

Stand der Technik der Kompostierung

Richtlinie des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft



lebensministerium.at

STAND DER TECHNIK DER KOMPOSTIERUNG

Richtlinie des Bundesministeriums für Land- und
Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

IMPRESSUM

Medieninhaber und Herausgeber:

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Autoren: DI Florian Amlinger, DI Stefan Peyr, Kompost - Entwicklung & Beratung

Urs Hildebrandt, Beratung für Boden und Kompost

Dr.-Ing. Joachim Müsken, Dr. Müsken +Partner

Dr.-Ing. Carsten Cuhls, Dr.habil. Joachim Clemens, gewitra Ingenieurgesellschaft für Wissenstransfer mbH

10.02.05

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	1
ZUM GELEIT	5
ANWENDUNGSBEREICH.....	5
NEUE SCHLÜSSELNUMMERN FÜR AUSGANGSMATERIALIEN ZUR KOMPOSTIERUNG.....	6
1 BIOLOGISCHE RAHMENBEDINGUNGEN DER KOMPOSTIERUNG	7
2 „MATERIALLAGERUNGEN“ SOWIE VORBEHANDLUNGSVERFAHREN, DIE VOM STAND DER TECHNIK DER KOMPOSTIERUNG ABZUGRENZEN SIND.....	9
2.1 AUSZUSCHLIEßENDE „VERFAHREN“, DIE KEINE VORBEHANDLUNG BZW. ORDNUNGSGEMÄßE KOMPOSTIERUNG IM SINNE DES STANDES DER TECHNIK DARSTELLEN	9
2.1.1 Lagerung bzw. Behandlung von organischen Materialien	9
2.1.2 Materialübernahme und Durchführung der Hauptrotte auf offenem Boden ohne Basisabdichtung sowie ohne gesicherte Ableitung von Oberflächen- und Prozesswässern	10
2.1.3 Trockenstabilisierung von Rohkomposten durch mangelnde Befeuchtung und „Trocknen“ in zwangsbelüfteten Systemen	10
2.1.4 „Überhitzung“ organischer Materialien bei > 70 °C.....	11
2.1.5 Zugabe von Frischmaterial nach Abschluss der Hauptrotte	11
2.2 VORBEHANDLUNGSVERFAHREN	12
2.2.1 Anaerobe Vergärung in Biogasanlagen.	12
2.2.2 Vorlagerung von biogenen Abfällen mit Zusatz von Fermentationsmitteln (auf Basis von Bakterien/Pilzkulturen) zur Vorfermentation bzw. Teil-Konservierung.....	12
3 SPEZIFISCHE VORAUSSETZUNGEN DER AUSGANGSMATERIALIEN HINSICHTLICH PROZESS-, EMISSIONS- UND QUALITÄTSFRAGEN	15
3.1 PROZESS- UND EMISSIONSRELEVANTE EIGENSCHAFTEN DER KOMPOSTAUSGANGSMATERIALIEN ...	15
3.2 PRODUKTORIENTIERTE QUALITÄT DER AUSGANGSMATERIALIEN.....	16
3.2.1 Gehalt an nicht abbaubaren Schad- und Fremdstoffen	16
3.2.1.1 Persistente Organische Schadstoffe.....	16
3.2.1.2 Schwermetalle	17
3.2.1.3 Verunreinigung mit Fremd- und Ballaststoffen (Plastik, Metalle, Glas)	20
3.2.1.4 pH-Wert	20
3.3 AUSGANGSMATERIALIEN GEMÄß KOMPOSTVO	21
3.4 HILFS- UND ZUSCHLAGSTOFFE.....	21
4 GRUNDSÄTZE EINES EMISSIONSARMEN BETRIEBES	22
4.1 GERUCHSEMISSIONEN.....	24

4.1.1	<i>Eckpunkte eines geruchsarmen Betriebes</i>	24
4.1.2	<i>Minderungsmaßnahmen für Geruchsemissionen bei offenen Anlagen</i>	27
4.1.2.1	Sonderfall der Mietenabdeckung mit biologischen Abdeckmaterialien	28
4.1.2.2	Mietenabdeckung mit semipermeablen Kunststoffmembranen	29
4.1.3	<i>Technische Maßnahmen der Abluftbehandlung bei Kompostierungsverfahren mit Zwangsbelüftung</i>	29
4.1.3.1	Biofilter.....	30
4.1.3.2	Biowäscher	33
4.1.3.3	Andere Reinigungsverfahren	33
4.1.4	<i>Generelle Strategien und Methoden für Sanierungsmaßnahmen und Störfallbehebung</i>	34
4.1.4.1	Mindestanforderungen an ein innerbetriebliches Konzept	34
4.1.4.2	Umgang mit Beschwerdeführern	35
4.1.5	<i>Zusammenfassung: Fehler in Anlagenplanung und -betrieb (Betriebsführung)</i>	38
4.1.6	<i>Richtwerte für einen ordnungsgemäßen Betrieb und für die Begrenzung von Geruchsemissionen</i>	40
4.1.6.1	Grundsätzliches.....	40
4.1.6.2	Detaillierte Emissions- und Immissionsbetrachtung – <i>die Abstandsregelung</i>	41
4.1.6.3	Umfang einer detaillierten Einzelfallbetrachtung (wenn nach 4.1.6.2 erforderlich).....	44
4.2	FLÜSSIGE EMISSIONEN.....	46
4.2.1	<i>Arten von flüssigen Emissionen aus Kompostanlagen</i>	46
4.2.1.1	Sickerwasservermeidung und -verminderung.....	46
4.2.2	<i>Sickerwasserverwertung und -behandlung</i>	47
4.2.3	<i>Anforderungen an die Oberflächenwasserableitung und die Dimensionierung der Sickerwasserspeicher</i>	48
4.2.3.1	Sickerwasserableitung und -erfassung	48
4.2.4	<i>Vliesabdeckung oder Überdachung der Übernahme-, Hauptrotte-, Nachrotte- und Nachlagerflächen</i>	49
4.2.5	<i>Biologische Reinigung der Sicker- und verunreinigten Niederschlagswässer mittels Verrieselungsflächen und Pflanzenkläranlagen</i>	49
4.2.5.1	Ausbringung von zwischengelagertem Sickerwasser auf Verrieselungsflächen	49
4.2.5.2	Pflanzenkläranlagen	50
4.3	DIE HYGIENISIERUNGSFUNKTION DES KOMPOSTIERUNGSPROZESSES	51
4.3.1	<i>Grundsätzliches aus der TNP-Verordnung</i>	51
4.3.2	<i>Abgestufte Behandlungsvorschriften in Kompostierungsanlagen</i>	53
4.3.2.1	(A) Basisanforderungen für getrennt gesammelte biogene Abfälle (inklusive Küchen- und Speiseabfälle) sowie sonstige zulässige Materialien zur Kompostierung gemäß Anlage 1 Kompostverordnung, die keine tierischen Nebenprodukte enthalten.....	53
4.3.2.2	(B) Getrennte Anlieferung von Küchen- und Speiseabfällen aus Gastronomie und Großküchen.....	57
4.3.2.3	(C.1) Bestimmungen für die Verarbeitung sonstiger Materialien der Kategorie 3 (Art.6(1) Buchstabe (a) bis (k) TNP-Vo) auch gemeinsam mit „Wirtschaftsdünger“ in Kompostierungsanlagen, die diese Bestimmungen bereits am 1. November 2002 anwendeten – Übergangsbestimmung (EG) Nr. 809/2003.....	58

4.3.2.4	(C.2) Bestimmungen für die Verarbeitung sonstiger Materialien der Kategorie 3 (Art.6(1) Buchstabe (a) bis (k) TNP-Vo) in Betrieben, die erst nach dem 1. November 2002 genehmigt wurden (keine Anwendung der Übergangsbestimmungen)	60
4.3.2.5	(D) Spezielle Anforderungen an „Wirtschaftsdünger“ sowie Magen- und Darminhalt, Milch und Kolostrum	61
4.3.2.6	(E) Verarbeitungsnormen für sonstiges Material der Kategorie 2	62
4.3.3	<i>Weitere Bestimmungen</i>	62
4.3.3.1	Zwischenstaatlicher Handel	62
4.3.3.2	Aufbringung von Kompost	63
4.4	LUFTGETRAGENE KEIMEMISSIONEN.....	64
4.4.1	<i>Allgemeine arbeitnehmerseitige Schutzmaßnahmen</i>	64
4.4.2	<i>Spezielle Arbeitsschutzmaßnahmen in Kompostierungsanlagen</i>	65
4.4.2.1	Betriebliche Maßnahmen.....	65
4.4.2.2	Technische Maßnahmen	66
4.4.2.3	Personenbezogene Maßnahmen.....	67
4.4.3	<i>Schlussfolgerungen für den Stand der Technik „Minderung von Keimemissionen“</i>	68
4.5	SONSTIGE GASFÖRMIGE EMISSIONEN.....	69
4.5.1	<i>Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), Ammoniak (NH₃): Maßnahmen zur Prozessoptimierung für einen emissionsarmen Betrieb</i>	69
4.5.2	<i>Flüchtige organischen Kohlenstoffemissionen (VOC) – Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für einen emissionsoptimierten Betrieb</i>	72
4.6	LÄRMEMISSIONEN	73
4.6.1	<i>Allgemeine Voraussetzungen</i>	73

5 VERFAHREN UND BETRIEBSFORMEN DER KOMPOSTIERUNG..... 74

5.1	MATERIALÜBERNAHME – ANLIEFERUNGSBEREICH.....	76
5.1.1	<i>Beschreibung der Hauptfunktionen</i>	76
5.1.2	<i>Technisch-bauliche Grundsysteme, Verfahrenstypen</i>	76
5.1.3	<i>Technisch-bauliche Ausstattung des Übernahmebereiches und von Zwischenlagerflächen</i>	76
5.1.4	<i>Anforderungen an die Betriebsführung und Dokumentation</i>	78
5.2	MATERIALAUFBEREITUNG	80
5.2.1	<i>Wesentliche Funktionen</i>	80
5.2.2	<i>Aussortierung/Abtrennung von Störstoffen im Zuge der Materialaufbereitung</i>	80
5.2.2.1	Funktion der Störstoffabtrennung	80
5.2.2.2	Verfahren der Störstoffabtrennung im Zuge der Materialaufbereitung.....	80
5.2.3	<i>Zerkleinerung</i>	82
5.2.3.1	Funktion der Zerkleinerung im Zuge der Materialaufbereitung	82
5.2.3.2	Mögliche Emissionen.....	82
5.2.4	<i>Homogenisieren und Mischen der Ausgangsmaterialien</i>	83
5.3	HAUPTROTTE	86

5.3.1	<i>Einführung und Definition</i>	86
5.3.2	<i>Wesentliche Funktionen</i>	87
5.3.3	<i>Mögliche Emissionen</i>	87
5.3.4	<i>Baulich-technische Ausstattung</i>	87
5.3.5	<i>Optionale Zusatzausstattung bzw. Prozesssteuerung</i>	88
5.3.6	<i>Anforderungen an die Betriebsführung und Dokumentation</i>	89
5.4	NACHROTTE	92
5.4.1	<i>Einführung und Definition</i>	92
5.4.2	<i>Wesentliche Funktionen</i>	92
5.4.3	<i>Mögliche Emissionen</i>	92
5.4.4	<i>Baulich-technische Ausstattung</i>	93
5.4.5	<i>Anforderungen an die Betriebsführung und Dokumentation</i>	94
5.5	FEINAUFBEREITUNG	96
5.5.1	<i>Wesentliche Funktionen</i>	96
5.5.2	<i>Mögliche Emissionen</i>	96
5.5.3	<i>Technisch-bauliche Ausstattung</i>	96
5.5.4	<i>Anforderungen an die Betriebsführung und Dokumentation</i>	97
5.6	NACHLAGERUNG	99
5.6.1	<i>Wesentliche Funktionen</i>	99
5.6.2	<i>Mögliche Emissionen</i>	99
5.6.3	<i>Technisch-bauliche Ausstattung</i>	100
5.6.4	<i>Anforderungen an die Betriebsführung und Dokumentation</i>	100
ANHANG	102
	C/N- VERHÄLTNISSE IN KOMPOSTAUSGANGSSTOFFE UND BERECHNUNG DES C/N-VERHÄLTNISSES IN DER KOMPOSTAUSGANGSMISCHUNG	103
	REGELWERKE UND WEITERFÜHRENDE LITERATUR	104

Zum Geleit

Als Grundlage dieser Richtlinie dient die vom BMLFUW in Auftrag gegebene Studie „Stand der Technik der Kompostierung“¹.

Zentrales Anliegen ist die Beschreibung der technischen und betrieblichen Voraussetzungen für eine emissionsarme Prozessführung für sämtliche Verfahrensschritte und Anlagenteile und die Erzielung einer hohen Endproduktqualität.

Nach dem heutigen Wissensstand wurden die Erfahrungen

- der Praxis,
- einschlägiger Fachliteratur und
- der Anlagenplanung und -sanierung

berücksichtigt.

Bei den diskutierten Optimierungsmaßnahmen muss auf die Frage deren Effektivität und die wirtschaftliche Verhältnismäßigkeit in Relation zur angestrebten Qualitätsverbesserung Bedacht genommen werden. Das Kosten-Nutzen Verhältnis wird daher insbesondere hinsichtlich der geforderten technischen Anforderungen für Maßnahmen zur Reduktion von gasförmigen und Geruchsemissionen berücksichtigt.

Dies steht auch im Einklang mit der Definition des „Standes der Technik“ im Österreichischen Abfallwirtschaftsgesetz (BGBl I 102/2002; §2(8)1.)

Darüber hinaus wird die Vielfalt der in Österreich anzutreffenden Kompostierungsverfahren in Abhängigkeit von Standort, Jahreskapazität und der breiten Palette an verarbeiteten Materialien berücksichtigt.

Die langjährig praktizierte Flexibilität der regionalen dezentralen Mietenkompostierung, die als ökologisch sinnvoller Weg österreichweit anerkannt ist, soll nicht durch unverhältnismäßige technische Auflagen gefährdet werden. Gesamtökologische Anliegen (kurze überschaubare Wege und Kreisläufe) sind jeweils gegen spezifische Umweltschutzaspekte sowie Interessen der Arbeitnehmer und Anrainer abzuwägen.

Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt die Mindestanforderungen an die bauliche und technische Ausstattung sowie die Betriebsführung für Kompostierungsanlagen zur Herstellung von Kompost aus Ausgangsmaterialien gemäß Anlage I Teil 1, 2 und 4 Kompostverordnung (BGBl. I Nr. 292/2001).

Nicht behandelt werden die Verfahrensanforderungen für die *mechanisch-biologische Restabfallbehandlung*. Die Vorbehandlung von Restabfall unterscheidet sich grundlegend in den materialbedingten Prozessanforderungen, dem angestrebten Nutzen und damit dem Prozessziel der Massenreduktion bei gleichzeitiger biologischer Stabilisierung für eine nachsorgefreie Deponierung. Diesbezügliche Anforderungen sind in eigenen Standardwerken des BMLFUW bzw. Umweltbundesamtes nachlesbar (Mostbauer et al., 1998²; BMLFUW, 2002³).

¹ Amlinger F., Hildebrandt U., Müsken J., Cuhls C., Peyr S., Clemens, J., 2005. Stand der Technik der Kompostierung - Grundlagenstudie. Hrsg: BMLFUW, Wien.

Die Studie gibt einen Überblick zu den wissenschaftlichen Grundlagen und den Praxiserfahrungen mit den entsprechenden Literaturzitate.

Die Richtlinie verweist nur dann auf bezug habende Regelwerke und Literatur, wo dies zur unmittelbaren Erläuterung und Weiterführung erforderlich ist. Eine Liste mit den wichtigsten Regelwerken und Veröffentlichungen befindet sich im Anhang

² Mostbauer, P., et al. 1998. Grundlagen für eine technische Anleitung zur Mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Abfällen. UBA Reports R-151, Umweltbundesamt, Wien

³ BMLFUW, 2002. Richtlinie für die mechanisch-biologische Behandlung von Abfällen. http://gpool.lfrz.at/gpoollexport/media/file/mba_richtlinie2.pdf

Herstellung von Erden – „Vererdungsverfahren“

Die Kompostverordnung begrenzt den Zuschlagstoff „Erde“ - zwecks Rotteprozess-Optimierung - mit 15 Masseprozent. Hieraus ergibt sich eine Abgrenzung zwischen der Herstellung von Kompost bzw. Erden. Die qualitativen Anforderungen für die Herstellung von Erden mit bodenähnlichen Eigenschaften wird im Teilband: Leitlinien zur Abfallverbringung und Behandlungsgrundsätze zum Bundesabfallwirtschaftsplan⁴ beschrieben. Zur Zeit existiert noch kein österreichischer „Stand der Technik zur Herstellung von Erden“. Jedoch wurden grundsätzliche, anwendungsorientierte Qualitätsanforderungen in folgender Normenserie standardisiert:

ÖNORM S 2122 Normenserie „Erden aus Abfällen“

Teil 1 – Untersuchungsmethoden – fraktionierte Analyse (1. Mai 2004)

Teil 2 – Untersuchungsmethoden - Interpretation fraktionierte Analyse (1. Mai 2004)

Teil 3 – Anwendungsrichtlinien (1. September 2004)

Die Herstellung von Erden bei höherem Zusatz von mineralischen Komponenten wird daher vom „*Stand der Technik der Kompostierung*“ nicht erfasst, außer es handelt sich um vorgeschaltete Kompostierungsverfahren unter Verwendung von organischen Ausgangsstoffen aus Abfällen.

Neue Schlüsselnummern für Ausgangsmaterialien zur Kompostierung

Mit Inkrafttreten der Abfallverzeichnisverordnungsnovelle 2005 werden die Abfallarten der Kompostverordnung in das allgemeine Verzeichnis der Abfallarten aufgenommen. Hierbei werden in Abstimmung mit dem Gesundheitsressort die Erfordernisse der Tierischen Nebenprodukteverordnung (EG) Nr. 1774/2002 (TNP-Vo) berücksichtigt. Die Ausgangsmateriallisten des Anhang 1 Teil 1 und Teil 2 der Kompostverordnung werden jeweils in Gruppen mit und ohne Anteilen an tierischen Bestandteilen unterteilt, Verweise auf die für die Behandlung in Kompostierungsanlagen zulässigen Materialien gemäß TNP-Vo werden aufgenommen.

Zur Erleichterung des Umstiegs werden in dieser Richtlinie immer dort, wo spezifische Materialien gemäß Kompostverordnung zitiert werden, neben den Code Nr. aus der Kompostverordnung 2001 die neuen Schlüsselnummern bzw. Abfallbezeichnungen angeführt.

In der Kompostverordnung werden in der Folge die Abfallarten und deren Bezeichnung in Anlage 1 angepasst.

⁴ BMLFUW, 2001. Bundesabfallwirtschaftsplan. Teilband: Leitlinien zur Abfallverbringung und Behandlungsgrundsätze.

1 Biologische Rahmenbedingungen der Kompostierung

Ziel der Kompostierung ist die Herstellung eines huminstoffreichen Produkts (Kompost), das die qualitativen Anforderungen der verschiedenen Anwendungsbereiche erfüllt. Damit ist das Augenmerk auf den Wert gelegt, der Kompost als Humus- und Nährstofflieferant, als Bodenverbesserungsmittel oder als Bestandteil von Pflanzsubstraten und Kulturerden zukommt.

Gemäß KompostVo ist *Kompostierung* „die gesteuerte, exotherme biologische Umwandlung abbaubarer organischer Materialien in ein huminstoffreiches Material mit mindestens 20 Masseprozent organischer Substanz“. Damit werden sowohl die Hauptkennzeichen des biologischen Prozesses als auch ein Schlüsselparameter zur rechtlich wirksamen Abgrenzung von Kompost als *Produkt* festgelegt.

Die Richtlinie zum „*Stand der Technik der Kompostierung*“ behandelt die *relevanten Rahmenbedingungen für eine umweltschonende und qualitätsorientierte Steuerung der biologischen Umwandlung*. Hinzukommen jedenfalls die in der KompostVo festgelegten Anforderungen an die Kompostqualität (wie Schwermetallgehalt, Größtkorn, Ballaststoffe, elektrische Leitfähigkeit, seuchenhygienische Unbedenklichkeit, Pflanzenverträglichkeit, austriebsfähige Unkrautsamen oder Pflanzenteile).

Die Anforderungen an die technische und bauliche Ausstattung sowie die Prozessführung der Kompostierung muss nach folgenden Kriterien differenziert werden:

- (A) Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen an die Rohstoffe und die Kompostierungstechnik (Sicherheitstechnik, Umweltauflagen für Anlagenteile und Maschinen, Arbeitnehmerschutz, Anrainerschutz etc.).
- (B) Abbau der organischen Ausgangsmaterialien (unter Beachtung eines möglichst geringen Verlustes an organischem Kohlenstoff und Stickstoff) und deren – je nach Produkthanforderung – mehr oder weniger weit geführte Mineralisierung bzw. Stabilisierung in Huminstoffen (zB Fertig- oder Frischkompost⁵).
- (C) Optimierung der jeweils eingesetzten Verfahrenstechnik und der Betriebsführung hinsichtlich möglichst geringer gasförmiger, flüssiger Emissionen, Geruchs-, Keim-, Staub- und Lärmemissionen sowie Kontrollverfahren zu deren Überwachung und Steuerung.
- (D) Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen an die Endproduktqualität.
- (E) In Abhängigkeit der jeweils angestrebten Anwendungsbereiche zusätzliche überprüf- und nachvollziehbare Qualitätsdifferenzierung inkl. der erforderlichen Feinaufbereitung (zB Herstellen der erforderlichen Korngröße durch Siebung). Gerade in diesem Bereich ist es nicht sinnvoll verpflichtende Mindeststandards vorzugeben. Hier sollte die Branche selbst entsprechende Standards für die jeweilige Marktsegmente definieren.

An dieser Stelle muss deutlich gemacht werden, dass die Optimierung des Kompostierungsprozesses sowohl hinsichtlich des Emissionsmanagements als auch der Kompostqualität nur über vier elementare Steuergrößen beeinflussbar ist:

- Materialmischung des Ausgangsmaterialien (Kompostausgangscharge)
- Steuerung des Wasserhaushaltes
- Sauerstoffversorgung des rottenden Materials
- Steuerung der Rottetemperatur

Die Kenntnis bio-chemischen Prozesse im Zuge des Ab- und Umbaus der organischen Substanzen ist eine Grundvoraussetzung für eine gezielte Steuerung bzw. Regelung des Prozessablaufes in der Kompostierung.

⁵ Weder der Begriff „Frischkompost“ noch der Ausreifungs- oder Stabilisierungsgrad ist in Österreich qualitativ über spezifische Untersuchungsmethoden definiert. Hier kann also nur grundsätzlich auf die Möglichkeit der Produktdifferenzierung für hinsichtlich „Kompostreife“ unterschiedlich anspruchsvolle Anwendungsbereiche verwiesen werden.

Der Abbau der organischen Substanz durch Mikroorganismen bewirkt - in Abhängigkeit von der Intensität der Abbauvorgänge und vom Volumen der Biomasse.- eine Erhöhung der Milieutemperatur („Selbsterwärmung“).

Es wird zwischen drei Temperaturbereichen unterschieden, in denen jeweils verschiedene mikrobielle Artenspektren vorherrschen:

- Psychrophiler Bereich -4 - 20 °C Bakterien und Schimmelpilze
- Mesophiler Bereich 15 - 42 °C Bakterien und Actinomyceten
- Thermophiler Bereich 45 - 75 °C Bakterien und mesophile bis thermotolerante Pilzsporen

Für die drei wesentlichen Anforderungen an den Rotteprozess selbst: Hygienisierung, Abbau der organischen Masse und maximale mikrobielle Vielfalt können folgende Temperatur-Optima angegeben werden:

Tabelle 1-1: Optimale Temperaturbereiche nach verschiedenen Anforderungen an den Rotteprozess

Prozessanforderung	Temperaturbereich
Hygienisierung	> 55°C
Abbaurate; beginnender Ligninabbau / Humifizierung	≤ 45 - 55°C
mikrobielle Vielfalt + Abbau der mikrobiellen Biomasse, Ligninabbau/Humifizierung	≤ 35 - 40°C

Abgeleitet von den in Tabelle 1-1 angeführten Temperaturoptima gelten für die Temperatursteuerung folgende Grundsätze:

- Die Selbsterwärmung führt bei Vorhandensein von ausreichend reaktiven organischen Ausgangsmaterialien und deren homogenen Durchmischung zu den für eine thermische Hygienisierung erforderlichen Temperaturen von über 55 °C. Um den thermischen Hygienisierungseffekt zu gewährleisten, ist entsprechend den verfahrensbedingten Rahmenbedingungen darauf zu achten, dass diese Mindesttemperatur über den erforderlichen Zeitraum das gesamte Material erfasst (Mindestanforderungen hierzu siehe Abschnitt 4.3.2.1).
- Nach dieser Phase sollte das Material so rasch wie möglich durch Belüftungs-, Lockerungs- und Bewässerungsmaßnahmen unter 50 – 55 °C gehalten werden, um einen zügigen Ab- und Umbau sowie eine rasche Humifizierung und Komplexbildung (Stabilisierung zu Ton-Humuskomplexen) zu erzielen.
- Für Materialien, die aufgrund ihrer Herkunft und der nachfolgenden Verwendung rechtlich gesehen nicht verpflichtend thermisch hygienisiert werden müssen – zB Strauch- und Baumschnitt, Laub, Mähgut, Ernterückstände oder Festmist bei Herkunft aus und Verwendung in dem eigenen Betrieb oder Haushalt – wäre eine definitive Heißrottephase nicht erforderlich (zB bei dem Verfahren Wurmkompostierung mit Temperaturbereichen < 40 °C). Um das Überleben von Pflanzenkrankheiten erregenden Keimen hintan zu halten, ist in diesem Fall – insbesondere im landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Bereich – darauf zu achten, dass durch eine homogene Einmischung der Materialien, mehrmaliges Umsetzen und eine entsprechende Kompostierungsdauer ein hohes Maß an biologischer Stabilisierung (Ausreifung) des gesamten Rotteguts erreicht wird.

Die Massenbilanz der Kompostierung von biogenen Abfällen (zB Biotonne) ergibt einen Rotteverlust zwischen 55 und 65 % (m/m) und einen Anteil an verwertbarem Feinkompost unter Abzug sämtlicher Störstoffe und Siebrückstände, die nicht in den Prozess rückgeführt werden, von ca. 30 – 35 % (m/m). Im Falle der Kompostierung von Materialien aus dem Garten- und Grünflächenbereich mit einem hohen Anteil an verholztem Häckselgut kann der Rotteverlust mit ca. 20 – 30 % (m/m) bedeutend geringer ausfallen.

2 „Materiallagerungen“ sowie Vorbehandlungsverfahren, die vom Stand der Technik der Kompostierung abzugrenzen sind

Eine ordnungsgemäße Rotteführung im Sinne der Kompostierung wird hier von einer nicht ordnungsgemäßen Lagerung und der Vorbehandlung organischer Materialien abgegrenzt.

2.1 Auszuschließende „Verfahren“, die keine Vorbehandlung bzw. ordnungsgemäße Kompostierung im Sinne des Standes der Technik darstellen

2.1.1 Lagerung bzw. Behandlung von organischen Materialien

Nicht dem Stand der Technik entspricht:

- Die Zwischenlagerung nicht verholzter organischer Materialien ohne Aufbereitung und Abmischung am Tag der Anlieferung (innerhalb von 24 Stunden) zur Erzielung einer verfahrensseitig optimierten Zusammensetzung und Strukturierung der Kompostausgangscharge. Siehe Abschnitt 5.1 und 5.2.
 - Nicht verholzte organische Materialien umfassen: biogene Abfälle aus Haushalten („Biotonne“) auch mit einem hohen Anteil an organischen Abfällen aus dem Garten- und Grünflächenbereich (Grünschnitt), frischer und getrockneter Grasschnitt (Heu), sämtliche Mistarten auch mit hohem Stroh- oder anderem Einstreuanteil (ausgenommen jene, die im Zuge der Entmistung auf einem landwirtschaftlichen Betrieb auf der Düngersammelstätte/Feldmiete gelagert werden) und sonstige Abfälle, die bei der Lagerung ohne adäquate Aufbereitung und Abmischung zu Geruchs- und erhöhten sonstigen gasförmigen Emissionen führen können.

Ausgenommen hiervon sind: verholzte und holzähnliche Materialien wie Stroh, trockenes Laub und sonstige trockene reaktionsarme, lagerfähige Materialien mit einem C/N-Verhältnis > ca. 50:1⁶);
- Ungeordnetes Aufschichten, Lagern und Rotten beliebiger Materialien ohne gezielte Homogenisierung sowie biologische und mechanische Materialkonditionierung sämtlicher Ausgangsmaterialien zur Erzielung einheitlicher Rottebedingungen in einer Kompostcharge (siehe 5.2 Materialaufbereitung bzw. 2.2.2 Vorlagerungsmethoden).
- Eine Rottezeit von weniger als 6 Wochen, ausgenommen die folgenden Voraussetzungen werden erfüllt und nachvollziehbar dokumentiert:
 - Im Falle einer offenen oder eingehausten Mietenkompostierung mit natürlicher Belüftung oder Zwangsbelüftung:
 - ⇒ intensive homogenisierende, wendende Bearbeitung mit einer Umsetzhäufigkeit in den ersten 3 - 4 Wochen von 3 bis 5 mal / Woche;
 - ⇒ geringe Mietenhöhe (< 1,5 m)
 - ⇒ besonders sorgfältige Materialmischung in der Kompostausgangscharge (Aufsetzen)
 - Im Falle der Vorschaltung einer 1 – 3 -wöchigen Rotte in einem geschlossenen, zwangsbelüfteten Reaktor (Box, Tunnel):
 - ⇒ mindestens 1 mal pro Woche mechanisches Bewegen des Materials im Reaktor
 - ⇒ Umsetzhäufigkeit mindestens 3 mal pro Woche nach dem Auslagern aus dem Rottreaktor:

⁶ Als Orientierung zu den C/N-Verhältnissen verschiedener Ausgangsmaterialien dient die Tabelle A1 im Tabellenanhang

Anforderungen für die Zwischenlagerung von Kompost-Ausgangsmaterialien sind in Abschnitt 5.1 beschrieben. Die Anforderungen an die Aufzeichnungen über Zwischenlager sind der Fachinformation zur Kompostverordnung des BMLFUW zu entnehmen⁷.

2.1.2 Materialübernahme und Durchführung der Hauptrotte auf offenem Boden ohne Basisabdichtung sowie ohne gesicherte Ableitung von Oberflächen- und Prozesswässern

Grundsätzlich hat die Materialübernahme, die Materialaufbereitung und die Hauptrotte auf befestigten, flüssigkeitsdichten Flächen entsprechend den Mindestanforderungen in Abschnitt 5.1 bis 5.3 zu erfolgen.

Ausgenommen von dieser Anforderung ist die Kompostierung von organischen Abfällen aus dem Garten- und Grünflächenbereich gemäß Anlage 1 Teil 1, Kompostverordnung (BGBl. I Nr. 292/2001) mit den Nummern 102, 103, 104, 105 (neu: 92102, 92103, 92104, 92105⁸) und getrennt gesammelte organische Friedhofsabfälle (Nr. 116; neu 92116). Weiters ausgenommen sind Ernterückstände, Stroh, Reben, verdorbenes Saatgut, Stallmist, überlagerte Feldfrüchte u.ä. sofern diese aus dem eigenen Betrieb stammen. Dies gilt bis zu einer Verarbeitungsmenge von maximal 300 m³ pro Jahr und Betrieb. Dabei dürfen an einem Standort nicht mehr als 100 m³ zugleich gelagert bzw. kompostiert werden. Die detaillierten Voraussetzungen hierfür sind in Abschnitt 5.3 dargelegt.

2.1.3 Trockenstabilisierung von Rohkomposten durch mangelnde Befeuchtung und „Trocknen“ in zwangsbelüfteten Systemen

Vielfach werden in geschlossenen Intensivrotteverfahren (zB in der Boxenkompostierungen) zum Austragszeitpunkt das Rottegut über die Bewässerungs- und Belüftungssteuerung auf unter 55 °C gekühlt und zugleich auf hohe TM-Gehalte (> 60 % in der Frischmasse) eingestellt. Dies geschieht im wesentlichen um das Material für einen maschinellen Austrag zu konditionieren. Nach einer Gesamtverweildauer im Reaktor von 7 bis 14 Tagen ist, wie die Erfahrung zeigt, die Wahrscheinlichkeit hoch, dass das Rottegut noch nicht für eine weiterführende, geordnete Hauptrotte oder gar die Nachrotte stabilisiert ist. Meist liegt lediglich eine Trockenstabilisierung vor.

Die Folge ist, dass bei anschließender Befeuchtung und weiterer Rotte in offenen Mieten die für die Intensivrotte typischen Geruchsemissionen auftreten.

Das eigentliche Prozessziel der geschlossenen Intensivrotte, mit Abluftdesodorierung über den Biofilter, ist die Herstellung eines geruchsstoffarmen Zwischenproduktes (biologischer Abschluss der Intensivrotte, gleichzusetzen dem ersten Abschnitt einer zweistufigen Hauptrotte).

Wird dieses Verfahrensziel nicht erreicht, so entspricht das Hauptrotteverfahren definitionsgemäß nicht dem *Stand der Technik*. (Siehe auch Abschnitt 4.1 → Geruchsemissionen).

Untersuchungen von Stabilitätsparametern (zB respirometrische Methoden, niedere Carbonsäuren) zeigen, dass unter günstigen Rahmenbedingungen (C/N-Verhältnis, Feuchtigkeitssteuerung, Strukturstabilität und ausreichender Luftdurchsatz) nach einer Behandlungszeit von 14–28 Tagen im geschlossenen Hauptrottereaktor eine ausreichende Stabilität für die Überführung zu einer offenen Nachrotte erreicht werden kann. Zum heutigen Zeitpunkt kann jedoch ein obligat einzuhaltendes Stabilitätskriterium noch nicht festgelegt werden.

⁷ BMLFUW, 2002. Fachinformation zur Kompostverordnung (BGBl.II 292/2001). Leitfaden zum Herstellen, Inverkehrbringen, und zur Anwendung des Produktes Kompost gemäß Kompostverordnung. [Teil 1: für Komposthersteller, die nicht mehr als 150 m³ Kompost mittel Direktabgabe in Verkehr bringen „Landwirtschaftliche Kompostierung“; Teil 2: Für Komposthersteller, die mehr als 150 m³ Kompost abgeben und ausschließlich Materialien der Anlage 1 Teil 1 („Biogene Abfälle“) sowie Zuschlagstoffe verarbeiten]. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien; <http://www.lebensministerium.at/umwelt/>

⁸ neue Schlüsselnummern gemäß Novelle zur Abfallverzeichnisverordnung 2005

Entsprechend ist aber auch in offenen Mietensystemen eine Trockenstabilisierung durch eine adäquate Bewässerungstechnik zu vermeiden.

2.1.4 „Überhitzung“ organischer Materialien bei > 70 °C

Die Selbsterwärmung des Rottegutes im Zuge des exothermen aeroben Stoffabbaus muss im Sinne eines emissionsarmen Betriebes und der Qualitätsbildung (günstiges Milieu für den mikrobiellen Abbau und den Aufbau von Huminstoffen) bewusst gesteuert werden. Höhere Temperaturen als 55/60 °C über einen längeren Zeitraum hinaus, als er für die thermische Hygienisierung erforderlich ist, sind prozesshemmend. Ab ca. 65 °C engt sich das biologische Artenspektrum deutlich ein. Dies verlangsamt die Abbaugeschwindigkeit und führt zur Bildung von unerwünschten Stoffwechselprodukten, welche sehr geruchsintensiv sein können. Neben der Gefahr der partiellen oder vollständigen Trockenstabilisierung von Rottegut wird auch die Bildung von humusstoffreichen Aggregaten unterbunden.

Verfahren, bei denen Temperaturen über 70 °C über längere Perioden systematisch angestrebt und aufrechterhalten werden, entsprechen nicht dem Stand der Technik der Kompostierung.

2.1.5 Zugabe von Frischmaterial nach Abschluss der Hauptrotte

In der Praxis wurde immer wieder im fortgeschrittenen Rottestadium frisches organisches Ausgangsmaterial wie zB Stroh, Sägespäne, trockener Pferdemist meist zum Ausgleich von Feuchtigkeitsüberschuss oder zur Korrektur eines nicht günstig verlaufenden Prozesses zugesetzt. Dies entspricht nicht dem Ziel eines kontinuierlich verlaufenden Rotteprozesses, bei dem sämtliche eingebrachte Rohstoffe sich in der annähernd gleichen Rottephase hinsichtlich Abbau, Stabilisierung bzw. Humifizierung befinden. Als ausgleichende Zusätze nach Abschluss der Hauptrotte kommen im Bedarfsfall nur Siebrückstand, Altkompost, oder sonstige mineralische Zuschlagstoffe (unter Beachtung der zulässigen Höchstmenge gemäß KompostVo) in Frage. Andere Beimengungen in einem Rottestadium, in dem eine thermische Hygienisierung gemäß Abschnitt 4.3 nicht mehr gesichert werden kann, entspricht nicht dem Stand der Technik.

2.2 Vorbehandlungsverfahren

2.2.1 Anaerobe Vergärung in Biogasanlagen.

Grundsätzlich eignen sich vergärbare Materialien (vor allem solche mit einem hohem Wassergehalt) zur anaeroben Vorbehandlung in Biogasanlagen. Das entwässerte oder aus einer Trockenfermentation gewonnene Gärgut kann nach den in Abschnitt 5 beschriebenen Kompostierungsverfahren, je nach Konsistenz unter Zumischung der erforderlichen Menge an Strukturmaterial, kompostiert werden. Zur Erzeugung von ausgereiftem Kompost liegt die Kompostierungsdauer (in Abhängigkeit von Ausfäulungsgrad des Gärgutes, Menge und Abbaueigenschaften der zugegebenen Zuschlagstoffe und Kompostierungsverfahren) zwischen 4 und 16 Wochen.

Bei der Kompostierung von Gärgut ist unabhängig von der erreichten Stabilisierung nach der Auslagerung insbesondere im Hinblick auf

- die Geruchsemissionen,
- eine rasche Beendigung der Methanbildung und
- die Aufoxidation der reduktiven N-Abbauprodukte ($\text{NH}_3/\text{N}_2\text{O}$ Bildungspotenzial)

eine zügige, ausreichende Aerobisierung sicherzustellen.

Die Geruchsemissionen sind u.a. geprägt durch reduzierte Schwefelverbindungen (vor allem H_2S) und reduzierte stickstoffhaltige Verbindungen (vor allem Ammoniak, aufgrund niedriger C/N-Verhältnisse und hoher pH-Werte). Organische Emissionen bestehen überwiegend aus Methan in einer Menge von etwa 100 bis 200 g t^{-1} Rotte-Input mit Rückständen aus der Trockenfermentation. Im Fall der Nassfermentation kann es in Abhängigkeit von der Technik während der Entwässerung und Zumischung von Strukturmaterial ebenfalls zu gasförmigen Emissionen kommen

Unter welchen Rahmenbedingungen diese erste Hauptrottestufe von Gärrückstand aufgrund eines evtl. erhöhten Geruchspotenzials in einem geschlossenen Rottesystem mit aktiver Belüftung, Ablufffassung und -behandlung (zB über einen Zeitraum von 2 Wochen) erforderlich ist, oder ob erhöhte Anforderungen an die Ausfäulung / Vergärung (vollständige Nachgärung) sowie die unmittelbare sorgfältige Abmischung mit geeigneten Zuschlagstoffen, die Umsetzfrequenz, die Mietenabdeckung etc. für eine offene Mietenkompostierung ausreichen, ist zum heutigen Zeitpunkt nicht abschließend beurteilbar.

Vergleichende Untersuchungen zum Rotte- und Emissionsverhalten an typischen Gärrückständen sind für eine weiterführende Beurteilung erforderlich.

Jedenfalls sind die Standortvoraussetzungen in der Beurteilung individuell mit zu berücksichtigen.

2.2.2 Vorlagerung von biogenen Abfällen mit Zusatz von Fermentationsmitteln (auf Basis von Bakterien/Pilzkulturen) zur Vorfermentation bzw. Teil-Konservierung

Diese erst in jüngerer Zeit an einigen Betrieben durchgeführte Vorbehandlungsverfahren stellen eine aerob/anaerobe bzw. auch strikt anaerobe Fermentierung und damit teilweise Konservierung des fertig abgemischten Rotteausgangsmaterials dar. Es werden zwei Methoden angewandt, die sich grundsätzlich im Charakter der Fermentation unterscheiden:

1.) Methode: „Vorwiegend pilzliche aerob/anaerobe Vorfermentation“

Im Zuge einer 16 – 20-wöchigen Vorbehandlung in großen Tafelmieten (Höhe bis zu 4,5 Meter) ohne Umsetzen, meist unterstützt durch die Zugabe spezieller Fermentationshilfen (Pilz- und Bakterienauszüge) soll vor allem der Abbau der mikrobiell leicht verfügbaren Kohlenstoff und Eiweißverbindungen und der entstehenden Geruchsstoffe erfolgen. Wesentlich ist hierbei die Zumischung von ausreichend Strukturmaterial als Kohlenstoffquelle und um das Pilzwachstum zu fördern. Es erfolgt keine Abdeckung mit Vlies oder Folie.

Hinsichtlich der exakten Prozessparameter (Temperatur, Geruchsstoffbildung, Verpilzung, Huminstoffbildung, Abbauleistung etc.) und der Emission klimarelevanter Gase und von Ammoniak liegen hier noch keine Untersuchungen vor. Ohne Belüftungsmaßnahmen ist ein ausreichender Abbau geruchsbildender organischer Stoffe in der angegebenen Zeit von 10 bis 15 Wochen nur bei einem ausreichenden Strukturanteil und Feuchtigkeitsgehalt sowie bei gutem pilzlichen Durchwachsen des Rottekörpers zu erwarten.

Problematisch sind jedenfalls folgende Elemente:

- Wegen der großen Mietenhöhe – gegenüber herkömmlichen Rotteverfahren – erhöhte Methan- und Lachgasbildung
- Stärkere Prozesswasserbildung aufgrund fehlender Homogenisierungsmaßnahmen nach dem ersten Aufsetzen
- Gefahr einer unkontrollierten, zonenweisen Trockenstabilisierung. Diese Zonen sind dann in den angestrebten Fermentationsprozess nicht mehr eingebunden.
- Durch die Tatsache dass bei diesem System das aufgeschichtete Material über längere Zeit nicht umgesetzt und durchmischt wird besteht bei fehlender Abdeckung mit Vlies oder auch einer organischen Abdeckung mit Häckselgut eine erhöhte Chance, dass nicht hygienisierte Ausgangsmaterialien auf der Mietenoberfläche liegen bleiben und durch Tiere (insbesondere Vögel) verschleppt werden.

2.) Methode: „Anaerobe Teilkonservierung/Fermentierung (Milchsäuregärung/ Silierung)“

Für diese Vorbehandlungsform kommen ausschließlich leicht fermentierbare und entsprechend verdichtbare Materialien wie zB Rasenschnitt oder organische Küchen-Abfälle aus Haushalten in Betracht.

Nach möglichst homogener Durchmischung des angelieferten Materials erfolgt eine Beimpfung (lt. den Vorgaben der Hersteller) mit einem entsprechenden Mikroorganismen-Präparat. Es werden nachfolgend ca. 2 m hohe Tafelmieten errichtet und diese dann mit Silofolie luftdicht abgedeckt. Nach etwa 2-8 Wochen wird das silierte Material wie Frischmaterial der regulären Mietenkompostierung zugeführt.

Problematisch sind hier folgende Elemente:

- Grundsätzlich kann bei einer verdichteten Vorlagerung bei vollständigem Luftabschluss von einer klassischen Silierung des Materials ausgegangen werden. Andererseits sind aufgrund der schwankenden Zusammensetzung der Ausgangsmaterialien die Fermentationsprozess-Verhältnisse von der traditionellen Silierung nicht direkt übertragbar. Fehlgärungen und erhöhte Methanemissionen sind daher nicht auszuschließen.
- Weiters können in Abhängigkeit der tatsächlichen Milieubedingungen während der Umstellung des vorsilierten Materials auf die aerobe Rotte die für die Anfangsphase der Kompostierung von eiweißreichen Materialien („Küchenabfälle“) typischen Geruchsemissionen auftreten.
- Diesbezügliche systematische Studien liegen noch nicht vor.

Schlussfolgerung für Methode 1.) und 2.)

Eine Vorfermentation wäre in beiden Fällen nur dann als Stand der Technik anzusehen, wenn folgende Voraussetzungen eingehalten werden können:

- Ausgewogene und intensive Abmischung der Ausgangsmaterialien
- Homogene Verteilung ggf. Einstellung einer optimalen Materialfeuchtigkeit unter besonderer Berücksichtigung der Wasserkapazität der Ausgangsmischung
- Überwiegend siliertfähiges Material mit geringem Strukturanteil im Fall der Methode 2.)
- In der nachgeschalteten ordnungsgemäßen Kompostierung mit regelmäßigem Umsetzen hat die gesicherte thermophile Hygienisierung und Endreifung entsprechend Abschnitt 4.3 zu erfolgen.
- Abdeckung der Mieten mit Kompostvlies bei Methode 1.), bzw. mit luftdichter Folie bei Methode 2.)

- Das Ziel des zügigen und kontrollierten Abbaus, bzw. der organischen Bindung von geruchsrelevanten Stoffen und Zwischenprodukten muss ausreichend und nachvollziehbar im Zuge der Fermentation erreicht werden.

Da die Erfüllung obiger Voraussetzungen weder wissenschaftlich noch durch Praxiserfahrungen ausreichend verifiziert wurde, bedarf es vor der Aufnahme dieser Vorbehandlungsverfahren in den *Stand der Technik* einschlägiger Untersuchungen. Es wäre sinnvoll, diese Methoden der Vorfermentierung als Vorbehandlung mit dem Ziel eines flexibleren Materialmanagements eingehend zu untersuchen.

3 Spezifische Voraussetzungen der Ausgangsmaterialien hinsichtlich Prozess-, Emissions- und Qualitätsfragen

Bei den Ausgangsmaterialien für die Kompostierung handelt es sich primär um Materialien mit einem entsprechend hohen Anteil an biologisch abbaubarer Substanz. Hinzukommen, je nach Aufwandmenge und Wirkungsweise, Zuschlagstoffe und Hilfsstoffe.

Bei kleineren Kompostanlagen muss bei Übernahme der Ausgangsmaterialien mit einseitig ausgeprägten Materialeigenschaften darauf geachtet werden, dass stets ausreichend ergänzende Mischungspartner zur Herstellung einer ausgewogenen Kompostausgangsmischung vorhanden sind (zu nennen wären hier zB Lebens- und Futtermittelreste mit hohem Eiweißanteil, Zitrusfrüchte, Speiseöle und -fette, Asche, Unkrautsamen, pestizid- und herbizidbehandelte Pflanzenabfälle, erkranktes und verschimmelt Pflanzmaterial, selbst Gras, Laub, Rinde oder Sägespäne).

3.1 Prozess- und emissionsrelevante Eigenschaften der Kompostausgangsmaterialien

- **Wassergehalt:** In Abhängigkeit der Strukturstabilität und der Wasserkapazität der organischen Ausgangsmaterialien können deren Wassergehalte stark schwanken. Die Strukturstabilität in den Mieten gewährleistet – bei ausreichender Durchmischung – ein ausreichendes Luftporenvolumen bei maximalen Feuchtigkeitsgehalten sowie die Ableitung überschüssiger Flüssigkeit. Wassergehalte für zB küchenabfallreiche, strukturärmere Mischungen liegen optimalerweise bei 45 – 50% i.d. FM, für strukturreiche, grünschnittbetonte Mischungen bei 45 – 60% i.d. FM.
- **Strukturstabilität:** ist die Voraussetzung für die Erhaltung des erforderlichen Luftporenvolumens und des Gasaustausches im Rottekörper. Ein günstiger Anteil an geschreddertem Baum- und Strauchschnitt als Strukturmaterial hängt vom gewählten Hauptrotteverfahren, den Struktureigenschaften und dem Wassergehalt der übrigen Materialien ab.
- **pH-Wert:** Ausgangsmaterialmischungen mit hohen Anteilen an frischen Küchen- und Gemüseabfällen führen während des beginnenden Rotteprozesses in den ersten 3 bis 7 Tagen zu niedrigen pH-Werten von 4 bis 6, was zu einer deutlichen Verzögerung des C-Abbaus (lag-Phase) und zur Bildung niederer Carbonsäuren führt.
Kalkstabilisierter Klärschlamm hat pH-Werte von 10 – 12. Bei solchen Werten ist keine mikrobielle Aktivität möglich. Es braucht in der Regel einen entsprechend hohen Anteil an frischen Materialien (z.B. Grünschnitt) um innerhalb einer kurzen Frist (1 – 3 Wochen) den pH-Wert auf unter 8 abzusenken um mikrobielles Wachstum wieder zu ermöglichen. Polymerstabilisierter Schlamm hingegen weist meist pH-Werte zwischen 6,5 und 7 auf.
- **C/N-Verhältnis:** Mikrobiell abbaubare Kohlenstoff- und Stickstoffquellen müssen in einem ausgewogenem Verhältnis vorliegen. Ein Überhang an leicht verfügbarem Stickstoff (C/N < 15 - 20:1) kann zu hohen Verlusten in Form von Ammoniak- aber auch Lachgasbildung führen. Als Zielgröße kann ein C/N-Verhältnis von (20) 25 - 35 (40) : 1 angegeben werden. Orientierungswerte für typische Ausgangsmaterialien siehe Tabelle A1 im Tabellenanhang.

3.2 Produktorientierte Qualität der Ausgangsmaterialien

Eine qualitative Bewertung von Kompost erfolgt in der Regel im anwendungsfertigen Endprodukt. Spezielle Untersuchungserfordernisse und Mindeststandards für Rohmaterialien wurden im Rahmen der KompostVo nur punktuell für Materialien mit potenziell erhöhten Schadstoffgehalten oder nicht eindeutig definierbarer Herkunft festgelegt.

Hinsichtlich der vorsorgeorientierten Mindestanforderungen an die Ausgangsmaterialien zur Kompostierung wird auf Anlage 1 der KompostVo sowie auf ÖNORM S 2201 „Kompostierbare Abfälle – Qualitätsanforderungen“ verwiesen.

3.2.1 Gehalt an nicht abbaubaren Schad- und Fremdstoffen

Zu diesen zählen sowohl potenziell toxischen Elemente (PTE) bzw. Schwermetalle (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink) als auch persistente organische Schadstoffe wie Dioxine und Furane, PCB, PAK.

3.2.1.1 Persistente Organische Schadstoffe

Der Europäische Vergleich organischer Schadstoffkonzentrationen in Bio- und Grünkomposten ergibt, dass hier eine Festlegung von Grenzwerten mit routinemäßiger Analytik nicht erforderlich ist⁹. Die Österreichische KompostVo legte nur für spezifische Ausgangsmaterialien Grenzwerte fest.

Lindan ist bei Rinden auf „Verdacht“, das heißt bei bedenklicher Herkunft und bei Fehlen einer Bestätigung, dass über einen Zeitraum von 10 Jahren ein Anwendungsverbot vorlag, zu untersuchen. Ein Grenzwert von 0,5 mg kg⁻¹ TM ist gemäß KompostVo einzuhalten. Kommunale Klärschlämme sind im Falle eines Verdachtes aufgrund der Einleiterstruktur auf AOX unter Einhaltung eines Grenzwertes von 500 mg kg⁻¹ TM zu untersuchen.

Bei Übernahme von Extraktions- oder Ölsaatenrückständen ist darauf zu achten, dass entweder eine Bestätigung vorliegt, dass keine organisch-synthetischen Extraktionsmittel eingesetzt wurden (Anlage 1 Teil 1 KompostVo), oder *nur gering belastete* Materialien verwendet werden (Anlage 1 Teil 1 KompostVo). Wurden im Entstehungsprozess organisch-synthetischen Extraktionsmittel verwendet, ist vor der ersten Übernahme sowie in der Folge 1 mal pro Jahr auf diese oder mögliche resultierende Schadstoffe durch eine befugte Fachanstalt eine Untersuchung und entsprechende Beurteilung zu veranlassen.

⁹ Amlinger, F., Favoino, E., Pollak, M., Peyr, S., Centemero, M., Caima, V., 2004. Heavy Metals and Organic Compounds from Wastes Used as Organic Fertilisers. EU Commission, DG ENV.
<http://europa.eu.int/comm/environment/waste/compost/index.htm>

Tabelle 3-1: Weitere Grenzwerte für organische Schadstoffe gemäß KompostVo.

Materialien (Code-Nr., Bezeichnung)		Qualitätsanforderungen an das Ausgangsmaterial und Anforderungen an die Eingangskontrolle		
203 neue SN: 92203	Extraktionsrückstände	Nur gering mit organischen Stoffen wie zB Extraktionsmitteln belastete Materialien sind zulässig. Dies ist durch eine Bestätigung über den verwendeten Produktionsprozess nachzuweisen. Ist eine Belastung durch organische Stoffe aufgrund des Entstehungsprozesses möglich, so sind speziell auf den Produktions- und Entstehungsprozess und die daraus resultierenden, möglichen Belastungen abgestimmte Parameter durch eine befugte Fachperson oder Fachanstalt (bei der ersten Anlieferung, in weiterer Folge mindestens einmal pro Jahr bzw. nach jeder Änderung des Prozesses) zu untersuchen. Die Eignung des Materials für die Kompostierung ist unter Einbeziehung dieser Ergebnisse von der befugten Fachperson oder Fachanstalt zu beurteilen und in der Bestätigung zu begründen.		
203 neue SN: 92203	Ölsaatenrückstände			
208 neue SN: 92208	Kakaoschalen	Untersuchungen sind bei jeder Anlieferung erforderlich Lindan: 0,5 mg kg ⁻¹ TM Dichlordiphenyltrichlorethan (DDT) 0,3, Summe aus Aldrin, Dieldrin, Endrin, Heptachlor, die Summe der Hexachlorcyclohexan (HCH), DDT und DDE, Chlordan und Hexachlorbenzol: 1 mg kg ⁻¹ TM		
301 neue SN: 92301	Fangoschlamm und -erde natürlicher Herkunft ohne Zumischungen und Verunreinigungen	PAK (16)	PCB	KW _{ges}
		<i>mg kg⁻¹ TM</i>		
		2	0,2	500
Bei erstmaliger Verwendung ist ein Analysenzeugnis des Erzeugers anzufordern, aus dem hervorgeht, dass die oben stehenden Grenzwerte eingehalten werden.				
303 neue SN: 92303	Asche aus Biomassefeuerungen Pflanzenaschen	PCDD/PCDF: 100 ng TE je kg TM Es ist zumindest eine Analyse bei erstmaliger Verwendung je Herkunft durchzuführen.		
304 neue SN: 92304	Bodenaushubmaterialien (Erde) und -aufschlämmungen natürlich gewachsener, nicht verunreinigter Boden; Waschschlämme von Hackfrüchten; natürlicher Moorschlamm und Heilerde ohne Zumischungen	PAK (16)	PCB	KW _{ges}
		<i>mg kg⁻¹ TM</i>		
		2	0,2	200
Zu untersuchen ist vor allem im Verdachtsfall, zB bei offensichtlichen Ölverunreinigungen oder bei problematischer Herkunft; Waschschlämme nur ohne chemische Reinigungs-, Fällungs- oder Extraktionsmittel.				

3.2.1.2 Schwermetalle

Schwermetalle werden zum überwiegenden Teil über anhaftende Staub und Bodenpartikel bzw. schwermetallhaltige Verunreinigungen und Fremdstoffe (zB Batterien) eingetragen. Grünschnitt-Komposte weisen tendenziell niedrigere Gehalte auf als Kompost aus Bioabfällen. Auswertungen aus flächendeckenden Untersuchungen ergeben jedoch in vielen Fällen keine signifikanten Unterschiede¹⁰.

Beim Einsatz von kommunalem Klärschlamm ist zu beachten, dass bereits geringe Mengen an Klärschlamm (10 – 30 %) infolge der rottebedingten Anreicherung der Schwermetalle dazu führen können, dass die Grenzwerte für eine landwirtschaftliche Verwertung (Qu.-Kl. A) nicht eingehalten werden.

¹⁰ Amlinger, F., Favoino, E., Pollak, M., Peyr, S., Centemero, M., Caima, V., 2004. Heavy Metals and Organic Compounds from Wastes Used as Organic Fertilisers. EU Commission, DG ENV.
<http://europa.eu.int/comm/environment/waste/compost/index.htm>

Tabelle 3-2: Anforderung an den Schwermetallgehalt in Kompostausgangsmaterialien gemäß KompostVo

Materialien		Qualitätsanforderungen an das Ausgangsmaterial und Anforderungen an die Eingangskontrolle																																
201	Schlamm aus kommunalen Abwasserbehandlungsanlagen	<p>Pro Herkunft und angefangenen 200 t TM übernommenem Klärschlamm – mindestens jedoch alle drei Jahre – muss eine Untersuchung auf Schadstoffe durch eine befugte Fachanstalt vorliegen. Die Untersuchungen sind jeweils rechtzeitig zu veranlassen, sodass die Erfüllung der Anforderungen für jede Herkunft kontinuierlich sichergestellt werden kann.</p> <p>Dabei spielt es keine Rolle, ob die Untersuchung durch den Komposthersteller oder die Kläranlage veranlasst wurde.</p> <p>Es ist eine eigene Liste mit den fortlaufenden Untersuchungsergebnissen getrennt nach der Schlammherkunft zu führen.</p> <p>Grenzwerte für Schlämme zur Herstellung von Kompost und Qualitätsklärschlammkompost gemäß Kompostverordnung:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Cd</th> <th>Cr</th> <th>Cu</th> <th>Hg</th> <th>Ni</th> <th>Pb</th> <th>Zn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>Kompostart:</i></td> <td colspan="7"><i>mg je kg TM Schlamm</i></td> </tr> <tr> <td>Kompost</td> <td>3</td> <td>300</td> <td>500</td> <td>5</td> <td>100</td> <td>200</td> <td>2000</td> </tr> <tr> <td>Qualitäts-Klärschlammkompost</td> <td>2</td> <td>70</td> <td>300</td> <td>2</td> <td>60</td> <td>100</td> <td>1200</td> </tr> </tbody> </table>		Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	<i>Kompostart:</i>	<i>mg je kg TM Schlamm</i>							Kompost	3	300	500	5	100	200	2000	Qualitäts-Klärschlammkompost	2	70	300	2	60	100	1200
	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn																											
<i>Kompostart:</i>	<i>mg je kg TM Schlamm</i>																																	
Kompost	3	300	500	5	100	200	2000																											
Qualitäts-Klärschlammkompost	2	70	300	2	60	100	1200																											
Neue Schlüsselnummern und Bezeichnung gemäß AbfallverzeichnisVo:																																		
92201	Kommunale Qualitätsklärschlämme	<p>Grenzwerte für Qualitätsklärschlämme zur Herstellung von Qualitätsklärschlammkompost gemäß Kompostverordnung:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Cd</th> <th>Cr</th> <th>Cu</th> <th>Hg</th> <th>Ni</th> <th>Pb</th> <th>Zn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td colspan="7"><i>mg je kg TM Schlamm</i></td> </tr> <tr> <td></td> <td>2</td> <td>70</td> <td>300</td> <td>2</td> <td>60</td> <td>100</td> <td>1200</td> </tr> </tbody> </table>		Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn		<i>mg je kg TM Schlamm</i>								2	70	300	2	60	100	1200								
	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn																											
	<i>mg je kg TM Schlamm</i>																																	
	2	70	300	2	60	100	1200																											
92212	Kommunale Klärschlämme	<p>Grenzwerte für Klärschlämme zur Herstellung von Kompost gemäß Kompostverordnung:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Cd</th> <th>Cr</th> <th>Cu</th> <th>Hg</th> <th>Ni</th> <th>Pb</th> <th>Zn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td colspan="7"><i>mg je kg TM Schlamm</i></td> </tr> <tr> <td></td> <td>3</td> <td>300</td> <td>500</td> <td>5</td> <td>100</td> <td>200</td> <td>2000</td> </tr> </tbody> </table>		Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn		<i>mg je kg TM Schlamm</i>								3	300	500	5	100	200	2000								
	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn																											
	<i>mg je kg TM Schlamm</i>																																	
	3	300	500	5	100	200	2000																											
202	Schlämme oder Pressfilterrückstände aus getrennter Prozessabwassererfassung der Nahrungs-, Genuss- und Futtermittelindustrie mit geringen Belastungen durch chemische Reinigungs-, Fällungs- oder Extraktionsmittel, Schlamm aus einer betriebseigenen Abwasserreinigungsanlage	<p>Bei erster Anlieferung müssen die bei kommunalem Klärschlamm (201) angeführten Parameter einmal, in weiterer Folge mindestens einmal pro Jahr bzw. nach jeder Änderung des Entstehungsprozesses untersucht werden. Werden Schlämme von verschiedenen Anlagen übernommen, so sind die Schlämme vor dem Vermischen getrennt zu untersuchen. Die angeführte Untersuchungshäufigkeit gilt für jede einzelne Anlage. Auch eine Untersuchung im Auftrag des Anlagenbetreibers - und nicht nur eine im Auftrag des Kompostherstellers - wird anerkannt, sofern die Untersuchung von einer befugten Fachperson oder Fachanstalt durchgeführt wurde.</p> <p>Es gelten die gleichen Qualitätsanforderungen wie für kommunalen Klärschlamm (201)</p>																																

Materialien		Qualitätsanforderungen an das Ausgangsmaterial und Anforderungen an die Eingangskontrolle																														
Neue Schlüsselnummern und Bezeichnung gemäß AbfallverzeichnisVo:																																
92202	Gering belastete Schlämme aus getrennter Prozessabwassererfassung der Nahrungs-, Genuss- und Futtermittelindustrie <u>ausschließlich pflanzlicher Herkunft</u> mit geringen Belastungen durch chemische Reinigungs-, Fällungs- oder Extraktionsmittel, Schlamm aus einer betriebseigenen Abwasserreinigungsanlage	Bei erster Anlieferung müssen die bei kommunalem Qualitätsklärschlamm (SN 92201) angeführten Parameter einmal, in weiterer Folge mindestens einmal pro Jahr bzw. nach jeder Änderung des Entstehungsprozesses untersucht werden. Werden Schlämme oder Pressfilterrückstände von verschiedenen Betrieben übernommen, so sind diese vor dem Vermischen getrennt zu untersuchen. Die angeführte Untersuchungshäufigkeit gilt für jede einzelne Herkunft. Auch eine Untersuchung im Auftrag des Anlagenbetreibers bzw. Abfallbesitzers - und nicht nur eine im Auftrag des Kompostherstellers - wird anerkannt, sofern die Untersuchung von einer befugten Fachperson oder Fachanstalt durchgeführt wurde. Es gelten die gleichen Qualitätsanforderungen wie für kommunalen Qualitätsklärschlamm (SN 92201)																														
92203	gering belastete Pressfilterrückstände aus der Nahrungs-, Genuss- und Futtermittelindustrie mit geringen Belastungen durch chemische Reinigungs-, Fällungs- oder Extraktionsmittel																															
92501	Gering belastete Schlämme aus getrennter Prozessabwassererfassung der Nahrungs-, Genuss- und Futtermittelindustrie <u>tierischer Herkunft</u> mit geringen Belastungen durch chemische Reinigungs-, Fällungs- oder Extraktionsmittel, Schlamm aus einer betriebseigenen Abwasserreinigungsanlage																															
205 neue SN: 92205	Bleicherde	Pro Herkunft und angefangenen 100 t TM ist die Einhaltung der Grenzwerte für anorganische Schadstoffe (Tabelle B.7) zu überprüfen. <u>Grenzwerte</u> für Bleicherde zur Herstellung von Kompost und Qualitätsklärschlammkompost gemäß Kompostverordnung: <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th colspan="7">mg je kg TM</th> </tr> <tr> <th>Cd</th> <th>Cr</th> <th>Cu</th> <th>Hg</th> <th>Ni</th> <th>Pb</th> <th>Zn</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>70</td> <td>150</td> <td>0,7</td> <td>60</td> <td>120</td> <td>500</td> </tr> </table>	mg je kg TM							Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	1	70	150	0,7	60	120	500									
mg je kg TM																																
Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn																										
1	70	150	0,7	60	120	500																										
301 neue SN: 92301	Fangoschlamm und -erde natürlicher Herkunft ohne Zumischungen und Verunreinigungen	Folgende Grenzwerte sind gemäß Kompostverordnung einzuhalten: <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th colspan="8">mg je kg TM</th> </tr> <tr> <th>Cd</th> <th>Cr_{ges}</th> <th>Cu</th> <th>Hg</th> <th>Ni</th> <th>Pb</th> <th>Zn</th> <th>As</th> </tr> <tr> <td>1,1</td> <td>90</td> <td>60</td> <td>0,7</td> <td>55</td> <td>100</td> <td>300</td> <td>30</td> </tr> </table> Bei erstmaliger Verwendung ist ein Analysenzeugnis des Erzeugers anzufordern, aus dem hervorgeht, dass die oben stehenden Grenzwerte eingehalten werden.	mg je kg TM								Cd	Cr _{ges}	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	As	1,1	90	60	0,7	55	100	300	30						
mg je kg TM																																
Cd	Cr _{ges}	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	As																									
1,1	90	60	0,7	55	100	300	30																									
303 neue SN: 92303	Pflanzenaschen (Asche aus Biomassefeuerungen)	Maximale Zugabe 2 % FM, keine Feinstflugasche. Folgende Grenzwerte gemäß Kompostverordnung sind einzuhalten: <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th colspan="10">mg je kg TM</th> </tr> <tr> <th>Cd</th> <th>Cr_{ges}</th> <th>Cu</th> <th>Ni</th> <th>Pb</th> <th>Zn</th> <th>V</th> <th>Co</th> <th>Mo</th> <th>As</th> </tr> <tr> <td>8</td> <td>250</td> <td>250</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>1500</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>20</td> <td>20</td> </tr> </table> Bei erstmaliger Verwendung ist ein Analysenzeugnis des Erzeugers anzufordern, aus dem hervorgeht, dass die oben stehenden Grenzwerte eingehalten werden.	mg je kg TM										Cd	Cr _{ges}	Cu	Ni	Pb	Zn	V	Co	Mo	As	8	250	250	100	100	1500	100	100	20	20
mg je kg TM																																
Cd	Cr _{ges}	Cu	Ni	Pb	Zn	V	Co	Mo	As																							
8	250	250	100	100	1500	100	100	20	20																							

Materialien		Qualitätsanforderungen an das Ausgangsmaterial und Anforderungen an die Eingangskontrolle							
304 neue SN: 92304	Bodenaushubmaterialien und –aufschlämmungen: natürlich gewachsener, nicht verunreinigter Boden; Waschschlämme von Hackfrüchten; natürlicher Moorschlamm und Heilerde ohne Zumischungen	Maximale Zugabe 15 % FM.							
		Folgende Grenzwerte sind gemäß Kompostverordnung einzuhalten:							
		mg je kg TM							
		Cd	Cr _{ges}	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	As
		1,1	90	60	0,7	55	100	300	30
		Zu untersuchen ist vor allem im Verdachtsfall, zB bei offensichtlichen Ölverunreinigungen oder bei problematischer Herkunft; Waschschlämme nur ohne chemische Reinigungs-, Fällungs- oder Extraktionsmittel.							

3.2.1.3 Verunreinigung mit Fremd- und Ballaststoffen (Plastik, Metalle, Glas)

Verunreinigungen mit Fremd- oder Ballaststoffen spielen in der Regel nur bei der getrennten Sammlung biogener Abfälle aus Haushalten bzw. bei spezifischen gewerblichen Abfällen eine Rolle (zB Restaurantabfälle mit Tellern/Bechern aus Stärke oder Papier, getrennt gesammelte Friedhofsabfälle).

Die Reduktion des Störstoffanteils im BIOTONNEN-Material ist, wie die Erfahrung zeigt, nicht vollständig über eine entsprechende Öffentlichkeitsarbeit zu lösen. Der Störstoffanteil liegt in Abhängigkeit der Siedlungsstruktur zwischen 0,5 und 5 % (m/m). Störstoffe sollten weitgehend vor, während und nach Abschluss der Kompostierung ausgelesen werden, um einerseits ein optisch einwandfreies Kompostprodukt, andererseits die höchstmögliche Schadstofffreiheit zu gewährleisten.

Sortenrein (nur eine Abfallart) angelieferte organische Materialien (z. B. Grünschnitt) sind in der Regel fast frei von unerwünschten Fremdstoffen.

Gemäß ÖNORM S 2201 gelten folgende Anforderungen an die Sortenreinheit bzw. den Fremdstoffgehalt für übernommenes Material:

Es ist sicherzustellen, dass der Anteil an Stör-, Ballast- und Fremdstoffen im angelieferten Material den nachfolgenden Kompostierungsprozess und das Endprodukt nicht negativ beeinflusst.

Für eine möglichst geringe Verunreinigung der biogenen Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen sollte bereits in der Gemeinde durch eine effiziente Abfallberatung und durch Kontrollen während der Bioabfallsammlung gesorgt werden.

Als Richtwert für eine akzeptable Verunreinigung getrennt gesammelter biogener Abfälle aus Haushalten und ähnlichen Einrichtungen gilt ein maximaler Verunreinigungsgrad von 1 % (m/m) in der Frischmasse (FM).

Auch in dicht besiedelten Gebieten sollten 2 % (m/m) in der Frischmasse nicht überschritten werden. Werden die angeführten Richtwerte überschritten, ist mit einem erhöhten Sortieraufwand zu rechnen.

Ist die Sortenreinheit der Anlieferungen für die angestrebte Kompostqualität nicht ausreichend, so ist die Übernahme dieser Abfälle zu verweigern, sofern nicht durch vorhandene, vor allem technische Maßnahmen (zB durch Siebung, Windsichtung, Metallabscheidung) bei der Kompostherstellung der Störstoffanteil so weit gesenkt werden kann, dass eine ausreichende Qualität erreicht wird.

3.2.1.4 pH-Wert

Hohe Anteile an Küchen- oder Gemüseabfällen führen in der Startphase zu einer mehr oder weniger ausgeprägten Absenkung des pH-Wertes. Ohne entsprechende Zugabe von Grünschnitt und evtl. altem Kompost, Erde oder zB kalkhaltigem Gesteinsmehl können im Endprodukt auch pH-Werte von < 7 auftreten. In der Regel ergeben aber Komposte aus den üblichen Mischungen aus Grünschnitt und biogenen Haushaltsabfällen pH-Werte über dem Neutralpunkt (7,5 bis 8). Mit der Zugabe von Kalk sollte sehr vorsichtig umgegangen werden, da diese ein Austreiben des Stickstoffs in Form von Ammoniak bewirken kann und eine biologische Stickstoff-Einbindung, insbesondere bei pH-Werten über 8, hemmt.

3.3 Ausgangsmaterialien gemäß KompostVo

Die Kompostverordnung regelt abschließend die Ausgangsmaterialien, die zur Herstellung von Kompost eingesetzt werden dürfen. Die 2 Hauptkategorien (Anlage 1 Teil 1 und Teil 2) unterscheiden sich hinsichtlich möglicher Gehalte an Schadstoffen und den damit einhergehenden Anforderungen an Eingangskontrolle und Herkunftsnachweise. Weiters wurden Zuschlagstoffe, die der Optimierung des Kompostierungsprozesses dienen, sowie die Anforderungen für die Herstellung von Müllkompost definiert. Für die Aufzeichnungen wurden ähnliche Ausgangsmaterialien zum Teil zu Gruppen zusammengefasst.

Eine detaillierte Beschreibung der zulässigen Ausgangsmaterialien, sowie die Anforderungen an die Eingangskontrolle sind der ÖNORM S 2201¹¹ zu entnehmen. Weitere Hinweise zu den erforderlichen Aufzeichnungen sowie Vordrucke für entsprechende Formblätter befinden sich den vom BMLFUW herausgegebenen Fachinformationen zur Kompostverordnung⁷.

3.4 Hilfs- und Zuschlagstoffe

Kompostzuschlagstoffe sind organische oder mineralische Hilfsmittel, welche der Verbesserung des Rotteprozesses dienen und mengenmäßig meist eine untergeordnete Rolle spielen. Geschredderter Baum- und Strauchschnitt oder Rinde, die als Strukturmaterial eingesetzt werden, werden nach der Definition der KompostVo keine Zuschlagstoffe sondern Ausgangsmaterialien. Im Sinne der prozesstechnischen Optimierung werden diese aber oft als Zuschlagstoffe angegeben.

Weitere Funktionen der Zuschlagstoffe sind:

- Potenzielle Reduktion der Geruchsbildung durch die Zugabe von Diabasmehl, Kalk, sonstige Gesteinsmehle, Altkompost
- Bindung von überschüssiger Feuchtigkeit (trockener Altkompost, Tonmehl, fein zerfasertes Schreddermaterial)
- Die mikrobielle Aktivierung (Beimpfung) mit Stamm- oder Altkompost, die Anregung der Humusbildung mit Tonmehl oder lehmhaltiger Erde, Nährstoffergänzung.

In Bezug auf die Qualitätsanforderungen und Mengengrenzungen gelten die Anforderungen der KompostVo, Anlage 1 Teil 4.

Hilfsstoffe werden meist in kleinen, unter Umständen homöopathischen Mengen dem Rottegut beigegeben, mit der Zielsetzung, den Rotteverlauf zu beschleunigen und/oder das Endprodukt positiv zu beeinflussen.

¹¹ ÖNORM S 2201 „Kompostierbare Abfälle – Qualitätsanforderungen“, Wien, 2002-09-01

4 Grundsätze eines emissionsarmen Betriebes

Eine erste, grobe Einteilung der Emissionen einer Kompostierungsanlage lässt sich nach den grundsätzlichen Emissionspfaden vornehmen:

- Wasser (Sickersäfte, niederschlagsbedingte Auswaschungen, Kondenswasser u.a.)
- Boden (Schadstoffe im Kompost)
- Luft (Gerüche, Staub, Keime, organische und anorganische Luftschadstoffe, Lärm)

Die zu berücksichtigenden Emissionen in der Kompostierung sind:

- Geruchsemissionen
- Flüssige Emissionen
- Keimemission
- Staubemissionen
- Organische u. anorganische Luftschadstoffe (inklusive klimarelevanter Gase)
- Lärmemissionen

In Tabelle 4-1 sind die relevanten Emissionen und ihre sich aus dem Betriebsablauf einer Kompostanlage ergebenden Anfall- bzw. Austrittsstellen dargestellt

Tabelle 4-1: Emissionsrelevante Verfahrensteile bei der Kompostierung

Verfahrensschritt	Aggregat/ Anlagenteil	Emissionen ²⁾ über		
		Wasser	Boden	Luft ³⁾
Anlieferung	Übernahmebereich (zB Flachbunker)	Press-/Sickerwässer	Keine **	Gerüche, Lärm (Staub) (Keime)
Vorbehandlung Grobaufbereitung	Siebung, Störstoffabtrennung, Mischung etc.	Press-/Sickerwässer Kondenswässer aus Abluftbehandlung	Keine **	Gerüche, Lärm (Staub) (Keime)
Hauptrotte (Intensivrotte)*	Reaktor, Tunnel, Trommel (Mieten)	Press-/Sickerwässer Kondenswässer	Keine **	Gerüche, Staub Keime (Lärm)
Nachrotte	Mieten (evtl. eingehaust) (Reaktor, Tunnel)	Press-/Sickerwässer (Kondenswässer)	Keine **	(Gerüche), Keime (Staub) (Lärm)
Konfektionierung Feinaufbereitung	Siebung, Hartstoff- abscheidung etc.	keine	keine	(Gerüche), Staub, Keime, Lärm
Endprodukt	Kompostlager	keine ¹⁾	Schwermetalle, andere Schadstoffe	(Gerüche), Staub (Keime) (Lärm)

¹⁾ Zur Anforderung der Überdachung gegen Vernässung in niederschlagsreichen Gebieten siehe 4.2, 5.3, 5.4, 5.6
²⁾ Angaben in *(Klammern)* bedeuten einen eingeschränkten bzw. verfahrensspezifischen Anfall
³⁾ die Freisetzung sonstiger Luftschadstoffe ist hauptsächlich bei der Rotte zu erwarten
* Intensivrotte wird nur jener Rotteabschnitt der Hauptrotte bezeichnet, der unabhängig von der Selbsterwärmung des Rottegutes in technisch unterstützten (zwangsbelüfteten, bzw. gekapselten) Anlagenteilen durchgeführt wird.
** unter der Voraussetzung, dass es sich um eine Fläche mit Basisabdichtung (Dichtflächen) handelt

Die wesentlichen Einflussgrößen auf die Außenwirkung einer Kompostierungsanlage sind neben der Auswahl eines möglichst unproblematischen Standortes und einer auf die örtlichen Gegebenheiten angepassten Planung

- der Anlagendurchsatz (Bearbeitungskapazität und Durchsatzleistung in Hinblick auf die Tages-Inputmenge),
- die Art der verarbeiteten Abfälle (Materialeigenschaften),
- das gewählte Rotteverfahren (Personalaufwand, technische Ausstattung),
- der Grad der Einhausung von geruchsemitterenden Anlagenteilen,
- die erzielte Reinigungsleistung (Abscheidung) in Abluftströmen aus eingehausten Anlagenteilen und
- die Betriebsführung (betriebliche Maßnahmen bei der Rotteführung und Materialmanipulation bzw. hinsichtlich emissionsmindernder Maßnahmen).

Die wesentlichen Einflussgrößen hinsichtlich Menge und Umweltrelevanz sind:

- Standort
- Eigenschaften der zu verarbeitenden Materialien (siehe auch Abschnitt 3.1)
- Bearbeitungskapazität (Maschinen/Personal) und die erforderliche Tages- bzw. Wochen-Durchsatzleistung, samt diesbezüglicher Reserven
- Technische Ausstattung und Maßnahmen in den einzelnen Rotteabschnitten und Anlagenteilen
- Betriebliche Maßnahmen der konkreten Rotteführung und Materialmanipulation u.a. hinsichtlich emissionsmindernder Maßnahmen.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass eine Vielzahl der hier beschriebenen Voraussetzungen für einen ordnungsgemäßen Betrieb und die entsprechende Dokumentation oft mehrere Teilanforderungen zugleich erfüllen. So werden zB mit einer sauberen Betriebsführung, einer zügigen Materialaufarbeitung und einer bedarfsgerechten Materialmischung und Bewässerung die Anforderungen an Geruchsmanagement, Hygienisierung und Reduktion der Keimemissionen gleichermaßen erfüllt.

Die für die Beurteilung möglicher Geruchs-, Keim-, Lärm- oder Staubemissionen gestellten Anforderungen an Verfahrenstechnik und Betriebsführung müssen immer auch die standörtlichen Bedingungen mitberücksichtigen.

Insbesondere in der Frage der Geruchsemissionen ist eine standortunabhängige Beurteilung wissenschaftlich und sachlich nicht haltbar und daher abzulehnen.

4.1 Geruchsemissionen

Bei allen Kompostierungsverfahren kommt es selbst bei ordnungsgemäßer Betriebsführung und Anlagenausstattung zu Geruchsemissionen.

Die hier getroffene Einteilung in fünf verschieden lang dauernde Rottephasen orientiert sich an den in diesen Phasen typischerweise entstehenden Geruchsstoffen. Sie weicht also von der üblichen Einteilung der Rottephasen leicht ab.

Tabelle 4-2: Phasen der Entstehung geruchsaktiver Substanzen beim Rotteprozess

Rottephase und Temperaturbereich	Charakteristische Geruchsbildner ¹⁾	Bestimmender Geruchseindruck	Geruchsstoffkonzentration [GE m ⁻³ Abluft]	Dauer der Phase ²⁾	pH-Wert im Rottegut
Mesophile Startphase (15-45 °C)	Niedere Carbonsäuren, Aldehyde, Alkohole, Carbonsäureester, Ketone, Terpene, auch Sulfide	alkoholisch-fruchtig bis käsig-schweißartig	6.000 - 25.000 ³⁾	wenige Tage bis max. eine Woche	4 bis 6
Selbsterwärmungsphase; Temperatur steigt weiter auf 45-65 °C	wie Startphase	wie Startphase	Spitzenwerte über 30.000 ⁴⁾	wenige Tage bis max. eine Woche	4 bis 6
Hochtemperaturphase (> 65 °C, teilweise bis > 70 °C)	Ketone, schwefelorganische Verbindungen, Terpene, Pyrazine, Pyridine, HDMF, auch Ammoniak	süßlich-pilzig, Heißrottegeruch, unangenehm-muffig	1.000 - 9.000 ³⁾ bis über 10.000 ⁴⁾	wenige Tage bis zu mehreren Wochen	6 bis über 7
Abkühlungsphase (65 - 45 °C)	Sulfide, Ammoniak, auch Terpene	muffig-stechend, ammoniakalisch	150 - 3.000 ³⁾	bis zu 12 Wochen	bis über 8
Reifungsphase (< 45 °C)	Huminstoffe	pilzig, erdig	unter 500 ⁴⁾	mehrere Wochen	> 7

¹⁾ ohne Anspruch auf Vollständigkeit
²⁾ stark abhängig vom gewählten Rotteverfahren
³⁾ Literatur siehe Grundlagenstudie
⁴⁾ eigene Untersuchungen

4.1.1 Eckpunkte eines geruchsarmen Betriebes

Möglichkeiten der Einflussnahme auf den biologischen Prozess durch eine aktive Rotteführung zwecks Geruchsreduktion sind:

- gezielte Mischung der Ausgangsmaterialien,
- Steuerung der Rottetemperatur,
- Steuerung des Wasserhaushaltes und
- ausreichende Sauerstoffversorgung des rottenden Materials.

Bereits bei der Aufbereitung und Mischung der Inputmaterialien sind im späteren Rotteprozess auftretende Geruchsemissionen vorteilhaft beeinflussbar. So kann durch optimierte Einstellung des verfügbaren (freien) Luftporenvolumens die Sauerstoffversorgung der für die Abbauvorgänge verantwortlichen Mikroorganismen und damit die Prozessgeschwindigkeit gesteigert werden. Zudem wird auf diese Weise der Bildung von anaeroben Zonen im Kompost vorgebeugt. Bei gleichzeitiger Verbesserung der Strukturstabilität und Regulierung des Feuchtgehaltes des Rohkompostes durch Mischung verschiedener Abfälle ist dieses Ziel im praktischen Betrieb durchaus erreichbar. Für die Betriebsführung entsteht durch diese Maßnahmen zwar ein erhöhter Aufwand, der aber durch die Vorteile des verbesserten Prozessablaufes und des abgesenkten Emissionspotenzials bei weitem kompensiert wird.

Die Steuerung der Temperatur im Rottegut ist aus mehreren Gründen wünschenswert. Zunächst führt eine Überhitzung der Rotte auf Temperaturen über 65/70 °C zu einer deutlicheren Einengung des Artenspektrums bei den abbauenden Mikroorganismen und damit zu einer Verlangsamung des Rotteprozesses. Der überhitzte Prozess setzt zudem, neben den verstärkt aus dem Rottegut ausgetriebenen biogenen Stoffwechselprodukten, noch abiogene Geruchsstoffe mit hoher Geruchsintensität frei. Die Begrenzung der Temperatur in der thermophilen Phase der Kompostierung ist – bei gegebener Materialmischung – über eine forcierte Belüftung, die Änderung des Mietenquerschnitts bzw. Wasserzugaben möglich. Bei ungünstigen Materialmischungen (zu hoher Biotonnen-/Eiweiß-/Klärschlammanteil) kann dies in den ersten 3 bis 5 Wochen (je nach Bearbeitungsintensität) zu einer höheren Geruchsfracht durch größere Abluftströme oder durch vermehrtes Umsetzen führen. Da andererseits jedoch auch aus Gründen des Minimierungsgebotes für Emissionen klimarelevanter Gase eine ausreichende Belüftung erforderlich ist, ist insbesondere mit ansteigender Mietenhöhe ein regelmäßiges mechanisches Umsetzen unabhängig von einer vorhandenen Zwangsbelüftung unerlässlich. Eine intensivere Bewässerung ist je nach Verfahren sehr genau auf den Rottekörper, die jeweilige Prozessphase und die Strukturstabilität des Materials abzustimmen, da Vernässungen, insbesondere im Bereich der Mietensohle zu anaeroben Zonen führen können.

Ein optimierter Wasserhaushalt ist für den erzielbaren Rottefortschritt bedeutsam. Gleichzeitig ist die Vermeidung von zu großen Abwassermengen aus emissionstechnischen Gründen wichtig. Sicker- und Kondenswässer stellen nicht unerhebliche Geruchsquellen dar, ebenso durch zu hohe Wassergehalte verursachte Anaerobien (Beispiel: nasser Mietenfuß). In diesem Zusammenhang sind sowohl die dosierte Wasserzugabe als auch die Fassung und Ableitung von Brühen (Kondensate von Oberflächen) und Sickerwässern von Bedeutung. Besonders in technischen Anlagen begünstigen ein Trockenschrank oder andere Einrichtungen für die Wassergehaltsbestimmung zur Erstellung von Wasserbilanzen und für die Rotteüberwachung einen optimierten Kompostierungsbetrieb mit minimalen Geruchsemissionen.

Ohne ausreichende Versorgung der Rotteorganismen mit Sauerstoff kommt der aerobe Kompostierungsprozess zum Erliegen. Von dieser Prämisse ausgehend sind zunächst alle Maßnahmen, die den Sauerstoffgehalt im Rottegut auf hohem Niveau halten, von Vorteil. Aus der Sicht der höchstmöglichen Minderung von Geruchsemissionen ergeben sich jedoch gravierende Unterschiede.

Auch für die ordnungsgemäße Hygienisierung ist ein ausgewogenes Feuchtigkeitsregime eine wesentliche Voraussetzung.

Tabelle 4-3: Maßnahmen gegen mangelnde Sauerstoffversorgung der Rotte ¹²

Maßnahmen gegen Wasserüberschuss	<p><u>Minderung des Wasserinputs:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswahl trockener, saugfähiger Ausgangsstoffe • Zumischen trockener Zuschlagsstoffe (Papier, Sägemehl, Holzhäcksel, Rinde etc.) • Als Schutz vor Regen Abdecken der Miete mit wasserabweisendem aber luftdurchlässigem Material, zB Geotextilien, Häckselgut, Reifekompost, Stroh <p><u>Erhöhung des Wasseroutputs:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Starke Zwangsbelüftung • Häufiges Umsetzen, ohne jedoch die Auskühlung des Kompostes (bei niedrigen Temperaturen) zu riskieren • Aufdecken der Miete an Tagen mit hoher Evaporation • Exposition der Miete in Hauptwindrichtung
Maßnahmen zur Verbesserung der Struktur	<ul style="list-style-type: none"> • Zumischen strukturreicher Stoffe • Die durch Sackung besonders gefährdete Mietenbasis wird besonders strukturreich gehalten (zB Aufbau der Miete auf einer strukturreichen Häckselnschicht)
Rottetechnik- und -verfahren	<ul style="list-style-type: none"> • Miete zu lockerem Haufwerk aufsetzen • die mögliche Mietenhöhe richtet sich nach dem Rottestadium (je ausgereifter desto höher), den Struktureigenschaften des Rottematerials und den (Zwangs)-Belüftungsmaßnahmen • Eine strukturreiche Unterlage unter der Miete kann ein ausreichendes Luftporenvolumen zur Wasserabfuhr und Luftnachlieferung sicherstellen, die Schichtenmiete verhindert Setzungen im gesamten Rottekörper. • In dynamischen und bedingt auch in quasi-dynamischen Rotteverfahren werden verfahrensbedingt in kürzeren Abständen neue Oberflächen und ein hoher Luftaustausch gefördert.

Auch unbelüftete Mietensysteme müssen gewährleisten, dass zwischen den Umsetzungsvorgängen Frischluft bis in den Mietenkern diffundieren kann. Daher ist bei der unbelüfteten offenen Mietenkompostierung eine besonders sorgfältige Abstimmung zwischen Mietenquerschnitt, Materialmischung (insbesondere Luftporenvolumen, Wassergehalt, Strukturstabilität) und Umsetzungsrhythmus notwendig. Allerdings ist auch bei kleinen Kompostvolumen der Sauerstoffgehalt im Material unbelüfteter Haufenwerke nicht immer günstig. Besonders in der Intensivrottephase während der ersten Wochen des Kompostierungsprozesses kann es zu partiellen Unterversorgungen kommen, was sich dann spätestens beim Umsetzungsvorgang in erhöhten Geruchsfrachten niederschlagen kann. Nachteilig auf die Emissionssituation kann sich auch der geringe Wasseraustrag über den Luftpfad auswirken, v.a. dann, wenn ohne Dach oder Abdeckung in niederschlagsreichen Gegenden bzw. Jahreszeiten gearbeitet wird (zur Anforderung der Überdachung gegen Vernässung in niederschlagsreichen Gebieten siehe 4.2, 5.3, 5.4, 5.6).

Natürliche Belüftung, wie sie bei offenen Rottesystemen angewendet wird, benötigt, wenn die Rotte sorgfältig durchgeführt wird, keine spezielle Abluftentsorgung; die beim Umsetzungsvorgang freigesetzten Geruchsstoffe können jedoch in Abhängigkeit von ihrer Intensität und der vorherrschenden Witterung die nächste Umgebung belasten.

Dies ist der Hauptgrund, warum insbesondere bei offenen Mietensystemen die Randbedingungen des Standorts (Abstand zu immissionsrelevanten Orten, lokale Wetterverhältnisse etc.) in Kombination mit der Art der Inputmaterialien und der Verfahrensweise in die *Beurteilung der Erheblichkeit bzw. der Zumutbarkeit* von Emissionen mit einbezogen werden müssen (siehe die Voraussetzungen hierzu in Abschnitt 4.1.6)

¹² nach: Bidlingmaier, W., Müsken, J., 1997. Biotechnologische Verfahren zur Behandlung fester Abfallstoffe; in: Ottow, J. C. G., Bidlingmaier, W. (Hrsg.), Umweltbiotechnologie, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart

Verschiedene Belüftungssysteme haben – in Abhängigkeit vom Ausgangsmaterial und der Belüftungstechnik – ebenfalls unterschiedliche Auswirkungen auf die Geruchsemissionen eines Kompostwerkes. So wird bei saugbelüfteten Mieten in der Regel das Problem des nassen Mietenfußes bestehen, da zusätzlich zu den immer anfallenden Sicker- und Presswässern auch noch die wassergesättigte Rotteabluft nach unten geführt wird. Das eingeschränkte freie Luftporenvolumen in diesem Bereich kann dann trotz aktiver Belüftung zu anaeroben Zonen mit entsprechendem Emissionspotenzial führen (v.a. beim Umsetzen können dadurch höhere Stoßemissionen entstehen). Die hohen Geruchsstoffkonzentrationen in den Luftleitungen von Saugsystemen sind zudem nicht nur auf die konzentriert anfallende Mietenabluft, sondern auch auf die ausfallenden Kondenswässer zurückzuführen.

Bei nicht eingehausten Mieten wird der Vorteil, dass bei Saugbelüftung (im Gegensatz zu Druckbelüftung) im Ruhezustand der Mieten ein Anteil der Geruchsfracht nicht in die Außenluft gelangt, durch die Notwendigkeit der Reinigung des Mietenabluftstromes konterkariert. Aufgrund des geringeren Luftbedarfs älterer Mieten reicht es oft nicht aus, die Abluft der Hauptrotte über eine druckbelüftete Nachrotte zu führen, um so eine Desodorierung zu erreichen. Abgesehen vom höheren Energieaufwand einer Saugbelüftung, die immer entgegen der Thermik in einer Miete arbeiten muss, besteht daher in der Regel auch noch Bedarf an einer separaten Abluftreinigungsanlage.

Saugbelüftung der Mieten in geschlossenen Hallen hat den Vorteil, dass weniger Wasserdampf in die Hallenatmosphäre austritt (besseres Hallenklima). Jedoch werden sämtliche Geruchsstoffe aus den Mieten direkt der Abluftreinigung zugeführt, während bei druckbelüfteten Mieten die Mietenrandzone bereits eine filternde Wirkung aufweist. Daher entsteht bei Mietensaugbelüftung in Hallen ein höherer Aufwand bei der Abluftreinigung. Unter dem Gesichtspunkt der Luftmengenminimierung in Rottehallen schneiden reine Saugbelüftungen ebenfalls schlechter ab als Druckbelüftungen, da keine Umluft gefahren werden kann¹³. Dies wäre (eingeschränkt) nur bei kombiniertem Druck-/Saugbetrieb möglich. In der Boxenkompostierung kommen die beschriebenen Nachteile der Saugbelüftung nicht zum Tragen, da das Hallenvolumen wegfällt.

4.1.2 Minderungsmaßnahmen für Geruchsemissionen bei offenen Anlagen

Generelle Einflussmöglichkeiten auf die Emission von Geruchsstoffen aus offenen Anlagen sind

- die sofortige und zügige Verarbeitung der angelieferten Abfälle,
- die Herstellung eines strukturreichen Rohmaterials für die Rotte (ausreichender Strukturgutvorrat zur Mischung mit nassen Bioabfällen oder Schlämmen),
- die Rotteführung (zB regelmäßiges Umsetzen zur Vermeidung anaerober Zonen in den Mieten, Begrenzung der Mietenhöhe in Abhängigkeit von Strukturstabilität sowie Umsetz- bzw. Belüftungssystem),
- eine saubere Betriebsführung (regelmäßige Reinigung der Verkehrswege etc.) und
- die Wahl des Umsetzzeitpunktes (zB nur bei günstiger Windrichtung).

Eine weitere, wichtige Einflussgröße auf den Rotteverlauf und auf das Geruchsemissionspotenzial in offenen Anlagen stellt die Niederschlagsmenge dar.

An Standorten in niederschlagsreichen Gebieten stellt sich die Frage der Abdeckung von Dreiecksmieten mit atmungsaktivem, wasserableitendem Kompostvlies sofern keine überdachten Flächen verfügbar sind. Je kleiner die Mieten, desto größer ist die Gefahr der Vernässung. Größere Dreiecksmieten (ca. > 1,50 m) sowie Trapez- und Tafelmieten sind aufgrund ihres Oberflächen/Volumenverhältnisses weniger anfällig. Im Rottestadium fortgeschrittene Mieten neigen aufgrund der geringen Verdunstungsrate eher zum Vernässen. Anaerobe Zonen und die dadurch ausgelösten Geruchsemissionen sind die Folge. Zudem wird durch nasse Materialien die mechanische Bearbeitung (Umsetzen, Sieben, Störstoffabscheidung) behindert.

¹³ Umluftbetrieb ist nur möglich, wenn der Frischluftanteil an der Hallenzuluft ausreichend hoch bleibt, um trotz Nutzung gebrauchter Luftströme (zB aus anderen Betriebshallen) einen Hallenunterdruck aufrecht zu erhalten (Verhinderung diffuser Geruchsquellen aus Undichtigkeiten der Hallenhaut).

Neben der Wahl einer materialspezifisch geeigneten Mietengröße und -form sind an weiteren geruchsmindernden Maßnahmen zu nennen:

- Erd- bzw. Kompostzusatz [ca. 10 % (m/m)] zur Erhöhung der Sorptionskapazität für geruchsstofftragende Sickersäfte,
- Temperatur im Rottegut nicht über 65 ° C und eine möglichst rasche Stabilisierung auf unter 55 °C,
- Abdeckung der Mieten mit wasserabweisendem Vlies bei geringen Mietenhöhen (< 1,5 m)

Besteht die optionale Möglichkeit, die CO₂ und O₂ Konzentration in der Mietenluft mittels Sonden zu messen, so zeigt ein wiederholt auftretender Summenwert größer als 20,8 % (v/v) bereits einen Übergang zu anaeroben Bedingungen an¹⁴.

Ein weiterer Erfahrungswert in der Mietenkompostierung ist ein Mindest-Sauerstoffgehalt von 5 % in der Mietenluft, der nicht unterschritten werden sollte. Normalwerte in der ersten Phase der Hauptrotte liegen zwischen 7 und 12 % (v/v) O₂. Weiters sollte der CO₂ Gehalt 10-12 % (v/v) und der CH₄ Wert nicht 1 % (v/v) überschreiten.

4.1.2.1 Sonderfall der Mietenabdeckung mit biologischen Abdeckmaterialien

Eine Betriebsvariante für kleinere bis mittlere Anlagengrößen mit offenem Rotteteil stellt die Abdeckung der Mieten während der ersten Rottephase dar. Folgende organische Abdeckmaterialien kommen in Betracht:

- Reifer Kompost
- Häcksel/Shreddergut (aus Grünschnitt, Holz, Siebrückstand)

An Anwendung der „Abdeckmethode“ kommen länger andauernde nicht geplante Geruchsemissionen eigentlich nur dann vor, wenn nach Umsetzungsvorgängen die frisch aufgesetzten Mieten nicht sofort wieder abgedeckt werden oder die Deckschichten nicht ordnungsgemäß aufgebracht werden. Die Geruchsemission kann durch Mietenabdeckung weitgehend reduziert werden. Dies gilt auch für Werke, die mit Druckbelüftung arbeiten.

Neben einer mikrobiellen "Biofilterwirkung", die bei den biogenen Deckschichten aus Kompost und Häckselgut anzunehmen ist, trägt auch die Auskondensation von Geruchsstoffen aus dem Rotteabgas an bzw. in der relativ zur Miete kühleren Abdeckung ganz wesentlich zu der desodorierenden Wirkung solcher Deckschichten bei. Bei optimierter Mietenzusammensetzung wird davon ausgegangen, dass in den ersten Tagen und Wochen die geruchsrelevanten Zwischenprodukte bereits abgebaut sind bzw. weitgehend in der organischen „Biofilterschicht“ abgefangen wurden. Voraussetzung für die Reduzierung der Geruchsemissionen ist hier jedoch, dass über eine Periode von 10 bis 15 Tagen nicht umgesetzt wird.

Zur Effektivität dieser Methode hinsichtlich der Geruchsminderung liegen nur wenige Untersuchungen vor. Daher kann hierzu noch keine abschließende Empfehlung abgegeben werden. Zu unterscheiden sind auch zwangs- und natürlich belüftete Verfahren. Eine zusätzliche moderate drückende Zwangsbilüftung kann die Frischluftnachlieferung der natürlichen Konvektion unterstützen. Zu beachten ist, dass bei längeren Phasen ohne mechanische Bearbeitung eine homogene Befeuchtung u.U. schwer zu erreichen ist.

Mit Blick auf eine umfassende emissionsseitige Optimierung (auch unter Berücksichtigung des Minimierungsgebotes für die Emission klimarelevante Gase), sind folgende Voraussetzungen zu beachten:

¹⁴ Binner E., Grassinger D., Humer M. 2002: „Composting conditions preventing the development of odorous compounds“ in: Microbiology and Composting, Springer Verlag, pp. 551-560,

- Die Abdeckung mit einer Biofilterschicht aus frischem Häckselgut oder ungesiebttem Fertigkompost sollte mindestens 10 – 15 cm betragen
- Bei unbelüfteten Systemen ausschließlich Dreiecksmieten mit einer maximalen Höhe von 1,50 m und optimierter Strukturstabilität (Sicherstellung des Gasaustausches durch den Kamineffekt)
- Homogen eingestelltes, evtl. leicht erhöhtes C/N-Verhältnis (ca. 25 - 35 : 1)
- Die ordnungsgemäße thermische Hygienisierung gemäß Abschnitt 4.3 muss ggf. durch nachfolgende Rotteabschnitte gewährleistet sein.

4.1.2.2 Mietenabdeckung mit semipermeablen Kunststoffmembranen

Die speziell für das Geruchsmanagement in der Mietenkompostierung entwickelten semipermeablen Kunststoffmembranen weisen gegenüber Kompost- bzw. Häckselgutauflagen einige Vorteile auf. So sind Planen über die ganze Oberfläche homogen, was zu einem sehr gleichmäßigen Abströmverhalten bei druckbelüfteten Mieten¹⁵ führt. Präferenzkanäle für den Abluftstrom sind außer bei Beschädigung der Plane und an den Übergangsstellen von der Plane zum Boden nicht zu befürchten. Darüber hinaus halten die normalerweise eingesetzten Membranen Niederschlagswasser zuverlässig ab, eine Vernässung der Mieten mit daraus resultierenden Geruchsproblemen (anaerobe Zonen) kann so sicher vermieden werden. Semipermeable Membranen werden auch bei offenen Rotteboxen und -containern eingesetzt. In diesen Fällen lassen sich die relativ aufwändigen Arbeitsschritte des Auf- bzw. Abdeckens vereinfachen oder sogar automatisieren. Die Wirkungsweise ist ähnlich jener von biogenen Deckschichten, wobei die Auskondensation von Geruchsstoffen an der Membran stärker im Vordergrund steht. Eine Biofilterwirkung, wie sie bei biogenen Deckschichten gegeben ist, kann nur eingeschränkt über die Ausbildung eines „biologischen Rasens“ auf der Planenunterseite angenommen werden.

Die Abdeckung mit dem sogenannten Kompostvlies wirkt hinsichtlich der Reduktion von Geruchsemissionen nur indirekt durch die Ableitung von Niederschlagswasser und die Erhaltung der gleichmäßigen Durchfeuchtung und damit des homogenen Abbaus bis in die Randzonen. Eine Biofilterwirkung ist hier nur sehr eingeschränkt gegeben, Kondensationseffekte wie bei biogenen Deckschichten und Planen (Membranen) dagegen schon.

Alle Abdeckmaßnahmen verlieren notwendigerweise ihre Wirkung, wenn das Rottegut aufgesetzt, umgesetzt oder abgetragen werden muss. Die aus diesen Betriebsvorgängen resultierenden Stoßbelastungen können jedoch weitgehend auf den Zeitraum der reinen Materialbewegung beschränkt werden.

4.1.3 Technische Maßnahmen der Abluftbehandlung bei Kompostierungsverfahren mit Zwangsbelüftung

Die Desodorierung der Abluft aus der Kompostierung ist bei (teilweise) geschlossen ausgeführten Anlagen ein entscheidender Verfahrensschritt.

Im wesentlichen gibt es folgende Verfahrensvarianten:

- Biofilter,
- Biowäscher und
- Biomembranverfahren

Gemeinsames Merkmal dieser Verfahren ist die mikrobielle Tätigkeit von Organismengesellschaften welche in der Lage sind, organische und einige anorganische Abluftinhaltsstoffe biochemisch unter aeroben Bedingungen günstigstenfalls bis zu den Spaltprodukten Wasser, Kohlendioxid und Wärme zu mineralisieren.

¹⁵ Zudem ergibt sich bei druckbelüfteten Mieten der Effekt, dass sich unter der Plane ein leichter Überdruck aufbaut, der die Sauerstoffversorgung des Rottegutes im Vergleich zu „drucklosen“ Systemen weiter verbessert.

Für das Funktionieren biologischer Abluftreinigungssysteme ist die Einhaltung folgender Randbedingungen essentiell:

- Die zu entfernenden Abluftinhaltsstoffe müssen zumindest eine gewisse **Wasserlöslichkeit** aufweisen, um von den aktiven Mikroorganismen abgebaut werden zu können (Aufnahme von Nahrung nur in gelöster Form) und
- sie müssen auf jeden Fall **biologisch abbaubar** sein.
- **Toxische Stoffe** dürfen im Abluftstrom ebenso wenig enthalten sein, wie
- große Mengen an **Stäuben und Fetten**.
- Die **Zulufttemperatur** soll zwischen 15 und 45 °C (Optimalbereich 25 bis 35 °C) liegen.

Anorganische Gase wie Schwefelwasserstoff (H₂S) oder Ammoniak (NH₃) können ebenfalls mikrobiell oxidiert werden. Die Abbauprodukte dieser Abluftinhaltsstoffe (Schwefel und Sulfat bzw. Nitrat) reichern sich jedoch im Filtermedium im Lauf der Zeit an und verändern dadurch den pH-Wert des Waschwassers oder Filtermaterials.

4.1.3.1 Biofilter

Die heutzutage am häufigsten eingesetzten Biofiltertypen lassen sich in (meist offene) Flächenfilter und in (geschlossene) Containerfilter einteilen. Als Sonderformen geschlossener Filter sind auch Turm- bzw. Etagenfilter in Betrieb.

Biofilterbetrieb und Biofilterpflege

Der Betrieb von Abluftreinigungsanlagen, die in (teilweise) eingehausten Kompostwerken praktisch immer aus einem Biofilter bestehen – eventuell in Kombination mit einem Biowäscher – setzt ein ähnlich ausgeprägtes Fingerspitzengefühl voraus, wie der Rottebetrieb selbst. Wie alle biologischen Systeme bedürfen auch biologische Abluftreinigungen einer dauernden Überwachung und Pflege, wenn Sie mit optimiertem Wirkungsgrad gefahren werden sollen. Das ÖWAV-Regelblatt 513 gibt hierzu wertvolle Hinweise.

Aufgrund der zentralen Bedeutung für die Außenwirkung einer Kompostierungsanlage spielen der Filterbetrieb und die Filterpflege eine wichtige Rolle bei der Emissionskontrolle. Beim Betrieb eines Biofilters ist daher v.a. darauf zu achten, dass

- beim vorgesehenen Filtermaterial die maximal zulässige Raumbelastung des Biofilters im Regelbetrieb nicht überschritten wird,
- für die Auslegung und den Betrieb der Filteranlagen die Anforderungen des ÖWAV-Regelblattes 513 und der jeweils neueste Stand der Technik beachtet werden,
- die Volumenbelastung des Biofilters im Regelfall für nicht mehr als 100 m³ m⁻³h⁻¹ ausgelegt wird (durch die Verringerung der spezifischen Filtervolumenbelastung auf 50 m³ Abluft je m³ Filtermaterial kann eine weitergehende Schadstoffabscheidung erzielt werden),
- eine hohe NH₃-Belastung des Rohgases die Vorschaltung einer sauren Wäsche notwendig machen kann; zu den Voraussetzungen für den Einbau eines sauren Wäschers siehe Abschnitt 4.5.1,
- ein segmentweiser Wechsel des Filtermaterials bei den verbleibenden Filtersegmenten kein zu starkes Absinken der Reinigungsleistung hervorruft (Redundanz),
- die Einhaltung des genehmigten Abluftwertes bei der vorgesehenen maximalen Raumbelastung zu gewährleisten ist,
- der Wassergehalt des Filtermaterials durch geeignete Maßnahmen (Zuluftbefeuchtung, Bewässerungsmöglichkeit) auf einem betriebstechnisch optimierten Wert gehalten wird,
- die Abluftventilatoren in ihrer Leistung so ausgelegt sind, dass auch bei einer Verdichtung des Filtermaterials und steigendem Gegendruck die Filterfunktion nicht beeinträchtigt wird,
- die relative Feuchte der Filterzuluft möglichst im Bereich der Wasserdampfsättigung gehalten wird (evtl. Einbau einer Befeuchtungseinrichtung),
- die Zulufttemperatur im Biofilter im Bereich zwischen + 15 und + 45 °C liegt (Optimum bei 25 - 35 °C),

- der Filterkörper so gestaltet wird, dass v.a. im Randbereich keine Durchbrüche auftreten können und das Rohgas vor Eintritt in den Filter möglichst gleichmäßig verteilt wird,
- eine Änderung der Rohgasfracht sich in möglichst engen Grenzen hält,
- die Filterzuluft möglichst weitgehend entstaubt ist, um ein Zusetzen der Luftverteilungseinrichtungen und der unteren Filterschichten zu vermeiden,
- der pH-Wert im Biofiltermaterial im neutralen bis leicht sauren Bereich gehalten wird,
- ein rechtzeitiger Wechsel des Filtermaterials vor der völligen Erschöpfung der Reinigungsleistung erfolgt.

Darüber hinaus sind für die Einhaltung der vollen Funktionsfähigkeit des Biofilters die folgenden Filterpflege- und Kontrollmaßnahmen erforderlich:

- Möglichst arbeitstägliche visuelle Kontrolle der Filteroberfläche¹⁶ (Feststellung von Durchbrüchen, Setzungen und Verdichtungen im Filtermaterial), am besten früh morgens (Wasserdampfbildung)
- Mindestens arbeitstägliche Messung der Zulufttemperaturen und der Luftvolumenströme.
- Kontinuierliche Überwachung der Zuluftfeuchte, um einer Austrocknung des Filters schnellstmöglich entgegenwirken zu können
- Regelmäßige, möglichst tägliche Messung des Filtergegendruckes (Luftzuleitung zum Filter) zur Feststellung von Verdichtungen im Filtermaterial
- Überprüfung der Reinigungsleistung durch olfaktometrische Messungen nach Bedarf bzw. mindestens jährlich
- Während Trockenperioden regelmäßige Abschätzung des Wassergehaltes im Filtermaterial nach Augenschein
- Auflockerung der Filteroberfläche bei ungleichmäßigem Abströmverhalten bzw. bei Bewuchs
- Überschüttung des Filters mit neuem Filtermaterial oder anderen geeigneten Stoffen (zB Rindenmulch o.ä.) zum Ausgleich von Setzungen über die Betriebszeit
- Regelmäßige Probenahme aus dem Filtermaterial und Bestimmung des pH-Wertes, evtl. auch der Leitfähigkeit und des Glühverlustes (organische Substanz)
- Regelmäßige Funktionskontrolle der Beregnungseinrichtung zur Materialbefeuchtung und der Zuluftbefeuchtung (falls vorhanden)
- In regelmäßigen Abständen Reinigung der Gebläse, der Zuluftkanäle und der Luftverteilung in den Filterfeldern sowie der Einrichtungen zur Zuluftbefeuchtung (falls vorhanden)
- Die Untersuchung des Filtermaterials auf seinen Nährstoffgehalt (C, N, P) in regelmäßigen Intervallen ist nicht unbedingt erforderlich und richtet sich nach dem eingesetzten Filtermaterial

Gemäß ÖWAV-Regelblatt 513 sind des weiteren noch folgende Kontrollparameter zu beachten:

- Messung von Sauerstoff-, Ammoniak- und Schwefelwasserstoff im Rohgas
- Filterwirkungsgrad bezogen auf Geruch (> 95 % bei > 5.000 GE/m³ im Rohgas, > 90 % bei > 2.500 GE/m³),
- Messung des Abströmverhaltens mit einer Probenahmehaube (Rastermessung),
- Messung von Wasserkapazität, Glühverlust und Luftporenvolumen im Filtermaterial.

In diesem Regelblatt finden sich auch detaillierte Vorgaben zur Überwachung der verfahrenstechnischen Parameter beim Biofilterbetrieb (Kontrollplan).

Wird ein Biowäscher dem Filter vorgeschaltet, so muss dieser ebenfalls in regelmäßigen Abständen auf seine einwandfreie Funktion hin kontrolliert und gewartet werden.

Wenn nun Geruchsbelästigungen, die ihre Ursache in Fehlfunktionen der Abluftreinigung haben, in der Umgebung eines Kompostwerkes auftreten, so hat dies meist folgende Gründe:

¹⁶ Prinzipiell ist es auch möglich, die gleichmäßige Filterabströmung über thermographische Aufnahmen sichtbar zu machen. Hierbei wird die Abhängigkeit unterschiedlicher Oberflächentemperaturen von der Abgasmenge je Flächeneinheit genutzt.

- Das Biofiltermaterial ist verbraucht, weshalb die Reinigungsleistung fortschreitend nachlässt
- Das eingesetzte Filtermaterial genügt den Anforderungen nicht und neigt zB zu Verdichtungen, baut sich nicht gleichmäßig ab oder hat einen hohen Wartungsaufwand (Stichworte: Hoher Druckverlust, Durchbrüche, häufiges Auflockern)
- Der Wasserhaushalt des Biofilters ist nicht ausgeglichen, es bilden sich Trockenzonen, die zu Filterdurchbrüchen führen
- Der Biofilter wird rohgasseitig nicht gleichmäßig angeströmt (zB Verstopfungen im Spaltenboden), es bilden sich Präferenzkanäle bzw. Zonen mit erhöhter Raumbelastung, die Folge sind erhöhte Emissionswerte oder sogar Filterdurchbrüche.
- Die Filterkontrolle und -pflege wird vernachlässigt, weshalb sich ankündigende Probleme, wie zB ungleichmäßiges Abströmverhalten, Trockenzonen etc., nicht rechtzeitig bemerkt werden.
- Das Luftmanagement für die eingehausten Anlagenteile ist fehlerhaft bzw. der vorgeschaltete Wäscher oder die Abluftkonditionierung arbeiten nicht einwandfrei, weshalb der Biofilter mit zu hohen Rohgaskonzentrationen und/oder -temperaturen beaufschlagt wird.

Tabelle 4-4 zeigt eine Übersicht über die oft auftretenden Fehlfunktionen in Anlagen zur Abluftreinigung (Biofilter), deren Auswirkungen auf die Emissionssituation und mögliche Ansätze zur Problemlösung. Der Bestimmung von Nährstoffgehalten im Filtermaterial kommt eine eher untergeordnete Bedeutung zu, da die Filter i.d.R. ausgetauscht werden, bevor ein Nährstoffmangel zu Problemen führt.

Tabelle 4-4: Auswirkungen und Behebung von Fehlfunktionen der Abluftreinigung (Biofilter) durch den Anlagenbetreiber

Probleme	Folgen	erforderliche Maßnahmen*
hohe Geruchsstoffkonzentration im Rohgasstrom (zB aus saugbelüfteten Mieten)	hohe Raumbelastung des Filters, trotz hoher Reinigungsleistung erhöhte Reingaskonzentrationen	Änderung der Rohmaterialmischung zur Kompostierung oder Rohgaskonditionierung bzw. Vorschaltung eines Wäschers
stark wechselnde Geruchsstoffkonzentrationen und/oder hohe Temperaturen im Rohgas	dauernder Wechsel des Nahrungsangebotes und des Milieus für die im Filter aktiven Mikroorganismen	Mischung verschiedener Abluftströme, evtl. Konditionierung von Teilströmen
schneller und/oder ungleichmäßiger Abbau des Filtermaterials	Erhöhung des Druckwiderstandes im Filter, ungleichmäßige Reinigungsleistung, evtl. Filterdurchbrüche	regelmäßige Lockerung und evtl. Wechsel des Filtermaterials, Einsatz von Filtermaterialien mit hoher Standzeit
Austrocknung des Filtermaterials	Abnahme der Reinigungsleistung bis hin zu Filterdurchbrüchen	Rohgasbefeuchtung, Bewässerungseinrichtung für die Filteroberfläche
ungleichmäßige Anströmung des Filters	Abnahme der Reinigungsleistung bis hin zu Filterdurchbrüchen	Bei Bedarf Reinigung der Zuluftführung
ungleichmäßiges Abströmverhalten	Abnahme der Reinigungsleistung bis hin zu Filterdurchbrüchen	Lockerung des Filtermaterials, Beseitigung von Austrocknungszonen
verbrauchtes Filtermaterial	Abnahme der Reinigungsleistung bis hin zu Filterdurchbrüchen	Lockerung bzw. Ersatz des Filtermaterials
Nährstoffmangel im Filtermaterial	Abnahme der Reinigungsleistung bis hin zu Filterdurchbrüchen	evtl. Lockerung des Filtermaterials

* Eine regelmäßige Kontrolle des Zustandes und der Funktion des Biofilters gilt als Voraussetzung für sämtliche Parameter.

4.1.3.2 Biowäscher

Die wichtigsten Bauprinzipien für Biowäscher sind:

- Belebtschlammverfahren
- Sprühwäscher
- Bodenkolonnenwäscher
- großtechnische Belebungsbecken (zB in Kläranlagen)
- Rieselbettreaktoren
- Füllkörperwäscher
- Tropfkörperwäscher

Wie bei Biofiltern kommt es auch bei Biowäschern darauf an, über eine möglichst große Kontaktfläche einen möglichst schnellen und intensiven Austausch zwischen Gasphase und flüssiger Phase zu bewerkstelligen.

Im Bereich der Kompostierung finden Biowäscher nur begrenzten Einsatz. Dies liegt daran, dass aufgrund der vergleichsweise sehr kurzen Kontaktzeiten von Waschmedium und Abluft speziell die Geruchsstoffe nur eingeschränkt eliminiert werden können. Auch Belastungsspitzen können dadurch nur eingeschränkt im Wäscher gepuffert werden. Damit ist die effektive Geruchsminderung in einem Biowäscher nur bedingt möglich. Daher kommen sie in Kompostanlagen i.d.R. nur als Vorschaltaggregat für Biofilter in Frage.

Die Beschreibung der Einsatzmöglichkeit sowie der Vor- und Nachteile der Systeme finden sich in der Grundlagenstudie zum Stand der Technik der Kompostierung.

4.1.3.3 Andere Reinigungsverfahren

Thermische und katalytische Verfahren

Organische Luftschadstoffe, Keime oder belästigend wirkende Abgasinhaltsstoffe / Geruchsstoffe, die im wesentlichen die Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff enthalten, können durch Verbrennung (Regenerativ Thermischen Oxidation ([RTO]) bei 800 - 1.200 °C in CO₂ und H₂O überführt werden. Dabei entstehen aber auch unerwünschte Abgaskomponenten (zB CO, NO_x). Bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Substanzen ist mit der Bildung von SO₂ und SO₃ zu rechnen, stickstoffhaltige Verbindungen führen zu NO und NO₂ im Abgas. Der einwandfreie Ausbrand hängt bei ausreichender Sauerstoffzufuhr (überstöchiometrisch) von folgenden Parametern ab:

- Konzentration und Art der zu oxidierenden Stoffe
- Vorwärmung auf Zündtemperatur
- Verweilzeit und Turbulenz in der Brennkammer
- Brennkammer-Endtemperatur
- Strömungsverhältnisse in der Brennkammer

Als Zusatzstoffe werden in der Regel Erdgas, Flüssiggas oder Heizöl EL verwandt, um eine möglichst schadstoffarme Verbrennung zu gewährleisten. Anwendungsgebiete sind zB Abgase aus

- chemischen und petrochemischen Prozessen,
- Lösemittel und Weichmacher verarbeitenden Prozessen,
- der Nahrungs- und Genussmittelindustrie,
- der Trocknung und Aufbereitung von Industrieabfällen und Klärschlämmen,
- der Tierkörperverwertung und
- der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung.

Aus dem Betrieb einer Regenerativ Thermischen Oxidation (RTO) resultiert ein hoher Brennstoffbedarf für die Stützfeuerung. Bei energieoptimierten Systemen (ca. 95 % thermischer Wirkungsgrad) muss mit einem Energieverbrauch von 9 bis 14 kWh Heizleistung/1.000 m³ Abluft gerechnet werden. Da die

entsprechende Heizleistung in der Abluft von Kompostierungsanlagen nicht enthalten ist – notwendig sind 1,5 bis 2 g TOC ($C_{ges.}$) /m³ – muss die erforderliche Heizleistung durch Fremdenergie bereitgestellt werden. Daraus errechnet sich ein Brennstoffverbrauch von ca. 0,7 bis 1,1 m³ Erdgas/1.000 m³ Abluft. Da es sich beim Erdgas um eine fossile Ressource handelt, schlagen die CO₂-Abgase in diesem Fall klimarelevant zu Buche.

Die Investitions- und Betriebskosten für eine RTO sind vor dem Hintergrund der schwachbelasteten Abluft einer geschlossenen Kompostierungsanlage nach dem Stand der Technik unverhältnismäßig hoch.

4.1.4 Generelle Strategien und Methoden für Sanierungsmaßnahmen und Störfallbehebung

Nicht dem Stand der Technik entsprechende, also vermeidbare Geruchsemissionen können grundsätzlich behoben werden durch:

- 1.) Technische Maßnahmen (Behebung von Planungsfehlern und technische Sanierungsmaßnahmen)
- 2.) Änderung der Betriebsführung (betriebliche Maßnahmen)
- 3.) Professionelles Reagieren auf objektive und subjektive (Anrainerbeschwerden) „Störfälle“

2.) und 3.) gehören zum Qualitätsmanagement der Kompostierung im engeren Sinne.

Es ist weiters eine Unterscheidung zu treffen zwischen Emissionen/Immissionen, die für Arbeitnehmer einerseits und andererseits für die Anrainer besonders zu berücksichtigen sind.

4.1.4.1 Mindestanforderungen an ein innerbetriebliches Konzept

Grundsätzlich ist ein *innerbetriebliches Konzept* erforderlich, das sämtliche Belange des ordnungsgemäßen Ablaufs bestmöglich unterstützt. Dies ist nur durch eine klare Anleitung, Kompetenz und Schulung des Betriebspersonals für den Regelbetrieb aber insbesondere auch für Störfälle möglich.

Jeder Anlagenbetrieb kann nur so gut sein, wie es die Motivation und die Ausbildung bzw. Erfahrung des Betriebspersonals zulässt. Aufbauend auf der Sensibilisierung des Personals für die Belange des Emissionsschutzes müssen zum emissionsarmen Betrieb des Kompostwerkes entsprechende Handlungsanweisungen vorliegen. Diese Anleitungen müssen umfassen:

- Alle notwendigen Hinweise zur Minimierung von Geruchsemissionen im laufenden Betrieb, wie zB die Handhabung des Luftmanagements, die Auswirkungen der Rotteführung, das Entstehen und die Vermeidung diffuser Geruchsquellen etc.
- Ggf. genaue Anweisungen zu Kontrolle und Wartung der Einrichtungen zur Abluftreinigung
- Eine möglichst detaillierte Beschreibung des Störfallmanagements, die auch die Vorgehensweise bei notwendigen Reparaturarbeiten enthält
- Ggf. Anweisungen zur Eigenkontrolle im betriebseigenen Labor

Dabei ist von folgenden Prämissen ausgehen:

- Das Betriebspersonal ist durch entsprechende Erfahrung und evtl. Schulung in der Lage, alle Anlagenteile ordnungsgemäß zu bedienen. Dies setzt voraus, dass während der Betriebszeit mindestens ein Entscheidungsbefugter anwesend ist und außerhalb der Betriebszeit durch die Einrichtung eines Notdienstes sichergestellt wird, dass innerhalb kürzester Zeit verantwortliches Personal auf der Anlage eintreffen kann, um Störfälle zu beheben.
- Die Wartung der für die Emissionssituation entscheidenden Anlagenteile (Entstaubungseinrichtungen, Zu- und Abluftaggregate, Biofilter etc.) erfolgt in regelmäßigen Abständen nach einem Wartungsplan, der die Betriebs- bzw. Standzeiten einzelner Aggregate sowie evtl. Vorgaben der jeweiligen Hersteller berücksichtigt. Eine entsprechende Vorhaltung von Ersatzteilen wird dabei vorausgesetzt.
- Zur Dokumentation der Witterungsverhältnisse im Zusammenhang mit den Bearbeitungsschritten kann die Messung folgender meteorologischen Daten hilfreich sein:

- Lufttemperatur
- Windrichtung und -stärke
- Niederschlagsmengen
- relative Luftfeuchte
- Eingangskontrolle für die in den einzelnen Betriebsteilen verarbeiteten Abfälle
- Durchführung von Analysen zur Eigenkontrolle, wie zB Wassergehalt und pH-Wert in Rottegut und Filtermaterial (bei geschlossenen Kompostierungsverfahren mit Zwangsbelüftung)
- Befolgung der Anforderungen an Betriebsführung und Dokumentation des Abschnitt 5.

Die Verhinderung von vermeidbaren Geruchsemissionen setzt voraus, dass beim Betrieb einer eingehausten Kompostierungsanlage stets darauf geachtet wird, dass

- im Außenbereich (Verkehrsflächen, Anlieferung von besonderen Abfällen, wie zB Grünabfällen oder stark wasserhaltigen Abfällen, Direktverladung von Kompost etc.) zur Verhinderung von diffusen Quellen eine regelmäßige (arbeitstägliche) Reinigung der Verkehrswege, der Verladestation für Kompost und des Anlieferungsbereiches vorgenommen wird,
- Hallentore nur dann geöffnet werden, wenn dies betriebstechnisch erforderlich ist, und sofort nach Gebrauch wieder geschlossen werden (zB Einbau von elektrischen Meldeeinrichtungen, die es möglich machen, von der Leitwarte aus offen stehende Tore zu erkennen),
- die Hallentore automatisch geöffnet und geschlossen werden können (Fernsteuerung zB vom Radlader aus),
- im Außenbereich möglichst keine Abfälle oder Kompost unkontrolliert zwischengelagert werden,
- Anlagenteile, in die geruchsbeladene Abluftströme eingeleitet werden (Mehrfachnutzung von Luftströmen), entsprechend abgesaugt und diese Luftströme entweder anderen geschlossenen und entlüfteten Anlagenteilen oder direkt dem Biofilter zugeführt werden,
- ein Steuerprogramm für alle Be- und Entlüftungseinrichtungen vorhanden ist, in dem alle Betriebszustände der Gesamtanlage sowie einzelner Teile bzw. Aggregate berücksichtigt werden (zB Tag- und Nachtbetrieb, Wartungsarbeiten in sonst arbeitsplatzfreien Anlagenteilen, Störfälle, Neuebelegung von Filtersegmenten, Mindestluftwechselzahlen etc.), so dass die vorgegebenen Randbedingungen zur Minimierung von Geruchsemissionen eingehalten werden können,
- in den abgesaugten Anlagenteilen dauernd ein leichter Unterdruck erzeugt wird, um diffuses Austreten von Geruchsstoffen zu verhindern,
- die Vorgaben zur Filterpflege und zum Filterbetrieb (siehe Abschnitt Abluftreinigung) vorrangig erfüllt werden.

4.1.4.2 Umgang mit Beschwerdeführern

Gemäß ÖNORM S 2206-1 (2004) „Anforderungen an ein Qualitätssicherungssystem für die Herstellung von Komposten – Teil 1: Grundlagen für die Qualitätssicherung eines Betriebes und der betriebsinternen technischen Abläufe“ ist im Rahmen des Beschwerdemanagements zumindest Folgendes zu dokumentieren:

- Name, Adresse und Telefonnummer des Beschwerdeführers
- Datum, Uhrzeit
- Gegenstand der Beschwerde
- Unmittelbare Beantwortung
- Zum Zeitpunkt der Beschwerde durchgeführte Arbeiten
- Wetterverhältnisse (zB Temperatur, Windrichtung, Niederschläge)
- Betriebliche Maßnahmen auf Grund der Beschwerde
- Benachrichtigung des Beschwerdeführers.

Tabelle 4-5 fasst noch einmal mögliche Quellen für Geruchsemissionen und Regelmechanismen, die zu deren Vermeidung führen, zusammen. Die Maßnahmen zur Emissionsminderung reichen dabei von Eingriffen in den Betriebsablauf bis zur Umrüstung von Aggregaten.

Tabelle 4-5: Mögliche Quellen für vermeidbare Geruchsemissionen (nach VDI 3475 Blatt 1, 2003)

Anlagenteil	Probleme	Folgen	zu ergreifende Maßnahmen
Verkehrswege	Verunreinigungen	diffuse Geruchsemissionen	strikte Einhaltung des Reinigungsprogramms
Bunker	geruchsintensive Anlieferung und/oder nasse Inputmaterialien	erhöhte Geruchsemission (auch in nachfolgenden Anlagenteilen)	Verkürzung des Abfuhrintervalls (Bioabfälle), bevorzugte und schnelle Verarbeitung (zB Markt- und Gastronomieabfälle)
	längere Zwischenlagerung von Abfällen (zB wegen Anlagenstillstand)	erhöhte Geruchsemission (auch in nachfolgenden Anlagenteilen)	Ausfallverbund mit anderen Werken, auf jeden Fall arbeitstägliche Leerung und Aufbereitung
	Presswässer aus Sammelfahrzeugen	erhöhte Geruchsemission im Übernahmebereich und auf Verkehrsflächen	separate Auffangeinrichtung für Fahrzeuge mit Presswassertank, regelmäßige Reinigung
	offene Tore	diffuse Geruchsemissionen	Automatiktüren (zB vom Radlader aus zu bedienen), Trennung von Annahmehbereich und eigentlichem Bunker (Schleusenfunktion, v.a. bei Tiefbunkern praktikabel)
Grob-aufbereitung	nasse Inputmaterialien	Verstopfungen, Presswässer etc., daraus resultierend erhöhte Geruchsemissionen	Ausreichender Strukturgutvorrat
	mangelhafte Materialübergabestellen	Materialaustritt aus dem Stofffluss, Verunreinigungen am Boden und auf Aggregaten, daraus resultierend erhöhte Geruchsemissionen	Umrüstung der fehlerhaften Anlagenteile. Materialmischung ändern (C:N-Verhältnis, Struktur und Erhöhung des Wasserhaltevermögens durch Kompost und Gesteinsmehle, Lehmhaltige Erde)
	geruchsintensive Reststoffe	erhöhte Geruchsemission aus den Reststoffbehältern	im Außenbereich Abdeckung oder generelle Aufstellung im abgesaugten Innenbereich
	Falsche oder zu feine Aufbereitung von Strukturmaterial	verringertes Porenvolumen	Gezielte Aufbereitung
Rotte	Materialbewegungen bei ungünstiger Wetterlage/Windrichtung (offene Rotte)	erhöhte Geruchsemissionen in Richtung nahe gelegener Nachbarschaft	Umstellung des Betriebsablaufes
	zu geringer Strukturanteil im Rottegut	schlechte Sauerstoffversorgung im Rottegut, in der Folge erhöhte Geruchsemissionen	Anteil an Strukturmaterial erhöhen, weniger stark zerkleinern, Mietenquerschnitt verringern, aktiv (stärker) belüften
	mangelnder Rottefortschritt	erhöhte Geruchsemissionen beim Materialaustrag, in der Feinaufbereitung und im	Optimierung des Rottebetriebes, evtl. Senkung des Durchsatzes bzw. Vergrößerung der Rottekapazität
	Wasserhaushalt (zu nasses bzw. zu trockenes Rottegut)	erhöhte Geruchsemissionen	Optimierung der Bewässerungsmaßnahmen
	zu hohe Mientemperatur	erhöhte Geruchsemissionen	aktive Belüftung, Begrenzung des Mietenquerschnitts

Anlagenteil	Probleme	Folgen	zu ergreifende Maßnahmen
	zu hohe Mieten bzw. zu große Mietenquerschnitte	Verdichtungen am Mietenfuß (Anaerobien), nicht ausreichende Funktion der Belüftung (v.a. bei Saugbelüftung zu hoher Mieten)	Änderung von Mietenhöhe bzw. -querschnitt
	zu starke Belüftung	Austrocknung des Rottegutes (Trockenblasen) führt zu mangelhaftem Rottefortschritt (s.o.)	Optimierung der Belüftung
	Saugbelüftung falsch konzipiert	Ansammlung von Kondensat in den Lüftungsleitungen, erhöhte Geruchsemissionen	Sickerwasserklappen, Isolierung der Leitungen
	nachlässiger Umgang mit emissionsmindernden Maßnahmen (zB Abdeckungen offener Mieten nach dem Umsetzen)	stark erhöhte Geruchsemissionen	Optimierung des Betriebsablaufes
Feinaufbereitung	mangelhafte Materialübergabestellen	Materialaustritt aus dem Stofffluss, Verunreinigungen am Boden und auf Aggregaten, daraus resultierend erhöhte Geruchsemissionen	Umrüstung der fehlerhaften Anlagenteile
	geruchsintensive Reststoffe (v.a. bei Frischkompost)	erhöhte Geruchsemission aus den Reststoffbehältern	im Außenbereich Abdeckung oder ggf. Aufstellung im abgesaugten Innenbereich
	nicht ausgerottetes Kompostmaterial	erhöhte Geruchsemissionen	Optimierung des Rottebetriebes, evtl. Senkung des Durchsatzes bzw. Vergrößerung der Rottekapazität
	Verladung im Freien	erhöhte Geruchsemissionen (v.a. bei Frischkompost)	Einhausung des Anlagenteils oder Einsatz von Abwurfschläuchen
Lager	nicht bewirtschaftete Lagermieten	erneute Selbsterwärmung des Kompostes, erhöhte Geruchsemissionen bei Materialbewegungen	Umstellung des Betriebsablaufes (zB regelmäßiges Umsetzen, Begrenzung der Mietenhöhe, Belüftung der Lagermieten etc.)
	mangelnde Kapazität	erhöhte Geruchsemissionen	Auslagerung überschüssiger Mengen, Erweiterung des Lagers
	zu hoher Durchsatz	absinkender Rottegrad, Überlastung aller Anlagenteile, erhöhte Geruchsemissionen	strikte Begrenzung der verarbeiteten Tagesmenge, evtl. Ausfallverbund mit anderen Werken
Alle Bereiche	mangelnde Sauberkeit	Entstehung diffuser Geruchsquellen	strikte Einhaltung des Reinigungsprogramms (mindestens arbeitstäglich)
	Zeitmangel, Personalmangel	unpräzise Arbeitsweise, mangelhafte Kontrolle und Wartung, daher erhöhte Geruchsemissionen	Durchsatzbegrenzung, mehr Personal
	schlechtes Luftmanagement	zu große Abluftströme, daher Steigerung der emittierten Geruchsfracht	strikte Einhaltung der entsprechenden Vorgaben, evtl. Umrüstung bzw. Optimierung der Lüftungsanlage

Anlagenteil	Probleme	Folgen	zu ergreifende Maßnahmen
	falsch konzipierte Lüftungsanlagen mit zu geringen Absaugleistungen	Geruchsstoffaustritte an Leckagen in der Hallenhaut	evtl. Umrüstung bzw. Optimierung der Lüftungsanlage
	mangelhafte Abluftreinigung (schlechte Konzeption bzw. Wartung)	erhöhte Geruchsemissionen	Überwachungs- und Wartungsplan, evtl. Optimierung der Abluftreinigungsanlagen
	mangelhaftes Störfallmanagement	länger als nötig andauernde Ausfälle von Anlagenteilen	eindeutige Betriebsanweisungen für Störfälle und entsprechende Unterweisung des Personals
	offenstehende Türen und Tore in geschlossen konzipierten Anlagen	Entstehung diffuser Geruchsquellen	strikte Einhaltung der entsprechenden Vorgaben, evtl. Umrüstung der Tore auf Automatikbetrieb mit Fernsteuerung, zentrale Überwachung aller Tore und Türen (Schließmelder)

In offenen bzw. nur teilweise eingehausten Anlagen mit ungünstigen Bedingungen des Standortes oder der Ausbreitungsverhältnisse für Geruchsstoffe kann mit Hilfe eines Systems zur immissionsreduzierten Anlagensteuerung erreicht werden, dass unvermeidliche, nur temporär auftretende Geruchsemissionen (zB bei Beschickungs- und Umsetzungsvorgängen) nur in unbewohntes Gebiet abgegeben werden. Dies setzt voraus, dass die Kompostanlage über

- eine geeignete Wetterstation,
- eine Online-Ausbreitungssimulation und
- ein entsprechendes Betriebskonzept

verfügt. Damit ist das Betriebspersonal in der Lage, kritische Situationen im Anlagenumfeld zu erkennen und entsprechende Maßnahmen zur Verminderung der aktuell abgegebenen Geruchsfracht zu ergreifen.

4.1.5 Zusammenfassung: Fehler in Anlagenplanung und -betrieb (Betriebsführung)

Die Analyse von geruchstechnischen Problemen zeigt, dass folgende Problemkreise regelmäßig relevant sind:

(a) Planungsfehler

- Unterschätzung der Geruchsemissionsstärke der gewählten Kompostierungstechnik bereits im Planungsstadium und entsprechend ungenügende Maßnahmen zum Emissionsschutz.
- Falsche Bemessung des Rotteteils, daraus resultierend nicht ausreichende Stabilisierung bzw. Humifizierung (Abbaugrad) im Fertigprodukt und verstärkte Geruchsemissionen bei der Kompostkonfektionierung und im Lagerbereich.¹⁷
- Ungenügend ausgestattete bzw. falsch dimensionierte Abluftreinigungsanlagen sowie schlechtes Luftmanagement (Stichworte: Filtermaterial, Rohgaskonditionierung) bei ganz oder teilweise geschlossen ausgeführten Anlagen.
- Technische Probleme beim Betrieb der Kompostierungsanlage mit der Folge nicht eingeplanter Betriebszustände und entsprechend höheren Emissionen (zB kein „Notfallsplan“ bei Ausfall eines Aggregats).

(b) Betriebsführung

- Nachlässige Betriebsführung, die den Belangen des Emissionsschutzes nicht genügend Rechnung trägt (Stichworte: keine Berücksichtigung der vorherrschenden oder der

¹⁷ Dies kann sich in der Folge in einer unzureichenden Pflanzenverträglichkeit (Phytotoxizität) zeigen. Beim Selbsterhitzungstest nach RAL GZ 251 kann dies einen Rottegrad von II anstatt IV ergeben. Der Selbsterhitzungstest wird jedoch in Österreich routinemäßig nicht durchgeführt.

erwarteten Wetterverhältnisse bei der Betriebsführung von offenen Anlagen bzw. offene Tore und andere diffuse Quellen bei gekapselten Anlagen).

- Mängel bei der Materialaufbereitung
- Unterschätzung der Wirkung "kleiner" Geruchsquellen, wie zB offene Reststoffcontainer, Prozesswasserspeicher oder die offene Verladung von Frischkompost.
- Unzureichende (Eigen-)Kontrolle und Wartung der Abluftreinigungsanlagen (Stichwort: Filterpflege).

(c) Einflüsse von außen

- Verharmlosung von Beschwerden von Nachbarn durch den Anlagenbetreiber und damit Eskalation der Auseinandersetzung über erträgliche Bedingungen im Umfeld des betroffenen Werkes, aber auch Ausnutzung der Situation durch Nachbarn, die sich einen materiellen Gewinn versprechen, wenn sie an sich zumutbare Immissionen problematisieren.
- Zögerliches Vorgehen bei der Problemlösung, sei es aus Kosten- oder aus Imagegründen.
- Heranrücken von Wohnbebauung oder Gewerbe an die Grenzen des Kompostwerkes durch Neubauten nach der Inbetriebnahme.

Typische Fehler in Technik und Betriebsführung, die zu Geruchsproblemen führen

- Anlieferung von bereits geruchsintensiven Abfällen, zB wenn auch im Sommer längere Abfuhrintervalle für Bioabfälle gefahren werden (alternierender, meist 14-tägiger Sammelrhythmus). Zumindest im Sommer sollte daher die Biotonne wöchentlich abgeführt werden.
- Längere Zwischenlagerung von Abfällen vor der Verarbeitung im Bunker- bzw. Anlieferungsbereich, zB wegen eines Anlagenstillstands.
- Verarbeitung von nassen Materialien (zB aus dem Bereich der Gastronomie oder von Märkten) bei gleichzeitigem Mangel an Strukturmaterial.
- Mangelhafte, strukturzerstörende Materialaufbereitung kann in weiterer Folge Anaerobie verursachen
- Fehlende Auffangeinrichtungen für Presswässer aus den Sammelfahrzeugen im Bunkerbereich.
- Offenstehen lassen von eigentlich geschlossen konzipierten Anlagenteilen v.a. im Anlieferungs-, Aufbereitungs- und Rotteteil und dadurch stark erhöhte diffuse Geruchsemissionen.
- Vernachlässigung der regelmäßigen Reinigung aller Verkehrswege vor allem im Übernahme-, Aufbereitungs- und Hauptrottebereich zur Verhinderung diffuser Geruchsemissionen.
- Bewegung von geruchsintensivem Material bei ungünstigen Windrichtungen (zB zum Nachbarn hin) oder bei entsprechenden Wetterlagen (zB Inversion), v.a. bei offenen Mieten, aber auch im Lagerbereich relevant.
- Überlastung der Anlage durch zu hohen Materialdurchsatz. In diesem Fall kann es oft zu sich addierenden Effekten bzgl. der Emissionsstärke kommen, wie beispielsweise:
 - Zu kurze Verweilzeiten in gekapselten Intensiv- bzw. Hauptrottereaktoren und dadurch unzureichende Stabilisierung in dieser ersten Rottephase
 - Vergrößerung des Mietenquerschnitts in der Hauptrotte, zugleich Beibehaltung des Umsetzintervalls bei gleicher Materialmischung (Strukturanteil), mit dem Effekt, dass die erforderliche Stabilisierung/Humifizierung im Fertigprodukt nicht erreicht wird und stärkere Emissionen in allen Rotteabschnitten bis ins Kompostlager auftreten
 - Überlastung des Kompostlagers (Folge: zu hohe und/oder nicht bewirtschaftete Lagermieten, erneute Selbsterwärmung des Kompostes und damit höhere Geruchsemissionen)
 - Überlastung der Abgasreinigungsanlagen wegen erhöhter Geruchsfrachten aus allen stärker beanspruchten Anlagenteilen

- Generell unpräzisere Arbeitsweise wegen Zeitmangels (Folge: Fällige Reinigungs-, Kontroll- und Wartungsarbeiten werden zu spät und/oder mangelhaft ausgeführt)
- Falsch konzipierte oder mangelhaft ausgeführte Materialübergabestellen zwischen einzelnen Aggregaten, dadurch zB dauernde Verunreinigungen am Boden (v.a. Grob- und Feinaufbereitung) (Folge: Diffuse Geruchsquellen)
- Vernachlässigung der regelmäßigen Kontrolle und Wartung der Abluftreinigungsanlage (s.a. Abschnitt "Abluftreinigung") bzw. sonstiger emissionsmindernder Maßnahmen (zB Abdeckung von offenen Mieten mit Häckselgut oder extra hierfür vorgesehener Planen)
- Ungenügende Reaktion auf Störfälle, wie zB Ausfall von Ventilatoren oder von einzelnen Aggregaten (Beispiel: Eintrag Rottehalle liegt still, daher Überlastung bzw. zu lange Lagerzeit unbehandelter Abfälle im Übernahmebereich)
- Nichtbeachtung von Vorgaben zum Luftmanagement (zB Mehrfachnutzung von Luftströmen) und dadurch höhere Abluftvolumina im Reingasstrom mit entsprechender Steigerung der emittierten Geruchsfracht (nur bei teilweise oder ganz geschlossenen Anlagen)

4.1.6 Richtwerte für einen ordnungsgemäßen Betrieb und für die Begrenzung von Geruchsemissionen

4.1.6.1 Grundsätzliches

Richtwerte für die Begrenzung von Geruchsemissionen dürfen nur unter Beachtung der Grenzen der olfaktometrischen Messtechnik festgelegt werden. Daher ist es notwendig, zunächst olfaktometrische Messdaten zu interpretieren und zu bewerten.

Die Ermittlung der Geruchsschwelle mit Hilfe von Probanden (DIN EN 13725 „Luftbeschaffenheit - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie“, 2003) ist ein objektives Messverfahren (ISO 5492, Sensory Analysis–Vocabulary).

Antwortschwankungen um drei Verdünnungsstufen sind bei einer Einzelmessung (12 Messreihen, drei Durchgänge mit vier Probanden) in der Regel zu erwarten (VDI, 2002¹⁸). Die Grenzen des 95%-Vertrauensbereiches liegen bei Wiederholungsmessungen durch dasselbe Labor um den Faktor 3 auseinander, so dass bei einem „wahren“ Mittelwert von beispielsweise 300 GE m⁻³ auch 200 bzw. 450 GE m⁻³ noch akzeptable Messergebnisse wären. Im Vergleich verschiedener Labore ist mit größeren Streubreiten zu rechnen (Faktor 4)¹⁹, so dass in diesem Fall die Vertrauensbereichsgrenzen um den Faktor 2 auseinander liegen dürfen.

Bei der Festlegung von Emissionswerten kommen daher zwei Ansätze in Betracht:

- Mittelwert
- Obergrenze des 95%-Vertrauensbereiches

Wird ein Mittelwert als Grenzwert festgelegt, so ist die messtechnisch unausweichliche Schwankungsbreite der Messergebnisse zu berücksichtigen. Ein Messergebnis, das sich unter Wiederhol- oder Vergleichbedingungen innerhalb der zu erwartenden Streuung um den geforderten Mittelwert bewegt, ist im messtechnischen Sinn ein „richtiges“ Ergebnis, der Grenzwert mithin eingehalten.

Soll als Grenzwert die Obergrenze des 95%-Vertrauensbereiches gelten, muss der auf diese Weise festgelegte Wert bei jeder Messung unterschritten werden. Außerdem wäre wiederum festzulegen, ob der Wert auf die Wiederholungsmessung durch ein Labor oder eine Vergleichsmessung verschiedener Labors Bezug genommen wird!

Insofern sind Grenzwertregelungen, wie sie zB in der Ö-Norm S 2205 oder in der deutschen TA-Luft getroffen werden, unscharf und nicht praxistgerecht. Hier ist eine Präzisierung gemäß den obigen Ausführungen dringend geboten. Ein Grenzwert für Geruchsemissionen aus Biofiltern von beispielsweise

¹⁸ VDI, 2002. Biologische Abgasreinigung - Biofilter, VDI-Richtlinie 3477 (Entwurf)

¹⁹ Die Geruchsstoffkonzentration ist der absolute Reziprokwert der Verdünnung an der Geruchsschwelle in [GE/m³]. Deshalb repräsentiert die Obergrenze die *höhere* Geruchsstoffkonzentration [VDI, 2002].

500 GE m⁻³ ließe unter Wiederholbedingungen (gleiches Labor) eine Schwankungsbreite des Mittelwertes von 250 bis 1.000 GE m⁻³ erwarten. Wird dieser Grenzwert als absolute Obergrenze angesehen, so müssten die Messergebnisse zwischen 125 und 500 GE m⁻³ liegen, der „wirkliche“ Grenzwert läge mithin bei 250 GE m⁻³. Dieser Wert ist im Dauerbetrieb mit Biofiltern praktisch nicht bzw. nur mit großem Aufwand zu erreichen und zudem an den meisten Anlagenstandorten für einen wirksamen Immissionsschutz nicht notwendig, wenn zB die Vorgabe „kein Rohgasgeruch im Reingas feststellbar“ eingehalten wird. Diese Sichtweise wird durch Untersuchungen an offenen Flächenbiofiltern bestätigt, nach denen Biofiltergerüche aus ebenerdigen Filteranlagen bei ordnungsgemäßem Betrieb i.d.R. nur eine Reichweite von unter 100 m haben (Both et al., 1997²⁰).

4.1.6.2 Detaillierte Emissions- und Immissionsbetrachtung – die Abstandsregelung

Die mittlerweile verfügbare Datenbasis erlaubt es, mit genügender Genauigkeit eine Emissionsprognose für jedwede Anlagentechnik zu erstellen, auf deren Basis die Immissionshäufigkeiten in der Umgebung eines Standortes berechnet und dargestellt werden können. Kleinklimatischen Besonderheiten, wie zB Kaltluftabflüssen oder Inversionswetterlagen, muss dabei über eine differenzierte Betrachtungsweise Rechnung getragen werden.

Werden Maßnahmen zur Begrenzung von Geruchsemissionen aus Kompostierungsanlagen diskutiert, so sollten mindestens folgende Randbedingungen berücksichtigt werden:

- Anlagendurchsatz
- Art der verarbeiteten Abfälle
- Standortabhängigkeiten (zB Abstand zur nächsten Bebauung, meteorologische Gegebenheiten)
- Integrierte Emissionsminderung, Abluftreinigungseinrichtung
- Verfügbare Messtechnik zur Überprüfung der Anforderungen

Zudem ist es sinnvoll, Geruchsstoffströme, deren hedonische Tönung als nicht unangenehm eingestuft wird, nicht in die Berechnung der Gesamtfracht einer Anlage aufzunehmen. Dies gilt v.a. für die Reingase von Abluftfiltern, kann aber auch für bestimmte andere Emissionsquellen (zB Verladung von Fertigungskompost) gelten.

Abstandsregelungen haben den Vorteil, das einfachste Regelungskriterium, jedoch relativ unflexibel zu sein. Je nach Standort und angewandter Technik ist eine flexiblere, die Gegebenheiten des Einzelfalles berücksichtigende Vorgehensweise vorzuziehen. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Techniken, sei es bei der Rotteführung, der Emissionsminderung bei offenen Rotteanlagen oder bei der Abluftreinigung in geschlossenen Anlagen, kann die Emissionsstärke so weit reduziert werden, dass unzumutbare Belästigungen im Anlagenumfeld nicht auftreten.

Dennoch haben sich Abstandsregelungen in der Praxis bewährt. Aufgrund von Erfahrungswerten hinsichtlich der Quellstärken verschiedener Rotteverfahren und deren Außenwirkung (Immissionen) werden daher Abstandsregelungen und Anforderungen an eine durchzuführende Emissions- und Immissionsbetrachtung (siehe 4.1.6.3) in Abhängigkeit der Randbedingungen des konkreten Standortes, der verarbeiteten Materialart und der Jahresdurchsatzleistung festgelegt.

Diese Regelung erfolgt für beide Kompostierungsverfahren (geschlossen / offen), da eine unsachgemäßer Rotteführung und mangelndes Qualitätsmanagement in beiden Systemen bei Unterschreiten der entsprechenden Entfernungen in Abhängigkeit der topographischen und kleinklimatischen Bedingungen zu einer Häufung von Immissionsereignissen führen können.

Standard Abstandsregelung und Voraussetzung für die Durchführung einer detaillierten Einzelfallbetrachtung

Eine detaillierte Emissions- und Immissionsbetrachtung im Zuge des Genehmigungsverfahrens ist jedenfalls bei Zutreffen der Voraussetzungen in Tabelle 4-6 durchzuführen. Im Falle von geschlossenen

²⁰ Both, R. et al., 1997. Biofiltergerüche und ihre Reichweite - eine Abstandsregelung für die Genehmigungspraxis, in: Biological Waste Gas Cleaning, Proceedings of an International Symposium in Maastricht, 28. - 29. April 1997, VDI-Verlag, Düsseldorf

Übernahme- und Intensivrottesystemen ist von einer maximal zulässigen Geruchsstoffkonzentration im Abgas von 500 GE/m³ auszugehen (siehe unten).

Tabelle 4-6: Richtwerte für Mindestabstände zwischen Kompostanlage und Nutzungen mit Standard-Schutzbedarf¹⁾ bzw. zwischen Kompostanlage und Nachbarschaft mit erhöhtem Schutzbedarf, ab deren Unterschreitung eine detaillierte Einzelfallbetrachtung in Abhängigkeit der verarbeiteten Materialart und des Jahresdurchsatzes zur Überprüfung der Standorteignung durchzuführen ist.

OFFENE MIETENKOMPOSTIERUNG							
Jahresdurchsatz	≤ 1.000 t	1.001-5.000 t	5.001 – 10.000 t		10.001 – 20.000 t		> 20.000
Abstand ³⁾ Offene Anlagen → Nutzung mit <u>Standard Schutzbedarf</u>	< 300 m	< 300 m	< 300 m	300–500 m	< 500 m	500-1.000 m	< 1.000 m
Grünschnitt kompostierung ²⁾	✓	nur mit Gutachten	nur mit Gutachten	✓	nur mit Gutachten	✓	nur mit Gutachten
Bioabfall & Klärschlammkompostierung	nur mit Gutachten ⁴⁾	nur mit Gutachten					

GESCHLOSSENE ÜBERNAHME- UND KOMPOSTIERUNGSBEREICHE					
Jahresdurchsatz	≤ 1.000 t	1.001-5.000 t	5.001 – 10.000 t	10.001 – 20.000 t	> 20.000
Abstand ³⁾ geschlossene Anlagen → Nutzung mit <u>Standard Schutzbedarf</u>	< 300 m	< 300 m	< 300 m	< 300 m	< 300 m
Grünschnitt kompostierung ²⁾	✓	✓	✓	✓	nur mit Gutachten
Bioabfall & Klärschlammkompostierung	nur mit Gutachten ⁴⁾	nur mit Gutachten			

Nachbarschaft mit erhöhtem Schutzbedarf: Krankenhaus, Rehabilitationszentrum, Kurgebiet etc.
Ein Gutachten auf Basis einer detaillierten Einzelfallbetrachtung ist unabhängig von Materialart, Mengendurchsatz und Kompostierungssystem ab einem Abstand von <i>weniger als 1.000 m</i> erforderlich.

✓ Ein **Gutachten** auf Basis einer detaillierten Emissions- und Immissionsbetrachtung ist **nicht erforderlich**

- 1) Zu den Nutzungen mit Standard Schutzbedarf zählen die Widmungen: Wohngebiet, Kerngebiet, Freizeit- und Sportanlagen, Erholungsgebiete, Schulen, öffentliche Parks, Spiel- und Liegewiesen, Freibäder, Campingplätze, Gaststätten.
- 2) Hierzu zählt die Kompostierung folgender Materialien: organische Abfällen aus dem Garten- und Grünflächenbereich, (und die in dieser Gruppe aufgelisteten Ausgangsmaterialien gemäß Anlage 1, Kompostverordnung (BGBl. I Nr. 292/2001) mit den Nummern 102, 103, 104, 105), getrennt gesammelte organische Friedhofsabfälle (Nr. 116), verdorbenes Saatgut (Nr. 111) sowie *trockene* Ernterückstände, Heu, Getreide, Rinde, Stroh, Reben, Holz, Sägespäne, Sägemehl.
- 3) Die Entfernungsmessung erfolgt ab Außengrenze jenes Anlagenteils einer Kompostierungsanlage, von dem eine Geruchsemission zu erwarten ist (zB: Begrenzung der Hauptrottefläche, Außenkante des Biofilters oder der Rottehalle) bis zum Immissionsrezeptor im Sinne des Schutzzieles (Ort der Immission).
- 4) Die bewilligende Behörde kann im Falle einer Verarbeitungsmenge ≤ 1000 t a⁻¹ auf Basis einer Augenscheinsbegutachtung des Standortes auf die Durchführung einer detaillierten Einzelfallbetrachtung verzichten.

Bei Einhaltung größerer Abstände zu einem relevanten Ort der Immission als in Tabelle 4-6 angegeben ist die Erstellung eines Gutachtens auf Basis einer detaillierten Emissions- und Immissionsbetrachtung routinemäßig nicht erforderlich. Dies gilt also grundsätzlich für sämtliche Kompostierungsanlagen die mehr als 1000 m von einem Immissionsort mit Schutzbedarf entfernt sind.

Zusätzliche Voraussetzungen unter denen eine detaillierte Emissions- und Immissionsbetrachtung erforderlich ist oder sein kann

(a) Offene und geschlossene bzw. teilweise geschlossene Kompostierungsanlagen:

- In begründeten Ausnahmen auch unterhalb der in Tabelle 4-6 angeführten Durchsatzmengen (zB bei häufigem Auftreten von Inversionswetterlagen oder anderen kleinklimatischen Besonderheiten).

(b) Geschlossene Kompostierungsanlagen:

- Bei Unterschreitung der Mindestdauer der eingehausten Intensivrotte von 14 Tagen auch bei Unterschreitung eines Mindestabstandes von 500 m zu einem Immissionsort mit Standard-Schutzbedarf. Dies gilt für die Verarbeitung sämtlicher Materialarten.

Vorgangsweise bei bereits bestehenden Anlagen

Eine obligatorische nachträgliche Verpflichtung zur Einhaltung dieser Abstandsregelung bzw. zur Durchführung einer detaillierten Emissions- und Immissionsbetrachtung für im Betrieb befindliche Anlagen ist routinemäßig nicht erforderlich. Nachträgliche Anordnungen zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen können jedoch bei bestehenden Anlagen getroffen werden, wenn nachweislich und wiederholt Probleme auftreten. In Wahrung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit sind in diesem Fall jedoch zunächst alle betrieblichen Maßnahmen (Reduktion der Durchsatzleistung, Anpassung der Materialzusammensetzung und des Mietenmanagements, Optimierung des Luftmanagements etc.) auszuschöpfen. Erst wenn anhand von evtl. erforderlichen Gutachten mittels Ausbreitungsrechnungen und Geruchsmessungen nachgewiesen werden konnte, dass auch diese Maßnahmen zu keiner Besserung geführt haben, kann im Einzelfall die Notwendigkeit einer Kapselung mit Abluftreinigung anhand der konkreten Umstände notwendig sein²¹.

Abluftreinigungsanlagen müssen im Reingas folgenden Ansprüchen genügen:

- Maximale Geruchsstoffkonzentration in der Abluft von 500 GE/m³ als Mittelwert – die messtechnisch bedingte Schwankungsbreite der Messungen wird hierin berücksichtigt (siehe Ausführungen in 4.1.6.1)
- Wurde bei der Emissions-/Immissionsprognose die Geruchsfahrt der Filterreinigung nicht berücksichtigt, so darf kein Rohgasgeruch im Reingas mehr feststellbar sein (hedonische Prüfung). Zudem ist ein Pflege- und Wartungskonzept für die Abgasreinigung aufzustellen und durchzuführen sowie in regelmäßigen Abständen deren ordnungsgemäßer Betrieb entsprechend ÖWAV Regelblatt 513 „Betrieb von Biofiltern“ nachzuweisen (siehe auch Abschnitt 4.1.3.1).
- Die staubförmigen Emissionen im Abgas sollten die Massenkonzentration von 10 mg m⁻³ nicht überschreiten²²

Generell sollten darüber hinaus die Anforderungen an die Betriebsführung, wie sie im Abschnitt 4.1.4.1, „Innerbetriebliches Konzept“ beschrieben sind, Eingang in die Auflagen des Genehmigungsbescheides finden. Bei der Formulierung der Anforderungen – insbesondere an die Emissionsbegrenzung und an Immissionswerte – wären sämtliche relevante Emissionen zu berücksichtigen. Nach den vorliegenden Erfahrungen für Kompostierungsanlagen sind dies Geruch, ggf. Gesamtstaub (Immissionswert: Schwebstaub [PM-10]), Keime und Lärm.

²¹ zB ergibt eine Gesamtbetrachtung von Wortlaut, Systematik und Verhältnismäßigkeitsgrundsatz der deutschen TA Luft, dass die Aufstellung von Mindestabstandsforderungen nicht im Sinne von Vorsorgeanforderungen für bestehende Anlagen zu verstehen sind. Mindestabstands- und Kapselungsregelungen sind daher nur bei der Ersterrichtung betreffender Anlagen einzuhalten (siehe: Kersting, A., 2004. Rechtsfragen zur erforderlichen Kapselung von Kompostierungsanlagen gemäß TA Luft 2002, Bio- und Restabfallbehandlung VIII, Fachbuchreihe Abfall-Wirtschaft des Witzenshausen-Instituts für Abfall, Umwelt und Energie, Seiten 669-674, Witzenshausen).

²² Hier wird der Emissionswert der Technische Anleitung zur Verwertung, Behandlung und sonstigen Entsorgung von Siedlungsabfällen, TA Luft, 2002 als Stand der Technik übernommen.

4.1.6.3 Umfang einer detaillierten Einzelfallbetrachtung (wenn nach 4.1.6.2 erforderlich)

Standort und Anlagentechnik

Der Anlagenstandort einer Kompostierungsanlage ist bzgl. der Emissionen auf folgende Kriterien zu prüfen:

- **Abstände** zu relevanten Bebauungen (zB Wohngebiete, Gewerbegebiete etc.) und Nutzungen (zB Naherholungsgebiete etc.) in der Umgebung
- **Meteorologie** im Hinblick auf Windverhältnisse (Windrichtung und -geschwindigkeit), Inversionswetterlagen oder andere kleinklimatische Besonderheiten
- **Topographie** im Hinblick auf mögliche Kaltluftabflüsse und Einflüsse der Orographie auf das Windfeld.

Zur technischen Ausrüstung und zum Anlagenbetrieb finden sich Hinweise im Abschnitt 4.1.4 (*Generelle Strategien und Methoden für Sanierungsmaßnahmen und Störfallbehebung*), insbesondere im Abschnitt *Vermeidbare Geruchsemissionen bzw. -immissionen*.

Emissionsprognose

Die Prognose der Geruchsstoffemissionen aus Kompostierungsanlagen sollte umfassen:

- Die Darstellung der Emissionsquellen (alle relevanten Anlagenteile, zB mechanische Abfallbehandlung, Kompostierung, Verkehrsflächen etc), der Austrittsbedingungen und der zeitlichen und räumlichen Verteilungsbedingungen für Geruchsstoffe
- Eine Abschätzung der Quellstärken auf der Grundlage des Planungskonzeptes und in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der angelieferten Abfälle. Die Abschätzung der Quellstärken kann auf der Basis von vergleichbaren Literaturdaten und Messergebnissen von vergleichbaren Anlagen erfolgen
- Prüfung auf mögliche nicht bestimmungsgemäße Betriebszustände, sofern erforderlich
- Zusammenstellung der Emissionsdaten (Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnung)

Sind im Anlagenumfeld bereits Geruchsquellen als Vorbelastung gemäß GIRL²³ vorhanden, so sind diese in die Emissionsprognose mit einzubeziehen (Abschätzung der Stärke der Vorbelastungsquellen (Geruchsstoffe) analog zur Vorgehensweise für die untersuchte Kompostierungsanlage).

Immissionsprognose und -bewertung

Eine Immissionsprognose für das Anlagenumfeld enthält folgende Teile, wobei die Ausbreitungsrechnung für geplante Standorte und für bestehende Anlage herangezogen werden kann, jedoch die Begehungen nur für in Betrieb befindliche Anlagen eine alternative Methode darstellt:

- Die **Ausbreitungsrechnung zur Prognose von Geruchsstoffimmissionen**, muss mit einem adäquaten Modell entsprechend den individuellen Rahmenbedingungen für den Normalbetriebsfall der Kompostierungsanlage im geplanten Ausbauzustand durchgeführt werden (zB nach der TA-Luft 1986 (Faktor-10-Modell) oder TA-Luft 2002 (AUSTAL2000).
 - Die Berechnung der Zusatzbelastung (IZ) erfolgt gemäß Geruchsimmissions-Richtlinie (GIRL)²³
 - Eine Analogiebeurteilung aus bestehenden Anlagen vergleichbarer Auslegung ist zulässig
- **Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen**; Bestimmung der Immissionshäufigkeit von erkennbaren Gerüchen; Rastermessung: VDI 3940 Blatt 1 (Entwurf) 2003-11. Fahnenmessung: VDI 3940 Blatt 2 (Entwurf) 2003-11

²³ GIRL, 2004. Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (Geruchsimmissions-Richtlinie - GIRL -) in der Fassung vom 21. September 2004; mit Begründung und Auslegungshinweisen. <http://www.hlug.de/medien/luft/emisskassel/dokumente/GIRLneu20040921.pdf>

- Begehungen des Anlagenumfeldes zur Feststellung der Immissionsbelastung (zB gemäß GIRL²³) sind nur sinnvoll, wenn
 - ⇒ die Vorbelastung an einem Standort nicht zweifelsfrei bestehenden Anlagen, die dann emissionsseitig abgeschätzt werden können (Emissionsprognose als Basis für eine Ausbreitungsrechnung), zuzuordnen ist oder
 - ⇒ die Auswirkungen einer bereits bestehenden Anlage überprüft werden müssen, deren Emissionspotenzial strittig ist oder
 - ⇒ Meteorologie oder Topographie keine Ausbreitungsrechnung zulassen.

Eine Rasterbegehung ist sehr zeit- und kostenintensiv und im Ergebnis nicht genauer wie eine fachgerecht ausgeführte Emissions-/Immissionsprognose.

Eine Fahnenbegehung ist demgegenüber eine in vielen Fällen praktikable, aussagekräftige und kostengünstigere Alternative.

- **Bewertung der prognostizierten Geruchsmissionen.** Die Beurteilung erfolgt in Anlehnung an die deutsche Geruchsmissionsrichtlinie (GIRL²³; Gesamtbelastung [=IG]):
 - (a) Der Jahresgeruchszeitanteil darf am Ort der Immission in Gebieten mit der Widmung bzw. Nutzung: Wohngebiet, Kerngebiet, Freizeit- und Sportanlagen, Kur und Erholungsgebiete, Schulen, öffentliche Parks, Spiel- und Liegewiesen, Freibäder, Campingplätze, Tennishallen, Golfplätze und Gaststätten nicht mehr als 10 % (IW=0,10) der Gesamtjahresstunden betragen.
 - (b) Der Jahresgeruchszeitanteil darf am Ort der Immission in Gebieten mit der Widmung bzw. Nutzung: Gewerbe- (Betriebs-) und Industriegebiete, Dorfgebiete, gemischte Baugebiete, Handelsgroßbetriebe und Einkaufszentren nicht mehr als 15 % (IW=0,15) der Gesamtjahresstunden betragen. Als Ort der Immission kommt hier die ortsfeste Nutzung im Sinne des Wohnens und Arbeitens in Betracht.
 - (c) Die Einhaltung der Grenzwerte kann entweder über eine Ausbreitungsrechnung oder mittels Begehung überprüft werden.
- Erörterung der Relevanz von **nicht bestimmungsgemäßen Betriebszuständen** im Hinblick auf Häufigkeit und Intensität von Geruchsereignissen in der Umgebung des Anlagenstandortes, sofern erforderlich.
- **Bewertung der topographischen und meteorologischen Verhältnisse** am Anlagenstandort. Darstellung der verwendeten Winddaten und Analyse von austauscharmen (kritischen!) Ausbreitungssituationen (zB Inversionen und Kaltluftabflüsse).

Im Bedarfsfall werden im Anlagenumfeld bereits vorhandene Geruchsquellen als Vorbelastung gemäß GIRL in die Immissionsprognose mit einbezogen, falls die Zusatzbelastung IZ aus dem Betrieb der Kompostierung die Irrelevanzgrenze gemäß GIRL überschreitet:

- Durchführung einer Immissionsprognose für die Ermittlung der Vorbelastung des Immissionsgebietes (IV) im Untersuchungsgebiet nach GIRL
- Bewertung der prognostizierten Geruchsmissionen auf der Grundlage der Geruchsmissions-Richtlinie (GIRL) und Einarbeitung der Ergebnisse in die Immissionsprognose (Gesamtbelastung [IG])

Es wird also zunächst die Vorbelastung des Immissionsgebietes (IV) festgestellt und dann zu dieser die sich aus der Ausbreitungsrechnung bzw. Begehung ergebende Zusatzbelastung (IZ) addiert. Eine evtl. vorhandene Vorbelastung (IV) braucht nicht berücksichtigt zu werden, wenn auf den Beurteilungsflächen bei der Zusatzbelastung die Irrelevanzgrenze (IZ = 0,02 - Überschreitung der Geruchsschwelle in bis zu 2 % der Jahresstunden) eingehalten wird. Die Auslegungshinweise zur GIRL lassen bei der Beurteilung einen gewissen Spielraum zu. So können z.B. für Mischgebiete, die von der Gebietsstruktur her eher einem Gewerbegebiet zuzuordnen sind (beispielsweise durch landwirtschaftliche Betriebe geprägte Ortslagen), höhere Immissionswerte (IW) zulässig sein, die zwischen den Grenzwerten für Wohn- und Gewerbegebiete liegen.

4.2 Flüssige Emissionen

Das während des Rotteprozesses gebildete Sickerwasser darf grundsätzlich nicht in den Untergrund eindringen und dadurch mehr als eine *bloß geringfügige Verunreinigung des Grund- und Oberflächenwassers* bewirken. Entsprechende Abdichtungs-, Behandlungs- und Verwertungssysteme sind daher unabhängig von der Art des eingesetzten Ausgangsmaterials und vom Standort als Stand der Technik anzusehen. Für so ausgestattete Anlagen sind Sickerwasseremissionen daher – mit Ausnahme von Grundwasserschutzgebieten – nicht standortrelevant.

Ausgenommen von dieser Anforderung der flüssigkeitsdichten Basisabdichtung und der kontrollierten Erfassung der Sicker- und Oberflächenwässer ist die Kompostierung von organischen Abfällen aus dem Garten- und Grünflächenbereich (und die in dieser Gruppe gemäß Anlage 1 Kompostverordnung (BGBl. I Nr. 292/2001) aufgelisteten Ausgangsmaterialien mit den Nummern 102, 103, 104, 105), getrennt gesammelte organische Friedhofsabfälle (Nr. 116) sowie Ernterückstände, Stroh, Reben, verdorbenes Saatgut, Stallmist, überlagerte Feldfrüchte u.ä., sofern letztere aus dem eigenen landwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Betrieb stammen. Dabei dürfen nicht mehr als 300 m³ pro Jahr und Betrieb (Komposthersteller) verarbeitet und an einem Standort nicht mehr als 100 m³ zugleich gelagert bzw. kompostiert werden.

Die detaillierten Anforderungen für diese „Grünschnitt-Kleinanlagen“ sind in Abschnitt 5.3.4 beschrieben.

4.2.1 Arten von flüssigen Emissionen aus Kompostanlagen

Die nachgenannten flüssigen Emissionen wurden entsprechend ihrer prozessbedingten Herkunft eingeteilt, sie sind in der Praxis durch meist gemeinsame Ableitungs- und Erfassungssysteme nicht exakt voneinander abzugrenzen.

- Presswasser
- Prozesswasser (bestehend aus *endogenem* Prozesswasser aus dem Abbau der organischen Substanz und *exogenem* niederschlagsbedingtem Sicker- bzw. Perkolationswasser)
- Kondenswasser
- Abwasser aus der Anlagenreinigung
- Niederschlagsbedingtes Abwasser von offenen Mieten-, Manipulations- und Fahrflächen
- Niederschlagsbedingtes Abwasser von Dachflächen

4.2.1.1 Sickerwasservermeidung und -verminderung

Maßnahmen zur Verminderung und Vermeidung von Sickerwässern können wie folgt zusammengefasst werden:

- Abdecken der Mieten mit Kompostvlies bzw. Überdachung der Rotteflächen → bewirkt einen geringeren Verschmutzungsgrad des von den Kompostierungsflächen abgeleiteten Oberflächenwassers. Die Vliesabdeckung bewirkt eine Ableitung des Niederschlagswasser von ca. 80 %. Dadurch kann das durchsickernde Wasser und der Verschmutzungsgrad des abfließenden „Sickerwassers“ effektiv reduziert werden. Durch den Wegfall der Rottekörper als Wasserspeicher wird jedoch der Gesamtanfall an Oberflächenwasser erhöht.
- Verwendung von strukturreichen oder saugfähigen Zuschlagsstoffen wie Holzhäcksel, Rinde, Stroh, Sägespäne/-mehl, aufbereitete Siebreeste, Laub in einem Mengenanteil von mindestens 20 %, Erde und Altkompost (maximal 5 bis 15 % m/m) → erhöht die Wasserkapazität des Rottekörpers und bindet dadurch Press- und Prozesswasser
- Kompostierung auf organischen Unterlagen (Holzhäcksel, Rinde, Stroh, Sägespäne/mehl, aufbereitetes Siebrückgut) → Press- und Sickerwässer können durch die organische Unterlage aufgenommen werden. Technisch ist dies u.U. vor allem bei einem ersten Wenden nach weniger als 5-7 Tagen wenig praktikabel, da die Unterlage mit dem ersten Umsetzen mit eingemischt wird und dadurch der Effekt verloren geht.

- Eine Erhöhung der Umsetzhäufigkeit erhöht auch die Verdunstungsrate. Entsprechend höhere Niederschlagsmengen können von den trockeneren Mieten gespeichert werden.
- Einstellung eines günstigen Feuchtigkeitsgehaltes in den Kompostausgangslagen ca. zwischen 50 und 60 % i.d. FM, angepasst an die Wasserkapazität der Kompostausgangsmischung

4.2.2 Sickerwasserverwertung und -behandlung

Sickerwässer, die nicht vermieden werden können, müssen einer ordnungsgemäßen Behandlung, Verwertung bzw. Entsorgung zugeführt werden.

In Abbildung 4-1 sind die prinzipiellen Verwertungs- bzw. Entsorgungsmöglichkeiten für Sicker- und Oberflächenwasser von Kompostierungsanlagen dargestellt.

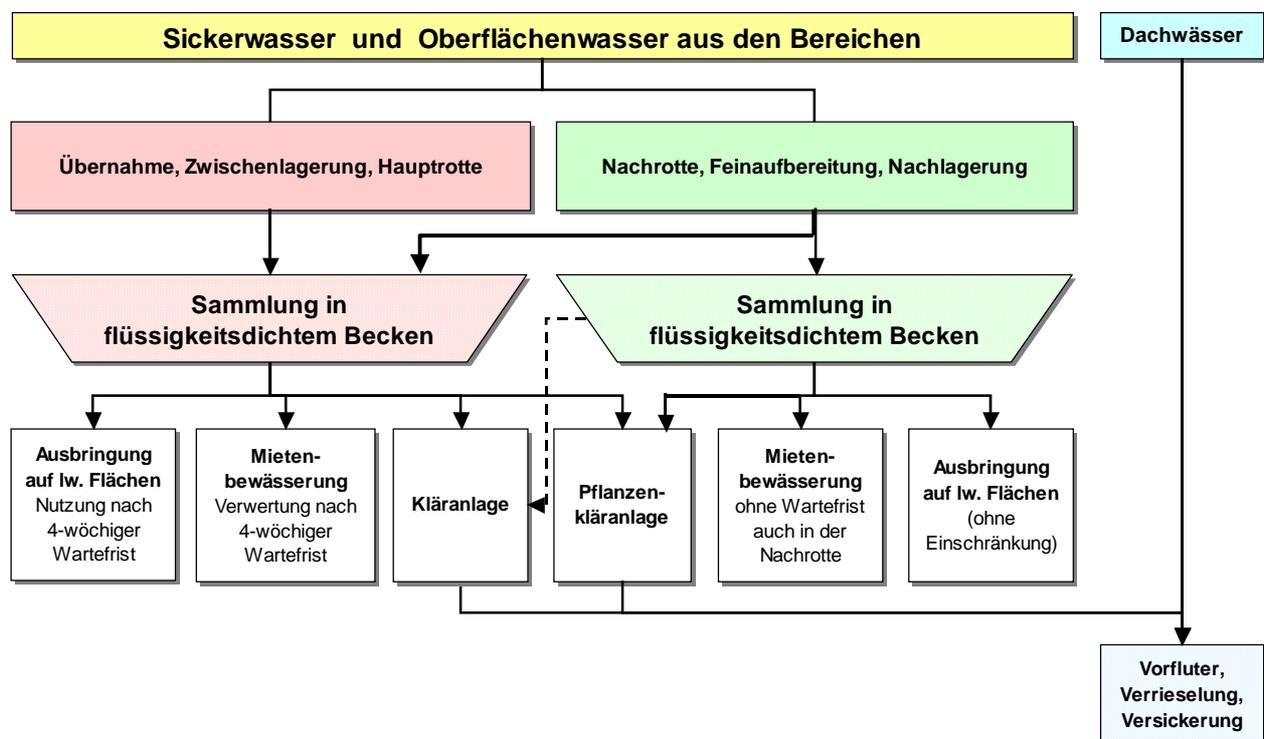


Abbildung 4-1: Verwertungsmöglichkeiten für Sicker- und Oberflächenwasser von Kompostierungsanlagen

Im Falle der direkten Rückführung von Prozess- und Oberflächenwasser aus dem Anlieferungs-, Übernahme- und Hauptrottebereich zur Mietenbewässerung muss eine 4-wöchige Wartefrist bis zur Verwertung des Kompostes (Anwendung oder in Verkehr bringen) eingehalten werden.

Bei direkter Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen ist ebenfalls eine 4-wöchige Wartefrist vor der Nutzung bzw. Ernte einzuhalten.

Getrennt erfasstes sauberes Wasser von Fahr- und Dachflächen sowie aus dem Nachrottebereich können für die Mietenbewässerung auch ohne Einhaltung einer 4-wöchigen Wartefrist bis zur Kompostnutzung verwertet werden.

Der Sickerwasserverwertung vor allem in der Heißrottephase sollte der Vorzug gegenüber der Sickerwasserbeseitigung gegeben werden. Dadurch werden ausgewaschene Inhaltsstoffe zurückgeführt.

4.2.3 Anforderungen an die Oberflächenwasserableitung und die Dimensionierung der Sickerwasserspeicher

4.2.3.1 Sickerwasserableitung und -erfassung

Lager- und Rotteflächen müssen so gestaltet werden, dass Press-, Prozess- und niederschlagsbedingtes Oberflächenwasser abfließen kann und es zu keinem Einstauen von Wasser im Bereich des Mietenfußes kommt. Die Anforderung an das Gefälle wird nach Mietenhöhe, den Jahresniederschlägen und dem Vorhandensein einer Überdachung bzw. von eingebauten Belüftungs- und Entwässerungskanälen differenziert.

Tabelle 4-7: Mindest-Längsgefälle (%) für Rotteflächen in Abhängigkeit von Niederschlag, Mietenhöhe, Überdachung und Belüftungs- bzw. Entwässerungseinrichtungen

Mindestgefälle für Mietensysteme [in %]	offen			überdacht	mit Belüftungs-/ Entwässerungskanal unter den Mieten ¹⁾
	Jahresniederschlag (mm)				
	<450	450-900	>900		
Dreiecksmieten < 1,5 m	1%	2%	3%	1%	1%
Trapez/Tafelmieten > 1,5 m	1%			1%	1%

¹⁾ ...Im Falle der Kompostierung auf durchgehenden Rotteplatten mit Schlitzböden muss die Fläche selbst kein Gefälle aufweisen. Jedoch muss die Ableitung des Wassers auch bei Starkregenereignissen und bei voller Belegung gewährleistet sein.

Hinsichtlich der Anforderung eines Mindestgefälles von 1 % für die in Tabelle 4-7 angeführten Fälle ist folgendes anzumerken:

- Über größere Flächen und Strecken kommt hier die technische Fertigungsgenauigkeit mit den erzielbaren Toleranzen an ihre Grenzen. Daher sind besondere Anforderungen an die Präzision bei der Herstellung von Planum, Frostkoffer, Bitumentragschicht, Asphalt bzw. Betonierung gestellt. Durch Einbaufehler oder Belastungen bedingte Senkungen können bei diesem Gefälle zu Mulden führen, aus denen Sicker- und Niederschlagswasser nicht mehr abfließt.
- Bei exakter Ausführung kann ein Längsgefälle von 1% als Minimalanforderung zwar als ausreichend angesehen werden, aus „Sicherheitsgründen“ wird, wo immer dies durch die gegebene Topographie und Untergrundbeschaffenheit wirtschaftlich und technisch möglich ist, für alle Rotteflächen ohne Zwangsbelüftungssystem ein Gefälle von 2 % empfohlen.
- Bei überdachten, also niederschlagsunabhängigen Rotteflächen, sind Materialmischung und das Bewässerungssystem möglichst exakt auf die maximale Wasserkapazität der rottenden Mieten abzustimmen.

Das Gefälle sollte 5 % nicht überschreiten, da ab hier eine „Wandern“ der Miete in Richtung des Gefälles zu einem merklich erhöhten Manipulationsaufwand führen kann.

Für eingebaute Entwässerungskanäle ist ein Gefälle von 0,5 bis 1 % als ausreichend anzusehen.

Im Sinne einer reibungslosen maschinellen Bearbeitbarkeit werden Rotteflächen mit einem zusätzlichen Seitengefälle nicht empfohlen. In diesem Fall ist durch die Anordnung der Mieten sicherzustellen, dass austretendes Wasser nicht in die Nachbarmiete eindringt.

Im Übernahme- und Zwischenlagerbereich für frisch angeliefertes Material aus der Biotonne oder anderen Materialien mit einem hohen Wassergehalt ist auf eine rasche Ableitung des Sicker- und Niederschlagswasser zu achten. Hier ist ein Gefälle von mindestens 3 % vorzusehen.

Die Ränder der Kompostieranlage sind so überhöht auszuführen, dass Abwässer von Zwischenlager-, Heißrotte- und Verkehrsflächen nur zu den dafür vorgesehenen Sammelbehältern bzw. Sammelkanälen abfließen können. Die Erhöhung im Randbereich hat mindestens 5 bis 8 cm zu betragen und kann idealerweise durch einen flächigen Anstieg gegen den Flächenrand hin erreicht werden. Stellsteine haben den Nachteil, dass sie durch Lader und Wendemaschine sehr schnell beschädigt werden können.

Wulste können eine Behinderung darstellen, wenn sie im Zuge der Materialmanipulation oder des Transportes oftmals überfahren werden müssen.

Der Sammelbehälter muss dauerhaft flüssigkeitsdicht sein und darf keinen Überlauf besitzen.

Das Volumen des Sammelbehälters ist so zu dimensionieren, dass neben den üblicherweise anfallenden Sickerwässern (0,028 m³ m⁻² abgedichteter Fläche) auch die Niederschlagswässer aus einem fünfjährigen zweitägigen Dauerregenereignis verlässlich aufgenommen werden können (die entsprechenden Werte sind beim *Hydrographischen Dienst* der jeweiligen Landesdienststellen abrufbar). Dabei sind die lokalen Niederschlagsverhältnisse besonders zu berücksichtigen. Die Berechnung erfolgt gemäß ÖKL-Baumerkblatt 24a (ÖKL,1993²⁴) (siehe Tabelle 4-8).

Tabelle 4-8: Erforderliches Speichervolumen für Sicker- und Niederschlagswässer von abgedichteten Flächen, berechnet nach ÖKL-Baumerkblatt 24a (ÖKL,1993²⁴)

Jahresniederschlagsmenge in mm *	Speichervolumen Für Niederschläge in m ³ /m ² abged. Fläche	Speichervolumen Für Sickerwasser in m ³ /m ² abged. Fläche	Gesamter Raumbedarf in m ³ /m ² abged. Fläche	Ges. Raumbedarf + 20 % Sicherheitsfaktor in m ³ /m ² abged. Fläche
bis 700	0,03	0,028	0,058	0,070
bis 900	0,05	0,028	0,078	0,094
bis 1100	0,08	0,028	0,108	0,130
bis 1400	0,12	0,028	0,148	0,178
über 1400	0,17	0,028	0,198	0,238

* Die örtlichen Niederschlagsverhältnisse sind beim Hydrographischen Dienst der jeweiligen Landesdienststellen zu erheben

Aufgrund der fortdauernden Klimaveränderungen mit größeren Niederschlagsereignissen wird empfohlen die hier angeführten Richtwerte für die niederschlagsabhängige Zwischenspeicherung um 25 % zu erhöhen.

4.2.4 Vliesabdeckung oder Überdachung der Übernahme-, Hauptrotte-, Nachrotte- und Nachlagerflächen

Zu den Anforderungen hinsichtlich der Abdeckung mit Kompostvlies oder einer evtl. erforderlichen Überdachung → siehe Abschnitte 5.1 Materialübernahme – Anlieferungsbereich, 5.3 Hauptrotte, 5.4 Nachrotte und 5.6 Nachlagerung).

4.2.5 Biologische Reinigung der Sicker- und verunreinigten Niederschlagswässer mittels Verrieselungsflächen und Pflanzenkläranlagen

4.2.5.1 Ausbringung von zwischengelagertem Sickerwasser auf Verrieselungsflächen

Eine Verrieselung von zwischengelagertem Sickerwasser auf begrünten Verrieselungsflächen ist bei Einhaltung der folgenden Voraussetzungen möglich:

- Ausschließliche Verarbeitung von organischen Abfällen aus dem Garten und Grünflächenbereich, bzw. in Kombination mit landwirtschaftlichen Abfällen aus dem eigenen Betrieb
- Die Verrieselung erfolgt auf Grünflächen mit ausreichend sickerfähigem Untergrund. Als Richtwert sollten pro Quadratmeter abgedichteter Rotte- und Manipulationsfläche 0,5 m² Grünfläche zur Verfügung stehen. Die Grünfläche sollte dabei möglichst eine leichte

²⁴ ÖKL, 1993. ÖKL-Baumerkblatt 24a, Technische Richtlinien für die Errichtung einer Düngeraufbereitungsplatte für die bäuerliche Kompostierung.1993

Neigung und keine vernässungsgefährdeten Zonen („Mulden“) aufweisen. Über die Nutzung des Graswuchses (Schnitt nach Bedarf) erfolgt der Nährstoffaustrag.

- Der Abstand zum Grundwasserhöchststand muss zumindest 1,5 m betragen.
- Standortsspezifische Vorgaben (Grundwasserschutz- und -schongebiete) sind zu berücksichtigen.
- Die Ausbringungsmenge auf landwirtschaftlich genutzte Flächen darf 50 m³ pro Hektar und Jahr nicht überschreiten.

4.2.5.2 Pflanzenkläranlagen

Die Dimensionierung des Speicherbeckens (Speicherteiche) und der Pflanzenkläranlage erfolgt unter 2 Voraussetzungen:

- 1.) Es muß sichergestellt werden, dass eine Regenspende gemäß den Vorgaben des ÖKL Baumerkblattes 24 aufgenommen und abgepuffert werden kann.
- 2.) Die Kapazität der PKA muss hinsichtlich Mengendurchsatz und Schmutzfracht die Aufbereitung des Wassers zur ordnungsgemäßen Einleitung in den Vorfluter (BGBL II 9/1999 Abwasseremissionsverordnung - Abfallbehandlung) gewährleisten.

Beispiele zur Ausführung von Pflanzenkläranlagen befinden sich in der „Grundlagenstudie zum Stand der Technik der Kompostierung“.

4.3 Die Hygienisierungsfunktion des Kompostierungsprozesses

In diesem Abschnitt wird die Reduktion der substratgebundenen seuchenhygienisch relevanten Keime hinsichtlich der unbedenklichen Verwendung des Endprodukts behandelt

Die mikrobielle, aerobe Rotte ist ein exothermer Vorgang, bei dem neben Temperaturen über 55 °C auch biochemische Reaktionen unter gleichzeitigem Abbau der organischen Substanz zur Inaktivierung von Krankheitserregern (auch thermoresistenten Formen) führen. In der Kompostierung wirken somit **zwei Prozessphasen** hygienisierend.

In der Heißrotte- bzw. Hygienisierungsphase findet eine Reduktion bzw. Abtötung pathogener Keime aus dem Ausgangsmaterial statt. Die anschließende Stabilisierungsphase sichert die biologische Stabilität des Endproduktes, indem das Substrat und damit das Potenzial für die Vermehrung der pathogenen Keime und in der Folge die Attraktion von Übertragungsvektoren minimiert wird. Hinzu kommen antibiotisch-antagonistische Faktoren durch die Förderung bodentypischer Mikroflora im Zuge des Humifizierungsprozesses.

Die Hygiene- oder Tierische Nebenprodukte (TNP) Verordnung, (EG) Nr. 1774/2002²⁵ mit den Durchführungs- und Übergangsbestimmungen muss nunmehr für die Anforderungen an Hygienisierung und das damit verbundene Prozessmanagement mit berücksichtigt werden.

Aus den grundsätzlichen Anforderungen an die Hygienisierung aus der TNP-Verordnung ergibt sich in Abhängigkeit der eingesetzten TNP ein abgestuftes Anforderungsprofil an Kompostierungsanlagen.

4.3.1 Grundsätzliches aus der TNP-Verordnung

Für die Behandlung in Kompostanlagen kommen grundsätzlich nur Materialien der Kategorie 2 und 3 in Frage.

Material der Kategorie 3

Bei Material der Kategorie 3 handelt es sich durchwegs um Nebenprodukte von gesunden Tieren bzw. um grundsätzlich genusstaugliche, bei der Herstellung oder Verarbeitung von Lebensmitteln tierischer Herkunft angefallene Nebenprodukte oder ehemalige (überlagerte) Lebensmittel unter der Voraussetzung dass diese Materialien keine Anzeichen einer übertragbaren Krankheit aufweisen. Hierzu zählen auch Küchen- und Speiseabfälle aus Groß- und Haushaltsküchen, wodurch auch biogene Abfälle aus Haushalten (und „ähnlichen Einrichtungen“) aus der getrennten Sammlung („Biotonne“) umfasst sind. Im folgenden Kasten sind sämtliche Materialien der Kategorie 3 des Artikel 6 Abs. 1, TNP-Verordnung aufgelistet.

²⁵ Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. Oktober 2002 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte

Artikel 6 (1) Material der Kategorie 3

Material der Kategorie 3 umfasst folgende tierische Nebenprodukte und jedes diese Produkte enthaltende Material:

- a) Schlachtkörperteile, die nach dem Gemeinschaftsrecht genusstauglich sind, die jedoch aus kommerziellen Gründen nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt sind;²⁶
- b) Schlachtkörperteile, die als genussuntauglich abgelehnt werden, die jedoch keine Anzeichen einer auf Mensch oder Tier übertragbaren Krankheit zeigen und die von Schlachtkörpern stammen, die nach dem Gemeinschaftsrecht genusstauglich sind;²⁶
- c) Häute, Hufe und Hörner, Schweineborsten und Federn von Tieren, die nach einer Schlachtieruntersuchung, aufgrund deren sie nach dem Gemeinschaftsrecht für die Schlachtung zum menschlichen Verzehr geeignet sind, in einem Schlachthof geschlachtet werden;
- d) Blut von anderen Tieren als Wiederkäuern, die nach einer Schlachtieruntersuchung, aufgrund deren sie nach dem Gemeinschaftsrecht für die Schlachtung zum menschlichen Verzehr geeignet sind, in einem Schlachthof geschlachtet werden;
- e) tierische Nebenprodukte, die bei der Gewinnung von für den menschlichen Verzehr bestimmten Erzeugnissen angefallen sind, einschließlich entfetteter Knochen und Grieben;
- f) ehemalige Lebensmittel tierischen Ursprungs oder Erzeugnisse tierischen Ursprungs enthaltende ehemalige Lebensmittel, außer Küchen- und Speiseabfällen, die aus kommerziellen Gründen oder aufgrund von Herstellungsproblemen oder Verpackungsmängeln oder sonstigen Mängeln, die weder für den Menschen noch für Tiere ein Gesundheitsrisiko darstellen, nicht mehr für den menschlichen Verzehr bestimmt sind;
- g) Rohmilch von Tieren, die keine klinischen Anzeichen einer über dieses Erzeugnis auf Mensch oder Tier übertragbaren Krankheit zeigen;
- h) Fische oder andere Meerestiere, ausgenommen Meeressäugtiere, die auf offener See für die Fischmehlherstellung gefangen wurden;
- i) bei der Verarbeitung von Fisch anfallende frische Nebenprodukte aus Betrieben, die Fischerzeugnisse für den menschlichen Verzehr herstellen;
- j) Schalen, Brütereinebenprodukte und Knickeiernebenprodukte von Tieren, die keine klinischen Anzeichen einer über diese Erzeugnisse auf Mensch oder Tier übertragbaren Krankheit zeigten;
- k) Blut, Häute, Hufe, Federn, Wolle, Hörner, Haare und Pelze von Tieren, die keine klinischen Anzeichen einer über diese Erzeugnisse auf Mensch oder Tier übertragbaren Krankheit zeigten, und
- l) andere Küchen- und Speiseabfälle als die in Artikel 4 Absatz 1 Buchstabe e) genannten.

Material der Kategorie 2

Material der Kategorie 2 stammt zwar nachweislich ebenfalls nicht aus Risikobereichen (hinsichtlich BSE Risiko), betrifft jedoch sonstige eventuell tierseuchenrelevante Herkünfte oder mögliche Kontaminationen mit zB Arzneimittelrückständen oder es handelt sich um tierische Nebenprodukte, die nicht unmittelbar aus der Lebensmittelgewinnung stammen oder Mängel aufweisen (zB Importwaren, aus Drittländern, die nicht alle Importbestimmungen einhalten, Abwässer aus Schlachthöfen oder untauglich beurteilte Schlachtkörper und -teile (Konfiskate)).

Eine besondere Stellung nehmen „Gülle sowie (von Magen und Darm getrennter) Magen- und Darminhalt, Milch und Kolostrum“ (Art. 5(1)(a) und Art. 5(2)(e)) ein. Diese werden zwar zu den Materialien der Kategorie 2 zugerechnet, hinsichtlich der Hygienisierungsanforderungen sind – jeweils mit Zustimmung

²⁶ Beachte: Schlachtkörperteile entsprechend Artikel 6 Abs. 1 Buchstabe (a) und (b) jedweder Herkunft und Art sind gemäß Anlage 1 Kompostverordnung kein zulässiges Ausgangsmaterial zur Herstellung von Kompost.

der zuständigen Behörde – weitreichende Ausnahmen und Erleichterungen für Transport, Behandlungsvorschriften und Aufbringung vorgesehen.

Festzuhalten ist, dass die Definition von Gülle in Anhang I Punkt 37 *Exkrememente und/oder Urin von Nutztieren, mit oder ohne Einstreu*, umfasst und damit im Grunde dem Begriff „Wirtschaftsdünger“ entspricht.

4.3.2 Abgestufte Behandlungsvorschriften in Kompostierungsanlagen

Hinsichtlich der spezifischen Anforderungen zur Hygienisierung wird zwischen fünf Materialgruppen unterschieden:

- (A) **Getrennt gesammelte biogene Abfälle** inklusive der hierin enthaltenen Küchen und Speiseabfälle sowie andere zulässige Materialien zur Kompostierung gemäß Anlage 1 Kompostverordnung, die keine tierischen Nebenprodukte enthalten [**Basisanforderungen**]
- (B) Getrennte Anlieferung von **Küchen- und Speiseabfällen aus Gastronomie und Großküchen**
- (C) **Sonstige Kategorie 3 Materialien** gemäß § 6(1) Buchstabe (a) bis (k) TNP-Vo;
 - C.1 Anforderungen für **Betriebe, die gemäß den Übergangsbestimmungen [(EG) Nr. 809/2003] bereits am 1. November 2002 genehmigt** waren
 - C.2 Anforderungen für **Betriebe, die erst nach dem 1. November 2002 genehmigt wurden** (keine Anwendung der Übergangsbestimmungen)
- (D) **Wirtschaftsdünger, Magen- und Darminhalt (zB Panseninhalt), Milch und Kolostrum** (falls ausschließlich oder gemeinsam verarbeitet mit Materialien aus (A) bis (C))
- (E) **Sonstige Kategorie 2 Materialien**

Wie oben erwähnt, muss hinsichtlich der Behandlungsvorschriften in Kompostanlagen zwischen den Materialien der Kategorien 2 und 3 unterschieden werden. Hierbei sind insbesondere die Ausnahme- und Übergangsbestimmungen für Küchen- und Speiseabfälle, Wirtschaftsdünger, sowie Magen- und Darminhalt, Milch und Kolostrum zu berücksichtigen.

Grundsätzlich bedürfen Kompost- und Biogasanlagen, in denen tierische Nebenprodukte behandelt werden, der Zulassung gemäß Artikel 15 der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002. Die spezifischen Anforderungen für Kompost- und Biogasanlagen an die Verarbeitung von TNP der Kategorie 2 und 3 mit den allgemeinen und speziellen Hygienevorschriften und die Anforderungen an Fermentationsrückstände und Kompost sind in Anhang VI Kapitel II, TNP-Verordnung festgelegt.

Hier werden nun die konkreten nationalen Anforderungen an die Hygienisierung unter Berücksichtigung der Erfordernisse der TNP-Verordnung aufgeführt.

4.3.2.1 (A)

Basisanforderungen für getrennt gesammelte biogene Abfälle (inklusive Küchen- und Speiseabfälle) sowie sonstige zulässige Materialien zur Kompostierung gemäß Anlage 1 Kompostverordnung, die keine tierischen Nebenprodukte enthalten

Definitionen und Vorgaben der TNP-Verordnung

Die Definition von Küchen- Speiseabfällen lautet (Anhang 1 Punkt 15, TNP-Verordnung):

„Küchen- und Speiseabfälle“ alle aus Restaurants, Catering-Einrichtungen und Küchen, einschließlich Groß- und Haushaltsküchen, stammenden Speisereste einschließlich gebrauchtes Speiseöl“

Es ist grundsätzlich festzustellen, dass „Küchen- und Speiseabfälle“ durch die Bestimmung in Artikel 6(2)(g) und Artikel 7(1) TNP-Vo sowohl von den besonderen Anforderungen an *Abholung/Sammlung, Beförderung und Lagerung* als auch den Anforderungen an Kompostanlagen des Anhang VI ausgenommen sind.

Dabei wird nicht zwischen (tierischen) Küchenabfällen aus Großküchen und Privathaushalten bzw. Sammelsystem (Direktabholung oder kommunale Sammlung/Biotonne), unterschieden.

Aus prozesstechnischer und abfallwirtschaftlicher Sicht sollten jedoch schlammig-pastöse Küchen- und Speiseabfälle in Biogasanlagen vergoren werden.

Wenn dies gesamtökologisch sinnvoll ist (zB Transportwege im ländlichen Einzugsgebiet), können diese aber auch in Kompostanlagen verarbeitet werden. Im Falle einer getrennten Anlieferung von Küchen- und Speiseabfällen aus Gastronomie und Großküchen gelten die Anforderungen (B) in Abschnitt 4.3.2.2.

Absatz (14) in Kap. II C. des Anhang VI stellt auch klar, dass die Ausnahme des Artikel 6(2)(g) auch dann gilt, wenn Küchen- und Speiseabfälle gemeinsam mit Wirtschaftsdünger, Magen- und Darminhalt, Milch und Kolostrum verarbeitet werden. Der Forderung nach einer gleichwertigen Wirkung bei der Verringerung von Krankheitserregern wird bei Einhaltung der hier festgelegten Behandlungsvorschriften entsprochen.

Küchen- und Speiseabfälle der Kategorie 3 können gemäß Artikel 6(2)(g) der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 bis zum Erlass von Vorschriften auf Gemeinschaftsebene nach innerstaatlichem Recht in einer Biogasanlage verarbeitet oder kompostiert werden.

Bisher wurde seitens der Kommission keine Initiative zu einer harmonisierten Durchführungsbestimmung für die Kompostierung und anaerobe Vergärung von Küchenabfällen ergriffen.

Konkret heißt dies, dass der Stand der Technik für die Hygienisierung (Prozesssteuerung und -überwachung) und die Anforderungen an das Endprodukt seitens der Mitgliedsstaaten festgelegt werden können.

Für die Kompostierung sind die grundlegenden Anforderungen an die Temperatur- und Prozessaufzeichnungen in der Kompostverordnung, BGBl I Nr. 292/2001 festgelegt. Diese werden nunmehr in dieser Richtlinie zum *Stand der Technik der Kompostierung* präzisiert.

Da es seit Erlass der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 fortdauernd Diskussionen mit sehr widersprüchlichen Interpretationen und Aussagen sowohl seitens der Kommission als auch der Mitgliedsstaaten gegeben hat, hat die Kommission im April 2004 eine Klarstellung mit dem Leitfaden *“Guidance on applying the new Animal By-Products Regulation (EC) No 1774/2002”* zur Verarbeitung von Küchen- und Speiseabfällen in Kompostierungs- und Biogasanlagen vorgenommen.

Hier wird unmissverständlich klargestellt, dass die Verordnung auf eine Regelung der Küchen- und Speiseabfälle zugunsten vorgesehener Umweltvorschriften bzw. nationaler Regeln verzichtet.

Basisanforderungen an die Prozessführung im Sinne einer ordnungsgemäßen Hygienisierung

- Die Kompostausgangscharge muss homogen mit sämtlichen Mischungspartnern abgemischt werden. Zur Herstellung einer solchen homogenen Ausgangsmischung sind vorzugsweise Mischaggregate, wie Mischschnecken, Umsetzmaschinen, Mist- oder Kompoststreuer, Mischtrommeln zu verwenden. Die Abmischung mit dem Rad- oder Frontlader ist nur dann als geeignet anzusehen, wenn die Mischungspartner selbst bereits in einem weitgehend homogenen, gut mischbaren Zustand vorliegen.
- In der offenen Mietenkompostierung sind zu große Querschnitte (Höhe > 2,50 m) bei Verarbeitung von Mischungen mit hohen Anteilen an biogenen Abfällen aus Haushalten, Küchenabfällen sowie Klärschlamm zu vermeiden, da eine gleichmäßige Sauerstoffversorgung bzw. Homogenisierung im Zuge des Umsetzens nur erschwert möglich ist. Dies kann nur beschränkt durch Zwangsbelüftungssysteme kompensiert werden. Als Faustregel hat daher für beide Systeme zu gelten: Je höher die Miete (evtl. auch über 2,50 m), desto höher muss der Strukturanteil sein und desto sorgfältiger muss auf einen homogenen Gasaustausch durch Umsetzen bzw. eine Kombination aus technischer Belüftung und mechanischem Umsetzen vorgenommen werden. Dies muss jeder Betrieb über die maschinelle und personelle Ausstattung gewährleisten.
- Bei der Arbeit mit dem Radlader ist auf die Vermeidung der Klumpenbildung und die Unterbindung von Rekontaminationen durch Reste in der Laderschaufel aus frischen Materialien zu achten. Die Radlader Schaufel ist vor der Bearbeitung von Kompostchargen, die keine thermische Hygienisierung mehr erfahren, von Materialresten, die eine Verschleppung von Keimen bewirken könnten, mechanisch zu reinigen.

- Die Zumischung von tonhaltiger Erde oder Altkompost (bis ca. 10 % (m/m)) kann zusätzlich eine zügigere Humifizierung und Stabilisierung fördern, und dadurch das Wachstumspotenzial für (pathogene) Keime reduzieren. Es ist jedoch in Abhängigkeit der anderen Mischungspartner und des Mietenquerschnitts darauf zu achten, dass der Flächendruck (die Dichte) der Gesamtmischung insbesondere durch den Zusatz von Erde nicht zu hoch wird. Durch einen zu hohen Erdzusatz können Porosität, Sauerstoffversorgung und Abbauintensität leiden.
- Die Kompostverordnung gibt hinsichtlich des Temperatur/Zeitregimes nur die arbeitstägliche Temperaturaufzeichnung über einen Gesamtzeitraum von 10 Tagen während der Heißrottephase vor. Damit wurde auf die verschiedenen Ausgangsmaterialien, klimatischen Bedingungen aber auch auf die Anforderungen an die Qualitätsbildung (Stoffeherhaltung und Humusbildung) Bedacht genommen.

Nach verschiedenen Autoren und Regelwerken können hinsichtlich der temperaturbewirkten Entseuchung folgende Varianten als Mindeststandards formuliert werden. Diese bieten genügend Flexibilität für die verschiedenen Kompostierungsverfahren.

Tabelle 4-9: Varianten des Temperatur-Zeitregimes zum indirekten Nachweis der ausreichenden Reduktion von seuchenhygienisch relevanten Keimen

Mindesttemperatur	Dauer
Offene und umhauste Mieten (offene Zeilenmieten, Rottehallen,) mit natürlicher oder Zwangsbelüftung	
55 °C	kontinuierliche Temperaturmessung mittels Sonde; Einhaltung der Mindesttemperatur über einen zusammenhängenden Zeitraum von 4 Stunden jeweils nach 5 Umsetzungsvorgängen; Gesamtmesszeitraum: mindestens 10 Tage
55 °C	Diskontinuierliche, arbeitstägliche Temperaturmessung *; Einhaltung der Mindesttemperatur an sämtlichen Messtagen innerhalb eines zusammenhängenden Zeitraums von 10 Tagen bei mindestens 3 Umsetzungsvorgängen
60 °C	Diskontinuierliche, arbeitstägliche Temperaturmessung *; Einhaltung der Mindesttemperatur über 3 x 3 Tage bei 2 Umsetzungsvorgängen innerhalb eines zusammenhängenden Zeitraums von 14 Tagen
65 °C	Diskontinuierliche, arbeitstägliche Temperaturmessung *; Einhaltung der Mindesttemperatur über 2 x 3 Tage bei 1 Umsetzungsvorgang innerhalb eines zusammenhängenden Zeitraums von 14 Tagen
Gekapselte Intensivrotte (zB Boxen oder Tunnelkompostierung) mit Zwangsbelüftung	
55 °C	kontinuierliche Temperaturmessung mittels Sonde; Einhaltung der Mindesttemperatur über 4 Tage innerhalb eines zusammenhängenden Zeitraums von 10 Tagen
65 °C	kontinuierliche Temperaturmessung mittels Sonde; Einhaltung der Mindesttemperatur über 3 Tage innerhalb eines zusammenhängenden Zeitraums von 10 Tagen

* Auch kontinuierliche Messverfahren mittels Temperatursonden und automatischer Aufzeichnung sind möglich.

- In den Wintermonaten kann es zu nicht ausreichend hohen Temperaturen kommen, in offenen Anlagen durch Abkühlung der Mietenoberfläche und in geschlossenen Anlagen an der Mietenbasis durch eine nicht angepasste Belüftung. Eine Lösungsmöglichkeit bietet die Erhöhung des Mietenquerschnitts und des Strukturanteils. Mietenhöhen zwischen ca. 1,5 und 2,5 Meter ergeben ein Rottevolumen, dass bei gut abgestimmter Materialmischung eine ausreichende Erwärmung sicherstellt. In gekapselten Intensivrottesystemen ist rechtzeitig von „Sommer- auf Winterbelüftung“ umzustellen. Voraussetzung ist eine gewissenhafte innerbetriebliche Rotteüberwachung (Temperatur/Feuchtigkeitsüberwachung).
- Eine ausreichende Stabilisierung ist zur Sicherung der biologischen Stabilität des Endproduktes von größter Bedeutung. Hierbei wird das Wachstumspotenzial von Fäkal- und pathogenen Bakterien, die entweder die Hygienisierungsphase überlebt haben oder durch Reinfektion eingebracht werden, reduziert.
- Eine Trockenstabilisierung in geschlossenen Anlagen erfüllt diese Aufgabe nicht. Daher ist in diesem Fall die 2. Hauptrottephase bzw. die Nachrotte bei ausreichendem

Feuchtigkeitsgehalt und entsprechender mechanischer oder technischer Belüftung durchzuführen.

- Bauliche Elemente, die Schadnagern die Möglichkeit zur Vermehrung bieten, sollten diesen unzugänglich gemacht werden.
- Die Verschleppung von Keimen durch innerbetriebliche Abläufe ist durch eine räumliche Trennung des Übernahme-, Aufbereitungs- und Hauptrottebereichs von allen übrigen Anlagenteilen zu verhindern. Mieten (Kompostchargen) sollen im Zuge des Rottefortschritts durch regelmäßiges Umsetzen (Seitenversetzung) immer nur in eine Richtung wandern. Geräte, die zur Manipulation von nicht hygienisierten Materialien verwendet wurden, sind vor dem Einsatz im Bereich der Nachrotte, der Feinaufbereitung oder des Nachlagers mechanisch von Materialresten zu befreien.
- Bei Einbringen von unbehandelten (nicht über eine Pflanzenkläranlage biologisch gereinigte) Prozesswässern und verunreinigten Niederschlagswässern aus dem Übernahme- und Hauptrottebereich in Mieten, die keine eine temperaturbedingte Hygienisierung gemäß Tabelle 4-9 durchlaufen (Nachrotte), ist eine 4-wöchige Wartefrist für die Verwertung (Inverkehrbringen) der Komposte zu beachten.
- Es ist eine vom Hauptrottebereich getrennte Lagerfläche für Fertigkomposte vorzusehen.

Dokumentation zur seuchenhygienischen Beurteilung des Rotteprozesses und des Verfahrensablaufes

Die Durchführung der Kontrolle des Verfahrensablaufes ist in Anlage 6 Punkt 4.b KompostVo geregelt. Hierin heißt es:

„... 4) Vom Komposthersteller ist während der Kompostierung aufzuzeichnen:

... b) zur seuchenhygienischen Beurteilung des Rotteprozesses und des Verfahrensablaufes die Temperatur (während thermophiler Phase, über einen Zeitraum von zumindest 10 Tagen, arbeitstäglich, während der übrigen Rottephasen je nach Erfordernis der Verfahrenstechnik) und die Maßnahmen der Prozesssteuerung (Angaben über Umsetzzeitpunkte, Bewässerung, Belüftung, Zumischung von Materialien usw.); Das Temperaturmessverfahren kann auf das angewandte Kompostierungssystem abgestimmt werden.“

Diese Aufzeichnungen sind gemeinsam mit dem Ergebnis der mikrobiologischen Produktuntersuchung von der befugten Fachanstalt hinsichtlich der seuchenhygienischen Unbedenklichkeit für die jeweiligen Anwendungsbereiche zu beurteilen.

Im Betriebstagebuch sind daher unter Angabe des Datums folgende Aufzeichnungen zur Temperatur und über Maßnahmen der Prozesssteuerung zu führen:

- **Temperaturmessung**
 - Diskontinuierliche Messung: Zumindest eine Messung pro Arbeitstag über einen zusammenhängenden Zeitraum von 10 Tagen. Temperaturniveau mindestens 55 °C oder
 - Kontinuierliche Messung: Temperatursonden mit EDV-gestützter Temperaturaufzeichnung über einen Zeitraum von 10 Tagen.
 - Die Anforderungen an das Temperatur-Zeitprofil mit den jeweils erforderlichen Umsetzmaßnahmen in der offenen Mietenkompostierung gemäß Tabelle 4-9.
 - Nach Abschluss der temperaturbedingten Hygienisierungsphase sind bis zum Ende der Hauptrotte (Temperatur konstant unter ca. 40 °C) diskontinuierliche Temperaturmessungen zumindest einmal wöchentlich durchzuführen.
 - Die Messstellen müssen im Mietenkern, jedoch mindestens 30 cm über dem Mietenfuß bzw. 30 cm unterhalb der Mietenoberfläche erfolgen.
- **Feststellen des Feuchtigkeitsgehaltes (zB Messung, Faustprobe)**
 - Ein ausreichender Feuchtigkeitsgehalt ist sowohl für die temperaturbedingte Hygienisierung als auch für den in der mesophilen Abkühlungsphase stattfindenden

- mikrobiellen Abbau ausschlaggebend. Die Einschätzung des Feuchtigkeitsgehaltes ist die Voraussetzung für eine gezielte Steuerung des Wassergehaltes im Rottegut.
- Die Beurteilung des Feuchtigkeitsgehalts hat zumindest 1x wöchentlich bzw. zum Zeitpunkt der Temperaturmessung zu erfolgen.
- Eine einfache Einschätzung aufgrund von Erfahrungswerten mittels Faustprobe oder visueller Kontrolle ist in der Regel ausreichend.
- Die Beurteilung ist anhand einer Boniturskala (zu trocken – gute Feuchtigkeit – zu nass) im Betriebstagebuch einzutragen.
- In geschlossenen Reaktoren kann der Feuchtigkeitsgehalt über Sensoren im Rottekörper bzw. in der Abluft abgeschätzt werden.
- Bewässerungsmaßnahmen
 - Festzuhalten sind:
 - ⇒ Bewässerungszeitpunkt
 - ⇒ Herkunft des Bewässerungswassers (zB Frischwasser, Perkolat aus geschlossenen Anlagen, Prozesswasser aus dem Sammelbecken der Hauptrotte bzw. aus dem Sammelbecken der getrennten Erfassung von Oberflächenabwässern aus dem Nachrotte- oder Nachlagerungsbereich und der Feinaufbereitung)
 - ⇒ Im Falle von geschlossenen Anlagenteilen sollte eine chargenbezogene Aufzeichnung der zugegebenen Wassermenge erfolgen.
- Umsetzzeitpunkte
- Belüftungsmaßnahmen bei zwangsbelüfteten Systemen
- Allfällige andere Maßnahmen wie zB
 - Zusammenlegen mit anderen Kompostchargen
 - Zumischung von weiteren Ausgangsmaterialien, Häckselgut, Erde, sonstigen Zuschlagstoffen im Zuge der Kompostierung
 - Mietenabdeckung
 - Siebung

Mit Ausnahme der Protokollierung des Temperaturverlaufes gemäß Tabelle 4-9 müssen diese Aufzeichnungen bei regelmäßig genau gleichen Prozessabläufen nicht für jede Kompostcharge wiederholt werden. Jede Abweichung hiervon muss allerdings nachvollziehbar dokumentiert werden.

Die für die zu beurteilende Kompostcharge gültige Prozessdokumentation ist der mit der Kompostbeurteilung beauftragten Fachanstalt (Labor) zu übergeben.

4.3.2.2 (B)

Getrennte Anlieferung von Küchen- und Speiseabfällen aus Gastronomie und Großküchen

In Artikel 6(2)(g) der TNP-Verordnung werden Küchen- und Speiseabfälle aus Gastronomie und Großküchen hinsichtlich der Anwendung nationaler Vorschriften von Haushaltsküchen nicht unterschieden (siehe auch Definition in 4.3.2.1). Wie erwähnt sollten jedoch aus prozesstechnischer und abfallwirtschaftlicher Sicht schlammig-pastöse Küchen- und Speiseabfälle in Biogasanlagen vergoren werden.

Im Falle der Kompostierung setzt der pastös-flüssige Zustand der Küchen- und Speiseabfälle aus Großküchen eine besondere Sorgfalt hinsichtlich Aufbereitung und Abmischung zur Sicherstellung eines ordnungsgemäßen Prozessablaufes voraus (Wassergehalt, C/N-Verhältnis, Strukturgutanteil zur Aufrechterhaltung des erforderlichen Gasaustausches, Geruchsmanagement; siehe 4.1, 5.2.4 und 5.3).

Getrennt angelieferte Gastronomieabfälle sind unverzüglich mit den erforderlichen Mischungspartnern zu einer KompostausgangschARGE abzumischen oder zur Vorfermentation gemäß Abschnitt 2.2.2 aufzubereiten und aufzusetzen.

Zusätzlich zu den bereits in den Basisanforderungen (A) beschriebenen Anforderungen (Reinhaltung, Vermeidung von Verschleppung nicht hygienisierter Materialien in Bereiche der Nachrotte und Nachlagerung, Gewährleistung, dass das gesamte Material der erforderlichen Temperatur ausgesetzt ist) wirkt bei

offener Mietenkompostierung ein Abdecken der Mieten mit Schreddermaterial, Altkompost oder Kompostvlies bis zum Abschluss der thermischen Hygienisierungsphase gemäß Tabelle 4-9 der Verschleppung von Materialien durch Wind oder Vögel ausreichend entgegen.

4.3.2.3 (C.1)

Bestimmungen für die Verarbeitung sonstiger Materialien der Kategorie 3 (Art.6(1) Buchstabe (a) bis (k) TNP-Vo) auch gemeinsam mit „Wirtschaftsdünger“ in Kompostierungsanlagen, die diese Bestimmungen bereits am 1. November 2002 anwendeten – Übergangsbestimmung (EG) Nr. 809/2003

Die folgenden Anforderungen an die Hygienisierung gelten zusätzlich zu den Basisanforderungen in 4.3.2.1 für Materialien des Artikel 6 (1) Buchstabe (a) bis (k) [siehe Kasten in Abschnitt 4.3.1].

Grundlegende Bestimmungen

Mit der Verordnung (EG) Nr. 809/2003 wurde für Kompostanlagen, die Materialien der Kategorie 3 mit oder ohne „Wirtschaftsdünger“ verarbeiten, eine Übergangsbestimmung geschaffen. Durch diese Übergangsbestimmung können Erleichterungen von den Anforderungen in Anhang VI Kapitel II A, C und D der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 auf Basis von nationalem Recht ermöglicht werden. Die ursprüngliche Befristung dieser Übergangsbestimmung mit 31. Dezember 2004 wurde um ein Jahr bis 31. Dezember 2005 verlängert²⁷.

Alle anderen (zu einem späteren Zeitpunkt genehmigten) Anlagen, die sonstige Materialien der Kategorie 3 oder Kategorie 2 (mit Ausnahme von Küchen- und Speiseabfällen, Wirtschaftsdünger, Magen- und Darminhalt, Milch und Kolostrum) verarbeiten, haben vollinhaltlich die Bestimmungen des Artikel 15 und Anhang VI, Kapitel II zu erfüllen (siehe Abschnitt 4.3.2.4).

Spezielle Behandlungs- und Hygienevorschriften

- Das Behandlungsverfahren muss eine Reduktion von pathogenen Keimen insgesamt gewährleisten.
Abweichend von den Hygienisierungsvorschriften der Basisanforderungen der Tabelle 4-9 in 4.3.2.1 ist hier generell eine Mindesttemperatur von 60 °C erforderlich. Dies stellt bei eventuell ungleichmäßiger Temperaturverteilung eine zusätzliche Sicherheit dar, dass das gesamterottende Material der erforderlichen Hygienisierungstemperatur über den notwendigen Zeitraum ausgesetzt ist.
- Folgende Installationen müssen zur Verfügung stehen:
 - Geräte zur Überwachung der Temperaturentwicklung
 - Aufzeichnungsgeräte zur Aufzeichnung der Messergebnisse
 - ein angemessenes Sicherheitssystem zur Vermeidung einer unzulänglichen Erhitzung
Auch diese Anforderungen werden durch die Anwendung der Hygienisierungsvorschriften der Basisanforderungen in 4.3.2.1 erfüllt.
 - geeignete Einrichtungen zur Reinigung und Desinfektion von Fahrzeugen und Behältern beim Verlassen der Kompostierungsanlage
Mindestanforderungen hierzu siehe Kasten „Hygienevorschriften (Anhang VI Kapitel II (B)) unten.
- Zusätzlich sind die allgemeinen Hygienevorschriften des Anhang VI Kap. II (B) für Biogas- und Kompostanlagen einzuhalten (siehe Kasten)
- Jede Kompostierungsanlage muss über ein betriebseigenes Labor verfügen oder die Dienste eines externen Labors in Anspruch nehmen. Das Labor muss für die erforderlichen Analysen ausgerüstet und von der zuständigen Behörde zugelassen sein.

²⁷ Verordnung (EG) Nr. 12/2005 der Kommission vom 6. Januar 2005 zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 809/2003 und (EG) Nr. 810/2003 hinsichtlich der Verlängerung der Gültigkeit der Übergangsmaßnahmen für Kompostier- und Biogasanlagen gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates

Diese Anforderung wird über die externe Güteüberwachung und die Beauftragung eines zulässigen mikrobiologischen Labors gemäß Kompostverordnung erfüllt.

Hygienevorschriften (Anhang VI Kapitel II (B)) sowie Anweisungen zu deren betriebliche Umsetzung

- Die Materialien sind nach ihrer Anlieferung sobald wie möglich zu verarbeiten und ordnungsgemäß zu lagern.

*Die übernommenen Materialien sind **unverzüglich** mit den erforderlichen Mischungspartnern zu einer KompostausgangschARGE abzumischen oder zur Vorfermentation gemäß Abschnitt 2.1.2 aufzubereiten und aufzusetzen.*

- Säuberung der Container, Behälter und Fahrzeuge, in denen unbehandeltes Material befördert wurde, an einem entsprechend ausgewiesenen Ort, so dass jedes Risiko der Kontamination behandelter Erzeugnisse vermieden wird

Die Transportbehälter sind nach jeder Benützung zu reinigen, wobei eine gründlich durchgeführte Reinigung mit Heißwasser (z.B. mit Dampfstrahler) auch im Hinblick auf die geforderte Desinfektion in der täglichen Praxis als ausreichend erachtet werden kann. Die gereinigten Transportbehälter sind bis zur nächsten Verwendung trocken und sauber zu halten und in geeigneter Weise zu lagern.

- Präventive Maßnahmen gegen Vögel, Nager, Insekten auf der Grundlage eines dokumentierten Ungezieferbekämpfungsplans

Im Falle einer offenen Mietenkompostierung sind bis zum Abschluss der thermischen Hygienisierungsphase gemäß Tabelle 4-9 die Mieten nach dem Aufsetzen und nach jedem Umsetzungsvorgang mit einer organischen Abdeckung (zB Schreddermaterial, Altkompost) Kompostvlies oder im Falle einer Vorfermentation gemäß Abschnitt 2.1.2 Folie vollständig abzudecken.

- Festlegung und Dokumentation von Reinigungsverfahren für alle Bereiche der Anlagen, Bereitstellung von Putzgeräten und Reinigungsmitteln
- Dokumentierte regelmäßige Hygienekontrollen auf Basis eines Zeitplans, Inspektionen des Arbeitsumfelds und der Arbeitsgeräte
- Einwandfreier Zustand der Installationen und Ausrüstungen; regelmäßig Eichung der Messgeräte
- Behandlung und Lagerung der Fermentationsrückstände, so dass eine Rekontamination ausgeschlossen ist

Kritische Kontrollpunkte

Gemäß Artikel 15 der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 müssen alle Kompostierungs- und Biogasanlagen, die tierische Nebenprodukte verarbeiten,

- Methoden zur Überwachung und Kontrolle der kritischen Kontrollpunkte festlegen
- und diese auch anwenden.

Dies kann anhand der Beschreibung des Prozessablaufes (zB mittels Flow-Chart) im Rahmen des betrieblichen Eigenkontrollkonzeptes bzw. gemeinsam mit dem "*Innerbetrieblichen Konzept*" (siehe 4.1.4.1) geschehen.. Beim Betrieb der Anlage ist zu überprüfen und zu dokumentieren, ob die festgelegten Parameter in den jeweiligen Prozessabschnitten eingehalten wurden.

Mit der Anwendung der Basisanforderungen des Abschnitt 4.3.2.1 und der obigen zusätzlichen Hygienevorschriften kann diese Anforderung als erfüllt angesehen werden.

4.3.2.4 (C.2)

Bestimmungen für die Verarbeitung sonstiger Materialien der Kategorie 3 (Art.6(1) Buchstabe (a) bis (k) TNP-Vo) in Betrieben, die erst nach dem 1. November 2002 genehmigt wurden (keine Anwendung der Übergangsbestimmungen)

Kompostierreaktor

Die Kompostierungsanlage muss gemäß Anhang VI Kapitel II über

- einen geschlossenen Kompostierreaktor mit Geräten zur Überwachung der Temperaturentwicklung und zur gegebenenfalls kontinuierlichen Aufzeichnung der Messergebnisse und über ein angemessenes Sicherheitssystem zur Vermeidung einer unzulänglichen Erhitzung,
- geeignete Einrichtungen zur Reinigung und Desinfektion von Fahrzeugen und Behältnissen, in denen unbehandelte tierische Nebenprodukte befördert werden,
- ein betriebseigenes Labor (oder die Möglichkeit die Dienste eines externen Labors in Anspruch nehmen zu können)

verfügen.

Es sind andere Kompostierungssysteme als geschlossene Reaktoren, die nicht umgangen werden können zulässig, sofern

- sie gewährleisten, dass Schädlinge keinen Zugang haben,
- das gesamte Material der vorgeschriebenen Temperatur über einen definierten Zeitraum ausgesetzt ist, mit gegebenenfalls kontinuierlicher Temperaturüberwachung
- alle anderen Anforderungen der Verordnung erfüllt werden

Unter Einhaltung dieser Bedingungen ist demnach die offene Mietenkompostierung für die Verarbeitung sämtlicher zulässigen Materialien ein mögliches Verfahren.

Es ist jedoch durch eine entsprechende Abdeckung der Mieten in Kombination mit einem dokumentierten Schädlingsbekämpfungsplan zu gewährleisten, dass eine Verschleppung von noch nicht behandeltem Rohmaterial vermieden wird.

Sämtliche Fahrzeuge, Transportbehälter und wieder verwendbare Geräte sind nach den Vorschriften des Anhangs II der TNP-Vo vor und nach jeder Verwendung zu säubern bzw. zu desinfizieren.

Verarbeitungsnormen (Temperatur-Zeitregime)

Folgende Mindestanforderungen an Teilchengröße und das Temperatur-Zeitregime für Kompostierungsanlagen sind in Anhang VI Kapitel II C der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 vorgegeben:

- Mindesttemperatur des gesamten Materials im Reaktor / in der Abteilung (Pasteurisierungs-/Entseuchungsabteilung, die einer Biogasanlage zur Hygienisierung von tierischen Nebenprodukte vorgeschaltet wird: 70 °C;
- Mindestzeit im Reaktor (gesamtes Material) /in der Abteilung ohne Unterbrechung bei 70 °C: 60 Minuten;
- Maximale Teilchengröße vor Eingang in den Kompostreaktor / in die Abteilung: 12 mm²⁸

Kompostierung auf landwirtschaftlichen Betrieben

Durch eine Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 wurde nunmehr eindeutig festgehalten, dass Kompostierungsanlagen auf landwirtschaftlichen Betrieben unabhängig von den eingesetzten Rohstoffen zulässig sind.

Vorraussetzung ist gemäß Anhang VI Kapitel II A:

²⁸ Es ist davon auszugehen, dass nach Abschluss der laufenden Beratungen des wissenschaftlichen Ausschusses der EFSA (European Food and Safety Agency) die Anforderung an die Partikelgröße an die praktischen Erfordernisse angepasst wird.

- Ein ausreichender Abstand von dem Bereich, in dem die Tiere gehalten werden; neben der Berücksichtigung lokaler Gegebenheiten (zB geschlossene fensterlose oder teilweise offene Stallwand, Vorhandensein von Ansaugvorrichtungen zur Stallbelüftung) kann ein Abstand von 10 bis 20 Metern zwischen den Anlagenteilen Übernahme, Hauptrotte, Nachrotte, Zwischenlager von nicht hygienisierten Materialien und den Stallungen bzw. Freilaufgehegen als Richtwert angegeben werden..
- Die vollständige physische Trennung zwischen Kompostanlage und den Tieren, dem Futter und der Einstreu; erforderlichenfalls die Abtrennung mit einem Zaun. Manipulationsflächen für nicht hygienisierte Materialien sollten so angeordnet sein, dass eine Aerosolverfrachtung zu Futtermittel- oder Einstreulager bzw. offenen Stallungen weitestgehend vermieden wird.
- Bauliche Gegebenheiten müssen sicherstellen, dass der Zugang der Tiere zu sämtlichen Anlagenteilen ausgeschlossen ist. Dies ist durch eine entsprechende Abzäunung entweder des Freilaufes und der Durchgangswege der Tiere oder die Einzäunung der Kompostierungs- oder Biogasanlage zu gewährleisten.
- Futter und Einstreumaterialien, sowie Fahr- und Hochsilos dürfen sich nicht auf dem Areal der Kompostanlage befinden. Für die nicht umhauste Lagerung von Futter und Einstreumaterialien gelten die in Punkt 1 und 2 angeführten Richtwerte und Vorsichtsmaßnahmen.
- Ein Konzept zur Eigenüberwachung

Anforderungen an Kompost – Indikatorkeime (Anhang VI Kap. II D)

Die Endproduktkontrolle von Kompost erfolgt über die Untersuchung auf Indikatororganismen. Die seuchenhygienische Unbedenklichkeit wird über Keimzahlen von *Enterobacteriaceae* und *Salmonella* festgestellt.

Es gelten folgende Mindestanforderungen:

Testkeim	Probenmenge	Anzahl der Proben	Befund [KBE*]
Salmonella	in 25 g	5	negativ
Enterobacteriaceae	je Gramm	gesamt: 5	<300
		2 3	< 10

* ... KBE = koloniebildende Einheiten

Der Indikator *Enterobacteriaceae* mit den Referenzwerten von < 300 bzw. < 10 KBE/g für Kompost sind aus abfallwirtschaftlicher Sicht kritisch zu betrachten. Gegen diese in Kapitel II des Anhang VI der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 festgelegten Grenzwerte wurde von einer Reihe von Mitgliedstaaten eingewendet, dass *Enterobacteriaceae* einen ungeeigneten Indikator für die seuchenhygienische Beurteilung darstellt. Begründet ist dies mit dem weit verbreiteten Vorkommen in sämtlichen Umweltmedien (Boden, Mist, Kompost auch aus reinen Grünabfällen) und mit der großen Bandbreite an Spezies mit zum überwiegenden Teil geringer toxikologisch-epidemiologischer Relevanz.

Weiters kann der Grenzwert von 300 KBE/g, geschweige denn 10 KBE/g von Kompost unabhängig von den verwendeten Inputmaterialien und dem Prozessverlauf keinesfalls eingehalten werden.

Diese Kritik wird auch im wissenschaftlichen Komitee der EFSA diskutiert, sodass zu hoffen ist, dass 2005 ein dem Stand des Wissens entsprechender Vorschlag zur Neuregelung der seuchenhygienischen Überprüfung von Kompost vorgelegt werden wird.

4.3.2.5 (D) Spezielle Anforderungen an „Wirtschaftsdünger“ sowie Magen- und Darminhalt, Milch und Kolostrum

Die Definition für „Gülle“ in Anhang I der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 lautet:

„Exkrement und/oder Urin von Nutztieren, mit oder ohne Einstreu, sowie Guano, entweder unverarbeitet oder verarbeitet in Übereinstimmung mit Anhang VIII Abschnitt III oder auf andere Weise in Biogas- oder Kompostieranlagen umgewandelt“.

Für die Verwendung von Gülle bzw. Wirtschaftsdünger, von Magen und Darm getrenntem Magen und Darminhalt, Milch und Kolostrum wird in Artikel 5(2)(e) zwischen drei Möglichkeiten unterschieden:

- Die direkte Aufbringung auf den Boden in unbehandeltem Zustand
- Die Behandlung und Verarbeitung in einer gemäß Artikel 15 zugelassenen Kompostierungs- oder Biogasanlage
- Die Behandlung in einer gemäß Artikel 18 für diesen Zweck zugelassenen technischen Anlage.

Diese Behandlungsformen sind dann zulässig, sofern nach Ansicht der zuständigen Behörde keine Gefahr der Verbreitung einer schweren übertragbaren Krankheit zu erwarten ist.

Direkte Aufbringung auf den Boden

Bisher wurde in Österreich keine Einschränkung zur direkten Aufbringung von Wirtschaftsdünger auf den Boden ausgesprochen. Es bestehen hier also keine spezifischen Anforderungen an die Hygiene.

Die Behandlung und Verarbeitung in einer gemäß Artikel 15 zugelassenen Kompostierungsanlage

Absatz 14 des Kapitel II in Anhang VI der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 schafft die Möglichkeit, dass die zuständige Behörde andere als die im Kapitel II Anhang VI festgelegten Anforderungen zulassen kann. Voraussetzung ist, dass:

- die Behörde nicht der Ansicht ist, dass dieses Material das Risiko der Ausbreitung einer schweren übertragbaren Krankheit birgt;
- die Behörde die Rückstände bzw. den Kompost als unbehandeltes Material betrachtet;
- Wirtschaftsdünger, von Magen und Darm getrennter Magen und Darminhalt, das in der Anlage das ausschließlich verarbeitete tierische Nebenprodukt darstellt.

Gülle, Magen- und Darminhalte, genussuntaugliche (zB hemmstoffhaltige) Milch, Milch und Milchprodukte, sowie Abfälle und Nebenprodukte aus Molkerei- und Käsereibetrieben können ohne vorherige Behandlung als Rohware in eine Kompostieranlage eingebracht werden.

Im Falle der Kompostierung von Wirtschaftsdünger gemeinsam mit anderen Abfällen gemäß Kompostverordnung sind die für diese Materialien jeweils beschriebenen Hygienevorschriften (Abschnitt 4.3.2.1, 4.3.2.2, 4.3.2.3 bzw. 4.3.2.4) anzuwenden.

4.3.2.6 (E)

Verarbeitungsnormen für sonstiges Material der Kategorie 2

Vor der Behandlung in einer Kompostierungs- oder Biogasanlage muss Material der Kategorie 2 nach der so genannten Verarbeitungsmethode 1, d.h. bei 133 °C im gesättigten Wasserdampfdruck von 3 bar 20 Minuten hitzebehandelt werden.

Sämtliche Fahrzeuge bzw. Transportbehälter und wieder verwendbare Geräte sind nach den Vorschriften des Anhangs II vor und nach jeder Verwendung zu säubern bzw. zu desinfizieren.

4.3.3 Weitere Bestimmungen

4.3.3.1 Zwischenstaatlicher Handel

Der zwischenstaatliche Handel mit unverarbeitetem „Wirtschaftsdünger“ von anderen Tierarten als Geflügel und Equiden ist gemäß Anhang VIII Kapitel III (I)(A)(1.b) der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 nur dann zulässig, wenn dies die Behörde für die Behandlung in einer Kompost- oder Biogasanlage oder die direkte Aufbringung zulässt. Dabei ist bei der Zulassung für Kompost- oder Biogasanlagen vor allem die Herkunft der „Gülle“ (des Wirtschaftsdüngers) zu beurteilen. Die direkte Aufbringung von importiertem „Wirtschaftsdünger“ muss von den Behörden beider Staaten (Export- und Importstaat) genehmigt werden. Dabei ist eine Veterinärbescheinigung erforderlich.

Im Falle des grenzüberschreitenden Handels von Geflügelgülle/mist muss eine Bestätigung vorliegen, dass dieses/r aus einem Gebiet stammt, in dem keinerlei Beschränkungen wegen dem Ausbruch der Newcastle-Krankheit oder der Geflügelpest vorliegen und es muss eine Veterinärbescheinigung beiliegen.

Der Handel mit Equidengülle oder -mist unterliegt keinen Veterinärbedingungen.

4.3.3.2 Aufbringung von Kompost

Artikel 22 der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 verbietet das Ausbringen anderer organischer Düngemittel und Bodenverbesserungsmittel als Gülle auf Weideland. Eine Aufbringung von Kompost aus tierischen Nebenprodukten ist somit nach dieser Bestimmung verboten.

Sonst enthält die Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 keine speziellen Einschränkungen auf die Anwendung von Kompost als organisches Dünge- oder Bodenverbesserungsmittel.

Diese Bestimmung folgt dem Grundsatz, demzufolge Fleisch- und Knochenmehl als Futtermittel verboten wurden und man über den Umweg der Düngung von Flächen, die beweidet werden, ein mögliches Schließen des Keimkreislaufes nicht ermöglichen wollte.

Wartefrist

Nach eingehenden Diskussionen und entsprechenden Stellungnahmen, unter anderem auch aus Österreich, wählte die Kommission den Weg einer Erklärung, in der sie der Aufbringung von Kompost (bei Verarbeitung von Material der Kategorie 3 und Wirtschaftsdünger, inkl. Magen- und Darminhalt, Milch und Kolostrum) auf Weideland bei Einhaltung einer 3-wöchigen Frist zwischen Aufbringen und Beweidung zustimmt. Diese Maßnahme soll vorübergehend gelten, bis sich der wissenschaftliche Ausschuss hierüber eine Meinung gebildet hat. Es ist derzeit nicht bekannt bis wann der wissenschaftliche Ausschuss der EFSA eine harmonisierte Vorgangsweise, die dann in eine entsprechende Durchführungsbestimmung mündet, vorschlagen wird.

4.4 Luftgetragene Keimemissionen

Neben den vorhandenen Literaturergebnissen ist für die Beurteilung der arbeitsplatzbezogenen Mindestanforderungen als wesentliche Referenz die *Verordnung über biologische Arbeitsstoffe* (BGBl. II 237/1998) anzusehen, wobei es sich bei Kompostierungsanlagen im Sinne § 1(4) der Verordnung um eine unbeabsichtigte Verwendung von biologischen Arbeitsstoffen handelt.

Es können, ohne Berücksichtigung der im Einzelfall möglichen Besonderheiten, zusammenfassend folgende Komponenten in Bioaerosolen von Abfallbehandlungsanlagen auftreten:

- **Bakterien**
 - Endotoxine
 - Exotoxine
 - Enzyme und andere Stoffwechselprodukte
- **Pilze**
 - Glucane
 - Mykotoxine
 - Enzyme und andere Stoffwechselprodukte
- **Viren**

4.4.1 Allgemeine arbeitnehmerseitige Schutzmaßnahmen

Um einen hygienisch unbedenklichen Betriebsablauf sicherzustellen, sind in den Bereichen Verfahrens-, Bau- und Transporttechnik sowie für den Schutz der Personen entsprechende Maßnahmen zu setzen.

Die gesundheitliche Belastung wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst, die eine Aussage über die Auswirkungen auf die Arbeit- und Dienstnehmer erschweren. Diese reagieren aufgrund ihrer unterschiedlichen Eigenschaften, ihres Leistungsvermögens sowie ihrer Gesundheit in unterschiedlichem Maße. Zusätzlich wirken sich Lebensalter, geschlechtsspezifische Unterschiede sowie soziale Faktoren aus. Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen sind ein Instrument, um bei bestehender Exposition mit Risikocharakter im Einzelfall zu prüfen, ob wegen der individuell verschiedenen Empfindlichkeit ein besonderes gesundheitliches Risiko besteht (LASI-LV 13, 1997²⁹).

Im Folgenden werden allgemeine Schutzmaßnahmen für Arbeiter in abfall- und abwasserverarbeitenden Betrieben aufgezählt (zitiert aus dem Branchenkonzept für Biologische Arbeitsstoffe der AUVA³⁰):

- An den Arbeitsplätzen ist die *Aufbewahrung und der Konsum von Getränken, Speisen, Medikamenten und Genussmitteln* (Tabakwaren) sowie der Gebrauch von Kosmetika verboten.
- Vor dem Einnehmen von Speisen, Getränken und Medikamenten sowie vor dem Rauchen und vor der Benützung der Toiletten sind wegen der Infektionsgefahr die *Hände zu waschen*. Es sind Waschelegenheiten einzurichten und Hautreinigungs-, Hautschutz- und Hautpflegemittel sowie Einweg-Handtücher in Spendern zur Verfügung zu stellen.
- Dem Arbeit- und Dienstnehmer ist vom Arbeit- und Dienstgeber kostenlos eine für den Einsatz geeignete und passende *Arbeits- und Schutzkleidung sowie persönliche Schutzausrüstung (PSA)* zur Verfügung zu stellen. Die Arbeit- und Dienstnehmer sind verpflichtet diese zweckentsprechend zu tragen. Die Arbeit- und Dienstgeber haben die Verwendung zu kontrollieren und dürfen ein Nichttragen nicht dulden. Die Arbeit- und Dienstgeber haben für die Reinigung, Wartung, Instandhaltung und Überprüfung der Arbeits- und Schutzkleidung sowie der PSA zu sorgen. Arbeits- und Schutzkleidung muss, soweit eine Verunreinigung mit biologischen Arbeitsstoffen anzunehmen ist, vor Betreten der

²⁹ LASI-LV 13, 1997. Leitlinien des Arbeitsschutzes in biologischen Abfallbehandlungsanlagen. In: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI), Hess. Ministerium für Frauen, Arbeit und Sozialordnung, Wiesbaden.

³⁰ Reinthaler, F.F., Wüst, G., Haas, D., Marth, E. 2000. Biologische Arbeitsstoffe in der Abfall- und Abwasserwirtschaft, Branchenkonzept im Auftrag der AUVA

Pausenräume abgelegt werden. Arbeits- und Straßenbekleidung sind getrennt aufzubewahren.

- *Verletzungen* an Händen und der ungeschützten Haut sind *fachgerecht zu versorgen*. Bei allen Verletzung, insbesondere durch Injektionskanülen, ist unverzüglich Meldung an den Vorgesetzten zu erstatten und ein Arzt bzw. das Krankenhaus aufzusuchen. Alle Verletzungen sind schriftlich zu dokumentieren.
- Die Beschäftigten sind *nachweislich jährlich* in für sie verständlicher Weise nach §12 und §14 ASchG über mögliche Gefahren für die Gesundheit, von den Arbeit- und Dienstnehmern zu treffende Hygiene- und Reinigungsmaßnahmen, Maßnahmen zur Verhütung einer Exposition und das Tragen und Benutzen von persönlicher Schutzausrüstung zu informieren und zu unterweisen.
- Der Arbeit- und Dienstgeber hat anlagenbezogene Maßnahmen gegen Gefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe mit einem *Hygieneplan und einem Hautschutzplan* zu erstellen.
- Bei Tätigkeiten, bei denen die *Gefahr einer Berufskrankheit* besteht und bei denen einer arbeitsmedizinischen Untersuchung im Hinblick auf die spezifische mit dieser Tätigkeit verbundene Gesundheitsgefährdung prophylaktische Bedeutung zukommt, dürfen Arbeit- und Dienstnehmer nach Arbeitsschutzgesetz, ASchG, BGBl. Nr. 450/1994 §49 i.d.g.F. nur beschäftigt werden, wenn vor Aufnahme der Tätigkeit eine solche Untersuchung durchgeführt wurde (Eignungsuntersuchung) und bei Fortdauer der Tätigkeit solche Untersuchungen in regelmäßigen Zeitabständen durchgeführt werden (Folgeuntersuchungen).
- Die Kosten von *Eignungs- und Folgeuntersuchungen* sind nach § 57 vom Arbeit- und Dienstgeber zu tragen.
- Die Verwendung von biologischen Arbeitsstoffen durch *Betriebsfremde* in eigenen Anlagen bzw. durch eigene Arbeit- und Dienstnehmer in fremden Anlagen ist von den Arbeit- und Dienstgebern zu koordinieren.

4.4.2 Spezielle Arbeitsschutzmaßnahmen in Kompostierungsanlagen

Es wird zwischen betrieblichen, technischen und personenbezogenen Maßnahmen unterschieden.

4.4.2.1 Betriebliche Maßnahmen

- Bei manuellen Arbeiten während des Aufsetzens, Wendens und Austrages der Mieten sollte Atemschutz (P3) getragen werden. Weiters sind zur Verminderung der Staubfreisetzung Umsetzgeräte mit Staubschürzen, das Befeuchten des Kompostes vor dem Umsetzen sowie mobile Staubabschirmungen zu empfehlen. Zielführend ist auch ein zeitliches Abstimmen freisetzungsrelevanter Tätigkeiten entsprechend der vorherrschenden Windrichtungen und Umgebungsnutzung.
- Ehest mögliche Aufbereitung von biogenen Abfällen aus Haushalten, Gastronomie u. dgl. (zB durch logistische Maßnahmen), um Kleinnager, Vögel, Insekten nach Möglichkeit vom frischen Rottegut fernzuhalten.
- Regelmäßige Reinigung jener Anlagenteile, die mit frischem Rottegut, das keine temperaturbedingte Hygienisierung erfahren hat, in Berührung kommt, um eine Keimvermehrung bzw. -verschleppung hintanzuhalten.
- Die Betriebsabläufe sollten möglichst so gestaltet werden, dass ständige Arbeitsplätze im Intensivrottebereich nicht vorhanden sind.
- Die Reinigung und Instandhaltung im Rottebereich eingesetzter Maschinen sollte in unbelasteten Bereichen durchgeführt werden.
- Der Rottebereich einer geschlossenen Anlage ("Werk") soll während der Hauptrotte nur zu Steuerungs- Reinigungs- und Instandhaltungsvorgängen sowie zur Kontrolle des Rotteprozesses unter Tragen von Atemschutz (P3) bzw. einer Fluchthaube betreten werden.
- Die Lüftungstechnischen Anlagen sollten entsprechend den Herstellerangaben regelmäßig gereinigt und gewartet sowie nachweislich mindestens 1x jährlich auf ihre

Funktionstüchtigkeit geprüft werden. Türen und Fenster sollten während des Betriebes geschlossen gehalten werden. Die Reinhaltung der Kabine durch geeignete Maßnahmen wird empfohlen.

Das Auftreten hoher Keimemissionen im Rottebereich ist prozessbedingt unvermeidbar. Daher kommt den Lüftungstechnischen Einrichtungen an diesen Orten eine große Bedeutung zu. Die Ergebnisse verschiedener Studien zeigen, dass bereits effektive Keimimmisionsmindernde Maßnahmen zum Schutz der Fahrzeugführer in keimbelasteten Bereichen im Einsatz sind. Einige Zuluftfiltereinrichtungen erwiesen sich jedoch bezüglich ihres Rückhaltevermögens für Actinomyceten als unzureichend. In jedem Fall ist auf die strikte Einhaltung aller Betriebs- und Arbeitsschutzvorschriften zu achten, wenn die volle Leistung Lüftungstechnischer Einrichtungen gewährleistet werden soll (siehe³⁰).

- Bei Reinigungs-/Instandhaltungsarbeiten, bei denen mikrobielle Aerosole in erheblichem Umfang entstehen (zB Biofilterwechsel), sollte Atemschutz (P3) getragen werden.
- Mit Ausnahme des Rottebereiches sollten Fahr- und Manipulationsflächen staubfrei gehalten werden und vorzugsweise mit einer Kehrmachine oder geeigneten Industriestaubsaugern gereinigt werden. Bei Einsatz von Flüssigkeitsstrahlern sollte Atemschutz der Klasse P3 getragen werden. Eine Reinigung mit dem Besen sollte weitgehend vermieden werden.
- Die Fahrwege sollten in regelmäßigen Abständen befeuchtet bzw. gereinigt werden.
- Feuchthalten oder Abdeckung (Kompostvlies) der Oberflächen von gelagertem Fertigkompost.
- Feuchthalten des Biofiltermaterials in Flächenbiofiltern.
- Vermeidung von prozesswasserbedingten Sekundärkontaminationen des Rottegutes, das prozessbedingt Temperaturen über 55 °C nicht mehr erreichen kann.

4.4.2.2 Technische Maßnahmen

Technische Schutzmaßnahmen sind in erster Linie Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität. Dies betrifft die stationären Arbeitsplätze, an welchen möglichst Außenluftqualität gewährleistet werden sollte, und mobile Arbeitsplätze in Fahrzeugen.

- Die Manipulation von frischem Rottegut (Übernahme, Aufbereitung, Störstoffauslese) hat maschinell unterstützt unter Minimierung manueller Tätigkeiten zu erfolgen.
- Wirksame Absaugung aller eingehausten Anlagenteile, in denen Staub, Keime, Gerüche und sonstige gasförmige Emissionen zu erwarten sind.
- Fahrzeuge und Steuerstände, die vorwiegend im Bereich der Manipulation von Bioabfall und Kompost eingesetzt werden, sollten über eine geschlossene, klimatisierte Kabine mit außenluftunabhängiger Belüftung (zB mit Pressluft) oder geeigneter Filteranlage (Filterklasse S und Aktivkohlefilter) verfügen.
- Die Kabinen sind sauber zu halten. Klimaanlage und Filter sind entsprechend zu warten
- Die ArbeitnehmerInnenschutzbestimmungen bezüglich der Lüftungstechnischen Einrichtungen und des Raumklimas sind zu beachten.
- Bereiche, die unmittelbar mit frischem Rottegut in Berührung kommen, sind leicht reinigbar und die Fußwege sind rutschsicher auszuführen.
- Transportbänder sind so auszuführen, dass Verunreinigungen der Anlage weitestgehend vermieden werden. Fallstrecken sind nach Möglichkeit zu vermeiden oder geschlossen auszuführen. Stationäre Transportbänder in geschlossenen Räumen sollten aus Gründen der Staub- und Aerosolbildung gekapselt und zusätzlich mindestens an Übergabestellen abgesaugt werden, sofern sich dort ständige Arbeitsplätze befinden.
- Verwendete Arbeitsmittel (Maschinen, Geräte und Anlagen) haben geltenden Vorschriften zu entsprechen (zB CE Kennzeichnung).
- Installation von raumluftechnischen Anlagen (RLT) im Bereich der Anlieferung, in Sortierkabinen, bei der Konfektionierung (Absiebung, Abmischung) von Kompost, falls Dauerarbeitsplätze (durchschnittlich mehr als 2 Stunden Arbeitszeit pro Tag) bestehen.

4.4.2.3 Personenbezogene Maßnahmen

- Betriebsvorschriften haben die arbeitnehmerInnenschutzrechtlichen Vorschriften zu berücksichtigen.
- Eine arbeitsmedizinische und sicherheitstechnische Betreuung ist sicherzustellen.
- Bei fehlender Grundimmunisierung gegenüber Diphtherie, Tetanus und Poliomyelitis müssen diese Impfungen und ggf. eine Auffrischungsimpfung angeboten werden. Eine Immunisierung gegen Hepatitis A und -B ist dringend zu empfehlen. Wenn manuelle Grünschnittbearbeitung durchgeführt wird, ist zusätzlich eine FSME Impfung empfehlenswert. Arbeit- und Dienstgeber haben sicherzustellen, dass Arbeit- und Dienstnehmer, denen Impfstoffe zur Verfügung gestellt werden, über Vor- und Nachteile der Impfung und Nicht-Impfung informiert werden.
- Tragen von persönlicher Schutzausrüstung (zB Schutzkleidung, Handschuhe, Nasen- und Mundschutz: P3-Maske) laut Gewerbeordnung (PSA Sicherheitsverordnung). Bei der Sortierung sollten schnitt- und stichfeste Handschuhe getragen werden. Im gesamten Arbeitsbereich sollten geschlossene Schuhe getragen werden.
- Rauchen, Nahrungsaufnahme und Konsum von Schnupftabak ist nur in hierfür geeigneten Bereichen (zB Aufenthaltsräumen) gestattet.
- Ablegen der Arbeitskleidung vor dem Verlassen des Betriebes.
- Schaffung von Möglichkeiten der Körperreinigung.
- Bei sanitären Anlagen sollte ein Schwarz-Weiß Bereich eingerichtet sein
- Regelmäßige Reinigung der Arbeitskleidung durch den Anlagenbetreiber.
- Aufenthaltsverbot für ungeschützte Personen in geschlossenen Rottehallen, zB bei Druckbelüftung oder während des Umsetzens bzw. unmittelbar danach (die Vorschriften der allgemeinen ArbeitnehmerInnenschutzverordnung bezüglich Begehen und Befahren von geschlossenen Schächten und Behältern sind zu berücksichtigen).
- Regelmäßige Information und Unterweisung der Arbeitnehmer bezüglich Arbeitsplatzsicherheit und -hygiene.

4.4.3 Schlussfolgerungen für den Stand der Technik „Minderung von Keimemissionen“

- In der Beurteilung der Luftkeimbelastung liegt das Grundproblem darin, dass eine eindeutige Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen den mikrobiologischen Parametern und dem Entstehen krankhafter, arbeitsmedizinisch relevanter Veränderungen beim Menschen nicht aufzustellen ist. Solange jedoch keine differenziertere Betrachtung möglich ist, besteht die grundsätzliche Forderung, alle technischen und organisatorischen Möglichkeiten zu nutzen, die Luftkeim- bzw. Staubgehalte so gering wie möglich zu halten.
- Der Anlagenstandort ist bei Neuanlagen so zu wählen, dass eine Mindestentfernung von 200 m zum Ort der Immission mit Schutzbedarf (Wohngebiete, ortsfeste Dauerarbeitsplätze) eingehalten wird. Im Fall von Krankenanstalten, Altenheimen oder Kuranstalten beträgt aus Vorsorgegründen der Mindestabstand ca. 1.000 m. Werden diese Entfernungen unterschritten, ist eine gutachterliche Stellungnahme einzuholen, die den Standort unter Berücksichtigung der eingesetzten Technologie, der Topographie und der Hauptwindrichtung grundsätzlich beurteilt. Hierbei sind die betrieblichen und technischen Maßnahmen zur Minimierung der Keimemissionen und gegebenenfalls entsprechende zusätzliche Maßnahmen für den Regelbetrieb mit zu berücksichtigen und aufzunehmen.
- In geschlossenen Rottehallen bzw. Reaktoren (Boxen/Tunnel) herrscht eine extrem hohe Keimbelastung – über den Biofilter kommt es zu einem reduzierten, aber kontinuierlichen Keimaustrag. Regelmäßige Sprüh- und Tropfbefeuchtung können die Keimbelastung jedoch deutlich verringern.
- Bei offenen Mieten treten bei den Umsetzungsvorgängen zeitlich begrenzt höhere Emissionen auf als im Mittel über Biofilter ausgetragen werden. In Summe über Umsetz- und Ruhezeiten unterscheiden sich offene Mietenrotten jedoch nicht von geschlossenen Systemen.
- Manipulations- und Fahrflächen sollen stets sauber und während Trockenperioden feucht gehalten werden.
- Nach suboptimaler Hauptrotte in geschlossenen Reaktoren (inhomogene Feuchtigkeitsverteilung, Trockenstabilisierung, unterschiedliche Zonen des Abbaus durch ungleichmäßige Belüftung und Temperaturzonierung) bei gleichzeitig fehlender Bewegung des Materials ist nicht von einer effektiven Keimreduktion zum Zeitpunkt des Austrags auszugehen. Die Herstellung von Trockenstabilat bzw. eine kürzere Verweildauer als 14 Tage – auch unter Annahme einer optimierten Prozesssteuerung – ist daher grundsätzlich abzulehnen, da dies beim Austrag zu einer hohen Keimemission führt.
- Umsetzungsvorgänge und Materialbewegungen in der offenen Mietenkompostierung sollten nur bei ausreichend hoher Materialfeuchte durchgeführt werden. Kommt es zu einer zu starken Abtrocknung, ist solches Material zB nur unter ständiger Anfeuchtung (Sprühvorhang) umzusetzen.
- Wesentliche Maßnahmen sind daher:
 - Befeuchten der Mieten während dem Umsetzen (zB Einsprühen bzw. Benebelung während der Manipulation)
 - Beregnung der Mieten in Trockenperioden, um die Windverdriftung zu reduzieren
 - ausgewogenes Feuchtigkeitsmanagement bei allen Systemen (inklusive Biofilter).
- Im Falle kritischer Standorte (Abstand zu Wohngebiet < 200 m):
 - Ausstatten der Umsetzaggregate mit Gummischürzen, um die Austrittsflächen für Staub zu minimieren
 - Umsetzzeiten sind wie auch zur Beherrschung der Geruchsproblematik auf die jeweils aktuelle kleinklimatische Situation abzustimmen (siehe auch Abschnitt 4.1.4).
 - Vliesabdeckung von Mieten mit geringem Querschnitt (Höhe < 1,5 m), die dadurch ein relativ hohes Oberflächen/Volumen Verhältnis aufweisen.
- Die arbeitnehmerseitigen Bestimmungen der AUVA sind einzuhalten, dies gilt im Interesse der Anlagenbetreiber auch für diese selbst, auch wenn für diese keine verbindlichen, rechtlichen Vorschriften zutreffen.

4.5 Sonstige gasförmige Emissionen

Aus Studien zur Behandlung von organischen Abfällen ist bekannt, dass im Rahmen des mikrobiellen Abbaus klimawirksame Gase wie Lachgas (N_2O), Methan (CH_4) und Stickstoffmonoxid (NO) gebildet werden können. In der Bilanzierung von gasförmigen Emissionen kommen weiters in Betracht Kohlendioxid (CO_2), Ammoniak (NH_3) und *Nicht-Methan volatile organic compounds* (NMVOC). In der Grundlagenstudie wurden die Ergebnisse aus der einschlägigen Literatur ausführlich erörtert. Hier sind ausschließlich die Schlussfolgerungen zur Relevanz von Luftschadstoffen und für einen emissionsarmen Betrieb zusammengefasst.

4.5.1 Methan (CH_4), Lachgas (N_2O), Ammoniak (NH_3): Maßnahmen zur Prozessoptimierung für einen emissionsarmen Betrieb

Grundsätzliche Anforderungen an das Inputmaterial

- **C/N-Verhältnis:** Bei einem niedrigen C/N-Verhältnis steigen die NH_3 -Emissionen bei zugleich hohen Rottetemperaturen und hohen Belüftungsraten. Ein C/N-Verhältnis > 25 minimiert die NH_3 - und N_2O -Emissionen, andererseits kann ab einem C/N-Verhältnis > 35 der verfügbare Stickstoff bereits ins Minimum gelangen und somit der Rotteprozess deutlich verzögert werden.

N-reiche Materialien (Klärschlamm, Gärrückstände, spezifische Gewerbeabfälle, Küchenabfälle, Hühnermist, Biotonne mit ca. $> 30\%$ Küchenabfällen) sind daher ausreichend mit kohlenstoffreichen Materialien homogen abzumischen.

- **Wassergehalt:** Zu Beginn bis maximal 65/70%, im Prozess sollten 50 bis 60 % aufrecht erhalten werden.
- **Strukturmaterial (Erhaltung des erforderlichen luftführenden Porenvolumens):** Der Anteil an strukturbildenden Materialien (Schreddergut, Siebüberlauf etc.) sollte ca. 40 bis 60 % (v/v) betragen.
- Zur zügigen Einleitung der Huminstoffbildung und dem **Einbau flüchtiger Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen:** Zumischung von ca. 5 – 10 % (v/v) Alt-Kompost.

Tabelle 4-10: Spezielle Optimierungsmaßnahmen in der offene Mietenrotte mit natürlicher Belüftung:

Maßnahme	CH_4	NH_3 *	N_2O
Strukturmaterialanteil erhöhen bzw. Umsetzhäufigkeit erhöhen	positiv , bessere O_2 -Versorgung unterdrückt CH_4 -Bildung	leicht erhöhte Emission aufgrund verstärkter Belüftung möglich, Ursachen: - Anstieg des pH-Wertes - erhöhter Feuchteaustrag	potenziell negativ , bessere O_2 -Versorgung bei sinkenden Temperaturen fördert die N_2O -Bildung als Zwischenprodukt der Nitrifikation und Denitrifikation
Feuchteoptimierung durch kontrollierte Bewässerung bzw. Abdeckung zum Ableiten der Niederschläge	positiv , Vorbeugung gegen Vernässung und Ausbildung anaerober Zonen	Vernässung führt zu reduzierenden Bedingungen (Denitrifikation) mit Anreicherung von NH_4^+ , Austrocknung führt zu vermehrter Emission von NH_3	Vernässung kann auch in spätem Rottestadium zu O_2 -Mangel führen, und damit zur Denitrifikation von NO_2^- und NO_3^- unter Bildung von N_2O

* Frühzeitig emittiertes NH_3 steht nicht mehr einer späteren N_2O -Bildung zur Verfügung

Tabelle 4-11: Spezielle Optimierungsmaßnahmen für geschlossene Intensiv- und Hauptrottesysteme mit Zwangsbelüftung und Abluftreinigung (Box, Tunnel, Halle):

Maßnahme	CH ₄	NH ₃ *	N ₂ O
Umsetzhäufigkeit bzw. Belüftung erhöhen	positiv , bessere O ₂ -Versorgung unterdrückt CH ₄ -Bildung	leicht erhöhte Emission aufgrund verstärkter Belüftung möglich, Ursachen: - erhöhte Strippung - Anstieg pH-Wert - erhöhter Feuchteaustrag	negativ , bessere O ₂ -Versorgung bei sinkenden Temperaturen fördert die N ₂ O-Bildung als Zwischenprodukt der Nitrifikation und Denitrifikation
Temperatursteuerung 45 – 65 °C nach ausreichender Hygienisierung	Maximum der Bildung im thermophilen Bereich aufgrund mangelnder Sauerstoffversorgung während der intensiven Stoffumsetzung Minimum der Bildung unter 45 / 50 °C	Maximum der Bildung im thermophilen Bereich	Maximum der Bildung bei etwa 30 °C Minimum der Bildung über 40 / 45 °C
Feuchtesteuerung auf 50 – 60% durch kontrollierte Bewässerung	positiv , Vorbeugung gegen Vernässung und Ausbildung anaerober Zonen	Vernässung führt zu reduzierenden Bedingungen (Denitrifikation) mit Anreicherung von NH ₄ ⁺ , Austrocknung führt zu vermehrter Strippung von NH ₃	Vernässung kann auch in spätem Rottestadium zu O ₂ -Mangel führen, und damit zur Denitrifikation von NO ₂ ⁻ und NO ₃ ⁻ unter Bildung von N ₂ O-
Biofilter **	neutral , geringer Abbau	positiv , teilweise bis fast vollständiger Abbau	negativ , erhebliche Bildung aus NH ₃ -Abbau
Biofilter mit vorgeschalteter saurer Wäsche	neutral , geringer Abbau	positiv , Abscheidung in saurer Wäsche	neutral bis gering negativ, geringe Bildung aus NH ₃ -Schlupf

* Frühzeitig emittiertes NH₃ steht nicht mehr einer späteren N₂O-Bildung zur Verfügung

** Anforderungen an Biofilter (ÖWAV-Regelblatt 513: Betrieb von Biofiltern sowie in Abschnitt 4.1.3.1)

Spezifische Maßnahmen zur Reduktion der Lachgasbildung im Biofilter bei hohen NH₃-Frachten im Rohgas

Folgende emissionsarme Betriebsweise über die verschiedenen Prozessabschnitte wird am Beispiel einer geschlossenen Anlage mit Biofilter beschrieben:

- 1.) Möglichst frühzeitiges effektives Strippen von NH₃ zu Beginn der thermophilen Intensivrotte bei hohem Luftdurchsatz. Durch den damit verbundenen N-Verlust weitet sich das C/N-Verhältnis auf. Die Folge eines weiten C/N-Verhältnisses ist, dass die potenzielle N₂O-Bildung in der Nachrotte minimiert wird.
- 2.) Langes Aufrechterhalten einer Prozesstemperatur von >40°C <55 – 60 °C, um die Nitrifikation zu unterdrücken.
- 3.) Im Falle einer hohen Ammoniakkonzentration in der Abluft Abscheidung des ausgestrippen NH₃ in der sauren Wäsche (siehe Vorgangsweise mit Orientierung an der Geruchstoffkonzentration im Katsen *Zusammenfassung für einen emissionsoptimierten Betrieb*).

Weitere Maßnahmen nach Abschluss der Hauptrotte:

- 4.) In der Nachrotte die Umsetzintervalle und damit Wärmeverluste reduzieren.
- 5.) Fertigkompost rasch Konfektionieren, Ausbringen und Einarbeiten in den Boden.

Emissionen klimarelevanter Gase – Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für einen emissionsoptimierten Betrieb

- Es besteht eine grundsätzliche Tendenz, dass ein sehr enges C/N-Verhältnis also ein deutlicher N-Überschuss in der Ausgangsmischung zu einer Erhöhung der Lachgasbildung führt. Es ist daher darauf zu achten, einen ausreichend verwertbaren Kohlenstoffanteil in der Kompostausgangsmischung zur Verfügung zu haben (Zugabe von fein und auffasernd geschreddertem Baum- und Strauchschnitt).
- Andererseits zeigt sich, dass bei zu hohem Anteil an holzreichem Grünschnitt die N₂O-Emissionen zunehmen können, da dann kein Einbau von mineralischem Stickstoff in Biomasse bzw. Organik möglich ist. Daher ist ein sorgfältig eingestelltes C/N-Verhältnis zwischen (20) 25 und 35 (40) : 1 eine wichtige Maßnahme zur Minimierung der Lachgasbildung.
- Ein mehrfaches aber nicht tägliches Umsetzen je Woche von Mieten mit entsprechendem Strukturanteil (zB 40-60% Grünschnitt zu Bioabfall) verringert die Bildungsmenge von CH₄. Bei N₂O zeichnet sich ein uneinheitliches Ergebnis mit einer Tendenz zu geringeren Emissionsraten bei abnehmender Bearbeitungsintensität (Umsetzen) ab.
- Da die Prozesse der CH₄-Bildung und N₂O-Bildung gegenläufig sind, ist der Betrieb zu Beginn der thermophilen Rotte (CH₄-lastig) auf eine Reduktion der CH₄-Bildung und in fortgeschrittenem Rottestadium (N₂O-lastig) auf eine Minimierung der N₂O-Bildung abzustellen. Dies bedeutet eine höhere Umsetzhäufigkeit während der thermophilen Hauptrotte (> 45 °C) und eine reduzierte mechanische Bearbeitung in der anschließenden Abkühlungsphase (Nachrotte; < 40 – 45 °C).
- Eine Optimierung wird demnach immer einen Kompromiss darstellen, wobei eine Kombination von optimierten Strukturverhältnissen, C/N-Verhältnis und ein an den Mietenquerschnitt angepassten Umsetzrhythmus in offenen wie geschlossenen Systemen anzustreben ist. Tendenziell dürfte für kleinere Mietenquerschnitte mit natürlicher Belüftung bis ca. 1,50 m Aufsetzhöhe wöchentliches Umsetzen in der Hauptrotte ausreichen.
- Größere Mieten bis ca. 2,50 m und höher sollten vor allem zur Reduktion der Methanemission zu Rottebeginn mindestens alle 3 – 4 Tage gewendet werden.
- Aus den ausgewerteten Untersuchungsergebnissen (siehe Grundlagenstudie) kann generell keine Begründung für eingehauste Systeme abgeleitet werden, wobei geschlossene Systeme im Fall von ungünstigen Standortverhältnissen jedoch den Vorteil der Geruchs-, Staub- und NMVOC-Abscheidung im Biofilter mit sich bringen.
- Neben der Wirkung von Ammoniak als Luftschadstoff können hohe Ammoniakkonzentrationen im Rohgas zu Beeinträchtigungen bzw. Hemmungen des Geruchsstoffabbaus im Biofilter bzw. zu erhöhten Ammoniakemissionen führen. Daher ist im Falle wiederholter Überschreitung der Geruchsstoffkonzentration von 500 GE/m³ im Reingas entsprechend Abschnitt 4.1.6 den Ursachen hierfür nachzugehen (siehe auch Biofilterpflege und -wartung in Abschnitt 4.1.3.1). Ergeben die Untersuchungen nach Ausschöpfung sonstiger prozesstechnischer Maßnahmen (Änderung der Materialmischung, des Belüftungs-, Feuchtigkeits- und Temperaturregimes), dass eine zu hohe Ammoniakkonzentration für die Beeinträchtigung der Biofilterfunktion verantwortlich ist, ist ein saurer Wäscher zur Abscheidung des Ammoniaks aus dem Rohgas vorzuschalten.
- Ungeachtet der Verpflichtung zur Minimierung von umweltrelevanten Emissionen kann der nationale Beitrag der Kompostierung zum Treibhauseffekt als vernachlässigbar eingestuft werden. Er beträgt nach Ergebnissen von Einzeluntersuchen in Österreich und Deutschland unabhängig vom Kompostierungsverfahren zwischen 0,03 und 0,06 % des klimawirksamen, nationalen Gesamtausstoßes an CO₂-Äquivalenten.

4.5.2 Flüchtige organischen Kohlenstoffemissionen (VOC) – Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für einen emissionsoptimierten Betrieb

Die Höhe der C_{ges} Emissionen (FID-Messung³¹) wird im wesentlichen durch die Einzelkomponente Methan geprägt. Für einen Vergleich mit dem Parameter NMVOC ist daher vom FID-Ergebnis der $\text{CH}_4\text{-C}$ abzuziehen.

Die Rotteführung (Temperatur, Wassergehalt, Belüftung, Sauerstoffversorgung) kann die Emissionshöhe erheblich beeinflussen.

- Aus den vorliegenden Daten ergeben sich C-Frachten ohne Methan zwischen 290 und ca. 1.000 g C t^{-1} im Rohgas.
- Emissionsfrachten für VOC aus geschlossener Kompostierung mit Biofilter betragen 50 bis 100 g C t^{-1} Rotteinput (VOC-Abscheidung ca. 80 - 90%), darunter befinden keine toxikologisch relevanten Stoffe.
- Die Freisetzung vorhandener VOC erfolgt innerhalb der ersten Behandlungstage während der Selbsterwärmung. Dies gilt auch für die Neubildung und Freisetzung von natürlichen Metaboliten (mikrobielle VOC).
- Der überwiegende Anteil der VOC-Emission wird erst während der Kompostierung neu gebildet. Die Leitkomponenten der VOC sind zB Ethanol, Acetaldehyd, 2-Butanon, Aceton, Terpene und andere kurzkettinge Kohlenwasserstoffe. Es sind weitgehend die identischen Substanzen, die auch aus Pflanzen emittieren. So ist zB von biogenen VOC-Emissionen aus Nadel- und Laubbaumwälder zwischen 20 und 100 $\text{kg ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ auszugehen.
- Hohe Belüftungsraten und hohe Temperaturen fördern tendenziell die VOC-Emissionen.
- Unterschiede zwischen natürlich und aktiv belüfteten Systemen sind im Rahmen der Auswertung nicht zu erkennen, wobei wie gesagt die Strippung flüchtiger Verbindungen mit der Höhe der Belüftung zunimmt. Hieraus kann kein Vorteil für zwangsbelüfteten Systeme abgeleitet werden.
- Die Abluftreinigung mit Biofiltern vermindert den C_{ges} ohne Methan (NMVOC) um max. 80% bis 90%. Dabei sollte die Volumenbelastung des Biofilters 100 $\text{m}^3 \text{m}^{-3} \text{h}^{-1}$ nicht überschreiten.
- Beeinträchtigungen der Biofilterleistung können durch hohe NH_3 -Beladungen des Rohgases herrühren (siehe Anforderungen hierzu im vorangehenden Abschnitt 4.5.1).
- Die hauptsächlichen Frachten resultieren für beide Verfahren (Biogene Abfälle und MBA) aus einem vergleichbaren Stoffspektrum, nämlich: Ethanol, 2-Propanol, Ethylacetat, Ethansäure, 2-Butanon, Aceton, Limonen, Pinen, Dimethyldisulfid.
- Im Gegensatz zur MBA werden bei der Bioabfallkompostierung keine chlorierten oder fluorierten Kohlenwasserstoffe (LHKW, FCKW) oder andere anthropogene Gefahrstoffe emittiert.
- Im Vergleich zur MBA werden nur äußerst geringe Mengen (lediglich in der Höhe der allgemeinen Hintergrundkonzentration) an n-Alkanen und aromatischen Kohlenwasserstoffen (BTEX) freigesetzt. Benzol, Alkyaromaten und Alkane werden, wenn, dann im wesentlichen über Kfz-Abgase (Radlader, Anlieferfahrzeuge) ausgestoßen.
- Schlussfolgerungen für den Arbeitnehmerschutz:
 - Arbeitszeiten in rohgasbelasteten Bereichen sind auf das absolute Mindestmaß zu beschränken.
 - Bei erforderlichen Wartungsarbeiten ist zuvor durch das Öffnen der Tore zu lüften (zu beachten sind hierbei mögliche Geruchsemissionen).
 - Effektive Absaugung bei geschlossenen Anlagenteilen mit Druckbelüftung
 - Tragen der Atemschutzausrüstung
- Der potenzielle Beitrag der Kompostierung (ca. 490 – 670 t a^{-1}) zu den nationalen anthropogenen NMVOC-Emission in Österreich (232.000 t a^{-1}) ist mit weniger 0,3%³² als sehr gering einzustufen.
- Die wesentlichen technischen und betrieblichen Maßnahmen der Reduktion von geruchsbildenden VOC für offene und geschlossene Kompostierungsverfahren sind dem Abschnitt 4.1 zu entnehmen.

³¹ FID ... Flammenionisationsdetektor

³² Daten für 2001

4.6 Lärmemissionen

4.6.1 Allgemeine Voraussetzungen

Grundsätzlich werden im Bereich von Kompostierungsanlagen mobile (zB Radlader, Häcksler, Siebmaschinen, Umsetzgeräte) und/oder stationäre maschinelle Einrichtungen (zB Lüftungsgebläse, Förderbänder, Mischer) betrieben, von welchen Lärmemissionen ausgehen können. Eine weitere Lärmquelle ist der dem Betrieb zugeordnete Verkehr (An- und Abtransport, innerbetriebliche Transporte).

Aus diesem Grund ist bei der Errichtung von Anlagen und im Rahmen des Betriebsablaufes der Schutz vor Lärm sowohl für Arbeitnehmer als auch für Anrainer zu berücksichtigen.

Zur Beurteilung von Lärmemissionen und -immissionen wird auf die ÖAL-Richtlinien³³ und auf die allgemeinen Anforderungen laut Gewerbeordnung und auf die ArbeitnehmerInnenschutzvorschriften verwiesen.

Anforderungen an den arbeitnehmerbezogenen Lärmschutz:

- Am Arbeitsplatz darf keine Lärmbelastung mit einem lärmäquivalenten A-bewerteten Pegel über 85 dB länger als 8 Stunden pro Tag bzw. 40 Stunden pro Woche auftreten.
- Bei darüber hinausgehenden Lärmbelastungen sind Schutzmaßnahmen zu setzen sowie passende, persönliche Schutzausrüstungen (zB Kapselgehörschutz) vom Arbeitgeber zur Verfügung zu stellen. Diese sind vom Arbeitnehmer widmungsgemäß zu tragen und vom Vorgesetzten zu kontrollieren; dieser darf ein Nichttragen nicht dulden.

Anforderungen an den anrainerbezogenen Lärmschutz:

- Bei der Beurteilung sind neben den eigentlichen betriebsanlagenbedingten Schallimmissionen die vorherrschenden Umgebungsgeräusche (Grundgeräuschpegel, energieäquivalenter Dauerschallpegel und Schallspitzenpegel), die örtliche Widmung und die tatsächliche Nutzung in Abhängigkeit von der Tageszeit zu berücksichtigen.
- Planungsrichtwerte für zulässige Lärmimmissionen (Immissionsgrenzwerte) sind der ÖNORM S 5021-1 zu entnehmen.
- Grundsätzlich ist eine Kernarbeitszeit Montag bis Freitag von 6-22 Uhr und Samstags von 8 bis 17 Uhr einzuhalten. Je nach den örtlichen Gegebenheiten und der Nähe von Anwohnern (Wohngebiet) können die Betriebszeiten auch eingeschränkt werden.

³³ ÖAL-Richtlinien des Österreichischen Arbeitsring für Lärmbekämpfung; <http://www.oal.at/>

5 Verfahren und Betriebsformen der Kompostierung

Bei der Beschreibung der Kompostierungssysteme und –verfahren müssen drei Ebenen unterschieden werden:

- (A) Die einzelnen Prozessabschnitte und Anlagenteile mit ihren grundsätzlichen Funktionen und den verfahrenseitigen, betrieblichen, sicherheitstechnischen und umweltrelevanten Anforderungen
- (B) Kompostierungsverfahren im engeren Sinne – im wesentlichen Haupt- und Nachrottesysteme
- (C) Technische, maschinelle und bauliche Anlagen und Aggregate zur Erfüllung der einzelnen Funktionen in den jeweiligen Prozessabschnitten (zB Zerkleinerungsmaschinen, Mischaggregate, Umsetzgeräte, Siebmaschinen, Windsichter, Magnetabscheider, etc.)

Die Prozessabschnitte sind nach funktionalen Anlagenbereichen gegliedert:

- 5.1 Materialübernahme – Anlieferungsbereich
- 5.2 Materialaufbereitung
- 5.3 Hauptrotte
- 5.4 Nachrotte
- 5.5 Feinaufbereitung
- 5.6 Nachlagerung

Für die gesamte Kompostierungsanlage gilt, dass das Gelände vor dem Zutritt Unbefugter zu schützen ist. Bei Kompostierungsanlagen bis zu einer Verarbeitungsmenge von 1.000 t pro Jahr ist zumindest eine Hinweis- bzw. Verbotstafel für unbefugten Zutritt zum Betriebsgelände anzubringen.

Neben einer klaren zeitlichen und räumlichen Zuordnung der einzelnen Prozessabschnitte hat die nachvollziehbare und übersichtliche Dokumentation eine wichtige Funktion. Wesentliche Richtschnur ist hierbei die Kompostverordnung, die entscheidende Vorgaben zu den zu führenden Aufzeichnungen macht.

Hinsichtlich der Anforderungen an einen emissionsarmen Betrieb wird im Abschnitt 5 nur mehr auf Anforderungen und Besonderheiten, die für einen bestimmten Prozessabschnitt oder Anlagenteil besonders zu beachten sind, eingegangen. Ansonsten wird auf die ausführliche Behandlung des Emissionsmanagements im Abschnitt 4 verwiesen.

Abbildung 5-1 zeigt ein Ablaufschema einer qualitätsorientierten Kompostierungsanlage (offene Mietenkompostierung) am Beispiel einer Klärschlammkompostierung.

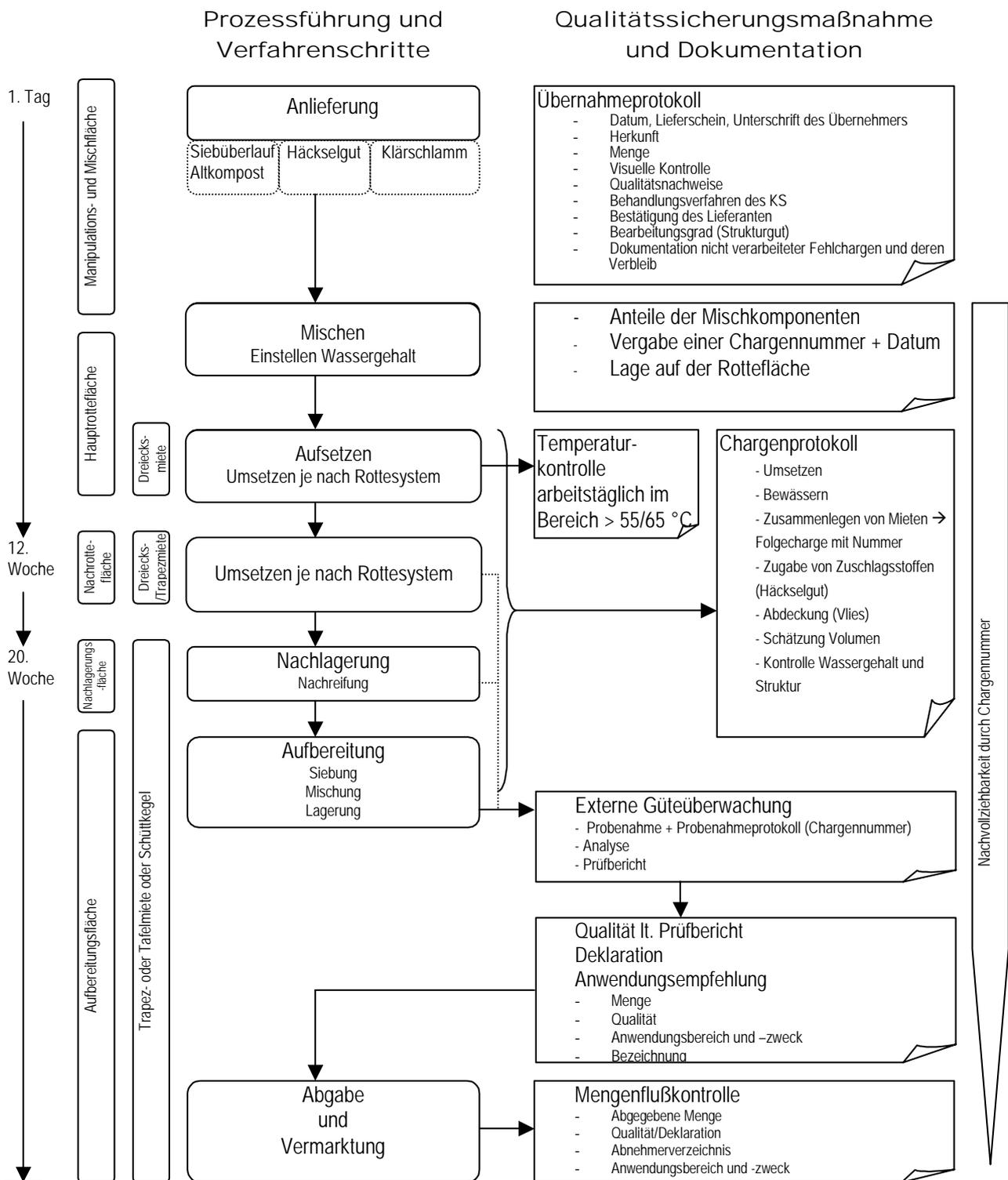


Abbildung 5-1: Schema der Prozessführung und begleitende Qualitätssicherungsmaßnahmen sowie Dokumentation am Beispiel einer Klärschlammkompostierungsanlage mit offener Mietenkompostierung

5.1 Materialübernahme – Anlieferungsbereich

Die Materialübernahme in Verbindung mit der Eingangskontrolle und der kurzfristigen Zwischenlagerung der übernommenen Materialien ist die erste Tätigkeit im Verantwortungsbereich des Kompostherstellers.

Besonderes Augenmerk ist neben einer zügigen Verarbeitung auf die qualitative Eingangskontrolle im Sinne der KompostVo zu legen, um die Voraussetzungen für die Herstellung gleichbleibend hoher Qualität und die Nachvollziehbarkeit von Herkunft und Qualität der verarbeiteten Materialien zu gewährleisten.

5.1.1 Beschreibung der Hauptfunktionen

Im Anlieferungsbereich erfolgt

- die Übernahme der zur Kompostierung angelieferten Abfälle,
- evtl. deren Zwischenlagerung bis zur weiteren Verarbeitung,
- die Identifikation der Abfallarten im Sinne der KompostVo, BGBl. II Nr. 292/2001 sowie die Eingangskontrolle gemäß ÖNORM S 2201,
- die Identifikation und evtl. Aussonderung bzw. Rückweisung von Fehlchargen und Störstoffen, insbesondere, wenn keine eigenen Einrichtungen zur Störstoffabscheidung im weiteren Verfahrensablauf vorgesehen sind,
- die Übernahme von Hilfs- und Zuschlagsstoffen,
- die Mengenregistrierung (Masse in Tonnen); bei Kleinmengen (< 5 m³ pro Lieferung) von privaten Haushalten und ähnlichen Einrichtungen auch Schätzung der Masse aus dem angelieferten Volumen (Anlage 6, Z. 1(c) KompostVo)

5.1.2 Technisch-bauliche Grundsysteme, Verfahrenstypen

Die Übernahme bzw. evtl. Zwischenlagerung erfolgt

- auf einem gesondert ausgewiesenen Bereich der befestigten – im Fall von verholzten Materialien auch unbefestigten – Fläche mit oder ohne Überdachung,
- in einem Flachbunker mit seitlicher baulicher Begrenzung mittels bewehrter Betonwände,
- in Tiefbunkern mit folgenden Ausführungsvarianten – nur empfohlen bei kontinuierlicher Entnahme zur weiteren Aufbereitung (Vorabsiebung, Störstoffabtrennung, Homogenisierung, Abmischung zur KompostausgangschARGE etc.)
 - offen mit oder ohne Überdachung
 - wenn gekapselt, mit Luftabsaugung und Abluftreinigung (Biofilter).

5.1.3 Technisch-bauliche Ausstattung des Übernahmebereiches und von Zwischenlagerflächen

- Wenn die Anlage nicht ständig besetzt ist, sind beim Eingang zumindest ein versperrbares Tor oder ein Schranken und ein Schild mit den Öffnungszeiten sowie ein Hinweis auf die Unzulässigkeit von Anlieferungen außerhalb dieser Zeit anzubringen.
- Eigene Wiegeeinrichtung bei Anlagen > 6.000 t Input/Jahr. Von dieser Verpflichtung ausgenommen sind Anlagen, die ausschließlich organische Abfälle aus dem Garten- und Grünflächenbereich gemäß Anlage 1 Kompostverordnung (BGBl. I Nr. 292/2001) mit den

Nummern 102, 103, 104, 105 (neu: 92102, 92103, 92104, 92105³⁴), sowie Rinden und Holz anderer Herkunft und getrennt gesammelte organische Friedhofsabfälle (Nr. 116; neu 92116) übernehmen.

- Flüssigkeitsdichte Basisabdichtung mit Abwassererfassung:
 - Bei Übernahme von biogenen Abfällen aus Haushalten (Biotonne), Küchenabfällen aus der Gastronomie und der Lebensmittelverarbeitung, frischem Grasschnitt, sonstigen nicht verholzten Materialien mit hohem Wassergehalt, Klärschlamm oder pastös, schlammartigen Materialien aller Art
 - Ableitung der Abwässer (Press, Niederschlags- und Reinigungswässer) in Auffangbecken bzw. Einleitung in das öffentliche Kanalnetz (beachte Abwasseremissionsverordnung – Indirekteinleiter, BGBL 9/1999/II)
 - Nicht erforderlich bei verholzten Strukturmaterialien in rohem oder gehäckseltem Zustand
- Überdachung bzw. Umhausung des Anlieferungsbereiches ist bei einem Jahresdurchsatz von mehr als 3.000 t in Gebieten mit einem Jahresniederschlag von mehr als 1.300 mm und, wenn zugleich zumindest eines der folgenden Kriterien zutrifft, erforderlich:
 - Übernahme über einen Zeitraum von 9 Monaten und mehr
 - Anteil an feuchten N-reichen Materialien (zB küchenabfallreiche Biotonne, feuchte Abfälle aus der Lebensmittelindustrie, Klärschlamm) von über 25 % (v/v) im JahresmittelAusgenommen ist ein gesonderter Übernahmebereich für verholzte Garten- und Parkabfälle sowie Häckselgut.
- Im Falle einer Umhausung/Kapselung: Ausstattung mit Luftabsaugung und Abluftbehandlung
- Möglichkeit zur vollständigen Entleerung/Reinigung.
- Ausreichende Übernahmekapazität (allenfalls erforderliche Pufferkapazität bei Betriebsstörungen u. dgl. ist zu beachten).
- Getrennte Übernahmebereiche für trockene, verholzte Garten- und Parkabfälle, Stroh etc. einerseits und für Biotonnen-Materialien oder sonstige nicht verholzte biogene Abfälle andererseits. Dies ist erforderlich, da eine getrennte Aufbereitung und gezielte Mischung dieser Materialtypen erfolgt.
- Getrennter Übernahme/Ablagerungsbereich für kommunalen und gewerblichen Klärschlamm.
- Gegebenenfalls bei Zwischenlagerung Schutz gegen Materialverfrachtung durch Wind, Vögel, Nagetiere (zB Abdeckung mit organischen Deckschichten oder Kompostvlies).
- Einrichtungen zur Zwischenlagerung von Fehlchargen und Störstoffen bis zur ordnungsgemäßen Entsorgung (gesondert ausgezeichnete Container, Behälter).
- Sofern keine arbeitstägliche Aufbereitung (Abmischung, auch Vorbehandlung im Sinne von Abschnitt 2.2), mindestens jedoch innerhalb von 24 Stunden, erfolgt, Umhausung eines allfälligen Zwischenlagers bei Anlagen, die mehr als 3.000 t biogene Abfälle aus Haushalten (ausgenommen jenes für verholztes Strukturmaterial), Küchenabfälle aus der Gastronomie und der Lebensmittelverarbeitung, frischen Grasschnitt, sonstige nicht verholzte Materialien mit hohem Wassergehalt übernehmen. Ausstattung mit Luftabsaugung und Abluftbehandlung.
- Die Lagerflächen sind in technisch dichter Form auszuführen. Sogenannte Tiefbunker sind als Zwischenlager nicht geeignet. Auf ausreichendes Gefälle für eine Ableitung und Sammlung von Sickerwasser bzw. zum Zweck der Reinigung ist zu achten.
- Ab einer Lagerungsdauer von mehr als 4 Wochen und in Gebieten mit einem Jahresniederschlag von mehr als 1.300 mm sind die Zwischenlagerflächen für Klärschlamm jedenfalls zu überdachen.
- Die einzelnen Lagerflächen/Zwischenlagerflächen für die verschiedenen Materialarten sind zu beschildern und eindeutig zu kennzeichnen

³⁴ neue Schlüsselnummern gemäß Novelle zur Abfallverzeichnisverordnung 2005

5.1.4 Anforderungen an die Betriebsführung und Dokumentation

- **Anwesenheit einer zur Übernahme autorisierten Person**
 - Die Anwesenheit einer für die Übernahme befugten Person ist grundsätzlich während der Anlieferungszeiten zur sofortigen Durchführung der Eingangskontrolle gemäß ÖNORM 2201 bzw. KompostVo erforderlich!
 - Als übernommen gilt eine Anlieferung nach erfolgter Eingangskontrolle und Übernahme durch die autorisierte Person. Eine Ablagerung außerhalb der offiziellen Anlieferungszeiten ist ohne vorherige Zustimmung des Betreibers verboten und daher auch nicht als übernommen zu werten. (*konsenslose Ablagerung*)
 - Eine Ausnahme der direkten Anwesenheitspflicht besteht während der kommunalen Anlieferung von biogenen Abfällen aus Haushalten (Biotonne) bzw. von kommunalem Abfällen aus dem Garten und Grünflächenbereich unter folgenden Bedingungen:
 - ⇒ Das Material muss an einem gesondert gekennzeichneten Ort abgeladen und gelagert werden und
 - ⇒ innerhalb von 24 h nach der Anlieferung nachkontrolliert werden,
 - ⇒ die Anlieferungszeiten sind vertraglich festzulegen, und
 - ⇒ über elektronische (Chipkarte) oder eine andere Form der Dokumentation sind vom Übergeber Herkunft, Masse und genaue Materialbezeichnung gemäß KompostVo anzugeben.
- Auf eine **sortenreine Lagerung** ist dann zu achten, wenn dies für die erforderliche Differenzierung der Produktqualität und die entsprechende Deklaration der Komposte erforderlich ist (zB für biologischen Landbau, Klärschlämme unterschiedlicher Herkunft und Qualität zur Erzeugung von *Qualitätsklärschlamm-Kompost* oder *Kompost*; Details zu den erforderlichen Aufzeichnungen siehe Fachinformation zur KompostVo, des BMLFUW).
- Zugleich mit der Aufzeichnung über die übernommenen Materialien gemäß KompostVo erfolgt die Dokumentation des Verbleibes derselben nach den Kriterien:
 - Zuordnung zu einer Charge (eindeutige Chargennummer, Masse, Abfallbezeichnung) oder
 - Zuordnung zu einem Zwischenlager (eindeutige Bezeichnung des Zwischenlagers),
 - Fehlcharge (falls unzulässige Ausgangsmaterialien bzw. ein zu hoher Verunreinigungsgrad festgestellt wurde, oder die ggf. erforderlichen Qualitätsnachweise gemäß ÖNORM S 2201 und KompostVo fehlen); weitere Erfordernisse und Vorgaben zur Dokumentation siehe Fachinformation des BMLFUW zur KompostVo.
- Rasche, arbeitstägliche Aufbereitung, bzw. kontrollierte Zwischenlagerung (zumindest innerhalb von 24 Stunden) der angelieferten strukturarmen bzw. wasser- oder stickstoffreichen Materialien (zB Biotonne, Gemüseabfälle, frischer Grasschnitt). Die Aufarbeitung ist im *Betriebstagebuch* festzuhalten.

Zur Erst-Aufarbeitung zählen (Details siehe Abschnitt 2 und 5.2):

 - Abmischen feuchter Materialien mit trockenem Strukturmaterial
 - Evtl. Abdecken mit Kompostvlies bei kleinen Volumina (Höhe < ca. 1,5 m) und zu erwartenden (Stark)Regenereignissen
 - Einstellen eines für die Hauptrotte günstigen C/N Verhältnisses und Wassergehaltes
 - eventuelle Beigabe von geruchs- und wasserbindenden Hilfsmitteln, Zuschlagstoffen und Mischungspartnern
 - Vorbehandlung im Sinne von Abschnitt 2.2
 - Im Falle von kommunalem Klärschlamm ist eine Zwischenlagerung möglich. Dies dient ausschließlich einem optimierten Materialmanagement (Überbrücken eines Zeitraumes bis die notwendigen Mengen und Mischungspartner im Sinne der Prozesssteuerung des Hauptrotteverfahrens bereitgestellt werden können). Dies ist durch Aufzeichnungen zu belegen. Die Aufbereitung zur Hauptrotte hat zum frühest möglichen Zeitpunkt zu erfolgen.
- Periodische Reinigung

- Die angelieferten biogenen Abfälle aus Haushalten sollen auf befestigten, flüssigkeitsdichten Flächen entladen werden. Dabei können Störstoffe aussortiert werden. In Kunststoffsäcken angeliefertes Material sollte möglichst händisch entleert und die Kunststoffsäcke entfernt werden. Entleeren durch automatische Sackaufreißer ist möglich.
- Das Aufkommen von verholzten Grünabfällen unterliegt starken saisonalen Schwankungen. Es sind daher ausreichend dimensionierte Zwischenlagerflächen vorzusehen.

5.2 Materialaufbereitung

5.2.1 Wesentliche Funktionen

Die Aufbereitung der Ausgangsmaterialien dient in erster Linie der biologisch-physikalischen Substratoptimierung mit dem Ziel

- (A) eines möglichst verlustarmen Rotteverlaufs in erster Linie in der Hauptrottephase (→ Verhältnis der mikrobiologisch sukzessiv aufschließbaren Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen),
- (B) der Gewährleistung des erforderlichen Gasaustausches und Wärmeabtransportes über den gesamten Rottekörper über die Einstellung der Strukturstabilität (→ freies Luftporenvolumen),
- (C) möglichst geringer Schadstoffgehalte sowie der angestrebten Produktqualität hinsichtlich Nährstoffniveau und Bildung stabiler Humusstoffe (Tonmineral-Humuskomplex).

Die wesentlichen Maßnahmen der Aufbereitung sind daher:

- Aussortierung von Störstoffen
- fasernd-reißende bzw. quetschende Zerkleinerung, von großstückigen, verholzten Ausgangsstoffen,
- Mischung und Homogenisierung sowie Konditionierung:
 - Einstellung der Feuchtigkeit,
 - Einstellung des C/N-Verhältnisses,
 - Einstellung eines für den Gasaustausch erforderlichen Luftporenvolumens (Struktur),
 - Beigabe von Hilfs- und Zuschlagstoffe zur Optimierung von Rotteprozess und Endproduktqualität

5.2.2 Aussortierung/Abtrennung von Störstoffen im Zuge der Materialaufbereitung

5.2.2.1 Funktion der Störstoffabtrennung

Die Aussortierung von Fremd-, Stör- oder Ballaststoffen gewährleistet einerseits ein optisch einwandfreies Kompostprodukt, andererseits die höchstmögliche Schadstofffreiheit. Ferner soll durch eine Sichtkontrolle im Annahmehbereich und ein Entfernen größerer Fremdstoffstücke eine Störung des Betriebsablaufes und ein Beschädigen von Anlagenteilen verhindert werden.

5.2.2.2 Verfahren der Störstoffabtrennung im Zuge der Materialaufbereitung

Die unterschiedlichen Eigenschaften nach spezifischen Gewicht und Form stellen entsprechend differenzierte Anforderungen an technische Ausleseverfahren.

Folgende Methoden kommen in der Störstoffabtrennung in Ausgangsmaterialien zum Einsatz:

- Auslese unmittelbar während oder nach dem Abkippen direkt von Hand oder zB mittels Mistgabel o.ä.,
- Vorabsiebung der Grobfraction mittels Trommelsieb bei einer Maschenweite zwischen 50 und 80 mm,
- Magnetabscheidung der Eisenmetalle,
- Hartstoffabscheider, Nichteisenmetalle,
- Windsichter zur Abtrennung der Leichtfraction (zB Folien).

Abklauben von Hand

Grundsätzlich ist aus hygienischen und ästhetischen Gründen der manuelle Umgang besonders mit Bioabfall aus Haushalten auf das unbedingt nötige Mindestausmaß (Aussortieren von Störstoffen) zu beschränken.

■ **Funktion**

Die Herausnahme von Stör- und Fremdstoffen unmittelbar nach dem Abkippen dient einem ersten Entfernen großstückiger Teile, die an der Oberfläche des Schüttkegels sichtbar sind. Geschlossene Plastiksäcke, sollen aufgerissen werden, um die darin enthaltenen Abfälle einer visuellen Kontrolle zu unterziehen.

■ **Durchführung, technisch-bauliche Ausstattung**

Das Abtrennen der Fremdstoffe von Hand kann nur bei Materialübernahme auf offener Fläche oder im Flachbunker erfolgen. Die Aussortierung erfolgt direkt von Hand oder mittels Mistgabel, Haken oder Rechen. Im wesentlichen werden größere Plastikfolien (Säcke), Flaschen, Dosen, größere Eisenstücke etc. entfernt. In unmittelbarer Nähe des Abladeplatzes muss sich ein Restmüllbehälter und ein gesondertes Gebinde zur Aufnahme von Problemstoffen (zB Batterien, Gebinde mit Altöl) befinden.

■ **Arbeitskleidung/Schutzkleidung**

- Mundschutz: vor allem bei Staubeentwicklung und in geschlossenen oder teilumgeschlossenen Hallen.
- Arbeitshandschuhe aus festem Obermaterial, um Schnitt und Stichverletzungen durch scharfe Gegenstände zu verhindern.

■ **Keimemissionen**

Bei der Aufbereitung und Sortierung besteht die Möglichkeit des Kontaktes mit bereits im Rottegut vorhandenen Mikroorganismen. Neben luftgetragenen Schadstoffen stellen Störstoffe in dem zu sortierenden Anlieferungsmaterial eine Gefährdung der Beschäftigten in den Sortierkabinen dar. Gebrauchte Spritzenkanülen und sonstige spitze, scharfe und verletzungsgefährdende Gegenstände können beim Eindringen in die Haut Infektionen hervorrufen. Aus der Sicht des Arbeits- und Dienstnehmerschutzes sind Sortierarbeitsplätze in Kompostierungsanlagen wegen des direkten Kontaktes mit dem Bioabfall und den darin gegebenenfalls enthaltenen gefährlichen Stoffen sowie der Freisetzung von Bioaerosolen *nicht wünschenswert*. Als Alternative zur manuellen Störstoffauslese sind die mechanischen Verfahren der Siebung, Windsichtung, Abscheidung der Eisen- und Nichteisenmetalle, und der Hartstoffabscheidung zu bevorzugen.

Die manuelle Störstoffauslese an Sortierbändern für biogene Abfälle entspricht nicht mehr dem Stand der Technik.

Grundsätzlich werden für Dauerarbeitsplätze maximale Keimbelastung der Atemluft ab welchen zusätzliche Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität getroffen werden sollten mit 5.000 KBE m⁻³ angegeben.

Aussieben der Grobfraction

Die Absiebung der Grobfraction > 60 bis > 80 mm zu unterschiedlichen Stadien der Behandlung erfolgen:

- unmittelbar im angelieferten Rohmaterial,
- nach Abklauben per Hand,
- nach einem Zerkleinerungs- und Homogenisierungsschritt,
- nach einer ersten Hauptrottephase von 4 bis 8 Wochen (Zwischenabsiebung).

Problematisch ist bei der Siebung von Frischgut der hohe Verschmutzungsgrad und die ungewollte Ausscheidung von organischem Strukturmaterial.

Bei einer Zwischenabsiebung nach der 4. bis ca. 8. Rotteweche werden in der Praxis geringere Maschenweiten (20 – 40 mm) eingesetzt. In frühen Stadien ist von einer Siebung kleiner als 25 mm abzuraten, da aufgrund der noch hohen Abbauintensität und dem damit verbundenen Sauerstoffbedarf die ausreichende Strukturstabilität nicht mehr gegeben wäre. Je nach Rottefortschritt liegt die optimale Maschenweite für die Zwischenabsiebung zwischen 25 und 35 mm.

Die Durchsatzleistungen werden mit 50 - 100 m³ h⁻¹ angegeben.

Eine besonders effektive Reinigungsleistung kann erzielt werden, wenn die Zwischenabsiebung, mit einer Magnetabscheidung (zB Rollenmagnet) sowohl beim Feinkorn- als auch Überkornaustrag kombiniert wird.

Zumindest in Anlagen mit einem Jahresdurchsatz von mehr als 3.000 t biogenen Abfällen aus Haushalten (Biotonne) sollte der Siebüberlauf im Falle einer Rückführung in den Kompostierungsprozess mittels Windsichter gereinigt werden, um eine fortschreitende Anreicherung der Fremdstoff-Leichtfraktion so weit als möglich zu unterbinden.

Magnetabscheider

Einsatz und Funktionsweise von Magnetabscheidern siehe Abschnitt 5.5 „Feinaufbereitung“.

Bei Großanlagen, die eine Vorabsiebung der biogenen Abfälle aus Haushalten durchführen, ist es sinnvoll, diese mit einer Magnetabscheidung zu kombinieren, da hierdurch Schwermetalleinträge (zB Chrom und Zink) reduziert werden können.

Hartstoffabscheider

Einsatz und Funktionsweise von Hartstoffabscheidern siehe Abschnitt 5.5 „Feinaufbereitung“

Windsichter

Windsichter werden bei der direkten Materialaufbereitung aufgrund des hohen Feuchtigkeitsgehaltes und Verschmutzungsgrades der Leichtfraktion (i.W. Plastikfolien) selten eingesetzt. Sie können jedoch effektiv im Zuge einer Zwischenabsiebung (4. – 8. Woche) bei nicht zu hoher Materialfeuchtigkeit eingesetzt werden. Siehe daher Abschnitt 5.5 „Feinaufbereitung“.

5.2.3 Zerkleinerung

5.2.3.1 Funktion der Zerkleinerung im Zuge der Materialaufbereitung

Großstückige, verholzte und daher biologisch schwer abbaubare Materialien wie Äste und Wurzelstöcke müssen zerkleinert werden. Im Rahmen eines ordnungsgemäßen Rottefortschritts hat die Zerkleinerung zwei Hauptfunktionen:

- Schaffung einer möglichst großen mikrobiell angreifbaren Oberfläche zum Ligninabbau,
- Herstellen von strukturbildendem Material in gut mischbarem Zustand zur Abmischung mit in der Regel feuchten Biotonneabfällen oder frischem Grasschnitt oder sonstigen feuchten gewerblichen Abfällen. Ziel ist die Aufrechterhaltung eines für einen aeroben Rotteprozess notwendigen strukturstabilen Materialgefüges und des verfahrensabhängigen Luftporenvolumens, welches zu Beginn der Rotte mindestens 50% betragen sollte.

Für die Schaffung einer möglichst großen, mikrobiell angreifbaren Oberfläche ist eine reißende oder quetschende, auffasernde Arbeitsweise der Werkzeuge (zB Schredder), einer schneidenden vorzuziehen.

Je nach den anfallenden Rohstoffen muss immer ein Vorrat an Schreddergut/Strukturmaterial für die Herstellung einer Materialmischung, die beide Anforderungen erfüllt, vorhanden sein.

5.2.3.2 Mögliche Emissionen

Staub- und Keimemissionen

Durch die Zerkleinerung des Rohmaterials mittels Häckselmaschine ergibt sich eine starke Staubentwicklung und somit Emission der staubgetragenen Pilzsporen.

Für Personen, die sich in diesen Bereichen aufhalten, sind aus arbeitsmedizinischer Sicht besondere Schutzmassnahmen erforderlich.

Bei Arbeiten mit Staubentwicklung ist daher aus arbeitsmedizinischer Sicht generell das Anlegen von Staubmasken (P3) erforderlich. Grundsätzlich haben sich während des Zerkleinerungsvorganges keine Personen ungeschützt im Umfeld des Aggregates aufzuhalten.

Führerkabinen von Ladegeräten müssen klimatisiert und mit außenluftunabhängiger Belüftung (zB mit Pressluft) oder geeigneter Filteranlage (Filterklasse S und Aktivkohlefilter) ausgerüstet sein, die regelmäßig gewartet und gereinigt werden müssen.

Eine Reduktion der Staub- und Keimemissionen kann auch mit dem Einsprühen eines feinen Wassernebels (Nebelkanone) erreicht werden.

Sofern eine bauliche Trennung innerhalb einer geschlossenen Anlage nicht möglich ist, sollte dieser Bereich über eine wirkungsvolle Absaugung verfügen.

Als weitere Maßnahmen zur Reduktion von Keimemissionen wird eine Zerkleinerung mit Langsamläufern empfohlen.

Weitere Anforderungen zur Reduktion von Keimemissionen und arbeitnehmerseitigen Schutzmaßnahmen siehe Abschnitt 4.4.1 und 4.4.2.

Sonstige Maßnahmen des Arbeitnehmerschutzes

Steine und Hartteile können weit weggeschleudert werden, daher ist die Auswurfseite des Gerätes entsprechend zu sichern.

5.2.4 Homogenisieren und Mischen der Ausgangsmaterialien

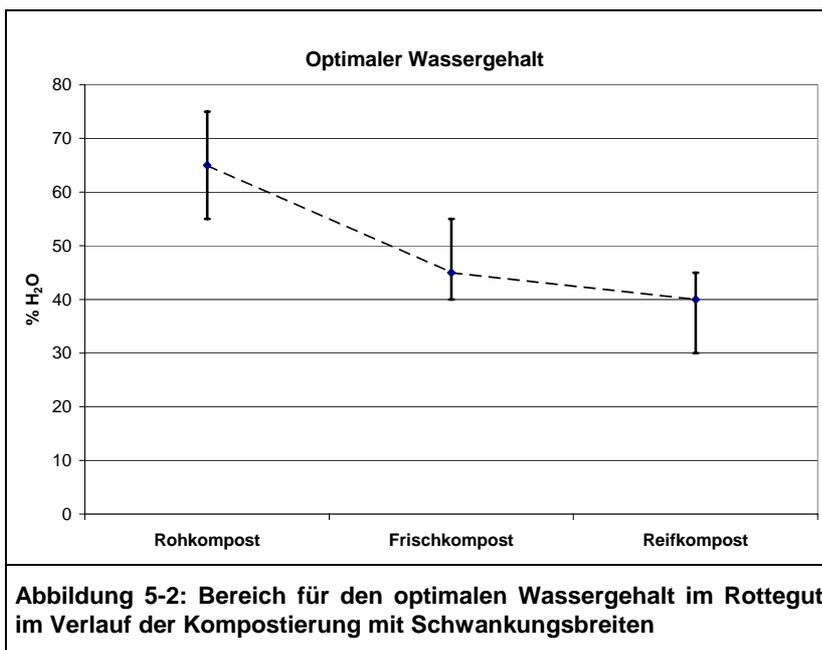
Zentrales Ziel der Konditionierung des Rohmaterials besteht darin, beim "höchstmöglichen" Wassergehalt ein solches Luftporenvolumen sicherzustellen, dass eine dem Rottefortschritt angepasste Sauerstoffversorgung mit einer geringen Zahl zusätzlicher technischer Maßnahmen - Umsetzen, Wasserzugabe u.a. - über einen möglichst langen Zeitraum gewährleistet ist. In geschlossenen System muss ein gleichmäßiges Durchströmen der über drückende oder saugende Belüftung zugeführten Luft erreicht werden.

Um gleichmäßige und damit günstige Rottebedingungen sicherzustellen, ist auf eine möglichst homogene Mischung der verschiedenen biogenen Abfallstoffe herzustellen.

Entsprechende technische Einrichtungen müssen daher stets einsatzbereit sein.

Biologische Substratoptimierung bedeutet für eine „reibunglos-effiziente“ mikrobielle Stoffumsetzung

- die Anwesenheit freien Wassers
- ein ausreichendes Luftporenvolumen
- ein optimales C/N-Verhältnis.



Die Anwesenheit freien Wassers

Der optimale Wassergehalt ist abhängig von der Wasseraufnahmefähigkeit und der Strukturverteilung des Rottegutes.

In homogen hergestellten Ausgangsmischungen zur Kompostierung sind Gesamtwassergehalte bis zu maximal 75 % möglich. Der Optimalbereich sinkt im Verlauf der Rotte (Mineralisierung der organischen Substanz) mit abnehmender Wasserkapazität von 55-75% zu Rottebeginn auf 35-45% zur Abreife.

Ausreichendes Luftporenvolumen

Dieses beträgt ca. 30 - 50%. Unter diesen Bedingungen wird die Zufuhr des Sauerstoffs und dessen Lösung in der flüssigen Phase gewährleistet und die Ableitung des überschüssigen CO₂ ermöglicht. Zugleich wird Wasserdampf freigesetzt und Wärme abgeleitet. Biogene Abfallstoffe mit einem hohen Anteil an strukturschwachen Materialien müssen durch Zumischen von strukturbildenden Zuschlagstoffen in ihren Struktureigenschaften wesentlich verbessert werden. Andernfalls ist vor allem eine natürlich belüftete Rotte nicht möglich. Aber auch für zwangsbelüftete Systeme besteht die Gefahr einer unzureichend gleichmäßigen Durchströmung des Rottekörpers mit Frisch- bzw. Umluft.

C/N-Verhältnis

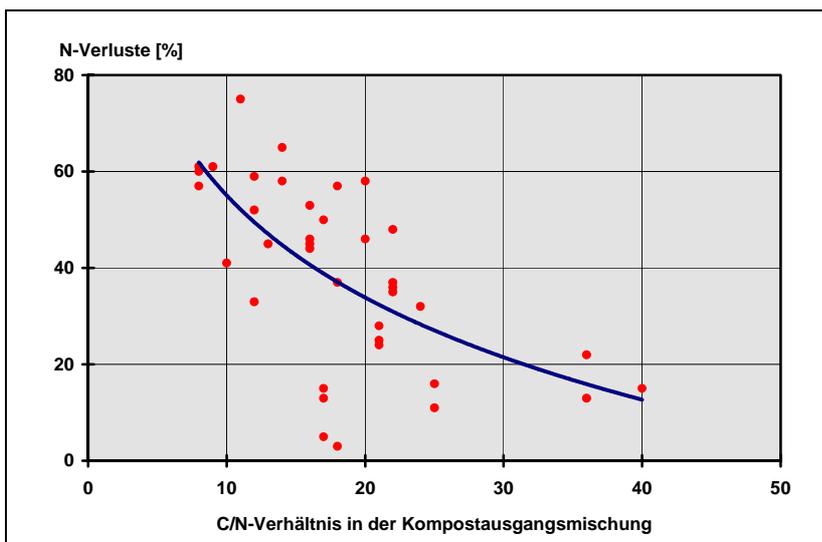


Abbildung 5-3: Stickstoffverlust während der Kompostierung in Abhängigkeit des C/N-Verhältnisses der Kompostausgangsmischung

Es müssen ausgewogene Anteile mikrobiell mobilisierbarer Kohlenstoff- und Stickstoffquellen in homogener Mischung vorliegen, um bei einem Überschuss an leicht verfügbarem Stickstoff hohe Verluste in Form von Ammoniak zu vermeiden.

Als Richtwert kann ein C/N-Verhältnis in der Ausgangsmischung von (20) 25 - 35 (40) : 1 angegeben werden.

Im Anhang sind Beispiele für die Berechnung zur Einstellung des C/N-Verhältnisses in der Kompostausgangsmischung und Orientierungswerte für die C/N-Verhältnisse typischer Ausgangsmaterialien (Tabelle A1) angeführt.

Verfahren der Homogenisierung und Mischung von Kompostausgangsstoffen

Meist erfolgt die Abmischung der einzelnen Kompostausgangsstoffe mit demselben Gerät, das auch für den Umsetzvorgang eingesetzt wird (zB Radlader, Umsetzgerät, Miststreuer). Eigene Mischanlagen (Mischtrommel, Schneckenmischer) sind erst bei hohen Tagesdurchsatzleistungen (ca. 50 t d^{-1}) sinnvoll. Diese weisen jedoch den Vorteil auf, dass über die Aufgabevorrichtung (Aufgabetrichter) Mischungspartner und Zuschlagstoffe sowie Wasser relativ genau zudosiert werden können und im Mischaggregat eine innige Durchmischung erzielt werden kann.

Die häufigste Methode in der Mietenkompostierung ist das schichtweise Aufbringen der einzelnen Komponenten auf der Mietenbahn und das ein- bis mehrmalige Durchfahren mit dem Umsetzgerät.

Dies hat sich besonders bei schwer mischbaren Komponenten (zB Klärschlammkompostierung) bewährt.

Drehtrommeln bringen gute Resultate bei Aufenthaltszeiten von ca. 30 bis 60 Minuten und Drehzahlen von 13 bis 15 U/min. Bei der Verwendung eines dynamischen Vorrottesystems wird das Strukturmaterial der Rottetrommel beigegeben.

Die am häufigsten eingesetzten Mischaggregate sind Schneckenmischer, die neben dem Mischen auch eine Zerkleinerungsfunktion übernehmen.

5.3 Hauptrotte

5.3.1 Einführung und Definition

Die Hauptrotte (oft auch als Intensiv- oder Heißrotte bezeichnet) ist jener Rotteabschnitt, in dem ein *intensiver* Abbau der mikrobiell leicht verfügbaren organischen Eingangssubstanzen und der weiteren Abbauprodukte erfolgt.

Die Hauptrotte wird im Sinne der Prozessführung und hinsichtlich der abzugrenzenden Anforderungen an den Stand der Technik für die anschließende Nachrotte als *thermophile Prozessphase* definiert. Sie ist dann als abgeschlossen anzusehen, wenn die Temperatur dauerhaft 40°C nicht mehr übersteigt.

In Abhängigkeit der Bearbeitungs-, bzw. Belüftungsintensität und der Materialzusammensetzung kann bei sonst ordnungsgemäßer, dem Stand der Technik entsprechender Rotteführung hierfür ein Zeitraum von 5 – 10 Wochen veranschlagt werden.

Die Hauptrotte kann grundsätzlich ein- oder zweistufig geführt werden.

- **Einstufige Hauptrotteverfahren:**

- Alle kontinuierlich nach *einem* Verfahren durchgeführten Rotten bis zum Erreichen der erforderlichen Stabilität für die Nachrotte (typische Mietenkompostierungsverfahren mit regelmäßigem Umsetzen mit und ohne Zwangsbelüftung).

- **Zweistufige Hauptrotteverfahren:**

- Der erste Hauptrotteabschnitt wird meist als *Intensivrotte* in einem geschlossenen/gekapselten technischen Rottesystem (zB Rottebox, -tunnel, -halle) durchgeführt. Das Verfahrensprodukt erreicht jedoch noch nicht die erforderliche Stabilität für die Nachrotte. Nach Auslagerung wird das Rottegut in einer zweiten Hauptrottstufe bis zum Erreichen der erforderlichen Stabilität für die Nachrotte weiterkompostiert. Als Verfahren für die zweite Hauptrottstufe kommen eingehauste oder offene, natürlich oder zwangsbelüftete Mietenrotteverfahren in Frage.

Folgende Verfahrenstypen kommen in Österreich zum Einsatz:

- **offene Mietenkompostierung** mit unterschiedlich häufiger Materialumsetzung mittels Wende- oder Mietenumsatzgeräten, vorzugsweise gekoppelt mit einer Nachbewässerungseinrichtung, natürlich belüftet oder auch mit integrierter Zwangsbelüftung über in den Boden eingebaute Belüftungskanäle, ggf. durch atmungsaktives, wasserableitendes Kompostvlies oder eine Überdachung gegen Niederschlagseinflüsse geschützt.
- Eine Sonderform der Mietenkompostierung stellt die Abdeckung der Mieten mit **semipermeablen Membranen** kombiniert mit Druckbelüftung dar.
- **geschlossene (gekapselte, eingehauste) Mietenkompostierung** mit integrierter Zwangsbelüftung, *mit und ohne* regelmäßiger Materialumsetzung. Bei der Wendetechnik erfolgt die Kompostierung in einer geschlossenen Rottehalle im Druck- oder Saugbetrieb, das Rottegut wird regelmäßig - z. B. wöchentlich umgesetzt und systematisch nachbefeuchtet. Andernfalls handelt es sich um statisch belüftete Tafelmieten ohne Materialumsetzung, wo das Rottegut lediglich im Druck- oder Saugbetrieb belüftet wird (Rottehallen mit Rotteplatten) Letztere werden im Sinne der Prozessoptimierung nicht mehr empfohlen.
- **Containerkompostierung** - geschlossene meist standardisierte Intensivrottemodule im Chargenbetrieb, gegebenenfalls mit Umluftbetrieb und Rückverregnung von Prozess- oder Kondenswasser und mit Prozessregelung.
- **Tunnelkompostierung** - geschlossene Intensivrotte im Chargenbetrieb, mit Zu- und -Umluftbetrieb, Rückverregnung von Prozesswasser, nach Größe und Leistungsfähigkeit den jeweiligen Standortgegebenheiten anpassbar, automatische Prozesssteuerung nach Temperatur- und Sauerstoffmilieu.
- **Boxen- oder Zeilenkompostierung**, in seitlich ummauerten Zeilenmieten mit obligatorischem Umsetzen und Saugbelüftung, allenfalls mit Temperatursteuerung.

5.3.2 Wesentliche Funktionen

- Abbau/Umbau der leicht abbaubaren organischen Substanzen
- die Herstellung eines geruchsarmen Rotteprodukts in 1 oder 2 Verfahrensstufen
- temperaturbedingte Hygienisierung gemäß Abschnitt 4.3 durch Maßnahmen, die gewährleisten, dass das gesamte Material der erforderlichen Temperatur (> 55 °C) über die notwendige Zeit ausgesetzt ist
- Minimierung der Emission von klimarelevanten Gasen (siehe Abschnitt 4.5) und Geruch (Abschnitt 4.1)

5.3.3 Mögliche Emissionen

- Geruch auf Grund der beim Abbau entstehenden Stoffwechselprodukte
- Flüssige Emissionen (zB Prozess-, Kondens- und Niederschlagswasser)
- Staub- und Keimemissionen im Zuge der Materialmanipulation
- Sonstige gasförmige Emissionen
- Lärm durch Belüftungs- und Umsetzaggregate
- Materialverfrachtung im Zuge der Manipulation

5.3.4 Baulich-technische Ausstattung

- Maschinelle Einrichtungen für Beschickung, Entnahme und Manipulation
- Bodenbeschaffenheit der Hauptrottefläche:

Variante A – Bodenabdichtung

- flüssigkeitsdichte Basisabdichtung der Hauptrotteflächen einschließlich erforderlicher Abwassererfassung, ausgenommen Variante B

Variante B – Hauptrotte auf offenem Mutterboden von organischen Abfällen aus dem Garten und Grünflächenbereich bis zu einer Verarbeitungsmenge von maximal 300 m³ pro Jahr und Betrieb. Dabei dürfen an einem Standort nicht mehr als 100 m³ zugleich gelagert bzw. kompostiert werden. Die Voraussetzungen hierfür sind im einzelnen:

- Zulässige Materialien:
 - ⇒ Organische Abfälle aus dem Garten- und Grünflächenbereich gemäß Anlage 1 Teil 1 Kompostverordnung (BGBl. I Nr. 292/2001) mit den Nummern 102, 103, 104, 105 (neu: 92102, 92103, 92104, 92105³⁵), getrennt gesammelte organische Friedhofsabfälle (Nr. 116; neu 9216) sowie Ernterückstände, Stroh, Reben, verdorbenes Saatgut, Stallmist, überlagerte Feldfrüchte u.ä. sofern diese aus dem eigenen Betrieb stammen,
- Das Kompostiergut in der Hauptrotte ist durch Abdeckung mit einem luftdurchlässigen und wasserableitenden Kompostvlies vor Niederschlägen zu schützen.
- Der Standort muss jedenfalls einer Einzelfallbeurteilung unterzogen werden. Die grundsätzlichen Anforderungen an den Standort sind:
 - ⇒ Das Gelände soll eine leichte Neigung aufweisen (ca. 3 %) keine Mulde
 - ⇒ Mindestabstand vom nächsten Oberflächengewässer: > 50 m unter Beachtung der hydrogeologischen Situation
 - ⇒ Mindestabstand von nächster Quell/Brunnenfassung: > 50 m unter Beachtung der hydrogeologischen Situation

³⁵ neue Schlüsselnummern gemäß Novelle zur Abfallverzeichnisverordnung 2005

- ⇒ Nicht innerhalb des HQ-30 Bereiches von Vorflutern
- ⇒ Auf Standorten mit einer geringen Bindigkeit bzw. hohen Durchlässigkeit ist ein jährlicher Standortwechsel erforderlich,
- ⇒ Nicht auf Standorten mit leichten Böden (Tongehalt < 15%)
- ⇒ Nicht in Wasserschutzgebieten (§34 Abs.1 WRG)
- ⇒ Nicht in Grundwassersanierungsgebieten hinsichtlich Nitrat; bei einem geplanten Standort im Schongebiet gelten die jeweiligen Schongebietsverordnungen; nicht in Gebieten entsprechend einer wasserwirtschaftlichen Rahmenverfügung zum Schutze des Grundwasservorkommens gemäß § 54 (1, 2) WRG (BGBl. Nr. 215, in der Fassung BGBl. I Nr. 142/2000).
- ⇒ Nicht in Karstgebieten
- ⇒ Nicht auf Standorten mit Staunässegefahr
- ⇒ Nicht auf Standorten mit einem rechnerisch höchsten Grundwasserstand von weniger als 2 m unter Geländeoberkante
- Vliesabdeckung oder Überdachung in der Haupttrotte:
 - Die Möglichkeit der Vliesabdeckung soll für den Fall von Starkregenereignissen bei offener Dreiecksmietenkompostierung mit Mietenhöhen zum Zeitpunkt des Aufsetzens von bis zu 1,5 m für alle Betriebsgrößen und Materialarten ab einer Jahresniederschlagsmenge von 1.000 mm gegeben sein. Bei Verfahren mit drückender Zwangsbelüftung kann die Vliesabdeckung entfallen. Die Vliesabdeckung erfüllt folgende Funktionen:
 - ⇒ Teilweise Erhaltung des Kondenswassers,
 - ⇒ Ableiten des Niederschlagswassers bei
 - ⇒ gleichzeitiger Gewährleistung des Gasaustausches,
 - ⇒ geringere Austrocknung und damit gleichmäßige Kompostierung auch der Mietenrandschichten
 - ⇒ Abhaltung von Vögeln.

Probleme können sich bei Schneelage und durchnässtem Vlies ergeben. Ein wirtschaftliches und effektives Arbeiten wird durch ein an das Umsetzgerät angebautes Wickelgerät erreicht.
- Eine Überdachung ist bei einem Jahresdurchsatz von mehr als 3.000 t in Gebieten mit einem Jahresniederschlag von mehr als 1.300 mm und, wenn zugleich zumindest eines der folgenden Kriterien zutrifft, erforderlich:
 - Übernahme über einen Zeitraum von 9 Monaten und mehr
 - der Anteil an feuchten, N-reichen Materialien (zB küchenabfallreiche Biotonne, feuchte Abfälle aus der Lebensmittelindustrie, Klärschlamm) beträgt mehr als ca. 25 % (v/v).
- Einrichtung zur regelmäßigen Temperaturmessung:
- Ausstattung zur Sicherstellung des erforderlichen Gasaustausches und der Durchmischung
- Einrichtung, die nach Erfordernis eine Nachbefeuchtung jederzeit ermöglicht

5.3.5 Optionale Zusatzausstattung bzw. Prozesssteuerung

- Sauerstoff-, CO₂- oder Methanmessung im Rottekörper; bei geschlossenen Systemen auch in der Abluft
- Automatisierte Prozesssteuerung und/oder -regelung (über die Prozessparameter Temperatur, Sauerstoff, Kohlendioxid, Wassergehalt) mit Einrichtungen zur Betriebsüberwachung und Erfassung der Prozessdaten (Schreiber, Betriebsstundenzähler, EDV-Leittechnik)
- Überdachung auch bei zB geringeren Durchsatzmengen an biogenen Abfällen bzw. Niederschlagsmengen

- Umhausung bzw. geschlossenes Kompostierungsverfahren

Die Notwendigkeit, die Hauptrotte oder zumindest den ersten Abschnitt der Intensivrotte in geschlossenen Reaktoren oder in Form einer eingehausten Mietenrotte durchzuführen, richtet sich im wesentlichen nach dem Standort und der Wahrscheinlichkeit, mehr als zumutbare Geruchsimmissionen oder eine Keimbelastung bei der benachbarten Wohnbevölkerung zu verursachen. Die Voraussetzungen und die Mindestanforderungen hierfür sind in Abschnitt 4.1.6 (Geruchsemissionen) und 4.4 (Keimemissionen) dargestellt.

5.3.6 Anforderungen an die Betriebsführung und Dokumentation

Sicherstellung eines kontinuierlichen Prozessablaufes → weitestgehender und kontinuierlicher Abbau der leicht abbaubaren Substanzen

- Wie erwähnt ist das Ziel der Hauptrotte, unabhängig vom gewählten Rotteverfahren *einen kontinuierlichen und zügigen Abbau der leicht abbaubaren organischen Substanzen* inkl. der Zwischenabbauprodukte, wie organische Säuren etc. zu gewährleisten. Für diesen aeroben Abbau sind daher die optimalen Milieubedingungen zu schaffen. Dies geschieht i.w. durch
 - die Sicherstellung des Gasaustausches
 - die Einstellung des erforderlichen Wassergehaltes

Sicherstellung des Gasaustausches

- statisch zwangsbelüftete Reaktorsysteme
 - Der Sauerstoffgehalt in der Abluft aus geschlossenen Reaktoren soll als Regelparameter nicht unter 14 % (v/v) sinken.
 - Erforderlich ist eine kontinuierliche Überwachung und Prozessregelung der Belüftungsfunktion.
 - Über ein Sicherheitssystem muss es gewährleistet sein, dass bei Ausfall der Belüftungsanlage, ein Notbetrieb bzw. ein rascher Austrag des Materials möglich ist, um ein Kippen in die Anaerobie zu verhindern.
 - Verteilung und Größe der Belüftungsschlitze/Öffnungen sowie eventuelle Luftleitelemente müssen in Kombination mit der homogenen Verteilung des luftführenden Poren eine gleichmäßige Verteilung der durchströmenden Luft sicherstellen.
 - Zusätzlich zur saugenden oder drückenden Belüftung ist das Rottegut zumindest 1 x pro Woche mechanisch zu wenden, da die Setzungsvorgänge ein ausreichend gleichmäßiges Durchströmen mit Frischluft beeinträchtigen.
- Offenes Mietensystem
 - Über die Maschinenverfügbarkeit muss sichergestellt sein, dass eine Miete bei Bedarf jederzeit umgesetzt werden kann.
 - Für den Bedarfsfall muss immer ausreichend Strukturmaterial vorrätig gehalten werden, um Korrekturen des Strukturgutgehaltes einzelner Chargen vornehmen zu können.
 - Die Umsetzhäufigkeit richtet sich nach den Kriterien:
 - ⇒ Mietenhöhe
 - ⇒ Anteil an Strukturmaterial (Dichte) bzw. stickstoffreichen frischen Ausgangsmaterialien in der Kompostausgangsmischung
 - ⇒ Ziel einer kontinuierlichen, homogenen Rotte (zunächst Abbau und in der Folge Humifizierung und Stabilisierung)
 - ⇒ Ziel einer gleichmäßigen, alle Bereiche umfassenden thermischen Hygienisierung.
 - Mietensysteme mit Mietenhöhen größer ca. 1,5 m zum Aufsetzen sollten vor allem zur Reduktion der Methanemission alle 3 – 4 Tage gewendet werden.

Einstellung des erforderlichen Wassergehaltes

- Während der gesamten Rotte muss die Möglichkeit einer *gleichmäßigen Bewässerung* des Rottegutes in Abhängigkeit von Rottefortschritt, Materialart und Mietenstruktur gewährleistet sein. Dies gilt insbesondere für die Hauptrottephase bis zum Absinken der Mientemperatur unter 40 °C.

Abluftbehandlung

- Die *Abluftbehandlung* ist in geschlossenen Kompostierungsverfahren (zB Rottebox; umhauste Mietenkompostierung auf Schlitzböden) und in offenen Mietenystem mit Saugbelüftung zur Abscheidung der Geruchsstoffe, NMVOC³⁶ und Staub aus der Abluft der Intensivrotte notwendig. Die mit Geruchsstoffen belastete Abluft wird über Biofilterschüttungen geblasen, die die Geruchsstoffe und NMVOC absorbieren. Dem Biofilter vorgeschaltet werden kann ein Luftbefeuchter oder auch ein saurer Wäscher zur effektiven Abscheidung von NH₃ und Staub. Zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit und zu den Grundsätzen des Biofilterbetriebes siehe Abschnitt 4.1 (*Geruchsemissionen*) und 4.5 (*Sonstige gasförmige Emissionen*).

Temperatursteuerung

- Nach Abschluss der temperaturbedingten Hygienisierungsphase (siehe Abschnitt 4.3) ist ein Temperaturbereich < 55 °C sowie ein Wassergehalt über 45 - 55 % anzustreben.
- Langanhaltende Temperaturmaxima > 65 °C sind zu vermeiden (siehe Abschnitt 2 und 4.1).
- Bei geschlossenen Systemen ist die durch die Zwangsbelüftung hervorgerufene Trockenstabilisierung durch entsprechende Zuluftkonditionierung, Materialbefeuchtung und künstliches Abkühlen des Prozesses zu vermeiden.

Sickerwasserentstehung und -behandlung

- In der Regel wird das endogene Prozesswasser und das auf der Rottefläche anfallende Niederschlagswasser gemeinsam in einem flüssigkeitsdichten Sammelbecken gesammelt und zur Bewässerung rückverregnet. Durch die hohe organische Belastung der Sickerwässer und den z.T. anaeroben Bedingungen der Lagerung kann diese Maßnahme zu Geruchsproblemen führen. Eine Belüftung durch Einblasen von Luft oder Rühren, wie dies in der Gülleaufbereitung Stand der Technik ist, und die Zugaben von oberflächenaktiven mineralischen Substanzen (Tonmehle, kalkhaltige Gesteinsmehle u.a.) oder Kohlenstoffquellen (Strohmehl) können hier Abhilfe schaffen.
- Während der Hauptrotte sollte durch einen zügigen Abbau und die an die Wasserkapazität des Materials angepasste Bewässerung der weitgehende Abschluss der Prozesswasserbildung erreicht werden.
- Die Mietenanordnung ist so durchzuführen, dass austretendes Press- und Prozesswasser aus noch nicht vollständig hygienisierten Mieten (Hauptrotte) nicht in Mieten eindringen kann, in denen keine thermische Hygienisierung gemäß 4.3.2.1 erfolgt.

→ Weitere Ausführungen zur Sickerwasserqualität, -behandlung, -verwertung und -entsorgung siehe Abschnitt 4.2.

Maßnahmen der Emissionsminderung

Emissionsmindernde Maßnahmen mit den entsprechenden Anforderungen sind für den Bereich der Hauptrotte in Abschnitt 4 beschrieben.

³⁶ NMVOC ... *Nicht-Methan flüchtige Organische Verbindungen (Non-methane volatile organic compounds)*

Anforderungen an die Dokumentation

Im Betriebstagebuch sind folgende Maßnahmen und Daten unter Angabe des Datums zu vermerken³⁷:

- Zusammensetzung der einzelnen Kompostchargen
- Temperaturmessung
- Feststellen des Feuchtigkeitsgehaltes (es genügt die visuelle Einschätzung oder *Faustprobe*)
- Bewässerungsmaßnahmen
- Umsetzzeitpunkte
- Belüftungsmaßnahmen
- allfällige andere Maßnahmen wie zB Mietenabdeckung, Zwischensiebungen Zusammenlegen von Kompostchargen

³⁷ Eine genaue Beschreibung der Mindestanforderungen zu den erforderlichen Aufzeichnungen während der Kompostierung siehe BGBl. I Nr. 292/2001 Kompostverordnung, Anlage 6 sowie „Fachinformation zur Kompostverordnung“ des BMLFUW (siehe Fußnote 7). Detaillierte Anforderungen zur Dokumentation des Rotteprozesses im Sinne der Hygienisierung siehe Abschnitt 4.3.2.1 „*Dokumentation zur seuchenhygienischen Beurteilung des Rotteprozesses und des Verfahrensablaufes*“

5.4 Nachrotte

5.4.1 Einführung und Definition

Die Nachrotte wird als jener Rotteabschnitt definiert, in dem im Anschluss an die Hauptrotte die Stabilisierung bzw. Humifizierung zum Reif- oder Fertigkompost erfolgt.

Die Hauptrotte kann als abgeschlossen gelten, wenn als Indikator die Temperatur dauerhaft 40 °C nicht mehr übersteigt. Die Nachrotte verläuft demnach im rein mesophilen bis psychrophilen Temperaturbereich < 40 °C, da nach erfolgter Umwandlung der leicht abbaubaren organischen Stoffe der Sauerstoffbedarf und die Energiefreisetzung deutlich reduziert sind.

Die Nachrotte beginnt somit definitionsgemäß – v.a. hinsichtlich der von der Hauptrotte abzugrenzenden Anforderungen an den Stand der Technik – im Anschluss an die 1 – 2-stufig geführte 5 – 10-wöchige Hauptrotte.

Je nach Art und Zusammensetzung der Ausgangsmaterialien (i.w. Strukturanteil und C/N-Verhältnis), der Intensität der Hauptrotteführung, der Bearbeitungsintensität in der Nachrotte und der gewünschten Kompostqualität sind unterschiedliche Nachrottezeiten erforderlich³⁸. Als Maß für eine ausreichende Stabilisierung kann für die Praxis ein dauerhaftes Unterschreiten von 30 °C angegeben werden³⁹.

5.4.2 Wesentliche Funktionen

- Ab- und Umbau von schwerer abbaubaren Substanzen (vorwiegend Zellulose und Lignin), unter meso- bis psychrophilen Bedingungen
- Aus dem Ligninabbau durch die Pilzflora und Eiweißbestandteilen erfolgt die Synthese von Lignoproteiden, den Bausteinen für die Polymerisierung zu Huminstoffen bzw. den Aufbau des Tonmineralhumuskomplexes.
- Stabilisierung durch intensiven Abbau der mikrobiellen Biomasse, auch von seuchenhygienisch relevanten pathogenen Keimen (siehe Abschnitt 4.3)
- Vorbereitung bzw. Herstellung eines emissionsneutralen, qualitativ hochwertigen, für den jeweiligen Anwendungsbereich verwendungsreifen Produktes bis zur Feinaufbereitung

5.4.3 Mögliche Emissionen

- Geruch

Art und Menge der Emissionen werden in der Nachrotte im wesentlichen von folgenden Faktoren beeinflusst⁴⁰:

- Reifestadium des Komposts

Wenn die Dauer bzw. Intensität der Hauptrotte in bezug auf Stoffumsatz und Dauer unzureichend war (zB Trockenstabilisierung in geschlossenen Reaktoren), können die Geruchsstoffemissionen aus der Nachrotte beträchtlich sein. Dies gilt insbesondere bei verkürzter Hauptrotte bei vorübergehender oder dauerhafter Unterdimensionierung der Anlage.

³⁸ Zum Vergleich: in Deutschland wird gemäß VDI 3475 (2003) die Dauer der Nachrottezeit bestimmt durch den in der Intensiv- oder Hauptrotte erzielten Rottegrad (Selbsterhitzung) und kann ca. drei bis zehn Wochen dauern, um Rottegrad V nach dem Selbsterhitzungstest zu erreichen.

³⁹ Zu Beachten ist, dass niedrige Außentemperaturen (< 0 °C) diesen Orientierungswert für die Kompostreife verfälschen können.

⁴⁰ Nach VDI 2003. VDI Richtlinie 3475, Emissionsminderung Biologischer Abfallbehandlungsanlagen – Kompostierung und Vergärung, Anlagenkapazität mehr als ca. 6.000 Mg/a

- Feinkornanteil, Wassergehalt und Temperatur des Komposts, Art des Behandlungsschrittes (Zerkleinerung, Bewegung des Materials)
 - gegebenenfalls Belüftung
 - Sonstige gasförmigen Emissionen; siehe hierzu Abschnitt 4.5.1
 - flüssige Emissionen (Kondenswasser im Zuge der Abluftführung bei einer evtl. zwangsbelüfteten Nachrotte)
- Mit prozessbedingtem Sickerwasser ist in der Regel nicht zu rechnen. Bei Überschreitung der Wasserkapazität des Materials bei gleichzeitig verringertem Vermögen, Wasser zu verdunsten, kann niederschlags- oder bewässerungsbedingtes Sickerwasser auftreten.
- Staub- und Keimemissionen bei zu geringem Wassergehalt des Kompostes während des Umsetzens bzw. im Bereich der Fahr- und Manipulationsflächen
 - Lärm durch Belüftungs- und Umsetzaggregate
 - Verfrachtung von Feinteilen durch Wind bei nicht abgedeckten Mieten

5.4.4 Baulich-technische Ausstattung

Die Nachrotte erfolgt meist in Dreiecks-, Trapez- oder Tafelmieten, teilweise auch in offenen Boxen oder geschlossenen Hallen. Die bauliche Ausführung bzw. die maschinelle Ausstattung der Nachrotte ist in Abhängigkeit von der Leistungsfähigkeit der Hauptrotte auszulegen.

Auch wenn der Sauerstoffbedarf während der Nachrotte deutlich reduziert ist, ist auf einen ausreichenden Gasaustausch zu achten und eine Vernässung durch Bewässerungs- oder Niederschlagswasser zu vermeiden. Aus diesem Grund und unter Hinweis auf die Tatsache, dass in der Nachrotte die Strukturstabilität bereits nachgelassen hat, werden natürlich belüftete Trapez- und Tafelmietensysteme mit Schütthöhen von > 2,50 m ohne Zwangsbelüftung nicht empfohlen.

Die Mindestausstattung umfasst:

- Maschinentechnik für Beschickung und Entnahme
- Einrichtungen zur Temperaturmessung
- Einrichtungen zur Regulierung und Sicherstellung des erforderlichen Wassergehaltes
- Nachrotte auf offenem Mutterboden

Zur Erfüllung der hier angeführten Standardvoraussetzungen ist eine hydrogeologische Beurteilung über die Eignung des Standortes vorzunehmen.

- Grundsätzlich gelten folgende Anforderungen an den Standort
 - ⇒ Das Gelände soll eine leichte Neigung aufweisen (ca. 3 %) keine Mulde
 - ⇒ Mindestabstand vom nächsten Oberflächengewässer: > 50 m unter Beachtung der hydrogeologischen Situation
 - ⇒ Mindestabstand von nächster Quell/Brunnenfassung: > 50 m unter Beachtung der hydrogeologischen Situation
 - ⇒ Nicht innerhalb des HQ-30 Bereiches von Vorflutern
 - ⇒ Auf Standorten mit einer geringen Bindigkeit bzw. hohen Durchlässigkeit ist ein jährlicher Standortwechsel erforderlich,
 - ⇒ Nicht auf Standorten mit leichten Böden (Tongehalt < 15%)
 - ⇒ Nicht in Wasserschutzgebieten (§34 Abs.1 WRG)
 - ⇒ Nicht in Grundwassersanierungsgebieten hinsichtlich Nitrat; bei einem geplanten Standort im Schongebiet gelten die jeweiligen Schongebietsverordnungen; nicht in Gebieten entsprechend einer wasserwirtschaftlichen Rahmenverfügung zum Schutze des Grundwasservorkommens gemäß § 54 (1, 2) WRG (BGBl. Nr. 215/1959, in der Fassung BGBl. I Nr. 142/2000).
 - ⇒ Nicht in Karstgebieten

- ⇒ Nicht auf Standorten mit Staunässegefahr
- ⇒ Nicht auf Standorten mit einem rechnerisch höchsten Grundwasserstand von weniger als 2 m unter Geländeoberkante
- Werden diese Voraussetzungen nicht erfüllt, muss die Nachlagerungsfläche entweder überdacht werden oder es ist eine flüssigkeitsdichte Basisabdichtung der Nachlagerungsfläche vorzunehmen, die eine Erfassung und geordnete Verwertung oder Beseitigung des Oberflächen- und Sickerwassers zulässt. Dies gilt für sämtliche Kategorien an verarbeiteten Ausgangsmaterialien.
- Vliesabdeckung oder Überdachung
 - bei Mietenhöhen kleiner oder gleich 1,5 m, ab einem Jahresniederschlag von mehr als 1000 mm⁴¹
 - bei Mietenhöhen größer als 1,5 m und dem gleichzeitigen Zutreffen der Kriterien:
 - ⇒ ab einem Jahresniederschlag von mehr als 1.300 mm und
 - ⇒ einem Gesamtjahresdurchsatz von mehr als 3.000 t

5.4.5 Anforderungen an die Betriebsführung und Dokumentation

Anforderungen an die Betriebsführung:

- Schaffen der Rahmenbedingungen für den weitergehenden Ab- und Umbau der organischen Substanz über die
 - Sicherstellung des erforderlichen Gasaustausches durch
 - ⇒ regelmäßiges Umsetzen mit oder ohne Zwangsbelüftung (ca. alle 2 – 4 Wochen)

Bei mechanischen Umsetzvorgängen (Schaffung neuer Oberflächen) können Ab- und Umbauvorgänge kurzfristig neuerlich aktiviert werden, wobei auf den dadurch allenfalls erforderlichen Sauerstoffbedarf Rücksicht zu nehmen ist.

In den Wintermonaten bei Temperaturen um den Gefrierpunkt und darunter kann aufgrund der reduzierten biologischen Aktivität in der Nachrotte die Umsetzhäufigkeit deutlich reduziert werden. Mieten mit einer Mietenhöhe von < 1,50 m sollen in dieser Zeit jedenfalls mit Vlies abgedeckt werden, um eine Vernässung durch Schneeschmelze oder Niederschläge zu vermeiden.
 - ⇒ Erhaltung der erforderlichen Strukturstabilität
 - Einstellung der optimalen Materialfeuchtigkeit (ca. zwischen 45 und 55 % i.d. FM)
 - Vermeidung von Trockenstabilisierung bzw. Vernässung.
- Im Sinne der Erhaltung eines überwiegend oxidativen Milieus können Mietenhöhen über 2 m in der Nachrotte nur unter Einhaltung von optimalen Rottebedingungen (Umsetzhäufigkeit, Wassergehalt etc.) befürwortet werden.
- Einstellung der Endfeuchtigkeit auf die nachfolgenden Verwendungs- oder Verarbeitungsschritte (Feinaufbereitung, Nachlagerung, Absackung, Ausbringung u.a.m.).

Anforderungen an die Dokumentation:

Im Betriebstagebuch sind folgende Maßnahmen und Daten – falls durchgeführt respektive erhoben – unter Angabe des Datums zu vermerken:

- Temperaturmessung
- Feststellen des Feuchtigkeitsgehaltes (es genügt die visuelle Einschätzung oder *Faustprobe*)

⁴¹ Die Rotte muss gegen das Endstadium hin wegen der abnehmenden Wasserkapazität und dem geringeren Luftporenvolumen trockener gefahren werden. Neben der Frage der besseren Manipulierbarkeit (Sieben) sollen aber auch Nährstoffauswaschungen aus dem zunehmend mineralisierten Substrat vermieden werden.

- Bewässerungsmaßnahmen
- Umsetzzeitpunkte
- Belüftungsmaßnahmen
- allfällige andere Maßnahmen wie zB Mietenabdeckung, Siebung

5.5 Feinaufbereitung

Die Kompostaufbereitung erfolgt in der Regel im Anschluss an die Nachrotte. Sie kann jedoch zumindest teilweise auch während anderer Rottephasen durchgeführt werden, wobei auf die entsprechende Bearbeitbarkeit (Wassergehalt, Struktur, Geruchspotenzial) zu achten ist.

Die Feinabsiebung bei Maschenweiten < 15 mm zu einem Zeitpunkt, bei dem die Selbsterwärmung noch nicht unter 40 °C gehalten werden kann, ist aufgrund des Verlustes an Strukturstabilität und freiem Luftporenvolumen im Falle einer nachfolgenden Nachlagerung nicht zu empfehlen. Es besteht die Gefahr des Aufbaus großvolumiger reduzierender Bedingungen, die die Stabilisierung bzw. Humifizierung verzögern und zur Denitrifizierung und damit zur Bildung von Ammonium, Ammoniak und zusätzlichen Lachgasemissionen führen können.

5.5.1 Wesentliche Funktionen

Hauptfunktionen der Feinaufbereitung sind:

- (A) Die Herstellung von Feinkompost mit einer für den jeweiligen Anwendungszweck günstigen Körnung, wobei vor allem der noch nicht humifizierte Anteil an verholztem Strukturmaterial abgetrennt wird.
- (B) Die Abtrennung der im Kompost noch vorhandenen Störstoffe, insbesondere Plastik und Metallteile, vor allem bei Komposten aus getrennt gesammelten biogenen Abfällen aus Haushalten (Biotonne).

Wesentliche Maßnahmen:

- Mechanische Abtrennung von Überkornanteilen (Siebung)
- Auslese von Störstoffen (Siebung, Hart- bzw. Leichtstoffsichtung)
- Nachzerkleinerung
- Evtl. Einstellung des Wassergehaltes (um einen günstigen Feuchtigkeitsgehalt für die weitere Feinaufbereitung bzw. Nachlagerung zu erhalten)

5.5.2 Mögliche Emissionen

- Geruch (insbesondere dann, wenn die Feinaufbereitung von noch nicht stabilisiertem, ausgereiftem Kompostmaterial erfolgt)
- Staub- und Keimemissionen
- Lärm
- Materialverfrachtung von Leichtstoffen (zB Feinkompost, Plastikfolien)

5.5.3 Technisch-bauliche Ausstattung

Mindestanforderungen:

- Stationäre oder mobile Siebanlage
- Erfassung und getrennte Lagerung der Siebreste
- Im Falle der Wiederverwendung der Siebreste in der Kompostierung von Bioabfällen aus Haushalten bei zu hohem Plastikanteil: Windsichter zur Abtrennung der Leichtfraktion
- Abluftentstaubung im Falle der Absiebung in geschlossenen Hallen

Optionale Zusatzausstattung:

- Eisenmetallabscheider (kann sowohl für die Feinfraktion als auch für den Siebüberlauf eingesetzt werden)
- Hartstoffabscheider
- Wirbelstromabscheider für Nichteisenmetalle
- Verlade- und Absackeinrichtung (Dosier- und Mischeinrichtungen zur Beigabe von Zuschlagstoffen bei der Herstellung von Kulturerden aus Kompost)
- Überdachung bzw. Einhausung

5.5.4 Anforderungen an die Betriebsführung und Dokumentation

Qualitätskonstanz:

- In Abhängigkeit vom Anwendungsbereich hat eine weitgehende Abtrennung von Störstoffen (zB Glas, Metalle, Steine, Kunststoffe, Überkorn) und die Einstellung des Maximalkorns (Siebfraktion) zu erfolgen.
- Einstellung des Wassergehalts
 - Dieser muss entsprechend des Siebungsgrades und der Wasserkapazität auf die Lager, und Transportfähigkeit des Kompostes hin eingestellt werden.
 - Es ist ausschließlich Frischwasser, getrennt gesammeltes Abwasser von Dachflächen oder aus der Nachrotte zur Befeuchtung zu verwenden.
- Zusammenlegung mehrerer Kompostchargen im Zuge der Feinaufbereitung
 - ausreichende Homogenisierung und gute Durchmischung, um eine konstante Qualität hinsichtlich Nährstoffe und Qualitätsklasse gemäß KompostVo zu gewährleisten
 - Vergabe einer neuen eindeutigen Chargen-Nummer

Störstoffentsorgung, geordnete Lagerung:

- Eindeutig gekennzeichnete Zwischenlagerung (Restmüllbehälter/Container) und nachvollziehbar dokumentierte Entsorgung der abgetrennten Störstoffe
- Vermeidung von Sekundärverunreinigungen vor allem durch Verschleppung von Rohkompost mit den Maschinen (Radlader) bzw. Befeuchtung mit Prozesswasser aus dem Übernahme- oder Hauptrottebereich

Emissionsarmer Betrieb, Arbeitnehmerschutz:

- Geruch
 - ist nur dann zu erwarten, wenn die Aufbereitung von noch nicht stabilisiertem, unausgereiftem Kompostmaterial erfolgt.
 - In diesem Fall sind die in Abschnitt 4.1 besprochenen Vorkehrungen zu treffen, insbesondere Beachtung der kleinklimatischen Bedingungen (Windrichtung, Inversionswetterlage etc. in Abhängigkeit des Anlagenstandortes).
- Arbeitnehmerschutz; Staub- und Keimemissionen
 - Der hohe Anteil an Feinmaterial kann bei geringem Wassergehalt eine hohe Staubentwicklung und dadurch eine entsprechende staubgebundene Emission an Pilzsporen verursachen. Das Material sollte daher einen für die Siebung günstigen Feuchtigkeitsgehalt aufweisen.
 - Die Siebung von unausgereiftem, trockenstabilisiertem Material (evtl. sichtbare Schimmelpilzschichten) sollte jedenfalls unterbleiben.
 - Bei starker Staubentwicklung Staubschutzmaßnahmen (P3-Maske oder Fahrzeugkabine mit Zuluftkonditionierung und Klimaanlage)
- Lärmschutz

- Durchführung der vorgeschriebenen Überprüfung der zulässigen maximalen Lärmpegel der eingesetzten Maschinen
- Tragen von Ohrenschutz im Falle von nicht geschlossenen Dauerarbeitsplätzen (zB bei Fehlen von verschließbaren Fahrerkabinen)
- Materialverfrachtung von Leichtstoffen (zB Feinkompost, Störstoffe)
 - Bei windgeneigten, ausgesetzten Standorten sind zur Vermeidung der Verfrachtung insbesondere von Folien Windschutzvorkehrungen zu treffen:
 - ⇒ Errichtung von Dämmen mit Windschutzbepflanzung oder Windschutzmauern

5.6 Nachlagerung

Im zur Nachlagerung anfallenden Material ist ein großer Anteil des Stickstoffs in den Huminstofffraktionen stabilisiert. Mineralisierung (Abbau) und Humifizierung sowie die Ausbildung des Tonmineral-Humuskomplexes schreiten bei ausreichender Materialfeuchtigkeit langsam jedoch weiter voran. Hieraus ergibt sich jedenfalls die Notwendigkeit einer, wenn auch gedrosselten Sauerstoffversorgung. Da es sich im Nachlager in der Regel um gesiebte Komposte handelt, ist vor allem bei Schüttungen über 1,5 m durch den Eigendruck und das geringe Porenvolumen mit reduzierenden, anaeroben Zonen zu rechnen, welche sich negativ auf deren Qualität auswirken können (zB Denitrifizierung). Bei die Nachlagerung von Komposten in höheren Schüttungen ist daher auf einen hohen Ausreifungsgrad zu achten.

Vernässung und die Auswaschung von Nährstoffen durch Niederschläge ist jedenfalls zu vermeiden.

5.6.1 Wesentliche Funktionen

Hauptfunktionen der Nachlagerung sind:

- Eine der späteren Anwendung adäquate Lagerung eines pflanzenverträglichen und geruchsneutralen Endproduktes
- Bedarfsgerechte Umsetzung und Manipulation bis zur Materialabgabe (Vermarktung, Anwendung)
- Evtl. vollständiges Abklingen der Rottevorgänge
- Kompostvorhaltung zur Überbrückung saisonaler Absatzschwankungen

Wesentliche Maßnahmen:

- Schutz vor Vernässung
- Maßnahmen gegen Austrocknung
- Schutz vor Verunreinigung (bei der Lagerung besteht die Gefahr der Reinfektion durch verunreinigte Bearbeitungsmaschinen, bzw. durch Samenflug)
- Bewegung in regelmäßigen Intervallen oder Belüftung
- Abhängig vom Vermarktungskonzept Verladen als Massenware oder Konfektionierung in Säcken. Durch die Beigabe von unbelastetem Erdaushub, Sanden oder anderen Zuschlagsstoffen können definierte Kulturerden aus Kompost hergestellt werden.

5.6.2 Mögliche Emissionen

- Niederschlagsbedingtes Oberflächenwasser (bei ordnungsgemäßer Lagerung unter Dach oder mit Vliesabdeckung ist nicht mit Sickerwasser zu rechnen)
- Staubemissionen und Verfrachtung von Feinkompost

5.6.3 Technisch-bauliche Ausstattung

Mindestanforderungen:

- Lagerkapazität für zumindest ein Viertel der durchschnittlichen Jahresproduktionsmenge (auch externe Lagerflächen sind zulässig)
- Schutz vor Vernässung und Auswaschung
 - Je nach klimatischen bzw. jahreszeitlichen Bedingungen ist eine Abdeckung mit wasserableitendem Vlies oder eine Lagerung unter Dach vorzunehmen.

Optionale Zusatzausstattung:

- Basisabdichtung der Nachlagerflächen mit Ableitung und Zwischenspeicherung der Oberflächenwässer.

Voraussetzungen für die Nachlagerung auf offenem Boden

- Schutz vor Niederschlägen sämtlicher Komposte durch geeignete Überdachung oder eine atmungsaktive, wasserableitende Abdeckung (Kompostvlies)
 - bei einer Schütthöhe kleiner oder gleich 1,5 m ab einer Jahresniederschlagsmenge von 1.000 mm
 - ab einer Schütthöhe größer 1,5 m ab einer Jahresniederschlagsmenge von 1.300 mm
- Bei fehlender Abdeckung oder Überdachung gelten folgende Anforderungen an den Standort:
 - Das Gelände soll eine leichte Neigung aufweisen (ca. 3%) keine Mulde
 - Mindestabstand vom nächsten Oberflächengewässer: > 50 m unter Beachtung der hydrogeologischen Situation
 - Mindestabstand von nächster Quell/Brunnenfassung: > 50 m unter Beachtung der hydrogeologischen Situation
 - Nicht innerhalb des HQ-30 Bereiches von Vorflutern
 - Nicht auf Standorten mit leichten Böden (Tongehalt < 15%)
 - Nicht in Wasserschutzgebieten (§34 Abs.1 WRG)
 - Nicht in Grundwassersanierungsgebieten hinsichtlich Nitrat; bei einem geplanten Standort im Schongebiet gelten die jeweiligen Schongebietsverordnungen; nicht in Gebieten entsprechend einer wasserwirtschaftlichen Rahmenverfügung zum Schutze des Grundwasservorkommens gemäß § 54 (1, 2) WRG (BGBl. Nr. 215, in der Fassung BGBl. I Nr. 142/2000).
 - Nicht in Karstgebieten
 - Nicht auf Standorten mit Staunässegefahr
 - Nicht auf Standorten mit einem rechnerisch höchsten Grundwasserstand von weniger als 2 m unter Geländeoberkante
- Werden diese Voraussetzungen nicht erfüllt, muss die Nachlagerungsfläche entweder überdacht werden oder es ist eine flüssigkeitsdichte Basisabdichtung der Nachlagerungsfläche vorzunehmen, die eine Erfassung und geordnete Verwertung oder Beseitigung des Oberflächen- und Sickerwassers zulässt.

5.6.4 Anforderungen an die Betriebsführung und Dokumentation

Dauer der Nachlagerung

- Je nach Verwendungszweck, Ausreifungs- bzw. Stabilisierungsgrad, Absatz und Verwertung im Verhältnis zur Durchsatzleistung kann die Nachlagerung mit 0 Tagen bis zu einigen Monaten veranschlagt werden.

- Gesiebter Feinkompost sollte nur dann mit größeren Mietenquerschnitten (grundsätzlich maximal ca. 3 m) gelagert werden, wenn eine ausreichende Stabilisierung dauerhaft erreicht wurde. Je höher die Miete, desto häufiger muss das Material bewegt oder evtl. belüftet werden. Dabei sollte sich das Material nach dem Bewegen (Umsetzen) nicht mehr über 30 °C erwärmen. Andernfalls handelt es sich um Material, das sich in der Nachrotte befindet und den hierfür beschriebenen Anforderungen unterliegt.
- Eine Lagerung größeren Schütthöhen ist hinsichtlich der Qualitätserhaltung nicht geeignet. Sollten aufgrund der gegebenen Verwertungsmöglichkeiten lange Nachlagerzeiten erforderlich sein, ist es jedenfalls sinnvoll, die Feinabsiebung erst kurz vor der Nutzung vorzunehmen. Eine Siebung kann in diesem Fall zunächst nur von jener Menge vorgenommen werden, die für die Beprobung und Kompostbeurteilung im Rahmen der externen Güteüberwachung erforderlich ist (Mindest-Beurteilungsmenge gemäß Anlage 3, KompostVo).

Bewegen der fertigen Komposte

- Da es sich auch bei „Fertig“komposten um aerob biologisch noch aktives Material handelt, muss bei Siebungen unter 15 mm und Schüttungshöhen über ca. 2,5 m durch regelmäßiges Umsetzen für eine ausreichende Sauerstoffversorgung gesorgt werden. Die Umsetzhäufigkeit richtet sich im wesentlichen nach der Restaktivität. Je nach Ausreifungsgrad ist ein Umsetzrhythmus von 3 – 4 Wochen ausreichend.

Sonstige Anforderungen

- Vermeidung von Sekundärkontamination aus hygienischer Sicht (zB durch verunreinigtes Gerät, Prozesswasser aus dem Hauptrottebereich)
- Ordnungsgemäße Kennzeichnung der einzelnen Kompostchargen gemäß KompostVo für eine nachvollziehbare Zuordnung der Kompostdeklaration und -kennzeichnung

Anhang

C/N- Verhältnisse in Kompostausgangsstoffe und Berechnung des C/N-Verhältnisses in der Kompostausgangsmischung

Tabelle A1: C/N-Verhältnisse typischer Kompostausgangsstoffe

Material	C/N- Verhältnis	Material	C/N- Verhältnis
Wirtschaftsdünger		Grünabfälle	
Jauche	2-3	Rasenschnitt	12-25
Hühnerkot	10	Beetabraum	20-60
Mistkompost	10	Kartoffelkraut	25
Hühnermist + Stroh	13-18	Strukturmaterial	23-31
Rindermist (stroharm)	20	Laub	30-60
Pferdemist	25	Laubstreu (Erle, Esche, Hainbuche)	25
Rindermist (strohereich)	30	Laubstreu (Linde, Eiche Birke, Pappel, Buche)	40-60
Bioabfälle		Nadelstreu	30-100
Gemüseabfälle	10-20	Stroh (Gerste/Hülsenfrüchte)	40-50
Essensreste	12-20	Stroh (Hafer)	60
Obstreste	15-25	Stroh (Roggen/Weizen)	100
Haushalts- und Küchenabfälle	20-21	Rinde	100-130
Blumen- u. Pflanzenabfälle	20-60	Baum- und Gehölzschnitt	100-150
Küchenabfälle	23	Sonstiges	
Obst	35	Torf	30-50
Papierabfälle	120-170	Sägemehl (Vollholz)	100-500
		Papier/Karton	200-500

Beispiele für die Berechnung des C/N-Verhältnisses in der Kompostausgangsmischung

(A) Berechnung des resultierenden C/N-Verhältnisses (C/N_M) einer beliebigen Mischung bei gegebenen Mengen an Mischungspartnern ($t_{1...n}$) mit bekanntem C/N-Verhältnissen ($C/N_{1...n}$)

$$C/N_M = \frac{\sum (C/N_{1...n} \cdot t_{1...n})}{\sum t_{1...n}}$$

C/N_M C/N-Verhältnis der resultierenden Mischung

$C/N_{1...n}$ C/N-Verhältnisse der Einzelkomponenten (Mischungspartner) 1 bis n

$t_{1...n}$ Masse der Einzelkomponenten (Mischungspartner) 1 bis n in Tonnen

(B) Berechnung der erforderlichen Zumischung (t_x) eines Mischungspartners mit bekanntem C/N-Verhältnis (C/N_x) zur Einstellung eines erwünschten C/N-Verhältnisses in der Endmischung (C/N_M)

$$t_x = \frac{t_A (C/N_M - C/N_A)}{C/N_x - C/N_M}$$

t_x erforderliche Zumischung in Tonnen einer Einzelkomponente mit bekanntem C/N-Verhältnis

C/N_x bekanntes C/N-Verhältnis zuzumischenden Einzelkomponente

t_A vorliegende Masse einer bestehenden Mischung bzw. einer auf ein gewünschtes C/N-Verhältnis einzustellenden Einzelkomponente

C/N_A C/N-Verhältnis einer bestehenden Mischung bzw. einer auf ein gewünschtes C/N-Verhältnis einzustellenden Einzelkomponente

C/N_M angestrebtes C/N-Verhältnis der resultierenden Mischung

Regelwerke und weiterführende Literatur

Rechtliche Grundlagen Normen und Richtlinien

Gesetze, Verordnungen

- BGBl. Nr. 68/1992. Verordnung über die getrennte Sammlung biogener Abfälle
- BGBl. I Nr. 292/2001. Verordnung über Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen (Kompostverordnung)
- BGBl. I Nr. 115/1997. Immissionsschutzgesetz - Luft, IG-L
- BGBl. II Nr. 237/1998. Verordnung biologische Arbeitsstoffe – VbA, idgF.
- BGBl. Nr. 218/1983. Allgemeine ArbeitnehmerschutzVo – AAV, idgF
- BGBl. Nr. 596/1994. Persönliche Schutzausrüstungen-Sicherheitsverordnung
- BGBl. II Nr. 27/1997. Verordnung des Bundesministers für Arbeit und Soziales über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz (VGÜ)
- BGBl. II Nr. 368/1998. Arbeitsstättenverordnung - AStV
- BGBl. Nr. 186/1996. Allgemeine Begrenzung von Abwasseremissionen in Fließgewässer und öffentliche Kanalisation – AAEV, idgF
- BGBl. II Nr. 9/1999. AbwasseremissionsVo – Abfallbehandlung
- BGBl. Nr. 215/1959. Wasserrechtsgesetz 1959 – WRG 1959 idgF
- Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über das Aktionsprogramm 2003 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen. CELEX Nr. 391L0676
- BGBl. Nr. 111/2002. Gewerbeordnung – GewO 2002
- BGBl. Nr. 102/2002. Abfallwirtschaftsgesetz – AWG 2002 idgF
- BGBl. Nr. 450/1994. ArbeitnehmerInnenschutzgesetz – AschG
- BGBl. I Nr. 143/2000 Tiermehl-Gesetz idgF
- BGBl. II Nr. 141/2003. Bundesgesetz betreffend Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte und Materialien (Tiermaterialengesetz–TMG)
- BGBl. II Nr. 618/2003. Abfallnachweisverordnung
- BGBl. II Nr. 570/2002 AbfallverzeichnisVO idgF (Novelle 2005)
- BGBl. Nr. 697/1993 idF BGBl. Nr. 773/1996. Umweltverträglichkeits - Prüfungsgesetz (UVP-G)
- BGBl. Nr. 495/1993. Umweltinformationsgesetz (UIG)
- BGBl. Nr. 127/1985 idF BGBl. Nr. 299/1989. Bundesgesetz über Umweltkontrolle
- BGBl. Nr. 391/1994. Störfallinformationsverordnung (StIV)
- BGBl. Nr. 185/1993 idgF. Umweltförderungsgesetz (UFG)
- BMLFUW, 2001. Bundesabfallwirtschaftsplan. Teilband: Leitlinien zur Abfallverbringung und Behandlungsgrundsätze.
- MAK-Werte-Liste Kundmachung des Bundesministers für Arbeit und Soziales vom 28. Dezember 1994, Zahl 61.720/10-4/94, über Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Technische Richtkonzentrationen (MAK-Werte-Liste), Amtliche Nachrichten Arbeit, Gesundheit, Soziales, 48. Jg., Sondernummer 2/1993
- LBGl. Nr. 11/1930 idF LGBL. Nr. 42, 43, 44 und 45/1996. Bauordnung für Wien
- LGBL. Nr. 39/1972 idF 15/1996. Vorarlberger Baugesetz
- LGBL. Nr. 33/1989 idF 81/1994. Tiroler Bauordnung
- LGBL. Nr. 59/1995. Steiermärkisches Baugesetz

- LGBl. Nr. 69/1968 idFLGBl. Nr. 13/1995. Bebauungsgrundlagengesetz (Salzburg)
- LGBl. Nr. 66/1994 idF LGBl. Nr. 5/1995. OÖ Bauordnung
- LGBl. Nr. 129/1996. Bauordnung für NÖ
- LGBl. Nr. 62/1996. Kärntner Bauordnung
- LGBl. Nr. 13/1970 idF LGBl. Nr. 11/1994. Burgenländische Bauordnung

ÖNORMen

- ÖNORM S 2007. Abfallwirtschaft - Biologische Abfallbehandlung - Begriffe
- ÖNORM S 2020. Biofiltermaterialien auf Kompostbasis - Anforderungen und Prüfparameter
- ÖNORM S 2021. Kultursubstrate - Qualitätsanforderungen und Untersuchungsmethoden
- ÖNORM S 2027-1. Stabilitätsparameter zur Beurteilung von mechanisch-biologisch vorbehandelten Abfällen - Teil 1: Atmungsaktivität (AT4)
- ÖNORM S 2027-2. Stabilitätsparameter zur Beurteilung von mechanisch-biologisch vorbehandelten Abfällen - Teil 2: Gasspendensumme im Inkubationstest (GS21)
- ÖNORM S 2027-3. Stabilitätsparameter zur Beurteilung von mechanisch-biologisch vorbehandelten Abfällen - Teil 3: Gasbildung im Gärttest (GB21)
- ÖNORM S 2100 Abfallkatalog
- ÖNORM S 2201. Kompostierbare Abfälle - Qualitätsanforderungen
- ÖNORM S 2203 (Entwurf). Anforderungen an Kulturerden aus Kompost
- ÖNORM S 2204. Kompost - Hygieneanforderungen - E. coli, Salmonella sp., Listeria sp., Campylobacter sp. - Probenahme, Untersuchungsmethoden, Ergebnisdarstellung
- ÖNORM S 2205 „Technische Anforderungen an Kompostierungsanlagen zur Verarbeitung biogener Abfälle“
- ÖNORM S 2206-1. Anforderungen an ein Qualitätssicherungssystem für die Herstellung von Komposten - Teil 1: Grundlagen für die Qualitätssicherung eines Betriebes und der betriebsinternen technischen Abläufe
- ÖNORM S 2206-2 (Entwurf). Anforderungen an ein Qualitätssicherungssystem für Komposte - Teil 2: Festlegung der Aufgaben und Vorgaben für eine Qualitätssicherungsorganisation
- ÖNORM S 5021-1 Schalltechnische Grundlagen für die örtliche und überörtliche Raumplanung und Raumordnung

Richtlinien, Merkblätter, Leitfäden

- BMLFUW, 2002. Fachinformation zur Kompostverordnung (BGBl. II 292/2001). Leitfaden zum Herstellen, Inverkehrbringen, und zur Anwendung des Produktes Kompost gemäß Kompostverordnung. [Teil 1: für Komposthersteller, die nicht mehr als 150 m³ Kompost mittel Direktabgabe in Verkehr bringen; Teil 2: Für Komposthersteller, die mehr als 150 m³ Kompost abgeben und ausschließlich Materialien der Anlage 1 Teil 1 („Biogene Abfälle“) sowie Zuschlagstoffe verarbeiten]. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien; <http://www.lebensministerium.at/umwelt/>
- Amt der NÖ Landesregierung, 1995. Standardvarianten für dezentrale Kompostierungsanlagen
- LASI LV 13, 1997. Leitlinien für den Arbeitsschutz in biologischen Abfallbehandlungsanlagen., Oktober 1997
- ÖKL-Baumerkblatt 24a, Technische Richtlinien für die Errichtung einer Düngeraufbereitungsplatte für die bäuerliche Kompostierung, 1993
- ÖWAV RB 402. Einfache Analysenverfahren auf Abfallbehandlungsanlagen – Teil 2: Eingangs-, Verfahrens- und Endproduktkontrolle auf Kompostierungsanlagen
- ÖWAV RB 508. Musterbetriebsprotokoll für Kompostierungsanlagen (teilweise überholt durch die Anforderungen der Kompostverordnung; siehe BMLFUW (2002))

- ÖWAV RB 513. Betrieb von Biofiltern.
- GIRL, 2004. Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (Geruchsimmissions-Richtlinie - GIRL -) in der Fassung vom 21. September 2004; mit Begründung und Auslegungshinweisen.
<http://www.hlug.de/medien/luft/emisskassel/dokumente/GIRLneu20040921.pdf>
- ÖAL-Richtlinien des Österreichischen Arbeitsring für Lärmbekämpfung; <http://www.oal.at/>
- Reinthaler, F.F., Wüst, G., Haas, D., Marth, E. 2000. Biologische Arbeitsstoffe in der Abfall- und Abwasserwirtschaft, Branchenkonzept im Auftrag der AUVA

Europäisches Recht

- Richtlinie des Rates (EC) Nr. 61/1996 vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung, Amtsblatt der EU Nr. L 257 vom 10.10.1996, S. 0026 – 0040
- Verordnung (EC) Nr. 1774/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 3. Oktober 2002 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte“ (HygieneVO)
- Richtlinie des Rates (EG) Nr. 31/1999 vom 26. April 1999 über Abfalldponien idgF.
- Verordnung (EG) Nr. 2092/91 vom 24. Juni 1991 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel, idgF
- Richtlinie (EG) Nr. 676/91 des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen

Einschlägige deutsche Regelwerke

- Anonym, 1986. Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) vom 27.02.1986, Bundesrepublik Deutschland
- Anonym, 1990. Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) vom 14. Mai 1990, Bundesrepublik Deutschland, BGBl. I, S. 880, zuletzt geändert am 26.09.2002
- Anonym, 1994. Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz - KrW-/AbfG) vom 27. September 1994, Bundesrepublik Deutschland, BGBl. I 1994 S. 2705; 1996 S. 1354; 1998 S. 509, 1485, 2455, Zuletzt geändert am 21. 8.2002
- Anonym, 1998. Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung - BioAbfV) vom 21. September 1998, Bundesrepublik Deutschland, BGBl. I, S. 2955
- Anonym, 1998b. Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Artikel 1 des Gesetzes zum Schutz des Bodens) vom 17. März 1998, Bundesrepublik Deutschland, BGBl I 1998, S. 502, zuletzt geändert am 09.09.2001
- Anonym, 2002. Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) vom 24. Juli 2002, Bundesrepublik Deutschland, GMBL. 2002, Heft 25 – 29, S. 511 – 605
- DIN EN 13725 „Luftbeschaffenheit - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie“, 2003 (ISO 5492, 1992, Sensory Analysis–Vocabulary).
- Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutz-Gesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), fortlaufend aktualisiert/VDI Richtlinie 3477 (Entwurf): Biologische Abgasreinigung, Biofilter. Berlin, Beuth-Verlag, 2002
- GIRL, 2004. Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (Geruchsimmissions-Richtlinie - GIRL -) in der Fassung vom 21. September 2004; mit Begründung und Auslegungshinweisen.
<http://www.hlug.de/medien/luft/emisskassel/dokumente/GIRLneu20040921.pdf>

- RAL GZ 151, 1996. Kompost Gütesicherung: Hrsg. Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., Beuth Verlag GmbH, D-10772 Berlin
- VDI 3475 Blatt 1 2003-01: Emissionsminderung; Biologische Abfallbehandlungsanlagen - Kompostierung und Vergärung - Anlagenkapazität mehr als ca. 6000 Mg/a; Berlin; Beuth-Verlag
- VDI 3475 Blatt 2 (Entwurf) 2003-11: Emissionsminderung; Biologische Abfallbehandlungsanlagen - Kompostierung und (Co-)Vergärung - Anlagenkapazität bis ca. 6.000 Mg/a; Berlin – Beuth-Verlag
- VDI 3477, 2004-11: Biologische Abgasreinigung - Biofilter, Berlin – Beuth-Verlag
- VDI 3881 Blatt 1 bis 4: Olfaktometrie - Geruchsschwellenbestimmung. Berlin, Beuth-Verlag, 1986-1989, Berlin – Beuth-Verlag
- VDI 3881 Blatt 1, 1986-05: Olfaktometrie, Geruchsschwellenbestimmung - Grundlagen, Berlin – Beuth-Verlag
- VDI 3881 Blatt 2, 1987-01: Olfaktometrie, Geruchsschwellenbestimmung - Probenahme, Berlin – Beuth-Verlag
- VDI 3881 Blatt 3, 1986-11: Olfaktometrie, Geruchsschwellenbestimmung - Olfaktometer mit Verdünnung nach dem Gasstrahlprinzip, Berlin – Beuth-Verlag
- VDI 3881 Blatt 4 (Entwurf), 1989-12. Olfaktometrie, Geruchsschwellenbestimmung - Anwendungsvorschriften und Verfahrenskenngrößen, Berlin – Beuth-Verlag
- VDI 3882 Blatt 1, 1992-10: Olfaktometrie – Bestimmung der Geruchsintensität, Berlin – Beuth-Verlag
- VDI 3882 Blatt 2, 1994-9. Olfaktometrie – Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung, Berlin – Beuth-Verlag
- VDI 3883 Blatt 1, 1997-7. Wirkung und Bewertung von Gerüchen - Psychometrische Erfassung der Geruchsbelästigung - Fragebogentechnik, Berlin – Beuth-Verlag
- VDI 3883 Blatt 2, 1993-3. Wirkung und Bewertung von Gerüchen; Ermittlung von Belästigungsparametern durch Befragungen; Wiederholte Kurzbefragung von ortsansässigen Probanden, Berlin – Beuth-Verlag
- VDI, 3940, 1993-10. Bestimmung der Geruchsstoffimmission durch Begehung, Berlin – Beuth-Verlag
- VDI 3940 Blatt 1 (Entwurf), 2003-11: Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen; Bestimmung der Immissionshäufigkeit von erkennbaren Gerüchen; Rastermessung. Berlin – Beuth-Verlag
- VDI 3940 Blatt 2 (Entwurf), 2003-11: Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen; Bestimmung der Immissionshäufigkeit von erkennbaren Gerüchen; Fahnenmessung, Berlin – Beuth-Verlag

Auswahl an weiterführender Literatur

- Amlinger, F., Favoino, E., Pollak, M., Peyr, S., Centemero, M., Caima, V., 2004. Heavy Metals and Organic Compounds from Wastes Used as Organic Fertilisers. EU Commission, DG ENV. <http://europa.eu.int/comm/environment/waste/compost/index.htm>
- Amlinger F., Hildebrandt U., Müsken J., Cuhls C., Peyr S., Clemens, J., 2005. Stand der Technik der Kompostierung - Grundlagenstudie. Hrsg: BMLFUW, Wien.
- Bidlingmaier et al., 1997. Geruchsemissionen von Kompostanlagen. Dimensionierungswerte für offene und geschlossene Anlagen
- Binner, E., Achtig, S., Diebold, W., Lechner, P., et al. 1993. Technische Kompostierungssysteme – Kurzbeschreibung .In: Amlinger et al.. Handbuch der Kompostierung – Ein Leitfaden für Praxis, Verwaltung, Forschung. Hrsg: Ludwig Boltzmann-Institut für biologischen Landbau und angewandte Ökologie, Wien,
- Binner, E., Lechner, P., Smidt, E., 2004. Biologische Behandlung. In: Lechner, P. (Hrsg.). Kommunale Abfallbehandlung. Facultas Universitätsverlag, UTB 2114, Wien, S. 137-194.
- BMLFUW, 2002. Richtlinie für die mechanisch-biologische Behandlung von Abfällen. http://gpool.lfrz.at/gpoolexport/media/file/mba_richtlinie2.pdf

- Fiebiger et al., 1994. Die Landwirtschaftliche Kompostierung in Niederösterreich. Ökosoziale Schriftenreihe der landwirtschaftlichen Koordinierungsstelle für Bildung und Forschung, Tulln.
- Gronauer et al., 1997. Bioabfallkompostierung, Verfahren und Verwertung. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Schriftenreihe Heft 139
- Wiemer & Kern, 1994. Referenzhandbuch Bioabfall 1994/95. Abfallwirtschaft. Neues aus Forschung und Praxis. Baeza-Verlag, Witzenhausen.
- Wiemer & Kern, 1998. Kompostatlas 1998/99 – Referenzhandbuch für Kompostierungsanlagen, Anaerobanlagen, Mechanisch-biologische Restabfallbehandlungsanlagen sowie Aggregate. Baeza-Verlag, Witzenhausen.
- Müsken, J., 2000. Bemessungsgrößen zur Erstellung von Emissionsprognosen für Geruchsstoffe aus Kompostierungsanlagen für Bioabfälle, Studienreihe Abfall Now, Band 20, Verlag ABFALL NOW, Stuttgart
- Müsken, J., 2001. Einfluss der Betriebsführung auf die Emissionscharakteristik einer Kompostanlage; in: Bioabfallkompostierung – Neue Entwicklungen und Lösungsmöglichkeiten zur Reduzierung von Geruchsemissionen, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hrsg.), Wiesbaden
- Ottow, J. C. G., Bidlingmaier, W. (Hrsg.), 1997. Biotechnologische Verfahren zur Behandlung fester Abfallstoffe; Umweltbiotechnologie, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart