dadurch entstehender zusätzlicher Kostendruck die Marktposition der Betreiber verschlechtern, zugleich aber Anreize für weitere Effizienzsteigerungen bieten.

Anlagenspezifische Reduktionspotentiale auf Grundlage konstanter Verbrennungskapazitäten können sich nur auf die effiziente Erzeugung von Energie (Verbesserung der Kraftwärmekopplung) und/oder auf den reduzierten Einsatz von fossilen Brennstoffen zur Zusatzfeuerung beziehen. Die Verwendung von Brennstoffen mit biogener Herkunft stellt ein mögliches – wenn auch nur geringes – Potential für die Verringerung des negativen Klimaschutzbeitrages bzw. die Erhöhung des positiven Klimaschutzbeitrages dar. Insbesondere bei den Abfallimporten könnte hier ein Hebel angesetzt werden: So sind im Jahr 2007 rund 38% der Abfallimporte (126.300 t von insgesamt 335.600 t Abfallimporte, siehe Abbildung 51 in Kapitel 6) Brennstoffe mit nicht-biogener Herkunft.

Dem oben ausgeführten Klimaschutzbeitrag durch die thermische Abfallbehandlung bzw. -verwertung steht in jedem Fall ein positiver Beitrag zum *Ressourcenschutz* gegenüber, da der Einsatz von Abfall eine neue zusätzliche Alternative gegenüber dem Einsatz fossiler Energievorräte darstellt. Zugleich wird mit der Nutzung von Abfall als regional verfügbare Energieressource ohne Zweifel ein Schritt in Richtung mehr *Energieunabhängigkeit* und höhere *Versorgungssicherheit* in Oberösterreich gesetzt.

ad stoffliche Verwertung von Altstoffen:
Der von der oö. Abfallwirtschaft gestiftete Nutzen zum Klimaschutz durch die stoffliche Verwertung der Altstoffe und Abfälle wurde in dieser Studie nicht untersucht[208], dürfte aber – ebenso wie der umfassende Einbezug von Abfällen und Nebenprodukten vor allem aus der Landwirtschaft, der über den gegenständlichen Untersuchungsumfang der Abfälle biogenen Ursprungs in Oberösterreich (Teil B) weit hinausgeht – nicht unbedeutend sein.[209]

[208] Zu den Systemgrenzen dieser Studie siehe Kapitel 3.2.
[209] Siehe Abbildung 51 in Kapitel 6.1: Transparente Pfeile ausgehend von „Sortierung und ASZ“ sowie „Biotechnische Behandlung“ ohne Angabe von Mengen in Richtung „Stoffliche Verwertung von Abfällen“.

So könnte eine Untersuchung des Nutzens der stofflichen Verwertung von Altstoffen und Abfällen durch die (kommunale) Abfallwirtschaft in Oberösterreich den damit ausgewiesenen Gesamtbeitrag der Abfallwirtschaft zum Klimaschutz (deutlich) positiv verändern.[210]

ad Verwertung von Abfällen und spezifischen Nebenprodukten biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft:
Für den Einsatz mit „Abfälle und spezifische Nebenprodukte biogenen Ursprungs aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen, Handel, Gewerbe und Landwirtschaft“ ist anzumerken, dass es auch in diesem Bereich abfallwirtschaftliche Leistungspotentiale sowie Reduktionspotentiale in Bezug auf die Freisetzung treibhauswirksame Gase zu heben gilt, auch wenn die Potentiale geringer zu sein scheinen, als in anderen Bereichen der Abfallwirtschaft. Anzuführen in diesem Zusammenhang die Reduktion der biogenen Abfälle im Restmüll, die unter anderem durch falsches Kaufverhalten der Konsumenten, basierend auf Angeboten des Handels (z.B. „kauf 3, zahl 2“) hervorgerufen werden. Erhöhte biogene Abfälle im Restmüll werden auch durch unregelmäßige oder zu lange Abholrythmen der Biotonne hervorgerufen. Eine Umlenkung dieser Mengen in die Biotonne bzw. die sachgerechte Verwertung in der Eigenkompostierung kann als Verbesserung der Verwertung angesehen werden. Ein Ziel, das von der im Jahr 2009 erlassenen Novelle des Oö. AWG verstärkt verfolgt wird, da dadurch die notwendigen Entsorgungsmengen (entweder in MBA oder Verbrennung) reduziert werden können.

Es wird deshalb die in der Studie angedachte verstärkte Nutzung von Biogasanlagen besonders für die zusätzlich in den nächsten Jahren gesammelten biogenen Abfallmengen empfohlen, weil bei optimierter Fahrweise von Biogasanlagen aus dem Kohlenstoff der Abfälle biogenen Ursprungs Methan gewonnen werden kann, welches als Energieträger sowohl für die Wärme- und Stromproduktion als auch als Treibstoff verwendet werden kann. Somit können durch die Produktion und Verwendung von

[210] An dieser Stelle muss festgehalten werden, dass erst eine umfassende Untersuchung der Stoff- und Energieflüsse über die Grenzen der (klassischen) Abfallwirtschaft hinaus in andere Wirtschaftsbereiche (Bereitstellung von Energie und Rohstoffen, Nutzung von Energie und Wertstoffen als Erzeugnisse der Abfallwirtschaft in Unternehmen und Haushalten) gültige Antworten zu Fragen der Nachhaltigkeitsorientierung der Abfallwirtschaft erbringen kann: Eine Forderung, die diese Studie - bedingt durch den eingeschränkten Auftragsumfang - nur teilweise einlösen kann.

Methan aus Abfällen biogenen Ursprungs fossile Energieträger eingespart werden und die Treibhausgasemissionen reduziert werden.

Die Kompostierung hingegen benötigt bei der Umsetzung der Abfälle biogenen Ursprungs zu Kompost einerseits Energie und emittiert bei der Lagerung aber auch während des Kompostprozesses Methan und Lachgas, zwei starke Treibhausgase. Darüber hinaus bietet die Biogastechnologie die Möglichkeit andere biogene Stoffe (z.B. Wirtschaftsdünger, Zwischenfrüchte) gemeinsam mit Abfällen biogenen Ursprungs (kommunalen aber auch gewerblich industriellen) zu vergären. Damit erhöht sich das Produktionspotential gegenüber der reinen Bioabfallverwertung deutlich.

Als besonders sinnvolles Konzept ist anzustreben, Wirtschaftsdünger und kommunale biogene Abfälle gemeinsam zu verwerten, da dadurch kleinregionale Strukturen optimiert aufgebaut und dezentrale Verwertungsmöglichkeiten verstärkt genutzt werden können.

Ein weiterer Vorteil der Biogastechnologie zur Energiegewinnung liegt in der Tatsache, dass gegenüber der thermischen Verwertung eine Rückführung von Nährstoffen (Stickstoff, Phosphor, Kalium) ohne aufwändige Technologien (z.B. Phosphorgewinnung aus Schlacke) möglich ist. In diesem Bereich ist die Biogasgewinnung mit der Kompostierung gleichzusetzen.

Es muss jedoch erwähnt werden, dass auch die Kompostierung bei der Umsetzung einer nachhaltigen Verwertung von Abfällen biogenen Ursprungs einen wesentlichen Beitrag leistet. Dies besonders deshalb, weil Komposte im Vergleich zur Biogasgülle aus der Sicht der Humuserhaltung Vorteile aufweisen. Hierbei liegt der Vorteil der Kompostierung einerseits in der Speicherung von CO_2 im Boden bzw. im Humusaufbau und andererseits in der Verbesserung der Bodenstabilität und einem erhöhten Wasserspeichervermögen. Darüber hinaus wird durch Kompostdüngung der Erhalt der humosen Oberbodenschicht unterstützt und die Freisetzung von CO_2 reduziert. Daher ist eine Kombination der Biogasgewinnung und der Kompostierung, wie in Szenario 3 aber auch Szenario 4 vorgesehen, eine zu bevorzugende Verfahrenskombination.

Quintessenz der Studie im Hinblick auf die Nutzung von Abfällen biogenen Ursprungs ist daher, dass es mittel- bis langfristig Sinn machen wird, jene Abfallmengen (Biotonnenmaterial, Küchen- und Speisereste, Grünschnitt, Schlachtabfälle), die auch nach Implementierung von Vermeidungsstrategien anfallen, in Biogasanlagen kombiniert mit Kompostierungsanlagen zu verwerten. Dadurch gelingt es einerseits mehr erneuerbare Energie aus den Abfällen biogenen Ursprungs zu gewinnen und andererseits mit dem gewonnen Kompost ein Material zur Verfügung zu stellen, das optimal zum Humusaufbau auf landwirtschaftlichen Flächen aber auch zur Rekultivierung verwendet werden kann.

QUELLENVERZEICHNIS

Literatur

Amlinger, F. (2002): Umweltrelevanz der Hausgartenkompostierung. Klimarelevante Gasemissionen, Flüssige Emissionen, Massenbilanz, Hygienisierungsleistung. Endbericht März 2002. Wien 2002.

Amlinger, F. (2003): Umweltrelevanz der dezentralen Kompostierung. Klimarelevante Gasemissionen, Flüssige Emissionen, Massenbilanz, Hygienisierungsleistung. Endbericht Dezember 2003. Wien 2003.

Amt der Vorarlberger Landesregierung (Hrsg.) (1999): Effizienzkontrolle des Konzeptes für die landwirtschaftliche Sautrankverwertung in Vorarlberg. Bregenz 1999.

Amt der Vorarlberger Landesregierung (Hrsg.) (2008): Effizienzkontrolle des Konzeptes für die Verwertung getrennt gesammelter Küchenabfälle und Speisereste aus Gastronomie und Großküchen in Vorarlberg. Bregenz 2008.

Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz (1992): Kurzfassung Abfallwirtschaftskonzept für Oberösterreich. Daten 1990, 1991. Linz 1992

Amt der Oö. Landesregierung, Abteilung Umweltschutz (2008): Abfallbericht 2007. Linz 2008.

Anderl, M. et al. (2008): Bundesländer Schadstoff-Inventur 1990 – 2006. Regionalisierung der nationalen Emissionsdaten auf Grundlage von EU-Berichtspflichten (Datenstand 2008). Wien 2008.

Angerer, Th./Grech H. et al (2001): Erfassung biogener Abfallmengen aus dem Gewerbe und der Lebensmittelindustrie in Wien. Wien 2001.

Böhmer, S. et al. (2007): Abfallverbrennung in Österreich. Statusbericht 2006. Wien 2007.

Branscheid, W. (2005): Tierischische Nebenprodukte. In: Branscheid, W./Honickel, K./von Lengerken, G./Troeger, K. (Hrsg.): Qualität von Fleisch und Fleischwaren. Band 1, 2. Auflage, S. 513-548.

Brunner, P. et al (2007): Entwicklung innovativer Konzepte für die Etablierung einer stoffstromorientierten Abfallwirtschaft (EIKESA). Endbericht. Im Auftrag der Abteilung Umweltwirtschaft und Raumordnungsförderung der Niederösterreichischen Landesregierung. Wien 2007.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2006): Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2006. Wien 2006.

Dietrich, R./Dankl, C. (1999): Effizienzkontrolle des Konzeptes für die landwirtschaftliche Sautrankverwertung in Vorarlberg. Bregenz 1991.

Dyckhoff, H. (2006): Produktionstheorie. Heidelberg 2006.

Econum (2006): Fortentwicklung der kommunalen Abfallwirtschaft bis 2015 in Oberösterreich.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2006): Handreichung – Biogasgewinnung und –nutzung. 3. Aufl. Gülzow 2006.

Floegl, W. (2002): Klimarelevanz der Deponien in Oberösterreich. Linz 2002.

Floegl, W. (2006): Reduktion von Treibhausgasen auf Deponien in Oberösterreich. Linz 2006.

Haidinger, F./Gazvini Zadeh, M. (2008): Abfallbericht 2007. Linz 2008.

Hani, A. I. (1998): Untersuchungen zu In- und Outputströmen bei der Restabfallvergärung und Vergleich mit der Kompostierung. Diplomarbeit. Paderborn 1998.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2006): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 5. Hayama 2006.

König, S.: Stoffflussbasiertes Verfahren zur Bestimmung von Metallfrachten in Abfällen. Wien 2006.

Neubarth, J./Kaltschmitt, M. (Hrsg.) (2000): Erneuerbare Energien in Österreich. Wien 2000.

Neubauer, C./Öhlinger, A. (2008): Mechanische Abfallbehandlung (MA) vohn gemischten Siedlungs- und Gewerbeabfällen in Österreich. Anlagenstandorte 2007. Wien 2008.

Oö. Landes-Abfallverwertungs-Unternehmen AG (2008): Altstoffsammelzentrum 2007. Leistungsbericht. Wels 2008.

Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband (2004): Liste aus Betreiberangaben und Literaturangaben zu Kohlenstoffgehalten und biogenen Anteilen von Ersatzbrennstoffen. Wien 2004.

Prammer, H.K. ,Malinsky A.H. (2005): Flusskostenorientiertes Stoffstrommanagement in nachhaltigkeitsorientierten Produktions-Reduktions-Netzwerken, in: Feldbauer-Durstmüller, B., Schwarz, R., Wimmer, B.: Handbuch Controlling und Consulting, Linde Verlag, Wien.

Rolland, C./Scheibengraf, M. (2003): Biologisch abbaubarer Kohlenstoff im Restmüll. Wien 2003.

Schachermayer, E./Lampert, C. (2008): Erfasste Deponiegasmengen auf österreichischen Deponien. – Zeitreihe für die Jahre 2002 bis 2007. Wien 2008.

Schneider, F./Wassermann, G. (2004): Sozialer Wertstofftransfer im Einzelhandel. Wien 2004.

Statistik Austria (2007): Untersuchte Schlachtungen 2007. Wien 2007.

Statistik Austria (2007a) Durchschnittliche Lebend- und Schlachtgewichte 2007. Wien 2007.

Sterr, T. (2003): Industrielle Stoffkreislaufwirtschaft im regionalen Kontext. Heidelberg et al. 2003.

Taibon, M./Vogel, E./Steiner, M. (2004): Restmüllanalysen Oberösterreich 2004 erstellt im Auftrag des Amts der Oberösterreichischen Landesregierung, Abteilung Umwelt- und Anlagentechnik, Umweltüberwachung. Innsbruck 2004.

Umweltbundesamt (2003): Emissionsfaktoren als Grundlage für die österreichische Luftschadstoff-Inventur. Wien 2004

Umweltbundesamt (2008): Tierische Nebenprodukte 2004-2006. Erhebung der Mengen an tierischen Nebenprodukten in Österreich, Wien 2008.

Umweltbundesamt (2008): Austria's National Inventory Report 2008. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Wien 2008.

Wöber, K. (2001): Betriebskennzahlen des österreichischen Gastgewerbes. Ergebnisse des Betriebsvergleichs 1999. Schriftenreihe der Fachverbände Gastronomie und Hotellerie Nr. 13. Wien 2001.

Zäpfel, G. (2001): Grundzüge des Produktions- und Logistikmanagements. München, Wien 2001.

Rechtliche Regelwerke und Normen

Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (AWG 2002), BGBl I 102/2002 idF BGBl I 54/2008

Oö. Abfallwirtschaftsgesetz 1997 (Oö. AWG 1997), LGBl 86/1997, aufgehoben durch LGBl 71/2009

Abfallverzeichnis lt. ÖNORM S 2100, Ausgabe vom 1. Oktober 2005

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Deponien (Deponieverordnung 2008), BGBl II 39/2008 idF BGBl II 185/2009

Verordnung des Bundesministers für Umwelt über die Ablagerung von Abfällen (Deponieverordung) BGBl. Nr. 16471996

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und des Bundesministers für Wirtschaft und Arbeit über die Verbrennung von Abfällen (Abfallverbrennungsverordnung – AVV), BGBl II 389/2002 idF BGBl II 296/2007

Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über ein Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnisverordnung), BGBl II 570/2003 idF BGBl II 498/2008

Bundesgesetz über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten (Emissionszertifikategesetz – EZG), BGBl I 46/2004 idF BGBl I 171/2006

Überwachungs-, Berichterstattungs- und Prüfungs-Verordnung (ÜBPV), BGBl II Nr. 339/2007

Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. Oktober 2002 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr

bestimmte tierische Nebenprodukte (TNP-Verordnung), ABl L 273 vom 10.10.2002, S. 1-95 idgF

Bundesgesetz betreffend Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte und Materialien (Tiermaterialiengesetz - TMG), BGBl I 141/2003 idF BGBl I 13/2006

Änderung des Abfallwirtschaftsgesetzes und des Wasserrechtsgesetzes (AWG-Novelle Deponien), BGBl. I 90/2000

Österreichisches Normungsinstitut (2005): ÖNORM S 2096-1. Stoffflussanalyse. Wien 2005.

Österreichisches Normungsinstitut (2005): ÖNORM S 2100. Abfallverzeichnis. Wien 2005.

Internetdokumente

Anschober, R./Stockinger, J./Lechner, P. (2008): Lebensmittel im Restmüll - eine Analyse für Oö. http://www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xbcr/SID-D60543A3-23097A34/ooe/PK_Anschober_Stockinger_21.08.2008_Internet.pdf, Zugriff am 24.02.2009.

Bundesabfallwirtschaftsplan (BAWP). Aktuelle Daten 2008. S. 37. URL: http://www.bundesabfallwirtschaftsplan.at/

Amt der Oö. Landesregierung (2008): Kompostaktivitäten in Oberösterreich. http://www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xchg/SID-7F30F597-8F401339/ooe/hs.xsl/62813_DEU_HTML.htm, Zugriff am 03.03.2009.

Schneider, F. (2008): Lebensmittel im Abfall - mehr als eine technische Herausforderung. http://www.laendlicher-raum.at/filemanager/download/33083/, Zugriff am 23.02.2009.

Schneider, F./Wassermann, G. (2005): Originalverpackte Lebensmittel im Müll. http://www.wau.boku.ac.at/fileadmin/_/H81/H813/IKS_Files/Forschungsberichte/Wassermann_Schneider_121205.pdf, Zugriff am 24.02.2009.

Arbeitsgemeinschaft der Alten- und Pflegeheime Oberösterreichs (2008): Alten- und Pflegeheime in Oberösterreich. http://www.land-oberoesterreich.gv.at/cps/rde/xbcr/ooe/So_altenpflegeheime.pdf, Zugriff am 28.05.2009.

Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend (Hrsg.) (2008): Krankenanstalten in Österreich. http://bmgf.cms.apa.at/cms/site/attachments/6/9/9/CH0786/CMS1039007503101/ka-verzeichnis_2008_gesamt_internet.pdf, Zugriff am 28.05.2009.

Umweltbundesamt: www.umweltbundesamt.at

ANHANG

Anhang 1: Abfälle gemäß ÖNORM S 2100, die Gegenstand dieser Studie sind[211]

SNr.	Bezeichnung gemäße ÖNORM S 2100
11	**Nahrungs- und Genussmittelabfälle**
11102	überlagerte Lebensmittel
11117	Rückstände aus der Konserven- und Tiefkühlfabrikation (Fleisch, Fisch)
11701	Futtermittel
11702	überlagerte Futtermittel
14	**Häute und Lederabfälle**
14704	Lederschleifschlamm, Ledermehl
17	**Holzabfälle**
17101	Rinde
17103	Sägemehl und Sägespäne aus naturbelassenem, sauberem, unbeschichtetem Holz
17104	Holzschleifstäube und -schlämme
17201	Holzemballagen und Holzabfälle, nicht verunreinigt
17202	Bau- und Abbruchholz
17211	Sägemehl und -späne, durch organische Chemikalien verunreinigt
18	**Zellulose-, Papier- und Pappeabfälle**
18101	Rückstände aus der Zellstoffherstellung (Spuckstoffe und Äste)
18102	Rückstände aus der Chemikalienrückgewinnung der Zellstoffherstellung
18401	Rückstände aus der Papiergewinnung (Spuckstoffe) ohne Altpapieraufbereitung
18407	Rückstände aus der Altpapierverarbeitung (18412)
18702	Papier und Pappe, beschichtet
18718	Altpapier, Papier und Pappe, unbeschichtet
31	**Abfälle mineralischen Ursprungs (ohne Metallabfälle)**
31103	Ofenausbruch aus metallurgischen Prozessen
31107	Chrommagnesit
31301	Flugsaschen und -stäube aus sonstigen Feuerungsanlagen
31305	Kohlenaschen
31306	Holzasche, Strohasche
31308	Schlacken und Aschen aus Abfallverbrennungsanlagen (ausgestuft)
31309	Flugaschen und -stäube aus Abfallverbrennungsanlagen
31315	Rea-Gipse
31402	Putzereisandrückstände
31405	Glasvlies
31408	Glas (zB Flachglas)
31409	Bauschutt (keine Baustellenabfälle)
31411	Bodenaushub
31412	Asbestzement
31413	Asbestzementstäube
31414	Schamotte
31416	Mineralfasern
31418	Geseinsstäube, Polierstäube

[211] Betreffend den Teil Deponierung und thermische Behandlung

31421	Kohlenstaub
31424	Sonst. verunreinigte Böden
31427	Betonabbruch
31432	Graphit, Graphitstaub
31434	verbrauchte Filter- und Aufsaugmassen mit anwendungsspezifischen nicht schädlichen Beimengen (zBKieselgur, Aktiverden, Aktivkohle)
31438	Gips
31442	Kieselsäure- und Quarzabfälle
31451	Stahlmittelrückstände mit anwendungsspezifischen nicht schädlichen Beimengen
31465	Glas und Keramik mit produktionsspezifischen Beimengungen
31488	Gießformen und -sande vor dem Gießen
31489	Gießformen und -sande nach dem Gießen
31613	Gipsschlamm
31622	Magnesiumoxidschlamm
31625	Erdschlamm, Sandschlamm, Schlitzwandaushub
35	**Metallabfälle**
35101	Eisenhaltiger Staub ohne schädliche Beimengungen
39	**Andere Abfälle mineralischen Ursprungs sowie Abfälle von Veredelungsprozessen**
39905	Feuerlöschpulverreste
51	**Oxide, Hydroxide, Salzabfälle**
51115	Aluminiumhydroxidschlamm, verunreinigt
51305	Aluminiumoxid
51308	Aluminiumhydroxid
53	**Abfälle von Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmitteln sowie von pharmazeutischen Erzeugnissen und Desinfektionsmitteln**
53501	Arzneimittel, nicht wassergefährdend, ohne Zytostatika
54	**Abfälle von Mineralöl- und Kohleveredelungsprodukten**
54102	Altöle
54104	Kraftstoffe mit Flammpunkt unter 55C (zB Benzine)
54912	Bitumen, Asphalt
55	**Abfälle von organischen Lösemitteln, Farben, Lacken, Klebstoffen, Kitten und Harzen**
55370	Lösemittelgemische ohne halogenierte organische Bestandteile, Farb- und Lackverdünnungen (zB "Nitroverdünnungen"), auch Frostschutzmittel
55373	Sonstige nicht halogenierte organische Lösemittel
55374	Lösemittel-Wasser-Gemische ohne halogenierte Lösemittel
55402	Lösemittelhaltiger Schlamm ohne halogenierte org. Bestandteile
55510	sonst. Farb-, lack- und anstrichhaltige Abfälle
55513	Altlacke, Altfarben ausgehärtet (auch ausgehärtete Reste in Gebinden)
55521	Pulverlacke, schwermetallfrei
57	**Kunststoff- und Gummiabfälle**
57110	Polyurethan, Polyurethanschaum
57118	Kunststoffemballagen und -behältnisse
57119	Kunststofffolien
57123	Epoxidharz
57124	Ionenaustauscherharze
57128	Polyolefinabfälle
57129	Sonstige ausgehärtete Kunststoffabfälle, Videokassetten, Magnetbänder, Tonbänder, Farbbänder (Carbonbänder, Tonercartridges ohne gefährliche Inhaltsstoffe
57303	Kunststoffdispersion (auf Wasserbasis)
57304	Kunststoffemulsion nicht gefährlich
57501	Gummi
57502	Altreifen und Altreifenschnitzel
57506	Gummimehl, Gummistaub
58	**Textilabfälle (Natur- und Chemiefaserprodukte)**

58104	Cellulosefasern
58107	Stoff- und Gewebereste, Altkleider
59	**Andere Abfälle chemischer Umwandlungs- und Syntheseprodukte**
59402	Tenside und tensidhältige Zubereitungen sowie Rückstände von Wasch- und Reinigungsmitteln
91	**Feste Siedlungsabfälle einschließlich ähnlicher Gewerbeabfälle**
91101	Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle
91102	Rückstände aus der biologischen Abfallbehandlung
91103	Rückstände aus der mechanischen Abfallbehandlung
91105	Hausmüll und hausmüllähnlicher Gewerbeanfall, mechanisch-biologische vorbehandelt
91105	Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, mechanisch-biologisch vorbehandelt
91108	Ersatzbrennstoffe, qualitätsgesichert
91201	Verpackungsmaterial und Kartonagen
91202	Küchen- und Kantinenabfälle
91206	Baustellenabfälle (kein Bauschutt)
91207	Leichtfraktion aus der Verpackungssammlung
91501	Straßenkehricht
91702	Friedhofsabfälle, die nicht den Anforderungen der Kompostverordnung entsprechen
94	**Abfälle aus Wasseraufbereitung, Abwasserbehandlung, Abwasserbehandlung und Gewässernutzung**
94301	Vorklärschlamm
94501	anaerob stabilisierter Schlamm (Faulschlamm)
94502	aerob stabilisierter Schlamm
94701	Rechengut
94702	Rückstände aus der Kanalreinigung
94704	Sandfanginhalte
94801	Schlamm aus der Abwasserbehandlung, mit gefährlichen Inhaltsstoffen
94802	Schlamm aus der mechanischen Abwasserbehandlung der Zellstoff- und Papierherstellung
94803	Schlamm aus der biologischen Abwasserbehandlung der Zellstoff- und Papierherstellung
94804	Schlamm aus der Abwasserbehandlung, ohne gefährliche Inhalttstoffe
97	**Abfälle aus dem medizinischen Bereich**
97102	desinfizierte Abfälle, außer gefährliche Abfälle
97103	Körperteile und Organabfälle
97104	Abfälle, die nur innerhalb des medizinischen Bereiches eine Infektions- oder Verletzungsefahr darstellen können, gemäß ÖNORM S 2104
97105	Kanülen und sonstige verletzungsgefährdende spitze oder scharfe Gegenstände, wie Lanzetten, Skalpelle und dgl. Gemäß ÖNORM S 2104

Anhang 2: Datenerhebungsblatt thermische Verwertung (am Beispiel WAV)

JOHANNES KEPLER UNIVERSITÄT
INSTITUT FÜR BETRIEBLICHE UND REGIONALE UMWELTWIRTSCHAFT
Altenbergerstraße 69
A-4040 Linz
Tel.: +43732-2468-8833 Fax: +43732-2468-8832

Datenerhebungsblatt – Verbrennungsanlage

Mit dem Ausfüllen dieses Datenerhebungsblattes unterstützen Sie ein gemeinsames Projekt mit dem „Land Oberösterreich" und dem „Institut für Betriebliche und Regionale Umweltwirtschaft" im Auftrag des Oö. Umweltressort.

Ziel des Projektes:
Quantifizierung des positiven Beitrags der Abfallwirtschaft zur Stoffkreislaufwirtschaft und zum Klimaschutz!

AVE Österreich GmbH
Recyclingpark Wels (WAV Linie 1 + 2 inkl. Sortierung)
Mitterhoferstraße 100
4600 Wels

1. Wird für den Betrieb der Verbrennungsanlage eine Zusatzfeuerung in Form von anderen (fossilen) Brennstoffen verwendet?

☐ JA → **weiter mit Frage 2**

☐ NEIN → **weiter mit Frage 3**

2. Welche und wie viel Brennstoffe wurden für die Zusatzfeuerung 2007 eingesetzt?

Brennstoff	Menge in t oder m^3	Energieinhalt in MWh
☐ Heizöl leicht		
☐ Heizöl schwer		
☐ Erdgas		
☐ Koks		
☐ Sonstige:		

3. Welche Anlagenteile gibt es neben den Verbrennungsanlagen noch am Anlagenstandort?

☐ Splittinganlage ☐ Sieb

☐ Shredder ☐ Windsichter

☐ Magnetabscheider ☐ Sonstiges, und zwar:

4. Einsatz weiterer Energieträger zum Betrieb der Verbrennungsanlage (ohne Eigenverbrauch) für abfallbezogene Prozesse am Betriebsgelände (Jahr 2007):
In welchen Bereichen (siehe Frage 3 und andere wie zB Gebäude der Administration, Kran, Radlader, Förderbänder, sonstige Maschinen) wird zusätzlich Energie für den **Betrieb der Verbrennungsanlage** und der **Sortieranlagen** eingesetzt?
Wenn Sie keine genauen Angaben machen können, ist eine Schätzung ausreichend!

Ort des Energieverbrauchs	Art der verbrauchten Energie Strom, Diesel, Erdgas,...	Menge der verbrauchten Energie	
		in t oder m^3 pro Jahr	in MWh pro Jahr
GESAMT			

5. Eigenverbrauch an Energie
Wie hoch war der Eigenverbrauch an Energie im Jahr 2007 am Standort?

Eigenverbrauch	Energie in MWh
☐ Strom	
☐ Wärme	

6. Menge und Art der erzeugten Energie (ab Werk)
Wie viel Energie und welche Art von Energie wurden im Jahr 2007 im gesamten Werk erzeugt (Einspeisung ins Netz)?

Art der erzeugten Energie	Erzeugte Energie in MWh
☐ Nur Strom	
☐ Nur Wärme	
☐ Kraft-Wärme-Kopplung - Strom - Wärme	

7. Überwachung/Bestimmung der CO_2-Emissionen:
Wie erfolgt die Überwachung der durch die Abfallverbrennung verursachten CO_2-Emissionen? Bitte tragen Sie jeweils auch die genaue Bezeichnung der jeweiligen Mess- oder Berechnungsmethodik ein!

Methodik	Bezeichnung der Methodik
☐ Auf Messung beruhende Methodik	
☐ Auf Berechnung beruhende Methodik	

8. Wie viele t CO_2 wurden im Jahr 2007 vom gesamten Betrieb emittiert?

CO_2-Emissionen in t:

Wir versichern Ihnen, dass Ihre Daten streng vertraulich behandelt, nicht an Dritte weitergegeben und für diese Studie nur in Form aggregierter Daten (für Oberösterreich gesamt) bzw. anonymisiert ausgewertet werden!

Für Anfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Sie werden ersucht, bis zum **17. Februar 2009** das ausgefüllte Datenblatt an die oben angeführte Adresse oder an die E-mail-Adresse daniela.schrack@jku.at zu retournieren.

Helfen Sie mit aufzuzeigen, welche Leistungen im Bereich der Abfallwirtschaft seit dem Jahr 1990 erbracht wurden!

Vielen Dank im Voraus für Ihre Unterstützung!

Dr. Heinz Karl Prammer (0732) 2468-8830 heinz.prammer@jku.at
Mag. Daniela Schrack (0732) 2468-8835 daniela.schrack@jku.at

Anhang 3: Datenerhebungsblatt Sortieranlagen (am Beispiel Vorwagner)

JOHANNES KEPLER UNIVERSITÄT
INSTITUT FÜR BETRIEBLICHE UND REGIONALE UMWELTWIRTSCHAFT
Altenbergerstraße 69
A-4040 Linz
Tel.: +43732-2468-8833 Fax: +43732-2468-8832

Datenerhebungsblatt – Sortieranlagen

Mit dem Ausfüllen dieses Datenerhebungsblattes unterstützen Sie ein gemeinsames Projekt mit dem „Land Oberösterreich" und dem „Institut für Betriebliche und Regionale Umweltwirtschaft" im Auftrag des Oö. Umweltressort.

Ziel des Projektes:
Quantifizierung des positiven Beitrags der Abfallwirtschaft zur Stoffkreislaufwirtschaft und zum Klimaschutz!

Vorwagner Kreislaufwirtschaft GmbH & Co KG
Sternberg 15
4812 Pinsdorf

1. Welche Anlagenteile gibt es am Anlagenstandort?	☐ Splittinganlage	☐ Sieb
	☐ Shredder	☐ Windsichter
	☐ Magnetabscheider	☐ Sonstiges, und zwar:

2. Einsatz von Energieträgern am Betriebsgelände (Jahr 2007):
In welchen Bereichen (siehe Frage 1 und ähnliche wie zB Gebäude der Administration, Kran, Radlader, Förderbänder, sonstige Maschinen) wird Energie für den Betrieb der Anlage eingesetzt?
Wenn Sie keine genauen Angaben machen können, ist eine Schätzung ausreichend!

Ort des Energieverbrauchs	Art der verbrauchten Energie Strom, Diesel, Erdgas,...	Menge der verbrauchten Energie	
		in t oder m³ pro Jahr	in MWh pro Jahr
GESAMT			

Wir versichern Ihnen, dass Ihre Daten streng vertraulich behandelt, nicht an Dritte weitergegeben und für diese Studie nur in Form aggregierter Daten (für Oberösterreich gesamt) bzw. anonymisiert ausgewertet werden!

Für Anfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Sie werden ersucht, bis zum **16. Februar 2009** das ausgefüllte Datenblatt an die oben angeführte Adresse oder an die E-mail-Adresse daniela.schrack@jku.at zu retournieren.

Helfen Sie mit aufzuzeigen, welche Leistungen im Bereich der Abfallwirtschaft seit dem Jahr 1990 erbracht wurden!

Vielen Dank im Voraus für Ihre Unterstützung!

Dr. Heinz Karl Prammer	(0732) 2468-8830	heinz.prammer@jku.at
Mag. Daniela Schrack	(0732) 2468-8835	daniela.schrack@jku.at

Anhang 4: Auflistung der befragten Sortieranlagen

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Auflistung aller in die Betrachtung miteinbezogenen Sortieranlagen bzw. mechanischen Behandlungsanlagen inklusive ihrem Standort und den vorhandenen Anlagenteilen. Für jene Felder, die noch nicht ausgefüllt sind (-), gibt es entweder keine Informationen oder das Datenerhebungsblatt wurde nicht retourniert.

Mechanische Abfallbehandlungsanlagen bzw. Sortieranlagen in Oö.

Nr.	Sortieranlage	Standort	Anlagenteile bzw. Beschreibung der Anlage[212]
1	.A.S.A Abfall Service AG	Asten	Sortieranlage, Ballenpresse
2	AVE Österreich GmbH, Attnang-Redlham	Attnang-Puchheim	Splittinganlage, Shredder, Magnetabscheider, Sieb, Windsichter, Ballenpresse
3	AVE Österreich GmbH, Hörsching	Hörsching	Magnetabscheider, Sieb, Windsichter, Sacköffner, 2 Ballenpressen, 1 Radlader, 3 Stapler
4	AVE Österreich GmbH, Steyr	Steyr	-
5	Bauschuttrecycling Salzkammergut GmbH	Ohlsdorf	Magnetabscheider, Sieb, Windsichter, Brecher
6	Brantner Walter Gesellschaft m.b.H.	Linz	-
7	Eisenhandel Gebeshuber GmbH	Steyr	2 Bagger
8	Faltinger GesmbH & CoKG	Katsdorf	Sortieranlage
9	n.p.EU. Franz Gangl	Schärding	Trennanlage für Papier und Kunststoff
10	Georg Katzlberger Gesellschaft m.b.H. & Co. KG.	Mettmach	-
11	Joh. Spiehs & Co GmbH	Linz	-
12	AWZ Inzersdorf	Schlierbach	-
13	Kronlachner Ges.m.b.H.	Waizenkirchen	Sortierbühne
14	Mittendorfer Bau GmbH & Co KG	Ebensee	Brechanlage
15	Müllbeseitigungs- und Mülldeponiebetriebs GmbH	Ort im Innkreis	-
16	Neuhauser Gesellschaft m.b.H.	St. Pantaleon	Splittinganlage, Shredder, Magnetabscheider, Sieb, Windsichter, Radlader
17	Rauch Recycling Dienstleistungs GmbH	Laakirchen	-
18	RIFA - Rieder Initiative für Arbeit	Ried. im Innkreis	-
19	Rudolf Aigner GmbH	Steyr	-
20	Schlechmair Peter Schrotthandel und Containerverleih	Handenberg	Schrottschere
21	Stadtgemeinde Braunau am Inn	Braunau am Inn	Recyclinghof
22	Umwelttechnik GmbH (UWT)	Linz	Splittinganlage, Magnetabscheider, Sieb
23	Volkshilfe Basar GmbH Steyr	Steyr	Händische Textilsortierung
24	Volkshilfe Basar GmbH Schärding	Schärding	-
25	Volkshilfe Basar GmbH Linz	Linz	Händische Altkleidersortierung
26	Vorwagner Kreislaufwirtschaft GmbH & Co KG	Pinsdorf	-
27	Waizinger Ges.mbH & Co KG	Steyr	-

[212] Auszug aus den Ergebnissen der durch die Anlagenbetreiber ausgefüllten Datenerhebungsblätter (Stand: 5. März 2009).

28	WBR Welser Baustoffrecycling GmbH	Wels	Prallmühle
29	Zellinger GmbH	Herzogsdorf	-
30	MBA Linz	Linz	-
31	AVE Österreich GmbH, Wels	Wels	Splittinganlage, Shredder, Magnetabscheider, Sieb, Windsichter, Pelletierungs- und Kompostierungsanlage

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an die abfallwirtschaftliche Anlagendatenbank

Anhang 5: Auflistung der Standorte der Kompostierungsanlagen in Oberösterreich

Verarbeitete Menge und bewilligte Anlagenkapazität der Kompostierungsanlagen im Jahr 2007 aggregiert nach Bezirke

Bezirk	verarbeitete Menge 2007 in m^2	bewilligte Anlagenkapazität 2007 in m^2
Braunau	27.130	23.500
Eferding	11.112	12.800
Freistadt	22.301	28.560
Gmunden	21.858	17.800
Grieskirchen	14.639	15.100
Kirchdorf[1)]	16.439	17.060
Linz-Stadt	k.A.	15.000
Linz-Land	43.477	46.100
Perg	18.251	17.700
Ried	18.058	21.900
Rohrbach	15.202	19.600
Schärding	12.062	13.900
Steyr-Land	35.361	33.200
Urfahr-Umgebung[2)]	36.485	43.700
Vöcklabruck	26.498	19.850
Wels-Stadt	20.454	25.000
Wels-Land	38.289	42.450

[1)] für eine Kompostierungsanlage im Bezirk Kirchdorf wurde keine Angabe bzgl. der verarbeiteten Mengen 2007 und der bewilligten Anlagenkapazität gemacht

[2)] für eine Kompostierungsanlage im Bezirk Urfahr-Umgebung wurde keine Angabe bzgl. der verarbeiteten Mengen 2007 gemacht

Quelle: Eigene Darstellung an Anlehnung an die abfallwirtschaftliche Datenbank

Anhang 6: Auflistung der Abfallvergärungsanlagen aggregiert nach oö. Bezirke

Bewilligte Kapazität, Mengendurchsatz und bewilligte elektrische Leistung der Abfallvergärungsanlagen im Jahr 2007 aggregiert nach Bezirke

Bezirk	bewilligte Kapazität - Mengendurchsatz in t	Mengendurchsatz 2007 in t	bewilligte elektrische Leistung in kW
Braunau	8.388	7.323	280
Freistadt	k.A.	1.800	27
Gmunden	9.642	8.601	243
Grieskirchen	6.165	5.134	151
Kirchdorf[1)]	18.240	16.659	553
Linz-Land	500	741	10
Perg	7.420	7.283	250
Ried	14.700	12.289	527
Rohrbach	10.000	4.960	250
Schärding	11.000	9.979	350
Setyr	3.700	2.888	67
Urfahr-Umgebung[2)]	11.410	8.406	428
Vöcklabruck[3)]	5.100	4.468	157
Wels-Stadt	21.000	23.068	499

[1)] für eine Abfallvergärungsanlage im Bezirk Kirchdorf wurde keine Angabe bzgl. Der bewilligten Kapazität gemacht

[2)] für eine Abfallvergärungsanlage im Bezirk Urfahr-Umgebung wurde keine Angabe bzgl. Der bewilligten Kapazität gemacht

[3)] für eine Abfallvergärungsanlage im Bezirk Vöcklabruck wurde keine Angabe bzgl. Der bewilligten Kapazität gemacht

Quelle: Eigene Darstellung an Anlehnung an die abfallwirtschaftliche Datenbank

Anhang 7: Auflistung der NaWaRo-Anlagen aggregiert nach oö. Bezirke

Bewilligte Kapazität, Mengendurchsatz und bewilligte elektrische Leistung der NaWaRo-anlagen im Jahr 2007 aggregiert nach Bezirke

Bezirk	bewilligte Kapazität-Mengendurchsatz in t	Mengen-durchsatz 2007 in t	bewilligte elektrische Leistung in kW
Braunau	20.692	13.244	400
Freistadt	13.000	6.241	350
Grieskirchen	35.000	24.014	1.250
Kirchdorf	10.000	10.356	250
Ried	42.128	31.716	1.295
Rohrbach	15.481	7.033	450
Urfahr-Umgebung	8.000	7.143	350
Vöcklabruck	35.927	23.440	950
Wels-Stadt	131.400	62.303	250
Wels-Land	7.698	6.693	250

Quelle: Eigene Darstellung an Anlehnung an die abfallwirtschaftliche Datenbank

Anhang 8: Auflistung der Klärschlammvergärungsanlagen aggregiert nach oö. Bezirke

Bewilligte Kapazität, Mengendurchsatz und bewilligte elektrische Leistung der Klärschlammvergärungsanlagen im Jahr 2007 aggregiert nach Bezirke

Bezirk	bewilligte Kapazität - Mengendurchsatz in t	Mengen-durchsatz 2007 in t	bewilligte elektrische Leistung in kW
Freistadt	k.A.	7.867	28
Gmunden	k.A.	18.096	264
Kirchdorf	k.A.	7.625	160
Linz-Land	k.A.	367.742	4.565
Steyr	k.A.	23.749	514
Wels-Land	k.A.	80.894	370

Quelle: Eigene Darstellung an Anlehnung an die abfallwirtschaftliche Datenbank

Anhang 9: Datengrundlagen für die Berechnung der CO_2-Emissionen aus der thermischen Behandlung (für die genaue Bezeichnung der einzelnen Schlüsselnummern siehe Anhang 1)

		Grundlegende Daten für die Berechnung der Emissionen				Aufteilung der Abfälle nach Herkunft		Literaturangaben	
SNr.	Bezeichnung in ÖNORM	TS (Anteil Trocken-substanz)	C-Gehalt gesamt in g/kg	C fossil (Anteil nicht biogener Bestandteile)	C biogen (Anteil biogener Bestandteile)	Gewerblich	Kommunal	Quelle zu TS	Quelle zu C
11	**NAHRUNGS- UND GENUSSMITTELABFÄLLE**								
11102	überlagerte Lebensmittel	0,9	430	0	1	100%	0%	König	Annahme
11117	Rückstände aus der Konserven- und Tiefkühlfabrikation (Fleisch, Fisch)	0,7	430	0	1	100%	0%	Annahme König	Annahme
11701	Futtermittel	0,8	430	0	1	100%	0%	König	ÖWAV
11702	überlagerte Futtermittel	0,8	430	0	1	100%	0%	König	ÖWAV
14	**HÄUTE UND LEDERABFÄLLE**								
14704	Lederschleifschlamm, Ledermehl	0,84	500	0	1	100%	0%	IPCC	ÖWAV
17	**HOLZABFÄLLE**								
17101	Rinde	0,55	496	0	1	100%	0%	König	ÖWAV
17103	Sägemehl und Sägespäne aus naturbelassenem, sauberem, unbeschichtetem Holz	0,94	502	0	1	100%	0%	König	ÖWAV
17104	Holzschleifstäube und -schlämme	0,94	438	0	1	100%	0%	König	ÖWAV
17201	Holzemballagen und Holzabfälle, nicht verunreinigt	0,94	496	0	1	100%	0%	König	ÖWAV
17202	Bau- und Abbruchholz	0,9	450	0	1	100%	0%	König	ÖWAV
17211	Sägemehl und -späne, durch organische Chemikalien verunreinigt	0,94	502	0	1	100%	0%	König	Annahme
18	**ZELLULOSE-, PAPIER- UND PAPPEABFÄLLE**								
18101	Rückstände aus der Zellstoffherstellung (Spuckstoffe und Äste)	0,8	497	0	1	100%	0%	König	ÖWAV
18102	Rückstände aus der Chemikalienrückgewinnung der Zellstoffherstellung	0,8				100%	0%	König	
18401	Rückstände aus der Papiergewinnung (Spuckstoffe)	0,44	181	0	1	100%	0%	König	ÖWAV

	ohne Altpapieraufbereitung								
18407	Rückstände aus der Altpapierverarbeitung (18412)	0,44	250	0,05	0,95	50%	50%		ÖWAV
18702	Papier und Pappe, beschichtet	0,8	438	0	1	100%	0%	König	ÖWAV
18718	Altpapier, Papier und Pappe, unbeschichtet	0,94	438	0	1	100%	0%	König	ÖWAV
31	**ABFÄLLE MINERALISCHEN URSPRUNGS (OHNE METALLABFÄLLE)**								
31301	Flugsaschen und -stäube aus sonstigen Feuerungsanlagen	0,99				100%	0%	König	
31432	Graphit, Graphitstaub	1	900	1	0	100%	0%	König	ÖWAV
31434	verbrauchte Filter- und Aufsaugmassen…	0,8	500	0,5	0,5	100%	0%	König	Annahme
31622	Magnesiumoxidschlamm	0,3	500	0	1	100%	0%	König	
53	**ABFÄLLE VON PFLANZENBEHANDLUNGS- UND SCHÄDLINGSBEKÄMPFUNGSMITTELN UND PHARMAZEUTISCHE ERZEUGNISSE**								
53501	Arzneimittel, nicht wassergefährdend, ohne Zytostatika	1	500	0,5	0,5	0%	100%	König	Annahme
54	**ABFÄLLE VON MINERALÖL- UND KOHLEVEREDELUNGSPRODUKTEN**								
54102	Altöle	0,91	885	1	0	100%	0%	König	ÖWAV
54104	Kraftstoffe mit Flammpunkt unter 55C (zB Benzine)	0,91	885	1	0	100%	0%	König	
55	**ABFÄLLE VON ORGANISCHEN LÖSEMITTELN, FARBEN, LACKEN, KLEBSTOFFEN, KITTEN UND HARZEN**								
55370	Lösemittelgemische ohne halogenierte organische Bestandteile,…	1	750	0,98	0,02	100%	0%	König	Annahme Schwarzinger
55373	Sonstige nicht halogenierte organische Lösemittel	1	750	0,98	0,02	100%	0%	Annahme	Annahme Schwarzinger
55374	Lösemittel-Wasser-Gemische ohne halogenierte Lösemittel	1	750	0,98	0,02	100%	0%	Annahme	Annahme Schwarzinger
55402	Lösemittelhaltiger Schlamm ohne halogenierte org. Bestandteile	0,8	750	0,98	0,02	100%	0%	König	Annahme Schwarzinger
55510	sonst. Farb-, lack- und anstrichhaltige Abfälle	0,95	750	0,98	0,02	100%	0%	König	Annahme Schwarzinger
55513	Altlacke, Altfarben ausgehärtet (auch ausgehärtete Reste in Gebinden)	0,95	750	0,98	0,02	100%	0%	König	Annahme Schwarzinger
55521	Pulverlacke, schwermetallfrei	0,95	750	0,98	0,02	100%	0%	König	Annahme Schwarzinger
57	**KUNSTSTOFF- UND GUMMIABFÄLLE**								
57110	Polyurethan, Polyurethanschaum	0,98	625	0,97	0,03	100%	0%	König	ÖWAV
57118	Kunststoffemballagen und -behältnisse	0,98	625	0,97	0,03	100%	0%	König	ÖWAV
57119	Kunststofffolien	0,98	625	0,97	0,03	100%	0%	König	ÖWAV
57123	Epoxidharz	0,98	625	0,97	0,03	100%	0%	Annahme	ÖWAV

57124	Ionenaustauscherharze	0,98	850	1	0	100%	0%	König	ÖWAV
57128	Polyolefinabfälle	0,98	625	0,97	0,03	100%	0%	König	ÖWAV
57129	Sonstige ausgehärtete Kunststoffabfälle, Videokassetten, Magnetbänder,…	0,98	625	0,97	0,03	100%	0%	König	Annahme
57303	Kunststoffdispersion (auf Wasserbasis)	0,8	625	0,97	0,03	100%	0%	Annahme König	Annahme
57304	Kunststoffemulsion nicht gefährlich	0,8	625	0,97	0,03	100%	0%	Annahme König	Annahme
57501	Gummi	0,9	625	0,97	0,03	100%	0%	König	ÖWAV
57502	Altreifen und Altreifenschnitzel	0,9	645	0,73	0,27	100%	0%	König	ÖWAV
57506	Gummimehl, Gummistaub	0,9	625	0,97	0,03	100%	0%	König	Annahme
58	**TEXTILABFÄLLE (NATUR- UND CHEMIEFASERPRODUKTE)**								
58104	Cellulosefasern	0,9	400	0	1	100%	0%	Annahme König	ÖWAV
58107	Stoff- und Gewebereste, Altkleider	0,9	483	0,35	0,65	0%	100%	König	Rolland
59	**ANDERE ABFÄLLE CHEMISCHER UMWANDLUNGS- UND SYNTHESEPRODUKTE**								
59402	Tenside und tensidhältige Zubereitungen sowie Rückstände von Wasch- und Reinigungsmitteln	0,9	500	0	1	100%	0%	König	Annahme
91	**FESTE SIEDLUNGSABFÄLLE EINSCHLIESSLICH GEWERBEABFÄLLE**								
91101	Siedlungsabfälle und ähnliche Gewerbeabfälle	0,73	335	0,45	0,55	8%	92%	Rolland	ÖWAV
91102	Rückstände aus der biologischen Abfallbehandlung	0,8	335	0	1	54%	46%	Annahme König	Annahme
91103	Rückstände aus der mechanischen Abfallbehandlung	0,8	335	0,5	0,5	54%	46%	Annahme König	Annahme
91105	Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, mechanisch-biologisch vorbehandelt	0,8	335	0,45	0,55	100%	0%	Annahme König	ÖWAV
91108	Ersatzbrennstoffe, qualitätsgesichert	0,8	500	0,5	0,5	56%	44%	Annahme König	Annahme
91201	Verpackungsmaterial und Kartonagen	0,9	438	0	1	100%	0%	König	Annahme
91202	Küchen- und Kantinenabfälle	0,25	430	0	1	100%	0%	König	Annahme
91206	Baustellenabfälle (kein Bauschutt)	0,8	500	0,5	0,5	100%	0%	König	Annahme
91207	Leichtfraktion aus der Verpackungssammlung	0,9	461	0,4	0,6	100%	0%	König	Rolland
91702	Friedhofsabfälle, die nicht den Anforderungen der Kompostverordnung entsprechen	0,45	500	0	1	0%	100%	König	Annahme
94	**ABFÄLLE AUS WASSERAUFBEREITUNG, ABWASSERBEHANDLUNG UND GEWÄSSERNUTZUNG**								
94301	Vorklärschlamm	0,03	400	0	1	0%	100%	König	ÖWAV

94501	anaerob stabilisierter Schlamm (Faulschlamm)	0,34	320	0	1	0%	100%	Annahme König	ÖWAV
94502	aerob stabilisierter Schlamm	0,34	320	0	1	0%	100%	Annahme König	ÖWAV
94701	Rechengut	0,34	500	0	1	0%	100%	König	ÖWAV
94801	Schlamm aus der Abwasserbehandlung, mit gefährlichen Inhaltsstoffen	0,34	500	0	1	0%	100%	König	ÖWAV
94802	Schlamm aus der mechanischen Abwasserbehandlung der Zellstoff- und Papierherstellung	0,34	243	0	1	100%	0%	Annahme	ÖWAV
94803	Schlamm aus der biologischen Abwasserbehandlung der Zellstoff- und Papierherstellung	0,34	362	0,02	0,98	100%	0%	Annahme	ÖWAV
97	**ABFÄLLE AUS DEM MEDIZINISCHEN BEREICH**								
97102	desinfizierte Abfälle, außer gefährliche Abfälle	0,9	600	0,97	0,03	0%	100%	König	ÖWAV
97103	Körperteile und Organabfälle	0,9	500	0	1	0%	100%	König	Annahme
97104	Abfälle, die nur innerhalb des medizinischen Bereiches eine Infektions- oder Verletzungsgefahr darstellen…	0,9	500	0,5	0,5	0%	100%	König	Annahme
97105	Kanülen und sonstige verletzungsgefährdende spitze oder scharfe Gegenstände,…	0,9	500	1	0	0%	100%	König	Annahme