

35 Jahre **Bioabfallwirtschaft** in Wien 1988 - 2022

Wojciech Rogalski



Wien 03.02.2025

35 Jahre Bioabfallwirtschaft in Wien 1988-2022

Inhalt

1. Einführung.....	4
2. Wiener Bioabfallwirtschaft.....	10
2.1 Bioabfallsammlung.....	10
2.1.1 Bioabfälle („Biotonne“).....	10
2.1.2 Küchenabfälle und Speisereste („Küchentonne für Haushalte“)	16
2.1.3 Tierische Nebenprodukte der Kategorie 3 (Speisereste und Küchenabfälle aus Betrieben)	18
2.1.4 Qualität der getrennt gesammelten Bioabfälle	18
2.1.5 Bioabfallverladestation, Wirtschaftlichkeit der Verladung von Bioabfällen	19
2.1.6 Speiseöl	20
2.1.7 Holz.....	21
2.2 Restmüll- und Altstoffanalysen, Biofraktion	22
2.2.1 Bioabfall (Restmüll)	22
2.2.2 Bioabfall (getrennte Sammlung)	23
2.3 Kompostierung, Verfahrenstechnik	24
2.3.1 Grundentscheidung offene/geschlossene Kompostierung	24
2.3.2 Standortsuche, Varianten der Verfahrenstechnik	26
2.3.3 Standort Lobau, Variantenuntersuchungen	28
2.3.4 Verfahrenstechnik, Belüften	30
2.3.5 Verfahrenstechnik, Zerkleinern.....	31
2.3.6 Verfahrenstechnik, Umsetzen	32
2.3.7 Verfahrenstechnik, Bewässern.....	32
2.3.8 Verfahrenstechnik, Sieben	34
2.3.9 Verfahrenstechnik, Einstellung des richtigen C/N Verhältnisses	35
2.3.10 Eigenkompostierung	37
2.3.11 „Wurmkompost“	40
2.4 Bioabfallwirtschaft – Klimarelevanz	41
2.4.1 Einsparungen von CO ₂ -Äquivalenten durch die Kompostwirtschaft.....	41
2.4.2 Messung diffuser Emissionen von Methan und Lachgas im Kompostwerk Lobau	43
2.4.3 Relevanz der gemessenen Methanemissionsraten im Kompostwerk Lobau	44
2.4.4 Häufiges Umsetzen als Verhinderung der Konvektionsbildung	44
2.5 Kompostierung – Geruchsemissionen	45
2.6 <i>Aspergillus fumigatus</i>	47
2.7 Anaerobtechnik	47
2.7.1 Biogasanlage Wien (Pfaffenau)	48
2.7.2 Gärrest und Gärrestkompost – Qualität, Behandlungsverfahren	49

2.7.3	Trockenvergärung	50
2.8	Kompost	51
2.8.1	Qualität.....	51
2.8.2	Siebüberlauf	52
2.8.3	Mikroplastik und biologisch abbaubare Kunststoffe	52
2.9	Kompostanwendung.....	53
2.9.1	Forschungsprojekte zur Kompostanwendung (LBI und BFA)	53
2.9.2	Blumenerden, Komposterden	59
2.9.3	Phosphor, KSA.....	66
2.9.4	AGRANA Verbot der Kompostausbringung, Knochenreste im Kompost.....	68
2.9.5	Demonstrationsversuche Rautenweg	68
2.10	Recht	70
2.10.1	Wiener Abfallwirtschaftsgesetz	70
2.10.2	Novelle der Kompostverordnung	72
2.10.3	„Konsens Lobau“	73
2.10.4	Ausbringung von Kompost in Winter	73
2.10.5	ALSAG Bio	73
2.10.6	BVT-Schlussfolgerungen, „Sevilla-Prozess“	73

1. Einführung

Die Geschichte der Wiener Bioabfallwirtschaft ist ein Teil der Chronik der Wiener Müllabfuhr, hier daher zuerst einige der wichtigsten diesbezüglichen Meilensteine chronologisch zusammengefasst:

- 1560 Gemäß einer Kundmachung vom 14. November 1560 haben alle Bewohner der Stadt ihren „Hausmist, und andre Unsauberkeit in Putten, Scheibtruhen oder auf Kärren und Wagen strakhs aus der Statt“ zu bringen.
- 1656 Erste geordnete Kehrrichtabfuhr.
- 1839 Mülltransport durch die gemeindeeigenen Straßenkehrrichtwagen wird verpflichtend vorgeschrieben (siehe auch Abbildung 1 links).
- 1923 Die Umstellung auf das Colonia-System („staubfreie“ Müllabfuhr mittels spezieller Behälter, siehe auch Abbildung 1 rechts, zuerst eingeführt in Köln im Jahre 1918). In Wien gibt es in vielen Wohnhäusern noch heute „Colonia-Räume“.
- 1928 Errichtung eines Versuchsofens für Müllverbrennung in Grinzing.
- 1934 Das Wiener Landesgesetz zur Müllabfuhr mit Vorschreibung eines Entgeltes („Coloniagebühr“) wird verabschiedet. Das Entgelt wird durch Gefäßzahl, Entleerrhythmus und Grundgebühr festgelegt. Nach Einführung verschiedener Gefäßgrößen kam noch dieser Faktor hinzu. Daran hat sich im Wesentlichen bis heute nicht viel geändert.
- 1937 Einführung des Pressmüllwagens, System „Ochsner“.
- 1956 Errichtung des Müllkompostwerks „Biomüll“.
- 1963 Inbetriebnahme der ersten Müllverbrennungsanlage MVA I „Flötzersteig“ (früher bei der MA 48 auch „Einser Ofen“ genannt).
- 1964 Einführung von Großraummüllbehältern 1.100 l.
- 1965 Inkrafttreten des Wiener Müllabfuhrgesetzes. Darin wird die Organisation der Müllabfuhr, sowie die Abgabepflicht („Müllgebühr“) geregelt.
- 1971 Inbetriebnahme der zweiten Müllverbrennungsanlage MVA II Spittelau (früher bei der MA 48 auch „Zwara Ofen“ genannt).
- 1978 Enquete „Wiener Müll“.
- 1980 Modellversuch zur getrennten Sammlung von Altstoffen aus Behördenbürobereich.
- 1981 Inbetriebnahme der Müllsortieranlage Rinter AG, Inbetriebnahme einer Kunststoffaufbereitungsanlage auf dem Gelände der Firma „Biomüll“, Schließung des Müllkompostwerks „Biomüll“.
- 1983 Schließung der Rinter AG.
- 1984 Beginn des Modellversuchs zur getrennten Altstoffsammlung „Planquadrat“, Übernahme der Rinter-Sortieranlage durch die Stadt Wien (MA 48 Abfallbehandlungsanlage ABA).
- 1985 Vorstellung des ersten Abfallwirtschaftskonzeptes der Stadt Wien.
- 1986 Beginn der Umstellung auf flächendeckende getrennte Sammlung von Problem- und Altstoffen, Errichtung der Vorsortieranlage für Gewerbe-, Industrie- und Sperrmüll (ABA), Beginn der Umschließung der Deponie Rautenweg (früher bei der MA 48 auch „Planie“ genannt), Beginn des Modellversuchs „Biotonne“, Inbetriebnahme einer Versuchsanlage zur Kunststoffaufbereitung.
- 1987 Ausfall durch Brand der MVA II „Spittelau“.
- 1988 Novelle der Bundesverfassung (Art. 10 und Art. 15), Schaffung eines eigenen Kompetenztatbestands „Abfallwirtschaft“, Kompetenzteilung zwischen Bund und Länder, Gründung des „Arbeitskreises Kompostverwertung“ im Rahmen der MA 48, Eröffnung der ersten 18 Mistplätze, Ermöglichung der kostenlosen Abgabe von sperrigen Gartenabfällen.
- 1989 Umstellung auf flächendeckende getrennte Sammlung von Problem- und Altstoffen.
- 1991 Inkrafttreten des ersten österreichischen Bundes-Abfallwirtschaftsgesetzes, Ausweitung (flächendeckend) der Biotonne auf die Grünbezirke Wiens, Bau und Inbetriebnahme des Kompostwerks Lobau (5,2 ha Rottefläche).

- 1993 Bau und Inbetriebnahme des Kompostwerks Schafflerhof (1,0 ha Rottefläche).
- 1994 1. Wiener Abfallwirtschaftsgesetz (Wr. AWG). Darin wird zum ersten Mal die Abfallvermeidung, die getrennte Sammlung von Altstoffen („Öffentliche Altstoffsammlung“) und die stoffliche Verwertung von nicht vermeidbaren Abfällen (darunter auch von „biogenen Abfällen“) geregelt.
- 1996 1. Novelle des Wr. AWG.
- 2001 2. Novelle des Wr. AWG.
- 2004 Inbetriebnahme der Müll- und Klärschlammverbrennungsanlage WSO4.
- 2006 3. Novelle des Wr. AWG.
- 2007 4. Novelle des Wr. AWG, Inbetriebnahme der Anlage Biogas Wien in Pfaffenau.
- 2008 Inbetriebnahme der III Müllverbrennungsanlage „Pfaffenau“.
- 2010 5. Novelle des Wr. AWG.
- 2012 6. Novelle des Wr. AWG.
- 2013 7. und 8. Novelle des Wr. AWG, Inbetriebnahme des Abfalllogistikzentrums Pfaffenau.
- 2014 Inbetriebnahme der Bioabfallaufbereitungsanlage im Kompostwerk Lobau.
- 2019 Sprengung und Abtragung des Rinterzettes
- 2021 9. Novelle des Wr. AWG.



Abb. 1: Wien, Müllabfuhr um 1839 (li) bzw. Müllabfuhr „Coloniasystem“ um 1923 (re) (Quelle: MA 48, Jahresbericht 2019)

Die Geschichte der Wiener Bioabfallwirtschaft beginnt bereits in den 50-er Jahren des vergangenen Jahrhunderts. Vor dem Hintergrund steigender Müllmengen in Wien wurden Methoden zur „Wiederverwertung“ von Abfällen überlegt. 1956 wurde auf dem Areal der Deponie Löwy-Grube in Wien 10 das Biomüll-Versuchs-Kompostwerk errichtet, das in kleinem Umfang Kompost aus gemischtem Müll erzeugte. Der erhoffte reduzierende Effekt auf die Restmüllmenge wurde jedoch nicht erreicht. Auch eine Vergrößerung und die Übersiedlung dieser Anlage in den 11. Bezirk im Jahre 1968 brachte keine Verbesserung. Die verarbeitete Menge war sehr gering, die Kompostqualität unbefriedigend. Mittlerweile sah man für die Kompostierung von Hausmüll keine Zukunft. Absatzprobleme brachten nach mehr als 20 Jahren das Aus. Im Jahre 1981 wurde eine Sortieranlage der Firma Rinter AG („Rinterzelt“) fertiggestellt, welche unter anderen die Qualität der organischen Müllfraktion verbessern sollte. Im ursprünglichen Konzept der Rinter AG war allerdings die Kompostierung der aus dem Hausmüll herausortierten organischen Fraktion nicht vorgesehen. Da die Qualität der sonstigen Wertstoffe (vor allem Papier und Kunststoffe) sehr schlecht war, und keine Abnehmer für diese Fraktionen gefunden werden konnten, ging die Firma bald in Konkurs. 1985 erwarb die Stadt Wien das Rinterzelt und wandelte es in einen Stützfeiler der getrennten Sammlung um.

Aufbauend auf der Erkenntnis, dass nur eine getrennte Bioabfallsammlung die Erzeugung vom schadstoffarmen Kompost ermöglicht, wurden 1986 die ersten Versuche zur getrennten Sammlung gestartet. Im Modellversuch „Biotonne“ wurden u.a. Fragen zur Sammellogistik, zu Verwertungsquoten, zum Reinheitsgrad und zur Akzeptanz durch die Bevölkerung behandelt. Das zunächst probeweise eingeführte Sammelsystem wurde konsequent weiterentwickelt. Die dabei gewonnenen Erfahrungen bilden bis heute wichtige Rahmenbedingungen für die Wiener Bioabfallwirtschaft. Dazu zählt z.B. die Erkenntnis, dass die

Qualität der gesammelten Bioabfälle in den Randbezirken besser ist, als in den innerstädtischen Bezirken. Von Anfang an stand die Qualität des erzeugten Kompostes im Vordergrund.

Die Erfolgsgeschichte der Wiener Bioabfallwirtschaft (MA 48) hängt eng mit der Magistratsabteilung 49 (Stadt Wien- Klima, Forst- und Landwirtschaftsbetrieb) zusammen. In den späten 80-er Jahren des vergangenen Jahrhunderts begann die Stadt Wien (noch als MA 47 Domäne Lobau) die Umstellung der Wiener Landwirtschaft auf den biologischen Landbau. Der Verwalter dieser Domäne Herr Gutsleiter Karl Mayer Senior erkannte damals, dass der Wiener Ackerboden für einen ökologischen Betrieb zu „wenig Energie hatte“. Diese „fehlende Energie“ vermutete er (richtigerweise) im Kompost zu finden und begann deshalb selbst Kompost aus Grünabfällen und Ernterückständen herzustellen. Zur Hilfe kam ihm dabei das Ludwig-Boltzmann-Institut für Biologischen Landbau mit seinem Leiter Herrn Prof. Dr. Ludwig Maurer. Die wissenschaftliche Erklärung für das „Energieproblem“ lag in der fehlenden „Kohlenstoffdüngung“, oder anders gesagt im mittlerweile sehr fortgeschritten, durch die jahrelange „Kunstdüngung“ verursachten Humusschwund im Wiener Boden. 1988 schloss sich auch die MA 48 diesen Versuchen an. Die Wiener getrennte Bioabfallsammlung und die Kompostierung hat daher ihren Ursprung in der Landwirtschaft und ist bis heute eng mit ihr verbunden.

Im Rahmen von zahlreichen Versuchen wurden am Standort Rinter, und später auf der Deponie Rautenweg unterschiedliche Rotteverfahren (Tafelmiete vs. Dreiecksmieten in verschiedenen Größen) ausprobiert und der Rotteprozess (Materialmischungen, Umsetzfrequenzen, Bewässerungstechnik, Zuschlagstoffe etc.), sowie die Kompostqualität untersucht. Diese Versuche wurden u.a. von der Technischen Universität (TU) Wien, von der Universität für Bodenkultur (BOKU) sowie vom Ludwig-Boltzmann-Institut für Biologischen Landbau und angewandte Ökologie wissenschaftlich begleitet.

Die in den 80-er Jahren begonnene Umstellung der Wiener Landwirtschaft auf den ökologischen (biologischen) Betrieb wurde durch die MA 49-L in enger Zusammenarbeit mit der MA 48 fortgesetzt. Mittlerweile ist der gesamte Wiener Landwirtschaftsbetrieb „ökologisch“. Diese Umstellung war nur deshalb möglich, weil immer genug Kompost mit höchster Qualität (A+ gemäß Kompostverordnung, geeignet für die biologische Landwirtschaft) zur Verfügung stand. Diese Zusammenarbeit dauert bis heute an, sie ist dauerhaft und auch einzigartig für eine Großstadt.

Der fehlende Kohlenstoff hätte rein theoretisch auch in Form von Wirtschaftsdünger eingebracht werden können, allerdings war die Wiener Landwirtschaft immer schon „viehlos“, die Ausbringung von Mist in der Stadt wäre auch aus anderen Gründen (Geruch) problematisch. Es kann daher mit Sicherheit behauptet werden, dass es ohne den Wiener Kompost der MA 48 den biologischen Landbau der MA 49 nicht gegeben hätte, andererseits war es für die Wiener Stadtverwaltung, vor allem für die Wiener Abfallwirtschaft von großer Bedeutung, auch in diesem Fall „autark“ und unabhängig zu bleiben.

Mit der Errichtung des Kompostwerks Lobau (1991) begann auch die flächendeckende Umsetzung der getrennten Bioabfallsammlung. Dieser Prozess dauert bis heute an, immer jedoch unter der Prämisse, dass nicht die getrennte Sammlung selbst (z.B. ausschließlich zwecks Verringerung der organischen Fraktion im Hausmüll), sondern die getrennte Erfassung von sauberen Ausgangsmaterialien für die Herstellung von hochwertigem Kompost im Vordergrund zu stehen hat. Charakteristisch für den Wiener Weg ist auch die Tatsache, dass die Umsetzung der getrennten Bioabfallsammlung erst nach dem erfolgreichen Abschluss der Kompostierungsversuche und nach der Festlegung des langfristigen Kompostabsatzes im eigenen städtischen Wirkungsbereich erfolgte. Diese (richtige) Entscheidung hatte ihren Ursprung nicht zuletzt auch im „Fiasko“ der Rinter AG. Beim Rinter-Konzept war der private Betreiber von Anfang an darauf angewiesen, dass die aussortierten Wertstoffe durch „Dritte“ übernommen werden, was jedoch nicht funktionierte und schlussendlich zum Scheitern des gesamten Projektes führte. Diesen Fehler machte man bei der getrennten Bioabfallsammlung durch die MA 48 nicht.

Gesetzlich vorgeschrieben wurde die getrennte Bioabfallsammlung in Österreich durch eine Bundesverordnung 1995 (Verordnung über die getrennte Sammlung biogener Abfälle – „BiogeneVO“, BGBl. Nr. 68/1992/1995). Auf europäischer Ebene wurde die getrennte Bioabfallsammlung erst 2024 verpflichtend. 1991 wurde die Kompostanlage Lobau in Betrieb genommen (5,2 ha, damalige Inputkapazität: 80.000 t/a). Die erfasste Bioabfallmenge betrug damals ca. 25.000 t/a. Zwei Jahre später wurde die Kompostanlage Schafflerhof (1 ha, Inputkapazität: 13.000 t/a) fertiggestellt. Die Sammelmenge betrug zu diesem Zeitpunkt insgesamt rd. 63.000 t/a. Das Kompostwerk Schafflerhof war bis 2012 im Betrieb, zuletzt diente diese Anlage der Nachlagerung von Fertigkompost. Heute ist die Fläche „Schafflerhof“ Bestandteil des im Jahre 2012 durch

die Firma „terrasan“ (heute „Compo“) errichteten Erdenwerks, in welchem jährlich rd. 30.000 t Wiener Kompost zu Garten- und Blumenerden verarbeitet werden. Die Anlage Schafflerhof gilt aber nach wie vor als externe Zwischenlagerfläche für den Wiener Kompost.

Der Errichtung der beiden Kompostwerke ging eine intensive Konzeptplanung voraus. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie wurden zahlreiche Kompostwerke in Österreich, Deutschland und der Schweiz besichtigt, sowie Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Verfahren gegenübergestellt und bewertet. Aufgrund dieser rd. 2 Jahre dauernden Evaluierung wurde die Entscheidung getroffen, in Wien die offene Kompostiertechnik anzuwenden. Obwohl damals vielerorts die Meinung vertreten wurde, dass die „geschlossene“ Kompostierung einen in Hinblick auf Geruch emissionsfreien Betrieb garantiert, überwogen bei der endgültigen Entscheidung die offensichtlichen Nachteile der „geschlossenen“ Verfahren, nämlich eine hohe Energieintensität, sowie eine extrem hohe Korrosionsanfälligkeit der einzelnen Bauteile. Wie sich in den Folgejahren zeigte, waren auch die eingehausten und zwangsweise mit Biofiltern ausgestatteten Anlagen alles andere als „geruchsfrei“.

Als besonders wichtig wurde daher in diesem Zusammenhang die Suche nach einem entsprechenden Standort erachtet. Ursprünglich waren 3 Standorte im Gespräch, nämlich Schafflerhof, Rothneusiedl (beide in Wien) sowie Markgrafneusiedl in Niederösterreich. Zu allen diesen Standorten hat es auch entsprechende Machbarkeitsstudien mit Plänen gegeben. Die Planungen für die Anlage in Niederösterreich waren mittlerweile so weit fortgeschritten, dass dem Bürgermeister von Markgrafneusiedl sogar die Errichtung einer Umfahrungsstraße zwecks Verhinderung des Durchzugsverkehrs mit schweren Lastkraftwagen der Wiener Müllabfuhr angeboten wurde. Aufgrund des Widerstands der AnrainerInnen wurde schlussendlich seitens der Behörde keine Baubewilligung erteilt.

Kurz nach der durch NÖ erteilten Absage wurde der MA 48 ein Pachtgrundstück im Bereich der ÖMV (heute OMV) in der Lobau angeboten. Diese Lage war für den Betrieb einer Kompostanlage bestens geeignet, weit von allen sensiblen Standorten entfernt, östlich von Wien, daher auch sehr günstig in Hinblick auf die vorherrschenden Windrichtungen. Auch die Widmung war optimal („mitten im Wald“ und trotzdem ein durch den Flächenwidmungs- und bebauungsplan der Stadt Wien erfasstes „Industriegebiet“). Schafflerhof blieb als zweiter Anlagenstandort erhalten, die Variante „Rothneusiedl“ wurde aufgegeben.

Die Aufbereitung der getrennt gesammelten Bioabfälle erfolgte ursprünglich im Rinterzelt (22. Bezirk, Percostraße 2), was sowohl Vorteile (z.B. vorhandene Infrastruktur), als auch Nachteile hatte (z.B. lange Transportentfernung zum Kompostwerk Lobau, mehrfache Materialmanipulation etc.). Im Jahre 2014 kam es zur so genannten „Standortkonzentration“, seit damals erfolgt sowohl die Aufbereitung und Vorbehandlung (Kontrolle, Zerkleinerung, Siebung, Metallabscheidung, Erstabwässerung) des Bioabfalls, als auch die Kompostierung an einem Standort, nämlich in der Lobau. Im Kompostwerk befindet sich auch die Basis für die Sammelfahrzeuge für biogene Abfälle aus der Biotonne, sodass auch in diesem Bereich eine beträchtliche Verfahrensoptimierung erzielt werden konnte.

2018 wurde die Rottefläche im Kompostwerk Lobau um ca. 1 ha erweitert. Aktuell werden pro Jahr rd. 100.000 kompostiert. Hergestellt werden jährlich zwischen 40.000 und 50.000 Tonnen Kompost.

Kompostiert werden seit Beginn ausschließlich Grünabfälle aus Garten und Haushalt sowie pflanzliche Abfälle aus der Küche (keine Fleischabfälle, keine Milchproduktreste). Die für die Kompostierung bestimmten Bioabfälle stammen aus der Biotonne des Wiener Grüngürtels und aus den Gartengebieten (hier verfügt fast jeder Haushalt über eine „eigene“ Biotonne), von den Mistplätzen sowie von der Stadt Wien – Wiener Stadtgärten (MA 42). In den dichter verbauten Stadtteilen gibt es zwar auch Biotonnen, sie befinden sich jedoch vorwiegend auf den so genannten Altstoffsammelinseln. Die mit Hilfe dieser Biotonnen erfassten Abfälle werden in der Wiener Biogasanlage zu Methan verarbeitet. Darüber hinaus sind nicht alle solche Inseln mit einer Biotonne ausgestattet. Aufgrund der öffentlichen Zugänglichkeit kommt es hier vermehrt zu Fehlwürfen wie Restmüll. Von jenen Standorten, an welchen solche Verunreinigungen wiederholt stattfinden bzw. wo Beschwerden über Geruchsemissionen vorliegen, werden die Biotonnen wieder entfernt. Die Biotonne ist in Wien (unabhängig vom Aufstellungsort) für die Wiener Bevölkerung kostenlos.

Im Vordergrund steht immer die Herstellung von Kompost in „Bioqualität“ und nicht die getrennte Sammlung von Abfällen an sich, nur aus Gründen ihrer biologischen Abbaubarkeit. Es soll somit ein hochwertiges Produkt entstehen und kein minderwertiger „Abfallkompost“, welcher „nur“ im Bereich der Straßenbegleitbegrünung oder Deponiebegrünung eingesetzt werden kann. Mit anderen Worten: Nicht alles, was „biologisch abbaubar“ ist, ist im Sinne des Wiener Bioabfallwirtschaftskonzeptes auch „kompostierbar“. Folglich wird das,

was nicht „kompostierbar“ ist, in Wien auch nicht getrennt gesammelt bzw. in die Biogas Wien eingebracht (innerstädtische Biotonne). Straßenbegleitgrün wird thermisch verwertet. Dieses Prinzip betrifft auch die in der letzten Zeit sehr populären „biologisch abbaubaren Kunststoffe“. Auch diese Abfälle haben in den Wiener Biotonnen „nichts verloren“. Davon ausgenommen sind nur die extradünnen biologisch abbaubaren Sackerln aus überwiegend nachwachsenden Rohstoffen, die als Sammelhilfe für Bioabfälle sehr wohl verwendet und mit dem Inhalt (Bioabfall) in die Biotonnen eingebracht werden dürfen. Diese dünnen Sackerln werden während der Rotte vollständig biologisch abgebaut (was auch in zahlreichen Versuchen nachgewiesen wurde). Sie spielen bei der Kompostherstellung zwar keine Rolle, erleichtern aber die Bioabfallsammlung, was sich wiederum positiv sowohl auf die Menge als auch auf die Qualität des produzierten Kompostes auswirkt.

Die oft angepriesenen „Biokunststoffe“ werden im Sinne des Wiener Abfallwirtschaftskonzeptes auch aus anderen Gründen abgelehnt. Bei der positiven Bewertung dieser Produkte wird oft die Tatsache hochgehalten, dass für die daraus entstehenden Abfälle „keine Verbrennung notwendig sei“. Dabei wird oft vergessen, dass diese Kunststoffe im Zuge der Kompostierung einem biologischen Abbauprozess unterliegen, welcher der Verbrennung sehr ähnlich ist, nämlich der Umwandlung des (im Falle von ausschließlich aus nachwachsenden Rohstoffen stammenden Kunststoffen) nicht fossilen Kohlenstoffs in CO₂ und Wasser. In diesem Fall liegt der Nachteil der Kompostierung gegenüber einer effizienten Verbrennung darin, dass während die bei der Verbrennung von Kohlenstoff freiwerdende Wärmeenergie genutzt werden kann (z.B. für die Fernwärmebereitstellung), diese bei der Kompostierung mit in etwa gleicher „kalorischen“ Wertigkeit buchstäblich „in die Luft“ verloren geht. Für den Kompost selbst bringen diese Kunststoffe – wie bereits erwähnt – gar nichts. Zudem können Biokunststoffverpackungen sowie dickere Kunststoffsäcke in der Biotonne von der Bevölkerung nicht als Biokunststoffe „identifiziert“ werden, was zu vermehrten Fehlwürden mit anderen – nicht abbaubaren – Kunststoffen führt. Außerdem werden viele (Bio-)Kunststoffe im Zuge der Kompostaufbereitung (Siebung) abgeschieden. Verbleibende Teile bauen sich aufgrund ihrer Wandstärke während der Rottedauer von 10-12 Wochen nicht vollständig ab und werden – soweit wie möglich – nach der Kompostierung wieder abgesiebt.

In diesem Sinne sind auch Holzabfälle „biogen“, es ist jedoch besser, diese Abfälle durch effiziente Verbrennung (z.B. in einem Biomassekraftwerk) energetisch zu nutzen, als zu versuchen, sie zu kompostieren. Wie bereits gesagt, bedeutet die biologische Abbaubarkeit eines Abfalls nicht gleichzeitig dessen Eignung für die getrennte Sammlung zwecks Kompostierung. Neben den oben erwähnten biologisch abbaubaren Kunststoffen ist auch verdorbenes Fleisch selbstverständlich biologisch abbaubar, für eine getrennte Sammlung zusammen mit anderen Bioabfällen und in weiterer Folge auch für die Kompostierung kommen solche Materialien – zumindest in Wien – nicht in Frage.

Da der Anteil der Fleischabfälle am Restmüll bei 1% bis max. 3% liegt, führt der Verzicht auf diese Abfallfraktion zu keiner nennenswerten Reduktion der Recyclingquote, gleichzeitig können dadurch Schwierigkeiten bei Sammeln und Verwerten (Geruch, Ungeziefer, Hygiene) vermieden werden.

Aus der Geometrielehre ist es bekannt, dass drei Punkte eine immer und absolut sichere Fläche bilden (ein Stuhl mit 3 Beinen kann nicht einmal theoretisch wackeln). Das Wiener Bioabfallwirtschaftskonzept wurde auf diesem Prinzip aufgebaut, es wird von folgenden 3 Säulen getragen (siehe auch Abbildung 2):

- **Säule I Kompostierung:**

Nutzung der stofflichen Eigenschaften von eher trockenen pflanzlichen Abfällen mit einem geringen Anteil an Fehlwürfen zur (direkten) Herstellung von Kompost.

- **Säule II Vergärung:**

Nutzung der biochemischen Energie von sehr nassen biogenen Abfällen in der Biogasanlage zur Methanproduktion und anschließende Nutzung der stofflichen Eigenschaften der Gärreste (soweit möglich) in einer Kompostierung.

Dieses Verfahren eignet sich besonders gut für Küchenabfälle, Speisereste, fetthaltige Abfälle.

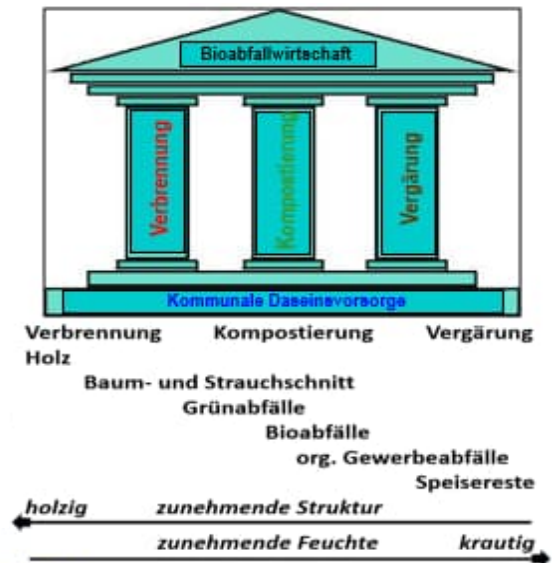
- **Säule III Verbrennung:**

Verbrennung von Bioabfällen, die aufgrund ihrer Schadstoffbelastung nicht für eine Kompostierung geeignet sind, z.B. Straßenbegleitgrün, verunreinigtes Laub. Diese Abfälle sollen in einer Müllverbrennungsanlage energetisch verwertet werden, die Verbrennungsrückstände stellen auch eine Schadstoffsенke dar. Nutzung der chemischen Energie von gewachsenem Holz (welches nur schwer biologisch abbaubar ist) in Biomasse-Feuerungen.

3-Säulen-Verwertungsmodell

(3 Punkte garantieren höchste theoretische Stabilität!)

- **Säule 1 - Kompostierung**
 - Gartenabfälle, Grünabfälle aus privaten Haushalten
 - Biotonne locker bebaute Stadtteile
- **Säule 2 - Vergärung**
 - Küchen- und Speiseabfälle aus Betrieben
 - Biotonne innerstädtisch
- **Säule 3 – Energetische (thermische) Verwertung**
 - Holzabfälle
 - Straßenbegleitgrün
 - Biogenes im Restmüll



Keine Konkurrenz der einzelnen Systeme, stattdessen sinnvolle Ergänzung

Bioabfälle, die nicht stofflich zu verwerten sind, bleiben im Restmüll, Restmüll wird energetisch (thermisch) verwertet

Abb. 2: Wiener Bioabfallwirtschaftskonzept (Quelle: MA 48)

Die aktuelle Lage ist jedoch trotzdem nicht restlos zufriedenstellend. Der Wiener Restmüll enthält noch immer zu rd. 40% Bioabfälle, die Hälfte davon (rd. 100.000 t/a) sind unvermeidbare Lebensmittelreste, die eigentlich mit Hilfe der Biotonne getrennt gesammelt werden sollten. Im Wiener Restmüll gibt es hingegen so gut wie keine Gartenabfälle, bei dieser Abfallkategorie funktioniert die getrennte Sammlung (Biotonne + Mistplätze) bereits nahezu perfekt. In der Zukunft wird daher die getrennte Bioabfallsammlung weiter optimiert werden. Vom Prinzip der gezielten, qualitätsorientierten getrennten Sammlung soll aber auf keinen Fall abgegangen werden.

Das Wiener Rotteverfahren selbst wurde in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich weiterentwickelt und optimiert. Bis 1996 wurde das Material in bis zu drei Meter hohen Tafelmieten kompostiert, umgesetzt wurde mittels Radlader, kurzfristig auch mit einer speziellen Umsetzmaschine. Die Umstellung auf die heutige Kompostierung in viel niedrigeren (max. 2,5 m hohen) Dreiecksmieten erfolgte vor allem in Hinblick auf die Förderung der natürlichen Belüftung des Rottematerials. Für diese Art der Belüftung (auch „gravitativ“ genannt) waren die Tafelmieten zu hoch, es konnte kein „Kaminzugseffekt“ zustande kommen, wodurch keine frische Luft angesaugt werden konnte. Das große Volumen der Mieten erschwerte darüber hinaus auch eine effiziente Bewässerung des Materials.

Dadurch konnten die zwei essenziellen Aspekte einer „aeroben Fermentation“ (Kompostierung), nämlich die ausreichende Versorgung der Mikroorganismen mit Sauerstoff und Wasser nicht gewährleistet werden.

Die Dreiecksmieten werden mindestens 2 Mal pro Woche umgesetzt und bewässert. Die Rotte dauert rd. 10-12 Wochen. Der hergestellte Kompost (40.000-50.000 t/a) besitzt die Qualitätsklasse A+ gemäß Kompostverordnung (BGBl II Nr. 292/2001) und darf damit auch in der biologischen Landwirtschaft eingesetzt werden.

Neben der Anwendung in der biologischen Landwirtschaft, wird der Wiener Kompost in der Herstellung von torffreien Blumenerden verwendet. Außerdem können alle BürgerInnen den Kompost in kleinen Mengen (bis 0,5 m³) gratis an den Wiener Mistplätzen abholen. Damit wird den Wienerinnen und Wienern für ihre Bereitschaft zur getrennten Sammlung von Abfällen „gedankt“. Ein weiterer Teil von Wiener Kompost wird in den Wiener Parkanlagen bzw. auf Flächen des Landwirtschaftsbetriebs der Stadt Wien - Klima, Forst- und Landwirtschaftsbetrieb (MA 49) angewendet.

Der Wiener Kompost ist auch Bestandteil des „Wiener Baumsubstrats“ (@Stadt Wien – Wiener Stadtgärten), welcher insbesondere bei der Pflege der Straßenbäume gute Dienste leistet.

Seit 2009 wird auch die eigene (MA 48) torffreie Wiener Blumenerde „Guter Grund“ produziert (in Säcken 18 Liter und 40 Liter). Diese Erde enthält bis über 30% Wiener Kompost. Pro Jahr werden ca. 40.000 Erdensäcke verkauft. Die Herstellung dieser Blumenerde erfolgt im Erdenwerk der Firma Compo in Wien Schafflerhof –

nach einem speziell für diesen Zweck durch die MA 48 entwickelten „Rezept“. Die Wiener Blumenerde besitzt das Österreichische Umweltzeichen.

In der seit 2007 im Betrieb befindlichen Biogasanlage „Pfaffenu“ werden darüber hinaus Küchenabfälle aus Betrieben sowie Bioabfälle aus der innerstädtischen Biotonne verwertet (insgesamt rd. 22.000 t/a). Das erzeugte Biomethan wird ins Erdgasnetz der Stadt Wien eingespeist und versorgt ca. 900 Wiener Haushalte.

Alle oben erwähnten Bestandteile des Wiener Bioabfallwirtschaftskonzeptes wurden genau geplant und evaluiert. Die Einführung und Umsetzung dieses Konzeptes wurde durch zahlreiche Exaktversuche und Untersuchungen begleitet. Viele dieser Arbeiten brachten Ergebnisse, die zwar nicht den Erwartungen entsprachen, trotzdem jedoch als Erfolg zu werten sind, da dadurch potentielle Fehlentwicklungen bereits im Vorfeld, d.h. vor einer großflächigen Umsetzung, vermieden werden konnten.

2. Wiener Bioabfallwirtschaft

2.1 Bioabfallsammlung

2.1.1 Bioabfälle („Biotonne“)

Die abfallwirtschaftliche Situation in Wien in den 80-er Jahren des XX. Jahrhunderts war geprägt durch einen Mangel an verfügbarer Deponiekapazität. Das im Jahre 1985 erstellte erste Wiener Abfallwirtschaftskonzept war daher eine Reaktion auf diesen Engpass und sah in erster Linie die Entwicklung, Erprobung und Optimierung von Maßnahmen der Abfallverringerung, Abfallvermeidung und Abfallverwertung durch die getrennte Sammlung von Altstoffen und Problemstoffen vor.

Die Planung der getrennten Bioabfallsammlung begann bereits im Jahre 1986 mit einem einjährigen Versuch in Teilen der Bezirke 10, 19, 20, 21 und 22. Der erste Versuch wurde durch die Wirtschaftsuniversität Wien durchgeführt. Es folgten 3 weitere Sammelversuche (1994 im 5. Bezirk, 1996 in den Bezirken 8 und 16, 2018 in den Bezirken 13 und 23 sowie 21 und 22). Darüber hinaus gab es zwei Untersuchungen über die sozioökonomischen Einflüsse auf die Qualität der getrennten Sammlung.

Im Jahre 1992 sammelte die Stadt Wien (MA 48) kompostierbare Abfälle bereits flächendeckend mittels dezentral aufgestellter Sammelbehälter. In den innerstädtischen Bezirken 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 15 und 20 erfolgte die Sammlung fast ausschließlich an den sogenannten Altstoffsammelinseln. In den übrigen Bezirken wurden die Biotonnen innerhalb der privaten Liegenschaften aufgestellt. Insgesamt standen Ende 1992 knapp 29.500 Sammelbehälter zur Verfügung. Mit diesen Sammelbehältern (zuzüglich Mistplätze) wurden im Jahre 1993 ca. 50.000 t kompostierbare Abfälle getrennt gesammelt, das entsprach rd. 32 kg je EinwohnerIn und Jahr.

Aus den bisherigen Erfahrungen wusste man bereits, dass eine wichtige Maßnahme zur Steigerung der Sammelmengen darin liegt, die Sammlung für die BürgerInnen bequem zu gestalten, d.h. die Sammelbehälter möglichst nahe an ihren Haushalt zu rücken. Diesem Zweck diente der Sammelversuch im 5. Bezirk (1994).

Im Jahre 1996 war die getrennte Bioabfallsammlung in Wien bereits gut eingeführt. Was jedoch fehlte, war ein alle 4 Jahreszeiten umfassender, kostenoptimierter und somit in der Praxis direkt umsetzbarer Versuch der Sammlung von biogenen Abfällen in Altstadtgebieten. Der entsprechende Exaktversuch wurde in den Bezirken 8 und 16 durchgeführt.

Im Zuge der Abfallanalysen 2015/16 wurde festgestellt, dass nach wie vor ein großer Anteil an biogenen Abfällen (rd. 37 Masse-%) in den Restmüllbehältern landet. Dabei handelte es sich nur zu rd. 4 Masse-% um Gartenabfälle, aber um mehr als 22% um Küchenabfälle, die für die getrennte Sammlung mittels Biotonne geeignet gewesen wären und als solche auch beworben wurden.

Der (bisher) letzte Exaktversuch zur getrennten Bioabfallsammlung wurde daher im Jahre 2018 in den Einfamilienhausgebieten der Bezirke 13 und 23 sowie 21 und 22 durchgeführt. Mit diesem Versuch sollten die Möglichkeiten der Erhöhung der Sammelquoten von (pflanzlichen) Küchenabfällen in jenen Gebieten ausgelotet werden, wo es bereits ohnehin eine „private“ Biotonne direkt auf der Liegenschaft (v.a. Einfamilienhäuser mit Garten) gibt.

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der einzelnen Versuche, sowie die sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen kurz zusammengefasst.

Bereits die ersten Versuche der getrennten Bioabfallsammlung brachten überraschend positive Ergebnisse. Dabei ist zu betonen, dass im Versuchskonzept die Beibehaltung oder sogar die Förderung der Kompostierung

im eigenen Garten („Eigenkompostierung“, „Gemeinschaftskompostierung“) eine wichtige Rolle gespielt hat. Die gewonnene Erkenntnis, wonach die Sammelergebnisse (Menge und Qualität) in den locker bebauten Gebieten besser waren, als in den dicht bebauten Stadtteilen führte dazu, dass in Wien die flächenmäßige Aufstellung von Biotonnen von „außen“ nach „innen“ erfolgte und nicht umgekehrt.

Generell gelten die erzielten Ergebnisse und die getroffenen Schlussfolgerungen auch heute, allerdings mit einer wesentlichen Einschränkung. Während 1986 die getrennte Bioabfallsammlung noch vor allem unter dem Aspekt der (damals dringend notwendigen) Einsparung von Deponievolumen stand, wurde diese Bedingung spätestens mit dem Inkrafttreten der Deponieverordnung 2009 und dem Verbot der Ablagerung von Abfällen mit mehr als 5% TOC (Gesamtgehalt an organischem Kohlenstoff) nicht mehr aktuell. Heute ist die hohe Qualität des Inputmaterials für die Kompostierung entscheidend. Nur so kann hochwertiger Kompost produziert werden. Für die Biogasanlage ist dieser Qualitätsanspruch von geringerer Bedeutung. Aus diesem Grund erfolgt die Behandlung der Inhalte der innerstädtischen Biotonne in der Biogasanlage und jene aus dem locker verbauten Gebiet im Kompostwerk Lobau.

Die Gründe für eine etwaige Erweiterung der getrennten Bioabfallsammlung liegen heute nicht nur in der Reduzierung der Restmüllmenge (das gilt vor allem für die bisher nur wenig erfassten Küchenabfälle), sondern auch in der Erzeugung von Qualitätskompost zwecks Rückführung von Nährstoffen und von Kohlenstoff (Humus) in den Boden. Getrennt gesammelter Bioabfall als wertvoller „Rohstoff“ also.

Der erste Versuch mit der getrennten Bioabfallsammlung fand in den Jahren 1986 – 1988 statt („Modellversuch Biotonne“). Bei diesem Versuch wurden sowohl in locker bebauten Gartengebieten, als auch in dicht bebauten Gebieten Behälter für die getrennte Abfallsammlung (Bioabfall, Altpapier und Altglas) aufgestellt. Der Versuch wurde durch eine umfangreiche Informationskampagne begleitet, die Hausgartenkompostierung wurde dabei unterstützt.

Die Müllreduktion erreichte durch die getrennte Sammlung von Bioabfällen im Durchschnitt rd. 10%. Die spezifischen Sammelmengen von Bioabfällen lagen in den Versuchsgebieten zwischen 10 kg/EW*a und rd. 35 kg/EW*a (zum Vergleich: Restmüll rd. 130 kg/EW*a, Altpapier rd. 26 kg/EW*a, Altglas rd. 11 kg/EW*a).

Bei den Versuchen in den Gartengebieten konnten rd. 35% (Masse) der organischen Abfälle getrennt gesammelt werden, in den dicht bebauten Teilen des Versuchsgebiets lag dieser Anteil bei 20%. Hier wurde zum ersten Mal sichtbar, dass die getrennt erfassten Sammelmengen sehr eng mit der Entfernung der Sammelbehälter vom Wohnort sowie mit der Bebauungsstruktur (Wohnhausanlagen versus Einfamilienhäuser) zusammenhängt (je dichter die Bebauungsstruktur, desto niedriger die Erfassungsquote).

Der Anteil der Fleischabfälle an den in der Biotonne getrennt erfassten Küchenabfällen lag bei rd. 1% bis 3% (Masse), bzw. bei 0,1% bis 2% (Masse) in Bezug auf die Gesamtmenge an getrennt gesammeltem Bioabfall. Ähnliche Ergebnisse brachten auch die (späteren) Restmüllanalysen: Der Anteil der Fleischabfälle im Restmüll ist sehr gering und liegt generell bei rd. 1,6% bis 2,6%.

Auf Basis dieser (bereits sehr frühen) Erkenntnisse wurde auch die „Wiener Biotonne“ etabliert, die in Fachkreisen heute oft als „Die vegane Biotonne von Wien“ bezeichnet wird. Der Verzicht auf die Bewerbung von Fleischabfällen in der Biotonne bringt große Vorteile (Hygiene, Geruch, Ungeziefer etc.), bei gleichzeitig geringem Mengenverzicht. Anders ausgedrückt: wegen der ein paar % der Fleischreste zahlt es sich nicht aus, die offensichtlichen Schwierigkeiten bei Sammlung und Behandlung in Kauf zu nehmen. *(Anmerkung: Die Fleischabfälle werden in Wien zur Gänze mit dem Restmüll verbrannt und liefern klimaneutrale Energie).*

Der damalige Anteil an Verunreinigungen (2% in den Gartengebieten, bzw. 6% in den Wohnhausanlagen) wäre aus heutiger Sicht als hoch anzusehen. Im aktuellen (2022) Entwurf der Novelle zur Kompostverordnung wird der Anteil an Verunreinigungen im Bioabfall („Eingangsmaterial“) mit 5% (Masse) und im „Eingangsrötgut“ (Bioabfallmischung nach der Entfernung von Störstoffen aus dem Eingangsmaterial) mit 2% (Masse) als Grenzwert angegeben.

Im Jahre 1994 wurde der zweite Sammelversuch durchgeführt. Im ausgewählten Versuchsgebiet (Teil des 5. Bezirks „Margareten“) lebten 6.471 Personen. Die durchschnittliche Haushaltsgröße betrug 1,85 Personen/Haushalt. Im Versuchsgebiet gab es 161 Restmüllbehälter-Standplätze, die Biotonnen wurden auf diesen Standplätzen aufgestellt. Im Versuchsgebiet befanden sich auch 3 Altstoffsammelinseln, die ebenfalls mit Biotonnen ausgestattet waren. Es wurden insgesamt 148 Gefäße zu 120 Liter, 47 Gefäße zu 240 Liter und 17 Gefäße zu 770 Liter verwendet. Die (recht aufwändige) Information erfolgte durch Aushänge auf „Schwarzem Brett“, durch Briefe in 3 Sprachen, durch Informationsveranstaltungen und durch entsprechende Kennzeichnung der Sammelbehälter.

Die Sammelmengen blieben während des Versuchs nahezu konstant, die spezifische Sammelmenge lag zwischen 22 kg/EW*a (bei 120 L und 240 L-Behältern) und 35 kg/EW*a (bei 770 L-Behältern), im Durchschnitt bei 27 kg/EW*a. Der Erfassungsgrad lag bei rd. 27%.

Das analysierte Biotonne-Sammelmaterial konnte mit ca. 2% an Verunreinigungen nach der Masse bzw. mit knapp 5% nach dem Volumen als relativ sauber bezeichnet werden. Die missbräuchliche Verwendung von Biotonne-Sammelgefäßen (Einbringen von Hausmüll) war nur bei einem sehr kleinen Teil der Proben zu beobachten.

Der durchschnittliche Füllgrad der Sammelbehälter (gemessen unmittelbar vor der Entleerung) lag bei 40% (Sammelbehälter 120 l), 36% (Sammelbehälter 240 l) und 23% (Sammelbehälter 770 l).

Zu den wichtigsten Erfahrungen aus diesem Versuch zählen die demographischen Ergebnisse. Es konnten folgende Abhängigkeiten und Zusammenhänge festgestellt werden:

- je jünger die BewohnerInnen, desto schlechter das Sammelergebnis pro Person,
- je kleiner die Haushalte (weniger als 2 Personen pro Haushalt), desto besser das Sammelergebnis pro Person,
- je geringer die Zahl der BewohnerInnen eines Hauses, desto besser das Sammelergebnis pro Person,
- je kleiner die Gebäudefläche, desto besser das Sammelergebnis pro Person,
- je größer die Grundstücksfläche, desto höher die Sammelmenge pro Person,
- je älter das Haus, desto schlechter das Sammelergebnis pro Person,
- je größer die Gefäße, desto schlechter die Qualität des Bioabfalls (vermutlich, weil sie von mehreren Personen benutzt werden, Faktor „Anonymität“).

Eine weitere interessante Erkenntnis betraf die gezielte Wahl der Sammelgebiete. Bei einer gezielten Einbeziehung von etwa 25% der Häuser mit guten Sammelergebnissen („Positivauswahl“) könnten 50% der bei Gesamtaufstellung zu erwartenden Sammelmenge erzielt werden. Bei gezieltem Ausschluss von etwa 10% der Häuser mit geringen Sammelergebnissen („Negativauswahl“) könnte eine Reduktion von Verunreinigungen um 50% erzielt werden.

Das Versuchsgebiet beim dritten Sammelversuch im (1996) wurde in zwei Teile gegliedert. Beide Teile grenzten an den Gürtel. Das Teilgebiet im 8. Bezirk befand sich innerhalb des Gürtels, das Teilgebiet im 16. Bezirk befand sich außerhalb des Gürtels.

Beide Bezirksteile waren miteinander gut vergleichbar, obwohl sich diese beiden Bezirke in Hinblick auf den jeweiligen sozioökonomischen Standard stark voneinander unterschieden. Das gesamte Versuchsgebiet hatte 11.873 EinwohnerInnen. Etwa 20 % der Häuser im 8. Bezirk waren jünger als 50 Jahre, etwa zwei Drittel der Wohnungen entsprachen der Ausstattungskategorie A, etwa 13 % der Ausstattungskategorie D.

Im 16. Bezirk waren weniger als 10 % der Häuser jünger als 50 Jahre, nur etwa ein Viertel der Wohnungen entsprach der Ausstattungskategorie A, etwa zwei Drittel der Ausstattungskategorie D.

Im 8. Bezirk standen mit Versuchsbeginn inklusive der Behälter an den bestehenden Sammelinseln 234 Sammelbehälter zur Verfügung, im 16. Bezirk gab es 214 Sammelbehälter.

Die Information der Bevölkerung wurde derart sparsam durchgeführt, dass derselbe Informationsumfang auch bei der Aufstellung von Biotonnen für etwa eine Million EinwohnerInnen möglich wäre. Die Information umfasste eine Aussendung sowie einen Hausanschlag zur Ankündigung der Behälteraufstellung.

Bei wöchentlicher Entleerung wurde ein Sammelbehälterfüllgrad von etwa 45 % erreicht. Nach Umstellung des Entleerungsintervalls auf 14-tägige Entleerung stieg der Füllgrad nur auf etwa 60 %. Dies ist dadurch zu erklären, dass es bereits während der Lagerung im Sammelbehälter eine Volumensreduktion durch den biologischen Abbau gab.

Im gesamten Versuchsgebiet wurden etwa 20 kg/EW*a gesammelt. Im 8. Bezirk war das Sammelergebnis mit 23 kg/EW*a deutlich besser als im 16. Bezirk mit 16 kg/EW*a (Abbildung 3). In Blöcken mit hohem Anteil an „Substandardwohnungen“ (Kategorie „D“) wurde weniger Bioabfall getrennt gesammelt. Bei diesem Versuch konnte auch die andere Abhängigkeit, nämlich „je jünger die Bevölkerung desto geringer die Sammelergebnisse“ bestätigt werden.

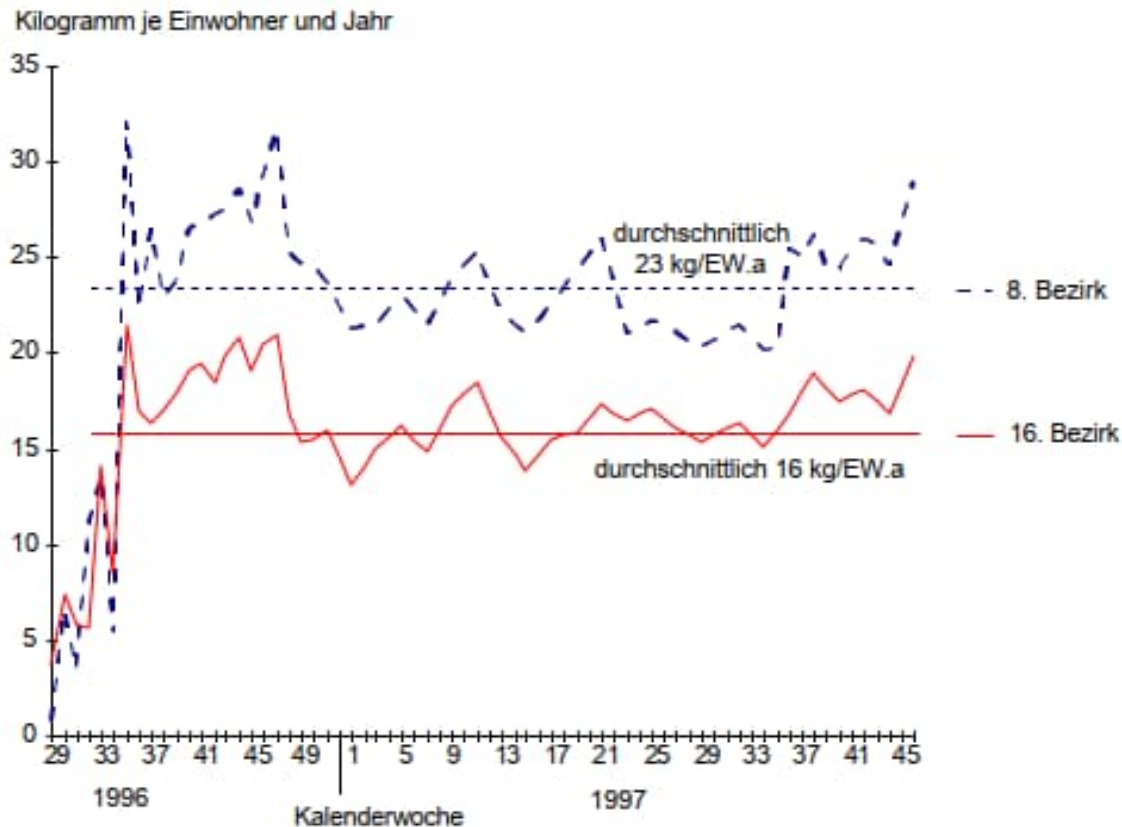


Abb. 3: 8. Bezirk und 16. Bezirk, Verlauf der Biotonne-Sammelmenen (Quelle: TB Hauer)

Biotonnen waren im Versuchsgebiet vor der Entleerung im Mittel zu etwa 25% gefüllt. Ein höherer Füllgrad ist insofern kaum erreichbar, als in den vielfach kleinen Häusern derart geringe Mengen anfallen, dass ein 120 L-Gefäß selbst bei vierzehntägiger Entleerung eben nicht zu mehr als einem Viertel gefüllt ist. Der Füllgrad der Behälter erhöht sich nicht im selben Ausmaß, wie die Entleerfrequenz abnimmt, da das Biomaterial während der Lagerung in den Biotonnen durch den ansetzenden Rotteprozess an Dichte zunimmt.

Die Gesamtmenge an Abfällen, die für die Biotonne geeignet sind, betrug 80-90 kg/EW*a. Davon wurden im Versuchsgebiet im 8. Bezirk etwa 30% in der Biotonne gesammelt, im 16. Bezirk etwa 20%.

Die durchgeführte Bevölkerungsbefragung brachte folgende Ergebnisse:

- 75% der Befragten hatten eine positive Meinung über die Biotonne, die **negative Meinung** überwog in Häusern mit niedrigen Erfassungsquoten,
- die **Negativmeinungen** stammten vorwiegend von älterer Bevölkerung,
- 30% der Befragten gaben an, Bioabfall in den Restmüll zu geben (Begründung „Ekel“)
- in Häusern mit niedrigem Erfassungsgrad glaubten nur 29% der Befragten, dass „die Anderen Bio getrennt sammeln“
- 67% der Befragten gaben an, dass der Grund für das nicht Mitmachen (durch „die Anderen“) in der Umständlichkeit, Geruch („**es stinkt**“) und Ekel liegt.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Antworten betreffend die Nachbarn („die Anderen“) versteckt die eigenen Einstellungen wiedergeben.

Wie auch immer, es waren rd. 70% der Meinung, dass Umständlichkeit, Geruch und Ekel die Hauptprobleme bei der getrennten Sammlung sind. Das war ein wichtiger Hinweis für künftige Erweiterungen der getrennten Bioabfallsammlung.

Im Jahre 2018 wurde der bisher letzte Biotonnen-Sammelversuch („Biotonne-Plus“) durchgeführt. Diesmal ging es darum, ob mit Hilfe bestimmter Sammelhilfen die Bereitschaft zur getrennten Sammlung auch von pflanzlichen Küchenabfällen gesteigert werden kann. Im Rahmen des Versuchs wurden folgende drei Varianten getestet:



Abb. 4: Kübel mit geschl. Deckel, Einlegesack und Sack-rolle (©Unique)

1. Information der Bevölkerung mittels Folder über die biogene Sammlung
2. Information der Bevölkerung mittels Folder plus Bereitstellung von Vorsammelhilfen (Folder + Kübel)
3. Information der Bevölkerung mittels Folder, Bereitstellung von Vorsammelhilfen sowie von Einlegesäcken aus biologisch abbaubarem Material (Folder + Kübel + Sackrolle, Abbildung 4)

Alle vorhandenen Biotonnen wurden zudem am Deckel mit Aufklebern versehen, welche explizit auf die getrennte Sammlung von pflanzlichen Küchenabfällen hinwiesen.

Die Ergebnisse zeigten deutlich, dass es keine großen Unterschiede zwischen den 3 Varianten gab:

- In fast 50% aller analysierten Biotonnen war kein beworbener biogener Küchenabfall!
- In nur rd. 18% der Biotonnen war dieser Anteil größer als 10%
- Die Erfassungsgrade für (die beworbenen) biogene Küchenabfälle liegen bei 35-40 %
- Obwohl die Eigeneinschätzung (Befragung) hinsichtlich „das Richtige zu tun“ sehr hoch war (70-100%), lag das tatsächliche Abfallverhalten bei 20-50%. Interessanterweise weicht das tatsächliche Verhalten dort am meisten ab, wo die Befragten 100 % angegeben haben!

Eine weitere Erkenntnis aus diesem Versuch bestand darin, dass es trotz intensivster Information und der komfortablen, kostenlosen Bereitstellung von Vorsammelhilfen, selbst auf Liegenschaften mit eigener Biotonne (kurze Gehstrecken) zu keiner Zunahme der getrennt erfassten Küchenabfälle kam.

Offensichtlich ist es sehr schwierig, die richtige Vorgangsweise hinsichtlich „beworbener“ Küchenabfälle zu kommunizieren bzw. ist die Bereitschaft, die Küchenabfälle getrennt zu halten, gering.

Alle, die bisher mitgemacht haben, machen auch weiterhin mit – die „Anderen“ konnten mit den gesetzten Maßnahmen nicht erreicht werden.

Im Zuge des Versuches konnten keine eindeutigen Tendenzen für eine Steigerung der getrennt gesammelten biogenen Küchenabfälle in der Biotonne festgestellt werden.

Die Schlussfolgerung, wonach für eine wesentliche Erhöhung der Sammelmengen an Bioabfällen zuerst jene Gebiete herangezogen werden sollten, wo es bisher noch keine „flächendeckende“ getrennte Bioabfallsammlung gibt, erschien daher zulässig.

Eine weitere interessante Untersuchung betraf den Zusammenhang zwischen EinwohnerInnen je Haus und Altstoff-Erfassungsgrad.

Dabei wurden die möglichen Zusammenhänge zwischen städtischen Siedlungsstrukturen und den erreichbaren Erfassungsgraden für Altstoffe in 18 größeren österreichischen Städten untersucht.

Die Wohngebäude wurden in drei Größenklassen eingeteilt: 1-2 Wohnungen, 3-10 Wohnungen, mehr als 10 Wohnungen.

Bei Betrachtung der durchschnittlichen Anzahl an BewohnerInnen je Wohnung war nur eine geringe Streuung festzustellen. Sie lag zwischen 1,6 und 2,1 Einwohnern je Wohnung mit einer Häufung bei 1,7 Einwohnern je Wohnung.

Deutliche Unterschiede ergaben sich bei der Kennzahl „Einwohner je Wohngebäude“. Hier lag die Bandbreite zwischen 4,8 und 11,5 Einwohnern je Wohngebäude. In der Folge wurde diese Kennzahl für Vergleiche herangezogen.

Das EU-Kreislaufwirtschaftspaket sieht Recyclingquoten vor, die deutlich über den derzeitigen (2022) Sammelquoten für Altstoffe in Österreich liegen. Besonders in städtischen Regionen stellen die geforderten Erfassungsquoten große Herausforderungen dar.

Die festgestellten Korrelationen zwischen den erreichbaren Erfassungsgraden für Altstoffe (darunter auch für Bioabfälle) und den soziodemographischen Gegebenheiten der unterschiedlichen Bebauungsstrukturen sind in der Abbildung 5 dargestellt.

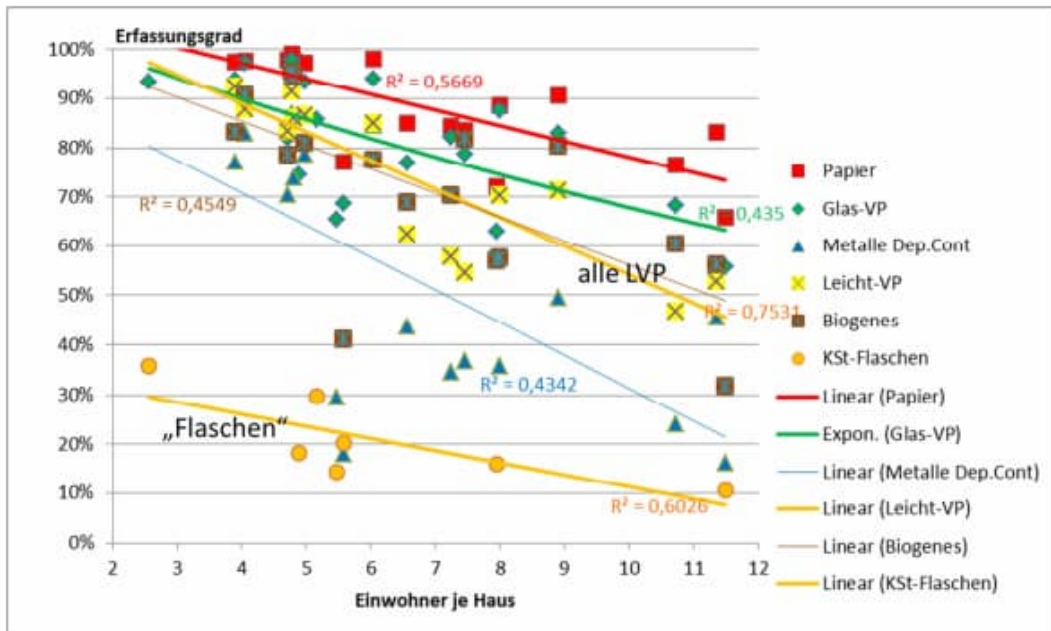


Abb. 5: Zusammenhang zwischen EinwohnerInnen je Haus und Altstoff- Erfassungsgrad (Quelle: TB Hauer)

Die klare Aussage der obigen Grafik liegt darin, dass die Ergebnisse der getrennten Sammlung (von allen Altstoffen) desto schlechter sind, je mehr Wohnungen in den Häusern vorhanden sind und dies nicht nur in Wien, sondern überhaupt.

Die durchgeführten Analysen führen zur Schlussfolgerung, dass hohe Effizienz der getrennten Sammlung von Altstoffen nur dann erreicht werden kann, wenn in allen Siedlungsstrukturen die realisierbaren Potentiale ausgeschöpft werden. Bei zu niedrigen Zielvorgaben blieben die vorhandenen Potentiale in Regionen mit einfacheren Rahmenbedingungen nicht ausgeschöpft, bei zu hohen Zielvorgaben in Regionen mit schwierigeren Rahmenbedingungen wären diese Vorgaben nicht erreichbar.

Die oben dargestellten allgemeinen Zusammenhänge wurden bereits in früheren Untersuchungen der getrennten Bioabfallsammlung erkennbar. Aus den bisherigen Erfahrungen war bekannt, dass sich sowohl die Mengen, als auch die Qualität der mit der Biotonne getrennt erfassten Abfälle je nach Sammelgebiet stark voneinander unterscheiden (Grüngebiete – mehr und sauberer, innerstädtische Gebiete umgekehrt).

Ursprünglich gab es in Wien die so genannte „diagonale“ Anordnung der Sammelrouten (Abbildung 6), was hinsichtlich der Qualität des Materials nachteilig war, weil die aus unterschiedlichen Sammelgebieten stammenden Bioabfälle während der Sammeltour miteinander vermischt wurden, wodurch die Qualität der sauberen, aus den Grüngebieten stammenden Abfälle durch jene aus der Innenstadt verschlechtert wurde.

Die „diagonale“ Anordnung der Sammelrouten hatte ihren Ursprung in der Müllsammlung, die geschichtlich gewachsen quer durch die Stadt erfolgt, was bei der Müllbehandlung keine Rolle spielt.

Im Jahre 2002 wurde die alte „diagonale“ Einordnung der Bioabfall-Sammelrouten auf „tangential“ geändert:

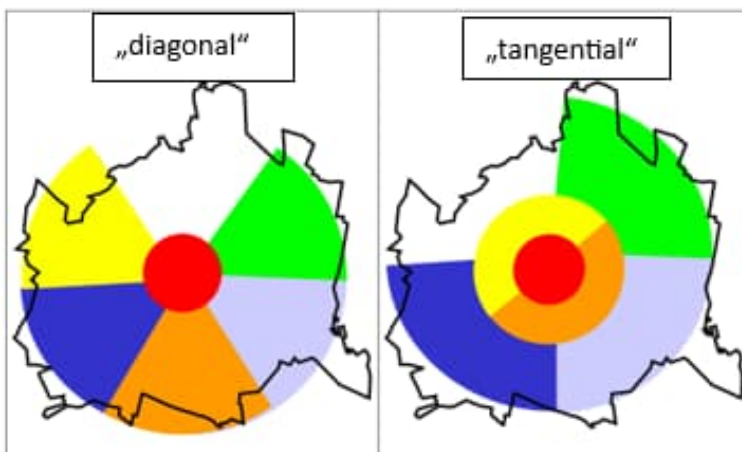


Abb. 6: Schematische Darstellung der räumlichen Aufteilung von Sammelgebieten bis 2002 „diagonal“ und ab 2002 „tangential“ (Quelle: TB Hauer)

Diese Änderung führte zu einer wesentlichen Verbesserung der für die Kompostierung vorgesehenen Bioabfälle. (Anmerkung: Seit 2007 wird die innerstädtische Biotonne in der Biogasanlage Wien Pfaffenu zur Produktion von Biogas eingesetzt).

2.1.2 Küchenabfälle und Speisereste („Küchentonne für Haushalte“)

Die Verfütterung von Küchen- und Speiseabfällen („Sautrank“) an Nutztiere ist gemäß §15a Abs. 2 Tierseuchengesetz seit 1.10.2003 verboten. Im Jahre 2002 (Zeitpunkt der Umstellung der Sammelrouten) war somit die Errichtung einer Biogasanlage bereits in Vorplanung, die Wiener Gastronomie hatte einen Bedarf an rechtskonformer Behandlung ihrer tierischen Abfälle. Bei der neuen Planung der Biotonnentouren ging es somit darum, die Mengen und die Art der Sammlung von organischen Abfällen aus privaten Haushalten, aus den Märkten und aus der Gastronomie, die als Inputmaterial für eine Biogasanlage am besten geeignet wären, zu definieren. Nicht erfasst von diesen Überlegungen waren Küchenabfälle und Speisereste aus großen Betrieben (Tiermaterialienrecht).

Im Zuge der Diskussion über die Inputmaterialien für die künftige Biogasanlage der MA 48 entstand auch die Idee einer Teilung der Bioabfallsammlung in „Gartentonne“, „Küchentonne“ und „Biotonne“. Während die in den Grüngeländen aufgestellten Biotonnen in „Gartentonnen“ unbenannt werden sollten, hätten die Biotonnen in den innerstädtischen Gebieten mit einem konkreten Adressenbezug zu „Küchentonnen“ werden sollen, „Biotonnen“ auf den „anonymen“ Altstoffsammelinseln blieben dann weiterhin als „Biotonnen“.

Die Einsammlung der „Gartentonnen“ sollte jedenfalls mit eigenen Sammelfahrzeugen (ohne Durchmischung mit den Inhalten der „Biotonnen“ und schon gar nicht mit den Inhalten der neuen „Küchentonne“) erfolgen.

Im Zuge der weiteren Planungen wurden sogar Muster für die Kennzeichnung dieser Sammelbehälter (inkl. Küchentonne ursprünglich und endgültig) entworfen (Abbildung 7).



Abb. 7: Entwürfe für die Kennzeichnung der Sammelbehälter für Bioabfälle (©Strobelgasse)

Die damaligen Planungen umfassten sogar die Fragen einer etwaigen Vergebürung der Bioabfallsammlung. Mit der Differenzierung der getrennten Bioabfallsammlung („Gartentonne“, „Küchentonne“, „Biotonne“) wäre es möglich gewesen, die Gartentonne und die Küchentonne mit einer Gebühr zu belegen. Die Begründung dafür wäre durchaus vorhanden, denn Haushalte, die über eine „Gartentonne“ bzw. über eine „Küchentonne“ verfügen (ob Einfamilienhäuser, oder Zinshäuser), könnten sich dadurch einen Teil der Restmüllgebühr ersparen. Vor allem jedoch wäre eine solche Vergebürung durch das Vorhandensein einer Verrechnungsadresse überhaupt möglich. Anders bei der (neuen) „Biotonne“. Diese wäre nach wie vor auf den Altstoffsammelinseln und anderen öffentlich zugänglichen Plätzen vorhanden, naturgemäß ohne Vergebürung, denn, wem sollte eine solche Gebühr auch vorgeschrieben werden? Die Beibehaltung der Biotonnen auf den Altstoffsammelinseln wäre aber notwendig gewesen, da nicht alle Adressen mit einer Gartentonne oder mit einer Küchentonne hätten ausgestattet werden können.

Bezüglich der für die jeweilige Sammelart empfohlenen Materialien, wären für „Gartentonne“ hauptsächlich Gartenabfälle empfohlen, pflanzliche Küchenabfälle wären erlaubt, für die „Küchentonne“ wären – umgekehrt - hauptsächlich pflanzliche Küchenabfälle empfohlen, Gartenabfälle wären erlaubt. Für die „Biotonne“ bliebe alles unverändert (alle pflanzlichen Abfälle).

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse wurde auch ein neues Konzept der komplementären getrennten Erfassung von Bioabfällen unter Berücksichtigung der zwei Verwertungswege „Kompost“ und „Biogas“ entwickelt (Abbildung 8). Dieses Konzept wurde nicht umgesetzt. Die Biotonne ist daher weiterhin kostenlos, was nicht in allen Bundesländern der Fall ist. Es dient als Anreiz bzw. Motivation zur getrennten Sammlung. Abgesehen davon war damals (2002) noch nicht klar, welche „Küchenabfallmengen“ mit Hilfe eines absolut flächendeckenden Sammel-systems erfasst werden können.

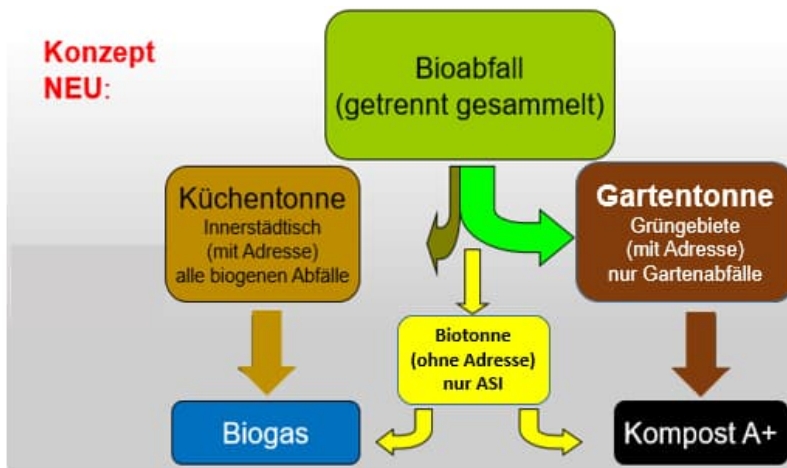


Abb. 8: „Konzept-neu“ für Aufteilung der „Bioabfallsammlung“ (Quelle: TB Hauer, MA 48)

Aufbauend auf den Ergebnissen der Bioabfallsammlung im 8. und im 16. Bezirk (1996 bis 1997) wurde im Jahre 2003 im selben Versuchsgebiet ein Versuch zur Sammlung von Material, das für eine (in Planung befindliche) Wiener Vergärungsanlage geeignet wäre, durchgeführt. Ähnlich wie im ersten Versuch im 8. und 16. Bezirk sollte der jetzige Versuch unter realistischen Rahmenbedingungen abgehalten werden, das setzte die Freiwilligkeit der Bevölkerung voraus. Die Versuchsgebiete wurden analog zum Vorversuch gewählt, mit dem Unterschied, dass nun auch die im jeweiligen Teilgebiet befindlichen Betriebe (Restaurants udg.) gezielt angesprochen wurden.

Die Entleerung der Sammelbehälter erfolgte wöchentlich. Während des Versuches wurde im wöchentlichen Wechsel ein mobiles Entleer -und Waschfahrzeug eingesetzt bzw. die Behälter ausgetauscht und in der stationären Kübelwaschanlage der MA 48 gereinigt. Es wurden verschiedene mobile Waschfahrzeuge zu Testzwecken eingesetzt.

Die spezifische Sammelmenge (Mittelwert) für den 8. Bezirk lag bei rd. 31 kg/EW*a das entspricht 38% des biogenen Anteils am Restmüll. Im 16. Bezirk waren es rd. 21 kg/EW*a. Das entspricht einem Erfassungsgrad von 25% mittels Biotonne bzw. einem Verbleib von 75% der biogenen Abfälle im Restmüll.

Interessant ist auch die Aufteilung der Behälter nach dem Füllgrad (Abbildung 9):

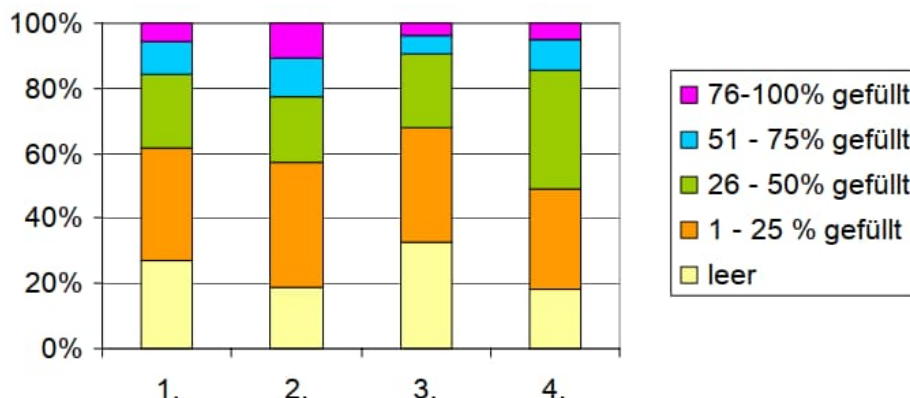


Abb. 9: Einteilung der Behälter nach dem Füllgrad (in % der Anzahl der Behälter, 4 Messungen) (Quelle: TB Hauer)

Das Ergebnis: am Tage der Entleerung waren rd. 25% der Sammelbehälter leer, rd. 35% der Sammelbehälter waren zu max. 25% (Volumen) befüllt, einen Füllgrad zwischen 25% und 50% erreichten rd. 25% der Sammelbehälter, ein Füllgrad zwischen 50% und 75% war lediglich bei rd. 10% zu beobachten, volle Sammelbehälter gab es kaum (nur rd. 5%).

Das Küchentonnenmaterial konnte als biologisch gut abbaubar bezeichnet werden. Die Gasausbeute (Methangehalt von rd. 63%) war mit zum Teil weit über 100 Nm³/t Input durchaus günstig.

Der für die „Küchentonne“ vorgesehene Bereich umfasst in ganz Wien ca. 800.000 EinwohnerInnen mit rund 30.000 Häusern. Für die Hochrechnung wurden die Durchschnittswerte der Sammlung herangezogen, das sind 31 kg/EW*a im 8. Bezirk und 21 kg/EW*a im 16. Bezirk. Aus diesen Werten ergab sich eine zu erwartende Sammelmenge pro Jahr mit einer Bandbreite von 16.800 bis 24.800 Tonnen.

2.1.3 Tierische Nebenprodukte der Kategorie 3 (Speisereste und Küchenabfälle aus Betrieben)

Gemäß der Tiermaterialien-Verordnung (BGBl Nr. 484/2008 geändert durch die Verordnung Nr. 141/2010) müssen in Gastronomiebetrieben, in welchen Küchen- und Speiseabfälle in Mengen von mehr als 80 Liter/Woche anfallen, diese Abfälle in geeigneten, auslaufsicheren und abgedeckten, entsprechend gekennzeichneten Behältnissen („Küchenabfalltonnen, Material der Kategorie 3“) gesammelt, gelagert und an eine zugelassene Behandlungsanlage nachweislich abgeführt werden.

Mit Hilfe einer im Jahre 2007 durchgeführten Untersuchung wurden Merkmale definiert, nach welchen beurteilt werden konnte, ob ein Betrieb (Restaurant, Hotel, Spitalsküche Kantine, etc.) das Kriterium für die verpflichtende Aufstellung einer Küchentonne (>80 l/Woche, das entspricht einem Sammelbehälter von 120 l bei wöchentlicher Entleerung) erfüllt.

Es wurden folgende Betriebsmerkmale ermittelt (jeweils mit dem Ergebnis von rd. 80 l/Woche):

- Restaurant, Kaffee-Restaurant ab 8 Beschäftigten
- Speisewirtschaft ab etwa 100 Sitzplätzen
- Hotel mit Gastrobetrieb ab 80 Betten
- Spital bzw. Heilanstalt ab 25 Betten
- Betriebskantinen, Heime etc. ab 200 gepflegten Personen

Offen geblieben sind damals jene Betriebe, die im Sinne des Tiermaterialienrechts als „Kleinstbetriebe“ gelten. Küchen- und Speisereste aus solchen Betrieben dürfen über die städtische Restmülltonne entsorgt werden, dies ist im Sinne des Tiermaterialienrechts zulässig und durch die MA 48 erlaubt.

Da die gemäß der Tiermaterialien-Verordnung geltende Begrenzung für „Kleinstbetrieb“ in der Praxis schwer zu überprüfen ist, war es wichtig, diese Angabe so zu präzisieren, dass bereits auf Grund der Größe und der Beschaffenheit des Gastronomiebetriebs abgeschätzt werden kann, ob die rechtliche Verpflichtung zur Aufstellung einer „Küchentonne“ zutrifft.

Ergebnis: Bei den meisten Betrieben wird eine wöchentliche Anfallmenge von 80 Litern an Speiseresten erreicht, wenn nur einer der folgenden Schwellenwerte überschritten wird (Abbildung 10).

Betriebstyp	Anzahl der Verabreichungsplätze	Anzahl der Verabreichungsplätze inkl. Garten	Fläche des Gastraums [m ²]	Fläche der Küche [m ²]
Hotel mit Restaurant	42		111	
Restaurant	93	130	250	27
Kantine	98		231	79
Heuriger	138	302		

Abb. 10: Schwellenwert für eine Anfallmenge von 80-l pro Woche (Quelle: TB Hauer)

2.1.4 Qualität der getrennt gesammelten Bioabfälle

Die Sammelware der Biotonne wird im Kompostwerk Lobau in den ersten zwei Arbeitsschritten zerkleinert und anschließend via Trommelsieb (Maschenweite 80 mm) von Störstoffen befreit. Durch die Siebung mit 80 mm Maschenweite verbleibt aber (augenscheinlich, Abbildung 11) sehr viel Biomaterial in der Fraktion „Siebüberlauf“, diese Fraktion enthält natürlich auch viele Störstoffe und wird in weiterer Folge verbrannt. Von den rd. 65.000 t/a mit Hilfe der Biotonnen getrennt gesammelten und für die Kompostierung geeigneten Bioabfällen werden im Zuge der Aufbereitung im Kompostwerk Lobau rd. 2.500 t/a abgeschieden.



Abb. 11: Im Zuge der Bioabfallaufbereitung im KW Lobau abgetrennte „Siebüberlauffraktion“ (Quelle: TB Hauer)

Mit Hilfe einer Analyse wurde im Jahre 2020 festgestellt, wie groß der Anteil der nativ-biologischen Abfälle in der Fraktion „Siebüberlauf“ ist. Des Weiteren ging es darum, welche Störstoffe entfernt werden und wie biologisch abbaubare Kunststoffe im Verhältnis zu anderen Kunststoffen abgeschieden werden.

Es wurde folgende Zusammensetzung des Siebüberlaufs (Fraktion >80 mm) festgestellt:

- | | |
|---|--------------|
| • Hart-Kunststoffe herkömmlich („3D-Kunststoffe“): | 1,4% |
| • Kunststoff-Folien herkömmlich („2D-Kunststoffe“): | 4,0% |
| • Biologisch abbaubare Kunststoff-Sackerl: | 0,3% |
| • Sonstige Fremdstoffe: | 5,7% |
| • <u>Biogenes (vor allem Holz):</u> | <u>88,6%</u> |

Gesamt: 100,0%

Der Anteil von biologisch abbaubaren Sackerln an „Folien gesamt“ beträgt lediglich rd. 7 % [0,3% von (4,0%+0,3%)].

Durch die Aufbereitung wurden somit auch 2.200 t/a (oder rd. 89%) an Holz- und Gartenabfällen abgeschieden.

Diese Bioabfälle gehen dabei „verloren“ (abgesehen von deren „energetischen Verwertung“ in den Wiener MVAs). Dabei wären ausgerechnet diese Bioabfälle für die Verbesserung des C/N-Verhältnisses (Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff) in den Monaten April bis Oktober (siehe auch Abbildung 33) essenziell wichtig.

In Hinblick auf die in Arbeit befindliche Novelle der Kompostverordnung, in welcher (u.a.) auch die Grenzwerte für Störstoffe im „Eingangsmaterial“ (max. 5% Masse) bzw. im „Eingangsröttegut“ (max. 2% Masse) festgehalten werden sollten, war es auch wichtig, die Störstoffgehalte der in das Kompostwerk Lobau angelieferten Bioabfälle (vor der Aufbereitung und nach der Aufbereitung) dahingehend zu bestimmen.

2022 wurden daher folgende Fraktionen untersucht:

1. Biotonne
2. Baum- und Strauchschnitt
3. Eingangsröttegut (gemischtes Ausgangsmaterial unmittelbar nach der Bioabfallaufbereitung)
4. Vorzerkleinertes Biotonne-Material vor und nach der Siebung (Siebdurchgang) im Rahmen der Bioabfallaufbereitung.

Der Störstoffgehalt lag vor der Aufbereitung bei allen Fraktionen mit <0,8 % weit weg von den oben genannten Grenzwerten (2% bzw. 5%). Dabei bestanden diese Verunreinigungen zu ca. 90% aus Kunststoffen, Glas war vernachlässigbar. Durch die Aufbereitung (Siebung) des Inputmaterials konnten übrigens 64 % der Kunststoffe abgeschieden werden. Der Rest der Störstoffe waren Metalle. Da die meisten Metalle jedoch sehr einfach elektromagnetisch zu entfernen sind (der Metall-Abscheidegrad für das Biotonne-Material war mit 87% sehr hoch), spielten auch diese Verunreinigungen keine Rolle.

Dazu ist allerdings festzuhalten, dass Aluminium (da nichtmagnetisch) bei der Aufbereitung nicht erfasst werden kann. Im Rohkompost waren allerdings nur 0,02% metallische Störstoffe zu finden. Die Ergebnisse bestätigten die hohe Qualität des Biotonnenmaterials aus den locker bebauten Stadtteilen (dies bestätigt auch die bisherige Vorgangsweise bei der Wahl der Sammelgebiete).

2.1.5 Bioabfallverladestation, Wirtschaftlichkeit der Verladung von Bioabfällen

Innerhalb der MA 48 gab es bereits im Jahre 2000 Überlegungen, im Süden bzw. Westen Wiens eine Umladestation für Biotonne-Sammelware zu errichten (mögliche Standorte: Südrandstraße - Blumental bzw. Wientalstraße - Auhof). Ziel war die Erzielung von Einsparungen bei Fahrzeiten der Sammelfahrzeuge zur Entleerestelle (ursprünglich ABA - Rinterzelt, ab 2014 Kompostwerk Lobau) und somit das Erreichen einer höheren Effizienz der Bioabfallsammlung.

Der Hauptgrund für diese Überlegung war die Tatsache, dass der Transport der getrennt gesammelten Bioabfälle mit Hilfe der Bioabfallsammelfahrzeuge sehr viel Zeit in Anspruch nahm. Die Trassen vom Sammelgebiet zur Entleerestelle verliefen (mit Ausnahme der Sammelgebiete in unmittelbarer Nähe zum Rinterzelt bzw. später zum Kompostwerk Lobau) meistens entlang der (sehr stark frequentierten) Südosttangente (A23). Abgesehen davon waren die Sammelfahrzeuge (damals vor allem „2-Achser“) für den reinen Transport suboptimal, da die tatsächliche Ladung (rd. 5 Tonnen) im Verhältnis zur Fahrzeit und somit zu den Fahrkosten äußerst ungünstig (zu gering) ist.

Eine der wichtigen Ergebnisse dieser Überlegungen war die Tatsache, dass für eine Umladestation ein entsprechendes Unterdruckentlüftungssystem mit Biofilter notwendig gewesen wäre, was natürlich eine erhebliche Erhöhung der Invest- und Betriebskosten zur Folge gehabt hätte.

Im Jahre 2002 wurde deshalb eine Kalkulation erstellt, die der Darstellung der rein wirtschaftlichen Auswirkungen der Umladestation diene. Dabei wurden die bereits in der Zwischenzeit durchgeführten Änderungen beim Fuhrpark (Anschaffung von „3-Achsern“) berücksichtigt.

Die vollständige Kalkulation ergab, dass mit Errichtung und Betrieb der Umladestation keine weiteren Einsparungen zu erzielen gewesen wären. Abgesehen davon wäre eine Umladestation nur während zwei Drittel des Jahres im Einsatz (im Winter entleeren die Fahrzeuge nur ein Mal pro Tag).

Die Möglichkeit einer weiteren Einsparung (im Ausmaß von etwa 20%) zeichnete sich infolge einer generellen Umstellung auf wöchentliche Entleerung in Gebieten mit Einfamilienhäusern ab. *(Anmerkung: Die Entleerhäufigkeit der Biotonnen auf den Altstoffsammelinseln liegt dort generell bei mind. 2 Mal pro Woche, sie bestimmt auch die Entleerhäufigkeit von allen anderen, im jeweiligen Sammelgebiet befindlichen Biotonnen).*

Als überlegenswert wurde auch der Einsatz von Wechselaufbauten betrachtet. Der Einsatz von Wechselaufbauten hätte im Vergleich zu einer Umladestation auch den Vorteil haben sollen, dass der Wechselaufbautentausch auf jedem beliebigen Platz innerhalb der Sammelstrecke hätte erfolgen können. Die vollen Wechselaufbauten hätten dann mit einem einfachen LKW-Zug (auch mit Anhänger) zum späteren Zeitpunkt (ohne Stau auf der Südosttangente) durchgeführt werden können. Allerdings erwies sich eine solche Technologie als sehr aufwendig, kompliziert und teuer, die Hersteller der Müllsammelfahrzeuge unterstützten diese Idee nicht. Deshalb wurden auch keine weiteren Schritte in diese Richtung unternommen.

2.1.6 Speiseöl

Im Jahre 1998 wurde in Wien ein Sammelversuch zur getrennten Erfassung von Altspeiseöl und Altspeisefett aus privaten Haushalten durchgeführt. Das Altspeiseöl wurde in Wien zwar bereits davor getrennt gesammelt, jedoch nicht mit Hilfe der von der Stadt Wien zur Verfügung gestellten Sammelbehälter. Es ging darum, herauszufinden, welche Mengen (zusätzlich) erfasst werden können und, ob die Sammlung mit Hilfe der zur Verfügung gestellten Sammelhilfen Erfolg verspricht.

Als Versuchsgebiete wurden Teile von zwei Bezirken (17 und 19) ausgewählt. Diese Bezirke bildeten ein jeweils geschlossenes Einzugsgebiet und umfassten zwei unterschiedliche Bevölkerungsgruppen. Die mit Hilfe von kleinen Kübeln erfassten Altspeisefettmengen waren jedoch sehr gering (17. Bezirk: nur 2%, 19. Bezirk: nur 6% des insgesamt gesammelten Altspeiseöls).

Im Jahre 1999 wurde in Tirol durch die „Abfallwirtschaft Tirol Mitte“ (ATM) die Ausgabe von Sammelbehältern für Altspeiseöl gestartet. Es wurde dafür eine spezielle Werbekampagne initiiert, das Hauptmerkmal war das Logo „Öli“ mit der „ölig fließenden“ Schrift (siehe Abbildung 12).

Dieses Logo war (und ist) urheberrechtlich geschützt. Nach Entrichtung einer Lizenzgebühr durften aber auch andere Gemeinden dieses Logo verwenden, so ist es geschehen in Oberösterreich und in Niederösterreich, wobei in NÖ das leicht modifizierte Logo „Nöli“ verwendet wurde (Abbildung 12).

Darüber hinaus wurden Behälter mit diesem oder ähnlichen Logo auch in Salzburg, in Vorarlberg, sowie in Italien und Deutschland verwendet.

In Anlehnung an Niederösterreich gab es auch in Wien die Idee, ein eigenes Logo mit demselben „ölig-fließenden“ Schriftzug (adaptiert als „Wöli“) einzuführen. Mit ATM gab es Vorgespräche auf Beamtenebene, ATM war gerne bereit, der MA 48 die Nutzung des Logos im Rahmen einer Zusammenarbeit zwischen den beiden Bundesländern gegen eine geringe Gebühr zu erlauben.

Die Übernahme des Tiroler „Öli-Schriftzugs“ als „Wöli“ in Wien erfolgte nicht. Stattdessen wurde ein eigener Sammelbehälter mit dem Namen „ÖLKO“ kreiert (Abbildung 12). ÖLKO war ein Kübel aus Polypropylen mit einem Fassungsvermögen von 3 Litern. Das Gefäß verfügte über einen dicht schließenden Deckel sowie über einen Henkel. Der Deckel besaß eine Einfüllöffnung.

Im Burgenland wurde ein eigener „Fetty“-Behälter eingesetzt (Abbildung 12). Der Kübel war jedoch nicht optimal, der filigrane Deckel hat sich beim Erwärmen in der Waschanlage verformt.

<u>Osttirol (Original)</u> Öli	<u>Niederösterreich</u> Nöli	<u>Wien</u> ÖLKO	Burgenland Fetty
			
Quelle: ATM	Quelle: NÖ-Lrg.	Quelle MA 48	Quelle: Bgld. Lrg.

Abb. 12: Die ersten Speiseölsammelbehälter.

Anfang 2003 wurden 200.000 „ÖLKO“-Behälter angeschafft. Die Ausgabe der Behälter erfolgte an allen Mistplätzen und Problemstoffsammelstellen, sowie bei diversen Veranstaltungen der Stadt Wien. Die Statistik ergab, dass maximal 20% der ausgegebenen Behälter für die Ölsammlung verwendet wurden.

Die Rücknahme der vollen Behälter erfolgte an allen Mistplätzen sowie an allen Problemstoffsammelstellen. Die Reinigung wurde bei der LAVU AG in Wels durchgeführt.

Ende 2004 wurden die „ÖLKO“-Behälter durch die neuen „WÖLI“-Behälter (Abbildung 13 links) ersetzt. Neben den „WÖLI“-Behältern (Volumen 3 Liter) für Haushalte gab es für Gastronomiebetriebe auch größere Behälter die „Gastro-WÖLI“ (Volumen 20 Liter, Abbildung 13 rechts).



Abb. 13: „WÖLI“ (links) sowie Gastro-WÖLI (rechts) (Quelle: MA 48)

Das erfasste Altspeiseöl wurde im Zuge einer Auslobung an private Firmen zwecks Seifenproduktion, und zur Herstellung von „Biodiesel“ weitergegeben, das hatte sowohl ökonomische, als auch ökologische Vorteile.

Es konnten allerdings nur ein wenig mehr als 10% des Potentials an Altspeiseöl aus privaten Haushalten erfasst werden. Im Gastrobereich waren es nur rd. 3,5% der gemeldeten Sammelmengen.

Die Menge am mit Hilfe der WÖLI-Behälter getrennt gesammelten Altspeiseöl hat sich im Verlauf der Jahre nicht wesentlich verändert (2005: 211 Tonnen, 2021: 291 Tonnen).

In den Jahren 2010 und 2011 gab es einen weiteren Versuch zur Steigerung der Sammelmengen von Altspeiseöl. Zu diesem Zweck wurde ein Sammelversuch in der Wohnhausanlage „Kabelwerk“ im 12. Bezirk durchgeführt. Die „WÖLI“-Sammelbehälter wurden im Keller in einer Fahrradwerkstatt gelagert.

Auch hier lagen die Ergebnisse weit unter den Erwartungen. Im gesamten Projektjahr konnten insgesamt 296 kg Altspeiseöl (rd. 2,25 kg/Behälter) gesammelt werden, was einer einwohnerspezifischen Sammelmenge von 0,11 kg/EW*a entsprach und damit deutlich unter den getrennt erfassten Sammelmengen über die Mistplätze von 0,16 kg/EW*a lag.

Im Rahmen feuerpolizeilicher Ermittlungen nach einem Brandvorfall in benachbarten Kellerabteilen wurde angeordnet, dass Altspeiseöl in der Fahrradwerkstatt nicht mehr gelagert werden darf. Der Versuch wurde damit beendet.

2.1.7 Holz

In diesem Kapitel wird Holz als vorwiegend für die Verbrennung bestimmter Abfall betrachtet, gleichzeitig jedoch gab es unter den erhobenen Mengen auch Hinweise auf eine mögliche stoffliche Verwertung (Kompostierung). Zum Zeitpunkt der durchgeführten Erhebungen (2015) gab es eine strikte Trennung

zwischen Holzabfällen für Verbrennung (Schlüsselnummern-Gruppe 91 gem. Abfallverzeichnisverordnung AVV) und für biologische Behandlung (Schlüsselnummern-Gruppe 92 gem. AVV). Dabei handelte es sich oft um absolut die gleichen Materialien. Mit der Novelle 2021 der AVV wurde die SN-Gruppe 92 als „Abfälle, die für die biologische Verwertung geeignet sind“ (früher: „Abfälle für biologische Verwertung, ÖNORM S 2100“) definiert, damit war es leichter, bestimmte Holzabfälle z.B. Strauchschnitt, Astwerk oder Wurzelstöcke je nach Bedarf energetisch oder biologisch zu verwerten.

Die gegenständliche Erhebung erfolgte mittels Befragung aller einschlägigen Abteilungen des Magistrates sowie ausgelagerter Dienststellen. Dazu gab es ergänzende Recherchen über den Baumkataster der Stadt Wien sowie über Statistiken und Kennzahlen, allen voran über den jährlichen Baumzuwachs geteilt in Stammholz (geeignet vorwiegend für die Verbrennung, rd. 30 kg/Baum*a) und in Äste und Zweige (geeignet vorwiegend für die Kompostierung ebenfalls rd. 30 kg/Baum*a). Insgesamt gab es 2015 im Bereich der Stadt Wien ein Potential von 66.100 t/a an Holzabfällen für die Verbrennung und von 18.500 t/a an Holzabfällen für die Kompostierung.

In Wien Simmering wird seit 2005 ein Biomassekraftwerk betrieben. Zum Zeitpunkt der durchgeführten Erhebung (2015) wurde in diesem Biomassekraftwerk ausschließlich Frischholz (Waldhackgut) verbrannt, obwohl rein theoretisch die Verbrennung von Holzabfällen möglich gewesen wäre.

Im Kompostwerk Lobau werden – wie in allen anderen Kompostwerken – regelmäßig entsprechend große Mengen an strukturbildenden Materialien (Astwerk, Strauchschnitt etc.) benötigt. Die Zugabe von diesem Material dient der Herstellung des optimalen C/N-Verhältnisses, welches im Bereich zwischen 25 und 35 liegt.

Insbesondere in den Monaten April bis Oktober ist dieses Verhältnis oft zu niedrig (=zu viel Stickstoff, zu wenig Kohlenstoff d.h. z.B. zu viel Gras und zu wenig Strauchschnitt, siehe auch Abbildung 33), was wiederum zu anaeroben Rottezuständen und in weiterer Folge zur Geruchsentwicklung führen kann.

Zu diesem Zweck war und ist die MA 48 immer „auf der Suche“ nach solchen Materialien. Neben den Magistratsabteilungen Stadt Wien – Wiener Stadtgärten und Stadt Wien – Wiener Gewässer gibt es auch im Bereich der Friedhöfe Wien GmbH (vormals MA 43) geeignetes Material aus der Pflege von über 25.000 Bäumen, die sich auf den Wiener Friedhöfen befinden. Mit den Institutionen gibt es entsprechende Verwaltungsübereinkommen.

2.2 Restmüll- und Altstoffanalysen, Biofraktion

Restmüllanalysen zählen zu den wichtigsten Instrumenten einer modernen Abfallwirtschaft. Von Bedeutung sind neben den momentanen Aufnahmen der Restmüllzusammensetzung auch die Vergleiche im Verlaufe der Jahre. Mit Hilfe solcher Vergleiche kann die Wirksamkeit der jeweils eingesetzten abfallwirtschaftlichen Maßnahmen aus der Zeitperspektive beurteilt werden, was wiederum dazu beitragen kann, eventuelle Fehler oder Falschentwicklungen rechtzeitig zu entdecken und zu korrigieren sowie neue Maßnahmen zu setzen.

Restmüll- und Altstoffanalysen werden in Wien seit 1985 regelmäßig durchgeführt, angestrebt wird ein Abstand von 6 Jahren, teilweise wurden auch (aus gegeben Anlass) Analysen „zwischendurch“ durchgeführt. Als „Restmüllanalyse“ wird in Wien die Analyse des so genannten „Systemmülls“ verstanden, die „Altstoffanalyse“ betrifft die Analyse der getrennt gesammelten Fraktionen.

2.2.1 Bioabfall (Restmüll)

Beginnend mit der Restmüllanalyse 1990/1991 wurde eine Unterscheidung nach Siedlungsstrukturen vorgenommen und damit die sozioökonomischen und abfallwirtschaftlichen Unterschiede berücksichtigt. Dazu wurden vier siedlungsstrukturelle und kaufkraftbezogene Schichten gebildet (Abbildung 14).

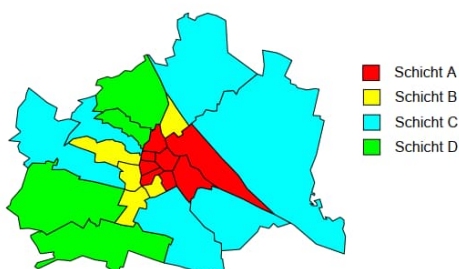


Abb. 14: Gliederung des Stadtgebietes nach dem Schichtenmodell (Quelle: TB Hauer)

Um jahreszeitliche Schwankungen in Menge und Zusammensetzung der Abfälle zu erfassen, wurden die (großen) Analysen viermal im Kalenderjahr vorgenommen. Allerdings zeigte es sich bei fast allen Analysen, dass nur bei der Biofraktion relevante, saisonal bedingte Unterschiede auftreten (Abbildung 15).

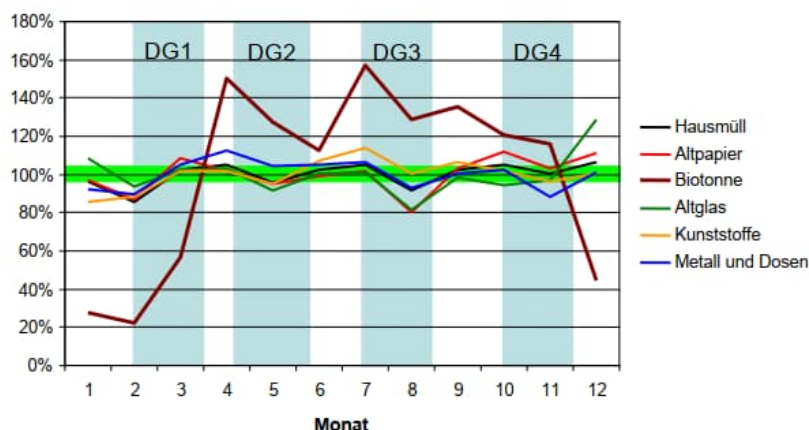


Abb. 15: Sammelmengen verschiedener Abfälle, Jahresverlauf und Durchgänge (DG) (Quelle: TB Hauer)

Die Zugriffsebene für die Proben war der Sammelbehälter (beim Altpapier gab es auch Probenahmen aus dem Sammelfahrzeug). Die Sammelbehälter wurden unmittelbar vor der Entleerung vom Standort entnommen und samt Inhalt zum Analyseort zur Analyse gebracht. (Anmerkung: Bei der Analyse 2021/2022 wurden die Inhalte von großen Behältern vor Ort verjüngt und erst dann an den Analyseort gebracht).

Die Analyse erfolgte ohne mechanische Vorbehandlungen. Die Abfälle wurden manuell in die einzelnen Fraktionen gemäß Sortierkatalog sortiert. Die Anzahl der Fraktionen betrug in der Regel je nach Abfallart zwischen 5 (z.B. beim Altpapier aus Sammelfahrzeugen) und bis 174 (z.B. beim Restmüll).

Folgende Erkenntnisse sind aus den bisherigen (bis inkl. 2021/2022) Restmüllanalysen ableitbar:

Der Anteil der Biofraktion im Wiener Restmüll liegt bei rd. 40% (Masse). Dies ist etwas höher als in anderen Bundesländern, allerdings in der gleichen Größenordnung wie in vergleichbaren Großstädten (z.B. München). Davon entfallen lediglich 1,4- 3,8%-Punkte auf Gartenabfälle. Eine plausible Erklärung dafür liegt darin, dass Gartenabfälle in Wien fast vollständig über die Biotonne und über die Mistplätze getrennt erfasst werden. Aufgrund des geringen Anteils an Fleischabfällen (inkl. Knochen) von 1,1-2,4 % bestätigte sich auch die vormals getroffene Entscheidung über eine „vegane“ Biotonne.

Fast die Hälfte der Bioabfälle im Wiener Restmüll sind vermeidbare Lebensmittelabfälle (zwischen 15,4 und 18,9%). Auch dies spiegelt sich querab über alle Bundesländer wider.

2.2.2 Bioabfall (getrennte Sammlung)

Die Abbildung 16 veranschaulicht die Änderungen der Zusammensetzung von getrennt gesammelten Bioabfällen im Verlaufe der Jahre (zwischen 1993 und 2022).

Fraktion	1993 [%]	1997 [%]	2009 [%]	2015 [%]	2022 [%]
Baum- und Strauchschnitt	11,0	22,0	20,0	22,0	23,0
Garten sonst	29,0	46,0	48,0	51,0	26,0
Laub			6,0	8,0	
Laub, Rasenschnitt					28,0
Küche (Gemüse Obst)	53,0	28,0	12,0	8,8	
Küche (Gemüse Obst nicht vermeidbar)					11,0
Küche (Fleisch, Knochen)	1,0	1,0	0,3	0,3	
Küche (Fleisch, Knochen nicht vermeidbar)					0,3
Lebensmittel (vermeidbar)					8,3
Weggeworfene Lebensmittel			7,3	7,2	
Bio sonst			1,7	0,1	0,1
Störstoffe (Restmüll, andere Altstoffe)	6,0	3,0	4,7	2,6	3,3
Summe	100,0	100,0	100,00	100	100,0

Abb. 16: Zusammensetzung der Biotonne im Verlauf der Jahre (Quellen: 1993-2015 TB Hauer, 2022 TB Merstallinger)

Darüber hinaus gab es auch Untersuchungen der Zusammensetzung des mit Hilfe der Biotonnen getrennt erfassten Bioabfalls in Hinblick auf die darin enthaltenen Kunststoffsäcke (Abbildung 17).

Fraktion	Biotonne Innenbezirke [%]	Biotonne Außenbezirke [%]
Biogenes Material	95,05	98,58
Kunststoffsäcke groß	0,38	0,06
Kunststoffsäcke klein	0,54	0,06
Kunststoffsäcke klein - Bio	0,34	0,21
Sonst. Fehlwürfe	3,69	1,09
Gesamt	100,00	100,00

Abb. 17: Biotonne Innenbezirke und Außenbezirke, Anteile an abbaubaren Kunststoffsäcken (Analyse 2020, TB Hauer)

Hier die Ergebnisse zusammengefasst:

- der überwiegende Anteil des Biotonnenmaterials besteht aus Gartenabfällen (rd. 80%)
- der Anteil an Lebensmitteln ist gestiegen
- die Biotonne wird tendenziell immer „sauberer“
- Anteil der Kunststoffsäcke ist in der Innenstadt höher (2020: 1,26%, davon 0,34%-Punkte biologisch abbaubar), als in den Außenbezirken (2020: 0,33%, davon 0,21%-Punkte biologisch abbaubar)
- während in den locker bebauten Gebieten Kunststoffsäcke eher „kein Thema“ sind, kommen sie in den dicht bebauten Gebieten öfter vor, überwiegend als nicht biologisch abbaubar

Die von Anfang an präferierte Linie der MA 48, nur pflanzliche Abfälle mit Hilfe der Biotonne getrennt zu erfassen brachte zwar insofern einen Erfolg, als Gartenabfälle fast vollständig in die Biotonnen (bzw. auf die Mistplätze) gebracht werden (im Restmüll gibt es so gut wie keine Gartenabfälle). Auf der anderen Seite war diese Werbelinie durch ihre Konsequenz so „erfolgreich“, dass die Bevölkerung trotz gezielt gesetzten Maßnahmen nicht bereit war, in die Biotonnen andere Abfälle, als bisher gewohnt einzubringen (siehe auch Kapitel 2.1.1, „Biotonne Plus“). Es wird daher künftig mehr Aufwand erfordern, will man die Biotonnensammlung auch in (bestimmten) dicht bebauten Gebieten intensivieren.

2.3 Kompostierung, Verfahrenstechnik

2.3.1 Grundentscheidung offene/geschlossene Kompostierung

Wie bereits im Kapitel 1 erwähnt, wurde in Wien Mitte der 1980-er Jahre damit begonnen, Kompostversuche durchzuführen. Die Initiative ging damals von den Landwirtschaftsbetrieben der Stadt Wien zuerst als MA 47, später als MA 49-L. In die praktische Umsetzung dieser Initiative war von Anfang an auch die Wissenschaft stark eingebunden.

1988 wurde durch den Umweltstadtrat Herrn Dr. Michael Häupl die Entscheidung getroffen, in Wien ein System zur getrennten Bioabfallsammlung und zur Kompostierung der so getrennt erfassten Bioabfälle einzuführen.

Bereits 1988 wurde durch die MA 48 ein umfangreiches Forschungsprojekt (Ludwig-Boltzmann-Institut, TU Wien, BOKU) zu folgenden 3 Themen gestartet:

- „Getrennte Bioabfallsammlung“
- „Kompostierung“
- „Kompostanwendung“

Im Konkreten sollte sich das Untersuchungsprogramm 1988 mit folgenden Aspekten der Kompostierung auseinandersetzen:

- Chemische und physikalische Analysen des Ausgangsmaterials, des Rotteguts in verschiedenen Phasen der Kompostierung, sowie des fertigen Kompostes, Reifeprüfung,
- Gegenüberstellung von zwei Kompostierungstechniken: naturnahe Kompostierung einerseits und technisch unterstützte Kompostierung (zwangsbelüftete Rotteplatte) andererseits, mit verschiedenen Varianten,
- Analysen und Messungen der während der Rotte entstehenden Gase,
- Mengenmäßige Erfassung und chemische Untersuchung des bei der Kompostierung anfallenden Sickerwassers,
- Pflanzenverträglichkeitstests, sowie Anwendungsversuche von Komposten verschiedener Reife in der Landwirtschaft, im Gartenbau und im Hobbygartenbereich,
- Austestung von verschiedenen Zusatzstoffen, wie z.B. Gesteinsmehle, Gülle, Pferdemist im Zusammenhang mit verschiedenen Kompostierungstechniken der Freilandkompostierung.

Für den Wiener Kompost wurde auch ein spezieller Begriff kreiert, nämlich „Bodenverbesserer mit Düngewirkung“.

Aufgrund der erzielten Ergebnisse erschien 1990 eine Freilandkompostierung in Form von Flächenmieten mit großen Umsetzungsintervallen und einer Gesamtrottezeit von ca. 10 Monaten als die bestgereichte Variante.

Die aus heutiger Sicht ein wenig überraschenden Ergebnisse hinsichtlich der Flächenmieten mit langen Umsetzintervallen und langer Rottezeit sind so zu erklären, dass die niedrigen und nicht umgesetzten Flächenmieten doch eine bessere Sauerstoffversorgung hatten, als die ebenfalls nicht umgesetzten, jedoch viel höheren Zeilenmieten.

Obwohl die Flächenmieten besser abgeschnitten haben, als die Zeilenmieten, konnte dieses Erkenntnis nicht umgesetzt werden, da kein Kompostwerk der Welt über so viel Grundfläche verfügt, dass eine „Flächenkompostierung“ möglich wäre.

Mitverantwortlich dafür war auch die schnell wachsende Bioabfallmenge (das Kompostwerk Lobau musste bei seiner Errichtung 1991 bereits auf ein Input von 80.000 t/a ausgelegt werden), sowie die vorhandenen Platzverhältnisse (Lobau, 52.000 m²). Bei solchen Ausgangsdaten wäre eine Flächenkompostierung (max. Höhe 100 cm) und eine Rottezeit von 10 Monaten nicht möglich gewesen.

Die zweite Variante, nämlich die zwangsbelüftete Rotte war immer wieder ein Thema (zuletzt im Vorfeld der Sanierung der Rottefläche in der Lobau, siehe auch Versuche zur Zwangsbelüftung im Jahre 2019, Kapitel 2.3.4). Da jedoch die technisch intensiven Rotteverfahren eine ganze Reihe von Nachteilen haben und auch nicht immer bessere Ergebnisse lieferten, wurde von dieser Idee immer wieder Abstand genommen.

Im Rahmen der Vorbereitungen zur Errichtung einer Kompostanlage in Wien wurden auch Vergleiche der vorhandenen Kompostierungstechniken gemacht.

Verglichen wurden folgende Rottesysteme:

- A. Freilandkompostierung ohne Zwangsbelüftung und ohne Vorrotte,
- B. Freilandkompostierung ohne Zwangsbelüftung mit Vorrotte in einer Rottetrommel,
- C. Kompostierung in einem Rotteturm,
- D. Kompostierung auf einer Rotteplatte mit (natürlicher) Schwerkraftbelüftung ohne Überdachung,
- E. Kompostierung auf einer Rotteplatte mit mechanischer Belüftung im Saugbetrieb ohne Überdachung,
- F. Kompostierung auf einer Rotteplatte mit mechanischer Belüftung im Saugbetrieb unter Flugdach,
- G. Kompostierung auf einer Rotteplatte mit mechanischer Belüftung im Saugbetrieb in einer Halle,
- H. Boxensystem (Biozellenreaktoren) mit mechanischer Belüftung im Druckbetrieb.

Bei allen Planungsschritten stand nicht die reine Verwertung oder gar Beseitigung von Bioabfällen, sondern immer die Erzeugung von Kompost von hoher Qualität an der ersten Stelle.

Es wurden auch Besichtigungen der in Betrieb befindlichen Anlagen in Österreich, Deutschland Italien (Südtirol) und in der Schweiz durchgeführt.

Das Hauptproblem von allen Verfahren mit Zwangsbelüftung ist die Gefahr der Verstopfung von Luftschlitzen, dies unabhängig davon, ob im Saugbetrieb oder im Druckbetrieb gearbeitet wird.

Die im Zuge der Vorplanung zusammengefassten Vor- und Nachteile der einzelnen Systeme zeigten bereits den Weg der Kompostierung in Wien vor, obwohl die endgültige Entscheidung (offene Kompostierung mit Tafelmieten) erst mit der Planung der fertigen Anlage (Lobau) fixiert wurde.

In den folgenden beiden Tabellen (Abbildungen 18 und 19) sind die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren zusammengefasst.

Techniken	Offenes Verfahren	Geschlossenes Verfahren	Anmerkung
Energienutzung (Wärme)	Nachteil	Vorteil	Bei geschl. Verfahren möglich
Energieverbrauch	Vorteil	Nachteil	
Geruchsemissionsreduktion	Nachteil	Vorteil	
Bestimmung/Kontrolle der Geruchsemissionen	Nachteil	Vorteil	
Korrosion, Wartung	Vorteil	Nachteil	
Gefahren für Personal	Vorteil	Nachteil	
Investitionshöhe	Vorteil	Nachteil	
Wartungskosten	Vorteil	Nachteil	
Bewässerungstechnik	Nachteil	Vorteil	
Witterungseinfluss (starker Regen, Frost, Schnee)	Nachteil	Vorteil	
Beschickung/Entleerung/ Materialmanipulation	Vorteil	Nachteil	
Emissionen von CH ₄ , N ₂ O	Vorteil	Nachteil	

Abb. 18: Offenes und geschlossenes Kompostierungsverfahren, Vorteile und Nachteile (Quelle: MA 48)

Techniken	mit Vergärung	ohne Vergärung	Anmerkung
Energienutzung	Vorteil	Nachteil	
Energieverbrauch	Nachteil	Vorteil	
Geruchsemissionsreduktion			Abhängig von der Technik
Geruchsemissionskontrolle	Vorteil	Nachteil	
Korrosion, Wartung	Nachteil	Vorteil	
Gefahren für Personal			Abhängig von der Technik
Investitionshöhe	Nachteil	Vorteil	
Wartungskosten	Nachteil	Vorteil	
Bewässerungstechnik			Abhängig von der Technik
Witterungseinfluss (starker Regen, Frost, Schnee)	Vorteil	Nachteil	
Beschickung/Entleerung/ Materialmanipulation	Nachteil	Vorteil	Nachteil nur bei Containerverfahren
Emissionen von THG			CH ₄ Emissionen in etwa gleich

Abb. 19: Kompostierungsverfahren mit und ohne Vergärung als Vorstufe, Vorteile und Nachteile (Quelle: MA 48)

2.3.2 Standortsuche, Varianten der Verfahrenstechnik

Im Jahre 1991 wurde durch den Wiener Gemeinderat die Geschäftsordnung für den Magistrat der Stadt Wien dahingehend geändert, als der Magistratsabteilung 48 die Zuständigkeit für Maßnahmen nach dem Abfallwirtschaftsgesetz, darunter die Planung und Errichtung von Kompostieranlagen als Aufgabe übertragen wurde (bis dahin war für diese Aufgabe die Magistratsabteilung 32 zuständig).

Damit konnte auch die Standortsuche konkretisiert und in folgenden 4 Varianten näher untersucht werden:

- Wien, Nähe Rinterzelt
- Wien, Nähe Deponie Rautenweg
- Wien, Rothneusiedl
- NÖ, Markgrafneusiedl

(Anm.: Der Standort Lobau war zum damaligen Zeitpunkt noch gar nicht aktuell)

Für alle in Frage kommenden Standorte (das galt später auch für die Lobau) wurde angenommen, dass die Bioabfallaufbereitung im Rinterzelt stattfinden wird. Als Input galten 50.000 t/a. Diese Anlage wurde im Jahre 1990 errichtet und bestand bis 2014.

Wien, Nähe Rinterzelt

Im Jahre 1990 verfügte die Gemeinde Wien über kein adäquates Grundstück in der Nähe vom Rinterzelt („Mistzelt“, „ABA“). Es gab daher zu diesem (fiktiven) Standort nur theoretische Überlegungen. Die Errichtung von Betriebsgebäuden wäre aufgrund der Nähe zum Rinterzelt nicht notwendig gewesen. Der Transport von der Aufbereitungsanlage auf die Kompostanlage wäre entweder mit einem Förderband, oder mit LKW möglich gewesen.

Wien, Standort Deponie Rautenweg

Die Errichtung einer Kompostanlage auf dem geschütteten Teil der Deponie Rautenweg war auch nur eine theoretische Überlegung. Möglich wäre damals eine Fläche von max. 20.000 m² gewesen, was die Verarbeitung von lediglich rd. 30.000 t/a Bioabfall ermöglicht hätte. Anschlüsse, sowie die Betriebsanlagen von Rinterzelt und von der Deponie Rautenweg wären zu Mitnutzung verfügbar gewesen. Auch der Transport des Biomaterials vom Rinterzelt auf die Kompostierungsanlage wäre einfach und kostengünstig gewesen. Vorgesehen waren nur Freilandmieten, da der Deponieuntergrund für die Errichtung von Fundamenten ungeeignet war.

Wien, Rothneusiedl

Beim Standort „Rothneusiedl“ gab es zwar eine Planung, die Realisierungsoption wurde jedoch frühzeitig aufgrund der nicht als realistisch erscheinenden Umwidmung aufgegeben.

NÖ, Markgrafneusiedl

Das Grundstück war eine ca. 3 ha große, im Eigentum der Stadt Wien befindliche alte Schottergrube. Zum Zeitpunkt der gegenständlichen Planungen war diese Fläche verpachtet und landwirtschaftlich genutzt. Die Entfernung vom Rinterzelt betrug rd. 18 km.

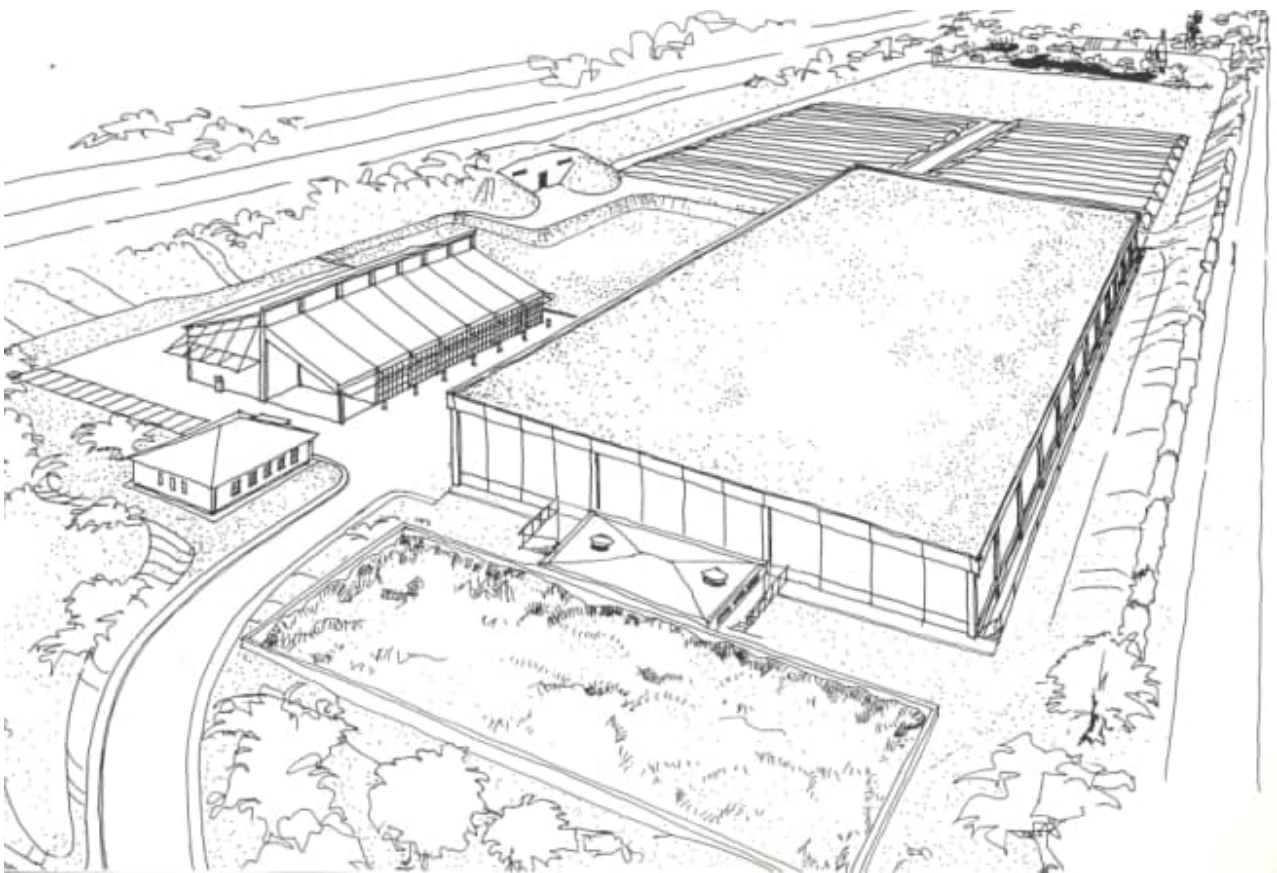


Abb. 20: Kompostwerk Wien, Standort NÖ Markgrafneusiedl, Rotteplatte mit mechanischer Belüftung als geschlossene Halle (Quelle: KUPA)

Die Variante Markgrafneusiedl (Abbildung 20) stand 1990 kurz vor der Realisierung. Jener Landwirt, der in der Schottergrube Getreide angebaut hatte, wurde entschädigt. Der Bürgermeister und der Gemeinderat waren einverstanden. Die MA 48 verpflichtete sich, eine Umfahrungsstraße zur Aufnahme des zusätzlichen Verkehrsaufkommens aus Wien zu errichten. Dagegen waren allerdings die BewohnerInnen einer benachbarten „Siedlung“. Schlussendlich wurde keine Baubewilligung erteilt.

2.3.3 Standort Lobau, Variantenuntersuchungen

Nach dem Scheitern des Vorhabens „Markgrafneusiedl“ konnte 1990 relativ schnell eine Ersatzfläche auf dem Gelände des ÖMV-Tanklagers Lobau (Pachtfläche von 77.345 m²) gefunden werden.

Es folgte die Planung einer Anlage zur offenen Mietenkompostierung. Das Kompostwerk Lobau wurde im Jahre 1991 in Betrieb genommen.

Im Jahre 2015 wurde das Grundstück (zuzüglich einer weiteren Fläche) durch die MA 48 erworben.

Trotz des enormen Zeitdrucks erfolgte die Anlagenplanung in folgenden 5 Varianten (zzgl. Untervarianten):

- Variante 1: „Freilandkompostierung“ (Abbildung 21)
- Variante 2: „Belüftete Rotteplatte ohne Überdachung, System Bikovent“
- Variante 3: „Rottetrommeln 36 m bzw. 50 m, 15 Stück bzw. 20 Stück“
- Variante 4: „Belüftete Rotteplatte in einer Halle“
- Variante 5: „Rotteboxen System M-U-T, 8 Stk., bzw. 10 Stk.“

Realisiert wurde die Variante 1 „Freilandkompostierung“.

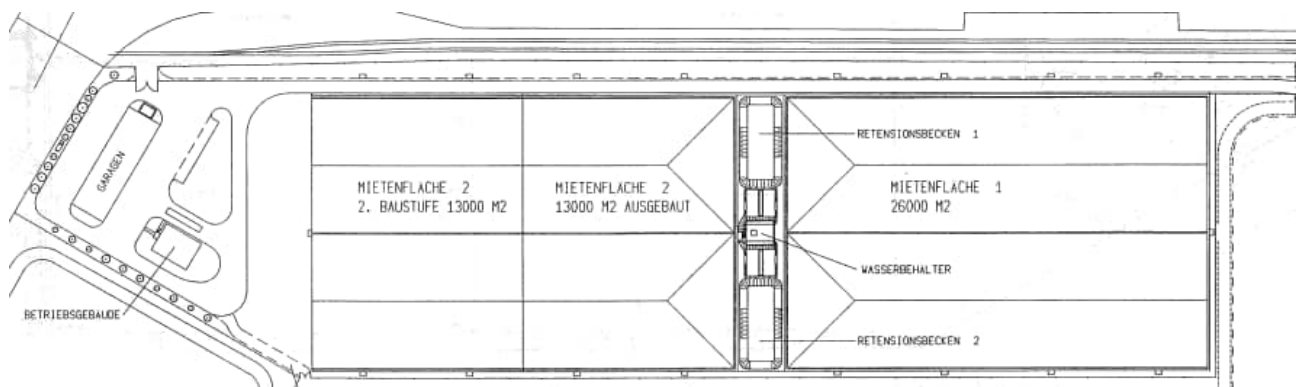


Abb. 21: Kompostwerk Wien, Standort Lobau, Variante 1, „Freilandkompostierung“ (Quelle: KUPA)

Unabhängig von der Anlage Lobau wurde 4 Jahre später eine zweite (kleinere) Kompostanlage errichtet. Das dafür verwendete Grundstück (Schafflerhof) war soeben durch die Stadt Wien vom Bund erworben worden. Auf einem Areal von einem Hektar wurde eine einfache Rottefläche errichtet. Es gab kein festes Gebäude (nur eine kleine Containeranlage). Der ursprüngliche Zweck dieser Anlage war die Durchführung der Nachrotte.

In der Richtlinie „Stand der Technik der Kompostierung“ des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft aus dem Jahre 2005 wird gefordert, dass für zumindest ein Viertel der durchschnittlichen Jahresproduktionsmenge von Kompost eine Lagerkapazität sichergestellt werden muss, wobei auch externe Lagerflächen als zulässig gelten. In Wien entspricht dies einer Lagerfläche für rd. 10.000 t Kompost. Die Fläche „Schafflerhof“ wurde nach 2005 diesem Zweck gewidmet.

Im Jahre 2011 wurde auf dem Grundstück „Schafflerhof“ das Erdenwerk der Firma „terrasan“ (später „Compo“) errichtet, im Vertrag mit „terrasan“ wurde jedoch die dauerhafte Mitnutzung dieser Fläche durch die MA 48 im Sinne der Richtlinie „Stand der Technik der Kompostierung“ vertraglich gesichert.

2001 gab es erneut Überlegungen hinsichtlich einer „Technisierung“ der Kompostierung in Wien inkl. einer geschlossenen Rotte mit Abluftreinigung mittels Regenerativ-Thermischer-Oxidation (RTO).

Es wurde eine umfangreiche Projektskizze über 4 Varianten erstellt.

In den Abbildungen 22 bis 25 sind diese 4 Varianten dargestellt.

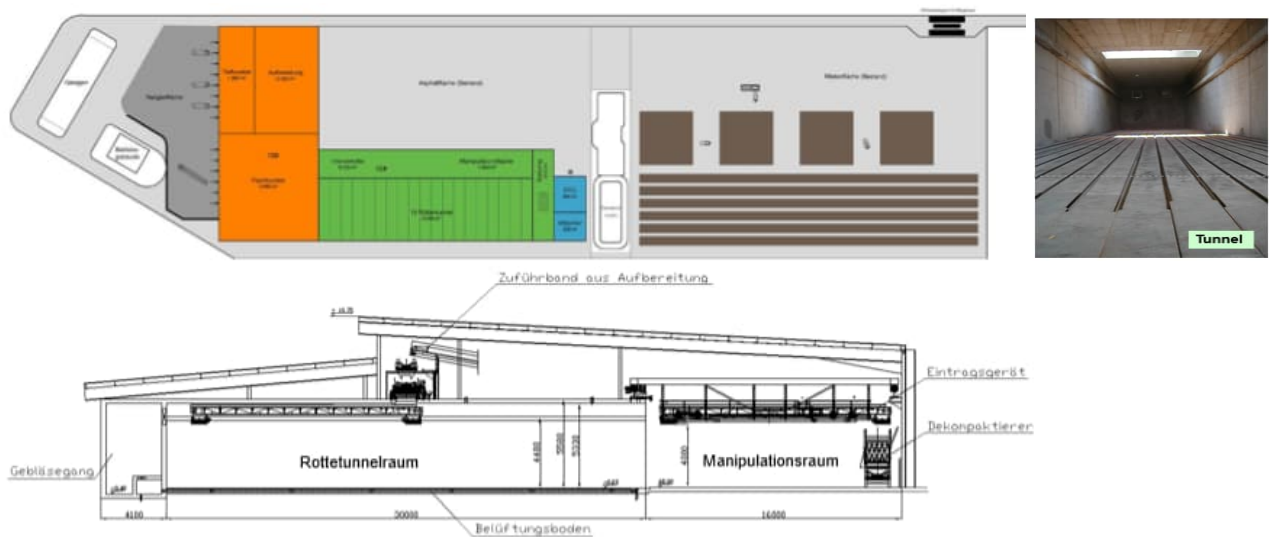


Abb. 22: Technische Rotte Lobau, Variante 1 (Vorrotte Tunnel, Nachrotte im Freien) (Quelle: E. Harrer)

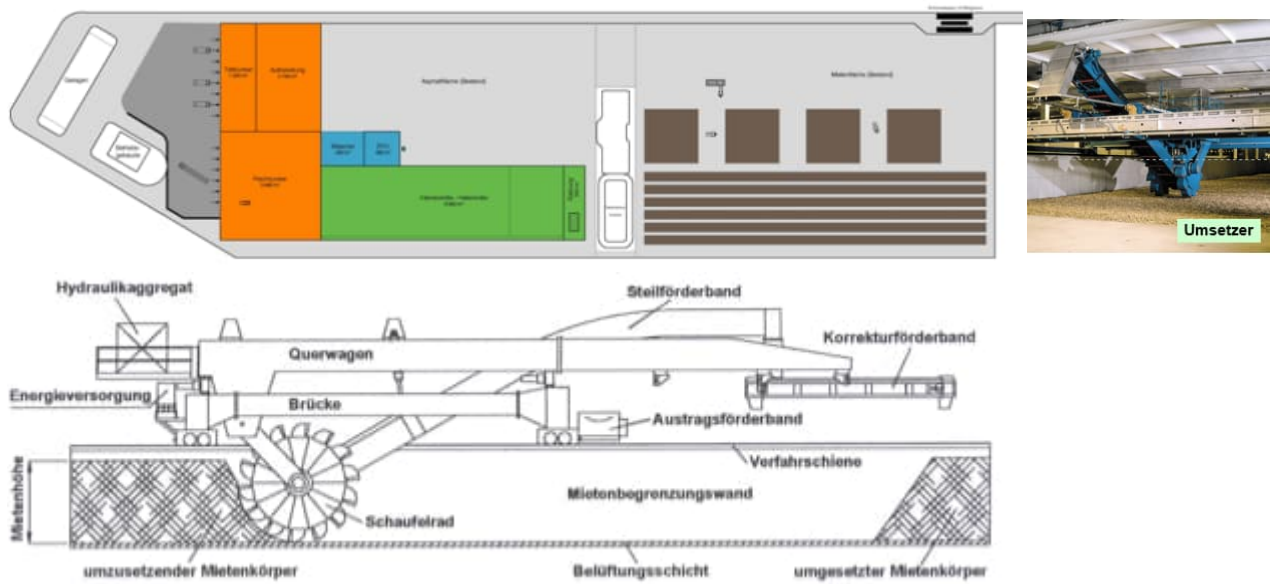


Abb. 23: Technische Rotte Lobau, Variante 2 (Vorrotte Halle „Vendelin-Umsetzer“, Nachrotte im Freien) (Quelle: E. Harrer)

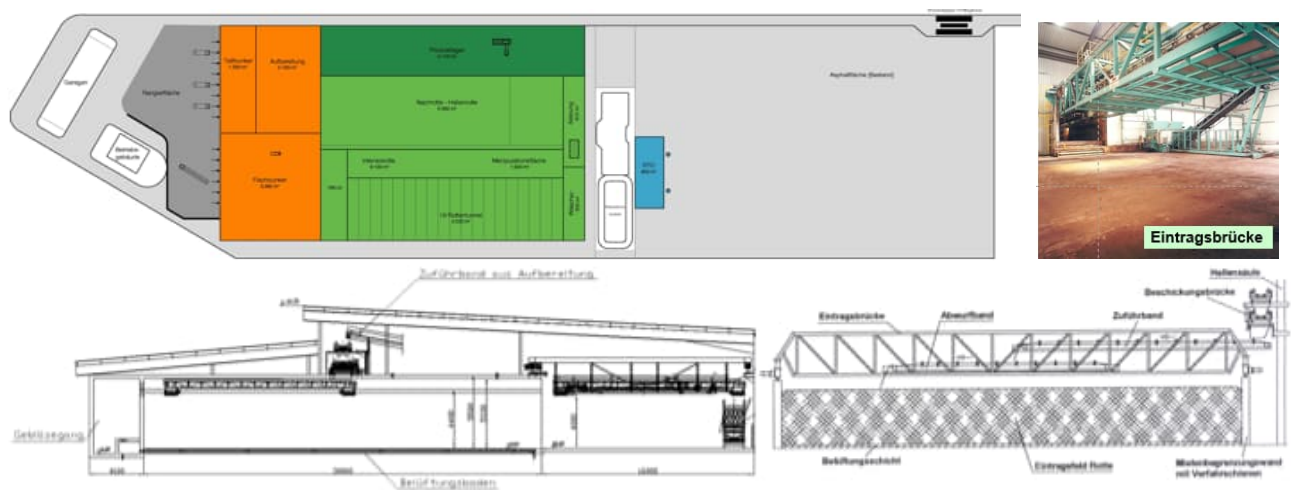


Abb. 24: Technische Rotte Lobau, Variante 3 (Vorrotte Tunnel, Nachrotte Halle „Vendelin-Umsetzer“) (Quelle: E. Harrer)

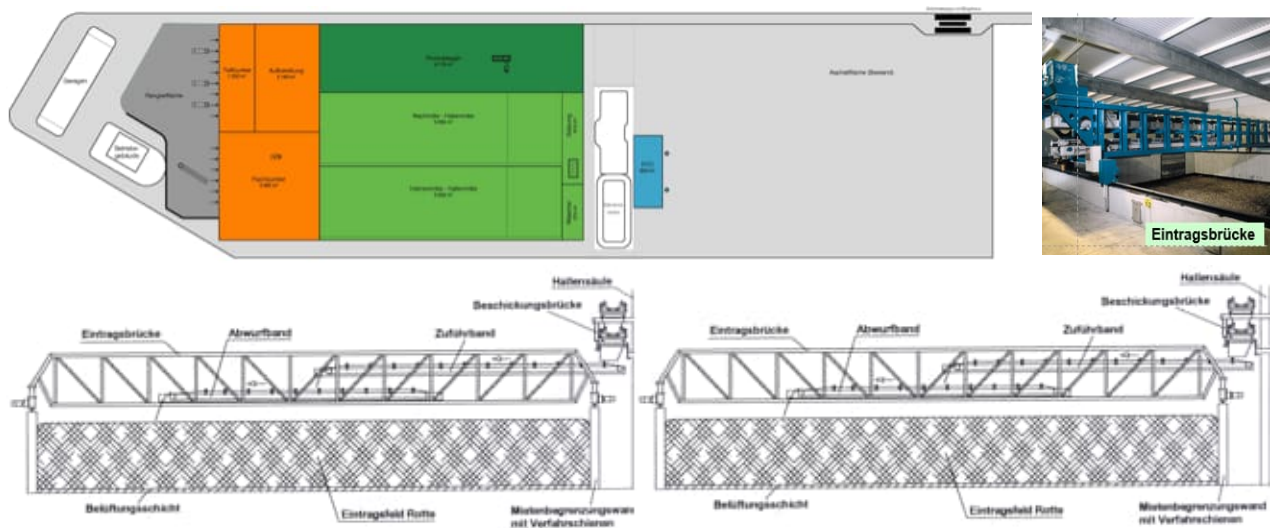


Abb. 25: Technische Rotte Lobau, Variante 4 (Vorrötte und Nachrotte Halle mit „Vendelin-Umsetzer“) (Quelle: E. Harrer)

Gemäß der Empfehlung der Fachexperten wurde für den Fall der Errichtung einer technischen Rotte der Variante 2 (Intensivrotte in Halle / Nachrotte im Freien) der Vorzug gegeben.

Die bautechnischen Schwierigkeiten einer solchen Lösung wurden bei dieser Empfehlung nicht berücksichtigt. Vor allem die schnelle Korrosion von Bau- und Maschinenteilen, sowie der akute Sauerstoffmangel in der Halle (auch im Falle einer Saugbelüftung, geschweige denn bei einer Druckbelüftung) waren die wichtigsten Argumente für die Beibehaltung der offenen Kompostierung in Wien.

2.3.4 Verfahrenstechnik, Belüften

Zwangsbelüftung führt zwar im Regelfall zu einer Verringerung anaerober Bereiche aber auch zur Intensivierung der Mineralisierung. Vor allem die leicht umsetzbaren organischen Verbindungen werden rasch zu CO_2 , Wasser und zu diversen mineralischen Verbindungen ab- und umgebaut. Dabei werden jedoch auch die für die Huminstoffbildung wesentlichen Stoffwechselprodukte mineralisiert und damit dem Humifizierungsprozess entzogen (BINNER et al., 2011). Häufige Folge einer zu intensiven Zwangsbelüftung in geschlossenen Rottesystemen sind daher Komposte mit geringem Humusgehalt und hohem Gehalt an leicht verfügbaren (auswaschbaren) Nährstoffen (Ammonium- und Nitratverbindungen). Forschungen am ABF-BOKU zeigen, dass offene, natürlich belüftete Mietenrottesysteme (Anm.: wie z.B. im Kompostwerk Lobau), bedingt durch den „entschleunigten“ Abbau, meist höhere Huminstoffgehalte aufweisen, als Komposte aus zwangsbelüfteten Reaktoren.

Vor allem im Frühjahr und Sommer (bei hohem Anteil an Grasschnitt) liegt im Rottematerial eine O_2 -Unterversorgung vor. Damit einhergehend sind die CH_4 -Gehalte erhöht, wodurch die Gefahr einer Geruchsentwicklung gegeben ist.

Aufgrund der beschränkten Rottefläche und der hohen Inputmengen an Bioabfällen kommt es im Kompostwerk Lobau vor allem im Frühjahr sowie im Herbst zu kurzen Rottezeiten. Längere Rottezeiten wären allerdings durchaus hilfreich, um eine ausreichende Kompostreife zu erzielen.

Im Jahre 2019 wurde klar, dass die Asphaltfläche im Kompostwerk Lobau dringend saniert werden muss. Während des fast 30 Jahre dauernden intensiven Betriebs mit einer starken maschinellen Beanspruchung sind zahlreiche Schäden entstanden (Fotos Abbildung 26).



Abb. 26: Kompostwerk Lobau, Schäden auf der Rottefläche (Quelle: MA 48)

Im Rahmen der Vorbereitungen zur Sanierung der Rottefläche im Kompostwerk Lobau wurden konkrete Versuche mit der Zwangsbelüftung durchgeführt. Mit Hilfe dieser Versuche sollte noch rechtzeitig die Frage beantwortet werden, ob im Falle des Wiener Bioabfalls die Verlegung von Belüftungsrohren im Boden der Rottefläche positive Auswirkungen für den Verlauf der Kompostierung und für die Kompostqualität hätte.

Wie bereits dargestellt, wurde die Frage der Zwangsbelüftung bereits zu Beginn der Wiener Bioabfallwirtschaft im Jahre 1988 (und später im Jahre 2001) gestellt. Die damals gesammelten Erfahrungen führten allerdings zu einer Entscheidung dagegen. Nun jedoch nach 30 Jahren Betrieb bot sich die Möglichkeit an, diese damalige Entscheidung doch zu revidieren, vorausgesetzt, eine solche Verfahrensumstellung Vorteile sowohl für den Betrieb, als auch für die Kompostqualität bringen sollte. Zu diesem Zweck fanden 2019 in einem offenen Kompostwerk mit Zwangsbelüftung zwei Versuche mit Material aus Wien statt.

Während des Versuchs wurden genaue Messungen der Rotteparameter (CH_4 , O_2 , CO_2 , Mietemperatur, Wassergehalt sowie Außentemperatur) durchgeführt. Nach dem Versuchsabschluss wurden die erzeugten Komposte hinsichtlich der pflanzenrelevanten Parameter wie Kresstest, Nährstoffgehalt, Salzgehalt, Humusgehalt u.a. untersucht.

Die Ergebnisse des Versuchs zeigten beim Versuch 1 („Winter“, viel Strukturmaterial) keine Vorteile der Zwangsbelüftung, beim Versuch 2 („Sommer“, weniger Strukturmaterial) gab es hingegen Vorteile hinsichtlich des Verlaufs der CH_4 -Gehalte zugunsten der belüfteten Miete.

Die Ergebnisse der Pflanzenverträglichkeit (Kresstest) ließen hinsichtlich der Kompostqualität keine Empfehlung für eine belüftete Rotte zu. Das Wiener Material enthält kaum Speisereste, der Vorteil einer besseren Luftzufuhr ist in diesem Fall nicht wirksam. Wenn es Vorteile einer Belüftung gibt, dann höchstens in der geringfügigen Reduktion von anaeroben Abbauprodukten.

Darüber hinaus konnte ein wesentlicher Zweifel in Zusammenhang mit der Praxis der Zwangsbelüftung nicht ausgeräumt werden. Es ging um den Umgang mit den Belüftungsschlitzen, besser gesagt mit deren Reinigung. Im Versuchskompostwerk werden bei jedem Versetzen der Miete die Belüftungskanäle mit feinem Strukturmaterial abgedeckt. Nichtsdestotrotz müssen die Belüftungsöffnungen in regelmäßigen Zeitabständen händisch „durchgestochert“ werden. Was in einem relativ kleinen Kompostwerk geradezu noch machbar ist, könnte im Kompostwerk Lobau zu einer großen betrieblichen Herausforderung werden, die zwar bewältigbar wäre, jedoch zusätzliche Kosten verursachen würde (es wurde geschätzt, dass ein Mitarbeiter/eine Mitarbeiterin täglich 7 Stunden am Tag ausschließlich damit beschäftigt wäre).

Die Ergebnisse der durchgeführten Versuche waren ein wichtiges Argument gegen die nachträgliche Errichtung einer Zwangsbelüftung im Kompostwerk Lobau.

2.3.5 Verfahrenstechnik, Zerkleinern

„Langsamläufer“ versus „Schnellläufer“

In den Jahren 2012 und 2018 wurden bei der MA 48 Vergleiche der zwei unterschiedlichen Verfahrenstechniken der Zerkleinerung von Grünabfall durchgeführt (Ergebnisse siehe Abbildung 28):

- Schnellaufende Zerkleinerung (schlagende Beanspruchung, höherer Feinkornanteil)
- Langsamlaufende Zerkleinerung (reißende Beanspruchung, niedrigerer Feinkornanteil)

Die Verfahrenstechnik beeinflusst den Grad und die Art der Zerkleinerung, das messbare Resultat sind unterschiedliche Sieblinien des zerkleinerten Materials (Abbildung 27).

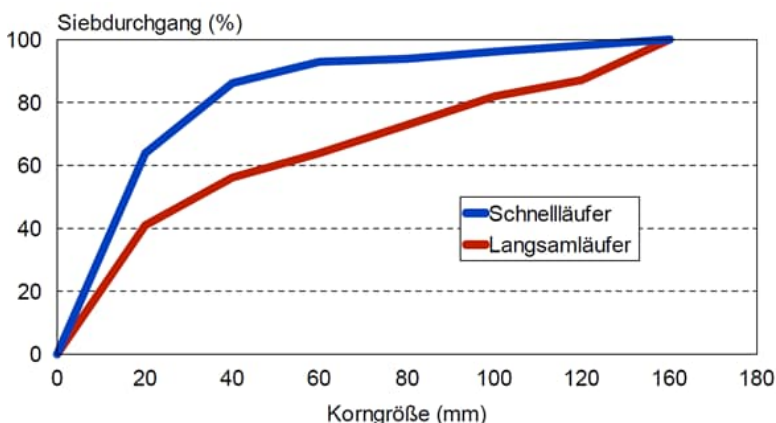


Abb. 27: Sieblinien für einen Schnellläufer sowie Langsamläufer (Quelle: MA 48)

Beurteilungskriterium	Schnellläufer	Langsamläufer
Motorenleistung (Firmenangabe)	+	-
Dieselvebrauch (Firmenangabe)	+	-
Lärmemissionen (Firmenangabe)	-	+
Durchsatzleistung	+	-
Wassergehalte	kein Unterschied	
Methangehalte während der Rotte	-	+
Sauerstoffgehalte während der Rotte	kein Unterschied	
Kohlendioxidgehalte während der Rotte	Kein Unterschied	
Mietentemperatur	+	-
Abgesiebttes Material	+	-
Methangehalte während der Nachlagerung	kein Unterschied	
Sauerstoffgehalte während der Nachlagerung	+	-
Kohlendioxidgehalte während der Nachlagerung	+	-
Pflanzentests	+	+

Abb. 28: Vor- und Nachteile der beiden Zerkleinerungsaggregate

Aufgrund dieser Ergebnisse wurden sowohl 2012 als auch 2018 „Schnellläufer“ angeschafft. Als empfehlenswert galt ein „Langsamläufer“ nur für die Zerkleinerung von Wurzelstöcken und gröberen Ästen.

2.3.6 Verfahrenstechnik, Umsetzen

Die Art der Umsetztechnik in der Kompostierung ist abhängig vom eingesetzten Rotteverfahren. Während bei geschlossenen Systemen oft automatische Umsetzvorrichtungen zum Einsatz kommen (z.B. das System „Vendelin“ in einer Halle, siehe auch Abbildung 23) werden bei offener Kompostierung spezielle Zeilenmietenumsetzer, bzw. Tafelmietenumsetzer verwendet.

Die MA 48 entschied sich relativ früh für das Zeilenmietensystem, kurzfristig (zwischen 1995 und 1996) war im Kompostwerk Lobau auch ein Tafelmietenumsetzer in Verwendung. Beim Zeilenmietensystem sollten die Umsetzmaschinen unbedingt über eine seitliche Versetzvorrichtung verfügen, gleichzeitig muss aber auch eine Umsetzung am selben Platz möglich sein. Im Kompostwerk Lobau sind daher nur solche Kompostumsetzer im Einsatz.

Bei den unterschiedlichen Modellen der Zeilenmietenumsetzer ist es wichtig, dass die Umsetzwalze so knapp wie möglich am Boden geführt wird, ansonsten bleibt immer eine „Bodenschicht“ liegen, sie wird auch während des Umsetzens nicht mit dem restlichen Material vermischt, bzw. muss mit Hilfe von Radladern „weggeräumt“ werden. Für kontinuierliche Umsetzverfahren sind Radlader jedoch völlig ungeeignet.

2.3.7 Verfahrenstechnik, Bewässern

Der richtige Wassergehalt des rottenden Materials hat einen enormen Einfluss auf den Rottefortschritt einerseits und auf die Kompostqualität andererseits. Ist das Material während der Rotte durchgehend zu trocken, kann die so genannte Trockenstabilität eintreten, die biologische Aktivität kommt dann gänzlich zum Stillstand. In solchen Fällen hilft auch eine intensive Nachbewässerung nicht viel, das Material ist bereits hydrophob (wasserabweisend). Oft werden solche „Komposte“ sogar als „reif“ bezeichnet, vor allem dann, wenn die Reifegradbeurteilung mit Hilfe der Messung der biologischen Aktivität, bzw. des mikrobiologischen Sauerstoffverbrauchs (z.B. AT_4) erfolgt. Wo keine Mikroorganismen (d.h. wo keine biologische Aktivität), da auch kein biologischer Sauerstoffverbrauch, der Kompost ist aber bei weitem nicht reif.

Die Grundregel hinsichtlich des optimalen Wassergehalts besagt, dass dieser immer bei rd. 80% des Wassergehalts bei der jeweiligen vollständigen Wassersättigung liegen sollte. Dieser Parameter hängt hauptsächlich vom Material, im Falle der Kompostierung auch von der Jahreszeit und vom Zeitpunkt der Messung ab. In den Wintermonaten (viel trockenes Material) wird beispielsweise mehr Wasser „benötigt“, um die erforderlichen 80% der Wassersättigung zu erreichen.

Die optimalen Wassergehalte sind daher in dieser Zeit ziemlich hoch und liegen zwischen 56% und 60% FM. Im Frühjahr (viel frisches Grünmaterial) sind die optimalen Wassergehalte niedriger, sie liegen zwischen 48% und 52%. Im Laufe der Zeit verringern sich diese Wassergehalte meistens.

Die regelmäßigen Messungen des Wassergehalts während der Rotte im Kompostwerk Lobau zeigten in der Vergangenheit oft zu niedrige Werte. Der Grund dafür war eine nicht ausreichende Bewässerung vor allem

während der ersten Rottewochen. Während bei der Bioabfallaufbereitung meistens das Material bis knapp auf die Wassersättigungskapazität befeuchtet wurde, sank der Wassergehalt während der heißen Rotte schnell ab.

Eine Nachbewässerung mit Hilfe des vorhandenen 10 m³ Wasserfasses brachte nicht immer die erwünschten Ergebnisse. (Anmerkung: Um den Wassergehalt einer Zeilenmiete um einen %-Punkt zu erhöhen, benötigt man bereits 7 m³ Wasser, mit einem 10 m³-fassenden Wasserfass schafft man gerade 1,4%-Punkte, in der heißen Rottephase werden allerdings oft mehrere %-Punkte „benötigt“).

Auf Basis einer genauen im Jahre 2013 durchgeführten Untersuchung wurden daher die optimalen Wassergehalte des Kompostmaterials im Verlaufe des Jahres bestimmt (siehe Abbildung 29).

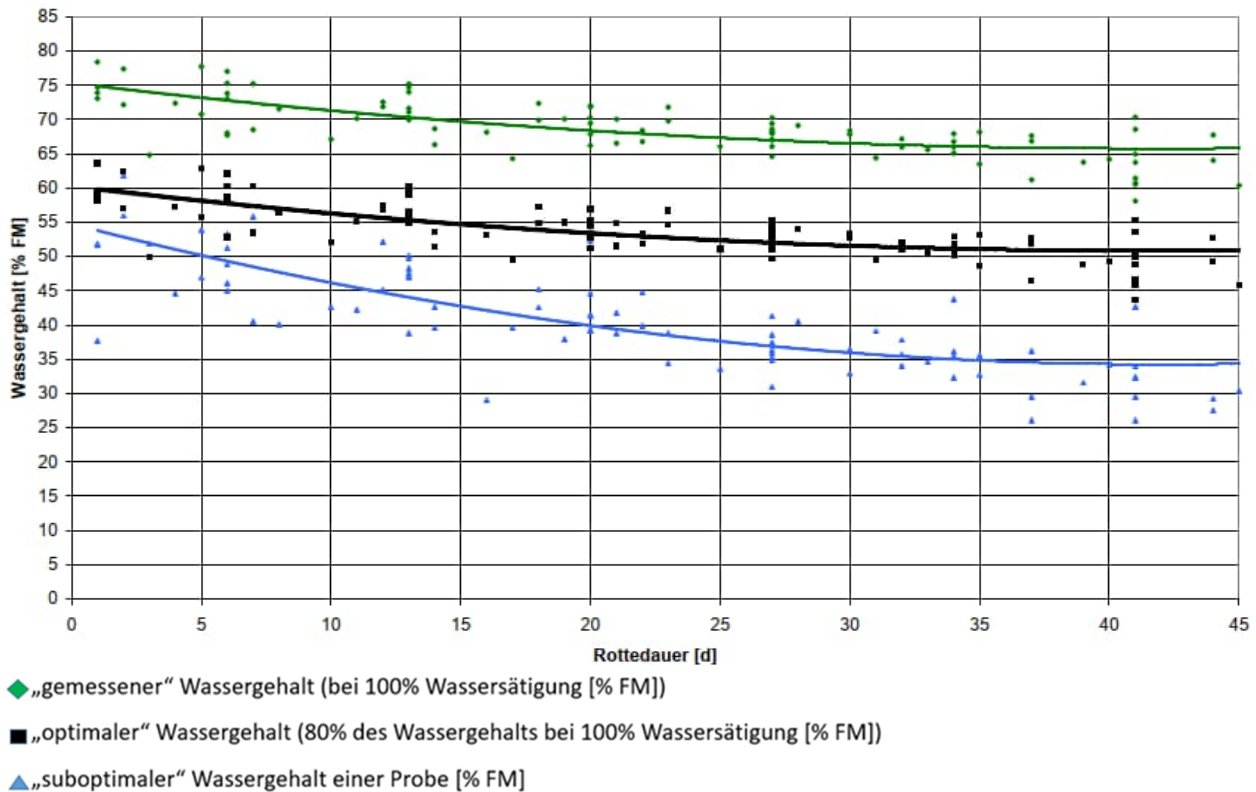


Abb. 29: Empfohlene optimale Wassergehalte der Kompostproben (Quelle: MA 48)

Die Fragestellung war daher, mit welcher Methode die Verbesserung der Mietenbewässerung erreicht werden kann.

Zur Diskussion standen folgende Bewässerungssysteme (Varianten):

- **Variante A):** Bewässerung im Zuge des Umsetzvorganges durch direkte Wassereinbringung über den an einen abrollbaren Schlauch angeschlossenen Mietenumsetzer
- **Variante B):** Bewässerung mit Hilfe eines Bewässerungsfasses, wobei hier folgende Untervarianten der Wassereinbringung zur Verfügung standen:

Untervariante Ba: Wassereinbringung während der Seitenversetzung direkt vor die Umsetzmaschine

Untervariante Bb: Wassereinbringung während der Seitenversetzung direkt in den Schüttkegel des seitenversetzten Materials

Untervariante Bc: Wassereinbringung in das Material nach der herkömmlichen Methode (Einspritzen in den Mietenkörper)

Variante A

Marktrecherchen ergaben, dass Hersteller Wendemaschinen mit Schleppschauchanschluss sowohl für die Solomaschine („inline-Umsetzung“) als auch für die Wendemaschine mit Seitenversetzung im Programm haben, allerdings nur mit Seitenversetzeinrichtung auf einer Seite (meistens links in Fahrtrichtung). Im Kompostwerk Lobau erfolgt die Seitenversetzung so, dass der Seitenversetzer nach dem Ende einer Zeilenmiete wieder umdreht, zurückfährt und bei einer neuen Zeilenmiete den Seitenversetzvorgang in dieselbe Richtung wiederaufnimmt. Diese Vorgangsweise ist einerseits durch die Gerätekonstruktion bedingt (die Seitenversetzung kann nicht beliebig von der einen auf die andere Seite montiert werden), andererseits

ist die Seitenversetzung im Kompostwerk Lobau ein Teil der Rotteprozesskonzeption (die Zeilenmieten „wandern“ von außen nach innen immer in eine Richtung). In diesem Fall müsste der Seitenversetzer den mitgeführten Wasserschlauch wieder zurückführen, diese Vorgangsweise würde die Flexibilität des Einsatzes massiv einschränken. Diese Variante wurde daher ausgeschlossen.

Variante B

Mitte 2020 wurden mit dem vorhandenen Fass (10 m³) im Kompostwerk Lobau Praxisversuche durchgeführt, um festzustellen, welche der Varianten Ba bis Bc für den Betriebsablauf am günstigsten ist.

Beim Praxisversuch wurde festgestellt, dass die Miete bei einer Fahrt auch die doppelte Wassermenge (10 m³/90 m) und sogar die dreifache Wassermenge (10 m³/60 m) aufnehmen kann.

- Untervariante Ba

Die Wassereinbringung während der Seitenversetzung direkt vor die Umsetzmaschine zeigte sich als nicht sinnvoll, da durch das zu feuchte Material Anpackungen an der Umsetzmaschine und am Förderband sowie an den Förderbandrollen der Seitenversetzeinrichtung entstanden sind und außerdem ein Leistungsverlust an der Umsetzmaschine festgestellt wurde.

- Untervariante Bb

Die Wassereinbringung (Hineinspritzen) direkt in den Schüttkegel des seitenversetzten Materials funktionierte zwar gut und das Wasser blieb auch in der Miete, die synchrone Fahrt und die Nachstellung des Strahles direkt auf das Zentrum der Miete war jedoch sehr aufwendig und für den Praxiseinsatz nicht zu empfehlen.

- Untervariante Bc

Die Wassereinbringung in das Material nach der herkömmlichen Methode (Einspritzen in den Mietenkörper unabhängig vom Zeitpunkt des Umsetzens) erwies sich als die beste Lösung.

2021 wurde für das Kompostwerk Lobau ein Wasserfass mit einem Volumen von 20 m³ angeschafft.

2.3.8 Verfahrenstechnik, Sieben

Im Rahmen der Ermittlung von Leistungskennzahlen wurden im Kompostwerk Lobau Siebversuche nach der Rotte unter Maximalleistung sowie in einer Laststufe zwischen der Maximalleistung und der Normalleistung durchgeführt. Dazu wurden die im Routinebetrieb eingesetzten Trommelsiebmaschinen verwendet (Abbildung 30). Bei diesen Versuchen sollte auch geprüft werden, welche Verluste an „Feinmaterial“ (Kompost) mit einer Steigerung der Durchsatzleistung verbunden sind.



Abb. 30: Siebversuch, „Tandemaufstellung“ mit 2 Siebmaschinen (©MA 48)

Versuch 1: Maximalleistung

Der Durchsatz unter Maximallastbetrieb der oben beschriebenen Siebanlage betrug rund 153 m³/h. Bei einer Absiebung mit Normallastbetrieb beträgt der Mittelwert des Durchsatzes rund 55 m³/h, der Verlust an Feinmaterial ist dabei vernachlässigbar klein. Der Siebversuch unter Maximallast ergab, dass dabei mit einem mittleren Verlust von rund 13.400 t/a an Feinmaterial (Kompost) gerechnet werden müsste.

Versuch 2: Leistung zwischen der Maximalleistung und der Normalleistung

Der Durchsatz im Zwischenlaststufenbetrieb der oben beschriebenen Siebanlage betrug rd. 102 m³/h. Bei einem solchen Zwischenlaststufenbetrieb der Siebanlage gäbe es einen mittleren Verlust von 2.500 bis 3.700 t/a an Feinmaterial.

Die Siebversuche zeigten, dass es zwar möglich ist, bei Verwendung einer Tandemanlage die Durchsatzleistung zu steigern, allerdings mit dem Nachteil, dass mehr Kompost im Siebüberlauf verbleibt und somit verloren geht.

Darüber hinaus wurden im Jahre 2021 auch zwei Siebtechnologien im Demonstrationsmaßstab erprobt:

- die Siebung mittels Spannwellensiebtechnik (wellenartige Bewegung „Rütteln“ der Siebmaschine)
- die Siebung mittels herkömmlicher Trommelsieb-Tandemaufstellung (rotierende Siebmaschine)

Der Versuch zeigte einige Nachteile des Spannwellensiebes im Vergleich zum Trommelsieb: schlechtere Handhabung, Anfälligkeit für Verstopfungen (Reinigungsaufwand) sowie für Belagsbildung (eingeschränkte Funktionstüchtigkeit). Der gegenständliche Versuch begründete in belastbarer Weise die Entscheidung, die Spannwellensiebtechnologie für die Kompostabsiebung auszuschließen.

2.3.9 Verfahrenstechnik, Einstellung des richtigen C/N Verhältnisses

Das so genannte C/N-Verhältnis ist das Verhältnis des im Biomaterial enthaltenen organisch gebundenen Kohlenstoffs zum gesamten Stickstoff. Das optimale C/N-Verhältnis liegt zwischen 25 und 35, 20 bis 40 ist zulässig. Ist das C/N-Verhältnis zu hoch („zu breit“, oder „zu weit“) enthält das Biomaterial zu viel holzige Bestandteile, dafür aber (relativ) zu wenig Grünmaterial. Die Verrottung kann nicht richtig starten. Es kommt zur Verlängerung der Rottezeit und zu keiner optimalen Erhitzung. Ist das C/N-Verhältnis umgekehrt zu niedrig („zu eng“), bedeutet es, dass das Biomaterial (relativ) zu wenig holzige Bestandteile enthält, es kann daher zu einer schlechten Sauerstoffversorgung kommen, dadurch zu anaeroben Verhältnissen, damit zur Fäulnis und Geruch. Durch den Stickstoffüberschuss kommt es darüber hinaus zu Emissionen von Ammoniak und Lachgas.

Im Jahre 2019 wurde durch die MA 48 eine Methode entwickelt, die mit Hilfe von praktischen „Mischungsrezepten“ die Arbeit der Radladerfahrer bei der Herstellung der Ausgangsmischung („C/N-Verhältnis“) zielsicherer machen sollte.

C/N-Verhältnisse der auf den beiden Teilflächen befindlichen Materialien gemäß Literaturangaben:

Teilfläche 1 („Biotonne“):

- | | |
|-------------------|-------------|
| • Biotonne | C/N: rd. 20 |
| • Marktabfälle | C/N: rd. 15 |
| • Laub (Biotonne) | C/N: rd. 30 |

Teilfläche 2 („Strukturmaterial“):

- | | |
|--|--------------|
| • Strukturmaterial | C/N: rd. 25 |
| • Laub (Direktanlieferungen von der MA 42) | C/N: rd. 40 |
| • Baum- und Gehölzschnitt, Siebüberlauf | C/N: rd. 130 |
| • Wasserpflanzen (Makrophyten) | C/N: rd. 15 |

Das Material aus der Teilfläche 1 gelangt in die Kompostierung über die Zerkleinerung und Siebung. Das Material aus der Teilfläche 2 gelangt in die Kompostierung ebenfalls über die Zerkleinerung jedoch ohne Siebung.

Beispielmischungen (in Klammern die jeweiligen C/N-Verhältnisse):

- | | |
|---|---------------|
| • 1 Tonne Biotonne (20) mit 1 Tonne Laub (40): | ergibt C/N 30 |
| • 5 Tonnen Biotonne (20) mit 2 Tonnen Baumschnitt (130): | ergibt C/N 30 |
| • 6-7 Tonnen Makrophyten (15) mit 1 Tonne Baumschnitt (130): | ergibt C/N 30 |
| • 6-7 Tonnen Marktabfälle (15) mit 1 Tonne Baumschnitt (130): | ergibt C/N 30 |
| • 2 Tonnen Strukturmaterial (25) mit 1 Tonne Laub (40): | ergibt C/N 30 |

Damit im Ergebnis die Anzahl der Radladerschaufel als Einheit und nicht die Masseinheiten (Tonnen) angewendet werden, mussten auch die „Schüttgewichte“ der einzelnen Materialien berücksichtigt werden. Daraus konnte eine praxisgerechte Handlungsanleitung erstellt werden, wie viele Radladerschaufeln von welchem Material für das optimale C/N-Mischungsverhältnis eingesetzt werden sollen.

Beispielmischungen (in „Schaufeln“ – 1 Radladerschaufel = rd. 5 m³):

- | | |
|--|---------------|
| • 1 Schaufel Biotonne (C/N 20) mit 9 Schaufeln Laub (C/N 40): | ergibt C/N 30 |
| • 10 Schaufeln Biotonne (C/N 20) mit 1 Schaufel Baumschnitt (C/N 130): | ergibt C/N 30 |
| • 1 Schaufel Wasserpflanzen (C/N 15) mit 1 Schaufel Baumschnitt (C/N 130): | ergibt C/N 30 |
| • 5 Schaufeln Marktabfälle (C/N 15) mit 3 Schaufeln Baumschnitt (C/N 130): | ergibt C/N 30 |
| • 1 Schaufel Strukturmaterial (C/N 25) mit 6 Schaufeln Laub (C/N 40): | ergibt C/N 30 |

Während man das anzustrebende C/N-Verhältnis des aufbereiteten Ausgangsmaterials bereits kannte, waren die C/N-Verhältnisse der während des Jahres angelieferten Bioabfälle bisher unbekannt. Im Zuge einer ein Jahr dauernden Beobachtung wurden auch diese Daten erhoben.

Inputmaterialien (Teilfläche 1 „Biotonne“)

Im Jahresverlauf besitzt das Material aus der Biotonnensammlung im Mittel C/N-Verhältnisse zwischen 22 und 38. Auch hier sind saisonale Unterschiede zu beobachten (Abbildung 31). Während in den Monaten Jänner bis März im Mittel C/N-Verhältnisse von über 35 auftreten, werden in den Monaten Mai bis September im Mittel C/N-Verhältnisse rund um 23 gemessen. Ab Oktober steigt das C/N-Verhältnis stetig. Im November und Dezember überwiegt Herbstlaub. Dieses besitzt ein C/N Verhältnis zwischen 27 und 39.

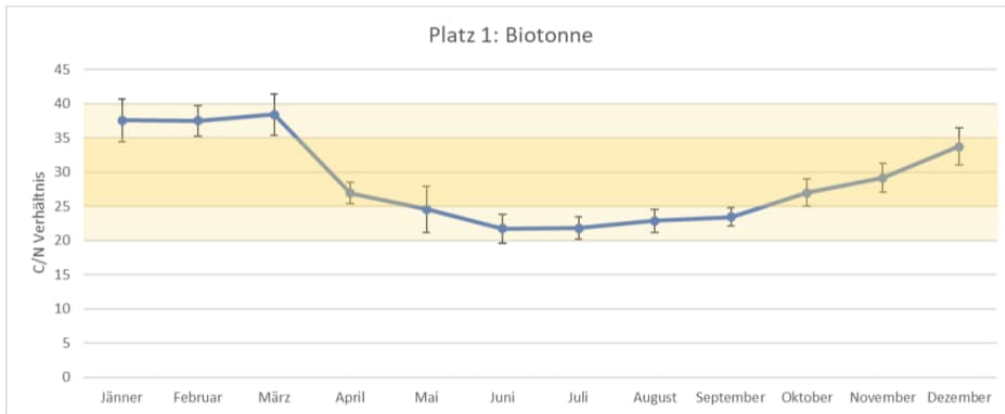


Abb. 31: Mittelwerte des C/N-Verhältnisses Teilfläche 1 „Biotonne“ im Jahresverlauf (2020) (Quelle: BFA)

Inputmaterialien (Teilfläche 2 „Restmaterial“, frühere Bezeichnung: „Strukturmateriale“)

Im Jahresverlauf besitzt das Restmaterial im Mittel C/N-Verhältnisse zwischen 26 und 69 und zeichnet sich durch eine sehr große saisonale Variabilität aus (Abbildung 32).

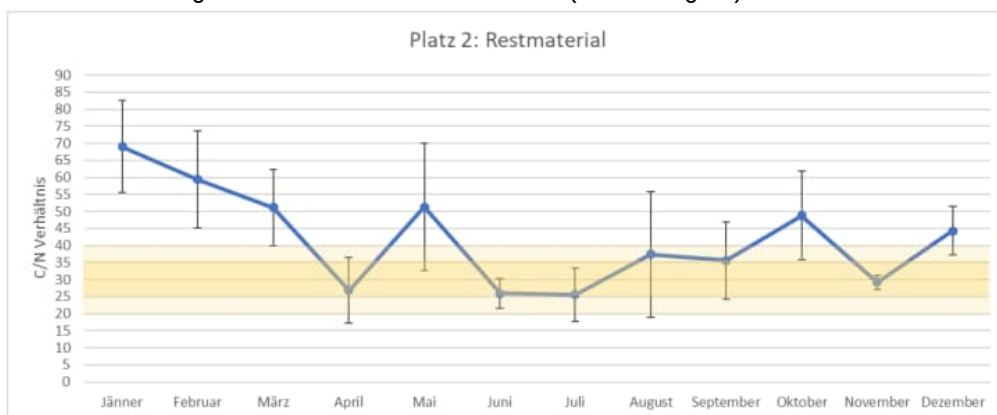


Abb. 32: Mittelwerte des C/N-Verhältnisses Teilfläche 2 „Restmaterial“ im Jahresverlauf (2020) (Quelle: BFA)

Eine gezielte Mischung der Kompostausgangsmaterialien unter Berücksichtigung des C/N-Verhältnisses ist nur durch die Trennung des Inputstroms „Restmaterial“ (Teilfläche 2) in zwei Fraktionen („fein“ und „grob“) möglich. Diese Trennung ist auch wichtig, um gezielt strukturgebendes Material einarbeiten zu können. Dies ist vor allem in den Sommermonaten (z.B. bei starkem Anfall von Makrophyten) von großer Bedeutung.

Für die Kompostausgangsmaterialmischung stehen nach getrennter Ablagerung des Restmaterials somit 3 Komponenten zur Verfügung. Nur das „echte“ Strukturmateriale kann bei ausreichender Lagerkapazität aufbewahrt und zu einem späteren Zeitpunkt eingearbeitet werden.

Das C/N-Verhältnis einer gewichteten Mischung der in das Kompostwerk Lobau angelieferten Bioabfälle liegt in den meisten Monaten (April bis Oktober) im unteren Bereich (bei rd. 20) des für die Kompostierung (gerade noch) geeigneten Rahmens (Abbildung 33). Das hat zur Folge, dass es in dieser Zeit zur Entwicklung von unangenehmen Gerüchen kommen kann.

Dies ist insbesondere in den warmen Monaten (Juni bis August) der Fall. Ist die Außentemperatur hoch, wird der, für die offene Kompostierung ganz wesentliche „Kamineffekt“ auf Grund der geringen Temperaturgradienten zwischen Kompostmiete und Außenluft abgeschwächt. Eine optimale Belüftung der Kompostmiete ist nicht mehr gegeben. Auf eine ausreichende Strukturierung der Rotte ist daher zu achten.

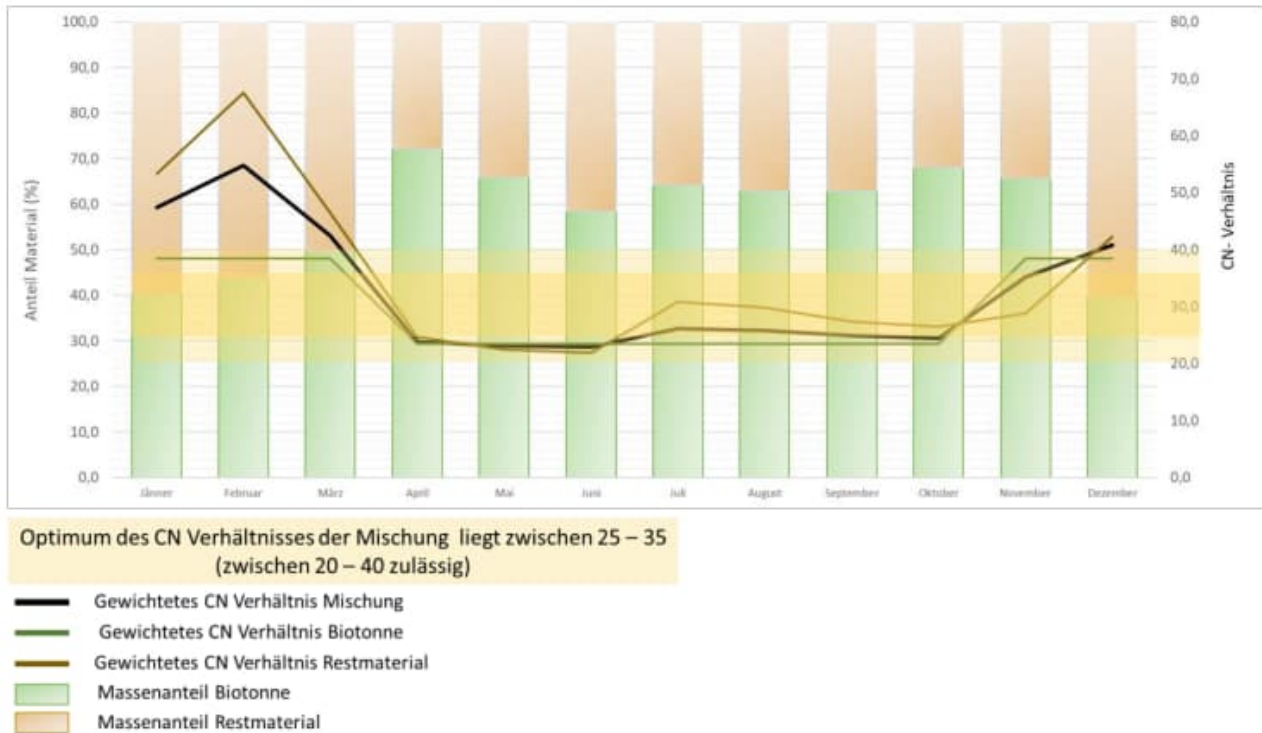


Abb. 33 Massenanteile der Inputmaterialien sowie das gewichtete C/N-Verhältnis der Mischung: Biotonne und Restmaterial im Jahresverlauf. (Quelle: BFA, MA 48)

2.3.10 Eigenkompostierung

In der Anfangsphase der getrennten Bioabfallsammlung Anfang der 90er-Jahre des letzten Jahrhunderts war die MA 48 bemüht, die so genannte Eigenkompostierung, bzw. Gemeinschaftskompostierung zu forcieren.

Zu den Vorteilen der Gemeinschaftskompostierung gehören u.a.:

- Entlastung der kommunalen Abfallentsorgung
- Entwicklung von umweltfreundlichen Verhaltensformen im Hinblick auf die Abfallproblematik
- Wichtige erzieherische und soziale Impulse vor allem für Kinder und Jugendliche
- Konkrete materielle Vorteile in Form von selbst erzeugtem Kompost für eigene Zwecke

Zu den wesentlichsten Nachteilen gehören u.a.:

- In vielen Fällen kann trotz der Eigenkompostierung keine signifikante Müllreduktion erzielt werden
- Es wird in der Regel nicht alles kompostiert, ein Teil muss nach wie vor „entsorgt“ werden
- Bei mangelnder Umsetzung (bei der „Eigenkompostierung oft der Fall) kann es zur vermehrten Methanbildung kommen
- Oft sind die zusätzlichen Kosten (Kompostsilos, Hächselgut, Beratung usw.) nicht zu vernachlässigen
- Die Bereitschaft der Bevölkerung lässt oft mit der Zeit nach

Großversuch mit einem „Schnellkomposter“

1990 wurden „Schnellkomposter“ (so genannte „City-Comps“, Abbildung 34) angeschafft. Es waren Behälter aus Kunststoff, mit deren Hilfe organische Abfälle aus Küche und Haushalt schnell kompostiert werden sollten.



Abb. 34: „City-Comp“ – Symbolbild (Quelle: MA 48)

Es handelte sich dabei um einen Großversuch, an welchem 1.000 Haushalte, welche aus einem Kreis von über 3.000 Interessenten ausgelost wurden, teilnahmen. Diesen Haushalten wurde kostenlos je ein „City-Comp“ zur Verfügung gestellt. Zu den Teilnahmebedingungen gehörte es, dass viermal im Laufe eines Jahres über die Erfahrungen mit dem „City-Comp“ berichtet wird. Zu diesem Zweck wurde den TeilnehmerInnen in dreimonatigen Abständen ein Fragebogen zugesandt.

2/3 der Befragten waren mit dem „City-Comp“ zufrieden, sein Einsatz wurde allerdings besonders gut dort bewertet, wo es eigentlich gar nicht gedacht war, nämlich in Einfamilienhäusern mit großen Gärten. Innerhalb kurzer Zeit wurden viele „City-Comps“ auf den Mistplätzen als Abfall abgegeben. Es gab auch Personen, die von der MA 48 verlangten, den Kompost abzuholen, bzw. die „City-Comps“ wieder einzusammeln.

Unten einige weitere Ergebnisse der Fragebogenauswertung: Probleme mit dem „City-Comp“ (Häufigkeit in %, Mehrfachnennungen waren möglich):

• Handhabung problematisch	56%
• Thermometer zeigt nicht die richtige Temperatur	45%
• Änderungswünsche an den Hersteller des Gerätes	43%
• Handhabung unproblematisch	38%
• Sickerwasser tritt aus	38%
• Temperatur zu niedrig	30%
• Entnahme von Kompost ist schwierig	27%
• Geruchsentwicklung	27%
• Information zu mangelhaft	20%
• Starttermin schlecht (Winter)	18%
• technische Mängel	14%
• Mängel am Kompost	13%
• zu wenig Erfahrung	10%
• Befüllung ist schwierig	6%
• Belästigungen (Fliegen, Maden)	5%

Der Prozentsatz jener, die den „City-Comp“ als optimale Lösung ansahen reduzierte sich merklich, wenn:

- das Gerät in dicht verbauten Gebieten in Verwendung steht
- das Gerät auf einem Balkon steht
- keine Grünfläche oder nur eine mit weniger als 250 m² zur Verfügung steht

Etwa 25% der TeilnehmerInnen würde einer Biotonne jedenfalls den Vorzug geben.

Der Alternative, einfach auf einem Haufen im freien oder einem Korb oder Drahtgestell zu kompostieren, würden nur max. 5% zuneigen. Diese Prozentsätze waren auch bei jenen Personen kaum höher, die über ziemlich viel Grünraum verfügen.

Nach Abschluss des Großversuchs wurde entschieden, diese Aktion nicht mehr weiter zu führen.

Die MA 48 konzentrierte sich stattdessen (neben der planmäßigen Aufstellung von Biotonnen) auf die Unterstützung von privaten Gemeinschaftskompostierungsprojekten, wobei es hier vor allem die informativen und erzieherischen Maßnahmen im Vordergrund standen.

Bei einem dieser Projekte („Friedenstadt“, Wien 13) wurden auch begleitende Abfallanalysen durchgeführt, um die Auswirkung der „Gemeinschaftskompostierung“ auf die Abfallmengen und auf die Abfallzusammensetzung zu untersuchen. Das Versuchsgebiet bestand hauptsächlich aus Einfamilienhäusern mit Vorgärten.

Im Zeitraum von Anfang März 1989 bis Ende Februar 1990 wurden im Versuchsgebiet 1.490 Tonnen Restmüll gesammelt. Dies entsprach einer Menge von 360 kg je EinwohnerIn und Jahr. Im Vergleich dazu fielen 1989 im Wiener Durchschnitt ca. 350 kg/EW*a an.

Des Weiteren konnte kein signifikanter Unterschied in der Restmüllzusammensetzung zwischen dem Durchschnitt der Bewohner des Versuchsgebietes und jenen, die angaben, selbst zu kompostieren bzw. sogar an Beratungsaktionen teilnahmen, festgestellt werden.

Obwohl der Versuch „Friedenstadt“ keine erfolgversprechenden Ergebnisse brachte, entschied sich die MA 48 das im Jahre 1989 begonnene Vorhaben „Gemeinschaftskompostierung“ weiter zu unterstützen, dies nicht in Hinblick auf die Abfallvermeidung, sondern vor allem wegen der umwelterzieherischen Aspekte.

Insgesamt gab es in den Jahren 1989 bis 1992 (unabhängig vom Versuch „Friedenstadt“) 53 solche Projekte. Die erste Kontaktaufnahme erfolgte meist telefonisch mit einem „Kompostberater“ der MA 48.

Die zweite Kompostberatung fand beim Aufsetzen der ersten Kompostmiete oder beim Befüllen des ersten Kompostgitters statt. In weiterer Folge wurden dann hauptsächlich nur telefonische Beratungen angeboten.

Neben der ausführlichen Beratung wurden durch die MA 48 folgende Leistungen angeboten:

- Zustellen von Sammelbehältern für die Zwischensammlung von organischen Abfällen,
- Zustellen von Abdeckvlies für Kompostmieten oder von Kompostgitter,
- Zustellen von Gesteinsmehl ca. 20 kg pro Projekt, zur Geruchsbindung (einmalig),
- Zusätzlich konnte sich jede Gemeinschaftskompostierung von der MA 48 ein Wurfsieb ausborgen.

In der Anfangsphase wurde auch Häckselgut mitausgeliefert. Die MA 48 verfügte in dieser Zeit über einige kleine, mobile Zerkleinerungsaggregate, die ebenfalls leihweise zur Verfügung gestellt wurden.

Es zeigte sich, dass die optimale Zahl der teilnehmenden Haushalte bei 20 - 100 liegt. In vielen Fällen gab es engagierte und gut organisierte BetreuerInnengruppen (z.B. in der Wohnsiedlung „Alt Erlaa“). Es gab auch Projekte, die nur durch ganz wenige, über viel Idealismus verfügende Personen getragen wurden.

Die meisten Gemeinschaftskompostierungen wurden durch Familien mit Kindern betreut. Ältere Leute waren eher skeptisch bis ablehnend. Proteste der Nachbarn hatte es - mit ein paar Ausnahmen - kaum gegeben.

Mit der flächendeckenden Aufstellung der Biotonnen wurde die projektmäßige Unterstützung der Eigen- und Gemeinschaftskompostierung deutlich eingeschränkt, da sie durch die MA 48 nicht mehr als eine wesentliche Maßnahme der Abfallwirtschaft betrachtet wurde. Zu unsicher waren die Erfolgsaussichten, zu gering die Beteiligung und somit auch der Beitrag zur Entlastung der kommunalen Abfallwirtschaft. Die Unterstützung der Gemeinschaftskompostierung wurde später nur dann (einzeln) gewährt, wenn es sich eindeutig um eine umwelterzieherische Maßnahme handelte, ansonsten wurde auf das Wiener Biotonnensystem verwiesen.

Eigen- und Gemeinschaftskompostierung wurde darüber hinaus aus den folgenden Gründen kritisch betrachtet:

- hoher spezifischer Flächenbedarf,
- mangelnde Hygienisierungsleistung durch unkontrollierte Temperatursteuerung,
- unkontrollierte flüssige Emissionen,
- relativ hohe Nährstoff und u. U. Schadstoffeinträge auf den zur Verfügung stehenden Gartenflächen,
- nicht kontrollierbare Emissionen von schädlichen und klimarelevanten Gasen (Ammoniak, Methan, Lachgas)

Um diese Aspekte zu evaluieren wurde eine entsprechende Recherche durchgeführt. Unten die wesentlichen Ergebnisse:

Gasförmige Emissionen

Die Hochrechnung der gasförmigen Gesamtemissionen aus der Hausgartenkompostierung für Österreich (770.000 t/a Küchen- und Gartenabfälle; Amlinger et al., 2001) ergaben:

- für CO₂: 0,16 % – 0,25 %
- für CH₄: 0,13 % – 0,37 %
- für NH₃: 0,37 % – 0,76 %
- für N₂O: 2,01 % – 4,76 %
- für CO₂-Äqu.: 0,07 % – 0,18 %

des Gesamtpotentials an den jeweiligen Emissionen in Österreich.

Mit Verweis auf die angestellte Gesamtbilanz des Beitrags der Hausgartenkompostierung zum gesamten Treibhauseffekt (max. 0,18 %) wurde empfohlen, dem Prinzip „*So viel Eigenkompostierung wie möglich, so viel zentrale Kompostierung wie notwendig*“ zu folgen.

In einer Stadt wie Wien haben über 1 Million der BewohnerInnen überhaupt keinen Zugang zu „Hausgärten“. Der Anteil an Ein- und Zweifamilienhauswohnungen (anders als beispielsweise in NÖ) liegt lediglich bei 10% (NÖ rd. 80%). Aus diesen Gründen kann nicht schwerpunktmäßig auf „Eigenkompostierung“ gesetzt werden. Abgesehen davon (das haben auch die Versuche in Wien gezeigt), lässt auch die Verlässlichkeit dieser Bioabfallverwertungsmethode viel zu wünschen übrig.

Durch das Österreichische Umweltbundesamt GmbH (UBA) werden im Rahmen der jährlichen „Bundesländer Luftschadstoff-Inventur“ (BLI) auch die Emissionen von „Klimagasen“ der einzelnen Teilbereiche im Rahmen des Sektors „Abfallwirtschaft“ berücksichtigt. Dazu gehört (neben Deponierung, Verbrennung, Kompostierung, Vergärung und Abwasserreinigung) auch die „Eigenkompostierung“. Die oben angeführten Angaben bildeten für alle Bundesländer eine verlässliche Grundlage für die künftigen BLI-Berechnungen.

In der Anfangsphase der Wiener Bioabfallwirtschaft gab es auch Versuche, die Kompostierung unter Einsatz des Maschinenparks der MA 48 „dezentral“ zu betreiben (z.B. innerhalb von Gartenanlagen der großen Wiener Krankenhäuser wie z.B. Lainz, Wilhelminen Spital oder Komplex „Baumgartner Höhe“). Diese Vorgangsweise erwies sich jedoch als sehr umständlich, teuer und wenig effizient, sie wurde mit der Errichtung des Kompostwerks Lobau als nicht mehr zielführend erachtet und daher nicht weiterverfolgt.

2.3.11 „Wurmkompost“

Das Thema der Wurmkompostierung begleitet die Wiener Bioabfallwirtschaft von Anfang an. Aus Erfahrungen in Deutschland und vor allem in der Schweiz wusste man, dass solche Projekte im kommunalen Bereich mit Erfolg durchgeführt werden können.

Dabei ist der Begriff „Wurmkompost“ an sich nicht richtig, bzw. zumindest irreführend. Bei diesem Substrat handelt es sich nämlich nicht um Kompost, sondern um Ausscheidungen der Kompostwürmer (*Eisenia fetida*), die biogene Abfälle als Nahrung nutzen.

Hieraus wird ein reicher Wurmhumus produziert, der im Wurmdarm eine Anreicherung mit Nährstoffen erfährt und damit einen nährstoffreichen Bodenverbesserer darstellt.

Ein Kompostwurm wiegt 0,3 Gramm. Ein Wurmpaar hat pro Jahr 1.000 - 1.500 Nachkommen. Ein Wurm frisst pro Tag das 1 - 2-fache seines Körpergewichtes.

Ähnlich wie bei den Projekten der Eigen- oder Gemeinschaftskompostierung (inkl. „Schnellkomposter“ wie „City-Comp“) ging es der MA 48 beim Thema „Wurmkompost“ in erster Linie nicht um die Vermeidung oder Verwertung von biogenen Abfällen, sondern viel mehr um die Unterstützung der positiven Einstellung der Wiener Bevölkerung zum Thema „Bioabfallwirtschaft“.



Abb. 35: Wurmhotel für Biomüll von 30 Haushalten (Quelle: wurmkiste.at)

Einen wesentlichen Unterschied zwischen einem Wurmkomposter und einem Schnellkomposter gibt es aber schon und zwar kann ein Wurmkomposter auf einem Balkon, auf einer Terrasse oder sogar in der Wohnung aufgestellt werden. Da es sich dabei in Wahrheit – wie oben angemerkt – gar nicht um die „Kompostierung“ im Sinne eines mikrobiologischen, oxidativen Abbaus von organischer Materie handelt, werden für die „Produktion“ von Wurmkompost auch keine Gartenabfälle (Äste etc.) benötigt. Ganz im Gegenteil: die Kompostwürmer bevorzugen sogar eine „leicht verdauliche“ Nahrung und als solche sind Küchenabfälle wie geschaffen.

Ein interessanter Projektvorschlag wurde bei der MA 48 noch im September 2022 eingereicht.

Es handelte sich dabei um die Aufstellung auf den öffentlich zugänglichen Plätzen (z.B. bei den Altstoffsammelinseln) von so genannten „Wurmhotels“ (Abbildung 35).

Das „Wurmhotel“ ist zwei Meter hoch, mit Holz verkleidet, oben begrünt und mit einem Photovoltaikmodul ausgestattet. Über eine Klappe wird der Bioabfall eingeworfen, über eine andere kann zweimal im Jahr der Humus entnommen werden. Bis zu 20.000 Würmer kann eine solche Box beherbergen.

Bis 2.000 kg Biomüll werden zu Wurmhumus umgewandelt, die Menge des durch die Kompostwürmer erzeugten Humus dürfte bei rd. 10% des Einsatzes liegen, also in diesem Fall bei bis zu rd. 200 kg/a.

Nach einer Einschulung können 30 Haushalte ein Wurmhotel nutzen. Mittels eines RFID-Transponders können die Nutzenden das Hotel öffnen, die restliche Zeit sind die Türen zu.

Es wurde vorgeschlagen, die Wurmhotels vor allem auf „privaten“ Grundstücken (z.B. innerhalb von Wohnhausanlagen) aufzustellen, dazu wurden Kontakte zu den zuständigen Dienststellen des Wiener Magistrats vermittelt.

Eine gute Idee, bestens geeignet, das vorhandene Sammelsystem „Biotonne“ in jenen Gebieten zu ergänzen, wo es noch sehr wenige (oder gar keine) Biotonnen gibt und sich BetreuerInnen finden, die den Wurmkomposter langfristig betreuen.

2.4 **Bioabfallwirtschaft – Klimarelevanz**

Die Messung von klimarelevanten Gasen im Kompostwerk Lobau wurde erst mit der allgemeinen „Klimadiskussion“ aktuell. Immer wieder gab es Behauptungen, dass die Kompostierung zwangsläufig auch zu Emissionen von Methan und Lachgas führt, damit wurde auch der hohe ökologische Wert dieser Abfallbehandlungsmethode in Frage gestellt. Völlig außer Acht wurde dabei die Tatsache gelassen, dass selbst wenn es zu solchen Emissionen kommt, die Kompostwirtschaft als Gesamtheit in Summe enorme Vorteile in Hinblick auf den Klimaschutz mit sich bringt.

Um die tatsächlichen Emissionen von klimarelevanten Gasen während der Kompostierung quantifizieren zu können, wurden im Jahre 2004 Messungen bei unterschiedlichen Rottezuständen durchgeführt.

Aus den Messergebnissen wurden dann mittlere Emissionsraten abgeleitet und eine Gesamtemissionsbilanz erstellt. Anhand dieser Bilanz wurde das CO₂-Äquivalent der klimarelevanten Emissionsstoffe der Anlage abgeschätzt und den Emissionen für den Großraum Wien gegenübergestellt und diskutiert.

Die Messungen ergaben, dass während zu Beginn der Intensivrotte Lachgas (N₂O) die höchste Emissionsrate zeigt, Methan (CH₄) und Ammoniak (NH₃) erst in der Nachrotte verstärkt auftreten.

Die durchgeführten Messungen beruhten auf der „ursprünglichen“ Kompostierungsmethode, bei welcher die Nachrotte (ca. ab der 4. Rottewoche) in Form von Tafelmieten durchgeführte wurde. Diese Methode wurde im Jahre 2005 aufgegeben, seit damals erfolgt die Kompostierung (sowohl die Intensivrotte, als auch die Nachrotte) in Form von Zeilenmieten.

Die untersuchte Form des Nachrotteprozesses (Zwischensiebung und Dreiecksmieten mit regelmäßigem Umsetzen) zeigt im Vergleich zur Nachrotte in großen Tafelmieten deutlich geringere spezifische Methanemissionen. Bezogen auf eine angenommene Kompostmenge von rund 30.000 t/a ergibt sich für diese Form der Nachrotte für Methan eine Jahresemission von 6 - 9 t C/a (es handelt sich dabei um den Gehalt an „C“ in „CH₄“, stöchiometrisch umgerechnet entspricht dieser Wert 8 - 12 t/a CH₄). Im Vergleich dazu wurde für das herkömmliche Tafelmieten-Verfahren eine Jahresemissionsfracht von rund 1.700 t C/a (bzw. rd. 2.300 t/a CH₄) ermittelt.

Nicht zuletzt aufgrund dieser positiven Ergebnisse konnte die Konsensmenge für das Kompostwerk Lobau von 80.000 t/a auf 150.000 t/a behördlich hinaufgesetzt werden.

2.4.1 Einsparungen von CO₂-Äquivalenten **durch die Kompostwirtschaft**

Die bisherigen abfallwirtschaftlichen Betrachtungen der Kompostierung wurden vor allem in Hinblick auf die Restmüllreduktion und bestenfalls (wie z.B. in Wien) unter der Berücksichtigung der Bedeutung von Kompost für die Bodenverbesserung und für die Förderung der biologischen Landwirtschaft in Hinblick auf die Eigenschaft von Kompost als Bodenverbesserungsmittel mit Düngewirkung betrachtet.

Die klimarelevanten Aspekte der Kompostierung wurden zuerst so gut wie nicht in Erwägung gezogen. Wenn schon, dann hat man nur (im negativen Sinne) über die Emissionen von Methan und Lachgas während der Kompostierung gesprochen, ohne die weit gewichtigeren positiven Klimaauswirkungen der Kompostwirtschaft im Allgemeinen auch nur zu erwähnen.

Aus diesem Anlass wurden im Jahre 2005 alle klimarelevanten Emissionen und die Kohlenstoff-Fixierung bei der Verwertung der biogenen Abfälle der Stadt Wien, unter Berücksichtigung aller wesentlichen In- und Outputströme sowie aller durch die Vorketten bedingten Substitutionen bestimmt.

Für die Bilanzierung wurden folgende Ausgangswerte und folgende 5 Situationen angenommen:

- Input (getrennt gesammelter Bioabfall): 90.000 t/a
- Output (Kompost): 30.000 t/a
- Landwirtschaftliche Fläche für Kompostanwendung: 1.900 ha
- Kompostausbringungsmenge: 14 t/ha*a (FM, bei rd. 43% WG)
- Kohlestofffixierung im Boden über 50 Jahre: 25%, bzw. 40%
- Situation 1: Ist-Zustand mit Sammlung
- Situation 2: Ist-Zustand ohne Sammlung
- Situation 3: Geänderte Verkehrssituation (Ist-Zustand mit optimierten Fahrzeugtypen, mit Diesel)
- Situation 4: Biokraftstoffe (Ist-Zustand mit optimierten Fahrzeugtypen, mit Biodiesel)
- Situation 5: Biokraftstoffe ohne Sammlung

Das folgende Diagramm (Abbildung 36) zeigt die Ergebnisse der durchgerechneten Ökobilanzen in kg CO₂-Äquiv./t Kompost in der Maximalvariante, d.h. bei der Annahme der Kohlenstofffixierung 40% innerhalb von 50 Jahren sowie Inkl. Vorketten und Gutschriften aus Nichtverwendung von mineralischen Düngern.

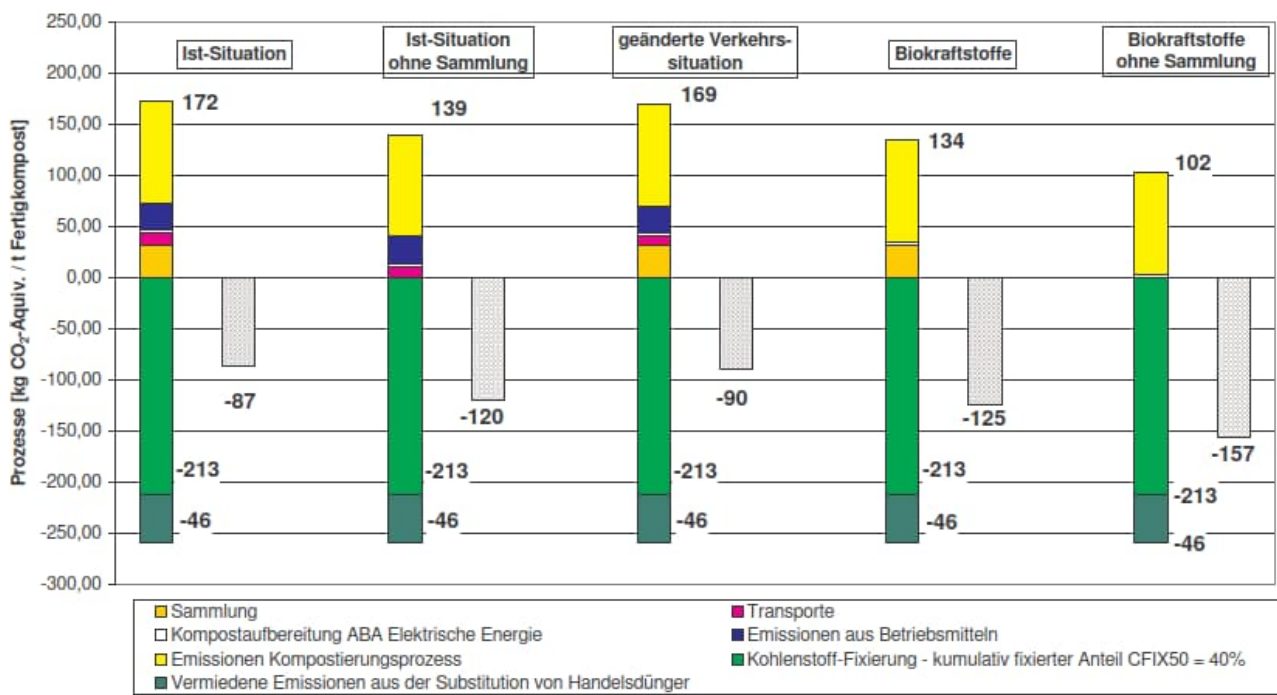


Abb. 36: Klimarelevante Emissionen und Kohlenstoffbindung [kg CO₂-Äquiv./t Fertigkompost] bei einer kumulativen Kohlenstoff-Fixierung von 40% über 50 Jahre, inkl. Vorketten und Gutschrift Mineraldünger (Quelle: ABF BOKU)

Am besten bewertet wurde die Situation 4 (Ist-Zustand mit Sammlung, unter Annahme optimierter Fahrzeugtypen mit Biodiesel) mit einem „positiven“ Klimasaldo von -125 kg CO₂-Äquiv./t Fertigkompost). Die Situation 5 (Biokraftstoffe aber ohne Sammlung) wäre zwar im Ergebnis noch günstiger, sie wurde jedoch als wenig realistisch (es kann keine Kompostierung ohne Abfallsammlung geben) nicht weiterverfolgt.

Immer noch nicht miteinbezogen in die obigen Betrachtungen waren allerdings jene klimarelevanten Emissionen, die bei der (übermäßigen) Anwendung von mineralischen Düngemitteln (Ammoniumdünger, Nitrate, Harnstoff, Phosphate, K-Dünger) entstehen. Vor allem bei den N-haltigen mineralischen Düngern entstehen im Zuge der Ausbringung beträchtliche Lachgasemissionen (N₂O), da der mineralische Stickstoff oft in Überschuss vorliegt. In der biologischen, durch Kompost unterstützten Landwirtschaft sind diese Emissionen viel geringer.

Im biologischen Landbau werden nämlich nicht die Pflanzen direkt mit den nötigen Elementen (NPK) versorgt, sondern der Boden. Dies geschieht im Wege der regelmäßigen Ausbringung von Kompost, Wirtschaftsdünger und beim Zwischenanbau von Leguminosen. Unabhängig davon, welche Stickstoffquelle wirksam wird, nimmt die Pflanze aus dem Bodendepot (organische Substanz, Humus) nur jene Menge an Stickstoff, die sie benötigt.

Die Ausbringung von Kompost hat auch weitere positive Auswirkungen im Bereich „Boden“, welche sich jedoch außerhalb der Systemgrenzen befinden und damit nicht der Abfallwirtschaft zugeordnet werden. Bei leichten, sandigen Böden (wie z.B. im pannonischen Bereich, mitunter auch in Wien entlang der Donau) kommt es durch die Verarmung an organischer Substanz (Humusschwund) zu Problemen bei der Bewässerung. Hier ist ohne Kompostanwendung ein deutlich geringeres Wasserspeichervermögen, folglich ein höherer Energiebedarf für die Bewässerung und Bereitstellung des Nutzwassers zu erwarten. All das hat natürlich auch entsprechende (negative) klimarelevante Auswirkungen.

Das Wasserspeichervermögen kann mit Hilfe von Kompostgaben vor allem bei sandigen Böden deutlich erhöht werden. Aber auch bei schweren, tonigen Böden kann sich der Kompost günstig auf die Textur des Bodens auswirken (GRABNER, 1995). Der Anteil an luft- und wasserführenden Poren steigt, vor allem unter Einsatz von nicht allzu feinen, nicht komplett ausgereiften Kompostsorten. In der Folge kann der Boden Starkregen, welche in der sommerlichen Wachstumsperiode für die Versorgung der Pflanzen mit Wasser wichtig sind, besser aufnehmen (siehe auch Abbildung 37). Der Boden ist nach Regen rascher und mit

geringerem Energieeinsatz befahrbar. Bindige Böden werden durch Kompost weniger erosionsanfällig. Der Energiebedarf für die Bodenbearbeitung und damit auch die Emissionen können dadurch verringert werden.



Abb. 37: Ackerboden nach einem starken Regenereignis ohne Kompost (links) und mit Kompost (Quelle: BFA W. Hartl)

Dem Kompost wird darüber hinaus neben der Nährstoffwirkung und der Bodenverbesserung (Humusaufbau, Erosionsreduktion, Verbesserung des Wasserhaltevermögens) auch eine Pflanzenschutzwirkung zugesprochen. In verschiedenen Untersuchungen wurde festgestellt, dass Kompost den Krankheitsbefall der Pflanzen vermindern kann. Diese Eigenschaft wird als Suppressivität (Krankheitsunterdrückung) bezeichnet. Im Gemüse- und Gartenbau kommt diese Komposteigenschaft wegen der dort angewandten höheren Kompostgaben besonders deutlich zum Ausdruck (HERTER und KÜLLING, 2001).

Das Hauptproblem der klimagasbezogenen Ökobilanzierung der Kompostwirtschaft liegt jedoch darin, dass die positiven oft mittelbaren klimarelevanten Effekte der Kompostierung erst in der Anwendung sichtbar werden. Üblicherweise werden jedoch diese Effekte nicht dem Sektor „Abfallwirtschaft“, sondern (wenn überhaupt) dem Sektor „Landwirtschaft“ zugeordnet (Anmerkung: „Sektoren“ der Klimabilanzierung sind: Gebäude, Verkehr, Energie und Industrie, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft, fluorierte Gase).

Die gegenständliche Untersuchung erfasste zum ersten Mal (wenn auch nicht vollständig) die (absolut positive) Klimarelevanz der Kompostwirtschaft sektorenübergreifend.

2.4.2 Messung diffuser Emissionen von Methan und Lachgas im Kompostwerk Lobau

Während der Kompostierung kann es auch bei richtig geführter Rotte im Mietenkern zur Bildung von Methan und Lachgas kommen, beide Gase gelten als stark klimaschädlich. Auf dem Weg zur Oberfläche wird Methan durch methanotrophe Bakterien in aeroben Zonen zumindest teilweise wieder abgebaut („Methanoxidation“). Das heißt, die im Mietenkern gemessenen Methankonzentrationen werden nicht zur Gänze freigesetzt. Während die Messung von Methangehalten in der Porenluft einer Kompostmiete relativ einfach mit Hilfe von Sonden durchgeführt werden kann, ist die Messung des bereits in die Umgebungsluft entwichenen Methans schwierig. Eine Möglichkeit liegt in der Anwendung einer optischen Fernmessmethode der so genannten „open-path-Messmethode“. In Sommer 2012 wurden solche Messungen im Kompostwerk Lobau im Rahmen eines Forschungsprojektes der Universität für Bodenkultur durchgeführt.

Die „open-path-Messmethode“ beruht auf dem Prinzip der Lichtabsorption durch Gase. Die Absorptionsintensität hängt direkt mit der Gaskonzentration zusammen. Die Absorption des Messgases wird zwischen der Lichtquelle und einem Reflektor in einer offenen Messstrecke gemessen (Abbildung 38). Aus dieser Absorption wird die mittlere Gaskonzentration über die gesamte Messstrecke berechnet.

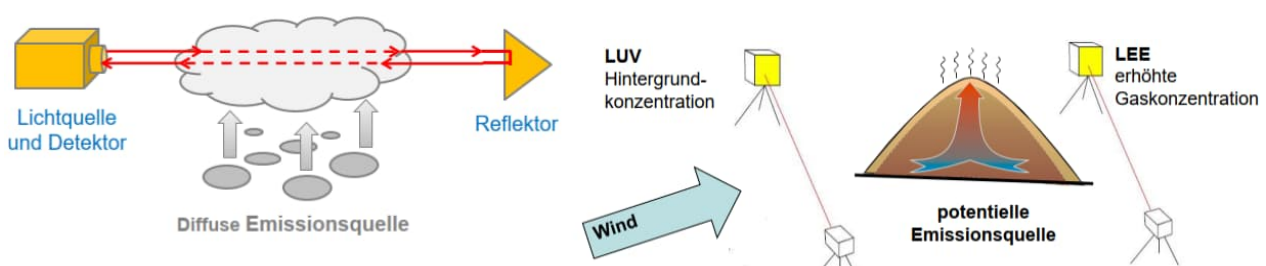


Abb. 38: Prinzip des optischen Fernmessverfahrens (Quelle ABF BOKU)

Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Betriebszustände ergab sich eine Tagesemissionsrate von Methan für die Anlage Lobau von etwa 79 kg CH₄/d. Dem gegenüber stehen die in Kapitel 2.4.1 beschriebenen Einsparungseffekte durch die Kompostwirtschaft. Insgesamt ergibt sich ein positiver Klimaeffekt durch den Einsatz des Kompostes bzw. die dadurch substituierten Primärrohstoffe (v.a. Torf und Düngemittel) sowie der langfristigen Bindung von Kohlenstoff im Boden (=langfristige Kohlenstoffsequestrierung).

Im Jahr 2019 wurden rund 46.000 t Kompost erzeugt, wovon 27% in der biologischen Landwirtschaft eingesetzt wurden und 73% im Erdenwerk Verwendung fanden. Der positive Saldo der Klimabilanz errechnet sich auf rd. 21.000 t CO_{2eq}/a. Der Großteil (rund 90%) der Einsparungen beruht auf dem Ersatz von Torf.

2.4.3 Relevanz der gemessenen Methanemissionsraten im Kompostwerk Lobau

- Methanemissionen im Kompostwerk Lobau

Die Methanemissionen liegen zwischen 10 kg CH₄/d (Minimum ELLINGER, PUXBAUM et al 2004), und 79 kg CH₄/d (Maximum lt. HRAD ABF-BOKU 2012).

- Direkte Ablagerung von Restmüll

Im Vergleich mit der direkten Ablagerung von Restmüll, beträgt die während der Kompostierung von 1 m³ Rottegut freigesetzte Methanmenge 0,1 bis 0,8% der von 1 m³ unbehandelten Restmülls in einer Deponie gebildeten Methanmenge.

- Ablagerung nach einer MBA-Behandlung:

Vergleicht man den Lobau-Kompostierprozess mit der Ablagerung von MBA-Material, beträgt die während der Kompostierung von 1 m³ Rottegut freigesetzte Methanmenge 0,7 bis 7,1% jener von 1 m³ des entsprechend der Deponieverordnung in einer MBA-Anlage behandelten Restmülls („MBA“ steht für „Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung“).

- Rindfleischkonsum:

Im Vergleich mit den Methanemissionen verursacht durch den jährlichen Rindfleischkonsum der Wiener Bevölkerung beträgt die jährlich beim Lobau-Kompostierprozess freigesetzte Methanmenge ca. 0,4% der durch den Rindfleischkonsum der WienerInnen pro Jahr verursachten Methanemission.

2.4.4 Häufiges Umsetzen als Verhinderung der Konvektionsbildung

Zwischen 1999 und 2015 wurden zahlreiche Untersuchungen hinsichtlich der Emissionen von Methan während des Betriebs des Kompostwerks Lobau durchgeführt und in Folge bewertet sowie mit Literaturangaben verglichen.



Interessante Schlussfolgerungen gab es hinsichtlich der Intensität der Kompostumsetzung. Häufiges Umsetzen (bis mehrmals täglich) wird von vielen Anlagenbetreibern als Möglichkeit gesehen, durch verstärkte Sauerstoffzufuhr, Methanbildung zu verringern. Erfahrungen in der Praxis zeigen jedoch, dass der beim Umsetzen eingebrachte Sauerstoff innerhalb von kurzer Zeit (30 bis 45 Minuten) verbraucht ist.

Abb. 39: Einfluss der Umsetzhäufigkeit auf den Sauerstoffgehalt in der Porenluft (Quelle: ABF BOKU)

Eine nachhaltige Verbesserung der Sauerstoffversorgung ist (Anmerkung: bei Rotteverfahren ohne Zwangsbelüftung) nur durch die Unterstützung der Konvektionsströmung (Kaminzugeffekt) möglich. Besonders wichtig ist dabei die Erhöhung des Luftporenvolumens durch optimierte Materialstruktur. Die Abbildung 39 zeigt, dass längere Umsetzintervalle zur Ausbildung eines Kaminzugeffektes und damit zu einer stabileren Sauerstoffversorgung führen, erst anschließend macht erneutes Umsetzen Sinn. Bei diesbezüglich zu kurzen Umsetzintervallen kann sich eine Konvektionsströmung nicht richtig ausbilden. Die Sauerstoffversorgung kann durch häufiges Umsetzen sogar verschlechtert werden.

2.5 Kompostierung – Geruchsemissionen

Bereits im Jahre 1990 wurde im Zuge der Umweltverträglichkeitserklärung eine Geruchsausbreitungsprognose erstellt.

Im Jahre 1996 wurde eine Quantifizierung der ausgehenden Geruchsemissionen durchgeführt. Im Jahre 2001 wurden Geruchsimmissionen in der Umgebung des Kompostwerks Lobau bestimmt.

Das Prinzip der Olfaktometrie

Die olfaktometrische Messung beruht auf der subjektiven Geruchswahrnehmung der ProbandInnen. Die olfaktometrische Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration einer zu messenden Gasprobe wird mit ihrer Verdünnung mit Neutralluft bis (weit) unterhalb der Geruchsschwelle begonnen. Die Verdünnung wird mit der Zeit zurückgenommen, sodass ab einem gewissen Zeitpunkt die ProbandInnen die erste Geruchswahrnehmung bekannt geben. Sobald die Geruchsstoffkonzentration bei 50% der ProbandInnen zu einem ersten Geruchseindruck führt, spricht man vom Erreichen der Geruchsschwelle (das entspricht dem Messwert von 1 Geruchseinheit „GE“). Den tatsächlichen Wert der zu untersuchenden Gasmischung errechnet man durch die Multiplikation mit dem Verdünnungsfaktor. Wurde z.B. die Geruchsschwelle bei einer Verdünnung 1:4 wahrgenommen, so liegt die Geruchskonzentration des untersuchten Gases bei 4 GE/m³ usw. Geruchsstoffkonzentration treten bei gesamtem Kompostierungsprozess auf.

Die Berechnung der Geruchsimmissionen (2001) erfolgte auf Basis der im Jahre 1996 ermittelten Emissionswerte. Die Berechnungen erfolgten in Form eines Rasters mit der Gesamtbemessung 4,8 km x 3,6 km, der Rasterabstand betrug 200 m, die angenommene Immissionshöhe lag bei 1,5 m. Die Ergebnisse wurden in Form von Isolinien dargestellt (Beispiel Abbildung 40).

(Anmerkung: Die Angabe „1 GE in 1% der Jahresstunden“ kann man vereinfacht so auslegen, dass die Geruchsschwelle an 3,65 Tagen, aufgerundet an rd. 4 Tagen zu 24 h am Tag erreicht wurde, dasselbe kann aber auch für rd. 8 Tage zu 12 h am Tag oder für rd. 16 Tage zu 6 h am Tag usw. gelten).

Demnach können in den Siedlungsgebieten „Bieberhaufenweg“ und „Eßling“ (beide Gebiete liegen über 3 km vom Kompostwerk entfernt) Gerüche mit einer Häufigkeit von weit unterhalb von 1%, d.h. höchstens ein paar Stunden im Jahr auftreten. Siedlungsgebiete in NÖ liegen eindeutig jenseits der Wahrnehmungsgrenzen. Etwas anfälliger, wenn auch sehr gering, für die Wahrnehmung von Gerüchen sind demnach die Bereiche der Donauinsel bzw. „Neue Donau linkes Ufer“.

Bei Untersuchungen in den Jahren 2004 und 2005 wurden deutlich geringere Geruchsemissionen abgeschätzt als 1996 bzw. 2001. Diese Reduktion (Faktor 16) wird dadurch erklärt, dass in der Zwischenzeit das Kompostierungsverfahren weiter optimiert wurde, was zur Folge eine bessere Durchlüftung der Rotte hatte.

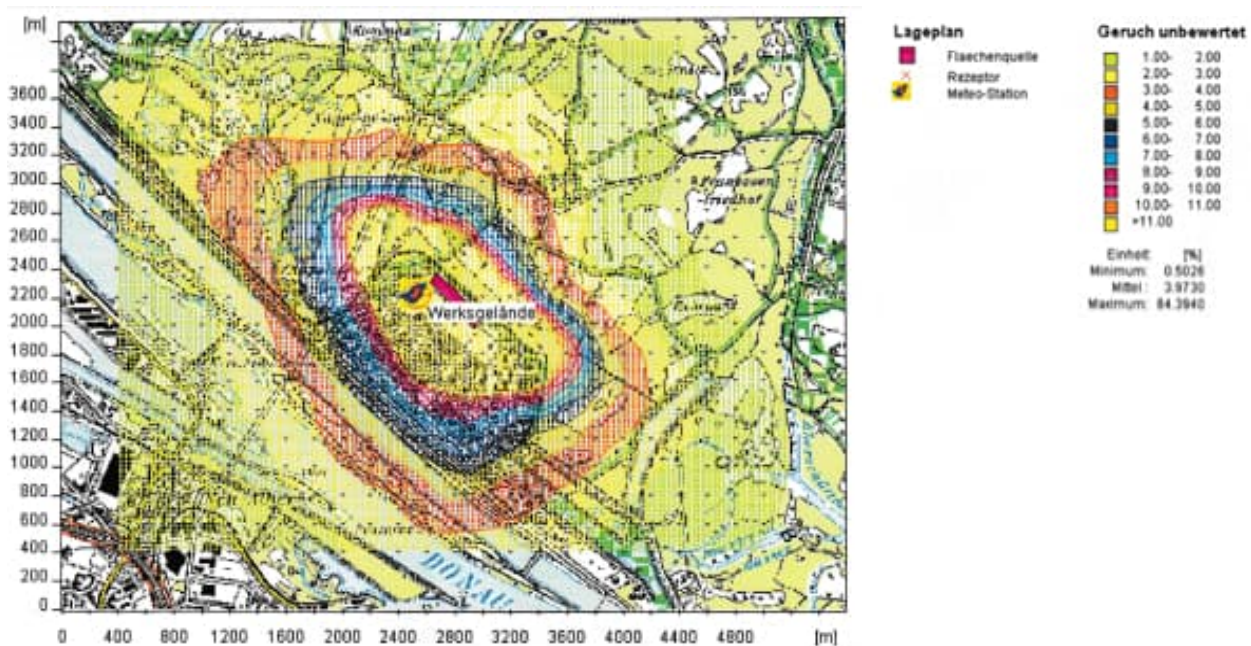


Abb. 40: Geruchsimmissionskonzentration beim Kompostwerk Lobau und Umgebung (Quelle: TÜV)

Da die Geruchsmessung mittels Olfaktometrie sehr aufwendig ist, wurde in den Jahren 2017 und 2018 versucht, die Geruchsemissionen und die daraus folgenden Geruchsimmissionen mit Hilfe der Feststellung von bestimmten chemischen Parametern bereits im Vorfeld der Geruchsfreisetzung zu bestimmen.

Es ging darum, mit Hilfe von gleichzeitig durchgeführten olfaktometrischen Messungen und von chemischen Analysen bestimmter Verbindungen einen oder mehrere so genannte „Leitparameter“ zu finden. In der Klärtechnik wird mit dieser Methode sehr erfolgreich vorgegangen, hier gelten Ammoniak und Schwefelwasserstoff als verlässlich in der Erkennung potentieller Geruchsimmissionen. Leider sind die beiden Parameter für die Geruchsfrüherkennung bei der Kompostierung weniger gut geeignet.

Gute Ergebnisse wurden hingegen mit den organischen Säuren (insbesondere mit der Valeriansäure) und mit den Aldehyden erzielt. Bei diesen Parametern gab es eine sehr gute Übereinstimmung mit den Geruchsmessungen.

Allerdings sind auch diese Ergebnisse nicht problemlos anwendbar. Bei den Aldehyden wird der Parameter bereits gemessen, obwohl noch kein Geruch wahrnehmbar ist, bei der Valeriansäure ist es umgekehrt, der Geruch ist bereits wahrnehmbar, obwohl die chemische Messung noch keine Ergebnisse liefert.

Eine weitere Aufgabe der Messungen war die Feststellung der Oberflächenemission von Kompostmieten im Jahresverlauf. Mit Hilfe dieser Messungen sollten pro Quartal repräsentative Geruchsemissionen der gesamten Kompostfläche als Flächenquelle ermittelt werden. Auf Basis dieser Werte wurde dann im Jahre 2020 die Ausbreitungsrechnung durchgeführt, was wiederum zur Erstellung des Wiener Geruchsmonitoringsystems führte.

Das Ergebnis war ein Visualisierungsmodell, mit dessen Hilfe die Geruchsausbreitung in Form einer „Ausbreitungswolke“ (auch als „Geruchsfahne“ bezeichnet) dargestellt werden kann.

Die Grenze der Ausbreitungswolke (Grenze der farblichen Darstellung) bedeutet gleichzeitig die so genannte Geruchsschwelle (1 GE), zugleich die Wahrnehmungsschwelle. Die Farbenintensität gibt die errechnete Geruchsintensität an der jeweiligen Wahrnehmungsstelle wieder (siehe auch Abbildung 41).

Der Verlauf der Ausbreitungswolke kann im Zeitraffer (10-minütige Sprünge) beliebig zurückverfolgt werden. Es ist auch möglich, die Geruchsausbreitungslage zu einem bestimmten Zeitpunkt (Datum, Uhrzeit) abzurufen.



Abb. 41: Kompostwerk Lobau, Geruchsausbreitungsfahne für den 30.9.2020 um 8:10 (Quelle: LUA)

2.6 Aspergillus fumigatus

Im Zuge der mikrobiellen Abbauprozesse der organischen Substanz, die bereits während der Abfallsammlung beginnen, gelangen zahlreiche Bakterien, Actinomyceten und Pilze, bzw. deren Sporen in die Umgebungsluft. Die meisten dieser Mikroorganismen sind nicht pathogen, einige wenige werden mit bestimmten vor allem allergischen Krankheitssymptomen assoziiert.

Ein wichtiger Erreger dieser Symptome ist der überall verbreitete („ubiquitäre“) Pilz *aspergillus fumigatus*. Diese Problematik erlangte Anfang der 1990-er Jahre in der Öffentlichkeit sehr viel Aufmerksamkeit.

Es war daher wichtig, mit Hilfe der Wissenschaft das tatsächliche mit diesem Pilz zusammenhängende Gefahrenpotenzial zu erkennen und gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen zu setzen, bzw. die fehlende Gefährdung wissenschaftlich fundiert und entsprechend öffentlichkeitswirksam zu dokumentieren. Jedenfalls ging es darum, das wichtige Projekt der getrennten Bioabfallsammlung und der Kompostierung abzusichern.

Zu diesem Zweck wurden entsprechende Messungen in der Umgebungsluft der Sammelbehälter für Müll und Bioabfall, sowie an unterschiedlichen weiteren Standorten durchgeführt.

Sammelbehälter

Messungen an 14 willkürlich ausgewählten Biotonnen im stärker verbauten Gebiet ergaben eine sehr geringe (unterhalb des Hintergrundwerts liegende) Konzentration der Pilzsporen. Die Pilzsporenkonzentrationen in der Luft wurden nach Abfalleinwurf gemessen, die Messdauer (Luftansaugung) betrug 20 sec.

Die Zeitdauer des Öffnens, des Abfalleinwurfs und des Schließens ist jedoch erheblich kürzer, sodass bei zeitökonomischem Biotonnengebrauch die emittierte Sporenzahl noch geringer gewesen wäre. Zudem muss bedacht werden, dass nur jene Sporenzahl, die sich in einem Atemzugvolumen (ca. 0,5 Liter) befindet, inhaliert wird (die Messergebnisse beziehen sich aber immer auf 1 m³ Luft!).

Diese äußerst geringe Sporenzahl ist jedenfalls absolut unbedenklich und stellt keine Gefährdung dar.

Diverse Standorte

Es war erkennbar, dass an den meisten Standorten sehr geringe Sporenkonzentrationen vorherrschen. Im Laubwald beispielsweise lagen die Sporenkonzentrationen sowohl vor als auch nach Aufwirbeln des Substrates („Waldboden“ bestehend aus Laub, Nadeln etc.) nur wenig über dem Nullpunkt.

Als eine wesentliche Sporenquelle erwies sich hingegen Heu. Im Ruhezustand wurden zwar keine Sporen registriert, nach Werfen einiger Heuballen wurden jedoch zum Teil starke Konzentrationen der Pilzsporen gemessen.

Bioabfallsortieranlage „Rinterzelt“

Die Untersuchungen 1992 zeigten, dass beim Betrieb der Sortieranlage für Biomüll eine deutliche Steigerung der Sporenkonzentration gegenüber den vor und nach der Sortieraktivität gemessenen Werten festzustellen war.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurde die händische Sortierung des Biomaterials („Biotonne“) aufgegeben. Diese Entscheidung hatte keine negativen Auswirkungen auf die Bioabfallqualität, weil die Wiener Biotonne ohnehin eine sehr geringe Anzahl an Verunreinigungen aufweist. Arbeitshygienisch war es jedoch ein bedeutender Schritt.

Kompostwerk Lobau

Die im Kompostwerk Lobau (und das nur in unmittelbarer Nähe der Kompostmieten während des maschinellen Umsetzens) gemessenen Sporenkonzentrationen waren zwar im Vergleich zur Bioabfallsortierung wesentlich geringer, für die am Kompostierungsgelände Beschäftigten wurden trotzdem entsprechende Schutzmaßnahmen getroffen.

So wurden alle Arbeitsmaschinen (Radlader und Umsetzer) mit Lüftungsanlagen mit entsprechenden ebenfalls für die Pilsporen nicht durchgängigen Luftfiltern ausgestattet.

Die im Kompostwerk Lobau durchgeführten Sporenmessungen ergaben, dass die Immissionswerte in den anliegenden Erholungsgebieten und in den benachbarten Siedlungen weit unterhalb der Hintergrundwerte lagen, somit zur Gänze unbedenklich waren.

2.7 Anaerobtechnik

Das Thema Anaerobtechnik begleitet die Wiener Abfallwirtschaft nahezu seit dem Anbeginn. Obwohl bereits im Jahre 1989 die Vorentscheidung über die Errichtung eines Kompostwerks in Wien getroffen wurde, gab es immer wieder Vorschläge, anstatt einer offenen Kompostierung eine geschlossene Biogasanlage zu errichten.

Zu den Argumenten der Befürworter einer Biogasanlage zählten vor allem die Aspekte der Energiegewinnung und der (angeblichen) Geruchsfreiheit eines solchen Verfahrens.

Es gab sogar entsprechende magistratsinterne Verbesserungsvorschläge.

Der Verfasser eines der Verbesserungsvorschläge (1996) plädierte für die Errichtung von *„160 kleinen „low-tec“ Biogasanlagen auf Basis eines „semi-kontinuierlichen-Betriebs“ von zwei parallel geführten „Gärkompartimenten“, die abwechselnd in einem dem Jahreszyklus angepassten Rhythmus vollständig „ausgegärt“, entleert, danach „saniert“ und wiederbefüllt werden sollten“.*

Die Gärrückstände (in diesem Fall als „Gülle“ bezeichnet) sollten auf die landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht werden.

Für die Sammlung der Bioabfälle sollten kleine Kübel (5-10 Liter) vor jedem Haushalt auf den Gehsteig aufgestellt werden. Diese Kübel hätten mit kleinen Fahrzeugen auch mittels Fahrräder eingesammelt und zu einer dieser 160 kleinen Biogasanlagen gebracht werden sollen. Dieser Verbesserungsvorschlag wurde durch die MA 48 abgelehnt. Sowohl die enorme Anzahl (160) der notwendigen kleinen Biogasanlagen, als auch die Idee, Bioabfälle mit unzähligen kleinen Kübeln zu erfassen entsprachen nicht den abfallwirtschaftlichen Vorgaben für eine Großstadt.

1997 wurde im Rahmen eines anderen Verbesserungsvorschlags vorgeschlagen, den Klärschlamm aus der Wiener Hauptkläranlage in einer zentralen Biogasanlage zu vergären und erst die Gärreste zu verbrennen. Die Begründung dieses Vorschlags war sehr plausibel, nachvollziehbar und technisch absolut korrekt. Mit der Beurteilung des Verbesserungsvorschlags waren fast alle technischen Dienststellen des Wiener Magistrats inkl. der Stadtbaudirektion befasst.

Ein vergleichbares Behandlungsverfahren wurde 2021 mit dem Projekt „E_OS – Energie_Optimierung Schlammbehandlung“ durch die EbS Hauptkläranlage Wien verwirklicht.

2.7.1 Biogasanlage Wien (Pfaffenau)

Die Planung einer Biogasanlage für Küchen- und Speiseabfälle begann bereits im Jahre 1997. Die Überlegung damals war, in der Nähe der Abfallbehandlungsanlage eine Nassvergärungsanlage für 30.000 t/a Input zu errichten. Zusammen mit einer weiteren Müllverbrennungsanlage, die spätestens im Jahre 2008 in Betrieb gehen sollte, hätte dadurch die Betriebsdauer der Deponie Rautenweg bis 2010 verlängert werden sollen.

In den Jahren 1999 bis 2001 wurde der erste Wiener SUP-Prozess abgehalten („SUP“ steht hier für „Strategische Umweltprüfung“). Eine der im Rahmen von diesem SUP-Prozess getroffenen Entscheidungen betraf den *„Bau einer Vergärungsanlage für vergärfähige Abfälle, 25.000 t/J“.*

Im Jahre 2001 wurde die „Arbeitsgruppe Biogas“ ins Leben gerufen. Die Aufgabe der Arbeitsgruppe war es, basierend auf den Ergebnissen der SUP eine strategische Entscheidung vorzubereiten, ob:

- eine kommunale Biogasanlage,
- eine Anlage auf privatwirtschaftlicher Basis im Rahmen eines Unternehmens der Stadt Wien oder in Form von Beteiligungen,
- eine länderübergreifende Kooperation angestrebt, oder
- die Errichtung/der Betrieb einer Anlage einem Privaten überlassen werden soll.

Die Schlussempfehlung gab der Errichtung einer kommunalen Biogasanlage den Vorzug.

Auf Basis der im Auftrag der MA 48 durch die WKU (Wiener Kommunal-Umweltschutzprojektgesellschaft mbH) erstellten Einreichpläne wurde per 15.02.2003 die abfallrechtliche Genehmigung der Abfallbehandlungsanlage (Biogasanlage) in Wien Pfaffenau erteilt. Die Biogasanlage wurde schlussendlich mit 12 weiteren Bescheiden der Wiener Umweltschutzbehörde (MA 22) genehmigt.

In den Jahren 2004 bis 2006 erfolgte die Detailplanung, folglich wurde auch das Ausschreibungsverfahren durchgeführt.

Im Herbst 2007 erfolgte die Inbetriebnahme der Anlage Biogas Wien.

2009 wurde zwischen der MA 48 und den Biogasanlagen Bruck an der Leitha, Bios 1 in Böheimkirchen und Marchfelder Bioenergie GmbH in Markgrafneusiedl eine Vereinbarung zur gegenseitigen Aushilfe bei ungeplanten Betriebsstillständen („Anlagenverbund“) geschlossen.

Beim ISWA Kongress in Wien 2013 wurden Untersuchungen vorgestellt, wonach die Biogasausbeute durch eine Hitzebehandlung von 60 Minuten bei 80°C erhöht wird. Da eine Hygienisierung in der Wiener Biogasanlage rechtlich nicht notwendig war (weil der Gärrest verbrannt wurde), sollte untersucht werden, ob

durch eine Abschaltung der Hygienisierung die Gasausbeute sinkt bzw., ob eine Behandlung mit höherer Temperatur zu einer höheren Gasausbeute führt. Die Resultate dieser Untersuchung zeigten, dass durch den Einsatz von nicht hygienisiertem Substrat bei der üblichen hydraulischen Verweilzeit von 20 Tagen keine Einbußen in der Gasproduktion zu erwarten sind.

2017 wurde daher eine Bypassleitung für die Hygienisierungseinheit errichtet. Dadurch konnten der Energiebedarf und der Betriebsaufwand der Biogasanlage wesentlich reduziert werden.

Im Jahre 2015 erfolgte die Inbetriebnahme der Biogasaufbereitungsanlage. Mit Hilfe eines Membrantrennverfahrens wird aus dem Biogas mit einem Methananteil von bis zu 70% ein nahezu reines „Bio-Erdgas“ mit einem Methangehalt von 99% erzeugt und mit einem Einspeisedruck von bis zu 70 bar in das Wiener Gasnetz eingespeist. Jährlich wird rd. 1 Mio. m³ Biomethan produziert, 900 Wiener Haushalte werden damit umweltfreundlich mit Bio-Erdgas versorgt.

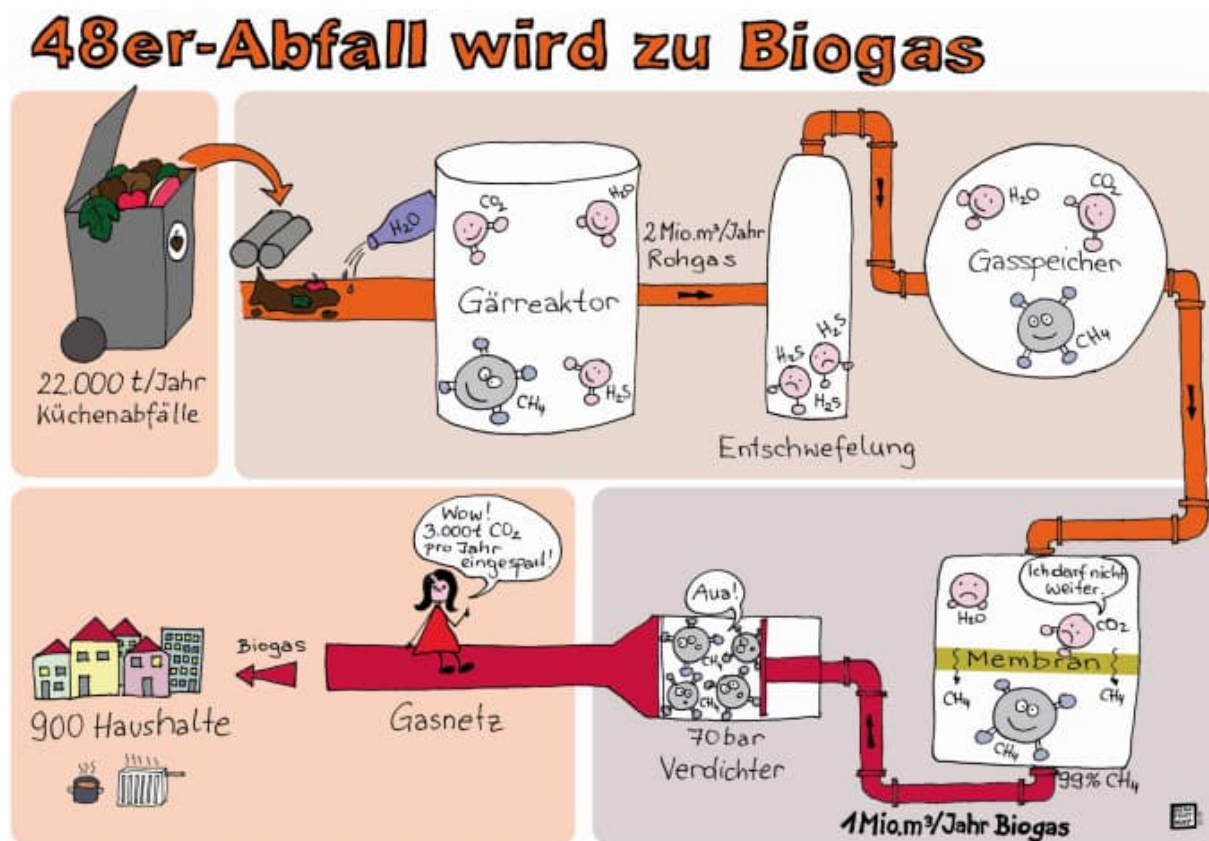


Abb. 42: „Biogas Wien“ (© renatentwurf)

2.7.2 Gärrest und Gärrestkompost – Qualität, Behandlungsverfahren

Gärreste sind flüssige oder feste Rückstände, die bei der Vergärung von Biomasse in einer Biogasanlage zurückbleiben. Sie sind einerseits Abfälle im Sinne des Abfallwirtschaftsgesetzes (AWG 2002), andererseits können sie als Ausgangsstoffe für die Kompostierung eingesetzt werden.

Während flüssige Gärreste (auch „Gülle“ genannt) oft direkt in der Landwirtschaft als Dünger einer zulässigen Verwertung zugeführt werden können, müssen feste Gärreste nachbehandelt werden.

Diese Nachbehandlung kann entweder im Zuge einer Kompostierung oder einer Verbrennung erfolgen.

Ist eine autarke Verbrennung infolge des hohen Wassergehalts nicht möglich, handelt es sich um eine Beseitigung. Die Verbrennung ist immer dann sinnvoll, wenn die Gärreste hohe Schadstoffgehalte aufweisen.

Generell gelten folgende 3 „Faustregeln“:

- Pro 10.000 t Bioabfall (beim Verhältnis flüssige Speisereste zu festen Bioabfällen 1:1) fallen rd. 1.000 entwässerte Gärreste an („10%-Regel“).
- Je höher der Trockenmassegehalt eines Abfalls, desto höher auch die relative Gärrestmenge nach der abgeschlossenen Vergärung.
- Je höher die Biogasausbeute, desto geringer der Anteil des organischen Kohlenstoffs an Gärresten, wodurch die Nachbehandlung (egal ob Kompostierung oder Verbrennung) erschwert wird.

Laut einer im Jahre 2004 durchgeführten Untersuchung wurde festgestellt, dass der Einsatz von Gärresten in der Kompostierung hinsichtlich der Schwermetall-Gehalte bei einer richtigen Dosierung der Gärrestmenge im Vergleich zu den sonstigen Bioabfällen keine Überschreitung der Grenzwerte für die fertigen Komposte verursacht.

Im ursprünglichen Konzept der Wiener Biogasanlage war die Abmischung der Gärreste mit Strukturmaterial noch in der Biogasanlage geplant, dafür wurden auch spezielle Mischvorrichtungen installiert. Es war vorgesehen, die so „aufstrukturierten“ Gärreste danach in der Lobau zu kompostieren.

Leider waren die eingesetzten Mischvorrichtungen nicht geeignet, den entwässerten Gärrest entsprechend aufzubereiten, um eine ordnungsgemäße Kompostierung im Kompostwerk Lobau zu garantieren.

Die Kompostierung von Gärresten ist technisch sehr anspruchsvoll. Bei Kompostmieten, die Gärreste enthalten, treten sehr oft anaerobe Zustände auf, was wiederum zu verstärkten CH₄-Emissionen und zu Geruchsproblemen führen kann. Auch Gärreste selbst können starke Geruchsemissionen verursachen.

Im Jahre 2012 wurde aufgrund der Gefahr einer starken Geruchsentwicklung durch die „Wiener“ Gärreste entschieden, die Gärreste nach der Entwässerung, in der naheliegenden Müllverbrennungsanlage Pfaffenau zu verbrennen.

Im Jahre 2019 wurde im Kompostwerk Lobau ein Praxisversuch der Gärrestkompostierung durchgeführt. Insgesamt wurden 7.900 kg Gärrest mit 11.880 kg Strukturmaterial und Biomüll vermischt und zur Zeilenmiete aufgesetzt. Dies entspricht einem Gärrestanteil von rd. 40% (Masse).

Der Versuch brachte äußerst positive Ergebnisse, sowohl in Hinblick auf die Rotteführung (trotz leichter Klumpenbildung) als auch bei den Rotteergebnissen (Kompost bester Qualität). Obwohl bei der Versuchsanordnung eine fast 7-fach höhere Gärrestkonzentration als maximal empfohlen angewendet wurde, kam es lediglich zu einem leichten „Gärrestgeruch“.

Zusammenfassend wurde festgestellt, dass die bisherigen Versuche und Überlegungen eindeutig die Präferenz einer Lösung innerhalb des Kompostwerks Lobau ergeben. Die Abmischung der entwässerten Gärreste im Kompostwerk Lobau kann gut funktionieren. Für die praktische Umsetzung wäre allerdings eine Vorrichtung notwendig, mit Hilfe welcher der frische, entwässerte Gärrest sofort kontinuierlich der frischen Rohmaterialmischung beigemischt werden könnte.

2.7.3 Trockenvergärung

Die Idee, in der Lobau eine anaerobe Stufe vorzuschalten ist nicht neu, in Hinblick auf die aktuelle Klimaschutzdiskussion und vor allem angesichts der katastrophalen Abhängigkeit Österreichs von externen (mitunter teilweise weiterhin von russischen) Gaslieferungen müsste sie an Relevanz gewinnen. Für die Trockenvergärung sind der Wassergehalt und das C/N-Verhältnis der Bioabfälle von besonderer Bedeutung. Nach der Vergärung bleibt immer der so genannte Gärrückstand (Gärrest) übrig. Dieser Gärrückstand soll danach – wenn möglich – immer kompostiert werden, da die Herstellung von Kompost aus dem Gärrest die Voraussetzung für die Anerkennung des gesamten Verfahrens als stoffliche Verwertung im Sinne der EU-Recyclingquoten von Siedlungsabfällen ist.

Rein theoretisch würden sich rd. 80.000 t/a Bioabfälle für eine Trockenvergärung eignen. Die Vorteile der Errichtung einer Anlage zur Trockenvergärung als Vorstufe der Kompostierung liegen vordergründig in der Produktion von Biomethan als Alternative zum Erdgas.

Trockenvergärung in Containerbauweise, das „3A“-Verfahren („Aerob/Anaerob/Aerob“)

Die so genannte „Garagenfermentation“ oder „Containerfermentation“ stellt eine Möglichkeit der Vergärung von trockenem, eher sperrigem Biomaterial (z.B. von Gartenabfällen) dar.

Bei den meisten bisherigen Verfahren musste nach der Vergärung noch eine „Aerobisierung“ stattfinden, bevor das Material auf die Nachrotte zwecks Komposterzeugung gelegt werden kann. Diese Aerobisierung findet üblicherweise in geschlossenen Anlagen (Boxen, Hallen etc.) statt, dabei ist der Transfer von Anaerobphase zur Aerobphase vor allem wegen der Geruchsproblematik immer eine Herausforderung.

Mithilfe einer speziellen Containervariante wechselt die Betriebsweise (aerob/anaerob/aerob, oder „3A“), wodurch keine weitere Aerobisierung zur Abwendung der potentiellen Gefahr von Geruchsemissionen vor der Nachrotte notwendig ist. Die notwendige Hygienisierung findet ebenfalls in demselben Container am Beginn des Prozesses statt. Weitere Vorteile liegen im flexiblen Aufbau, wodurch je nach Jahreszeit unterschiedliche Mengen verarbeitet werden können, in der einfachen Beladung und Entladung mittels

Radlader sowie in der geringen Menge an Prozesswasser. Nachteilig wäre der große Bedarf an Containern – und damit der Platzbedarf von 20.000 m² –, darüber hinaus der geringere Methangehalt und weniger Erfahrungswerte.

Trockenvergärung als kontinuierliches Pfropfenverfahren

Die Trockenvergärung im Pfropfenverfahren wurde 2019 betrachtet. Zu den Vorteilen zählen der relativ kleine Flächenverbrauch, die Hygienisierung durch thermophilen Prozessablauf (eigentlich nicht notwendig, siehe „Nachteile“), die hohe Gasausbeute, viele Erfahrungswerte.

Nachteilig wirkt sich die nötige aerobe Nachbehandlung vor der Kompostierung, die hohe Temperatur (Heißphase) aufgrund der Durchmischung von frischem Biomaterial und Gärrest, Gefahr von Verstopfungen, Notwendigkeit des durchgängigen Betriebs der Fermenter sowie das Anfallen von Abwasser.

Weitere Überlegungen bzw. Untersuchungen sind nötig, um Entscheidungsgrundlagen für die künftige Behandlung der biogenen Abfälle zu erhalten. Aktuell wird geprüft, ob für Teile des Wr. Bioabfalls, die heute kompostiert werden, eine Trockenvergärung zur Energiegewinnung aus Bioabfall vor der Kompostierung möglich und sinnvoll ist.

2.8 Kompost

In Wien werden im Kompostwerk Lobau jährlich über 100.000 Tonnen Biomaterial zu bis zu 40.000 Tonnen Kompost verarbeitet. Dieser wird u.a. über die Wiener Mistplätze gratis an die Wiener Bevölkerung ausgegeben, zur 48er-Erde Guter Grund weiterverarbeitet sowie in den Landwirtschaftsbetrieben der Stadt Wien eingesetzt. Ein großer Anteil wird an einen privaten Blumenerdenproduzenten übergeben.

Der Wiener Kompost wird regelmäßig beprobt und im eigenen Labor der MA 48 laufend begutachtet. Einmal im Monat erfolgt auch eine externe Begutachtung durch ein akkreditiertes Labor, alle Anforderungen gemäß Kompostverordnung 2001 werden immer eingehalten. Der Wiener Kompost hat die Eigenschaft eines Bodenverbesserungsmittels mit Düngewirkung, seine hervorragenden Qualitäten ermöglichen sowohl den Einsatz in der Landwirtschaft (auch im Biolandbau), als auch in der Blumenerdenproduktion.

Die Anwendung von Kompost im Gartenbau ist mit der Empfehlung verbunden, Kompost immer mit Erde oder Mutterboden im Verhältnis 1/3 abzumischen. Dieser Hinweis befindet sich auch auf allen Mistplätzen, wo der Wiener Kompost in einer Menge von bis 0,5 m³ gratis abgegeben wird.

Die Qualität des Kompostes wurde seit Beginn der Wiener Bioabfallwirtschaft über dessen Anwendung in der Landwirtschaft überprüft, dafür gibt es seit 1988 eine enge wissenschaftliche Zusammenarbeit (zuerst) mit dem Ludwig-Boltzmann-Institut für biologischen Landbau und angewandte Ökologie (bis 2005) und seit 2006 mit dem Institut Bioforschung Austria (als Nachfolgeeinrichtung).

2.8.1 Qualität

Humusgehalt

Kompost wird meistens nach den „negativen“ Eigenschaften beurteilt. Der Fokus der Beurteilung liegt in der Feststellung von Schadstoffen, bei den Überlegungen, ob der Kompost gerade noch „pflanzenverträglich“ ist (Kressetest, Salzgehalt), oder nach dem Vorhandensein von humanpathogenen Bakterien. *(Anmerkung: Es ist nicht ganz klar, warum im Kompost, der ein Pflanzensubstrat ist, nach humanpathogenen Bakterien gesucht wird).*

In einem FFG-Projekt (BOKU) wurden im Jahre 2008 die Grundlagen für die „Positivbeurteilung“ von Kompost auf Basis der Bestimmung von Humusgehalt mit Hilfe der nahen Infrarotspektrometrie (NIRS) geschaffen.

Huminstoffe nehmen im Laufe des Rotteprozesses zu, vorausgesetzt das Ausgangsmaterial liefert die notwendigen Bausteine für die Synthese und die Prozessbedingungen stimmen. Der Kompostierungsprozess kann daher auch als „Humifizierungstechnologie“ angesehen werden. Die positiven Ergebnisse könnten einen wesentlichen wissenschaftlichen Beitrag für künftige gesetzlich vorgegebene Qualitätskriterien liefern.

Kompost für Produktion von Blumenerden

Besonders als Mischungspartner bei der Produktion von Blumenerden muss Kompost eine gute Reife aufweisen. Da – wie bereits erwähnt – der Rotteprozess in der Lobau aus Platzgründen mit max. 12 Wochen zeitlich begrenzt ist, muss die Rotte optimal ablaufen. Die positiven Einflussfaktoren hierfür wurden wissenschaftlich (BFA, 2021) mit folgenden Ergebnissen untersucht: Der Kompost muss während der Rotte

ausreichend bewässert werden, die Nachrotte soll ebenfalls in Zeilenmieten geführt werden, das regelmäßige Umsetzen und das Vermeiden der „Trockenstabilität“ müssen beachtet werden.

2.8.2 Siebüberlauf

Zugabe von Siebüberlauf im Rotteverfahren

Wie bereits erwähnt (Kapitel 2.3.8), besteht im Kompostwerk Lobau in den Monaten April bis Oktober ein Mangel an strukturreichen Materialien, was zur Folge hat, dass das C/N-Verhältnis der Ausgangsmaterialmischung fast an der unteren Grenze des für einen optimalen Rotteverlauf notwendigen Bereichs (25-35) liegt (siehe auch Abbildung 33).

Der am Kompostwerk anfallende Siebüberlauf könnte durch Rückführung genutzt werden, um den Anteil an holzigem Material in den Monaten April bis Oktober zu erhöhen. Die Zugabe von Siebüberlauf erhöht das C/N-Verhältnis der Ausgangsmaterialmischung in den Monaten April bis September eindeutig. Im Rahmen einer Analyse wurden die C/N-Verhältnisse unterschiedlicher Siebüberlauffractionen in Abhängigkeit von Zeitpunkt der Absiebung und von der Dauer der Zwischenlagerung untersucht. Die Eignung des Siebüberlaufs als Mischkomponente hängt sowohl von der Zwischenlagerungszeit (je länger gelagert, desto weniger gut geeignet) als auch vom Zeitpunkt der Absiebung von Kompost (somit auch vom Zeitpunkt des Aufsetzens der frischen Miete) ab. Siebüberlauf nach Rotte in den Wintermonaten ist besser geeignet als jener nach Rotte in den Sommermonaten.

Die Beimischung von Siebüberlauf kann aber nur dann erfolgen, wenn dieses Material zuvor von Verunreinigungen, allen voran von Kunststoffen befreit wird. Da die Kompostabsiebung (absichtlich) mit einer sehr engen Maschenweite (10 bis 12 mm) erfolgt, bleibt zwar der Kompost selbst von diesen Verunreinigungen frei, umso mehr Störstoffe befinden sich jedoch im Siebüberlauf.

Störstoffentfernung

In den Monaten April bis Oktober werden – wie bereits erwähnt - zusätzlich strukturreiche Bioabfälle benötigt. Zurzeit wird der Siebüberlauf, welcher bei der Absiebung des fertigen Kompostes entsteht („übrigbleibt“) verbrannt. Dieser besteht aus nicht vollständig abgebautem Holz, Kompostanhaftungen sowie Verunreinigungen wie Kunststoffen, Metallen und Steinen. Es wurden daher Überlegungen angestellt, diesen Siebüberlauf wieder – in gereinigter Form – in den Kompostierungsprozess zurückzuführen. Als Folge der Überlegungen hinsichtlich der Errichtung einer stationären Kompost- und Siebüberlaufaufbereitungsanlage (kurz „SKS“) wurde in den Jahren 2009, 2020 und 2022 eine Serie von Versuchen zur Reinigung des Siebüberlaufs durchgeführt. Diese beinhalteten neben der reinen Siebtechnik mechanische Verfahren wie Windsichtung (v.a. für die Abtrennung von Kunststofffolien geeignet), optische Separation (v.a. für die Abtrennung von Weich- und Hartkunststoffen geeignet, schwarze Kunststoffe werden dabei nicht erkannt), ballistische Steinabscheidung sowie Steinabscheidung im Wasserbad, Detektion von Störstoffen mittels NIRS (Nahinfrarotsensoren), Laser, Röntgen, Induktionsstrom.

Den besten Abscheidegrad von Kunststoffen gesamt (rd. 81%) erreichte die Variante mit Windsichtung und Steinabscheidung im Wasserbad. Allerdings erscheint diese Technologie bei offenen Anlagen in den Wintermonaten nicht wirklich funktionsfähig (Wasserbad, Minusgrade, Eisbildung).

Das zweitbeste Ergebnis wurde durch jenes Verfahren erzielt, welches zur Erkennung von nicht schwarzen Kunststoffen das Infrarotlicht (NIRS) sowie Laser für schwarze Kunststoffe verwendet, Steine mit Röntgen-Strahlen und Metalle mit Induktionsstrom detektiert.

Derzeit wird die Störstoffabscheidung vom Siebüberlauf zwecks einer Rückführung des verbliebenen Materials in den Kompostierungsprozess, vor allem aufgrund begrenzter Platzverhältnisse und sehr hoher Investitionskosten, nicht weiterverfolgt.

2.8.3 Mikroplastik und biologisch abbaubare Kunststoffe

Das Thema „Mikroplastik“ dominiert in den letzten Jahren die Diskussion rund um die Kompostqualität. Die Bandbreite der Diskussionsbeiträge reicht von einer vollständigen Vernachlässigung dieses Themas bis hin zu Vorschlägen, den aus getrennt gesammelten Bioabfällen hergestellten Kompost gar zu verbrennen.

Die Entwicklung biobasierter und gleichzeitig auch (in absehbarer Zeit) biologisch abbaubarer Materialien als Ersatz für erdölbasierte Kunststoffe könnte dazu beitragen, das (fossile) Mikroplastik einzudämmen.

Es muss jedoch klar definiert sein, unter welchen Bedingungen (Zeit, Milieu) ein Abbau garantiert ist.

Damit soll sichergestellt werden, dass die Kennzeichnung eines Produkts als „biologisch abbaubar“ oder „kompostierbar“ nicht zu einem sorglosen Umgang mit diesen Stoffen führt und sogar unbeabsichtigt zur weiteren Verschmutzung der Umwelt beiträgt.

Dieses Thema verursachte (und verursacht nach wie vor) zahlreiche Missverständnisse bezüglich der Definition der biologischen Abbaubarkeit von Kunststoffen. Zu befürworten ist die Freigabe der biologisch abbaubaren Kunststoffsäcke als Sammelhilfe für Bioabfälle, da hierdurch positive Anreize für die getrennte Sammlung zu erwarten sind. Entschieden abzulehnen hingegen wäre eine Freigabe von biologisch abbaubaren Kunststoffen generell als Materialien, die im Wege der Kompostierung die Vorgabe der stofflichen Verwertung (Recycling) erfüllen sollten.

Die folgende Tabelle (Abbildung 43) ermöglicht einen Überblick über alle möglichen Formen der Kunststoffbeschaffenheit. Als „Bio-Kunststoff“ dürfen (leider) 3 völlig unterschiedliche Kombinationen an Rohstoff und biologischer Abbaubarkeit bezeichnet werden.

	Biobasierter Rohstoff („nachwachsend“)	Erdölbasierter Rohstoff („fossil“)
Biologisch abbaubar	„Bio-Kunststoff“	„Bio-Kunststoff“
Biologisch <u>nicht</u> abbaubar	„Bio-Kunststoff“	Konventioneller Kunststoff

Abb. 43: Begriffsabgrenzung der „Bio-Kunststoffe“ zu konventionellen Kunststoffen anhand des Rohstoffs und der biologischen Abbaubarkeit (Quelle: ÖWAV)

Die biologische Abbaubarkeit von Kunststoffen wird durch Untersuchungen nach der ÖNORM EN 13432 definiert. Diese Norm sieht vier unabhängige Untersuchungen bezüglich der Abbaubarkeit und Kompostierbarkeit vor. Dabei werden neben einer chemischen Charakterisierung des Kunststoffs (die verwendeten Inputmaterialien müssen vom Hersteller zu mindestens 99% deklariert werden) auch die biologische Abbaubarkeit, die Desintegration während der Kompostierung und eine etwaige Ökotoxizität des Kompostes überprüft.

Im Jahre 2019 wurden durch die BOKU und den KBVÖ (Kompost und Biogas Verband Österreich) Kompostierungsversuche mit biologisch abbaubaren Vorsammelhilfen („Kreislafsackerl“) durchgeführt. Die durchgeführten Untersuchungen zeigten eindeutig, dass Partikel bioabbaubarer Kunststoffe <10 mm zwar nach 5 Wochen Rotte noch nachgewiesen werden konnten, allerdings nur in einer sehr geringen Menge von 5 % TM (Trockenmasse) an der gesamten Kunststofffraktion (<20 Partikel/kg). Das bedeutet, dass in dieser Fraktion weniger als 1 Partikel/kg an biologisch abbaubaren Kunststoffen in der Größe von rd. 2 mm vorkommen kann. Da die untersuchte Fraktion aus einer Charge der 5. Rotteweche stammte, kann mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass nach der abgeschlossenen Rotte (nach 12 Wochen) auch dieses eine Partikel nicht mehr vorhanden gewesen wäre.

Abbaubare Vorsammelhilfen werden bereits in mehreren niederösterreichischen Abfallverbänden eingesetzt. Auch in Wien ist die Verwendung von solchen Sammelhilfen erlaubt, wobei in der Öffentlichkeitsarbeit der MA 48 darauf hingewiesen wird, dass diese Sammelhilfen nur dann zu verwenden sind, wenn es absolut notwendig ist („wenn es nicht anders geht“). Es wird sogar empfohlen, nur den Inhalt des „Sackerls“ in die Biotonne einzubringen, das Sackerl selbst nach der Entleerung in einen (neben fast jeder Altstoffsammelinsel vorhandenen) „Papierkorb“, oder in die eigene Restmülltonne einzuwerfen. Nur wenn dies nicht möglich ist, dürfen Sammelhilfen samt dem darin befindlichen Bioabfall in die Biotonnen eingebracht werden.

Es spricht daher aus Sicht der Kompostierung und der Kompostqualität nichts dagegen, diese Vorsammelhilfen zu verwenden, obwohl ein Verzicht auf diese aus Gründen der Abfallvermeidung trotzdem vorzuziehen ist.

2.9 Kompostanwendung

2.9.1 Forschungsprojekte zur Kompostanwendung (LBI und BFA)

Die spezifische Eigenschaft der Wiener Bioabfallwirtschaft liegt darin, dass die getrennte Sammlung von Bioabfällen und deren Kompostierung immer eng mit der Kompostanwendung, insbesondere mit der Kompostanwendung in der biologischen Landwirtschaft verbunden war und ist.

Während viele andere (mit Wien vergleichbare) Städte prinzipiell nur die getrennte Bioabfallsammlung bestenfalls auch noch die Kompostierung betrieben, war Wien in der günstigen Lage, auch über eigene Landwirtschaft zu verfügen. Das hängt sicher mit der Geschichte Wiens, mit den Weltkriegen und mit der traditionellen sozialdemokratischen Ausrichtung der kommunalen Politik zusammen. Die sichere Versorgung der Stadt mit Grundnahrungsmitteln auch in Krisenzeiten war ist der Grund dafür, dass die Stadt Wien bis heute auf 2.000 ha Ackerland Getreide- und Gemüsebau betreibt.

Wie bereits anfangs erwähnt, war es eigentlich diese eigene Wiener Landwirtschaft, die Mitte der 1980-er Jahre anlässlich der geplanten Umstellung auf den Biobetrieb auf die Notwendigkeit der Kompostanwendung hinwies, da es dem Boden „an Energie mangelte“.

Die Wiener Bioabfallwirtschaft (sowohl die Bioabfallsammlung als auch die Bioabfallkompostierung) war daher von Anfang an in Richtung der späteren sicheren und umweltgerechten Kompostanwendung orientiert. Zu diesem Zweck wurde das Ludwig-Boltzmann-Institut für biologischen Landbau und angewandte Ökologie (LBI, später das Institut Bioforschung Austria BFA) mit umfangreichen Untersuchungen beauftragt, die zeigen sollten, welche positiven Auswirkung die richtige Anwendung vom richtigen Kompost hat.

In den folgenden Unterkapiteln werden die Ergebnisse einiger dieser wichtigen Arbeiten dargestellt.

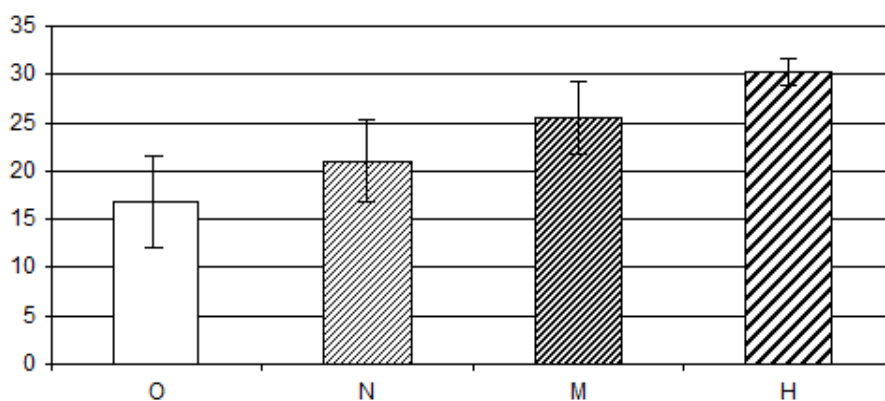


Abb. 44: Ertrag der Kartoffel 2002 (t/ha, Ordinatenachse) in Abhängigkeit von Kompostgaben (O-kein Kompost, N-niedrige Kompostgabe, M-mittlere Kompostgabe, H-hohe Kompostgabe, Abszissenachse) (Quelle: LBI/BFA)

Bereits die ersten Versuche mit der Kompostdüngung („16er-Versuch“, Beginn 1989, der Name „16er“ stammt aus der Summe: 5 Varianten*3 Wiederholungen + 1 Nullvariante=16.) zeigten eindeutig die positive Düngewirkung von Kompost.

Am Beispiel der Kartoffelernte 2002 (Abbildung 44) war der Ertrag desto höher, je höher die Kompostgabe, und das, obwohl bereits seit 9 Jahren kein Kompost ausgebracht wurde.

Ganz wichtig war auch die Erkenntnis, dass es zu keiner „Nitratauswaschung“ in das Grundwasser kommt. Diese Ergebnisse, ergänzt durch die Ertragsaufnahmen von anderen Kulturpflanzen wurden auch bei späteren Versuchen (allen voran beim „STIKO-Versuch“) bestätigt.

Der „16er“-Versuch war auch durch einen Zwischenfall begleitet, der fast anekdotisch klingt, jedoch gleichzeitig die hohe Qualität der wissenschaftlichen Arbeit von LBI bewies.

In einem der Kompostausbringungsjahre ist es passiert, dass auf einer Parzelle die falsche (nämlich zu hohe) Kompostmenge ausgebracht wurde.

Diese „falsche“ Kompostmenge wurde dann sofort durch das LBI angeforderte Kehrmaschine der MA 48 entfernt und darauffolgend die richtige Kompostmenge ausgestreut. Dadurch konnten die Ergebnisse als absolut belastbar bezeichnet werden.

Der nächste Feldversuch „STIKO“ (der Name stammt aus der Kombination von „Stickstoff“ und „Kompost“) wurde im Herbst 1992 in der Oberen Lobau bei Wien angelegt und dauerte bis 2012.

Die Versuchsanlage umfasste 3 Varianten mit Kompostdüngung, 3 Varianten mit mineralischer Düngung und 5 Varianten mit kombinierter Düngung sowie eine ungedüngte Nullvariante (O) und wurde in sechs Wiederholungen je Düngungsvariante als „lateinisches Rechteck“ angelegt.

Mit Ausnahme der mineralischen Düngung wurde der Versuch nach den Richtlinien des biologischen Landbaus (EU-VO 2092/91) praxisüblich bewirtschaftet. Die Fruchtfolge bestand hauptsächlich aus Getreide und Kartoffeln.

Getreide

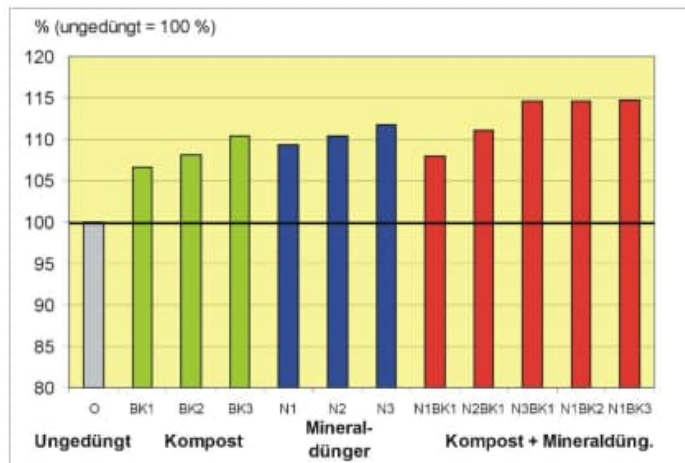


Abb. 45: Versuch STIKO, Erträge 1993 – 2006, 0-Variante=100% (Quelle: LBI/BFA)

Bei Getreide waren die Erträge in den kompostgedüngten Varianten im Durchschnitt von 14 Versuchsjahren um 7 - 10% höher als in der ungedüngten Nullvariante (Abbildung 45)

Die Qualität der Ernteprodukte war sehr gut. Getreidequalität wurde durch die Düngungsart nicht beeinflusst.

Kartoffeln

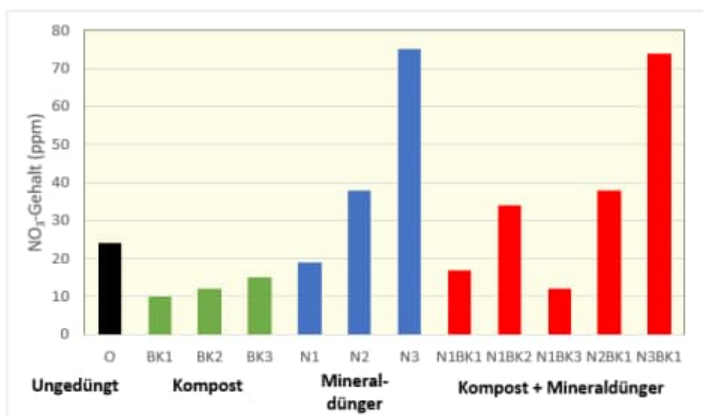


Abb. 46: Versuch STIKO, Nitratgehalt der Kartoffeln 1994 (Quelle: LBI/BFA)

Die Kartoffeln hatten mit Kompostdüngung deutlich niedrigere Nitratgehalte als mit mineralischer Düngung (Abbildung 46), was vom ernährungsphysiologischen Standpunkt aus positiv zu bewerten ist.

Mit den Kartoffeln wurden im Jahr 1994 auch Futterwahlversuche mit Laborratten durchgeführt. Es konnte eine geringfügige Präferenz der Variante mit der höchsten Kompostgabe (BK3) festgestellt werden.

Stickstoffverfügbarkeit bei Kompostdüngung

Kompost enthält eine relativ große Menge (rund 1-2% TM) an Gesamtstickstoff, wovon aber nur wenig in für die Pflanzen unmittelbar verfügbarer Nitrat- und Ammoniumform vorliegt. Durch den Abbau der organischen Substanz wird jedoch laufend Stickstoff für die Pflanzen freigesetzt. Verschiedene Untersuchungen am Versuch „STIKO“ gaben Aufschluss über das Ausmaß und die Verteilung der N-Freisetzung aus dem Kompost. Die Ergebnisse zeigten, dass obwohl in den Kompostvarianten die N_{ges} -Frachten viel höher waren als die mit Mineraldünger aufgebrauchten N-Mengen (68-176 kg N_{ges} /ha*a gegenüber 28-60 kg N/ha*a), der Nitratgehalt des Bodens durch die Kompostdüngung nicht stärker erhöht wurde als durch die mineralische Düngung.

Die Ausnutzung des Kompost-Stickstoffs durch die Feldfrüchte lag nur bei 3-7%. In den kombiniert gedüngten Varianten wurden zwischen 2 und 6% des Kompost-N von den Feldfrüchten verwertet.

Getreidemehltau als Indikator für die Stickstoffversorgung

In den Jahren 1993, 1995, 1999 und 2001 wurden bei den Feldfrüchten Winterroggen und Winterweizen im



Abb. 47: Mehltaubefall Winterweizen (Quelle: <https://www.lgseeds.de/>)

Versuch „STIKO“ die Auswirkungen der Düngungsmengen und Düngungsarten auf die Stärke des Mehltaubefalls untersucht (Mehltau, *Erysiphe graminis*, eine Pilzart, Abbildung 47).

Die Varianten mit kombinierter Düngung wiesen den höchsten Mehltaubefall auf, die kompostgedüngten Varianten und die Nullvariante den niedrigsten. Diese Ergebnisse zeigen, dass Biotonne-Kompost eine langsamfließende Stickstoffquelle auf

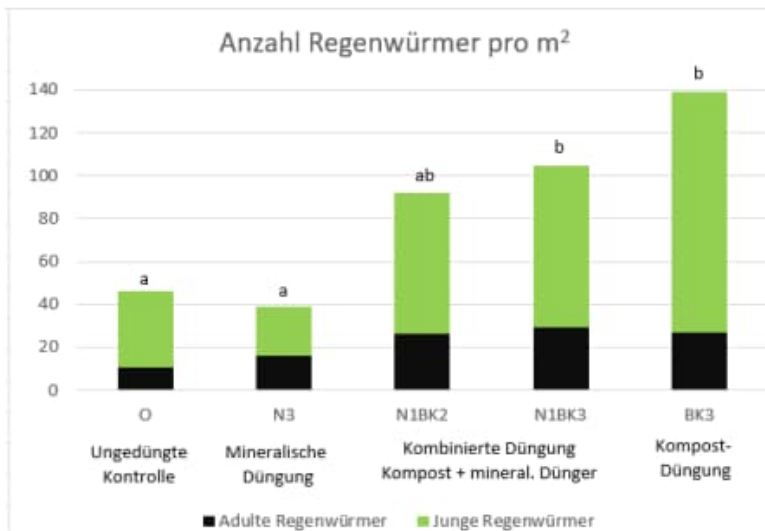
mittlerem Niveau darstellt. Die Stickstoff-Freisetzung aus Kompost ist für die Nährstoffversorgung im viehlosen biologischen Ackerbau ausreichend. Für die konventionelle Landwirtschaft stellt sie eine Grundversorgung dar, die zur Erzielung von Höchsterträgen mit reduzierten Mineraldüngergaben genutzt werden kann.

Phosphor- und Kalidüngewirkung des Kompostes

Beim Kalium zeigten sich keine großen Unterschiede zwischen den Düngungsvarianten, wohl deshalb, weil der Boden schon in der ungedüngten Nullvariante eine ausreichende Kaliumversorgung aufwies.

Aus den Ergebnissen folgt auch, dass das im Biotonnenkompost vorliegende Phosphat ähnlich gut pflanzenverfügbar ist, wie jenes in Superphosphat oder Triplephosphat. Dasselbe betrifft auch Kalium im Biotonnenkompost im Vergleich zu mineralischem Kaliumsulfat-Dünger. Die beiden kompostbürtigen Nährstoffe können daher für die Düngerbemessung voll angerechnet werden.

Regenwürmer



Bereits Darwin erkannte die herausragende Bedeutung der Regenwürmer (*Lumbricidae*) für das Bodenökosystem. Es wird angenommen, dass Regenwürmer seit etwa 200 Mio. Jahren die Erde besiedeln (VETTER 2003). In einem Hektar gesunden Grünlandbodens leben eine bis drei Millionen Regenwürmer. Regenwürmer ernähren sich ausschließlich von abgestorbenem organischem Material wie Erntereste oder Kompost, sie mischen sie in den Boden ein und beschleunigen dadurch dessen Abbau und somit die Nährstoffverfügbarkeit.

Abb. 48: Versuch STIKO 1995, Anzahl der Regenwürmer pro m² in 0-40 cm Tiefe (Quelle: LBI/BFA)

Regenwürmer sind somit ein wichtiger Indikator für die Bodenfruchtbarkeit. Häufigkeit und Biomasse der Regenwürmer waren bei höheren Kompostgaben stets höher, als in der ungedüngten Kontrolle und in den ausschließlich mineralisch gedüngten Varianten (Abbildung 48).

Humusgehalt des Bodens

In der ungedüngten Variante (Abbildung 49 „O“) nahm der Humusgehalt des Bodens während des Versuches von 3,4% (Versuchsbeginn, schwarze Linie) auf 3,16% ab. In der Variante mit niedriger Kompostgabe (Abbildung 49, „C1“), blieb der Humusgehalt auf dem gleichen Niveau wie zu Versuchsbeginn. Mit höherer Kompostdüngung (Abbildung 49 „C2“ und „C3“) nahm der Humusgehalt bis auf 3,6% zu. In den Varianten mit mineralischer Düngung nahm der Humusgehalt leicht ab, auf 3,3% (Abbildung 49, „N1“ bis „N3“).

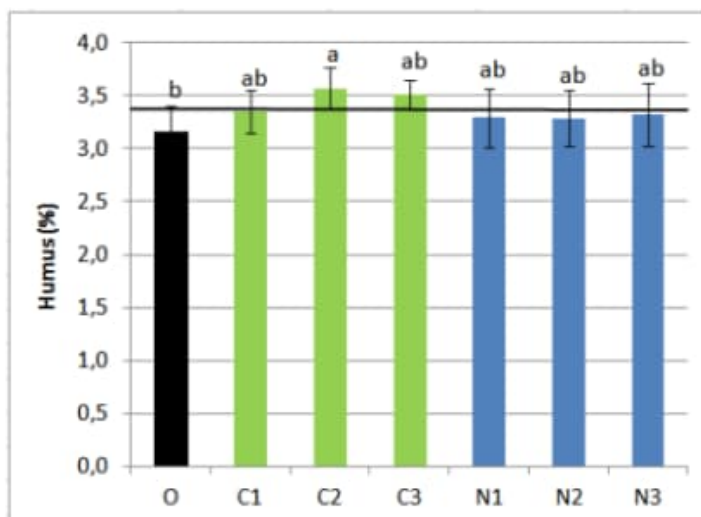


Abb. 49: Humusgehalt im Boden nach 20 Versuchsjahren im Vergleich zum Humusgehalt zu Versuchsbeginn (3,4%, waagrechte schwarze Linie). C1-Kompostgabe niedrig, C2-Kompostgabe mittel, C3-Kompostgabe hoch (Quelle: LBI/BFA)

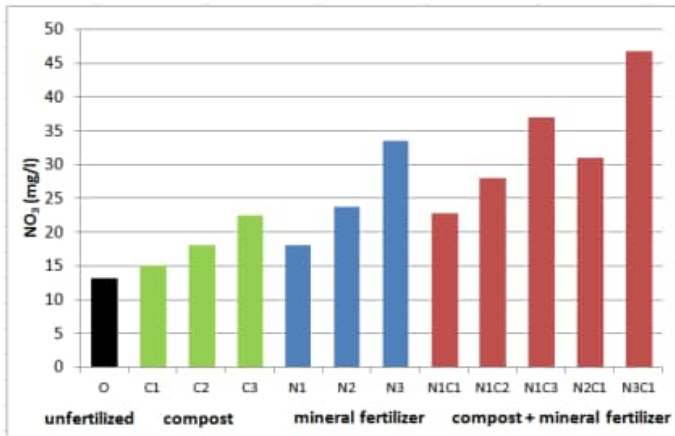
Bodenmikrobiologie

Mit 1993 beginnend wurde der Boden am Versuch „STIKO“ auf bodenmikrobiologische Parameter untersucht. Die Bedeutung der Bodenmikroorganismen liegt vor allem darin, dass sie wesentlich beim Abbau organischer Substanz zu Nährstoffverbindungen, die von den Pflanzen aufgenommen werden können, mitwirken.

Schwermetalle

Neben organischer Substanz und den Hauptnährstoffen bringt Kompost auch Spurenelemente und Schwermetalle in den Boden ein. Nach 20 Jahren Kompostdüngung mit Qualitäts-Biotonnenkompost in Mengen von 5-14 t/ha*a im Durchschnitt der 20 Jahre konnte kein Anstieg von Schwermetallgehalten in den Gesamtgehalten der Böden, in mobilen und pflanzenverfügbaren Fraktionen im Boden und auch nicht im Ernteprodukt Weizen festgestellt werden.

Nitratauswaschung ins Grundwasser



Um die Auswirkungen der unterschiedlichen Düngung auf die Nährstoffauswaschung ins Grundwasser zu quantifizieren, wurde der Feldversuch „STIKO“ im Jahr 1996 durch eine Lysimeteranlage ergänzt.

Es zeigte sich ein klarer Anstieg der Nitratkonzentration im Sickerwasser mit steigender Stickstoff-Düngemenge. Es ist auch augenfällig, dass die Anwendung von mineralischem N-Dünger die Nitratkonzentration im Sickerwasser stärker erhöht als der im Kompost organisch gebundene Stickstoff (Abbildung 50).

Abb. 50: Mittlere Nitratkonzentration des Sickerwassers in 150 cm unter GOK 1996-2012, C: Kompostdüngung, N: mineralische Düngung, NC: kombinierte Düngung (Quelle: LBI/BFA)

Ausbringungsmengen von Kompost

Für einen Landwirtschaftsbetrieb ist es sowohl aus ökonomischen, als auch aus ökologischen Gründen nicht unerheblich, ob jährlich kleine Mengen oder in Abstand von mehreren Jahren große Mengen Kompost auf einmal ausgebracht werden. In den Jahren 1992 bis 1997 wurde deshalb die Düngewirkung von Biotonnenkompost auf Dauerroggen bei unterschiedlichen Kompostmengen untersucht („24-Versuch“, 6 Varianten, 4 Wiederholungen, daher auch der Name „24er-Versuch“). Die wichtigste Schlussfolgerung des gegenständlichen Versuchs war jene, dass es nicht nötig ist, die maximale Menge einer einzelnen Kompostaufbringung (auf rd. 16 t FS/ha gemäß Kompostverordnung 2001) zu beschränken.

Kompostanwendung als Mulch

Unter „Mulchen“ wird in der Landwirtschaft einerseits die Zerkleinerung von auf dem Acker liegendegebliebenen Ernterückständen (Stroh, Kartoffelstauden etc.), andererseits die Ausbringung von Kompost oder von unverrotteten Pflanzenresten (z.B. von Luzernemulch) verstanden. Es dient der Erhöhung des Kohlenstoffgehalts des Bodens, der Verbesserung der Wasserbilanz des Bodens, bzw. der Unkrautbekämpfung. Im Rahmen des gegenständlichen Forschungsauftrags (1995 bis 1997) sollte die Wirkung der Kompostanwendung in Form von oberflächlich aufgebrachtem Mulch (grob abgesiebter Kompost) auf die Erträge von 3 unterschiedlichen Kulturpflanzen untersucht werden. Die Ausbringung von Kompost als Mulch erfüllte die gestellten Erwartungen nicht gänzlich. Bei der Unkrautbekämpfung war die Wirkung von Kompostmulch sogar kontraproduktiv, der Kompostmulch hat das Unkrautwachstum dankt der eigenen Düngewirkung sogar begünstigt. Eine positive Auswirkung des Mulchens mit Kompost zeigte sich hingegen beim Bodenwassergehalt, dieser wurde in den oberen 30 cm des Bodens dadurch erhöht. Das brachte auch einen höheren Ertrag.

„Bodenatmung“ und CO₂-Aufnahme bei Kompostdüngung

Mit Hilfe der Bodenmikroorganismen findet ein rascher Abbau der leicht abbaubaren Verbindungen, wie Zucker und Aminosäuren, statt. Dieser Prozess wird auch als „Bodenatmung“ bezeichnet. Durch die Messung der Abbaugrade der einzelnen Zucker und Aminosäuren, die dem Boden als Substrat beigegeben wurden, kann die Aktivität der Bodenmikroorganismen in Abhängigkeit von Kompostdüngung abgeschätzt werden. Ein solcher Versuch wurde im Jahre 2007 durchgeführt. Es konnte eindeutig nachgewiesen werden, dass die Aktivität der Bodenmikroorganismen im mit Biotonnenkompost gedüngten Böden erhöht wird.

Darüber hinaus konnte mit Hilfe des Massenspektrometers nachgewiesen werden, dass Pflanzen den Kohlenstoff nicht nur aus der Atmosphäre als CO₂ aufnehmen, sondern auch im Wege der Bodenatmung aus dem Kompost. (Anmerkung: Will man beweisen, dass eine Pflanze den Kohlenstoff als CO₂ direkt aus dem

Kompost übernimmt, muss nur in dieser Pflanze der Zuwachs an der Menge von jenem Kohlenstoff-Isotop festgestellt werden, der ausschließlich aus dem Kompost stammen kann).

Es konnte eindeutig nachgewiesen werden, dass Pflanzen direkt und zusätzlich von aus Kompost stammendem Kohlenstoff (als CO_2) profitieren können. In diesem Zusammenhang sei auch an die Meinung des damaligen (1980-er Jahre) Gutsleiters des Wiener Landwirtschaftsbetriebs (Herrn Mayer Senior) erinnert, wonach der Boden dringend „Energie“ in Form von Kompost brauche, um den biologischen Landbau betreiben zu können. Mit den gegenständlichen Messungen mit Hilfe der Massenspektrometrie wurde diese damalige, wohl „intuitive“, aber völlig richtige Einschätzung in einer sehr überzeugenden Weise wissenschaftlich bestätigt.

Nahe Infrarot Spektrometrie (NIRS) – Anwendung in der Kompostforschung

Beginnend mit 2006 wurde im Rahmen der Forschungsprojekte von Bioforschung Austria (BFA) die Anwendung von NIRS als eine „Schnellmethode“ zur Bestimmung bzw. zur Voraussage bestimmter, für die Kompostierung wesentlicher Parameter überprüft. Die Nahe Infrarot Spektroskopie (NIRS) beruht darauf, dass Atome innerhalb von Molekülen zum Schwingen angeregt werden, wenn ihnen die nötige Anregungsenergie in Form von IR-Strahlung zugeführt wird. Die Vorzüge von NIRS liegen in der schnellen simultanen Bestimmung von mehreren Inhaltsstoffen, die Probenvorbereitung kann als minimal bezeichnet werden, der Einsatz von Chemikalien entfällt gänzlich. Als Parameter mit guten NIRS-Korrelationen erwiesen sich: Glühverlust, Ammonium-Stickstoff, mineralischer Stickstoff und Kompostreife (Reifepunkte, Atmungsaktivität)

Glühverlust

Die Abbildung 51 veranschaulicht die hohe Genauigkeit der NIRS-Messung bei Glühverlust (Korrelationskoeffizient $r=0,91$, also nahezu 1, beide Linien mit fast gleichem Verlauf)

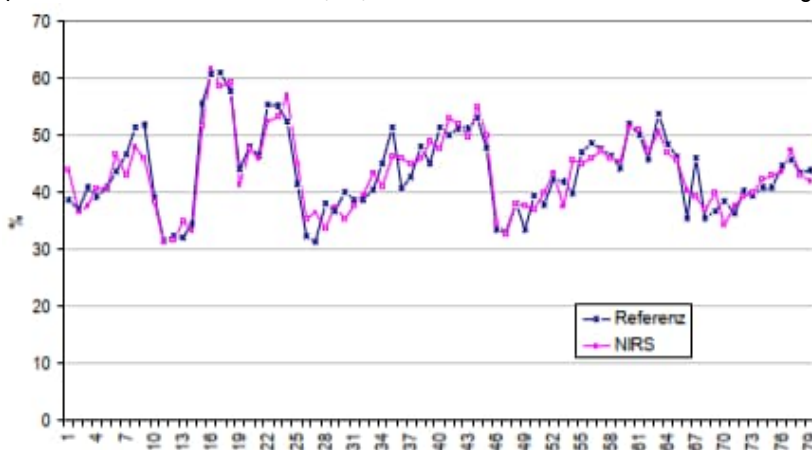
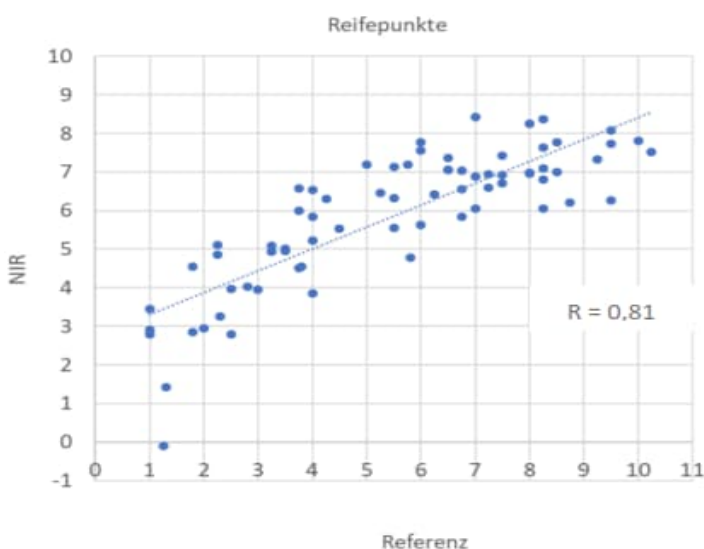


Abb. 51: Vergleich der Referenzdaten von Glühverlust mit den Vorhersagewerten (Quelle: BFA)

Reifepunkte



Der Parameter „Reifepunkte“ ist ein Summenparameter, der aus dem Sauerstoffverbrauch nach OxiTop, dem Gehalt an gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC), $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$ und dem „Solvita Index“ berechnet wird. Die Reifepunkte der Proben befinden sich im Bereich von 1 bis 11, wobei eine höhere Punktezahl eine höhere Reife bedeutet (siehe auch Abbildung 52).

Abb. 52: Vorhersage der Reifepunkte bei Testproben, x-Achse Referenzwerte, y-Achse NIR-Vorhersage.

Atmungsaktivität (AT₄)

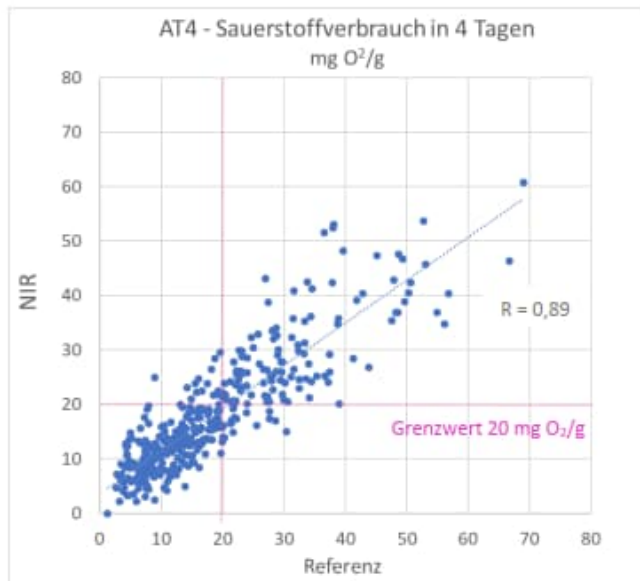


Abb. 53: AT₄-Gesamtmodell (mg O₂/g TM) x-Achse= Referenzwert, y-Achse= NIR-Vorhersagewert, (Quelle: BFA)

Der Parameter AT₄ (Abbildung 53) wurde in Anlehnung auf BSB₅ in der Abwasserreinigung bereits im Jahre 2002 in der „Richtlinie für die mechanisch-biologische Behandlung von Abfällen“ [„MBA-Richtlinie“] des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft eingeführt.

Diese Regelung besagte, dass Abfälle, die nach einer biologischen Behandlung von mindestens 4 Wochen die Atmungsaktivität nach 4 Tagen (AT₄) von 20 mg O₂/g TS unterschreiten, vor der Deponierung bis zur Erreichung des AT₄-Wertes von 7 mg O₂/g TS noch weiter in offenen Mieten biologisch nachbehandelt werden müssen. Im Bereich der Bioabfallwirtschaft und der Kompostwirtschaft war dieser Parameter lange Zeit kein Thema, da die Fachmeinung einen Unterschied zwischen einem „biologisch weitestgehend inaktiven“ und deshalb für die Deponierung geeigneten Abfall und einem durchaus

„biologisch aktiven“ Kompost sah. Erst mit der Veröffentlichung des Entwurfs zur Novelle der

2.9.2 Blumenerden, Komposterden

Die Idee, eine aus Kompost hergestellte Blumenerde in Säcken zu verkaufen gab es bereits in den Anfängen der Wiener Bioabfallwirtschaft. Als der ausschlaggebende Impuls kann zweifelsohne die Visite im Kompostwerk Häusle in Lustenau (1990) gelten, wo es bereits damals eine professionelle Erdenherstellung gab. In Frage kam die Produktion von in Säcke verpackten Blumenerden, die Kompost nur als eine der vielen Komponenten enthält sowie von Komposterden, die in großen Mengen (lose) z.B. mit Zustellung oder per Abholung von den Mistplätzen vermarktet werden. Hier die wichtigsten Unterschiedsmerkmale zwischen der Blumenerde (mit Kompost) und der Komposterde:

Blumenerde mit Kompost:

Mischung aus Kompost, Rindenhumus und Holzfasern unter Zugabe von Düngemitteln und gegebenenfalls von weiteren Zuschlagstoffen wie z.B. Perlit. Verwendung finden auch Steinwolle, Holzwolle, Sand, Ton u.a. Anstatt der Holzfasern wurde früher immer (und wird oft noch immer) Torf verwendet, diese Variante hat man aber bei der MA 48 aus Umweltschutzgründen a priori ausgeschlossen. Die Mischungsverhältnisse stellen für jeden Blumenerdenhersteller ein Betriebsgeheimnis dar. Wichtig ist aber, dass:

- Der Kompost eine ausreichende Pflanzenverträglichkeit aufweist
- Der Rindenhumus während der Produktion ausreichend mit Stickstoff versorgt und ausgereift wird
- Die Holzfasern während der Produktion mit Stickstoff „imprägniert“ werden, damit sie den im Düngemittel der Blumenerde enthaltenen Stickstoff nicht für die eigene Mineralisation nutzen

Komposterde:

Mischung aus Kompost und Bodenaushub und eventuell auch Sand. Während Kompost, der gemäß den Vorgaben der Kompostverordnung 2001 die Abfalleigenschaft bereits im Kompostwerk verliert und folglich als Produkt gehandelt werden darf, gilt die Komposterde bis zur ordnungsgemäßen Verwertung als Abfall. Als „Komposterde“ werden daher in technischen und juristischen Normen nachträgliche Mischungen von fertigem Kompost mit Erde (z.B. Bodenaushub) bezeichnet.

Erde darf auch zum Beginn des Kompostierungsprozesses beigegeben werden, dadurch wird der „Abfallende-Status“ des Kompostes nicht geändert. Diesen Unterschied erklärt am besten folgendes önologisches Beispiel: Werden die Weintrauben aus unterschiedlichen Reben geerntet und gemeinsam vergoren – entsteht „gemischter Satz“, ein Qualitätswein (in Entsprechung: „Qualitätskompost“). Werden fertige Weine miteinander vermischt – entsteht ein Verschnitt (im deutschsprachigen Raum auch als „Cuvée“ bezeichnet, in Entsprechung: „Komposterde“).

Geschichte der Herstellung der Wiener Blumenerde „Guter Grund“

2004 bekundeten verschiedene Firmen Interesse an einer künftigen Zusammenarbeit mit der MA 48 in Hinblick auf die Abnahme von jährlich ca. 10.000 bis 20.000 m³ (6.500 bis 13.000 t) Reifekompost für die Produktion von Blumenerden. Eine Firma plante sogar die Errichtung einer Sackbefüllungsanlage in Wien, es ist jedoch nur bei der Planung geblieben, der Vertrag wurde nie unterzeichnet.



Im Jahre 2006 kam es zum ersten Mal zu einem gemeinsamen Auftreten der Firma „Blumi“ mit Sitz Salzburg mit der Firma „terrasan“ mit Sitz in Bayern.

Im selben Jahr kam es zu ersten Probelieferungen von Wiener Kompost an die Firma „Blumi“ gekommen. Der Wiener Kompost wurde vorerst ausschließlich zur Herstellung von Blumenerden verwendet, welche über diese Firma vertrieben wurde.

Es wurde auch der erste Entwurf einer eigenen (MA 48) Blumenerdenverpackung kreiert. (Abbildung 54)

Abb. 54: Blumenerde der MA 48, der erste Layoutentwurf, 2006 (Quelle: MA 48)

Ebenso in diesem Jahr (im April) kam von der Firma „Gartenhilfe Euflor“ ein Angebot für torffreie Sackware aus Wiener Kompost. Gewünscht war dabei auch eine Beteiligung der MA 48 an den Errichtungskosten des Erdenwerks, was durch die MA 48 jedoch strikt abgelehnt wurde. Es kam schlussendlich auch mit dieser Firma zu keinem Vertragsabschluss.

Im Zuge eines MA 48-internen „Brainstormings“ wurden 2008 viele Vorschläge für den Namen der Wiener Blumenerde kreiert, unten die Auswahl:

1. „Kein Dreck, Erde aus Wiener Kompost“
2. „Grund zur Freude, Erde aus Wiener Kompost“
3. „Bau was an! Wiener Erde“
4. „Zum Pflanzen, Erde aus Wien“
5. „Pflanz was an Wiener Erde“
6. „I steh drauf, Erde aus Wien“
7. „Glückliche Erde aus Wiener Kompost“
8. „Natürliche Erde hausgemacht“
9. „Guter Grund torffreie Erde aus Wien, hergestellt aus Wiener Kompost“

Gewählt wurde die Variante 9.

Im Jahre 2009 wurden durch die Firma „Blumi“ im Werk in Salzburg die ersten Säcke mit der Blumenerde „Guter Grund“ hergestellt. Über die Mistplätze wurden rund 10.000 Stück 45 l-Säcke (zu einem Preis von 5 €/Sack) und rd. 1.700 Stück 10 l-Säcke (zu einem Preis von 2 €/Sack) verkauft. Die Blumenerde war eine Mischung aus Wiener Kompost, „Blumikompost“, Holzwolle, Holzfasern und Steinwolle. Die Erde war torffrei, entsprach aber nicht bei allen Parametern den Ansprüchen der MA 48. Aufgrund dessen und wegen der großen Entfernung von Wien wurde die Kooperation beendet.

Ende 2009 wurden auch Blumenerden für das nächste Jahr produziert, diesmal war die Firma „Empfinger“ mit Sitz in der Nähe von Amstetten (NÖ) der Erzeuger. Diese Firma verfügte über sehr moderne Ausstattung, die Produktionsabläufe waren weitestgehend automatisiert.

Produziert wurden 10-Liter Säcke (mit Henkel) und 40-Liter Säcke (ohne Henkel). Die Wiener Blumenerde „Guter Grund“ erhielt 2010 auch das Österreichische Umweltzeichen (Abbildung 55). Um das zu erreichen, musste zuerst die „Rezeptur“ geändert werden. Statt mineralischen Düngers wurde organischer Dünger (Hornspäne) eingesetzt.



Abb. 55: Österreichisches Umweltzeichen

In der Abbildung 56 ist die graphische Vorlage („das Klischee“) für die Verpackung der Wiener Blumenerde „Guter Grund“ dargestellt.



Abb. 56: Klischee für den Sack Blumenerde „Guter Grund“, 18 Liter mit Umweltzeichen (Quelle: MA 48)

2010 wurden die Erdensäcke in den Größen 10 Liter und 18 Liter (beide mit Henkel), sowie 40 Liter produziert. Im selben Jahr wurde die Wiener Blumenerde „Guter Grund“ 18 Liter (mit Henkel) auch über die Handelskette „Rewe“ vertrieben (31 „Billa“-Filialen, 28 „Merkur“-Filialen). In Summe wurden an diese Handelskette 7.440 Säcke ausgeliefert. Die Belieferung der „Rewe“-Filialen war allerdings mit vielen technischen Schwierigkeiten verbunden und wurde 2012 nicht mehr fortgesetzt.

2011 wurde auch die Kooperation mit „Empfinger“ beendet, der Grund dafür war der Abschluss einer längerfristigen Kooperation mit der Firma „terrasan“. Beschlossen wurde die Errichtung durch die Firma „terrasan“ auf der Fläche Schafflerhof eines Erdenwerks, sowie die Belieferung der Firma „terrasan“ mit 20.000 t/a Kompost. Am 24.08.2011 wurde der zuvor ausverhandelte Vertrag zwischen der MA 48 und „terrasan“ durch den Geschäftsführer der Firma „terrasan“ Herrn Hans Jürgen Riehl im Firmensitz in Rain am Lech unterzeichnet (siehe Abbildung 57).



Abb. 57: Rain am Lech, 24.08.2011 MA 48 bei der Firma „terrasan“ (von links: Reinhard Siebenhandl, Hans Jürgen Riehl und Wojciech Rogalski, Vertragsunterzeichnung durch GF Hans Jürgen Riehl) (Quelle: MA 48)

Das Erdenwerk wurde innerhalb einer sehr kurzen Zeit fertiggestellt, die Inbetriebnahme fand am 01.10.2011 statt. Am 21.03.2012 erfolgte die feierliche Eröffnung (Abbildung 58).

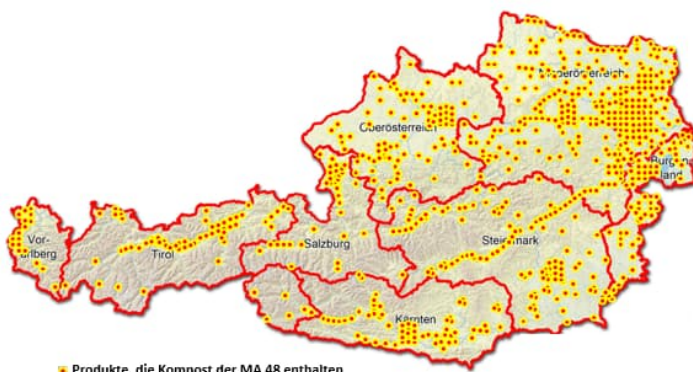


Abb. 58: Wien, 21.03.2012, feierliche Eröffnung des Erdenwerks Schafflerhof (Leiter der MA 48 Josef Thon, Bezirksvorsteher Norbert Scheed, Umweltstadträtin Ulli Sima, Geschäftsführer „terrasan“ Hans Jürgen Riehl (@Christian Fürthner))

Ab 2012 wurde die Produktion von „Guter Grund“ im Erdenwerk Schafflerhof fortgesetzt, insgesamt wurden bis 2023 rd. 47.000 18 Liter-Säcke und über 360.000 40 Liter-Säcke verkauft. Die Verkaufspreise blieben zwischen 2012 und 2021 unverändert (3 € für 18 Liter-Sack, 5 € für 40 Liter-Sack), danach wurden sie angehoben (aktuell: 4 € für 18 Liter-Sack und 6 € für 40 Liter Sack).

In diesen Jahren wurden auch vier weitere Zusatzabkommen mit der Firma „terrasan“ (ab 2016 „Compo“) abgeschlossen. Das Erdenwerk Schafflerhof wurde ausgebaut, zusätzliche Flächen verpachtet, die Produktionskapazität erweitert.

Unabhängig von der Produktion der Wiener Blumenerde „Guter Grund“ war und ist die Firma „Compo“ (früher „terrasan“) auch indirekt für die Vermarktung von Wiener Kompost im Wege der eigenen Erdenproduktion verantwortlich (mehr als 1,5 Mio. verkaufte Säcke jährlich, über 1.200 Verkaufsstellen in ganz Österreich, Abbildung 59).



■ Produkte, die Kompost der MA 48 enthalten

Abb. 59: Über 1.200 Verkaufsstellen in ganz Österreich (Quelle: terrasan)

Die Produkte des Erdenwerks Wien-Schafflerhof sind neben Österreich auf für die Nachbarländer (Tschechien, Slowakei, Ungarn und Slowenien) bestimmt. Damit erfüllt der Wiener Kompost auch im Ausland seine wichtige Umweltfunktion.

Die Wiener Erde „Guter Grund“ wurde bis 2018 auf Basis der ÖNORM S 2203 „Kulturerden aus Kompost“ erzeugt, sie unterlag dadurch nicht dem Regime des Düngemittelrechts. Erst mit der Rückziehung dieser ÖNORM im Jahre 2018 musste die neue Bezugsnorm nämlich die ÖNORM S 2021 „Kultursubstrate“

verwendet werden. Auf den ersten Blick mag zwischen „Kulturerden“ und „Kultursubstraten“ kein großer Unterschied sein, inhaltlich jedoch sind die Differenzen erheblich, da man sich mit der ÖNORM S 2021 („Kultursubstrate“) gleich im Wirkungsbereich des Düngemittelrechts befindet und da sind die Anforderungen sehr streng. Aber auch diese „strengen“ Anforderungen erfüllt die Wiener Blumenerde anstandslos.

Unerwartete Schwierigkeiten gab es infolge der Nutzung des Österreichischen Umweltzeichens. Zwar erfüllten alle Atteste die Anforderungen gemäß der VKI-Richtlinie „UZ 32“, bei einer Untersuchung durch den VKI im Zuge eines Blumenerdentests der Zeitschrift „Konsument“ erhielt „Guter Grund“ nicht die höchste Note „Ausgezeichnet“. Der Grund dafür lag in nur einem Testfaktor, nämlich in der „Pflanzenverträglichkeit“. Bei den restlichen 19 Faktoren erhielt die Blumenerde „Guter Grund“ zwar die Höchstbewertung, für das Endergebnis hatte diese Tatsache aber keinen Einfluss mehr.

Nach durchgeführten Recherchen stellte sich heraus, dass diese für die höchste Note nicht ausreichende Bewertung auf einem gravierenden Fehler bei der Feststellung der Pflanzenverträglichkeit beruhte.

Für die Beurteilung der Pflanzenverträglichkeit wurde nämlich durch die AGES die so genannte „Petrischalenmethode“ gewählt, mit welcher binnen weniger Tage die Wurzelentwicklung beobachtet und als so genannter „Wurzellängenindex“ ausgewiesen wird.

Diese Methode entsprach zwar dem Stand der Technik (ÖNORM S 2021 „Kultursubstrate“) jedoch für die Anwendung bei Blumenerden, welchen organische Düngemittel zugesetzt werden, war sie völlig ungeeignet.

Die Blumenerde „Guter Grund“ ist ein solches „Kultursubstrat“. Die ergänzende Düngung ausschließlich mit organischen Düngern (Horngrieß und Phytogriß) entsprach den Vorgaben des Umweltzeichens (UZ 32).

Durch die Zugabe von organischen Düngemitteln (allen voran von Hornspänen) kommt es in jedem natürlichen Milieu im Zuge des so genannten Nitrifikationsprozesses zur Freisetzung von Ammoniak, diese Freisetzung wird durch höhere pH-Werte des Kompostes noch zusätzlich begünstigt. Ammoniak hemmt bzw. behindert das Wurzelwachstum.

Während des gewöhnlichen Pflanzenwachstums in einem offenen Topf (wie es auch in den beiden anderen gemäß der ÖNORM S 2021 zulässigen Wachstumstests mit Gartenkresse bzw. mit Chinakohl der Fall ist) kann Ammoniak (welches ohnehin nur kurzfristig und in geringen Mengen entsteht) frei entweichen.

Die sich im Zuge der Nitrifikation bildenden, pflanzenverfügbaren Stickstoffverbindungen („Nitrate“) stehen folglich den Pflanzen kontinuierlich zur Verfügung, wodurch sich diese auch entsprechend gut entwickeln können.

Aus einer dicht verschlossenen Petrischale kann Ammoniak nicht entweichen, dadurch kommt es innerhalb der sehr kurzen Beobachtungszeit (in der Regel 2 Tage) zu einem gehemmten Wurzelwachstum.

Die (gegebenfalls negativen) Ergebnisse der „Petrischalenmethode“ können natürlich auch eine begründete Aussagekraft besitzen, aber nur dann, wenn die Ammoniakbildung nicht durch eine nachträgliche Zugabe von organisch gebundenem Stickstoff, sondern durch die noch nicht vollständig ab- und umgebauten eiweißhaltigen Bestandteile von Kompost verursacht wird, mit anderen Worten, wenn der eingesetzte Kompost noch „unreif“ war, was wiederum ein Hinweis auf die noch nicht gänzlich abgeschlossenen Ab- und Umbauprozesse während der Kompostierung sein kann.

Dies war jedoch beim durch die MA 48 eingesetzten Kompost mit absoluter Sicherheit auszuschließen, der Kompost war über ein Jahr alt, die durchgeführten Analysen bestätigten seine vollständige Reife.

Die AGES und der VKI wurden über diesen Sachverhalt informiert, seitens der AGES wurde der Fehler zugegeben. Bei der darauffolgenden Sitzung des zuständigen Gremiums von Austria Standard Institut (früher ÖNI) wurde in der ÖNORM S 2021 eine entsprechende Änderung vorgenommen.

In der aktuell gültigen Version der ÖNORM S 2021, Ausgabe 15.01.2021 gibt es im Kapitel 8.1 „Petrischalentest“ folgende Formulierung:

„Liegt der Wert für den Wurzellängeindex gemäß ÖNORM EN 16086-2 unter 80%, ist die Pflanzenverträglichkeit zusätzlich gemäß 8.2 (Anmerkung: Wachstumstest mit Kresse) oder 8.3 (Anmerkung: Wachstumstest mit Chinakohl) zu prüfen.“

(Anmerkung: Bei Anwesenheit organischer Düngemittel besteht die Möglichkeit einer Beeinflussung durch entstehenden Ammoniak“).

Das Ergebnis des VKI-Tests konnte nachträglich leider nicht mehr geändert werden.



Eine andere, wohl viel mehr eher eine „lustige“ Folge der (gemäß UZ 32 verpflichtenden!) Verwendung von organischen Düngemitteln gab es 2020 in Form von „Mäusebissen“. Eines Tages kam vom Erdenwerk Schafflerhof die Meldung, dass die dort lagernden „Guter Grund“-Säcke Löcher aufweisen (Abbildung 60). Eine genaue Recherche ergab, dass in der Erde bei den Löchern Mäusekot vorhanden war, was eindeutig darauf hinwies, dass sich die Nager in dieser Weise den Zugang zu den pflanzlichen Düngemitteln (in dem Fall Phytogrieß) verschafft haben mussten.

Abb. 60: „Guter Grund“, Mäusebisse“, 2020 (Quelle: MA 48)

Alternative Düngemittel für die Blumenerde „Guter Grund“

Nachdem die Wiener Biotonne bereits als die „vegane Biotonne“ bekannt war, sollte versucht werden, die bisher bei der Blumenerde „Guter Grund“ verwendete Düngemischung aus Hornspänen und Hornmehl durch rein pflanzliche Produkte zu ersetzen. Es gab auch zahlreiche Anfragen, ob die Verwendung von „tierischen“ Nebenprodukten als Düngemittel mit dem Umweltgedanken vereinbar wäre und ob überhaupt der Einsatz solcher Mittel in einer „Bioerde“ erlaubt sei.

Ungeachtet der fehlenden Richtigkeit dieser Bemerkungen, wurden sie trotzdem zum Anlass genommen, zu prüfen, ob es andere Lösungen gäbe, sodass auch die Wiener Blumenerde als „vegan“ bezeichnet werden könnte. (Hinsichtlich der Bezeichnung „Bioerde“ siehe „Anmerkung“ unten).

In einem Praxistest mit je einer Zier- und Gemüsepflanze konnte nachgewiesen werden, dass das Kultursubstrat „Guter Grund“ bei Verwendung eines Düngers aus pflanzlichen Rohstoffen („BioAgenasol“) die Anforderungen für ein gutes Wachstum voll erfüllt.

Die Ergebnisse der Testpflanzen waren bei der Prüferde sogar wesentlich besser, als jene, die in einem standardisierten Vergleichssubstrat kultiviert wurden (Abbildung 61).



Abb. 61: Sonnenblume (links) und Pfefferoni. Auf jedem Bild jeweils links das Vergleichssubstrat (Quelle: H. Windisch)

(Anmerkung „Bioerden“: Die MA 48 hat absichtlich auf eine solche Bezeichnung der Blumenerde „Guter Grund“ verzichtet. Der Begriff „Bio“ (beim Wort „Bioerde“ als Affix verwendet) ist in der Europäischen Union ausschließlich für Lebensmittel reserviert. Die Begriffe „Biolandwirtschaft“ oder „Biolandbau“ zählen dazu, nicht jedoch „Bioerde“. Es gibt auch keine normativen Vorgaben, wann „Bio“ in der Erdenbezeichnung verwendet werden kann, denn, wenn etwas nicht erlaubt ist, kann auch nicht geregelt werden.

Im Handel findet man natürlich eine Reihe von Blumenerden die „Bioerden“ heißen, was eindeutig falsch ist. Richtig und korrekt im Falle der Wiener Blumenerde ist nur die Information, dass die Wiener Blumenerde „Guter Grund“ Kompost enthält, welcher für den biologischen Landbau geeignet und zugelassen ist. Werbetechnisch ein schwieriges Unterfangen, diese Angabe gibt es daher nur in der Produktbeschreibung).

Vergleich der auf dem Markt befindlichen Blumenerden

Besonders in der Anfangsphase der Produktion der Wiener Blumenerde „Guter Grund“ war es sehr wichtig, sich einen Überblick über die anderen auf dem Markt befindlichen Erdenprodukte zu verschaffen.

Im Jahre 2015 wurden durch die MA 48 21 Erdenprodukte verglichen, davon 11 torffreie Substrate (inkl. Blumenerde „Guter Grund“ 18 Liter und 40 Liter), sowie 10 torfhaltige Substrate. (Abbildungen 62 und 63).



Abb. 62: Untersuchte torffreie Blumen- und Gartenerden (Quelle: MA 48)



Abb. 63: Untersuchte torfhaltige Blumen- und Gartenerden (Quelle: MA 48)

Von den untersuchten 11 Blumenerden ohne Torf lag „Guter Grund“ in Hinblick auf den Wassergehalt im „Mittelfeld“ („Guter Grund“: 52% FM, MW: 50% FM, max.: 59,6% FM, min.: 34,6% FM). Ähnlich war das Ergebnis beim „Schüttgewicht“ („Guter Grund“: 0,53 kg/l, MW: 0,48 kg/l, max.: 0,60 kg/l, min.: 0,37 kg/l).

In Hinblick auf die Preise lag die Blumenerde „Guter Grund“ mit 0,13 €/l (40 Liter Sack) eindeutig im unteren Feld (MW: 0,27 €/l, max.: 0,73 €/l, min.: 0,12 €/l).

Die Blumenerden mit Torf waren naturgemäß alle leichter als Produkte ohne Torf (MW: 0,38 kg/l, max.: 0,49 kg/l, min.: 0,28 kg/l) und das bei durchaus höheren Wassergehalten (MW: 52 % FM, max.: 64,6% FM, min.: 42 % FM). Darin liegt auch die „Vermarktungsproblematik“ von Blumenerden ohne Torf, sie sind alle durch den Wegfall von Torf schwerer und trockener (da wegen des bereits hohen Eigengewichts weniger Wasser zugesetzt werden kann, sonst wären die Erdensäcke zu schwer), diese beiden Eigenschaften sind jedoch für die „Haptik“ einer Blumenerde ungünstig. Blumenerden mit Torf sind selbstverständlich auch viel billiger als jene ohne Torf (MW: 0,16 €/l, max.: 0,35 €/l, min.: 0,05 €/l).

„Guter Grund“, Lagerungsversuch

Beim Verkauf von Blumenerden kommt es vor, dass am Jahresende einige Paletten mit Säcken übrigbleiben. Es wurde daher die Frage gestellt, ob die längere Zwischenlagerung von fertig abgepackter Blumenerde die Erdenqualität beeinträchtigen kann. Mit der Beantwortung dieser Frage wurde die BFA im Rahmen der Kompostforschung betraut (BFA, 2021). Während der Lagerung nahm der Wassergehalt in den Substraten zu. Der Ammonium-Stickstoff nahm von anfangs über 300 mg/l bis auf weniger als 25 mg/l ab. Die Pflanzenverträglichkeit wurde mit der Zeit besser (Abbildung 64).

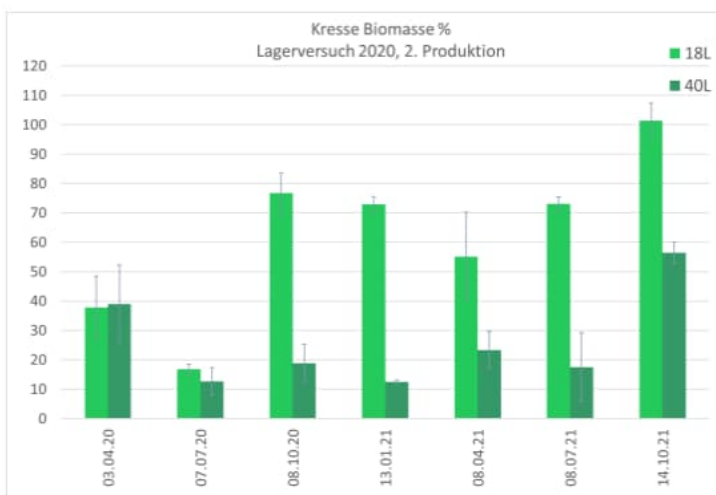


Abb. 64: Pflanzenverträglichkeit, Biomasse. Vergleich bei Lagerung in Zeitverlauf (Quelle: BFA)

Besonders interessant war die eindeutige Wassergehaltszunahme während der Lagerung. Da nicht davon auszugehen ist, dass die Blumenerde während der Lagerung zusätzliches Wasser aufgenommen hat, kann diese Tatsache nur durch das Freiwerden des Zellwassers erklärt werden.

„Fluvisol“, Wiener Komposterde

Die Idee hinter der Wiener Komposterde „Fluvisol“¹ geht auf das alte Ägypten zurück, wo die Nilüberschwemmungen die Hauptnährstoffquelle für die damalige Landwirtschaft waren.

Auch in Wien gibt es regelmäßige Überschwemmungen. Die dabei anfallenden Donausedimente werden (als Abfall) abgelagert. Was im alten Ägypten galt, sollte auch im heutigen Wien gelten, natürlich nur unter der Voraussetzung, dass diese Sedimente keine Schadstoffe enthalten.

Die Zusammensetzung einer Komposterde soll abhängig sein von gegebenen Bodeneigenschaften in dieser Region, wo die Komposterde auch eingesetzt werden sollte. Im Jahre 2016 wurden die Rahmenbedingungen zur Herstellung eines mit einem Auboden vergleichbaren Substrates aus Donausediment und Wiener Kompost festgehalten.

Empfohlen wurde eine Mischung aus Donausediment und Sand 0/4 mm und Kompost. Diese Mischung entsprach am besten den Auböden entlang der Donau.

Dass die Komposterde rechtlich Abfall ist, erschwert ihren Einsatz und die Vermarktung, denn „Abfall“ zu verkaufen ist nicht einfach. Abgesehen davon müsste die Kundin (der Kunde) für die „Abfallübernahme“ eine spezielle behördliche Erlaubnis besitzen, was natürlich bei Privatpersonen nicht zu erwarten ist.

Von dieser Erlaubnispflicht sind allerdings (gemäß dem Abfallrecht) jene Personen ausgenommen, die Abfälle „zum Nutzen der Landwirtschaft oder der Ökologie auf den Boden aufbringen“.

Die gegenständliche Bestimmung im Abfallrecht wurde vor allem in Hinblick auf die Ausbringung von kommunalen Klärschlämmen geschaffen, für die Komposterden gilt jedoch diese Bestimmung natürlich auch. In diesem Falle bleibt die Komposterde zum Zeitpunkt der Übernahme zwar Abfall, dieser Abfall darf jedoch ohne Probleme unter Einhaltung der oben angeführten Bedingungen (auch ohne Erlaubnis) übernommen werden. Der Vorbehalt, wonach die spätere Aufbringung der Komposterde auf den Boden „zum Nutzen der Ökologie“ erfolgt, ist dann gegeben, wenn die Komposterde gewisse Qualitätsmerkmale aufweist, die dieses „Nutzen“ erlauben.

Diese Qualitätsmerkmale sind in der ÖNORM S 2210 „Komposterden und Kompostsubstrate, Qualitätsanforderungen und Untersuchungsmethoden“ ganz klar geregelt.

Auch das ist wichtig, weil es niemandem geholfen wäre, wenn die Komposterde zwar als „Abfall“ übernommen und im eigenen Garten ausgebracht werden dürfte, dann aber folglich als solcher auch liegenbliebe, denn in einem solchen Fall hätte der Gartenbesitzer den Abfall zwar „legal“ übernommen, aber „illegal“ auf seinem Grundstück deponiert.

Diese Bestimmungen wurden in Wien bei der Vermarktung der Wiener Komposterde „Fluvisol“ angewendet. Leider war die Qualität der Donausedimente nicht immer gleichbleibend, die Vermarktung wurde daher im Jahre 2022 bis auf Weiteres eingestellt.

2.9.3 Phosphor, KSA

Einführung (EGLE, 2016)

Phosphor (P) ist ein essentieller und nicht substituierbarer Nährstoff für alle Lebewesen und unabdingbar in zahlreichen physiologischen und biochemischen Prozessen. In der Landwirtschaft wird Phosphor durch mineralische Düngemittel auf Rohphosphatbasis eingebracht. Rohphosphate werden aus sedimentären oder magmatischen Lagerstätten gewonnen, wobei es in der EU, mit Ausnahme kleinerer Lagerstätten in Finnland, keine abbauwürdigen P-Quellen gibt. Österreich ist zu 100% von Importen abhängig.

Die statistische Lebensdauer der P-Lagerstätten liegt derzeit bei ca. 300 Jahren. Während die Verfügbarkeit von Rohphosphaten also für mehrere Jahrhunderte gesichert ist, existieren zahlreiche andere Herausforderungen, die betrachtet werden müssen, diese sind vor allem politischer, aber auch wirtschaftlicher Natur. Gleichzeitig gehen sehr große Mengen an Phosphor verloren (*Anmerkung: zur Eutrophierung der Biotope beitragend*).

¹ Das Wort „Fluvisol“ stammt aus dem Latein und ist die Zusammenführung von Fluvius (Fluss) und Solum (Boden).

In den letzten Jahren wurden viele Versuche unternommen, den in den Klärschlammaschen enthaltenen Phosphor zu nutzen, wobei es hier auch zahlreiche Probleme gibt, wie z.B. Schwermetallgehalte der Aschen allen voran von Zink und Blei. In Wien laufen in diesem Zusammenhang seit 2015 zahlreiche Forschungsprojekte (TU Wien, MA 48, Wien Energie, u.a.). Als Konsens gilt mittlerweile die Tatsache, dass der Klärschlamm nur „monoverbrannt“ werden soll (d.h. ohne Mitverbrennung von anderen Abfällen).

Eine andere Möglichkeit, den Phosphor aus der Klärschlammasche stofflich zu verwerten wurde in Wien durch die Beimengung der Klärschlammasche als Zuschlagstoff im Kompostierungsverfahren überprüft.

Erhöhung der Pflanzenverfügbarkeit von Phosphor aus der Klärschlammasche durch den Kompostierungsprozess.

Da der Kompost im Kompostwerk Lobau ausschließlich aus Ausgangsmaterialien pflanzlichen Ursprungs erzeugt wird, ist der Phosphorgehalt dieses Kompostes relativ niedrig. Durch die Anreicherung des Kompostes mit Klärschlammasche bzw. Klärschlammasche-Produkten könnte die Phosphor-Düngewirksamkeit erhöht werden und dadurch eine nachhaltige Variante zu konventionellen und biologischen Düngemitteln sein.

Die praktische Nutzung der Zugabe von KSA als Zuschlagstoff bei der Kompostierung wäre nicht nur in Hinblick auf die Phosphorverwertung von Bedeutung, auch im biologischen Landbau wäre diese Methode vom Vorteil. Im biologischen Landbau ist die Verwendung von Phosphorpräparaten nicht erlaubt (die Ausnahme stellen nur die weicherartigen Rohphosphate dar, die Pflanzenverfügbarkeit des darin enthaltenen Phosphors ist allerdings sehr gering).

Erlaubt im biologischen Landbau ist jedoch die Verwendung von Kompost der Qualitätsklasse A+, die Zugabe von Pflanzenasche (Klärschlammasche soll gemäß der Novelle der Kompostverordnung dazu zählen) als Zuschlagstoff während des Kompostierungsprozesses ist auch bei dieser Qualitätsklasse erlaubt.

Im Rahmen der Kompostforschung befasste sich daher die Bioforschung Austria in den Jahren 2016 bis 2021 mit der Untersuchung der Wirkung der Klärschlammasche im Kompost auf die Versorgung der Pflanzen mit Phosphor.

Die Versuche wurden in folgenden Etappen realisiert:

- Etappe 1 *Laborversuche*
- Etappe 2 *Praxisversuche*

Laborversuche

Die Ergebnisse der Versuche zeigten, dass die Phosphorlöslichkeit bei der Klärschlammasche durch die mikrobielle Aktivität im Kompost erhöht werden kann. Durch die Zugabe von 90 mg/l Stickstoff konnte die Löslichkeit des Phosphors weiter gesteigert werden.

Die besten Ergebnisse wurden bei der Zugabe eines speziellen Bakterienproduktes erzielt. Die P-Löslichkeit der Klärschlammasche (gemessen im NAC-Extrakt) konnte durch die mikrobielle Aktivität im Kompost von rd. 8% des P_{ges} auf bis zu 34% des P_{ges} nach 6 Wochen erhöht werden.

Praxisversuche

Auf Basis der vielversprechenden Ergebnisse aus den Laborversuchen mit Klärschlammasche, wurden in den Jahren 2020 und 2021 Praxisversuche im Kompostwerk Lobau durchgeführt.

Für die Versuche wurden im Kompostwerk Lobau in eine frisch aufgesetzte, doppelte Zeilenmiete 6% Klärschlammasche, und zum Vergleich weicherartiges Rohphosphat beigefügt, gleichmäßig eingearbeitet und anschließend betriebsüblich über einem Zeitraum von 9 Wochen gerottet.

Im Praxisversuch konnte die Löslichkeit des Phosphors in der Klärschlammasche leider nicht wesentlich erhöht werden. Inwieweit die Phosphorlöslichkeit durch Zugabe von Stickstoff und Bakterienprodukten, wie in den Laborversuchen, gesteigert hätte werden können, wurde in der Praxis nicht getestet. Aufgrund hoher Schwermetallgehalte gab es nämlich keine weiteren Versuche.

Versuche mit Klärschlammascheprodukt Dicalciumphosphat („DCP“)

Die Verwendung von KSA in der Kompostierung ist solange nicht möglich, solange die Klärschlammaschen hohe Schwermetallgehalte aufweisen.

Der Einsatz von bestimmten, bereits schwermetallentfrachteten Klärschlammascheprodukten (z.B. von DCP nach dem Ash2®Phos-Verfahren) wäre jetzt schon möglich.

Im Jahre 2021 wurde durch die BFA ein entsprechender Laborversuch durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigten, dass nach Zugabe dieses Produktes beim Kompostierungsprozess der Gesamt-Phosphorgehalt der Kompostmischung erhöht werden konnte, ohne die Kompostqualität zu beeinträchtigen. Neben den Nährstoffgehalten wurde von der Kompost-DCP-Mischung nach 8 Wochen Rottezeit im Labor auch die Pflanzenverträglichkeit mittels Kresstest überprüft und positiv bewertet.

Da DCP ein hochqualitatives Produkt ist, wird die Wirtschaftlichkeit bei der Einarbeitung in den Kompost in der Praxis wahrscheinlich nicht gegeben sein. Jedoch sollte geprüft werden, ob bei der Phosphorrückgewinnung aus Klärschlammmasche Intermediär- oder Sekundärprodukte entstehen, bei welchen es wirtschaftlich wäre, sie für die Erhöhung des Phosphorgehalts des Kompostes zu verwenden.

2.9.4 AGRANA Verbot der Kompostausbringung, Knochenreste im Kompost

In Februar 2005 teilte die Zuckerfabrik Leopoldsdorf dem Betriebsleiter des Landguts Stift Schotten (MA 49-L) mit, dass keine Zuckerrüben angebaut werden dürfen, sollte weiter Kompost verwendet werden.

Tatsächlich galten in Österreich seit Jänner 2005 neue Vertragsbestimmungen zur Verkaufs- und Liefervereinbarungen für Zuckerrüben. Der § 4 dieser Bestimmungen untersagte bei Zuckerrübenkulturen den Einsatz von Klärschlamm und Klärschlammkompost, sowie von Düngemitteln tierischen Ursprungs.

Die Ursache für die Einführung dieses Verbots dürften Untersuchungen von Rübenschnitzeln (*Anmerkung: ein Nebenprodukt aus der Zuckerrübenverarbeitung, das vor allem als Futtermittel für Rinder, Schweine, Schafe und Pferde genutzt wird*) in Süddeutschland gewesen sein. In manchen Proben wurden mikroskopische Reste von tierischem Eiweiß festgestellt. Dem zur Folge wurde durch die deutsche Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt, das Verbot der Verfütterung von Zuckerrübenschnitzeln an Nutztiere gemäß der EU Verordnung 1774 wegen der Gefahr der Ansteckung von Wiederkäuern mit BSE ausgesprochen.

Dass die Quelle der tierischen Eiweißreste natürlichen Ursprungs sein kann und nicht alleine aus den Komposten stammen muss, war allen FachexpertInnen bewusst. Nach zahlreichen Stellungnahmen hat die Südzucker AG das Ausbringungsverbot für Komposte, Gärreste sowie Klärschlamm aufgehoben. Erst nach intensiver Überzeugungsarbeit durch die Stadt Wien wurde dieses Verbot auch in Österreich aufgehoben.

2.9.5 Demonstrationsversuche Rautenweg

Im Jahre 2010 wurde auf den neben der Deponie Rautenweg befindlichen Grundstücken zum ersten Mal ein „Demonstrationsversuch“ angelegt, welcher bei Exkursionen, z.B. im Rahmen des Wiener Ferienspiels, gezeigt wird.

Die auf den Flächen produzierten landwirtschaftlichen Produkte werden v. a. bei Großveranstaltungen der MA 48 – wie dem Mistfest verkauft. Sie machen den Wiener Bioabfallkreislauf für die Bevölkerung anschaulich und sollen zur sauberen Bioabfallsammlung motivieren.

Der Demonstrationsversuch wird in Kooperation mit der Stadt Wien – Klima, Forst- und Landwirtschaftsbetrieb und unter der wissenschaftlichen Betreuung durch das Institut Bioforschung Austria durchgeführt. Bei diesem Demonstrationsversuch wird u.a. auch die Humusanreicherung des Bodens durch Kompost in einem Praxisversuch getestet. Es ist dabei zu erkennen, dass der Humusgehalte auf der Teilfläche ohne Kompost im Zeitraum von 2014 bis 2022 leicht abnimmt.

Auf einer Teilfläche (abwechselnd) werden jährlich auch Kürbisse angebaut, die dann im Rahmen eines gemeinsamen („festlichen“) Einsatzes geerntet werden (Abbildungen 65 und 66).



Abb. 65: Rautenweg, Kürbisernte (Quelle: MA 48, Jahresbericht 2015; © C. Houdek)



Abb. 66: Rautenweg, Kürbisernte (Quelle: MA 48, Jahresbericht 2015; © C. Houdek)

2.10 Recht

2.10.1 **Wiener Abfallwirtschaftsgesetz**

Das Wiener „Abfallrecht“ hat eine mittlerweile 464-jährige Geschichte. Begonnen hat alles im Jahre 1560 mit einer Kundmachung bezüglich der Beseitigung von „Hausmist und anderen Unsauberkeiten“ über die Regelung aus dem Jahre 1934 betreffend „Hauskehrrichtabfuhrgebühr (Coloniagebühr)“ bis zur bisher (Stand 2022) letzten Novelle des Wiener Abfallwirtschaftsgesetzes aus dem Jahre 2021.

Unten ein kurzer Aufriss des Wiener Abfallrechts (inkl. Bundesrecht, soweit Bioabfälle betroffen sind):

- 1560 Gemäß einer Kundmachung vom 14. November 1560 haben alle Bewohner der Stadt ihren „Hausmist, und andre Unsauberkeit in Putten, Scheibtruhen oder auf Kärren und Wagen strakhs aus der Statt zu bringen“.
- 1656 Erste geordnete Kehrrechtabfuhr.
- 1839 Mülltransport durch die gemeindeeigenen Straßenkehrrechtswagen wird verpflichtend vorgeschrieben (Einführung der Wiener „Mistglocke“).
- 1923 Die Umstellung auf das Colonia-System („staubfreie“ Müllabfuhr mittels spezieller Behälter, zuerst eingeführt in Köln im Jahre 1918). (Anmerkung: In Wien gibt es in vielen Wohnhäusern noch heute „Colonia-Räume“).
- 1934 Das Wiener Landesgesetz zur Müllabfuhr mit Vorschreibung eines Entgeltes (Coloniagebühr) wird verabschiedet. Das Entgelt wird durch Gefäßzahl, Entleerrhythmus und Grundgebühr festgelegt. Nach Einführung verschiedener Gefäßgrößen kam noch dieser Faktor hinzu. An diesem Verrechnungssystem hat sich im Wesentlichen bis heute nicht viel geändert.
- 1965 Inkrafttreten des Wiener Müllabfuhrgesetzes. Darin geregelt wird die Organisation der Müllabfuhr, sowie die Abgabepflicht („Müllgebühr“).
- 1985 Vorstellung des ersten Abfallwirtschaftskonzeptes der Stadt Wien.
- 1988 Novelle der Bundesverfassung (Art. 10 und Art. 15), Schaffung eines eigenen Kompetenztatbestands „Abfallwirtschaft“, Aufteilung der Kompetenzen zwischen Bund und Länder. Gründung des „Arbeitskreises Kompostverwertung“ im Rahmen der MA 48. Eröffnung von 18 Mistplätzen (hier die Möglichkeit kostenloser Abgabe von sperrigen Gartenabfällen)
- 1991 Inkrafttreten des ersten österreichischen Bundes-Abfallwirtschaftsgesetzes
- 1994 1. Wiener Abfallwirtschaftsgesetz (Wr. AWG).
Darin unter anderen:
 - Die Regelung (zum ersten Mal) der Abfallvermeidung, der getrennten Sammlung von Altstoffen („Öffentliche Altstoffsammlung“) und der stofflichen Verwertung von nicht vermeidbaren Abfällen (darunter auch von „biogenen Abfällen“).
- 1995 Inkrafttreten der Bundes-Bioabfallverordnung
- 1996 1. Novelle des Wr. AWG.
Darin unter anderen:
 - Vorschreibung der Erstellung eines Abfallwirtschaftskonzeptes,
 - Verbot der Verdichtung von Müll in Sammelbehältern („Der Müll darf darin nicht eingestampft oder eingeschlammmt werden“).
- 2001 2. Novelle des Wr. AWG.
Darin unter anderen:
 - Definition der „Systemabfuhr“ (gültig für Müll und Altstoffe, darunter auch für Bioabfälle),
 - Optimierung des Ablaufs der Abfallsammlung,
- 2001 Inkrafttreten der Bundes-Kompostverordnung.
- 2006 3. Novelle des Wr. AWG.
Darin unter anderen:
 - Schaffung der Umweltprüfung bei der Erstellung des Abfallwirtschaftskonzeptes inkl. Informationen für den Umweltbericht, Beteiligung der Öffentlichkeit und der Wiener Umweltschutzkommission, Abschätzung der Umweltauswirkungen,
 - Umsetzung von Rechtsakten der Europäischen Gemeinschaft.
- 2007 4. Novelle des Wr. AWG.
Darin unter anderen:
 - Einführung der Regelung, wonach der mutmaßliche Jahresertrag der Abgabe das doppelte Jahreserfordernis nicht übersteigen darf (eine Konsequenz des Bundes-Finanzausgleichsgesetzes, oft fälschlich als „Umweltzuschlag“ bezeichnet).

- 2010 5. Novelle des Wr. AWG.
Darin unter anderen:
 - Abfallwirtschaftsplan statt Abfallwirtschaftskonzept inkl. erheblicher Inhaltserweiterung,
 - Einführung des Abfallvermeidungsprogramms,
 - Neudefinition des Mülls als Siedlungsabfall,
 - Einführung des Abholsystems als Teil der hoheitlichen Systemabfuhr neben dem Umleersystem (inkl. spezieller Gebühren),
 - Verpflichtung zur Verwendung von Mehrwegprodukten bei Veranstaltungen,
 - Schaffung einer Regelung, wonach die Reduktion des bereitgestellten Behältervolumens nur auf schriftlichen Antrag des Liegenschaftseigentümers zu prüfen ist. *(Anmerkung: In der Vergangenheit musste die MA 48 „von Amts wegen“ nicht nur die Anzahl der aufgestellten Sammelbehälter erhöhen, sondern auch reduzieren. Das bedeutete einen enormen Aufwand. Geblieben ist die Möglichkeit der Reduktion des tatsächlichen Sammelbehältervolumens nur auf Antrag der „betroffenen“ LiegenschaftseigentümerInnen),*
 - Schaffung einer Verordnungsermächtigung zur Festlegung von Anforderungen an die Bereitstellung, Sammlung, Lagerung, Beförderung und Verwertung von verwertbaren Abfällen *(Anmerkung: Das war ein Versuch, über Umwege die „Überlassungspflicht“ für Altstoffe einzuführen, was jedoch nicht gelang und erst in der Novelle 2021 teilweise verwirklicht wurde),*
 - Schaffung der Möglichkeit der Aufstellung von Sammelbehältern für Altstoffe auf privaten Grundstücken (z. B. bei Supermärkten. *(Anmerkung: Obwohl es bei den Supermärkten fast immer genug Platz für die Aufstellung von „Altstoffsammelinseln“ gab und es für die BürgerInnen ganz einfach und praktisch gewesen wäre, Altstoffe im Wege der wöchentlichen „Einkaufsfahrt“ mitzunehmen und ohne zusätzlichen Aufwand in die richtigen Behälter einzubringen, war es lange Zeit nicht möglich, dort diese Behälter aufzustellen, da es sich um Privatgrund handelte und die großen Handelsketten gar kein Interesse daran hatten, auch nur auf einige wenige Parkplätze zu verzichten. Erst mit der Schaffung dieser Regelung wurde diese Grundverweigerung beseitigt),*
 - Verbot der Einbringung von Müll in Altstoffbehälter und von Altstoffen in Müllbehälter,
 - Verbot der Entwässerung und Zerkleinerung von betrieblichen Küchen- und Speiseabfällen zwecks anschließender Einleitung fester oder flüssiger Fraktionen in das Kanalnetz. *(Anmerkung: Durch „findige“ private Unternehmen wurden immer wieder Einrichtungen angeboten, mit deren Hilfe flüssige Speisereste in Betrieben, Restaurants, Kantinen, etc. zerkleinert und entwässert werden konnten, um dann - wohl auf Kosten der Allgemeinheit und der Umwelt - die flüssige Phase über das Kanalnetz zu entsorgen),*
 - Verbot des Entleerens oder des Umfüllens der Inhalte der Sammelbehälter sowie des Nachsortierens der dort befindlichen Abfälle,
 - Bezeichnung des Straßenkehrichts als Siedlungsabfall und der so genannten „Papierkörbe“ als die „auf öffentlichem Grund für den öffentlichen Gebrauch bereitgestellten Sammelbehälter für im Freien anfallenden Müll, einschließlich Hundekot“.
- 2012 6. Novelle des Wr. AWG.
Darin:
 - Einführung der Legaldefinition des Begriffs „Liegenschaft“ als Grundbuchskörper im Sinne des Allgemeinen Grundbuchsanlegungsgesetzes. *(Anmerkung: Grund für diese Klarstellung waren Praktiken einiger Firmen, die unter einer Einlagezahl zusammengefasste Liegenschaften künstlich in einzelne „Grundstücke“ teilten, um damit eine missbräuchliche Benützung von innerhalb einer Einlagezahl jedoch auf einem anderen Grundstück befindlichen Müllbehälter zu benützen).*
- 2013 7. und 8. Novelle des Wr. AWG.
Darin:
 - Geringfügige legistische Änderungen
- 2021 9. Novelle des Wr. AWG.
Darin unter anderen:
 - Klarstellung der Anzahl der BesucherInnen von Veranstaltungen hinsichtlich der Pflicht zur Erstellung eines Abfallwirtschaftskonzeptes. *(Anmerkung: „künstliche“ Teilung der Besucheranzahl nicht mehr möglich),*
 - Schaffung des Duplizierungsverbots für die Aufstellung von Sammelbehältern für Altstoffe *(Anmerkung: Wenn die Gemeinde Wien bereits eigene Behälter aufgestellt hat, dürfen Private keine weiteren Sammelbehälter für diese Altstoffe aufstellen),*
 - Schaffung einer Verordnungsermächtigung zur Festlegung, für welche Abfälle das Duplizierungsverbot gilt,

- Einführung eines neuen Grundbetrags für die Berechnung der Müllabgabe und zwar für einen Kubikmeter Fassungsvermögen eines einmalig entleerten oder abgeholtten Sammelbehälters, statt wie bisher für die Entleerung eines „fiktiven“ Sammelbehälters mit 110 Liter Volumen,
- Vereinheitlichung der Berechnung der Müllabgabe für beide Sammelsysteme (Umleersystem und Abholsystem), bei Beibehaltung der bisherigen Regelung „110 Liter ist gleich 120 Liter und 220 Liter ist gleich 240 Liter“,
- Einführung der Berechtigung der Gemeinde Wien (MA 48), zwecks Kontrolle der Einhaltung der Vorgaben zur Nutzung der Mistplätze, bestimmte Daten (darunter auch Autokennzeichen) zu erfassen und automatisiert zu verarbeiten,
- Streichung des „Vorsatzes“ (*Anmerkung: „absichtlicher“ Handlung*) als Voraussetzung für die Bestrafung. Die Strafbarkeit gilt somit schon bei einer „fahrlässigen“ Handlung.

2.10.2 Novelle der Kompostverordnung

Die im Jahre 2001 in Kraft getretene Kompostverordnung (BGBl. II Nr. 292/2001) war zweifelsohne ein Meilenstein in der Bioabfallwirtschaft, nicht nur in Österreich, sondern auch auf dem gesamten Gebiet der Europäischen Union. Es war (in Österreich und in der EU) die erste so genannte „Abfallendeverordnung“. Das Wesen dieser Verordnung lag darin, dass der Verlust der Abfalleigenschaft von (Abfall)Kompost nicht erst mit der nachweislich erfolgten ordnungsgemäßen Verwertung (z.B. durch die Aufbringung auf den Boden), sondern bereits viel früher, nämlich noch innerhalb des Kompostwerks eintritt. Das hatte zur Folge, dass der Kompost als Produkt gehandelt werden durfte, alle Einschränkungen, die es für den Umgang mit Abfällen gibt, galten für gemäß der Kompostverordnung hergestellte Komposte nicht.

Die Kompostverordnung hatte aber auch viele Schwächen. Der Verordnungstext war sehr umfangreich, es war nicht leicht, sich innerhalb der vielen (oft leider widersprüchlichen) Bestimmungen zurechtzufinden.

Hierzu einige Beispiele:

- *Definitionen*
Die Bezeichnungen der einzelnen Kompostarten („Kompost“, „Qualitätskompost“, „Klärschlammkompost“, „Qualitätsklärschlammkompost“, „Müllkompost“) sind zum Teil widersprüchlich. So wäre z.B. „Qualitätskompost“ (im Sinne der Kompostverordnung) kein Kompost, da unter dem Begriff „Kompost“ ausschließlich ein minderwertiges Kompostprodukt (der Qualitätsklasse B) definiert wird.
- *Ausbringung von Kompost*
In der Kompostverordnung 2001 gibt es zwar keine Mengenbeschränkungen für die landwirtschaftliche Anwendung von „Qualitätskompost“ (Qualitätsklasse A+), sehr wohl jedoch die „Empfehlung“ einer generellen Einschränkung der landwirtschaftlichen Kompostausbringung mit 8 t TM/ha*a. Die dazu verwendete Formulierung: „*Die empfohlene Aufbringungsmenge darf für Düngungsmaßnahmen 8 t TM pro ha und Jahr im fünfjährigen Durchschnitt nicht überschreiten*“ kann zwar als eine legistische Sonderleistung bezeichnet werden (Empfehlung und Verbot in Einem), den KompostanwenderInnen half es aber wenig. Abgesehen davon waren die „zwangsweise empfohlenen“ 8 t TM/ha*a viel zu wenig, es fehlte dazu auch jegliche Fachbegründung.
- *Probenahme*
Gemäß Kompostverordnung 2001 ist die Kompostprobenentnahme aus dem Siebstrom (Siebdurchgang, Feinkompost, Endprodukt) nicht erlaubt, sie wäre aber hinsichtlich der hohen Homogenität viel sinnvoller und viel einfacher (somit auch billiger), als die in der Kompostverordnung vorgeschriebene sehr zeitaufwändige Beprobung eines (dazu noch nicht abgesieften!) Rohkompostes mittels des so genannten „Bohrstockverfahrens“.

Unabhängig davon waren manche Inhalte nicht mehr aktuell, so gab es z.B. in der Kompostverordnung 2001 noch keine Zuordnung der Ausgangsmaterialien zu den Schlüsselnummern gemäß Abfallverzeichnisverordnung (bzw. gemäß der ÖNORM S 2100).

Die ministeriellen Arbeiten an der Novelle der Kompostverordnung begannen bereits im Jahre 2015 mit der Gründung der Arbeitsgruppe „Mission Kompost“.

Der Vorbegutachtungsentwurf der neuen Kompostverordnung samt den Erläuterungen erschien am 21.12.2021, es folgten zahlreiche Stellungnahmen.

2.10.3 „Konsens Lobau“

Das Kompostwerk Lobau wurde im Jahre 1991 auf Grund von insgesamt 7 Bescheiden der zuständigen Landesbehörden errichtet. Im Zuge des Inkrafttretens des Bundes-Abfallwirtschaftsgesetzes (2002) war eine „Überleitung“ dieser vielen Bescheide in einen einheitlichen Bescheid notwendig. Dies geschah mit dem Bescheid MA 22 – 4550/2005 vom 4.5.2009. Anlässlich dieser „Überleitung“ wurde auch die Konsensmenge der Anlage Lobau von bisher 80.000 t/a auf 150.000 t/a erhöht.

2.10.4 Ausbringung von Kompost in Winter

Gemäß § 2 Abs. 3 der „Verordnung über das Aktionsprogramm zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat“ („Verordnung – NAPV“) ist das Ausbringen von langsam löslichen stickstoffhaltigen Düngemitteln (darunter von Kompost) vom 30. November bis 15. Februar des Folgejahres (d.h. in Winter) verboten.

Die Kompostausbringung wäre allerdings gerade in der Winterzeit bei fehlenden Kulturen und insbesondere bei gefrorenem und schneebedecktem Boden sinnvoll, da in dieser Zeit die Befahrbarkeit der Schläge in höherem Maße gegeben ist, als z.B. im Herbst oder Frühjahr, insbesondere bei hohen Niederschlägen und dadurch stark durchnässten Böden.

Das Verbot der Ausbringung von Düngemitteln auf gefrorenem Boden mag seine Richtigkeit bei mineralischen Düngern oder bei flüssiger Gülle haben, da dabei durchaus die Gefahr besteht, dass die Stickstoffverbindungen („Nitrat“) nicht langsam durch den Boden aufgenommen, sondern sofort über den gefrorenen Boden in den Vorfluter ausgetragen werden.

Bei Kompost ist die sofortige Verfügbarkeit von Stickstoff sehr gering (sie liegt bei max. 10% des N_{ges.}), der Kompost selbst hat durch den hohen Humusgehalt eine krümelige Struktur, die einen Austrag durch Wind oder Niederschlag (insbesondere bei Schneebedeckung des Bodens) verhindert. Der verfügbare Stickstoff kann sogar mit dem Einsetzen der Tauperiode langsam und somit effizienter durch den Boden aufgenommen werden, ohne dass der Boden selbst durch die schweren Maschinen (Traktoren und Kompoststreuer) unnötig verdichtet wird.

Für die Bioabfallwirtschaft wäre es daher sehr wichtig diese Verordnung im Sinne der Kompostwirtschaft entsprechend zu ändern.

2.10.5 ALSAG Bio

Die MA 48 bemühte sich in den Jahren 2006 bis 2011 in Zusammenarbeit mit der „Fernwärme Wien“, jene Abfälle mit hohem biologischen Anteil (z.B. Hausmüll, Siebreste von Bioabfallaufbereitung, sonstige organische Abfälle, die nicht für die biologische Behandlung im Sinne der Abfallverzeichnisverordnung geeignet sind), die in den Müllverbrennungsanlagen der Stadt Wien unter Erzeugung von elektrischem Strom und Fernwärme verbrannt werden, anteilmäßig von der Pflicht zur Entrichtung des Altlastensanierungsbeitrags (ALSAG) ausnehmen zu lassen. Das wurde in Verbindung mit dem Ökostromgesetz als logisch, somit richtig betrachtet. Das errechnete Einsparungspotential belief sich jährlich auf über eine Million €.

Die stattgefundene rechtliche „Auseinandersetzung“ zwischen der Stadt Wien, dem Zollamt, dem Unabhängigen Finanzsenat (UFS), dem Land Wien – Umweltschutz (als Organ der mittelbaren Bundesverwaltung), dem Verfassungsgerichtshof und dem Verwaltungsgerichtshof brachte für die Stadt Wien keinen Erfolg.

2.10.6 BVT-Schlussfolgerungen, „Sevilla-Prozess“

Mit dem Durchführungsbeschluss der EU-Kommission vom 10.02.2012 zur Richtlinie 2010/75/EU („Industrieemissionsrichtlinie“, „IPPC-Directive“) vom 24. November 2010 wurde die Entscheidung getroffen, für die Abfallbehandlungsanlagen (mit Ausnahme der Deponien und der Müllverbrennungsanlagen) neue BVT-Merkblätter (BVT bedeutet „Beste Verfügbare Technik“) auszuarbeiten.

Die alten aus dem Jahre 2006 stammenden BVT-Bestimmungen galten nur für „Waste Treatment Industries“. Abfallverwertungsanlagen, wie z.B. Kompostwerke oder Biogasanlagen blieben damals vom Geltungsbereich dieser Bestimmungen ausgenommen.

Der Prozess der Ausarbeitung dieser Merkblätter fand unter Einhaltung eines Informationsaustausches zwischen der EU-Kommission den Mitgliedstaaten, den betreffenden Industriezweigen und Nichtregierungsorganisationen statt. Zu diesem Zweck wurde im Jahre 2013 der so genannte „Sevilla-Prozess“ initiiert, genannt nach dem Sitz des für die Durchführung dieses Prozesses zuständigen Büros „JRC“ (Joint Research Center).

Zu den an diesem Prozess teilnehmenden Nichtregierungsorganisationen zählte mit Sitz und Stimme auch die Organisation „Municipal Waste Europe“ („MWE“). Diese Organisation, deren Mitglied der Österreichische Städtebund ist, nominierte DI Wojciech Rogalski als Vertreter, mit der Aufgabe, im Rahmen der „Sevilla-Gruppe“ die kommunalen Interessen wahrzunehmen und diese auch zu verteidigen.

Dass die offene Kompostierung überhaupt als „Stand der Technik“ Eingang in die EU-Dokumente (BREF und „BVT-Schlussfolgerungen“) fand, war alles andere, als selbstverständlich. In den zwischen 2013 und 2017 dauernden Beratungen der „Sevilla-Gruppe“ gab es viele Versuche, nur geschlossene (eingehauste) Anlagen als „dem Stand der Technik entsprechend“ zu deklarieren.

Ganz wesentlich waren die Diskussionen rund um die Verminderung diffuser Emissionen in die Luft, insbesondere von Staub, organischen Verbindungen und Geruch.

Die BVT hätte in diesem Sinne die „Einhausung/Kapselung, Erfassung und Behandlung diffuser Emissionen“ als zwingend notwendig auch für alle Kompostanlagen festgesetzt. Damit hätte die offene Kompostierung als „nicht dem Stand der Technik entsprechend“ gegolten.

Wäre diese Regulierung nach den Vorstellungen der „Industrie“ und „Italiens“ so geblieben, hätte es das Ende der offenen Kompostierung im Sinne des Standes der Technik (EU) bedeutet. Am Ende des „Diskussionsprozesses“ in Sevilla wurde ein Kompromiss gefunden, wonach der Beurteilung einer Kompostanlage hinsichtlich der besten verfügbaren Technik (BVT) je nach Risiko, welches von dem Abfall hinsichtlich diffuser Emissionen in die Luft ausgeht, eine besondere Relevanz gebührt.

Abbildungen:

Abb. 1: Wien, Müllabfuhr um 1839 (li) bzw. Müllabfuhr „Coloniasystem“ um 1923 (re) (Quelle: MA 48, Jahresbericht 2019) ...	5
Abb. 2: Wiener Bioabfallwirtschaftskonzept (Quelle: MA 48).....	9
Abb. 3: 8. Bezirk und 16. Bezirk, Verlauf der Biotonne-Sammel Mengen (Quelle: TB Hauer	13
Abb. 4: Kübel mit	14
Abb. 5: Zusammenhang zwischen EinwohnerInnen je Haus und Altstoff- Erfassungsgrad (Quelle: TB Hauer)	15
Abb. 6: Schematische Darstellung der räumlichen Aufteilung von Sammelgebieten bis 2002 „diagonal“ und ab 2002 „tangential“ (Quelle: TB Hauer).....	15
Abb. 7: Entwürfe für die Kennzeichnung der Sammelbehälter für Bioabfälle (©Strobelgasse).....	16
Abb. 8: „Konzept-neu“ für Aufteilung der „Bioabfallsammlung“ (Quelle: TB Hauer, MA 48).....	17
Abb. 9: Einteilung der Behälter nach dem Füllgrad (in % der Anzahl der Behälter, 4 Messungen) (Quelle: TB Hauer).....	17
Abb. 10: Schwellenwert für eine Anfallmenge von 80-l pro Woche (Quelle: TB Hauer).....	18
Abb. 11: Im Zuge der Bioabfallaufbereitung im KW Lobau abgetrennte „Siebüberlauffraktion“ (Quelle: TB Hauer).....	18
Abb. 12: Die ersten Speiseölsammelbehälter.	21
Abb. 13: „WÖLI“ (links) sowie Gastro-WÖLI (rechts) (Quelle: MA 48)	21
Abb. 14: Gliederung des Stadtgebietes nach dem Schichtenmodell (Quelle: TB Hauer)	22
Abb. 15: Sammel Mengen verschiedener Abfälle, Jahresverlauf und Durchgänge (DG) (Quelle: TB Hauer)	23
Abb. 16: Zusammensetzung der Biotonne im Verlauf der Jahre (Quellen: 1993-2015 TB Hauer, 2022 TB Merstallinger).....	23
Abb. 17: Biotonne Innenbezirke und Außenbezirke, Anteile an abbaubaren Kunststoffsäcken (Analyse 2020, TB Hauer)	24
Abb. 18: Offenes und geschlossenes Kompostierungsverfahren, Vorteile und Nachteile (Quelle: MA 48)	26
Abb. 19: Kompostierungsverfahren mit und ohne Vergärung als Vorstufe, Vorteile und Nachteile (Quelle: MA 48)	26
Abb. 20: Kompostwerk Wien, Standort NÖ Markgrafneusiedl, Rotteplatte mit mechanischer Belüftung als geschlossene Halle (Quelle: KUPA).....	27
Abb. 21: Kompostwerk Wien, Standort Lobau, Variante 1, „Freilandkompostierung“ (Quelle: KUPA)	28
Abb. 22: Technische Rotte Lobau, Variante 1 (Vorrötte Tunnel, Nachrotte im Freien) (Quelle: E. Harrer)	29
Abb. 23: Technische Rotte Lobau, Variante 2 (Vorrötte Halle „Vendelin-Umsetzer“, Nachrotte im Freien) (Quelle: E. Harrer) ...	29
Abb. 24: Technische Rotte Lobau, Variante 3 (Vorrötte Tunnel, Nachrotte Halle „Vendelin-Umsetzer“) (Quelle: E. Harrer).....	29
Abb. 25: Technische Rotte Lobau, Variante 4 (Vorrötte und Nachrotte Halle mit „Vendelin-Umsetzer“) (Quelle: E. Harrer).....	30
Abb. 26: Kompostwerk Lobau, Schäden auf der Rottefläche (Quelle: MA 48)	30
Abb. 27: Sieblinien für einen Schnellläufer sowie Langsamläufer (Quelle: MA 48).....	31
Abb. 28: Vor- und Nachteile der beiden Zerkleinerungsaggregate	32
Abb. 29: Empfohlene optimale Wassergehalte der Kompostproben (Quelle: MA 48)	33
Abb. 30: Siebversuch, „Tandemaufstellung“ mit 2 Siebmaschinen (©MA 48).....	34
Abb. 31: Mittelwerte des C/N-Verhältnisses Teilfläche 1 „Biotonne“ im Jahresverlauf (2020) (Quelle: BFA).....	36
Abb. 32: Mittelwerte des C/N-Verhältnisses Teilfläche 2 „Restmaterial“ im Jahresverlauf (2020) (Quelle: BFA).....	36
Abb. 33 Massenanteile der Inputmaterialien sowie das gewichtete C/N-Verhältnis der Mischung: Biotonne und Restmaterial im Jahresverlauf. (Quelle: BFA, MA 48)	37
Abb. 34: „City-Comp“ – Symbolbild (Quelle: MA 48)	37
Abb. 35: Wurmhotel für Biomüll von 30 Haushalten (Quelle: wurmkiste.at).....	40
Abb. 36: Klimarelevante Emissionen und Kohlenstoffbindung [kg CO ₂ -Äquiv./t Fertigungskompost] bei einer kumulativen Kohlenstoff-Fixierung von 40% über 50 Jahre, inkl. Vorketten und Gutschrift Mineraldünger (Quelle: ABF BOKU).....	42
Abb. 37: Ackerboden nach einem starken Regenereignis ohne Kompost (links) und mit Kompost (Quelle: BFA W. Hartl)	43
Abb. 38: Prinzip des optischen Fernmessverfahrens (Quelle ABF BOKU).....	43
Abb. 39: Einfluss der Umsetzhäufigkeit auf den Sauerstoffgehalt in der Porenluft (Quelle: ABF BOKU)	44
Abb. 40: Geruchsimmissionskonzentration beim Kompostwerk Lobau und Umgebung (Quelle: TÜV)	45
Abb. 41: Kompostwerk Lobau, Geruchsausbreitungsfahne für den 30.9.2020 um 8:10 (Quelle: LUA)	46
Abb. 42: „Biogas Wien“ (© renatentwurf)	49
Abb. 43: Begriffsabgrenzung der „Bio-Kunststoffe“ zu konventionellen Kunststoffen anhand des Rohstoffs und der biologischen Abbaubarkeit (Quelle: ÖWAV).....	53
Abb. 44: Ertrag der Kartoffel 2002 (t/ha, Ordinatenachse) in Abhängigkeit von Kompostgaben (0-kein Kompost, N-niedrige Kompostgabe, M-mittlere Kompostgabe, H-hohe Kompostgabe, Abszissenachse) (Quelle: LBI/BFA)	54
Abb. 45: Versuch STIKO, Erträge 1993 – 2006, 0-Variante=100% (Quelle: LBI/BFA)	55
Abb. 46: Versuch STIKO, Nitratgehalt der Kartoffeln 1994 (Quelle: LBI/BFA).....	55
Abb. 47: Mehлтаubefall Winterweizen (Quelle: https://www.lgseeds.de/)	55
Abb. 48: Versuch STIKO 1995, Anzahl der Regenwürmer pro m ² in 0-40 cm Tiefe (Quelle: LBI/BFA).....	56
Abb. 49: Humusgehalt im Boden nach 20 Versuchsjahren im Vergleich zum Humusgehalt zu Versuchsbeginn (3,4%, waagrechte schwarze Linie). C1-Kompostgabe niedrig, C2-Kompostgabe mittel, C3-Kompostgabe hoch (Quelle: LBI/BFA).....	56

Abb. 50: Mittlere Nitratkonzentration des Sickerwassers in 150 cm unter GOK 1996-2012, C: Kompostdüngung, N: mineralische Düngung, NC: kombinierte Düngung (Quelle: LBI/BFA)	57
Abb. 51: Vergleich der Referenzdaten von Glühverlust mit den Vorhersagewerten (Quelle: BFA)	58
Abb. 52: Vorhersage der Reifepunkte bei Testproben, x-Achse Referenzwerte, y-Achse NIR-Vorhersage.	58
Abb. 53: AT ₄ -Gesamtmodell (mg O ₂ /g TM) x-Achse= Referenzwert, y-Achse= NIR-Vorhersagewert, (Quelle: BFA)	59
Abb. 54: Blumenerde der MA 48, der erste Layoutentwurf, 2006 (Quelle: MA 48)	60
Abb. 55: Österreichisches Umweltzeichen	60
Abb. 56: Klischee für den Sack Blumenerde „Guter Grund“, 18 Liter mit Umweltzeichen (Quelle: MA 48)	61
Abb. 57: Rain am Lech, 24.08.2011 MA 48 bei der Firma „terrasan“ (von links: Reinhard Siebenhandl,	61
Abb. 58: Wien, 21.03.2012, feierliche Eröffnung des Erdenwerks Schafflerhof (Leiter der MA 48 Josef Thon, Bezirksvorsteher Norbert Scheed, Umweltstadträtin Ulli Sima, Geschäftsführer „terrasan“ Hans Jürgen Riehl (©Christian Fürthner)	62
Abb. 59: Über 1.200 Verkaufsstellen in ganz Österreich (Quelle: terrasan)	62
Abb. 60: „Guter Grund“, Mäusebisse“, 2020 (Quelle: MA 48)	64
Abb. 61: Sonnenblume (links) und Pfefferoni. Auf jedem Bild jeweils links das Vergleichssubstrat (Quelle: H. Windisch)	64
Abb. 62: Untersuchte torffreie Blumen- und Gartenerden (Quelle: MA 48)	65
Abb. 63: Untersuchte torfhaltige Blumen- und Gartenerden (Quelle: MA 48)	65
Abb. 64: Pflanzenverträglichkeit, Biomasse. Vergleich bei Lagerung in Zeitverlauf (Quelle: BFA)	65
Abb. 65: Rautenweg, Kürbisernte (Quelle: MA 48, Jahresbericht 2015; © C. Houdek)	69
Abb. 66: Rautenweg, Kürbisernte (Quelle: MA 48, Jahresbericht 2015; © C. Houdek)	69