



**Bioabfallstudie Schleswig-Holstein 2016:
Zukunft der Verwertung von Bioabfällen in Schleswig-Holstein**

Berlin, November 2016

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	8
1 Vorbemerkung	9
2 Untersuchungsgegenstand und Projektziele	10
3 Entwicklung und Stand der Bioabfallerfassung in Schleswig-Holstein ..	11
3.1 Trends auf Bundesebene	11
3.2 Erfassung von Grüngut aus privaten Haushalten.....	12
3.3 Erfassung von Biogut aus privaten Haushalten	16
3.3.1 Entwicklung der Bioguterfassung.....	16
3.3.2 Einflussgrößen auf die spezifischen Biogutmengen.....	19
3.4 Potential organischer Abfälle im Restabfall.....	25
3.5 Zwischenfazit.....	28
4 Qualität und Quantität von Biogut.....	30
4.1 Definition von Fremdstoffen im Biogut	30
4.2 Fremdstoffe in Biotonnen aus unterschiedlichen Bebauungsstrukturen	32
4.3 Zulässige Fremdstoffgehalte in Biogut . Ansatz der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.	36
4.4 Einflussmöglichkeiten der Gebietskörperschaften auf die Qualität der getrennt gesammelten Bioabfälle	37
4.4.1 Ergebnisse der Fragebogenerhebung	38
4.4.2 Trennanweisungen.....	40
4.5 Exkurs: biologisch abbaubare Werkstoffe (BAW)	42
4.6 Fazit zur Frage von Qualität und Quantität bei der Bioguterfassung	45
5 Stand der Verwertung von Biogut in Schleswig-Holstein.....	47
5.1 Entwicklung der Verwertungswege und des Anlagenbestandes	47
5.2 Produkte der Biogutverwertung 2015.....	50
5.3 Bedeutung der Biogutverwertung	56
5.3.1 Abfallwirtschaftliche Rolle	56
5.3.2 Kompost als Bodenverbesserer.....	56
5.3.3 Biogas als Beitrag zum Klimaschutz.....	59

5.4	Anstehende Änderungen gesetzlicher Rahmenbedingungen und mögliche Auswirkungen.....	62
5.4.1	EEG Novelle 2017	62
5.4.2	Novelle der TA Luft.....	63
5.4.3	Novelle der Bioabfallverordnung.....	64
5.4.4	Novelle Düngeverordnung	64
5.5	Zwischenfazit.....	66
6	Fremdstoffbelastung der Komposte und Gärreste	66
6.1	Ausgangssituation	67
6.2	Grenzwerte für Fremdstoffgehalte in Komposten.....	68
6.3	Fremdstoffgehalte der Komposte aus Anlagen in Schleswig-Holstein.....	69
6.4	Maßnahmen der Betreiber zur Fremdstoffseparierung	71
6.4.1	Ist-Situation	71
6.4.2	Grenzen der Fremdstoffabtrennung.....	76
6.4.3	Maschinentechnische Weiterentwicklungen.....	79
6.4.4	Biologische Trocknung und Siebung von Siebresten	81
6.4.5	Zentrale Nachaufbereitung von Siebresten.....	81
6.4.6	Ausblick.....	82
7	Wirtschaftliche Aspekte der Fremdstoffbelastung	83
7.1	Aktuelle Situation aus Betreibersicht	83
7.2	Kostenaufwand der Fremdstoffabtrennung.....	84
7.2.1	Normierte Behandlungskosten und Marktpreise	84
7.2.2	Aktuelle Kosten für die Fremdstoffentsorgung	86
7.2.3	Wirtschaftlichkeit zusätzlicher Aufbereitungsmaßnahmen	88
8	Einfluss der Novelle der Düngeverordnung auf die Bioabfallverwertung	89
8.1	Hintergrund.....	89
8.2	Nährstoffsituation landwirtschaftlicher Flächen in Schleswig-Holstein.....	89
8.3	Novelle der Düngeverordnung	91
8.4	Mögliche Auswirkungen der Novelle der Düngeverordnung.....	93
9	Zusammenfassung.....	96
10	Fazit und Empfehlungen	99

11	Danksagung.....	101
12	Literaturverzeichnis	102
	Anhang: Einstufung der fremdstoffhaltigen Fraktionen im Output.....	106

Abbildungsverzeichnis

Bild 3-1:	Durchschnittliche Grundstücksgrößen nach Bundesländern [uec 2014]	13
Bild 3-2:	Entwicklung der den örE überlassenen einwohnerspezifischen Grüngutmengen	15
Bild 3-3:	Vergleich der nach Siedlungsstrukturen differenzierten einwohnerspezifische Biogutmenge in kg/E,a für die Jahre 2009 und 2014	17
Bild 3-4:	Erwiesene Einflussfaktoren auf die Höhe der erfassten Biogutmengen	19
Bild 3-5:	Anforderungen an die Befreiung von der Biotonne (Mehrfachnennung möglich)	20
Bild 3-6:	Einfluss des bereitgestellten Behältervolumens auf die spezifische Biogutmenge der örE in Schleswig-Holstein (Daten der Fragebogenerhebung]	22
Bild 3-7:	Einfluss des bereitgestellten Behältervolumens je angeschlossenen Einwohner auf die spezifische Biogutmenge der örE in Schleswig-Holstein [Daten der Fragebogenerhebung, eigene Berechnung]	23
Bild 3-8:	Häufigkeit der in Schleswig-Holstein zur Biogutsammlung genutzten Behälertypen in % des bereitgestellten Behältervolumens [Daten der Fragebögen, eigene Berechnung]	24
Bild 3-9:	Zusammensetzung von Restabfall der Stadt Kiel 2012 [Kiel 2014]	26
Bild 3-10:	Organik im Restabfall in Abhängigkeit der Restmüllmenge in Gebieten mit Biotonne [UBA 2015; geändert]	27
Bild 3-11:	Optimierung der Erfassung von Küchenabfälle als Teil der sAktion Biotonne%(BIOTONi, Papiersack, Einwickelblock) [Aktion Biotonne 2016]	29
Bild 4-1:	Ergebnisse zu Gehalten an Fremdstoffen (Nicht-Zielfraktion) in Biotonnen unterschiedlicher Sammelgebiete (Ma.-% bezogen auf Frischmasse) [uec 2016]	32
Bild 4-2:	Einwohnerspezifische Fremdstoffe in Biogut im Land Berlin	33
Bild 4-3:	Fremdstoffgehalte aus Sammeltouren in Städten und Gemeinden des Kreises Steinfurt [Daal 2016, eigene Darstellung]	34
Bild 4-4:	Ergebnisse der Fragebogenerhebung; Sind Ihnen gegenüber Probleme mit Fremdstoffen im Biogut benannt worden?	38
Bild 4-5:	Ergebnisse der Fragebogenerhebung: Durch wen wurden Sie über die Probleme informiert (Mehrfachnennungen möglich)?	38

Bild 4-6:	Ergebnisse der Fragebogenerhebung: Welche Maßnahmen ergreifen Sie als öRE, um der Fremdstoffbelastung entgegen zu wirken? (Mehrfachnennung möglich)	39
Bild 4-7:	Ergebnisse der Fragebogenerhebung: Welche Möglichkeiten der Information und Öffentlichkeitsarbeit nutzen Sie	39
Bild 4-8:	Ergebnisse der Fragebogenerhebung: Welche Kontroll- und Sanktionsmaßnahmen nutzen Sie (Mehrfachnennungen möglich)?	40
Bild 4-9:	Beispiel für nicht vollständig anaerob abgebaute BAW-Beutel [Daal 2016]	43
Bild 4-10:	Meinungsbild der öRE zum Einsatz von BAW	44
Bild 4-11:	Angebote der öRE zur Sammlung in Haushalten; bereitgestellt werden:	45
Bild 5-1:	Entwicklung des Anlagenbestandes im Bundesland Schleswig-Holstein	49
Bild 5-2:	Vereinfachte Blockschemata der in Schleswig-Holstein eingesetzten Verfahrenstechnik zur Biogutverwertung	51
Bild 5-3:	Stoffstrombilanz für die Biogutverwertung (ohne Freie und Hansestadt Hamburg)	55
Bild 5-4:	Stoffstrombilanz für die Biogutverwertung (mit Freie und Hansestadt Hamburg)	55
Bild 5-5:	Gesamt-Nährstoffgehalte der Komposte aus Schleswig-Holstein	58
Bild 5-6:	Lösliche Nährstoffgehalte der Komposte aus Schleswig-Holstein	59
Bild 5-7:	Spezifischer Biogasertrag in Abhängigkeit vom oTS-Anteil und der Jahreszeit [Daten u.e.c. Berlin]	60
Bild 5-8:	Spezifischer Biogasertrag (bezogen auf den Anlageninput) von Anlagen in Schleswig-Holstein	61
Bild 5-9:	Schwermetallkonzentrationen in Komposten und Gärresten aus Schleswig-Holstein im Vergleich zu Grenzwerten der BioabfallV	65
Bild 6-1:	Fremdstoffgehalte, ausgedrückt als Flächensummenwert, für Komposte und Gärreste aus Schleswig-Holstein	69
Bild 6-2:	Fremdstoffkonzentration nach BGK e.V. in Komposten/Gärresten aus Schleswig-Holstein	70
Bild 6-3:	Vereinfachtes Blockschema der Nassvergärungsanlage Lübeck [Adler 2014], bearbeitet	73
Bild 6-4:	Standardverfahren zur Fremdstoffabtrennung aus Kompost, Variante 1 und 2	75
Bild 6-5:	Beispielhafte Prozessführung bei der Nachaufbereitung von festen Gärresten, Variante 3	76

Bild 6-6:	Beispielhafte Korngrößenverteilung von Kunststofffolien in Rohkompost [Jeremias 2016]	77
Bild 6-7:	Aufbereitung von Kompost durch Siebung, Sichtung und NIR-Sortierung	80
Bild 6-8:	Schwergut (links) und Kunststofffraktion (rechts) aus der Kompostaufbereitung mittels Sichter und NIR [RTT-Steinert 2016]	81
Bild 6-9:	Verfahrensschema einer zentralen Aufbereitungsanlage für Siebüberläufe der Kompostierung	82
Bild 7-1:	Normbehandlungskosten für die diskontinuierliche Trockenvergärung in Abhängigkeit vom Durchsatz in "/Mg (netto, ohne Fremdstoffentsorgung, ohne Wagnis + Gewinn)	85
Bild 7-2:	Normbehandlungskosten für die kontinuierliche Trockenvergärung in Abhängigkeit vom Durchsatz in "/Mg (netto, ohne Fremdstoffentsorgung, ohne Wagnis + Gewinn)	85
Bild 7-3:	Entsorgungskosten je Mg Biogut bei variierenden Mengen und spezifischen Kosten der Reststoffe	87
Bild 8-1:	Stickstoffüberschüsse in kg/ha der landwirtschaftlich genutzten Flächen in Schleswig-Holstein	90
Bild 8-2:	Stickstoff-Flächenbilanz-Salden 2010 auf Naturraumbene (derzeit diskutierter Maximalwert für eine gute fachliche Praxis: + 50 kg N/ha)[Taube et al. 2015] und Anlagenstandorte	91
Bild 8-3:	Viehbesatzdichte in Schleswig-Holstein [Grundlage: Thünen-Institut 2016]	94

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1:	Stand der Bioguterfassung in Schleswig-Holstein für die Jahre 2009, 2014 und 2015	18
Tabelle 3-2:	Anschlussgrad an die Biotonne und spezifische Biogutmengen 2015 [Daten zum Anschlussgrad und zur Biogutmenge gem. Fragebogen]	21
Tabelle 4-1:	Beispiel zur prozentualen Zusammensetzung von Biogut aus zwei Hamburger Siedlungsstrukturen [u.e.c. 2015, unveröffentlicht]	35
Tabelle 4-2:	Auswertung der Informationsmaterialien schleswig-holsteinischer öRE	41
Tabelle 5-1:	Vergleich von Schwermetallkonzentrationen von Komposten mit Grenzwerten der Bioabfallverordnung	66
Tabelle 6-1:	Fremdstoffdefinitionen und derzeit noch zulässige Konzentrationen für Kompost und Gärrest	68
Tabelle 6-2:	Systematisierung der Aufbereitungstechnik zur Fremdstoffabtrennung in den schleswig-holsteinischen Anlagen, Stand 2016	72
Tabelle 11-1:	Auszug aus dem Europäischen Abfallverzeichnis, Stand 2016	106

1 Vorbemerkung

Die bisherige Leistungsbilanz der Erfassung und Verwertung von Bioabfällen im Land Schleswig-Holstein ist in zweierlei Hinsicht beeindruckend:

- Die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (örE) im Bundesland Schleswig-Holstein haben in den 90er Jahren die getrennte Erfassung und Verwertung von Biogut eingeführt, seit 2005 ist das System flächendeckend und damit bereits lange vor dem 01.01.2015, einem im Kreislaufwirtschaftsgesetz verbindlich geregelten Termin, verfügbar.
- Nachdem zunächst die Verwertung überwiegend mittels Kompostierung erfolgte, wird mittlerweile der überwiegende Biogutanteil sowohl energetisch (Biogas) als auch stofflich (Kompost) verwertet.

Damit nimmt Schleswig-Holstein in Deutschland eine führende Position bei der Erfassung und Verwertung von Bioabfällen ein. Die im Abfallwirtschaftsplan des Landes vorgenommene Situationsbewertung ergab allerdings, dass sowohl auf dem Gebiet der Erfassung als auch auf dem der Verwertung prinzipiell noch Ansätze zur Optimierung bestehen. So wurde beispielsweise ein Ausbau der getrennten Erfassung als Ziel formuliert.

Die abfallwirtschaftlich sinnvolle Steigerung der getrennt erfassten Biogutmengen und deren hochwertige Behandlung setzt jedoch voraus, dass vor allem die erzeugten Komposte und Gärprodukte verwertet werden können und die wirtschaftlichen Aufwendungen zur Sicherung der Produktqualität im Rahmen bleiben. In diesem Kontext stimmt bedenklich, dass die Betreiber der Bioabfall-Verwertungsanlagen mit zunehmend schärferen Anforderungen zur Begrenzung von Fremdstoffanteilen und zum Umgang mit den nährstoffhaltigen Humusprodukten konfrontiert werden. Hier ist vor allem die vorgesehene Novellierung des Düngerechtes zu benennen. So kann die künftige Düngerverordnung - nach dem derzeitigen Stand - weitreichende Folgen für den Absatz der erzeugten Komposte und Gärreste entfalten und das System der Bioabfallerfassung und . verwertung insgesamt in Frage stellen.

Vor diesem Hintergrund hat der Verband der Humus- und Erdenwirtschaft Region Nord e.V. gemeinsam mit den schleswig-holsteinischen Gebietskörperschaften und Anlagenbetreibern mit Unterstützung vom Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume die vorliegende Bioabfallstudie 2016 erarbeiten lassen. Anknüpfend an die 2010 veröffentlichte Studie [u.e.c. Berlin 2010] wird das bisher Erreichte aufgezeigt und die anstehenden Fragen zur Zukunft der Bioabfallverwertung analysiert und bewertet.

2 Untersuchungsgegenstand und Projektziele

Zentraler Untersuchungsgegenstand dieser Studie sind die aus privaten Haushalten stammenden, in einer Biotonne getrennt erfassten biologisch abbaubaren Abfälle¹. Zur Abgrenzung des Inhaltes der Biotonne von anderen Bioabfällen werden in dieser Studie folgende Definitionen verwendet:

- Biogut: Mittels Biotonne und/oder Biosack getrennt erfasste Nahrungs- und Küchenabfälle sowie Gartenabfälle aus Privathaushalten.
- Grüngut: Getrennt erfasste Gartenabfälle aus Privathaushalten sowie bei der kommunalen Pflege erzeugte Park- und Landschaftspflegeabfälle.
- Bioabfall: Summe aus Biogut und Grüngut.

Grundlage der Bearbeitung bilden Interviews mit den Betreibern der Verwertungsanlagen für Biogut und deren Betriebsdaten sowie die Ergebnisse einer Erhebung bei den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern mittels Fragebogen. Darüber hinaus wurden im Projektverlauf Zwischen- und Endergebnisse mit den Auftraggebern dieser Studie diskutiert und die Diskussionsergebnisse in die Bewertung eingearbeitet.

Die Bioabfallstudie 2016 für das Land Schleswig-Holstein stellt zunächst die Entwicklung auf dem Gebiet der Bioabfallerfassung seit Erscheinen der letzten Untersuchung im Jahr 2010 dar. Zur Erhöhung der Erfassungsmengen von Biogut werden Einflussgrößen und Handlungsansätze aufgezeigt.

Hauptprojektziel ist es, die möglichen Auswirkungen der in Änderung befindlichen Rahmenbedingungen für die Biogutverwertung zu untersuchen. Ausgangspunkt der Betrachtung sind einerseits die abfallwirtschaftlichen Ziele, die u.a. eine Steigerung der getrennt erfassten Bioabfallmengen vorsehen, und andererseits Diskussionen über verschärfte Anforderungen an die Produkte der Bioabfallbehandlung (Kompost, feste und flüssige Gärreste), die das System insgesamt in Frage stellen können. Im Einzelnen werden die nachfolgenden Aspekte analysiert und dargestellt:

- Qualität und Quantität von Biogut mit Schwerpunkt der Fremdstoffanteile in der Sammelware,
- Maßnahmen der Gebietskörperschaften zur Verbesserung der Biogutqualität,
- Stand der Biogutverwertung und anstehende Änderungen der Rahmenbedingungen,
- Konsequenzen der Fremdstoffbelastung für die Behandlungsanlagen und die Produktvermarktung sowie die wirtschaftlichen Auswirkungen,
- Mögliche Auswirkungen der Novelle der Düngeverordnung.

¹ Grüngut wird nur am Rande betrachtet.

Die Untersuchungsergebnisse werden abschließend zusammengefasst und künftige Ziele und Anforderungen an den Gesetzgeber, die Gebietskörperschaften und die Behandlungsanlagenbetreiber formuliert.

3 Entwicklung und Stand der Bioabfallerfassung in Schleswig-Holstein

3.1 Trends auf Bundesebene

Das 2012 in Kraft getretene Kreislaufwirtschaftsgesetz hat die abfallwirtschaftliche Bedeutung der Erfassung und hochwertigen Verwertung von Bioabfällen betont. Insbesondere ist gemäß § 11 KrWG die Bioabfallerfassung zum 1. Januar 2015 flächendeckend auszubauen.

In der Folge steigen, wenn auch langsam, die getrennt erfassten Bioabfallmengen. Wurde im UFOPLAN-Vorhaben s[Verpflichtende Umsetzung der Getrenntsammlung von Bioabfällen] [UBA 2015] noch eine erhebliche Anzahl von Kommunen ohne eine gesetzeskonforme getrennte Bioabfallerfassung ermittelt, haben mittlerweile diverse öR E Beschlüsse zur Einführung der Bioabfallsammlung getroffen [u.e.c. Berlin 2016]. Auch die aktuellen Daten des statistischen Bundesamtes zeigen nach Jahren der Stagnation für das Erhebungsjahr 2014 einen Anstieg der Erfassungsmengen.

In Bezug auf die ebenfalls im Kreislaufwirtschaftsgesetz verankerte Zielstellung einer hochwertigen Verwertung von Biogut zeigen die bisher erarbeiteten ökobilanziellen Betrachtungen [Knappe 2012] und [Pitschke 2013], dass eine Kombination aus Biogasferzeugung und einer nachfolgenden stofflichen Verwertung der anaerob nicht abgebauten Organik (Gärreste) einen Vorteil gegenüber einer stofflichen Verwertung durch abschließliche Kompostierung aufweist.

In Bezug auf die Bioabfallverwertung plant das zuständige Bundesministerium eine Ablöseverordnung der bisher geltenden Bioabfallverordnung (BioAbfV), um die Anforderungen an die Behandlung von Bioabfällen im Hinblick auf die im KrWG erweiterte Rechtsgrundlage und unter Einbeziehung der verschiedenen . regelungsbedürftigen . Verwertungsmöglichkeiten von Bioabfällen anzupassen [BMUB 2015]. Zudem soll geprüft werden, ob und inwieweit stoffstromspezifische und -lenkende Anforderungen an die Hochwertigkeit der Verwertung der jeweiligen Bioabfallarten einschließlich möglicher Kaskadennutzungen einbezogen werden können (z. B. Vergärung zur Biogasgewinnung und Kompostierung der Gärrückstände zur bodenbezogenen Verwertung) [BMUB 2014].

In diesem Zusammenhang wird derzeit eine Untersuchung zur hochwertigen Verwertung von Bioabfällen im Anlagenbestand% durchgeführt. Im Rahmen dieses UFOPLAN-Projektes (FKZ 3715 34 3140) sind u.a. Kriterien zur Bestimmung der Hochwertigkeit zu entwickeln, Fragen zur Abtrennung von Störstoffen zu untersuchen, der Anlagenbestand zur Bioabfallbehandlung mit den Kriterien der Hochwertigkeit abzugleichen und abschließend Maßnahmen und Instrumente zu entwickeln, mit denen die definierten Ziele einer hochwertigen Verwertung umgesetzt werden können.

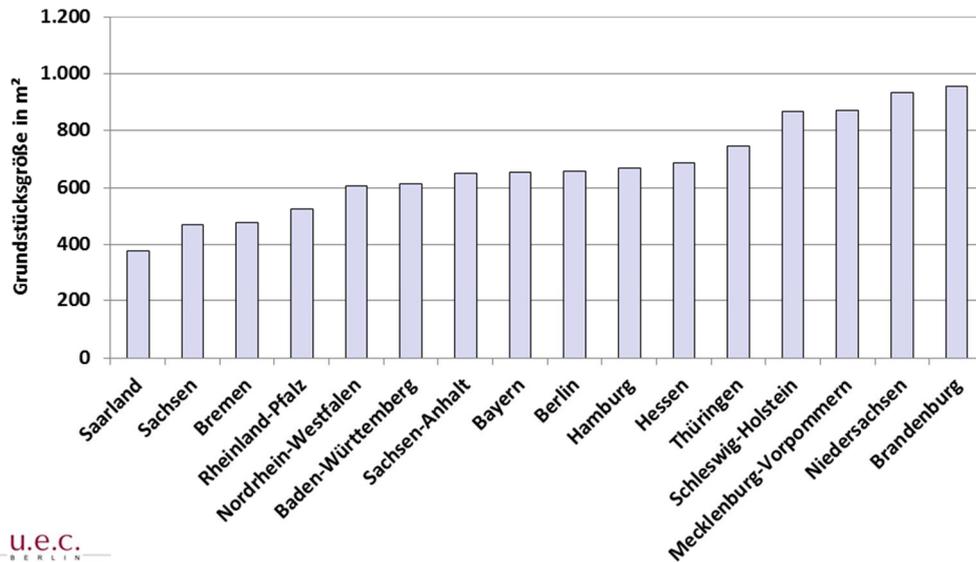
Die Steigerung der getrennt erfassten Bioabfallmengen und dessen hochwertige Verwertung sind zudem im Deutschen Ressourceneffizienzprogramms (ProgRes) II genannt. Als Ziel wird eine Steigerung der Mengen getrennt erfasster Bioabfälle und deren hochwertige Verwertung, insbesondere Kaskadennutzung, um 50 % bis 2020 (gegenüber 2010) benannt.

In Schleswig-Holstein ist die getrennte Erfassung von Biogut aus privaten Haushalten schon seit langem flächendeckend von den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern eingeführt. Im Folgenden wird die Entwicklung und der erreichte Stand für Grün- und Biogut dargestellt; hierzu werden jeweils zunächst das Aufkommenspotential (also die anfallende Menge) und dann der Verbleib des Aufkommens bezogen auf die unterschiedlichen Entsorgungswege aufgezeigt.

3.2 Erfassung von Grüngut aus privaten Haushalten

Um zunächst das Potential an Grüngut aus privaten Haushalten im Land Schleswig-Holstein überschlägig zu ermitteln, kann aus statistischen Daten zur Flächenerhebung sowohl die durchschnittliche Grundstücksgröße als auch die Gartengröße ermittelt werden. Es zeigt sich, dass im Bundesvergleich in Schleswig-Holstein vergleichsweise große mittlere Grundstücksflächen vorhanden sind, entsprechend hoch sind auch die Gartengrößen.

Bild 3-1: Durchschnittliche Grundstücksgrößen nach Bundesländern [uec 2014]

U.e.C.
BERLIN

Multipliziert mit einem konservativ geschätzten Aufwuchsfaktor der Biomasse ($1,9 \text{ kg/m}^3$)² errechnet sich für Schleswig-Holstein ein Grüngutpotential in Höhe von rund 859.000 Mg/a aus privaten Haushalten.

Das daraus errechnete mittlere einwohnerspezifische Aufkommen von rund 300 kg/E,a schwankt abhängig von der Siedlungsstruktur. In Gebieten mit vergleichsweise kleinen Gartenflächen liegt das Aufkommen bei rund 102 kg/E,a (Kiel), in dünn besiedelten Gebieten mit großen Gartenflächen kann es bis zu 479 kg/E,a sein (Nordfriesland).

Dieses beachtliche in privaten Haushalten anfallende Grüngutpotential wird über verschiedene Wege entsorgt:

- Ein geringer Teil des Aufkommens wird über den Restabfall entsorgt und gelangt mit diesem Stoffstrom entweder in mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen oder in Abfallverbrennungsanlagen. Bezogen auf die durchschnittliche Restabfallmenge privater Haushalte in Schleswig-Holstein kann ein mittlerer Grüngutanteil im Bereich von 15 kg/E,a geschätzt werden, der so entsorgt wird.
- Ein weiterer Teil wird zusammen mit Küchenabfällen als Bestandteil des getrennt erfassten Bioguts verwertet. Bei einem angenommenen Grüngutanteil zwischen 70 und 80 % der getrennt erfassten Biogutmenge werden bezogen auf die Sammel Mengen des Jahres 2014 zwischen 55 und 63 kg/E,a Gartenabfälle über die Biotonne entsorgt.

² Siehe [UBA 2014]; andere Quellen schätzen den Aufwuchsfaktor höher ein.

- Ein geringer Anteil des Grüngutes wird bei Brauchtumsfeuern eingesetzt. Erste Abschätzung zum Mengenaufkommen ergaben eine Größenordnung von 10 kg/E,a [UBA 2014].
- Der überwiegende Anteil des Grünguts wird entweder direkt in den Gärten mittels Eigenverwertung oder nach einer getrennten Erfassung und anschließender Kompostierung zu Kompost verarbeitet.

Abhängig von der Siedlungsstruktur und vom Leistungsangebot der öRE schwanken die ihnen überlassene und damit statistisch erfassten Grüngutsammelmengen zwischen 0,4 kg/E,a im Kreis Nordfriesland und 64 kg/E,a in Neumünster (Stand 2014). Das statistisch erfasste mittlere Mengenaufkommen der Bringsysteme der öRE beträgt im Mittel 23 kg/E,a (Stand: 2014).

Allerdings wird Grüngut im Land Schleswig-Holstein nur zum geringen Teil den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern überlassen. Ein weiterer . allerdings nur schwer zu quantifizierender . Teil wird ebenfalls getrennt erfasst und gelangt zu gemeindlichen Sammelplätzen und Anlagen privater Betreiber. Dort wird das Mengenaufkommen i.d.R. nicht verwogen, sondern allenfalls das Volumen erfasst. Durch die in Schleswig-Holstein gewachsene Struktur mit einer Vielzahl von kleinen Kompostierungsanlagen mit Durchsätzen kleiner als 3.000 Mg/a, die baurechtlich, aber nicht immissionsschutzrechtlich, genehmigt sind und deshalb auch nicht bei den jährlichen Erhebungen des Statistikamtes berücksichtigt werden, lässt sich das Gesamtaufkommen des getrennt erfassten Grüngutes nicht feststellen.

Eine Untersuchung zur Grünguterfassung und .verwertung ist für drei ausgewählte Kreise und ausgewählte biologisch abbaubare Abfälle verfügbar [Schütt 2011]. Für den Kreis Nordfriesland wird ein getrennt erfasstes Grüngutaufkommen aus Haushalten in Höhe von 60 kg/E,a abgeschätzt, davon wurden lediglich 12 kg/E,a (Stand 2010) statistisch ermittelt. Seit dem ist das dem öRE überlassene Aufkommen weiter zurückgegangen (vgl. [Abfallbilanz 2014]).

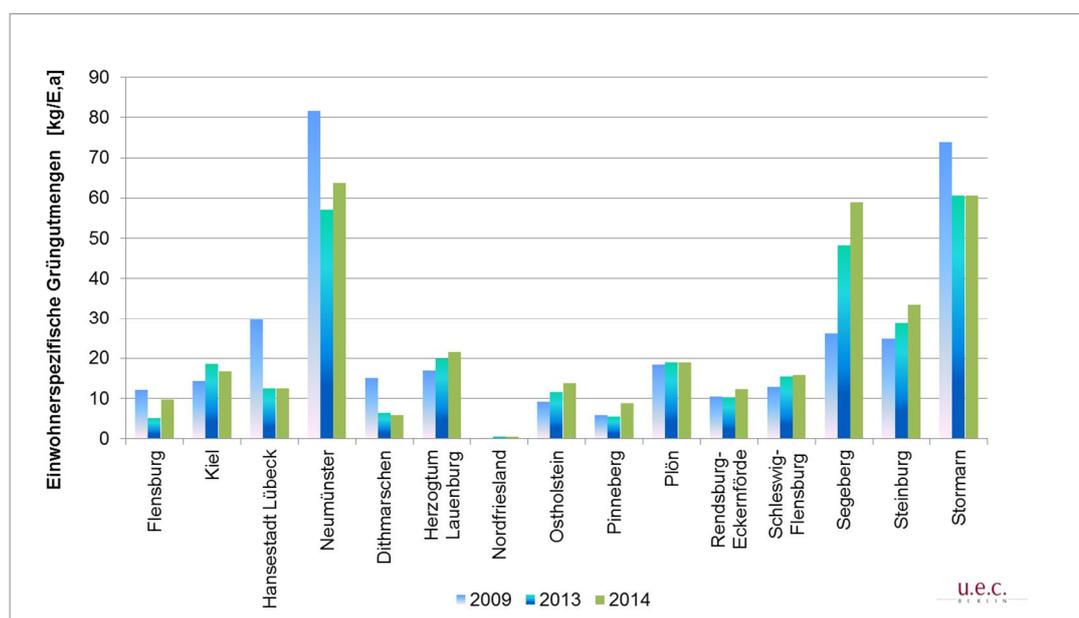
Einen weiteren Versuch zur Abklärung der Mengen ist einer kleinräumig angelegten Stoffstromstudie zur Nutzbarkeit regionaler Bioreststoffe [abc GmbH 2015] zu entnehmen. Auch hier konnten nur Schätzungen erfolgen. Die Gutachter stellen fest, dass im Kreis Nordfriesland vom öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger lediglich ca. 160 Mg/a Grüngut (Stand: 2014) im Bringsystem an vier sog. Recyclingschleifen erfasst und in der Kompost/Vergärungsanlage Ahrenshöft behandelt und verwertet werden. Zusätzlich wird Grüngut durch die Gemeinden und gewerbliche Anbieter erfasst. Bei den dezentralen Sammelplätzen der Gemeinden³ werden nicht nur die gemeindlichen Grünabfälle, sondern auch das Grüngut von Haushalten angeliefert. Die Gesamtmenge der somit erfassten Grünabfälle wurde auf ca. 2.000 Mg/a hochgerechnet, allerdings ist die Daten-

³ Es sei nebenbei erwähnt, dass das Grüngut als nicht qualitätskontrolliertes Häckselgut auf eigenen Gemeindeflächen aufgebracht oder an Landwirte abgegeben wird. Die gesetzlich vorgeschriebene Behandlung gemäß BioAbfV findet i. d. R. nicht statt.

grundlage beschränkt, da viele Gemeinden aufgrund fehlender Wiegedaten keine genauen Angaben machen konnten⁴.

Nachfolgend werden deshalb nur die den örE überlassenen Grüngutmengen auf Basis der veröffentlichten Abfallbilanzen des Landes dargestellt. Es bleibt darauf hinzuweisen, dass die zeitliche Entwicklung der einwohnerspezifischen Mengen auch von den Ergebnissen des Mikrozensus bezüglich der Einwohnerzahlen beeinflusst wird.

Bild 3-2: Entwicklung der den örE überlassenen einwohnerspezifischen Grüngutmengen



Zusammenfassend gelingt es derzeit nicht, die den Verwertungswegen Eigenverwertung sowie gemeindliche Sammelplätze und private Betreiber zugeführten Grüngutmengen vollständig darzustellen.

Auch im Abfallwirtschaftsplan des Landes werden deshalb nur die den örE überlassenen Mengen betrachtet. Für Grüngut wird bis 2023 ein Rückgang der den örE überlassenen Mengen auf rund 17 kg/E,a prognostiziert; angenommen wird eine zunehmende privatwirtschaftliche Entsorgung und eine Steigerung der Mengenerfassung über die Biotonne. Mit Stand 2014 liegt das den örE überlassene spezifische Grüngutaufkommen bei 23 kg/E,a.

⁴ Auch eine vom Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein in 2016 durchgeführte Fragebogenerhebung hat das Datenproblem nicht lösen können. Die Beteiligung bei den Gemeinden lag nur bei rd. 30 %, zudem können auf diesem Weg die den privaten Betrieben überlassenen Mengen nicht erfasst werden.

3.3 Erfassung von Biogut aus privaten Haushalten

Das bei privaten Haushalten anfallende Biogutpotential besteht zum Einen aus den eigentlichen Küchenabfällen (Schälreste, verdorbene Lebensmittel, Essenreste usw.), dessen durchschnittliches Aufkommen in [UBA 2015] mit 81 kg/E,a geschätzt wird, da Daten aus einer Bestimmung des Küchenabfallpotentials durch Verwiegung nicht verfügbar sind. Für die in Haushalten anfallenden Pflanzenabfälle (Blumen, Blumenerde etc.) liegen weder Schätzwerte noch Messdaten vor. Insofern ist eine Potentialermittlung schwierig, zumal mit der Biotonne auch teilweise und in stark schwankenden Anteilen Grüngut aus Gärten mit erfasst wird.

Im Folgenden werden deshalb nur die getrennt erfassten Biogutmengen betrachtet, deren Steigerungsmöglichkeiten und die noch im Restmüll verbleibenden Mengen.

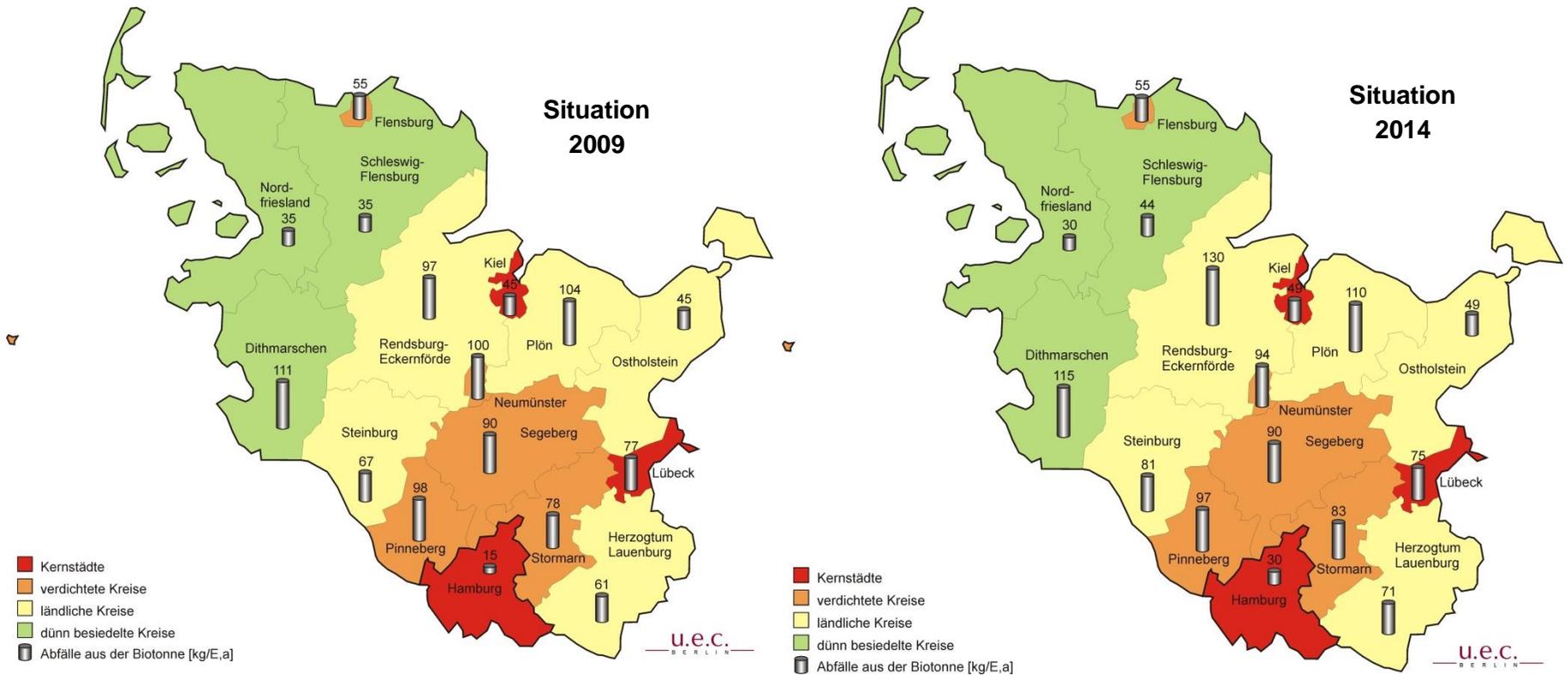
3.3.1 Entwicklung der Bioguterfassung

In allen Kreisen und kreisfreien Städten Schleswig-Holsteins besteht ein satzungsgemäßer Anschluss- und Benutzungszwang an die Biogutentsorgung, von dem sich private Haushalte jedoch auf Antrag befreien lassen können, sofern sie ihre organischen Abfälle auf dem eigenen Grundstück vollständig verwerten.

Ausgehend vom Jahr 2009 sind die in Schleswig-Holstein gesammelten Biogutmengen von 207.825 Mg bzw. 73 kg/E,a auf 222.805 Mg bzw. 79 kg/E,a im Jahr 2014 angestiegen [örE 2016].

Die einwohnerspezifisch erfassten Biogutmengen schwanken zwischen den Kreisen erheblich. Aufbauend auf einer Gliederung des Landes in Siedlungsstrukturen nach Definitionen des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung zeigt sich, dass die spezifischen Mengen gleicher Strukturen um den Faktor 2,5 bis 3,8 schwanken (siehe Bild 3-3). Ausschlaggebend für die unterschiedlichen Erfassungsmengen sind offenbar neben der Siedlungsstruktur andere Einflussgrößen.

Bild 3-3: Vergleich der nach Siedlungsstrukturen differenzierten einwohnerspezifischen Biogutmenge in kg/E,a für die Jahre 2009 und 2014



Die zur Umsetzung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes und des Abfallwirtschaftsplan des Landes Schleswig-Holstein unternommenen Aktivitäten einiger öffentlich-rechtlicher Entsorgungsträger haben nach den Daten der im Rahmen dieser Studie durchgeführten Erhebung nochmals eine Mengensteigerung auf nunmehr rund 243.000 Mg in 2015 bewirkt, im Landesdurchschnitt sind dies 85 kg/E,a (vgl. Tabelle 3-1).

Tabelle 3-1: Stand der Bioguterfassung in Schleswig-Holstein für die Jahre 2009, 2014 und 2015

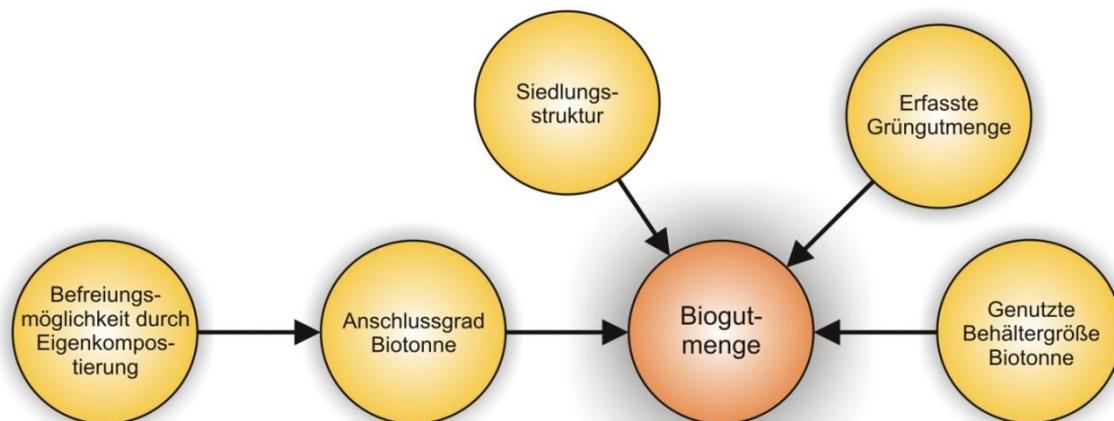
Jahr	2009	2014	2015
	kg/E,a	kg/E,a	kg/E,a
Flensburg	55	55	53
Kiel	45	49	49
Hansestadt Lübeck	77	74	72
Neumünster	100	94	96
Dithmarschen	111	115	122
Herzogtum Lauenburg	61	71	82
Nordfriesland	35	30	36
Ostholstein	45	49	49
Pinneberg	98	97	96
Plön	104	110	110
Rendsburg-Eckernförde	97	130	157
Schleswig-Flensburg	35	44	75
Segeberg*	90	90	91
(Segeberg, nur WZV)		113	114
Steinburg	67	68	72
Stormarn	78	83	88
Schleswig-Holstein	73	79	85

* Die Mengen der Stadt Norderstedt für 2014 und 2015 liegen nicht separat vor. Für 2014 wurde für den Kreis der Wert aus der Abfallbilanz 2014 verwendet. Für 2015 wurde die Differenz des Jahres 2014 aus Kreis und WZV-Daten zum Sammelergebnis des WZV für 2015 hinzugerechnet.

3.3.2 Einflussgrößen auf die spezifischen Biogutmengen

Statistische Analysen im Rahmen eines UFOPLAN-Projektes zeigen, dass vor allem die in Bild 3-4 gezeigten Faktoren auf die erfasste Biogutmenge einwirken.

Bild 3-4: Erwiesene Einflussfaktoren auf die Höhe der erfassten Biogutmengen

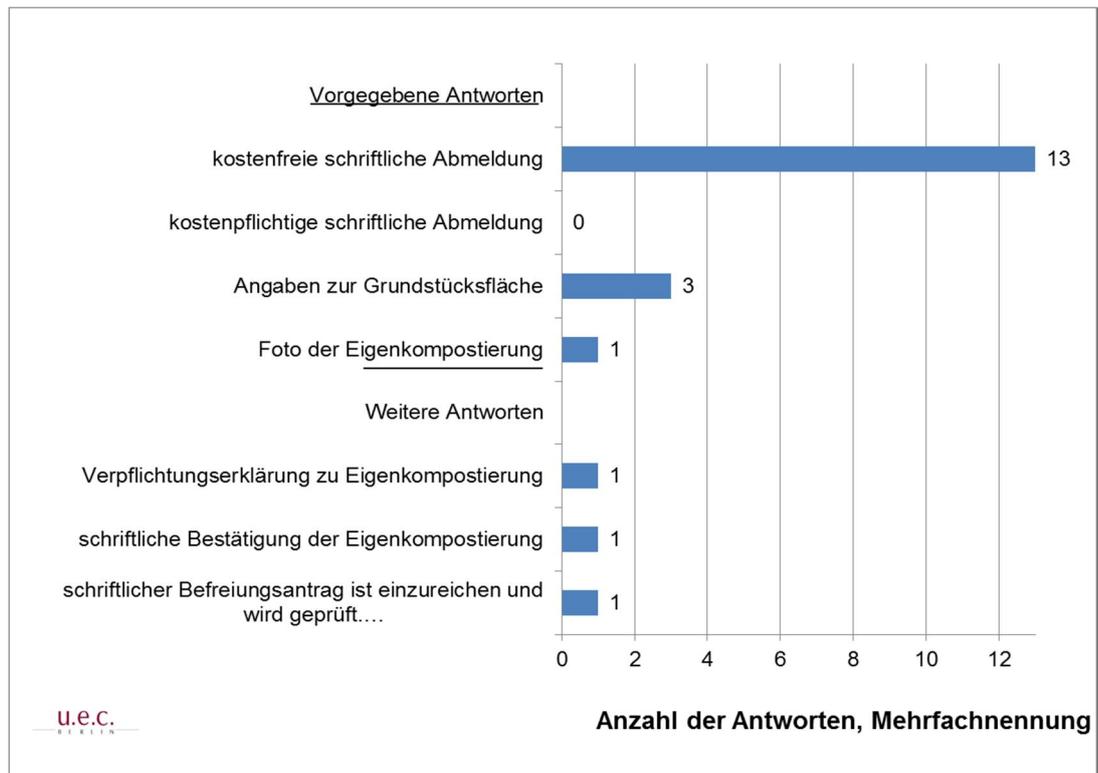


Neben der bereits angesprochenen Siedlungsstruktur wirken sich demnach vor allem die Befreiungsmöglichkeiten vom Anschluss- und Benutzungszwang und die zur Verfügung stehende Behältergröße auf das Sammelergebnis aus.

Alle öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger in Schleswig-Holstein bieten den privaten Haushalten Befreiungsmöglichkeiten vom Anschluss- und Benutzungszwang an die Biotonne an.

Im Rahmen der Fragebogenerhebung äußerten sich vierzehn von sechzehn öRE des Landes Schleswig-Holstein zu Details der Ausgestaltung der Befreiung (Bild 3-5). Für die an einer Befreiung Interessierten erfolgt die Antragsbearbeitung ohne Bearbeitungsgebühr, zudem werden seitens der öRE bislang nur in wenigen Fällen Anforderungen zum Nachweis der tatsächlichen Eigenkompostierung und Eigenverwertung abgefragt. Eine bundesweite Erhebung zeigt, dass hier andere öRE durchaus höhere Anforderungen stellen, um den Missbrauch der Befreiung zu verhindern [UBA 2015].

Bild 3-5: Anforderungen an die Befreiung von der Biotonne (Mehrfachnennung möglich)



So werden für die Befreiung von der Biotonne andernorts pauschale Bearbeitungsgebühren in Rechnung gestellt und vom Antragsteller Angaben gefordert, die der Abschätzung des Bioabfallaufkommens und der Überprüfung einer für die Kompostausbringung hinreichenden Fläche dienen (Grundstücks- / Nutzfläche, Bewohneranzahl).

Inwiefern die in Schleswig-Holstein von der getrennten Biogutsammlung befreiten Haushalte die in allen Abfallsatzungen der öRE geforderte vollständige Eigenverwertung tatsächlich umsetzen, wird allenfalls in Ausnahmefällen überprüft. In Schleswig-Holstein vereinzelt durchgeführte Restmüllanalysen, die getrennt für Standorte von Biotonnenutzern und Eigenverwertern durchgeführt wurden, zeigen jedoch, dass beide Nutzertypen vor allem Küchenabfälle nicht oder nur teilweise getrennt erfassen. Bezüglich der Eigenverwerter ist nach unserer Einschätzung davon auszugehen, dass die satzungsgemäße Verpflichtung zur vollständigen Eigenverwertung im Regelfall nicht erfüllt wird.

Die Handhabung der Befreiungsmöglichkeit von der Biotonne wirkt sich auf den Anschlussgrad an die Biotonne aus. Dieser ist in den vergangenen zwei Jahren nach Angaben der öRE in 9 Kreisen angestiegen und schwankte im Jahr 2015 zwischen 30 % und 97 %.

Werden die erfassten Biogutmengen auf die geschätzten⁵ angeschlossenen Einwohner und nicht auf die Gesamteinwohnerzahl eines Gebietes bezogen, verringert sich die Spannweite der minimalen und maximalen spezifischen Erfassungsmengen.

Tabelle 3-2: Anschlussgrad an die Biotonne und spezifische Biogutmengen 2015 [Daten zum Anschlussgrad und zur Biogutmenge gem. Fragebogen]

Entsorgungsgebiet (örE)	Anschlussgrad gem. Fragebogen	Angeschlossene Einwohner (geschätzt)	Spezifische Biogutmenge	
			je Gesamteinwohner in kg/E,a	je angeschlossenen Einwohner in kg/E,a
Flensburg	65%	55.490	53,3	82,0
Kiel	70%	171.276	49,6	70,9
Neumünster	75%	58.813	95,6	128,7
Dithmarschen	84%	111.632	122,0	145,2
Herzogtum Lauenburg	81%	155.742	82,0	101,2
Nordfriesland	30%	48.987	36,3	121,0
Ostholstein	37%	73804	49,2	132,9
Pinneberg	78%	239.361	95,8	122,8
Plön	78%	99.564	110,5	141,6
Rendsburg-Eckernförde	97,4%	262.739	157,8	162,0
Schleswig-Flensburg	92,8%	182.266	75,5	81,4
WZV Segeberg	85,0%	226.737	81,7	134,4
Steinburg	69,3%	90.404	72,2	104,2
Stormarn	77%	184.058	88,3	114,7
Minimum	30 %		36,3	70,9
Maximum	97,4 %		157,8	162

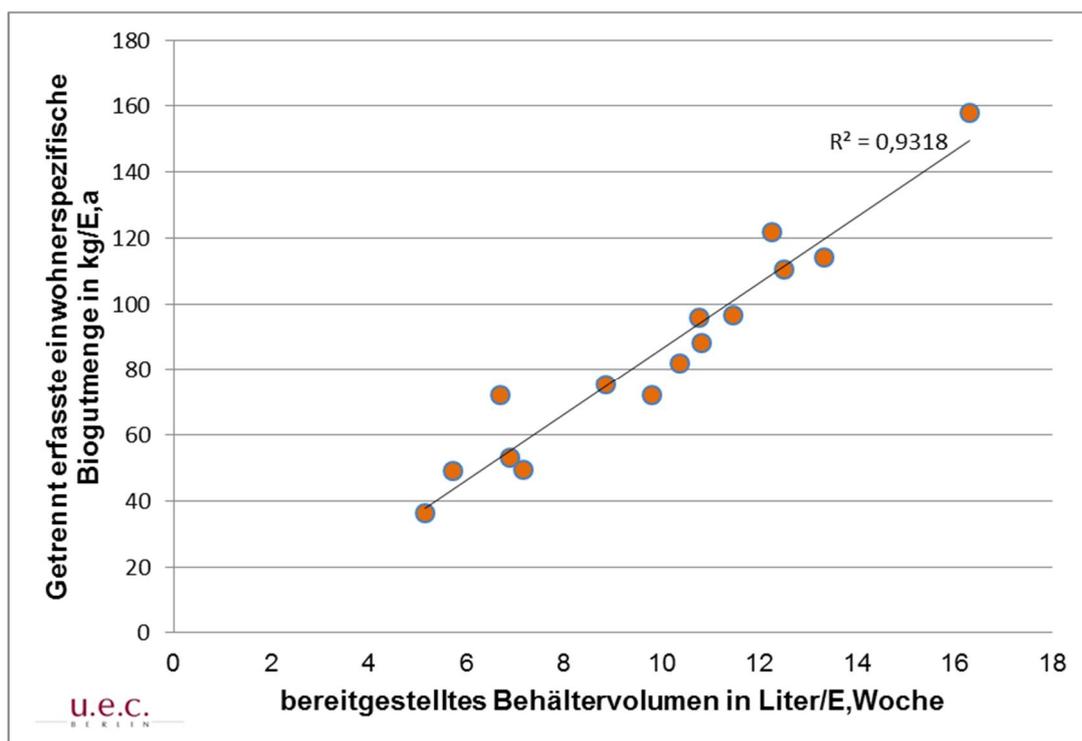
In den dünn besiedelten Kreisen werden je angeschlossenen Einwohner zwischen rund 81 und 145 kg/E,a Biogut erfasst, in den ländlichen Kreisen sind es zwischen 101 und 162 kg/E,a, in den verdichteten Kreisen zwischen 96 und 123 kg/E,a und in den Städten zwischen 71 und 129 kg/E,a.

Die nach der Bereinigung um den Einfluss des Anschlussgrades noch verbleibenden Unterschiede der spezifischen erfassten Mengen innerhalb einer vergleichbaren Siedlungsstruktur sind auf andere Faktoren (Gartengröße, Miterfassung von Biogut aus privaten Übernachtungsmöglichkeiten, bereitgestellte Behältervolumina etc.) zurückzuführen.

⁵ Die örE verfügen i.d.R. nur über grundstücksbezogene Daten zum Anschlussgrad, entsprechend wurde eine Umrechnung vorgenommen.

Insbesondere das spezifische bereitgestellte Behältervolumen beeinflusst das Ergebnis der Getrenntsammlung von Biogut. Wie die nachfolgende Grafik anhand der Daten für 2015 zeigt, steigen die Erfassungsmengen mit zunehmendem Behältervolumen an.

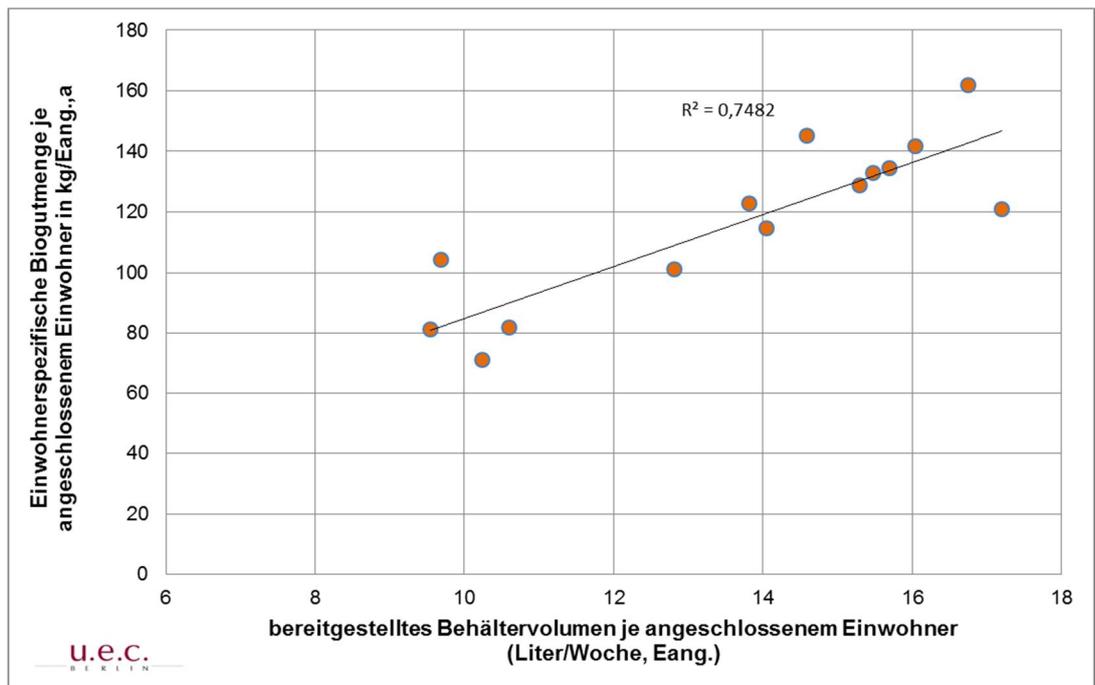
Bild 3-6: Einfluss des bereitgestellten Behältervolumens auf die spezifische Biogutmenge der öRE in Schleswig-Holstein⁶ (Daten der Fragebogenerhebung]



Werden die Daten auf die angeschlossenen Einwohner bezogen, kann der Einfluss des unterschiedlichen Anschlussgrades eliminiert werden. Nachfolgendes Bild zeigt auch hier einen Zusammenhang zwischen dem bereitgestellten Behältervolumen und der Erfassungsmenge.

⁶ R² = Bestimmtheitsmaß als Kenngröße für den Zusammenhang

Bild 3-7: Einfluss des bereitgestellten Behältervolumens je angeschlossenen Einwohner auf die spezifische Biogutmenge der öRE in Schleswig-Holstein [Daten der Fragebogenerhebung, eigene Berechnung]

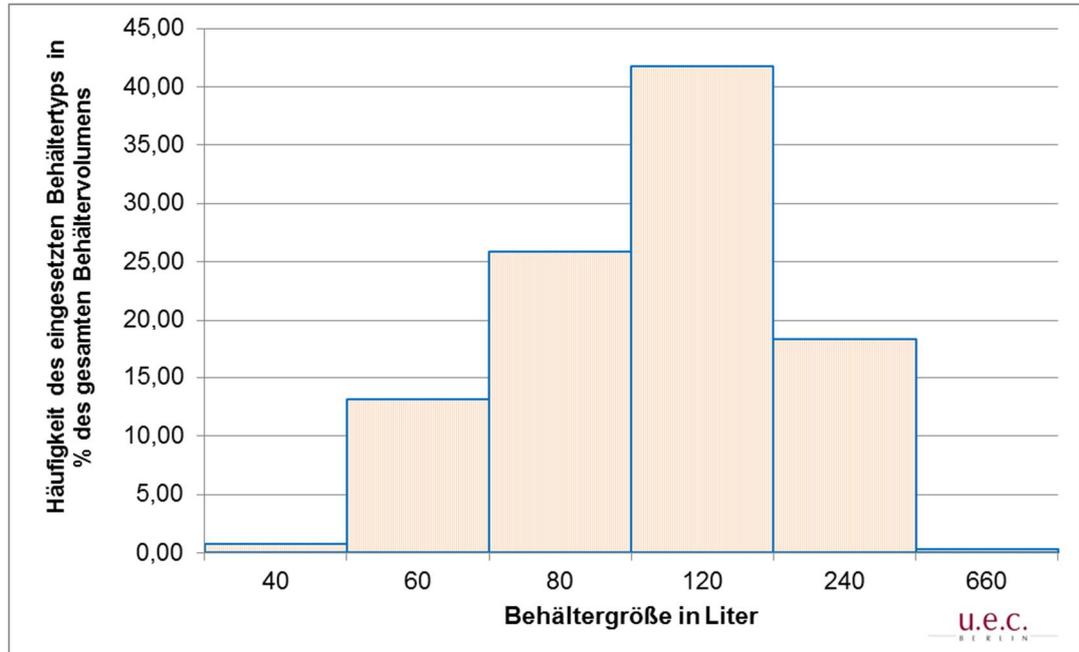


Durch hohe Anschlussgrade und in gewissen Grenzen steigende bereitgestellte spezifische Behältervolumina kann die getrennt erfasste Biogutmenge beeinflusst werden. Wird beispielsweise ein Behältersystem von 60 Liter MGB auf 120 Liter MGB umgestellt, wird sich eine höhere Biogutmenge einstellen.

Das bereitgestellte Behältervolumen kann aber auch zur Begrenzung der Erfassungsmenge genutzt werden. Wird wie beispielsweise in der Hansestadt Lübeck das bereitgestellte Biotonnenvolumen an das Restabfallvolumen gekoppelt, ist eine direkte Steuerung des Biogut-Behältervolumens nicht möglich.

Die nachfolgende statistische Auswertung zu den eingesetzten Behältertypen zeigt, dass zur Realisierung des bereitgestellten Behältervolumens derzeit vor allem 120 Liter-MGB genutzt werden, gefolgt von 80 Liter- und 240 Liter-MGB.

Bild 3-8: Häufigkeit der in Schleswig-Holstein zur Biogutsammlung genutzten Behältertypen in % des bereitgestellten Behältervolumens [Daten der Fragebögen, eigene Berechnung]



Daneben werden in acht Kreisen auch 40 Liter und 60 Liter MGB angeboten, zudem werden in Ausnahmefällen (z.B. bei Großwohnanlagen) 660 Liter-Behälter eingesetzt.

Nach Behältertypen differenzierte Daten zu den füllgradabhängigen Parametern Schütt- und Raumdichten liegen aus Untersuchungen in Schleswig-Holstein nicht vor. Wiegedaten aus Untersuchungen der u.e.c. Berlin zeigen, dass die erfassten Biogutmengen der 120 Liter MGB im Mittel jahreszeitabhängig zwischen 12 und 29 kg schwanken, in 240 l MGB wurden zwischen 18 und 47 kg festgestellt. Als Maximalwerte (leichte Überfüllung, hohe Verdichtung) wurden bis zu 70 kg in 120 l MGB und 83 kg in 240 l MGB angetroffen. Beide Extremwerte für 120- und 240- Liter MGB können unter Arbeitsschutzaspekten für die Sammelmansschaften problematisch sein.

Die Biotonne wird in allen öRE-Gebieten im 2-wöchigen Rhythmus abgefahren. Vereinzelt werden bei größerem Entsorgungsbedarf zusätzliche Möglichkeiten geboten und genutzt (zusätzliche Papiersäcke, Saisonbiotonne).

Bezüglich der Erfassungsmengen ist zu beachten, dass durch eine Vergrößerung des bereitgestellten Behältervolumens zwar die Sammelmenge erhöht werden kann. Ohne flankierende Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit wird jedoch das Verhältnis von Küchen- zu Gartenabfällen in der Biotonne in Richtung Gartenabfälle verschoben. Dies hat auch Auswirkungen auf den spezifischen Biogasertrag, der sich durch miterfasstes Laub und andere Gartenabfallbestandteile verringert. allerdings steigt die absolute Produktionsmenge an.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass die Gestaltung des Erfassungssystems für die Biotonne nicht für sich allein optimiert/angepasst werden kann. Letztlich ist dieses nur Teil des Gesamtsystems, so dass sich je nach spezifischen Randbedingungen (Behälter, Abfuhrturnus, Hol-/Bringsystem, erfasste Fraktionen, Komfort, Gebührensystem und Gebühr) vielfältige Möglichkeiten und Folgen ergeben.

Ob auch die Qualität des getrennt erfassten Bioguts von den gewählten Randbedingungen abhängig ist, steht zu vermuten. Zumindest kann eine kostenlose (bzw. in die Grundgebühr eingerechnete) Biotonne, kombiniert mit einer kostensenkenden freien Wahlmöglichkeit für die Restmüllbereitstellung (z.B. Identsystem mit 3-4 satzungsgemäßen Mindestentleerungen, wie es in ostdeutschen Bundesländern häufig eingesetzt wird), Anreize zur Verlagerung von Restmüll in die Biotonne auslösen.

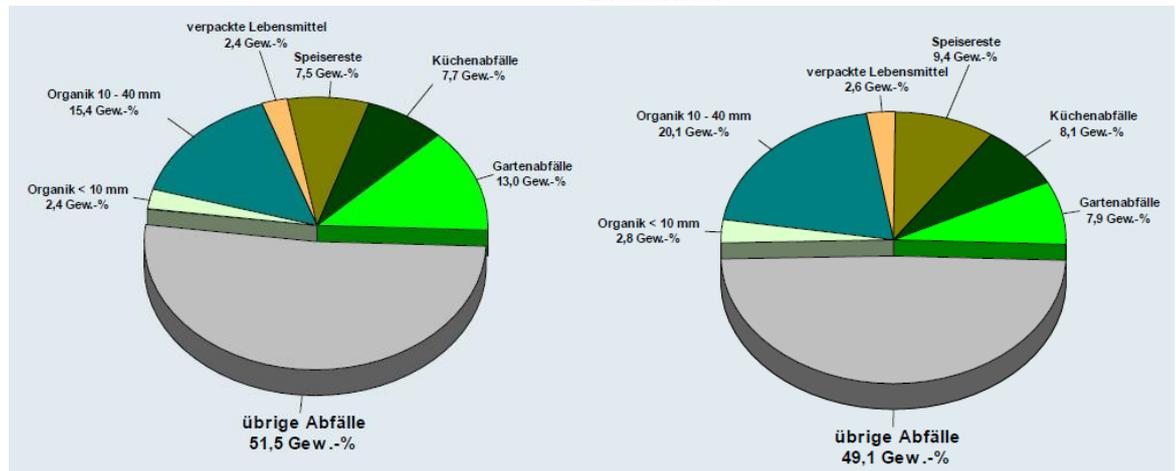
3.4 Potential organischer Abfälle im Restabfall

Die 2009 vorgenommene Auswertung von Sortieranalysen des Restmülls (Lübeck 2002; Kreis Rendsburg-Eckernförde 2009; Kreis Nordfriesland 2009) zeigte bereits, dass dieser noch erhebliche Bioabfallpotentiale enthält.

So waren in Rendsburg-Eckernförde mit einer damaligen Bioabfallerfassungsmenge von ca. 86 kg/E,a im Restmüll noch Organikanteile zwischen 40 und 133 kg/E,a (Biotonnennutzer) bzw. 54 bis 70 kg/E,a (Eigenkompostierer) enthalten. Davon wiederum entfiel ein erheblicher Anteil auf Küchenabfälle. Mittlerweile wurde in Rendsburg-Eckernförde die Biogutmenge gesteigert, sie betrug 2014 rund 130 kg/E,a und ist damit gegenüber 2013 um ca. 20 kg/E,a gestiegen. Das spezifische Restmüllaufkommen ist jedoch in diesem Zeitraum nicht proportional, sondern nur um 2,9 kg/E,a gesunken.

In der Zwischenzeit wurden weitere Restmüllanalysen in Kiel und Lübeck⁷ durchgeführt, die ebenfalls noch ein erhebliches Bioabfallpotential im Restabfall zeigen. So bestanden in Kiel rund 50 Ma.-% des Restabfalls aus organischen Abfällen.

⁷ In den Kreisen Pinneberg, Rendsburg-Eckernförde, Dithmarschen und Schleswig-Flensburg werden 2016/2017 weitere Restmüllanalysen durchgeführt.

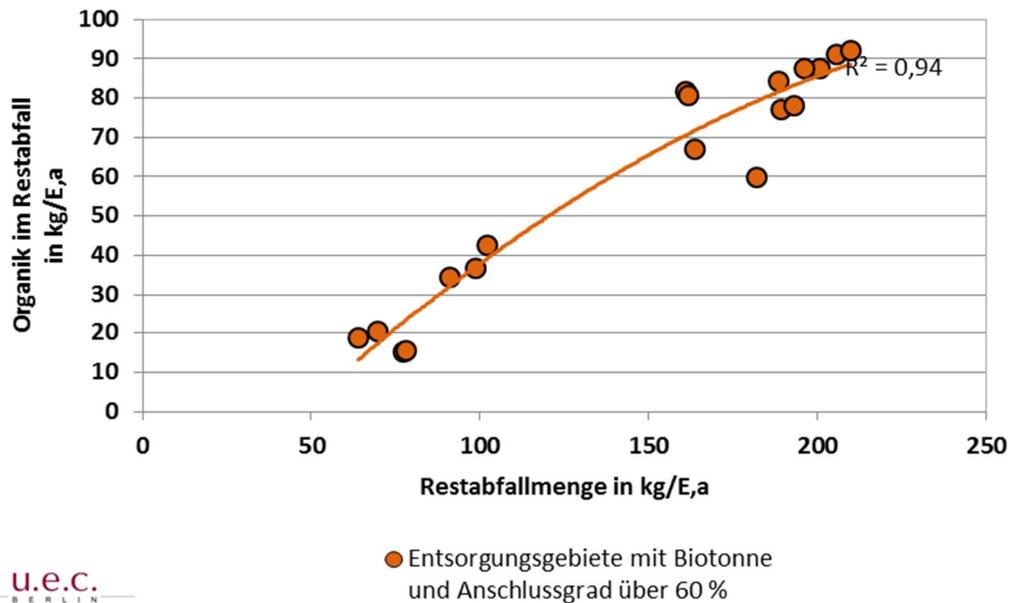
Bild 3-9: Zusammensetzung von Restabfall der Stadt Kiel 2012 [Kiel 2014]**Restabfall von Biotonnennutzern:****Restabfall von Haushalten ohne Biotonne:**

In Lübeck bestanden 2011/2012 im Mittel rund 92 kg/E,a bzw. rund 57,5 % des spezifischen Restabfallaufkommens (160 kg/E,a) aus organischen Abfällen (einschließlich verpackter Lebensmittel). Mit rund 71 kg/E,a entfallen rund 77 % dieser im Restabfall entsorgten Menge auf Küchenabfälle und verpackte Lebensmittel. Differenziert nach Nutzer der Biotonne bzw. den von der Nutzung befreiten Haushalten (Eigenverwerter) zeigt sich, dass Haushalte mit Biotonnen zwischen 14 und 25 kg/E,a weniger Bioabfall über den Restmüll entsorgen als Haushalte von Eigenverwertern.

Auswertungen weiterer Analysen in [UBA 2015], wie beispielsweise auch regelmäßige Restmüll-Untersuchungen in der Freien und Hansestadt Hamburg, zeigen vergleichbare Ergebnisse; auch hier wird ein erheblicher Anteil der Küchenabfälle über den Restabfall entsorgt.

Insgesamt fügen sich diese Befunde in Untersuchungsergebnisse zum Zusammenhang zwischen dem Restmüllaufkommen und dem Organikanteil ein, die im folgenden Bild für Gebiete mit eingeführter Bioabfallsammlung dargestellt werden.

Bild 3-10: Organik im Restabfall in Abhängigkeit der Restmüllmenge in Gebieten mit Biotonne [UBA 2015; geändert]



Die Restabfallmengen⁸ in Schleswig-Holstein schwankten (Stand 2014) zwischen rund 145 kg/E,a (Kreis Steinburg) und maximal rund 215 kg/E,a (Neumünster). Übertragen auf den in Bild 3-10 dargestellten Zusammenhang müssten die Rest-Organikanteile im Restabfall der öRE Schleswig-Holsteines zwischen 58 und 90 kg/E,a liegen. Eine Verifizierung dieser Annahme kann zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen, wenn die Daten aus den für 2016/2017 geplanten Restabfallanalysen vorliegen.

Diese spezifischen Organikmengen werden im Übrigen nicht nur von Eigenverwertern, sondern auch von Nutzern der Biotonne über den Restmüll entsorgt. Insbesondere sind es Zubereitungsreste und Speisereste, die oft nicht den Weg in die Biotonne finden.

Da nach allen bisherigen Untersuchungsergebnissen im Restabfall noch ein beträchtliches Bioabfallpotential vorhanden ist, stellt sich nach wie vor die Frage, ob eine Steigerung der Erfassungsmengen bei den bereits teilnehmenden Biotonnennutzern, aber auch bei bisher nicht angeschlossenen Haushalten, grundsätzlich möglich ist.

⁸ Die aus der Abfallbilanz des Landes verfügbaren Daten beziehen sich auf Haus- und Geschäftsmüll.

3.5 Zwischenfazit

Mehrere öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger in Schleswig-Holstein haben in den vergangenen zwei Jahren gezielte Anstrengungen zur Erhöhung der Erfassungsmengen unternommen. Vorrangig wurden weitere Benutzer an das Sammelsystem Biotonne angeschlossen und auch die spezifische Erfassungsmenge erhöht.

Dennoch wird nach wie vor der Eigenkompostierung ein hoher Stellenwert beigemessen. Auffallend ist, dass es in Schleswig-Holstein vergleichsweise einfach ist, eine entsprechende Befreiung zu erwirken. Hier bestehen nach unserer Einschätzung durchaus Möglichkeiten, letztlich unberechtigte Einsparungseffekte sinnvoll zu begrenzen. Sinnvoll sind beispielsweise Angaben zur Gartengröße und Gartennutzung, um diese in Beziehung zur anfallenden Eigenkompostmenge zu setzen.

Andererseits kann ein Ausbau des Anschlussgrades oder eine naheliegende Vergrößerung des bereitgestellten Behältervolumens auch eine Zunahme der Erfassung von Grüngut über die Biotonne bewirken. In diesem Fall würde ein Mengenzuwachs bei den getrennt erfassten Bioabfällen nicht zu einem proportionalen Mengenrückgang des Bioabfallanteils im Hausmüll führen.

Um mehr als bislang nicht vermeidbare Küchenabfälle getrennt zu erfassen, bedarf es nach den bisherigen Erfahrungen mehr als einer Bereitstellung von ausreichendem Behältervolumen. Ein weiterer wichtiger Schritt zur Steigerung der Erfassung von Küchenabfällen ist eine fokussierte Öffentlichkeitsarbeit, die auf die Erfassung von Küchenabfällen abzielt. Zudem können sich unterstützende Maßnahmen zur leichteren Erfassung in der Küche positiv auswirken:

- Verschiedene öRE in Schleswig-Holstein befassen sich mit der Bereitstellung von Papiertüten und testen zu diesem Zweck die Entwicklungen unterschiedlicher Hersteller. Hier geht es einerseits um die Beständigkeit der Papiertüten in der Gebrauchsphase, andererseits um den Abbau der Papierfasern während der biologischen Behandlung⁹.
- Das Land Hessen hat gemeinsam mit Kommunen und Einzelhandelsunternehmen die gemeinsame Aktion Biotonne initiiert [Aktion Biotonne 2016]. In diesem Zusammenhang wird auch der Erfassung in der Küche vermehrte Aufmerksamkeit geschenkt; so wurde ein spezielles fünf Liter fassendes Sammelgefäß sowie Papiertüten und Einwickelpapier für die Küche designt, deren Bereitstellung über die Mitwirkenden Einzelhandelsunternehmen erfolgt.

⁹ Die Düngemittelverordnung und die Kriterien der Bundesgütegemeinschaft definieren Altpapier als Fremdstoff, vgl. Kapitel 6.2.

Bild 3-11: Optimierung der Erfassung von Küchenabfälle als Teil der Aktion Biotonne¹ (BIOTONi, Papiersack, Einwickelblock) [Aktion Biotonne 2016]



Andere Versuche, die Erfassung von organischen Küchenabfällen über den Einsatz von Sammelbeuteln aus biologisch abbaubaren Werkstoffen (BAW) zu steigern, waren zwar bezogen auf die Mengenerfassung erfolgreich, der Einsatz von BAW ist in Hinblick auf die Biogutverwertung aber umstritten (siehe auch Kapitel 4.5).

Die Biogut-Erfassungsmengen können noch mittelfristig steigen, werden parallel zur Einwohnerentwicklung im langfristigen Trend aber wieder sinken:

- Die 2014 begonnenen Maßnahmen verschiedener öRE zur Erhöhung des Anschlussgrades und damit auch der Erfassungsmengen zeigen Wirkung. Bundesweit betrachtet nimmt Schleswig-Holstein mit durchschnittlich 85 kg/E,a (Stand 2015) den Spitzenplatz bei der Erfassung von Biogut ein.
- Größere Mengenzuwächse der spezifischen Erfassungsmengen können z.B. noch in Kreisen mit niedrigen Anschlussgraden und ggf. in solchen mit kleinen Behältergrößen (40 l MGB) erreicht werden. Es wäre dann prinzipiell denkbar, das im Landesdurchschnitt bis zu 100 kg/E,a Biogut getrennt erfasst werden¹⁰.
- Die Eigenkompostierung/Eigenverwertung wird von verschiedenen öRE bevorzugt. Die beginnende Diskussion um die ökologische Sinnhaftigkeit der Eigenverwertung (Nährstoffbilanz, gute fachliche Praxis etc.) wird hieran vorerst nichts Grundlegendes ändern.
- Die Einwohnerzahl Schleswig-Holsteins wird noch einige Jahre weiter steigen und anschließend zurückgehen [Statistikamt Nord 2015]. Letztlich geht die Einwohnerzahl Schleswig-Holsteins von rund 2,833 Mio. Ende 2015 auf 2,706 Mio. Ende 2035 zurück. Selbst bei Prognoseansätzen mit einer hohen Zuwanderung sinkt die Einwohnerzahl bis 2035 auf 2,770 Mio. Menschen in Schleswig-Holstein.

¹⁰ Eine weitere Intensivierung der getrennten Bioguterfassung setzt mindestens voraus, dass die erzeugten Produkte auch verwertet werden; siehe hierzu u.a. Kapitel 6 und 8.

- Der höchste Bevölkerungsstand wird mit 2,840 Mio. im Jahr 2018 beziehungsweise mit 2,851 Mio. im Jahr 2020 erreicht werden.¹¹

Nachdem die bisherigen Prognosen der Bioabfallstudie 2009 (Anstieg auf ca. 84 kg/E, a bzw. 240.000 Mg/a) bzw. des Abfallwirtschaftsplans für Schleswig-Holstein, der einen moderaten Anstieg der Erfassungsmengen für Biogut auf rund 85 kg/E, a prognostiziert, bereits im Jahr 2015 erreicht wurden, kann durchaus ein neues mengenbezogenes Ziel formuliert werden. Das ist aber erst dann sinnvoll, wenn die Bioabfallerfassung und -verwertung mit stabilen Rahmenbedingungen rechnen kann.

4 Qualität und Quantität von Biogut

Um aus Bioabfall Qualitätsprodukte zu erzeugen, ist eine auf die Qualität ausgerichtete sortenreine Sammlung unabdingbar. Andererseits ist auch die erfasste Menge wie oben gezeigt steigerungsfähig. Der Abfallwirtschaftsplan Schleswig-Holstein [AWP 2014] führt diesbezüglich aus:

Die Intensität der Bioabfallerfassung sollte nach Möglichkeit gesteigert werden, um den Restabfall zu entlasten und die vorhandenen hochwertigen Bioabfallverwertungsanlagen auszulasten. Dadurch könnte eine um einiges größere Menge nativ-organischer Abfälle einer sinnvollen energetisch-stofflichen Kaskadennutzung zugeführt werden. Maßnahmen wären die gezielte Öffentlichkeitsarbeit, bei der die Wertschöpfung aus den Abfällen aus der Biotonne in den Vordergrund gestellt wird, eine steuernde Gebührenstruktur und Überprüfungen gewährter Befreiungen vom Anschluss- und Benutzungszwang. In diesem Zusammenhang sollten die öRE auch die Frage der Eigenkompostierung ggf. neu bewerten und mit ihren Bürgerinnen und Bürgern kommunizieren.

Wenn richtigerweise der Qualität hohe Priorität beigemessen wird, stellt sich in Hinblick auf Mengensteigerungen verschiedenen öRE in Schleswig-Holstein die Frage, ob es vertretbar ist, auch anonyme Siedlungsstrukturen (z.B. Großwohnanlagen, Städte/Innenstadtbezirke), denen ein hoher Fremdstoffgehalt unterstellt wird, an die Biotonne verstärkt anzuschließen.

Bevor hierauf eingegangen wird, muss zunächst der Begriff Fremdstoff diskutiert werden.

4.1 Definition von Fremdstoffen im Biogut

Mit der Biotonne wird auf die getrennte Erfassung aller im Haushalt und Garten anfallenden organischen Abfälle abgestellt. Untersuchungen zur Zusammensetzung des getrennt gesammelten Bioguts zeigen, dass sich in den Biotonnen aber auch Kunststoffe, Glas, Steine und andere Restabfallbestandteile befinden. Diese Anteile werden nachfolgend als Fremdstoffe bezeichnet.

¹¹ Zu den regional differenzierten Daten siehe auch [Schleswig-Holstein, 2016]

Fremdstoffe gelangen z.B. durch die Verpackung des Bioguts im Haushalt (Kunststofftragetaschen, -müllbeutel) oder durch Fehlwürfe in die Biotonne und würden ohne aufwendige Maßnahmen zur Fremdstoffabtrennung seitens der Anlagenbetreiber die Vermarktung der Produkte unmöglich machen. Ist diese Fremdstoffmenge bereits hoch oder erhöht sie sich durch die Ausweitung der Sammlung, würden sich, bei gleichbleibenden Wirkungsgraden aufbereitungstechnischer Maßnahmen zur Fremdstoffentfernung, Probleme mit der Einhaltung der gesetzlich begrenzten Fremdstoffbelastung von Kompost oder Gärrest einstellen, die künftig noch verschärft werden. Dieser Zusammenhang spricht dafür, dass künftig ein maximal vertretbarer Fremdstoffgehalt im Biotonnenmaterial festgelegt wird, um den Vermarktungserfolg nicht zu gefährden¹².

Verbindliche materialspezifische Definitionen zu den als Fremdstoff geltenden Abfallbestandteilen oder zu maximal vertretbaren Fremdstoffgehalten existieren für Biogut nicht, auch diesbezügliche Untersuchungen des Bioguts sind bislang nur begrenzt durchgeführt worden. Stattdessen existieren solche Definitionen und Grenzwerte für die aus Biogut herzustellenden Produkte - Kompost und /oder Gärrest. Dass auch die produktbezogenen Definitionen für Fremdstoffe nicht einheitlich sind (vgl. Tabelle 6-1), erschwert die Situation weiterhin.

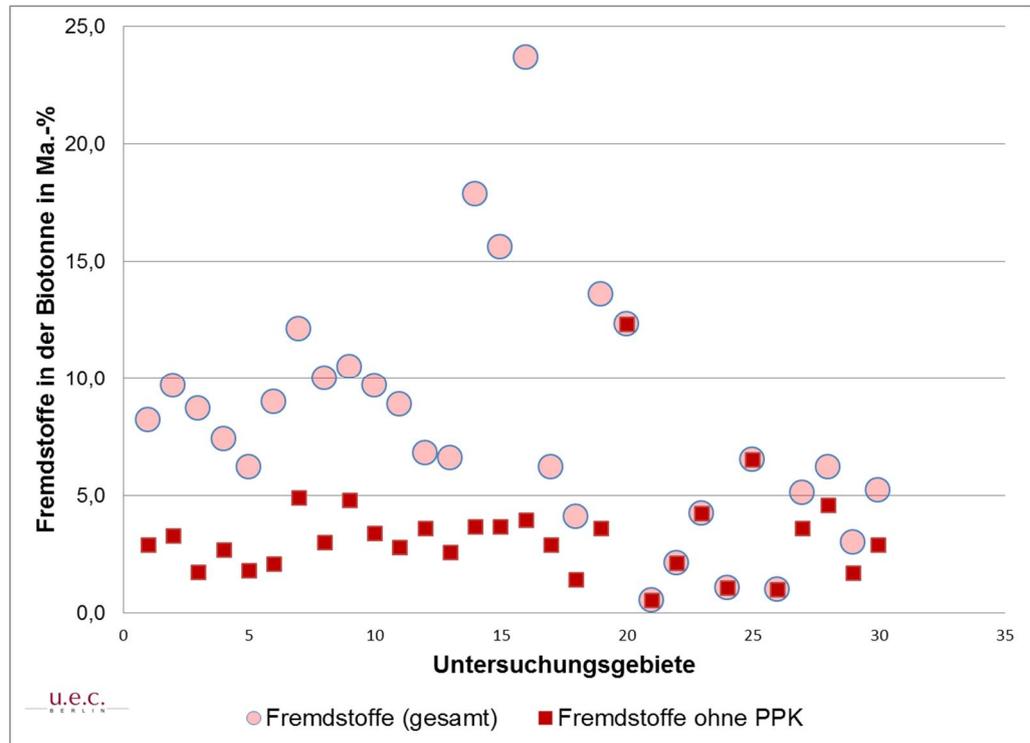
Um wenigsten bei künftigen Untersuchungen die Vergleichbarkeit mit den Fremdstoffdefinitionen unterschiedlicher Regelwerke für Kompost und Gärprodukte herzustellen, sollten bei Sortieranalysen für Biogut mindestens die Gehalte an Kunststofffolien, sonstigen Kunststoffen, biologisch abbaubare Werkstoffe (BAW) (soweit identifizierbar), Gummi, Metalle, Papier/Pappe/Kartonagen (PPK), Verbundstoffe, Knochenteile und Steine (> 10 mm) als Fremdstoffe ausgewiesen werden.

Dass einheitliche Materialdefinitionen wichtig sind, zeigt der Umgang mit Anteilen von Papier bei Biogut-Sortieranalysen, das nur bei einigen Untersuchungen als Fremdstoff definiert und bestimmt wurde. Abgesehen davon ist ein Rückschluss vom Fremdstoffgehalt im Biogut auf den Fremdstoffgehalt im Produkt Kompost/Gärrest schwierig, da Papierfasern im Prozess abhängig von der Materialverweilzeit aufgelöst bzw. abgebaut werden und zumindest in den Wintermonaten das Einwickeln feuchten Bioguts in Papier als probates Mittel zur Verhinderung von Leerungsproblemen gilt.

Entsprechend stark können je nach Umgang mit den Papieranteilen auch die in der Literatur zu findenden Fremdstoffanteile bei Biogutanalysen schwanken, wie Bild 4-1 beispielhaft zeigt. Werden die Papier-Anteile (in verschiedenen Untersuchungen als Papier/Pappe/Kartonagen (PPK) ausgewiesen) herausgerechnet, kann für die Mehrzahl der Untersuchungen ein Fremdstoffanteil im Bereich von weniger als 5 Ma.-% festgestellt werden.

¹² Für andere getrennt erfasste Abfälle, so z.B. für getrennt erfasstes Altglas, existieren im Übrigen auch noch keine verbindlichen Definitionen für den zulässigen Fremdstoffanteil im Input von Aufbereitungsanlagen. Auch hier sind Bestrebungen zur Qualitätsdefinition der Sammelware in der Diskussion.

Bild 4-1: Ergebnisse zu Gehalten an Fremdstoffen (Nicht-Zielfraktion) in Biotonnen unterschiedlicher Sammelgebiete (Ma.-% bezogen auf Frischmasse) [uec 2016]



Es sei noch erwähnt, dass die Ergebnisse von Sortieranalysen immer auf die Frischmasse bezogen sind, während die Fremdstoffgehalte im Kompost bzw. Gärrest auf Trockenmasse bezogen werden. Da der Wassergehalt des Bioguts und damit auch der seiner Inhaltsstoffe je nach Randbedingungen deutlich schwanken kann, ist ein Vergleich von Fremdstoffgehalten des Bioguts zusätzlich erschwert. Da die Fremdstoffe zudem mit anderen (organischen) Anhaftungen versehen sind; werden bei Biogut-Sortieranalysen tendenziell eher zu hohe als zu niedrige Werte ermittelt. Dies könnte durch Korrekturfaktoren für die Feuchte und die Anhaftungen ausgeglichen werden, für die jedoch zunächst Grundlagendaten ermittelt werden müssten.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass bislang keine einheitlichen Definitionen für die Zuordnung von Abfällen zu Fremdstoffen und zum Umgang mit Wassergehalten und Anhaftungen existieren. Hier besteht Handlungsbedarf, wenn künftig für die Sammelware Biogut maximal zulässige Fremdstoffgehalte definiert werden sollen.

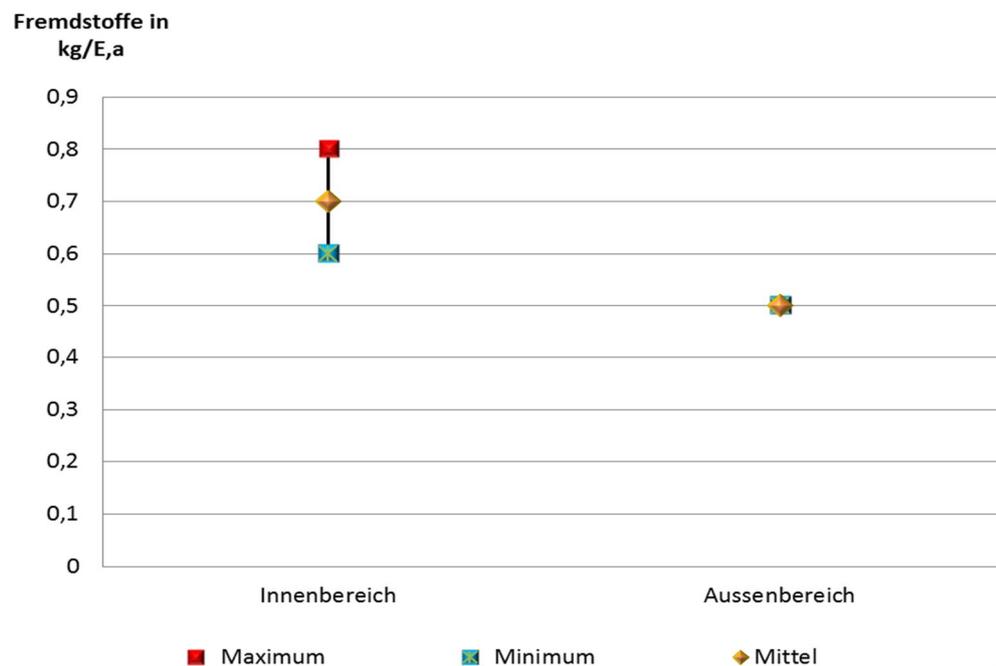
4.2 Fremdstoffe in Biotonnen aus unterschiedlichen Bebauungsstrukturen

Es wird häufig die These vertreten, dass die Qualität des in aufgelockerter Bebauung gesammelten Bioguts höher ist als in stark verdichteten, anonymen Bebauungsstrukturen wie z.B. Großwohnsiedlungen.

Zu diesem Themenkomplex konnten im Rahmen dieser Studie einige Sortieranalysen von Bioabfall ausgewertet werden, die folgendes orientierendes Bild ergeben:

- In Lübeck wurden bei Biogutuntersuchungen in 1-2 Familienhausgebieten rund 1,2 kg/E,a an Fremdstoffen (ohne nähere Spezifikation der Fremdstoffe) ermittelt, während in Innenstadtgebieten 8,7 kg/E,a angetroffen wurden. Da in 1-2 Familienhausgebieten zudem mehr Gartenabfälle erfasst werden, liegen die prozentualen Fremdstoffanteile mit 1,1 Ma.-% in 1-2 Familienhausgebieten und 12,8 Ma.-% in Innenstadtgebieten weit auseinander.
- In Berlin wurde Ende der 90er Jahre die Biotonne in Innenstadtgebieten, nicht jedoch in 1-2 Familienhausgebieten am Stadtrand eingeführt; hier ist die Biotonne erst seit einigen Jahren im Einsatz. Verschiedene in den letzten Jahren durchgeführte Bioabfalluntersuchungen zeigten, dass der prozentuale Fremdstoffanteil in den Innenbereichen im Mittel höher als der in Außenbereichen ist. Diese prozentualen Unterschiede gehen auf die Verdünnung durch die in Außenbereichen miterfassten Gartenabfälle zurück, die hier deutlich höher ausfallen als in Innenbereichen. Dies zeigt ein Blick auf die einwohnerspezifischen Fremdstoffanteile; diese sind mit 0,5 kg/E,a (Außenbereich) bis 0,8 kg/E,a (Innenstadt) vergleichbar.

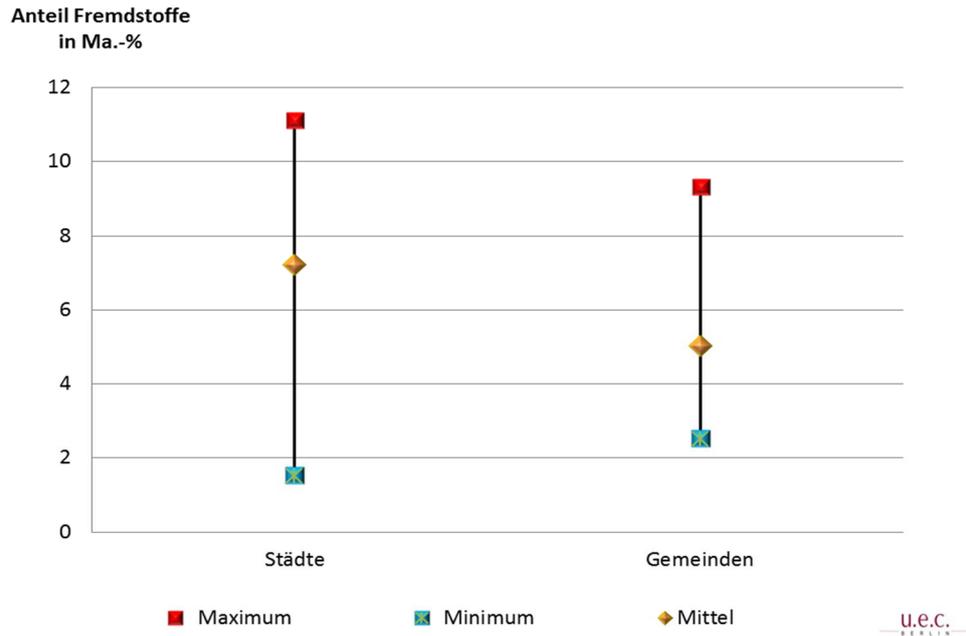
Bild 4-2: Einwohnerspezifische Fremdstoffe in Biogut im Land Berlin



- Im Landkreis Steinfurt wurde Biogut aus verschiedenen Sammeltouren analysiert, die angetroffenen Fremdstoffgehalte (Metalle, Kunststofftüten, sonstige Kunststoffe und Papiere (kein Zeitungspapier) sowie Verbunde) sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt. Hier zeigt sich, dass in Sammeltouren der kreisangehörigen

Städte höhere Fremdstoffgehalte als in solchen aus Gemeinden festzustellen sind; einwohnerspezifische Werte wurden nicht veröffentlicht.

Bild 4-3: Fremdstoffgehalte aus Sammel Touren in Städten und Gemeinden des Kreises Steinfurt [Daal 2016, eigene Darstellung]



- In der Hansestadt Hamburg wurde 2015 Biogut aus 1-2 Familienhausgebieten und Großwohnanlagen auf Stichprobenbasis untersucht. Die Untersuchung zeigte, dass die einwohnerspezifischen Fremdstoffanteile, wie auch in Berlin, nicht signifikant unterschiedlich sind; allerdings führen auch hier Verdünnungseffekte durch die Miterfassung von Gartenabfällen in 1-2 Familienhausgebieten zu einem geringen prozentualen Fremdstoffanteil in diesen Gebieten.

Tabelle 4-1: Beispiel zur prozentualen Zusammensetzung von Biogut aus zwei Hamburger Siedlungsstrukturen [u.e.c. 2015, unveröffentlicht]

Sortierfraktion	Nr.	Großsiedlung	EFH-Bebauung
PPK-Verpackungen	1-1	0,05	-
PPK, ungeeignet für Deinking	1-2-3	0,002	-
Kartonagen	1-2-4	-	0,41
PPK, sonstiges	1-2-5	0,03	-
Haushalts-Hygieneartikel	1-3	-	-
Glas-Verpackungen (Mehrweg)	2-1-1	-	-
Glas-Verpackungen (Einweg)	2-1-2	-	-
sonstiges Glas	2-2	-	-
Verpackungen aus PVC	3-1-1-1	-	-
Verpackungen aus PE oder PP	3-1-1-2	0,05	-
Verpackungen aus PS	3-1-1-3	0,01	-
Verpackungen aus PET	3-1-1-4	0,03	-
sonstige Kunststoff-Verpackungen	3-1-1-5	-	-
Verpackungen als Mülltüten	3-1-2	0,18	-
Kunststoffartikel aus PVC	3-2-1-1	-	-
Kunststoffartikel aus PE oder PP	3-2-1-2	0,09	0,02
Kunststoffartikel aus PS	3-2-1-3	-	-
Kunststoffartikel aus PET	3-2-1-4	-	-
sonstige Kunststoffartikel	3-2-1-5	0,01	0,06
Abfallsäcke und -tüten	3-2-2	0,14	-
Fe-Metalle, Verpackungen	4-1	0,05	-
sonstige Fe-Metalle	4-2	0,03	-
NE-Metalle, Verpackungen	4-3	0,01	-
sonstige NE-Metalle	4-4	-	-
Verbundverpackungen	5	0,06	-
Gartenorganik, krautig	6-1	57,30	92,70
Gartenorganik, holzig	6-2	7,60	6,71
Küchenorganik I	6-3-1	30,16	0,05
Küchenorganik II	6-3-2	1,11	-
Knochen, rohes Fleisch, Gräten	6-4-1	0,02	-
verpackte Lebensmittel	6-4-2	1,67	-
Metallhaltige Materialverbunde	7-1-1	-	-
Sonstige Materialverbunde	7-1-2	0,27	0,05
sonstige Textilien ohne Schuhe	7-2	0,04	-
Holz	7-6	0,004	-
Hygieneartikel (ohne Windeln)	7-7	-	-
Windeln	7-8	0,49	-
EAG-Kleingeräte < 50 cm	7-11	0,16	-
sonstige Reststoffe	7-14	0,44	-
Lithium-Ionen-Batterien und -Akkus	7-15	-	-
Summe		100,00	100,00
spezifische Sammelmenge	kg/E,a	36,91	212,89

Die hier andiskutierten Untersuchungsergebnisse erlauben die (vorsichtige) Schlussfolgerung, dass eine Biogutsammlung auch in verdichteten, anonymen Bebauungsstrukturen nicht mit ungewöhnlich hohen spezifischen Fremdstoffanteilen verbunden sein muss. Vielmehr kommt es auf die im Einzelfall unterschiedlichen Randbedingungen an.

Treten allerdings, wie beispielsweise in Steinfurt, hohe Fremdstoffkonzentrationen im Biogut auf, sind die Ursachen dafür abzuklären. In Frage kommen nicht nur die Anonymität der Bebauung, sondern auch andere Effekte.

4.3 Zulässige Fremdstoffgehalte in Biogut – Ansatz der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.

Die Bioabfallverordnung gibt in § 4 vor, dass der Bioabfallbehandler nur Bioabfälle und in Anhang 1 Nummer 2 genannte Materialien verwenden (darf), von denen in unvermischter Form auf Grund ihrer Art, Beschaffenheit oder Herkunft angenommen werden kann, dass sie nach einer Behandlung die Anforderungen nach den Absätzen 3 und 4 einhalten und bei denen keine Anhaltspunkte für überhöhte Gehalte an anderen als den von Absatz 3 erfassten Schadstoffen bestehen. Diese Regelung zielt im eigentlichen Sinne auf anorganische und organische Schadstoffe ab, könnte im weiteren Sinn aber auch in Hinblick auf zulässige Fremdstoffgehalte im angenommenen Biogut eine Rolle spielen.

Diesbezüglich hat die Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK e.V.) ein Positionspapier veröffentlicht, das Fremdstoffe benennt und einen Grenzwert für den zulässigen Fremdstoffgehalt in der Sammelware formuliert [BGK e.V. 2016].

Als Fremdstoffe werden beispielhaft Glas, Metalle und Kunststoffe benannt. Aus Verbandssicht liegen i.d.R. hinreichend sortenreine Bioabfälle vor, wenn der Gehalt an Fremdstoffen weniger als 1 Gew.-% beträgt [BGK e.V. 2016].

Höhere Gehalte an Fremdstoffen haben aus Sicht der BGK e.V. zur Folge, dass

- der Aufwand für die Abtrennung der Fremdstoffe und damit die Behandlungskosten zunehmen,
- Gehalte an Fremdstoffen auch im Endprodukt hoch sein können. Die Vermarktbarkeit der Endprodukte ist dann nicht mehr gegeben,
- höhere Mengen an Siebresten anfallen, die teuer entsorgt werden müssen, in der Regel auf Kosten der Bioabfallbehandler,
- sich die Effizienz der Bioabfallverwertung insgesamt verringert Die Effizienz der Bioabfallverwertung leidet bei höheren Gehalten an Fremdstoffen insbesondere, weil zur Abscheidung der Fremdstoffe feinmaschigere Siebe als üblich eingesetzt werden müssen. Dies führt bei Kompost und festen Gärprodukten zu höheren Mengen an Siebüberläufen, mit deren Entsorgung v.a. wertgebende Anteile an organischer Substanz verlorengehen,‰

Die BGK e.V. fordert deshalb, dass bei der Verwertung von Bioabfällen aus vorgenannten Gründen qualitätssichernde Maßnahmen durch die zuständige Gebietskörperschaft zu verlangen sind. Die Qualität der Bioabfälle ist entscheidender als die erfasste Menge.‰

Der Vorschlag der BGK e.V. hat durch den prozentualen Bezugswert allerdings zur Folge, dass die absoluten einwohnerspezifischen Fremdstoffanteile im Biogut schwanken dürften. Während in Nordfriesland bei einem Bezugswert von 1 ‰ ein Fremdstoffgehalt von 0,36 kg/E,a zulässig wäre, würde dieser Wert in Rendsburg-Eckernförde bei 1,58 kg/E,a liegen. Der prozentuale Bezugswert kann also falsche Signale setzen.

Anhand der Ergebnisse in Bild 4-1 ist zumindest für eine Reihe von Sammelgebieten davon auszugehen, dass in der Praxis ein Fremdstoffanteil kleiner als 1 Ma.-% nicht erreicht wird. Wenn aber doch, dann mit einiger Wahrscheinlichkeit auch dadurch, dass in großem Umfang Gartenabfälle miterfasst werden.

Wenn in vielen Fällen aber vermutlich der vorgeschlagene Input-Grenzwert für Biogut überschritten wird, ist zu hinterfragen, welche Konsequenzen aus einer solchen Begrenzung resultieren. Hierzu hat die Diskussion erst begonnen. Derzeit wird im Auftrag der BGK e.V. an Fragen zur Standardisierung der Probenahme und der Durchführung von Sortieranalysen gearbeitet, ein entsprechendes Projekt ist in der Bearbeitung.

Zusammenfassend ist es empfehlenswert, für die Zukunft den Begriff der Fremdstoffe entweder indirekt (alle nicht biologisch abbaubare Anteile) oder direkt (Auflistung der als Fremdstoffe geltenden Materialien in einem Sortierkatalog) eindeutig zu definieren. Ohne eine solche Definition ist es nicht möglich, überhaupt verlässlich einwohnerspezifische oder prozentuale Grenzen in Bezug auf die Verwertbarkeit von Biogut zu definieren

Letztendlich ist vor allem noch offen, welche Folgen die Überschreitung eines zulässigen Fremdstoffgehaltes hätte. Dieser Grenzwert könnte entweder zwischen den Marktteilnehmern vertraglich vereinbart werden oder beispielsweise als Definition in der anstehenden Novellierung der Bioabfallverordnung Eingang finden.

4.4 Einflussmöglichkeiten der Gebietskörperschaften auf die Qualität der getrennt gesammelten Bioabfälle

Auch zum Themenkomplex Fremdstoffbelastung der Sammelware wurden die öRE im Zuge der Fragebogenerhebung befragt, die Ergebnisse werden nachfolgend vorgestellt.

4.4.1 Ergebnisse der Fragebogenerhebung

Die Diskussion um zulässige Fremdstoffgehalte im gesammelten Biogut ist bei den meisten öRE vor allem durch Rückmeldungen der Anlagenbetreiber als auch auf anderen Wegen angekommen, wie die Ergebnisse der Fragebogenerhebung zeigen.

Bild 4-4: Ergebnisse der Fragebogenerhebung; Sind Ihnen gegenüber Probleme mit Fremdstoffen im Biogut benannt worden?

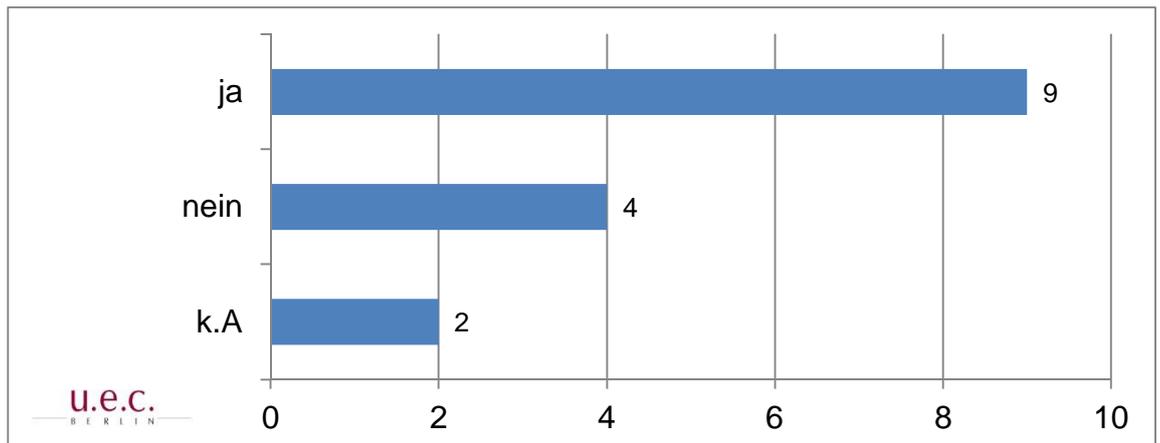
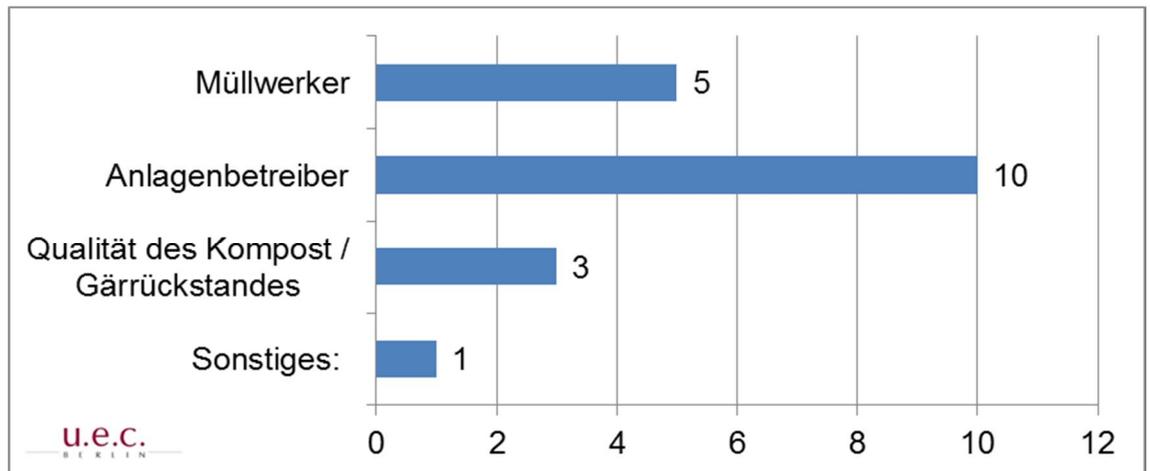
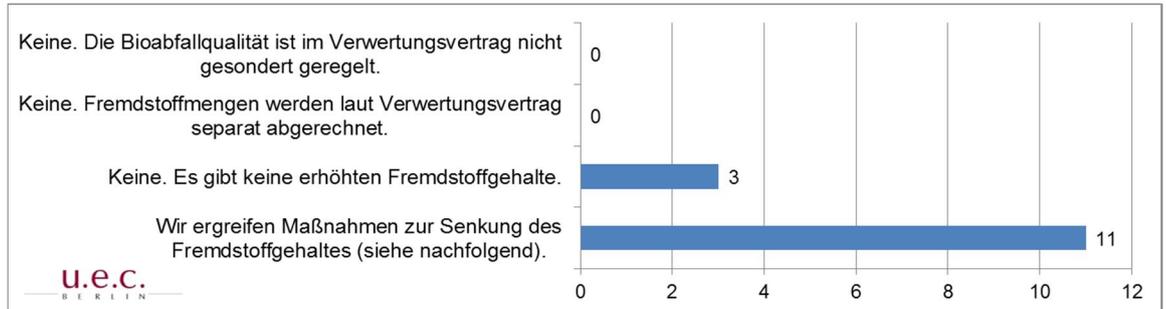


Bild 4-5: Ergebnisse der Fragebogenerhebung: Durch wen wurden Sie über die Probleme informiert (Mehrfachnennungen möglich)?



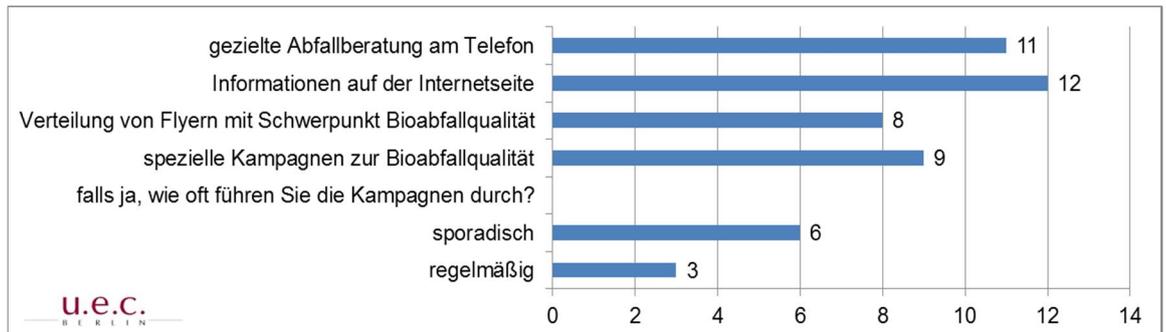
In der Folge gibt eine Mehrzahl der öRE an, zur Bekämpfung der Fremdstoffbelastung Maßnahmen der Informations- und Öffentlichkeitsarbeit einzusetzen.

Bild 4-6: Ergebnisse der Fragebogenerhebung: Welche Maßnahmen ergreifen Sie als öRE, um der Fremdstoffbelastung entgegen zu wirken? (Mehrfachnennung möglich)



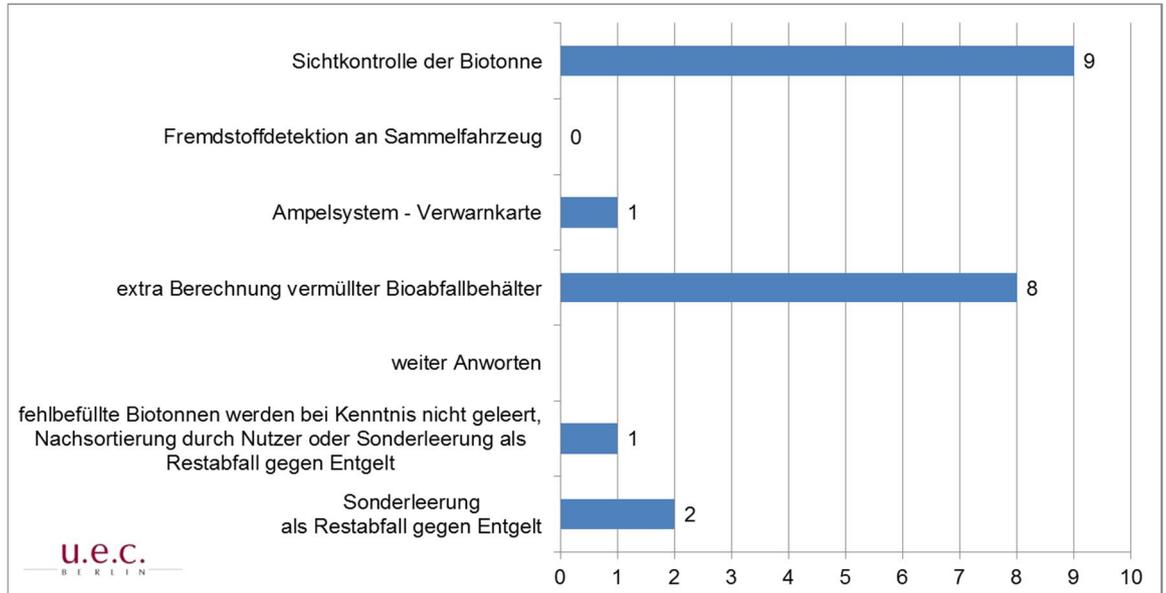
Mehrheitlich werden dazu die klassischen Informationswege genutzt, die allerdings ein aktives Handeln der Haushalte voraussetzen (Anruf, Aufruf des Web-Auftrittes etc.). Hinzu kommen spezielle Kampagnen, die auch andere Informationswege (z.B. Presse) nutzen. Überwiegend werden solche Kampagnen anlassbezogen und somit sporadisch durchgeführt.

Bild 4-7: Ergebnisse der Fragebogenerhebung: Welche Möglichkeiten der Information und Öffentlichkeitsarbeit nutzen Sie



Darüberhinausgehende Kontroll- und ggf. Sanktionsmaßnahmen werden ebenfalls genutzt, wie die nachfolgenden Ergebnisse zeigen. Im Vordergrund stehen Sichtkontrollen durch Müllwerker mit der satzungskonformen Folge, dass Behälter auch stehen gelassen und ggf. über Sonderentleerungen gegen extra Berechnung entsorgt werden. Diese Maßnahme wirkt gezielt auf die Verursacher ein und hat weniger Streuverluste als verschiedene Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit.

Bild 4-8: Ergebnisse der Fragebogenerhebung: Welche Kontroll- und Sanktionsmaßnahmen nutzen Sie (Mehrfachnennungen möglich)?



Zusammenfassend zeigen die aktuellen Umfrageergebnisse, dass die öRE in Schleswig-Holstein ihre Verantwortung zur Mitwirkung bei der Reduzierung der Fremdstoffbelastung im Biogut im Rahmen ihrer Möglichkeiten und Budgets prinzipiell wahrnehmen. Ob die getroffenen Maßnahmen Erfolg haben oder ggf. andere Maßnahmen sinnvoll sind, kann nur in Zusammenarbeit von Anlagebetreibern und öRE festgestellt werden.

Mehrheitlich haben sich deshalb sowohl die öRE als auch die Anlagenbetreiber dafür ausgesprochen, eng zusammen zu arbeiten und die Aspekte der Qualität der Sammlung von Biogut gemeinsam verstärkt zu kommunizieren.

4.4.2 Trennanweisungen

In Bezug auf den Fremdstoffgehalt spielen auch Trennanweisungen eine große Rolle, mit denen die gewünschten und unerwünschten Inhalte der Biotonne adressiert werden. Eine Auswertung der von den Schleswig-Holsteinischen Kreisen und Städten benutzten Satzungen zeigt, dass hier i.d.R. nur wenige Begriffe zur Bioabfalldefinition genutzt werden. Danach sind **„Bioabfälle“** im Sinne der Satzungen beispielsweise

- **organische Küchen- und Gartenabfälle** (Ausnahmen bezüglich Essensreste tierischen Ursprungs existieren)
- **„Bioabfälle sind biologisch abbaubare pflanzliche, tierische oder aus Pilzmaterialien bestehende Haushaltsabfälle aus der Küche, wie z. B. Speisereste, Kaffee- und Teesatz mit Filtertüten, Obst- und Gemüsereste sowie Gartenabfälle wie z. B. Rasen und Strauchschnitt, Moos, Laub und Wildkräuter.“**
- **biologisch abbaubare organische Abfälle aus privaten Haushaltungen**

- Bioabfälle sind bewegliche Sachen organischen Ursprungs aus Haushaltungen und Gärten. Dazu gehören z.B. Gemüse-, Obst- und Speisereste sowie Gartenabfälle, wie z.B. Baum- und Strauchschnitt. Flüssige Speise- und Küchenabfälle zählen nicht zu den organischen Abfällen.%%
- Bioabfälle sind organische Haushaltsabfälle aus der Küche, wie z. B. Speisereste, Kaffee- und Teesatz mit Filtertüten, Obst- und Gemüsereste. Sie sind sortenrein in die dafür vorgesehenen Behälter zu füllen, ebenso Gartenabfälle wie z. B. Rasen- und Strauchschnitt, Moos und Wildkräuter. Nicht zum Bioabfall gehören z. B. mineralische Katzenstreu, Restabfall, Glas, Keramik, Blumentöpfe, Metall, Windeln, Suppen und Saucen, Speisereste aus Restaurants, Cafés, Kantinen usw.%%

Die exemplarische Auflistung der in den Abfallwirtschaftsatzungen benutzten Begriffe zeigt, dass sowohl kurz gehaltene Definitionen ohne Beispiele als auch ausführliche Definitionen mit Beispielen verwendet werden. Eine Negativ-Abgrenzung bzw. Benennung von Fremdstoffen ist in Satzungen nur selten anzutreffen.

Anders verfahren die öRE bei den zur Öffentlichkeitsarbeit erarbeiteten Informationen (Homepage, Flyer etc.), die auch die nicht erwünschten Inhalte adressieren. Eine im Rahmen der Bearbeitung vorgenommene Auswertung der von den öRE im Internet verbreiteten Unterlagen zeigt in Fragen der Abgrenzung und des Umfangs der benutzten Beispiele z.T. erhebliche Unterschiede. Zwar wird eine vergleichbare Grundsystematik genutzt, im Detail wird jedoch eine Vielzahl unterschiedlicher Begrifflichkeiten zur Stoffdefinition verwendet.

Tabelle 4-2: Auswertung der Informationsmaterialien schleswig-holsteinischer öRE

Im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit benutzte Begrifflichkeiten zu Inhalten der Biotonne				
1. Ebene	Erwünschte Stoffe in der Biotonne (Zieldefinition)		Unerwünschte Stoffe in der Biotonne (Fremdstoffe)	
2. Ebene: Anfallstelle	Küche	Garten	Küche	Garten
3. Ebene: Beispiele	Von A wie saltes Brot% bis Z wie Zimmerpflanzen%	Von B wie Baumschnitt% bis W wie Wildkräuter	Von A wie Alufolie% bis Z wie Zigarettenkippen%	Von B wie Bauschutt% bis T wie Tierkadaver%
	Insgesamt 187 verschiedene Begrifflichkeiten und Begriffskombinationen		Insgesamt 93 verschiedene Begrifflichkeiten und Begriffskombinationen	
	Je nach öRE zwischen 7 und 32 Begriffe		Je nach öRE zwischen 1 und 23 Begriffe	

Hier sollte geprüft werden, ob bei künftig anstehenden Überarbeitungen nicht eine Verkürzung umfangreicher Beispiellisten sinnvoll ist.

Eine zielgerichtete Kommunikationsstrategie, bestehend aus einem Analyseteil, dem Strategieteil (Zielsetzung, Dialoggruppen/Zielgruppen, Kommunikationsinhalte und Strategie) und dem Maßnahmenteil (Maßnahmen, Budget und Erfolgskontrolle) ist zusammenfassend von großer Bedeutung und kann in Zusammenarbeit aller Akteure auch kostengünstiger umgesetzt werden als wenn jeder Einzelne für sich agiert. Eine solche breit angelegte und ggf. dauerhafte Kampagne sollte in Bezug auf die Bioabfallqualität das Problem Fremdstoffe benennen und sich dabei auf das Wesentliche konzentrieren und einfache, verständliche Botschaften kommunizieren.

4.5 Exkurs: biologisch abbaubare Werkstoffe (BAW)

Biologisch abbaubare Werkstoffe (BAW) werden unter anderem zu Sammelbeuteln für die Bioabfallsammlung verarbeitet. Die Sammelbeutel sind in unterschiedlichen Ausführungen im Handel erhältlich und werden von einigen deutschen Gebietskörperschaften auch für die Ausweitung der Erfassung von Küchenabfällen eingesetzt. Allerdings ist der Einsatz von BAW umstritten, insbesondere in Hinblick auf die Frage, ob BAW bei der nachgeschalteten Kompostierung und Vergärung vollständig abgebaut werden. So z.B. bei der Novelle der Bioabfallverordnung, bei der letztendlich zertifizierte BAW für die Nutzung zugelassen wurden. Seitdem gehören nach § 2 Nr. 1 i.V.m. Anhang 1 Nr. 1 a BioAbfV biologisch abbaubare Kunststoffe aus überwiegend nachwachsenden Rohstoffen zu den verwertbaren Bioabfällen.

Auch die Düngemittelverordnung erlaubt den Einsatz von BAW-Beuteln, sofern diese nach der Norm DIN EN 13432 oder DIN EN 14995 zertifiziert wurden und eine aerobe Aufbereitung des gesamten organischen Materials, auch nach einer vorhergehenden Vergärung, erfolgt.

Die Positionen zur Nutzung und zum Einsatz von BAW sind letztlich konträr:

- Das Umweltbundesamt sieht den Einsatz von BAW-Beuteln kritisch, da kein ökologischer Vorteil nachgewiesen werden könne.
- Die BGK e.V. steht dem Einsatz kritisch gegenüber, obwohl der Nutzen (Steigerung der Akzeptanz der Biotonne) anerkannt wird.
- Der Verband kommunaler Unternehmen (VKU) sieht ebenfalls die Verbraucherfreundlichkeit der Nutzung von BAW-Beuteln in der Küche, verweist aber auf weiteren Forschungsbedarf.
- Der Verbund kompostierbare Produkte e.V. sieht als Interessenverband den Einsatz von BAW positiv und verweist u.a. auf die Abbaubarkeit der BAW.

Untersuchungsergebnisse von [Kraft 2013] zum Abbau von Kunststofftüten aus BAWs zeigen, dass der Kompostierbarkeitstest nach DIN EN 13432 nicht auf anaerobe Verfahren übertragen werden kann, sondern für diese Verfahren ein eigenständiger Test etabliert werden müsste, um ein allumfassendes Label für biologisch abbaubare zu entwi-

ckeln. Zudem konnten die im Rahmen des Projektes festgelegten Kriterien zum anaeroben Abbau und Desintegration von biologisch abbaubaren Werkstoffen nur von einem von drei untersuchten Produkten erfüllt werden. Solange aber im Handel BAW mit unterschiedlicher Abbaubarkeit angeboten werden, kann es in Bezug auf die Restanteile im Kompost durchaus Probleme geben.

Praxisversuche in der diskontinuierlichen Vergärungsanlage der EGST Steinfurt zeigten, dass die unterschiedlichen getesteten BAW-Beutel zu 70 . 80 % im anaeroben Prozess bei einer Verweilzeit von 30 Tagen abgebaut wurden. Der vorgeschriebene Abbaugrad von 90 % der Siebfraktion > 2 mm wird demnach in der anaeroben Stufe nicht erreicht; die verbleibenden Partikel müssen in der nachfolgenden Rottestufe abgebaut werden. Zumindest die EST-Steinfurt sieht dies als möglich an und nutzt im Einzugsgebiet entsprechende BAW-Beutel.

Bild 4-9: Beispiel für nicht vollständig anaerob abgebaute BAW-Beutel [Daal 2016]



Fricke [Fricke 2012] führt zu diesem Thema aus, dass in mehreren großtechnisch angelegten Praxisversuchen belegt werden konnte, dass durch den Einsatz von BAW-Beuteln die Akzeptanz und die Trennbereitschaft der Bürger explizit Küchenabfälle zu sammeln, erhöht werden konnte. Er kommt zusammenfassend zu folgendem Ergebnis:

Es ist festzuhalten, dass es auf die Sichtweise, den gewünschten Nutzen und die jeweiligen technischen Rahmenbedingungen ankommt, ob der Einsatz von BAW-Produkten zielführend ist oder nicht. Eine Kommune, die vor dem Hintergrund der Verpflichtung zur Implementierung der Biotonne und zur Verbesserung der Erfassungsquoten die Akzeptanz der Bürger sichern muss, ist gut beraten, den Einsatz von BAW-Produkten zur Verbesserung der Akzeptanz zu prüfen. Bezüglich der Praktikabilität ver-

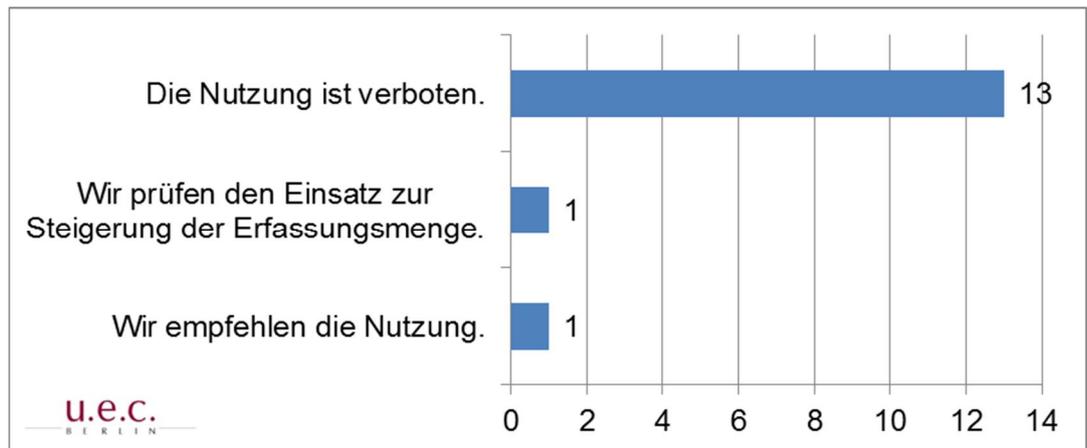
fügen Anlagenbetreiber über genügend Sachverstand. Man kann ihnen getrost die Entscheidung über die Verwendung von BAWs selbst überlassen.%%

Diesbezüglich ist festzustellen, dass in Schleswig-Holstein der BAW-Einsatz von den Betreibern mehrheitlich abgelehnt wird:

- Betreiber von Kompostierungsanlagen besorgen die unzureichende Abbaubarkeit. In den Kompostwerken wird vor allem Frischkompost produziert. Hier sind die Verweilzeiten deutlich kürzer als die 12 Wochen, die für die Zertifizierung von BAW maßgeblich sind.
- Betreiber von Vergärungsanlagen verweisen zusätzlich darauf, dass die Zertifizierung bislang nur für den aeroben Abbau gilt. Die Verweilzeiten in der Nachkompostierung sind ebenfalls deutlich kürzer als 12 Wochen.

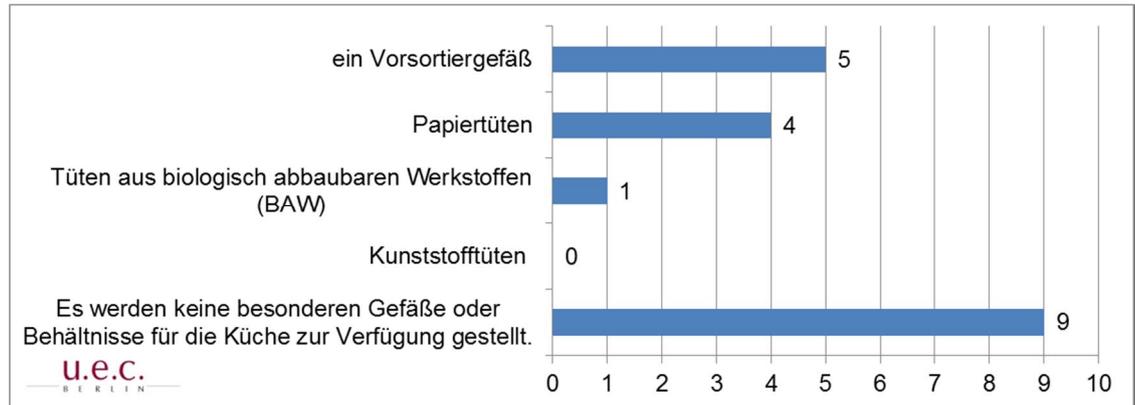
Auch die öRE in Schleswig-Holstein sind mehrheitlich gegen die BAW-Nutzung, wie die Ergebnisse der Fragebogenerhebung zeigen.

Bild 4-10: Meinungsbild der öRE zum Einsatz von BAW



Stattdessen unterstützen die öRE die Sammlung in den Haushalten durch Angebote wie Vorsortiergefäße und Papiertüten.

Bild 4-11: Angebote der örE zur Sammlung in Haushalten; bereitgestellt werden:



Die Diskussion von Betreibern und örE im Rahmen dieses Projektes zeigte, dass eine gemeinsame Ausweitung der Aktivitäten, z.B. mit dem Ziel der Bereitstellung von Papiertüten, durchaus eine gemeinsame Zukunftsaufgabe sein kann.

4.6 Fazit zur Frage von Qualität und Quantität bei der Bioguterfassung

Die vorherigen Ausführungen können wie folgt zusammengefasst werden:

- Fremdstoffe sind bislang nur für die Produkte (Kompost, Gärrest) der Bioabfallverwertung definiert und mit Grenzwerten versehen; für das Inputmaterial Biogut existieren bislang keine vergleichbaren Definitionen und Grenzwerte.
- Die Ursachen für unterschiedliche hohe Belastungen mit Fremdstoffen sind bislang nicht eindeutig auszumachen. Eine Rolle spielt die Struktur des Sammelgebietes, da in gartenreichen Gebieten die Biotonneninhalte zu erheblichen Teilen aus Grün- und Gartenabfällen bestehen und so der Fremdstoffeintrag aus der Erfassung im Haushalt verdünnt wird.
- Biogut kann mit Erfolg auch in verdichteten, anonymen Bebauungsstrukturen gesammelt werden. Allerdings kommt es auf die im Einzelfall unterschiedlichen Randbedingungen an.
- Die Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. hat 2016 erstmals einen Vorschlag zur maximal zulässigen Höhe der Fremdstoffe in Biogut gemacht. Ob der vorgeschlagene Wert von < 1 Ma.-% in der Praxis mehrheitlich einzuhalten wäre, kann auf Basis von bislang verfügbaren Literaturdaten kritisch gesehen werden. Biogutanalysen zur Höhe der Fremdstoffbelastung sind für die Zukunft von einigen örE in Schleswig-Holstein geplant und erlauben dann eine qualifizierte Einschätzung.
- Wird zur Biogutverwertung eine Vergärungsanlage eingesetzt, wirkt sich ein hoher Küchenabfallanteil im Biogut positiv auf den spezifischen Gasertrag aus. Da gerade Küchenabfälle bislang noch in erheblichem Ausmaß über die Restmülltonne ent-

sorgt werden, ist es sinnvoll, auch weiterhin Strategien zur Erhöhung der Organik aus Küchen zu entwickeln. Die Akteure bevorzugen den Einsatz von Papiertüten/-beuteln, während der Einsatz von BAW aus nachvollziehbaren Gründen abgelehnt wird.

- Das Problem der Fremdstoffbelastung ist bei den örE bekannt. Diese führen nach den Fragebogenergebnissen insbesondere sporadische Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit durch, es mangelt jedoch an Feedback und Erfolgskontrollen. Es besteht die Bereitschaft von örE und Betreibern zur verstärkten und gemeinsamen Bearbeitung dieses Themenkomplexes.

Die Fremdstoffbelastung von Biogut stellt ein grundsätzliches Problem dar, dem starke Aufmerksamkeit zu schenken ist. So wird nicht nur in Hessen eine landesweite Kampagne durchgeführt, auch in Österreich steht das Thema auf der Agenda. Unter dem Motto "Apfelbutzn-Razzia" wird derzeit eine breit angelegte PR-Kampagne entwickelt, die in ähnlicher Form auch von den VHEs unter Beteiligung von BGK e.V. und regionalen Gütegemeinschaften sowie anderen einschlägigen Verbänden angestrebt wird. Eine Nutzung der hier entstehenden Kommunikationsmittel ist empfehlenswert.

5 Stand der Verwertung von Biogut in Schleswig-Holstein

Die getrennte Erfassung von Biogut aus privaten Haushalten ist die unabdingbare Voraussetzung, um durch eine Kompostierung oder eine Kombination aus Vergärung und Kompostierung auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden einsetzbare Komposte zu produzieren.

Mit dem Aufbau der getrennten Bioguterfassung wurden in den 90er Jahren in Schleswig-Holstein zunächst umfangreiche Investitionen zum Bau technisch unterschiedlich ausgeführter Kompostwerke getätigt. Nachdem sich die Vergärung von Biogut auch im großtechnischen Maßstab bewährt hatte, wurden beginnend in den 2000er Jahren mehrere Kompostwerke um Vergärungsstufen erweitert.

Die in § 8 Kreislaufwirtschaftsgesetz verankerte hochwertige Verwertung ist durch die kombinierte stoffliche (Kompost) und energetische (Biogas) Nutzung des Bioguts in Schleswig-Holstein bereits weitgehend erfüllt. Im Folgenden werden die Entwicklung und die anstehenden Aufgaben dargestellt.

5.1 Entwicklung der Verwertungswege und des Anlagenbestandes

Verglichen mit der Situation 2009 [u.e.c. Berlin 2010] hat sich Verwertung des eingesammelten Bioguts deutlich verändert. Seit 2009 wurden

- zwei Kompostierungsanlagen (Tangstedt, Trittau) um eine Vergärungsstufe erweitert,
- eine Linie der MBA-Anlage in Lübeck zur Biogutverwertung umgenutzt,
- mit der Durchsaterhöhung der Kombinationsanlage (Borgstedt) begonnen und
- eine Kombianlage zur Biogaserzeugung und Nachrotte (Ahrenshöft) neu errichtet.

Die Entwicklung hin zur Kombiutzung von Biogut ist bislang aber nicht in jedem Fall erfolgreich verlaufen:

- eine Nassvergärungsanlage in Altenholz ist aus technisch-wirtschaftlichen Gründen stillgelegt und zurückgebaut worden. Die hier verarbeiteten Mengen werden nun in anderen Kombianlagen verarbeitet.
- Die interkommunale Bio-Abfall-Verwertungsgesellschaft mbH (BAV) mit den Gesellschaftern SWN Entsorgung GmbH und WZV (Wege-Zweckverband der Gemeinden des Kreises Segeberg) nahm am 01.01.2011 den Betrieb durch Pacht der bestehenden SWN-Kompostierungsanlage auf. Bereits im Jahre 2011 wurden die Pläne für eine Verlagerung der Kompostierungsanlage vom jetzigen Standort in den südlichen Bereich des SWN-Wertstoffzentrums unter Hinzufügung einer Bioabfallvergärungseinheit konkretisiert und das Genehmigungsverfahren eingeleitet. Da der Bau einer neuen Kombianlage auf der grünen Wiese für 40.000 Mg/a Bioabfall bei einem Invest von ca. 14 Mio. " deutliche Behandlungs-Mehrkosten gegenüber der

Kompostierung bedeutet hätte, wurde eine endgültige Freigabe zum Bau der Anlage (bisher) nicht erteilt.

Für ein anderes Projekt zeichnet sich demnächst eine Realisierung ab: die Nachrüstung des Kompostwerkes Tornesch. Ahrenlohe um eine kontinuierliche Trockenvergärungsstufe ist immissionsschutzrechtlich genehmigt und planerisch soweit fortgeschritten, dass 2016 die Ausschreibung erfolgen soll. Bei weiterhin positivem Verlauf könnte Anfang 2018 die Anlage dann im Regelbetrieb arbeiten.

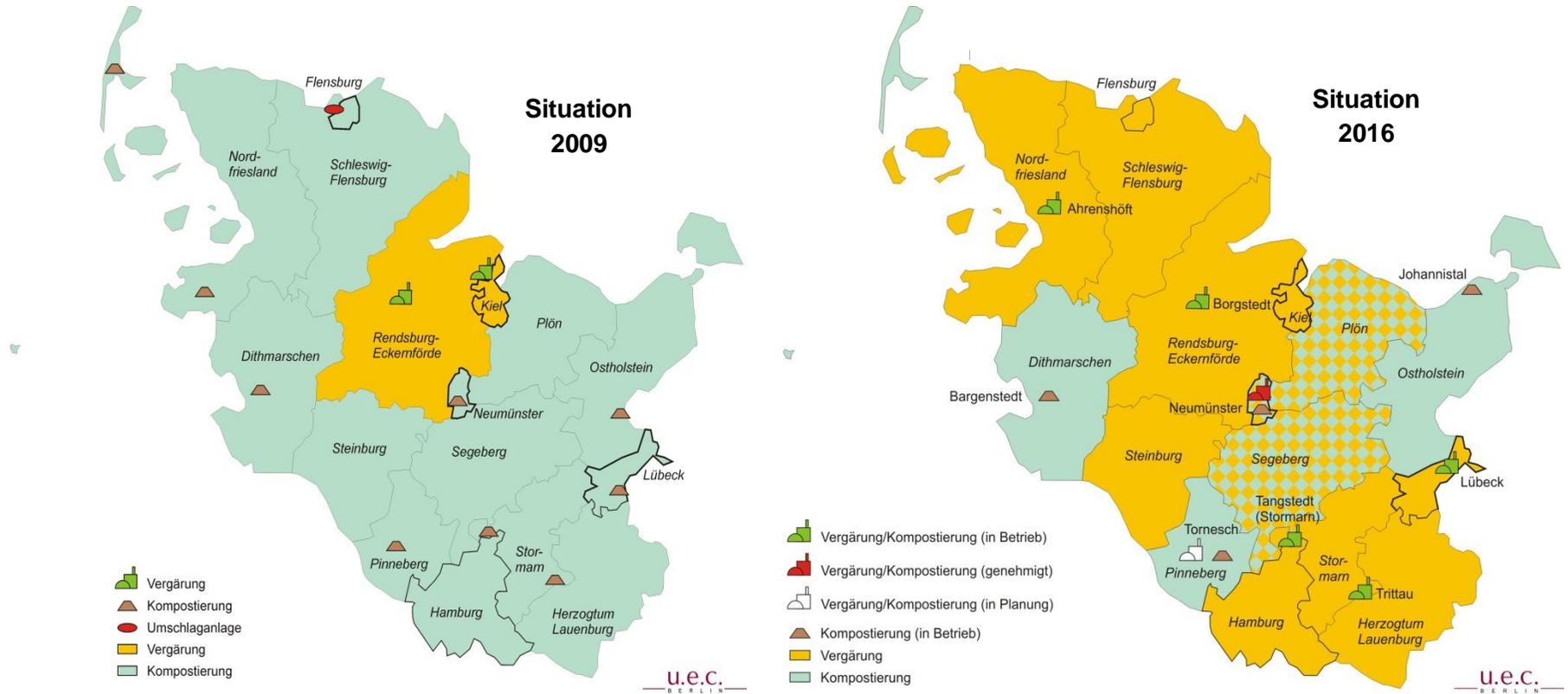
Durch den Ausbau der Kapazitäten zur kombinierten Verwertung (Vergärung und (Nach-)Rotte) können, bezogen auf die in 2015 gesammelte Biogutmenge, mittlerweile rund 64 % des eingesammelten Bioabfalls in Kombianlagen verwertet werden, für 2018 ist mit einem Anteil von rund 75 % zu rechnen.

Durch den Kapazitätsausbau ist zudem der Transport von Biogut in andere benachbarte Bundesländer zurückgegangen; lediglich noch rund 4.700 Mg/a werden im Ergebnis eines Vergabeverfahrens in einer Kombianlage in Mecklenburg-Vorpommern verwertet.

Die installierte und genehmigte Anlagenkapazität ist hoch ausgelastet. Bei notwendigen Revisions- bzw. Wartungsstillständen und bei hohen Spitzenanlieferungsmengen können die Biogutmengen nicht immer in anderen Anlagen des Landes mitverarbeitet werden; in diesen Fällen werden zeitweilig verfügbare Kapazitäten in angrenzenden Bundesländern genutzt.

Der Ausbau der Kapazitäten zur Kombiutzung wurde durch ein positives politisches Umfeld begünstigt. So wurden in verschiedenen Ausschreibungsverfahren die Kombiutzung präferiert und entsprechende Angebote mit entsprechenden Boni bei der Angebotsauswertung bedacht.

Bild 5-1: Entwicklung des Anlagenbestandes im Bundesland Schleswig-Holstein

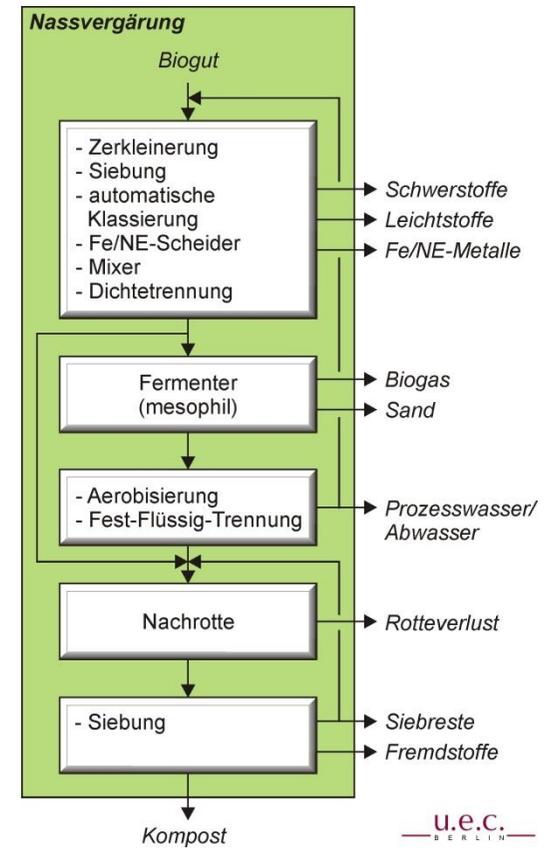
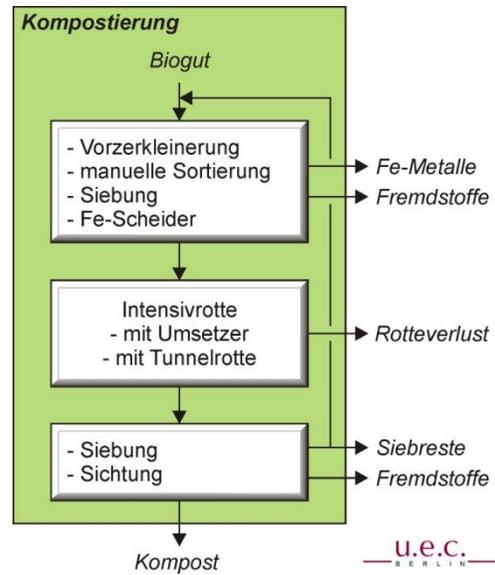


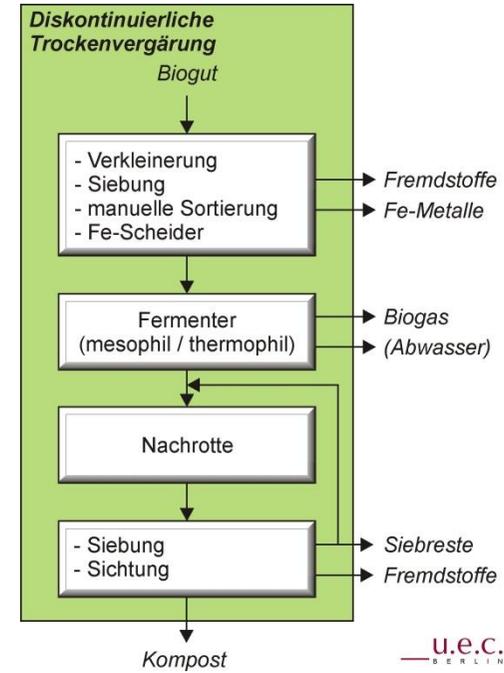
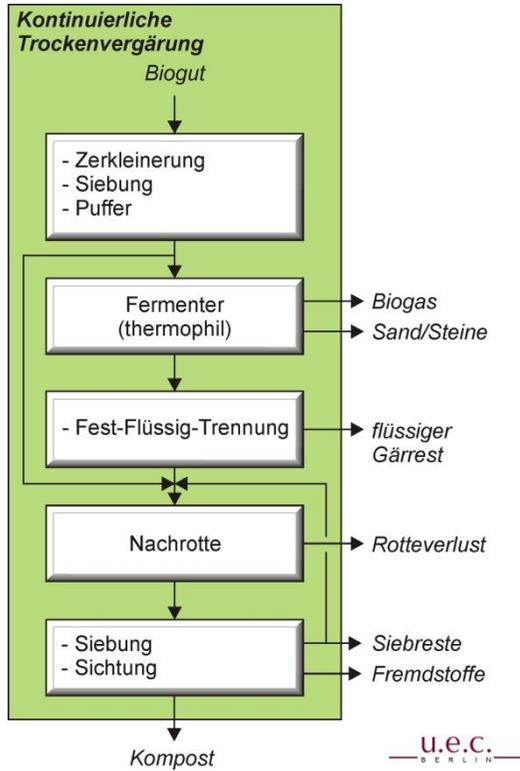
5.2 Produkte der Biogutverwertung 2015

Die in Schleswig-Holstein installierten Verwertungsanlagen arbeiten mit jeweils unterschiedlichen biologischen Verfahren und den darauf abgestimmten Vor- und Nachbehandlungstechniken. Einen Überblick zur Verfahrensführung zeigen die nachfolgenden Blockschemata.

Von den Vergärungsverfahren weist durchsatzbezogen die diskontinuierliche Trockenfermentation die höchste installierte Behandlungskapazität auf, gefolgt von der Nassvergärung und der kontinuierlichen Trockenfermentation.

Bild 5-2: Vereinfachte Blockschemata der in Schleswig-Holstein eingesetzten Verfahrenstechnik zur Biogutverwertung





Basierend auf den Informationen der Anlagenbetreiber und eigenen Berechnungen sind in Bild 5-3 und Bild 5-4 die Stoffströme über alle Anlagen dargestellt. Je nach Anlage und den Betriebsbedingungen variieren die Qualitätseigenschaften und die Massenströme des Outputs:

- Das Hauptprodukt ist der Kompost, der sowohl bei reiner Kompostierung als auch bei den Kombianlagen entsteht. Da Kompost neben Huminstoffen für die Bodenverbesserung auch Nährstoffe enthält, wird Kompost gemäß Düngemittelverordnung als organischer NPK-Dünger eingestuft. Alle Anlagen in Schleswig-Holstein nehmen erfolgreich an der Qualitätssicherung durch die Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. teil und erfüllen damit die Anforderungen aus § 12 KrWG.
- Der Kompost wird in unterschiedlichen Körnungen (< 10 mm; < 15 mm; < 20 mm; < 25 mm) vermarktet. Dazu wird der Kompost gesiebt, das Unterkorn stellt dann den eigentlichen Kompost, das Überkorn den sog. Siebrest dar. Mit abnehmendem Siebschnitt geht die Produktausbeute für Kompost zurück.
- Mit rund 83 % wird der überwiegende Teil des aus dem in Schleswig-Holstein erfassten Biogut produzierten Kompostes als Frischkompost zum Einsatz in der Landwirtschaft vermarktet. Damit hat sich der Trend zur Erzeugung von Frischkompost fortgesetzt. Durch die kürzere Rottezeit werden die spezifische Nachrottefläche und der spezifische Betriebsmitteleinsatz (Diesel, Personal) reduziert. Im Gegenzug wird die spezifische Flächeneinsparung zur Kapazitätserhöhung genutzt, um dem erheblichen wirtschaftlichen Druck auf die Verwertungspreise zu begegnen.
- Daneben werden Fertigkomposte produziert, die auch in anderen Bereichen (wie z.B. Garten- und Landschaftsbau, Erdenherstellung) eingesetzt werden.
- Je nach Verfahrensführung entstehen bei den Kombianlagen aus dem anaeroben Teilschritt zusätzlich flüssige Gärreste. Diese können bei entsprechender Hygienisierung und Einhaltung entsprechender Qualitäten entweder landwirtschaftlich verwertet oder als Abwasser entsorgt werden. Der größte Massenstrom entsteht bei Nassvergärungsverfahren, während bei diskontinuierlichen Verfahren abhängig vom Wassergehalt des Inputmaterials und anderen betrieblichen Belangen (z.B. Aufsalzung des Perkolatwasserstroms) geringe bis keine flüssige Gärrestmengen anfallen.
- Sofern flüssige Gärreste nicht hygienisiert anfallen und landwirtschaftlich verwertet werden, werden diese auch wie bei der Nassvergärung einer Abwasserreinigung zugeführt.
- Daneben wird durch den Ausbau der Kapazitäten für Kombianlagen Biogas als Energieträger erzeugt. Dieser wird i.d.R. am Standort zur Strom- und Wärmeerzeugung in Blockheizkraftwerken genutzt bzw. in einer Anlage zu sogenanntem Bioerdgas aufbereitet und in ein Erdgasnetz eingespeist.

- Fremdstoffe, die über das Biogut in die Anlagen gelangen, müssen zur Absicherung der Produktqualität des Kompostes abgetrennt werden. Dies erfolgt in der Vorbehandlungsstufe und/oder nach der Kompostierung am Verfahrensende.
- Der Siebrest über alle Anlagen liegt bei knapp 10 Ma.-%. Ist der Siebrest noch holzhaltig, weil z.B. Strauchschnitt innerhalb der Prozess-Verweilzeiten noch nicht abgebaut ist, wird er bei freien Rotte-Kapazitäten (ggf. nach einer Sichtung zur Abtrennung von Kunststoffen) zurückgeführt. In einer Anlage wird der Siebrest biologisch getrocknet und erneut abgeseibt, um den Wasseranteil zu reduzieren, die Kompostausbeute zu erhöhen und so den zu entsorgenden Stoffstrom zu minimieren. Überwiegend wird der Siebrest allerdings direkt entsorgt. Er gelangt dann zur Weiterbehandlung in MBA-Anlagen, in MVA-Anlagen oder zur Nachrotte und Aufbereitung in externe Kompostierungsanlagen.

Bild 5-3: Stoffstrombilanz für die Biogutverwertung (ohne Freie und Hansestadt Hamburg)

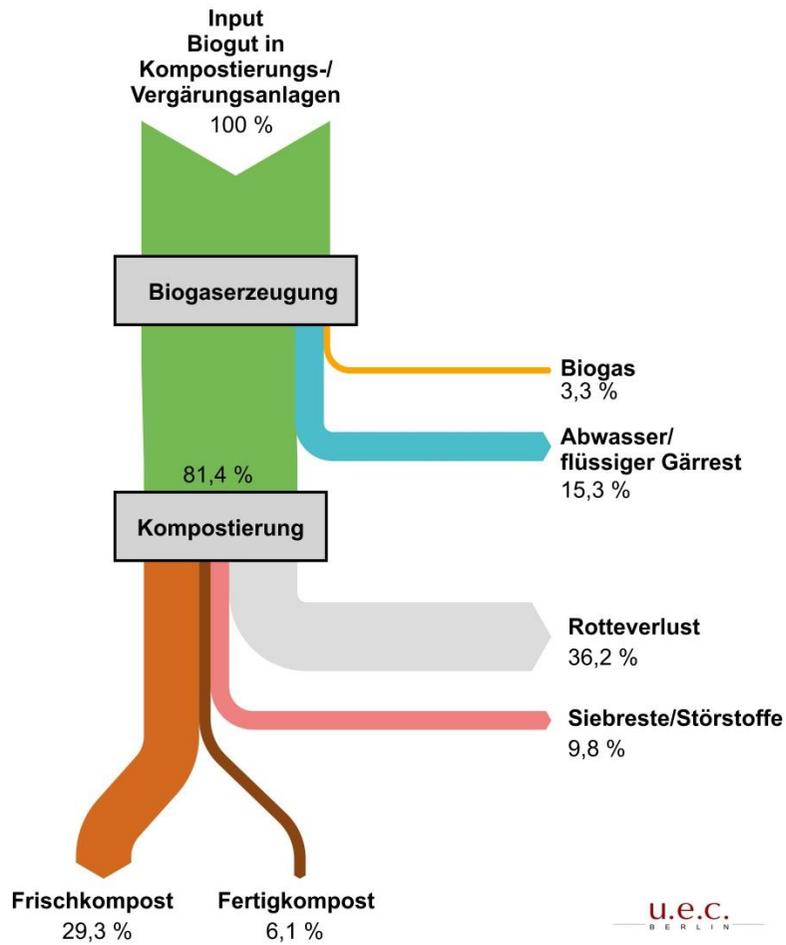
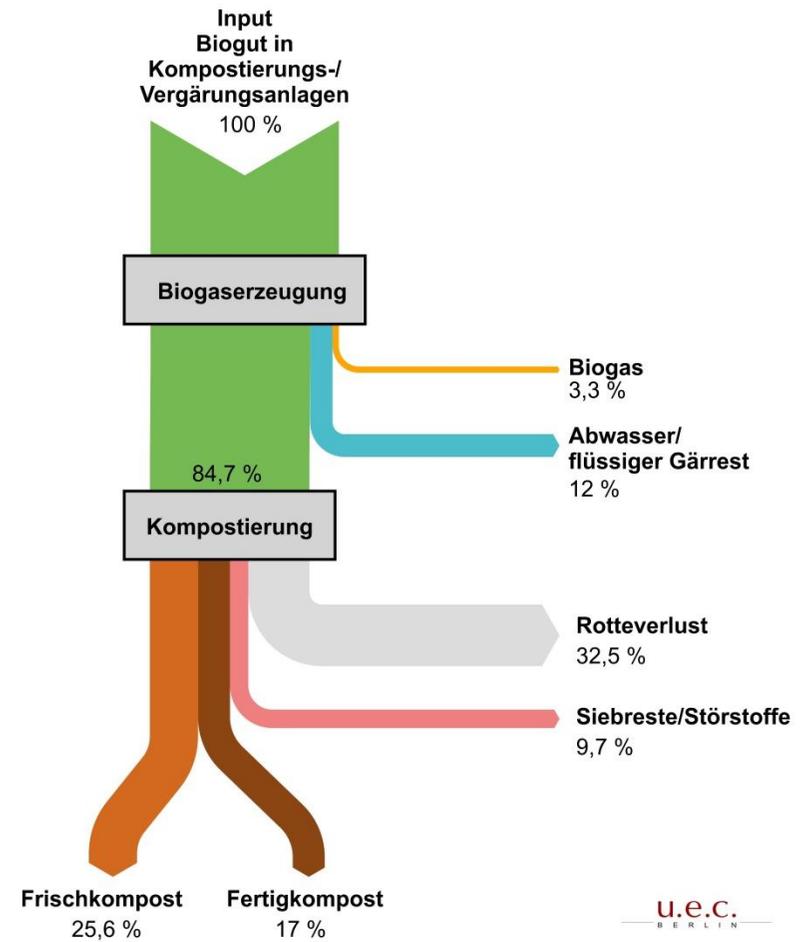


Bild 5-4: Stoffstrombilanz für die Biogutverwertung (mit Freie und Hansestadt Hamburg)



5.3 Bedeutung der Biogutverwertung

5.3.1 Abfallwirtschaftliche Rolle

Die getrennte Erfassung von Biogut ist nicht nur gemäß § 11 KrWG erforderlich. Sie trägt auch maßgeblich dazu bei, dass auf kommunaler Ebene die Anforderungen aus § 14 Abs. 2 KrWG, nach der die Vorbereitung zur Wiederverwertung und das Recycling von Siedlungsabfällen spätestens ab dem 01. Januar 2020 mindestens 65 Ma.-% betragen muss, erfüllt werden können.

Ein Blick auf die Daten zur Ist-Situation der Abfallwirtschaft in Schleswig-Holstein zeigt, dass ohne die Bioguterfassung diese 65 Ma.-%-Quote weit unterschritten wäre. Aber selbst mit der Bioguterfassung ist noch nicht generell gesichert, dass diese Quote erfüllt werden wird. Aus abfallwirtschaftlicher Sicht bedarf es deshalb, wo immer möglich und sinnvoll, weiterer Anstrengungen der öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger¹³.

Unabhängig davon ist hervorzuheben, dass durch die Bioguterfassung auch die zur Restabfallbehandlung benötigten Kapazitäten in mechanisch-biologischen oder thermischen Anlagen nicht von nassen Abfällen mit geringen Heizwerten unnötigerweise in Anspruch genommen werden. Ohnehin ist in Zusammenhang mit der Entsorgung von Fremdstoffen und Siebresten festzustellen, dass die entsprechenden Behandlungskapazitäten derzeit ausgelastet sind.

5.3.2 Kompost als Bodenverbesserer

In den untersuchten Anlagen wurden 2015 rund 113.000 Mg Komposte¹⁴ aus Biogut erzeugt und in der Umgebung der Anlagenstandorte vorrangig landwirtschaftlich verwertet. Bei einer praxisüblichen und gemäß BioAbfV maximal zulässigen Kompostaufbringungsmenge von 30 Mg Trockenmasse pro Hektar (ha) alle drei Jahre wurden 2015 rechnerisch auf rund 2.365 Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche Kompost verwertet.

Zur Einordnung: Nach den Ergebnissen der Bodennutzungshaupterhebung wurden in Schleswig-Holstein im Jahr 2015 auf rund 661.400 Hektar¹⁵ Ackerfrüchte angebaut. Würde die Frischkompostmenge vollständig landwirtschaftlich auf diesen Flächen verwertet werden, wären hierfür nur 0,36 % der Gesamtfläche in Anspruch genommen

¹³ Gelegentlich wird auch über den Sinn einer solchen Quote diskutiert; beispielsweise wird angeführt, dass die Quote inputbezogen ermittelt wird und so beispielsweise die im Falle der Biogutverwertung entstehenden Rückstände nicht quotenmindernd wirken. Damit ist die rechtsverbindliche Quotierung aber nicht aus der Welt.

¹⁴ Einschließlich der Anlage Bützberg der Stadtreinigung Hamburg; Bezug: Frischmasse; bezogen auf Trockenmasse: 70.900 Mg

¹⁵ Rund 63 % der Gesamtfläche Schleswig-Holsteins sind landwirtschaftliche Fläche, auf Ackerflächen entfallen ca. 42 % der Gesamtfläche.

worden. Da in diesem Beispiel jedes Jahr neue Flächen versorgt werden, liegt die Gesamtfläche bei rund 1 % ($3 \cdot 0,36$). Landesweit gesehen ist die mit Kompost verbesserte Bodenfläche demnach gering.

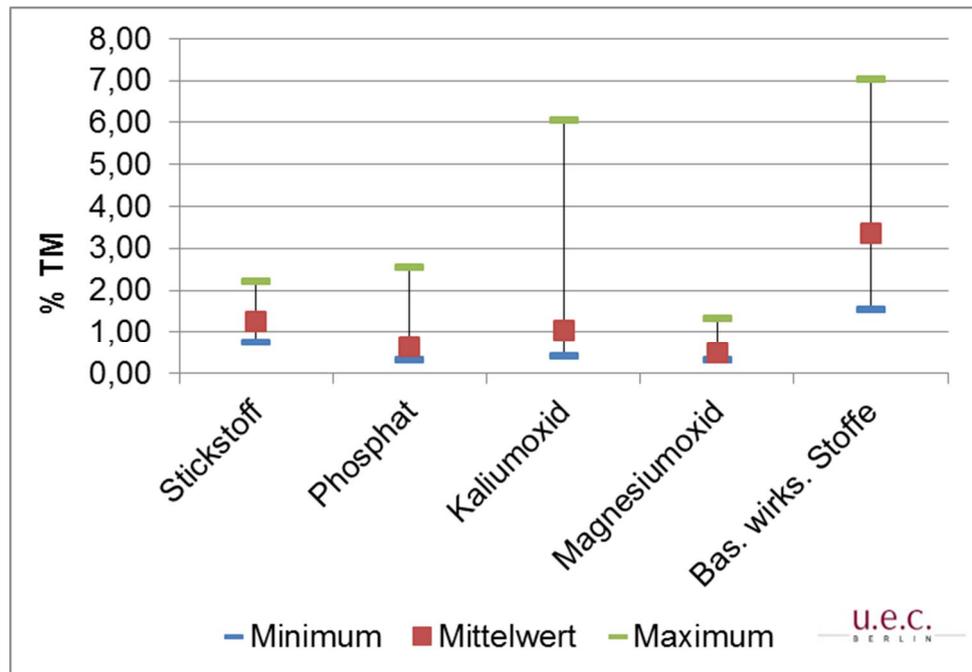
Eine größere Bedeutung erlangt die Kompostverwertung nur im Einzugsgebiet um die jeweiligen Anlagen, wie folgende Abschätzung zeigt. Wenn eine übliche Transportentfernung von 10 . 20 km ab Werk angenommen wird, beträgt die Grundfläche im potentiellen Gesamteinzugsgebiet zwischen 31.400 ha (10 km Radius) und 125.000 ha (20 km Radius). Bei einem mittleren Anteil der Ackerfläche von 42 % der Gesamtfläche stehen überschlägig zwischen 13.000 ha und 52.500 ha zur Verfügung. Eine Großanlage mit einem Durchsatz von 60.000 Mg Bioabfall-Input benötigt für die entstehenden Komposte (Mittelwert rund 42,6 % Frischmasse, mittlerer Trockenmasseanteil 62,7 %: ca. 16.026 Mg TM/a) eine Fläche von 1.603 Hektar im Einzugsgebiet. Das wären überschlägig 3 bis 12 % der vorhandenen Ackerfläche.

Hauptsächlich trägt der Kompost zur Humusversorgung der Böden und damit zu einer Verbesserung nahezu aller Bodeneigenschaften bei. Humus beeinflusst positiv die physikalischen, chemischen und biologischen Bodenfunktionen, insbesondere die Speicherung von Nährstoffen und Wasser, das Filter- und Puffervermögen, die biologische Aktivität sowie das Bodengefüge (Aggregatstabilität, Luft- und Wasserhaushalt, Schutz vor Erosion). Die Erhaltung standort- und bewirtschaftungsadäquater Humusgehalte ist deshalb ein wesentlicher Grundsatz der guten fachlichen Praxis. [VDLUFA 2004]

Nach Abzug der Wasser- und Aschegehalte von der oben genannten Kompost-Frischmasse beträgt der aus dem Glühverlust berechnete organische Kohlenstoffgehalt rund 14.100 Mg, der Humus-Kohlenstoffgehalt beträgt rund 7.200 Mg.

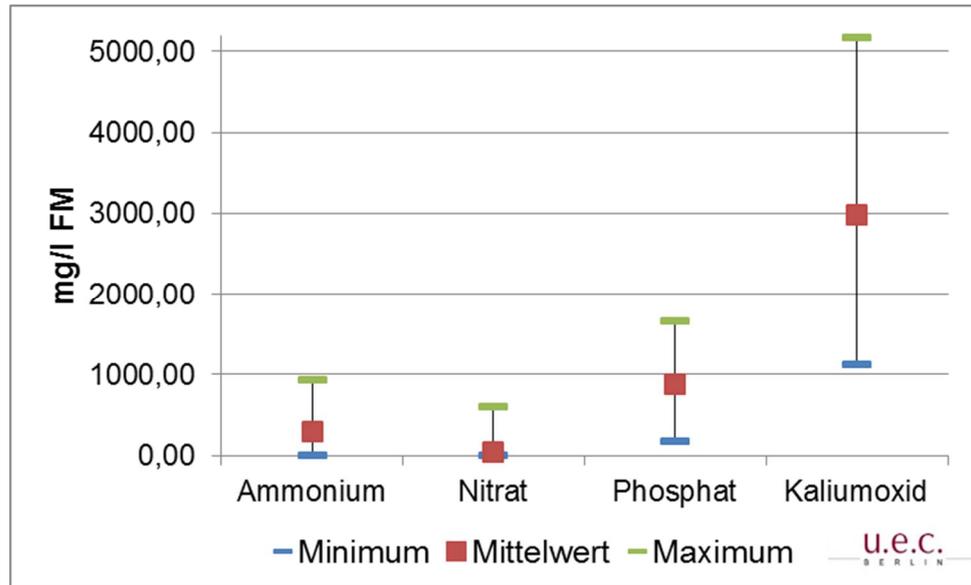
Zusätzlich werden mit Kompost aber nicht nur Humus, sondern auch verschiedene Nährstoffe aufgebracht. Die Auswertung der von den Anlagenbetreibern zur Verfügung gestellten Ergebnisse der im Rahmen der Gütesicherung durchgeführten Kompostanalysen zeigt, dass diese, bezogen auf Gesamtgehalte und Trockenmasse, im Mittel 1,27 % Stickstoff, 0,65 % Phosphat, 1,03 % Kaliumoxid, 0,5 % Magnesiumoxid und 3,37 % basisch wirksame Stoffe enthalten. Die Streubreiten der Nährstoffgehalte von Kompost zeigt Bild 5-5.

Bild 5-5: Gesamt-Nährstoffgehalte der Komposte aus Schleswig-Holstein



Bei einem mittleren Trockenmasseanteil von 62,7 % und den genannten mittleren Nährstoffgehalten wurden im Jahr 2015 rund 900 Mg Stickstoff, 461 Mg Phosphat und 730 Mg Kalium überwiegend der Landwirtschaft zur Verfügung gestellt.

Bezüglich der Nährstoffverfügbarkeit ist darauf hinzuweisen, dass der Gesamt-Stickstoff in den Komposten durch die Humusbildung gebunden und nicht sofort pflanzenverfügbar vorliegt. Im Gegensatz dazu sind die Gesamtgehalte an Phosphat, Kaliumoxid, Magnesiumoxid sowie basisch wirksamen Stoffe (Kalk) zu 100 % pflanzenverfügbar. Die löslichen Nährstoffkonzentrationen sind in Bild 5-6 dargestellt.

Bild 5-6: Lösliche Nährstoffgehalte der Komposte aus Schleswig-Holstein

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass im Jahr 2015 bei einer Einmalgabe von 30 Mg Kompost (TM)/ha alle drei Jahre durch die Kompostverwertung im näheren Umkreis der Verwertungsanlagen rechnerisch rund 2.365 Hektar landwirtschaftlicher Böden mit Humus, anteiligem Stickstoff sowie Phosphat und Kalium versorgt wurden. (Die insgesamt regelmäßig mit Kompost versorgte Fläche liegt bei mindestens rund 7.100 Hektar).

Wird auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche (z.B. zum Ackerbau) in Schleswig-Holstein abgestellt, ist der Beitrag der Kompostverwertung vergleichsweise gering; theoretisch könnte rund 1 % der Ackerfläche regelmäßig mit Kompost versorgt werden. Die Bedeutung der Kompostverwertung ist zwar im Umfeld der Anlagenstandorte höher, da die üblichen Transportradien bei 10 . 20 km liegen; aber auch hier werden rechnerisch nicht mehr als 12 % der Ackerfläche mit Kompost versorgt.

5.3.3 Biogas als Beitrag zum Klimaschutz

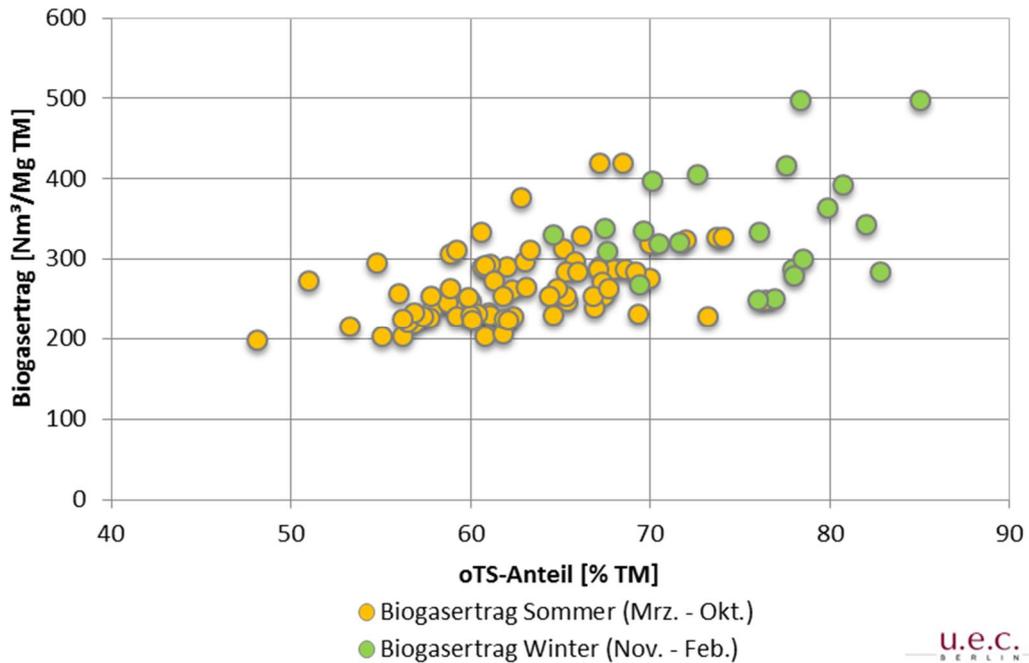
Der Biogasertrag aus der Verarbeitung von Biogut hängt von der Zusammensetzung der Inputstoffe und den Betriebsbedingungen (Verfahrenstechnik, gewählte Verweilzeit, Temperatur etc.) der Verwertungsanlagen ab.

Bezüglich der Inputstoffe ist festzustellen, dass mit den Gartenabfällen des Bioguts auch verstärkt inerte Bestandteile (Boden, Sand, Steine) in die Anlagen eingetragen werden, zudem liefern verschiedene Gartenabfälle (Laub, holzhaltige Anteile wie Strauchschnitt) im Gegensatz zu Küchenabfällen nur geringe spezifische Biogasmengen.

Dies führt zu Schwankungen des spezifischen Biogasertrages, die in einem von uns analysierten Sammelgebiet zwischen rund 200 und 500 Nm³/Mg TS (Laborergebnisse)

liegen; in Monaten mit geringem Grüngutanteil in der Biotonne sind tendenziell höhere Gaserträge zu erwarten.

Bild 5-7: Spezifischer Biogasertrag in Abhängigkeit vom oTS-Anteil und der Jahreszeit [Daten u.e.c. Berlin]



Für die Anlagen in Schleswig-Holstein (hier für das Jahr 2015) zeigt eine statistische Auswertung der uns zur Verfügung gestellten Betriebsdaten, dass, bezogen auf den Anlageninput, rund 49 m³/Mg Biogut-Frischmasse (Medianwert) erzeugt wurden, der mittlere Methangehalt (ungewichtet) beträgt 55 %. Diese vergleichsweise geringen spezifischen Werte¹⁶ lassen vermuten, dass das erfasste Biogut einen Wassergehalt von 60 %, oTS-Anteile zwischen 50 und 60 % der Trockenmasse und spezifische Biogaserträge im Bereich von 250 m³/Mg Trockenmasse aufweist und von mit der Biotonne erfassten Gartenabfällen dominiert wird.

¹⁶ Im Rahmen der Bioabfallstudie 2010 [u.e.c. Berlin] wurde auf die Input-Frischmasse bezogen eine vom Material und der Verfahrenstechnik abhängige Schwankungsbreite von 78 bis 125 m³ Biogas/Mg Frischmasse geschätzt. Die tatsächlichen Betriebsergebnisse unterschreiten selbst den unteren Bereich deutlich.

Bild 5-8: Spezifischer Biogasertrag (bezogen auf den Anlageninput) von Anlagen in Schleswig-Holstein



Erzeugt wurden rund 9 Mio. m³/a Biogas respektive rund 5 Mio. m³/a Methan. Dies entspricht einer Brutto-Brennstoffleistung von rund 49.850 MWh/a.

Bei einem durchschnittlichen Wirkungsgrad eines Blockheizkraftwerkes von 39 % können daraus rund 19.450 MWh/a Strom erzeugt werden, dies entspricht einem spezifischen Stromertrag von 106 kWh/Mg Input.

Dieser Strom aus Biogut trägt zur Reduzierung von Klimagasemissionen bei. Nach Berechnungen des Umweltbundesamtes wurden bei der Erzeugung einer Kilowattstunde Strom für den Endverbrauch ohne Berücksichtigung des Stromhandelsaldos in Deutschland im Jahr 2013 durchschnittlich 579 Gramm Kohlendioxid als direkte Emissionen aus der Verbrennung fossiler Energieträger emittiert. Diese Emission wird im Fall der Biogasverstromung vermieden; umgerechnet sind dies rund 28.850 Mg/a vermiedenes Kohlendioxid.

Die bei der Biogasnutzung anfallende Wärme wird in der Anlagen vor allem betriebsintern eingesetzt, da die Abbauprozesse bei 35° bzw. 55° Celsius ablaufen. Ein Teil der dann noch überschüssigen Wärme wird auch zu Heizzwecken in benachbarten Betrieben genutzt.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Biogutverwertung auch zur Reduzierung von Klimagasemissionen beiträgt. Bei einer Biogasproduktion von rund 9 Mio. m³ im Jahr 2015 konnten beispielsweise mehr als 28.850 Mg Kohlendioxid vermieden werden.

5.4 Anstehende Änderungen gesetzlicher Rahmenbedingungen und mögliche Auswirkungen

Die Anlagen zur Biogutverwertung haben beim Bau und Betrieb eine Reihe von Randbedingungen zu beachten, die im Zeitverlauf durch neue umweltbezogene und wirtschaftliche Bedingungen Änderungen unterliegen.

Erhöhte Anforderungen an die Fremdstoffgehalte der Produkte, möglicherweise steigende Vermarktungsprobleme infolge der anstehenden Novellen des Düngegesetzes und der Düngeverordnung sowie die Novellen des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) als auch der Bioabfallverordnung (BioAbfV) können sich, wie nachfolgend kurz diskutiert wird, nachteilig auf den erreichten Stand der Bioabfallerfassung und -verwertung und auf die Kosten der Biogutverwertung auswirken.

5.4.1 EEG Novelle 2017

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) regelt unter anderem die Vergütung des in Bioabfallvergärungsanlagen erzeugten Stromes aus Biogas und hat bislang einen kalkulierbaren Rahmen für die Vergütung der erzeugten Energie vorgegeben.

Im Falle der Erzeugung von Strom und Wärme erhalten die neueren Bioabfallvergärungsanlagen beispielsweise gemäß EEG 2014 eine feste Vergütung, sofern die installierte Leistung unter 750 kW beträgt. Abgesehen davon können Anlagenbetreiber den produzierten Strom auch direkt vermarkten (nach § 33b EEG 2014) und die Flexibilitätsprämie nach § 33i EEG 2014 beanspruchen; diesen Weg geht die Vergärungsanlage in Trittau [Gelpke 2014].

Die kürzlich vorgenommene Novellierung des EEG hat für den zukünftigen Ausbau der Bioabfallvergärung grundsätzlich weitreichende Folgen:

- Die bisherige Vergütungsregelung wird nur noch für einen Übergangszeitraum gewährt, wenn die Anlage vor dem 01.01.2017 genehmigt und vor dem 01.01.2019 in Betrieb geht. Die geplante Erweiterung des Kompostwerkes der GAB würde beispielsweise unter diese Übergangsregelung fallen.
- Die Sondervergütungsregelung des EEG für Bioabfall gilt künftig nur noch bis zu einer installierten Leistung von 150 kW (statt bisher 750 kW). Von dieser Regelung werden Bioabfallvergärungsanlagen nur noch in Ausnahmefällen Gebrauch ma-

chen, da infolge der mit zunehmendem Durchsatz möglichen Kostendegression Anlagen im Leistungsbereich von 750 kW (und größer) oft bevorzugt werden¹⁷.

- Für alle anderen Fälle setzt eine EEG-Vergütung die erfolgreiche Teilnahme an einem Ausschreibungsverfahren voraus. Die Planung der BAV GmbH ist zwar vor dem 01.01.2017 genehmigt, eine (theoretische) Inbetriebnahme vor dem 01.01.2019 ist jedoch . abgesehen von der fehlenden Projektfreigabe - nicht wahrscheinlich. Insofern wäre dieses Projekt von der neuen Regelung eines Ausschreibungsverfahrens betroffen. Gleiches würde für die noch in Betrieb befindlichen Kompostierungsanlagen gelten, falls deren Betreiber künftig eine Vergärungsstufe nachrüsten wollten.

Da in Schleswig-Holstein der Neu- und Umbau weitgehend abgeschlossen ist, sind in diesem Fall die Auswirkungen des EEG 2016 auf wenige Fälle beschränkt. Nichtsdestotrotz: Einen Anreiz, auch noch die letzten Anlagen auf eine Kombiutzung umzustellen, bietet das EEG 2016 aus unserer Sicht nicht mehr. Im Gegenteil: Der Ausbau der politisch gewollten und im Kreislaufwirtschaftsgesetz formulierten hochwertigen Verwertung durch Vergärung von Bioabfällen wird mit dem EEG 2016 erschwert werden. Dies betrifft vor allem die private Entsorgungswirtschaft. Um ein adäquates Gebot in der EEG-Ausschreibung abgeben zu können, müsste bereits ein Behandlungspreis aus einem Entsorgungsvertrag bekannt sein- der aber wiederum kann nur auf Basis einer EEG-Vergütung kalkuliert werden.

5.4.2 Novelle der TA Luft

Die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) wurde zuletzt 2002 an den Stand der Technik angepasst. Im Jahr 2015 hat das BMUB einen ersten Novellierungsentwurf vorgelegt, der Referentenentwurf wurde im September 2016 veröffentlicht. Mit einem Abschluss des Novellierungsverfahrens ist spätestens 2017 zu rechnen.

Auch für Kompostierungs- und Vergärungsanlagen wird die TA Luft voraussichtlich neue Anforderungen an den Emissionsschutz enthalten. Beispielsweise enthält der Referentenentwurf Anforderungen zur Begrenzung von Ammoniak- und Gesamtkohlenstoff-Emissionen. Die novellierte TA Luft ist aber nicht nur für neu zu genehmigende Anlagen von Bedeutung. Auch Bestandsanlagen werden nach einer Übergangsfrist an die neuen Bedingungen anzupassen sein. Dies kann mittelfristig zu Kostenerhöhungen führen; diese zu beziffern ist derzeit jedoch noch nicht verbindlich möglich.

¹⁷ Dass es auch anders geht, zeigt das Beispiel der Anlage in Ahrenshöft. Hier ist eine dezentral ausgerichtete Bioabfallvergärungsanlage mit einem Durchsatz von 4.000 Mg/a entstanden, die aufgrund von Standort-Synergien einen konkurrenzfähigen Behandlungspreis anbieten konnte.

5.4.3 Novelle der Bioabfallverordnung

Im Jahr 2015 hat das BMUB ein erstes Verbändegespräch zur geplanten Novelle der Bioabfallverordnung durchgeführt. Diese soll weitgehend neu gefasst und maßgeblich erweitert werden. Unter anderem soll der Geltungsbereich auf jegliche Form der hochwertigen Verwertung von Bioabfällen aus allen Herkunftsbereichen einschließlich der privaten Eigenverwertung (Gartenkompostierung) und der Verwertung neuer Stoffe wie HTC-Produkte sowie von Biotreibstoffen aus Abfällen erweitert werden.

Besondere Folgen für Anlagenbetreiber können aus der Novelle dann erwachsen, wenn Vorgaben über den Vorrang bestimmter Verwertungsmaßnahmen getroffen werden. So wird derzeit in einem UFOPLAN-Projekt untersucht, ob eine kombinierte stoffliche und energetische Nutzung von Biogut verpflichtend erforderlich ist; mit einem Projektabschluss wird 2017 gerechnet.

5.4.4 Novelle Düngeverordnung

Die im Entwurf vorliegende Novelle der Düngeverordnung wird in der momentanen Fassung erhebliche Auswirkungen auf die Verwertung von Komposten und Gärrückständen entfalten, so dass auf den Einfluss der Novelle auf die Bioabfallverwertung in Kapitel 8 gesondert eingegangen wird.

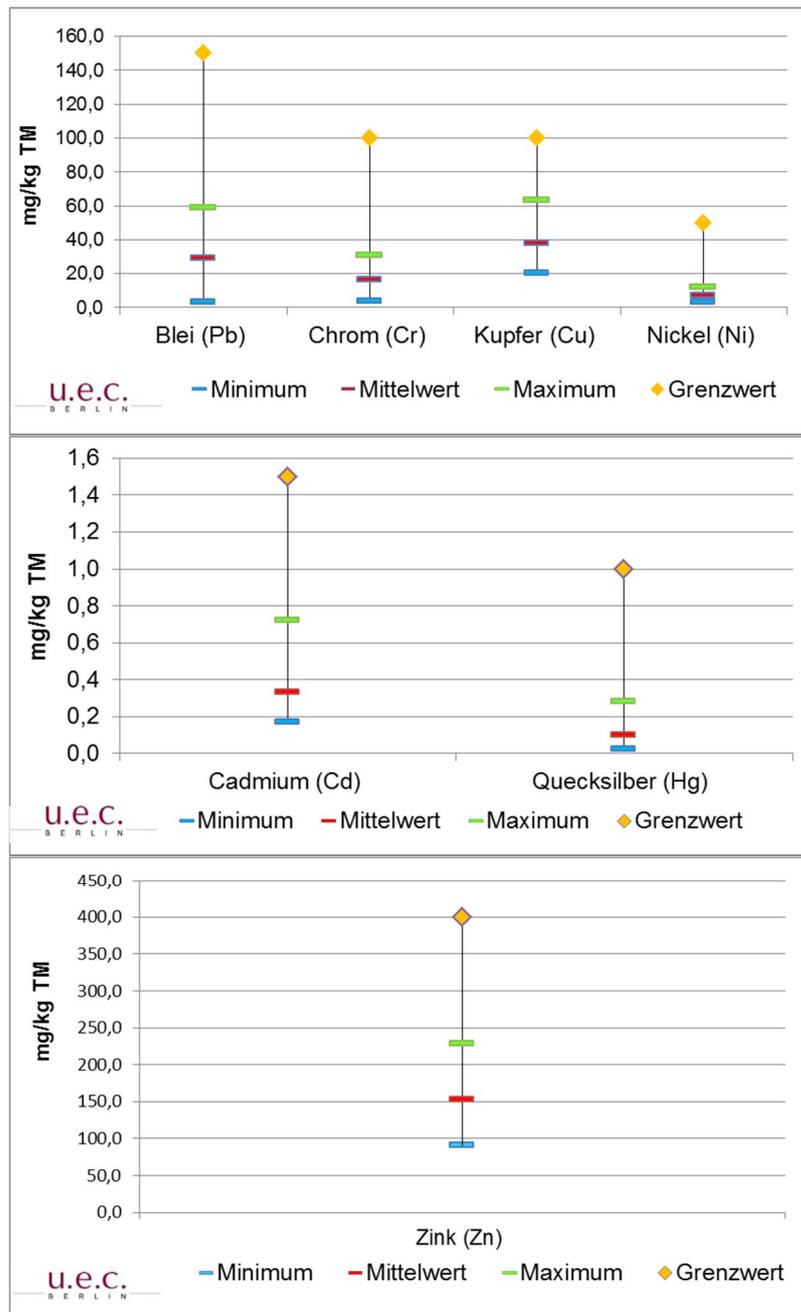
An dieser Stelle sei ergänzend erwähnt, dass der Wissenschaftliche Beirat für Düngungsfragen im Mai 2016 eine Stellungnahme zur Anwendung von organischen Düngern und organischen Reststoffen in der Landwirtschaft veröffentlicht hat [WBfD 2016]. Darin wird zunächst richtigerweise festgestellt, dass gemessen an den Wirtschaftsdüngern und Gärresten andere organische Dünger wie Klärschlamm, Kompost und pflanzliche sowie tierische Nebenprodukte insgesamt nur von geringer Bedeutung für die Nährstoffzufuhr sind.

In Bezug auf Komposte empfiehlt der Beirat allerdings eine stärkere Frachtenbegrenzung für die anorganischen Schadstoffe. Dies kann insbesondere bei Kompost zu einer stärkeren Mengenbegrenzung führen als sie derzeit nach Bioabfallverordnung vorgeschrieben ist. Die Grundlagen für eine Frachtenbegrenzung der organischen Schadstoffe müssen dringend geschaffen werden.‰

Es sei deshalb darauf hingewiesen, dass in Schleswig-Holstein ein geringes Schadstoffniveau festzustellen ist. Schwermetalle sind natürliche Bestandteile der Geosphäre und deshalb auch natürliche Bestandteile von Boden, Wasser, Luft und Organismen. Einige Schwermetalle, wie z.B. Kupfer und Zink, zählen sogar zu den Mikronährstoffen. Aufgrund der ubiquitären Verteilung, z.T. auch bedingt durch den Eintrag über Fremdstoffe, finden sich Schwermetalle auch in Komposten bzw. Gärresten. Die zulässigen Konzentrationen sind in der Bioabfallverordnung definiert und wurden bereits in mehreren Schritten auf die heute gültigen Werte reduziert.

Die in Bild 5-9 dargestellten Kennwerte für die in Schleswig-Holstein produzierten Komposte zeigen, dass selbst die Maximalwerte aus der regelmäßigen Güteüberwachung die zulässigen Grenzwerte deutlich unterschreiten.

Bild 5-9: Schwermetallkonzentrationen in Komposten und Gärresten aus Schleswig-Holstein im Vergleich zu Grenzwerten der BioabfallV



Auch der Vergleich mit Mittelwerten, die die Bundesgütegemeinschaft 1992 und 1999 für die Bundesrepublik veröffentlichte, zeigt, dass offenbar in Schleswig-Holstein ein geringes Belastungsniveau anzutreffen ist.

Tabelle 5-1: Vergleich von Schwermetallkonzentrationen von Komposten mit Grenzwerten der Bioabfallverordnung

Parameter	Bioabfallkompost			
	Grenzwert BioAbfV	Mittelwert BGK e.V. 1992	Mittelwert BGK e.V. 1999	Mittelwert Schleswig-Holstein 2015
	mg/kg TM	mg/kg TM	mg/kg TM	mg/kg TM
Blei	100	67	53	28,8
Cadmium	1	0,6	0,51	0,3
Chrom	70	32	26	16,2
Kupfer	70	40	49	37,6
Nickel	35	19	16	6,7
Quecksilber	0,7	0,2	0,17	0,1
Zink	300	194	195	152,2

Ferner unterschreiten die mittleren Konzentrationen auch die schärferen Anforderungen der ökologischen Landwirtschaft, wie der Abgleich mit Grenzwerten von Bioland e.V. zeigt (Blei 45 mg/kg TM, Cadmium 0,7 mg/kg TM, Chrom 70 mg/kg TM, Kupfer 70 mg/kg TM, Nickel 25 mg/kg TM, Quecksilber 0,4 mg/kg TM und Zink 200 mg/kg TM; Quelle: [Bioland 2014]).

5.5 Zwischenfazit

In Schleswig-Holstein hat sich nicht nur das getrennt erfasste Aufkommen an Biogut weiter positiv entwickelt, durch den Ausbau der Vergärungskapazitäten haben kommunale und private Unternehmen der Entsorgungswirtschaft auch die hochwertige Verwertung stark ausgebaut. Mit der beabsichtigten Erweiterung des Kompostwerkes der GAB können ab 2018 rund 75 % des zu behandelnden Bioguts in Kombinationsanlagen zu Biogas und einem hochwertigen, schadstoffarmen Kompost verarbeitet werden.

Auf verschiedenen Ebenen stehen aktuell Änderungen gesetzlicher Rahmenbedingungen an, die die abfallwirtschaftlich notwendige Erfassung und hochwertige Verwertung von Biogut verteuern, erschweren oder sogar vollständig in Frage stellen können. Die Themenkomplexe der Fremdstoffbelastung des Kompostes sowie die Auswirkungen der Novelle der Düngemittelverordnung werden nachfolgend separat vertieft.

6 Fremdstoffbelastung der Komposte und Gärreste

Die Fremdstoffgehalte in Komposten, die Diskussion um den vermehrten Eintrag von Biokunststoffen (zur Optimierung der getrennten Sammlung) und vereinzelte Abweichungen vom Stand der Technik bzw. der guten fachlichen Praxis bei der Aufbereitung von Kompost bzw. Gärrest finden immer wieder eine starke mediale Resonanz. Erinnerung sei an provokante Schlagzeilen wie *sÖko-Irrweg Biotonne* . Plastikverseuchter Kompost

macht Äcker zu Müllhalden% [Kontraste 2015], die Anlass geben, sich intensiv mit Fragen zum Thema der Fremdstoffgehalte in Komposten und den Möglichkeiten zur Reduzierung auseinanderzusetzen.

Zur Reduzierung des Fremdstoffgehaltes sind sowohl Maßnahmen zur Minimierung des Eintrages durch die Biotonnennutzer als auch aufbereitungstechnische Maßnahmen erforderlich. Biogut wird selbst bei einem hohen Aufwand für die Öffentlichkeitsarbeit und großer Resonanz bei den Haushalten nie vollständig fremdstofffrei sein. Daher müssen Fremdstoffe auch im jeweiligen Behandlungsverfahren entfernt werden, damit die Endprodukte Kompost und Gärrest den gesetzlichen Anforderungen entsprechen und vermarktet werden können.

Von besonderer Bedeutung sind in diesem Zusammenhang Kunststoffe, die im Verhältnis zu den anderen Fremdstoffen (Glas, Metalle, Steine) ein geringes spezifisches Gewicht aufweisen und bei gleichen gewichtsmäßigen Anteilen eine erheblich höhere visuell wahrnehmbare Verunreinigung auf der Kompostoberfläche bewirken.

Im Folgenden wird untersucht, welche Konsequenzen sich aus der Fremdstoffbelastung des Inputmaterials für die Behandlungsanlagen und die Produktvermarktung ergeben.

6.1 Ausgangssituation

Die Anlagenbetreiber haben in Schleswig-Holstein sich frühzeitig darauf eingestellt, in Maßen vorkommende Verunreinigungen des Bioguts aus dem daraus erzeugten Kompost technisch zu entfernen.

Angesichts der anzutreffenden Massenanteile (vgl. Kapitel 4; Fremdstoffanteil im Input ohne Papier/PPK i.d.R. < 5 Ma.-% der Frischmasse), der Eigenschaften des aufzubereitenden Kompostes (breite Korngrößenverteilung, z.T. hohe Feuchte) und der einzuhaltenden Grenzwerte (zulässige Fremdstoffanteile derzeit im Bereich von unter 0,5 Ma.-% bezogen auf Trockenmasse) ist dieses eine anspruchsvolle Aufgabe, wie folgende Aspekte verdeutlichen:

- Die Fremdstoffanteile im Input können starken Schwankungen unterliegen.
- Die unterschiedliche Definition des Fremdstoffbegriffes (vgl. Tabelle 6-1) erschwert die verfahrenstechnische Auslegung.
- In den Wintermonaten, also in Zeiten ohne Verdünnungseffekte durch mitgesammelte Gartenabfälle, sverpacken% die Biotonnennutzer das Biogut in Kunststofftüten, ohne diese zu entleeren und die Kunststofftüten anderweitig zu verwerten. So waren beispielsweise in einer Anlage bis zu 18 Ma.-% des Bioguts in Kunststoff-Tüten verpackt. Wird in solchen Fällen der Bioabfall zur Öffnung der Tüten grob vorzerkleinert, kann dies nachteilige Effekte für die Abtrennung von Kunststofffolien hervorrufen.
- Die früher bei Kompostierungsanlagen verbreitete manuelle Sortierung auf Fremdstoffe wurde in einigen Anlagen personell reduziert oder ganz eingestellt. Stattdes-

sen wird heute auch in Schleswig-Holstein in der Regel¹⁸ nur noch eine Nachbehandlung der Produkte mittels Siebung und ggf. Sichtung durchgeführt.

- Die Korngrößenverteilungen und die hohen Wassergehalte sowohl im Biogut (Mittelwert 60 Ma.-%) als auch je nach Behandlungsverfahren im festen Output (Rohkompost bzw. . Gärrest: 35 - 45 Ma.-%) erschweren eine selektive Fremdstoffabtrennung.

Wie sich eine Verschärfung der momentan noch gültigen Grenzwerte auswirken kann wird im Folgenden untersucht.

6.2 Grenzwerte für Fremdstoffgehalte in Komposten

Die in Kompost oder festen Gärresten derzeit maximal tolerierten Fremdstoffkonzentrationen sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 6-1: Fremdstoffdefinitionen und derzeit noch zulässige Konzentrationen für Kompost und Gärrest

	Definition nach BioAbfV	Definition nach DüMV 2012	BGK e.V. (Methodenhandbuch)
Fremdstoffdefinitionen	Steine > 10 mm Glas, Kunststoff, Metall (jeweils > 2 mm)	Steine > 10 mm Glas, Kunststoff, Metall, Altpapier, Karton (jeweils > 2 mm)	Glas, Kunststoff, Metall, Gummi, Knochenteile, Verbundstoffe, Papier (wenn optisch auffällig) Biokunststoffe (wenn optisch auffällig), jeweils > 2 mm
zulässige Konzentrationen für Kompost und Gärrest	<u>Grenzwerte:</u> - Steine: < 5 Ma.-% der Trockenmasse - Andere: < 0,5 Ma.-% der Trockenmasse	<u>Grenzwerte:</u> - Steine : < 5 Ma.-% der Trockenmasse - Andere: < 0,5 Ma.-% der Trockenmasse	<u>Zulässig zur Erlangung des Gütesiegels:</u> - Fremdstoffkonzentration: < 0,5 Ma.-% der Trockenmasse - Verunreinigungsgrad: 25 cm ² /Liter

Der Gesetzgeber, aber auch verschiedene Verwerter von Kompost sind an einer Senkung der o.g. Grenzwerte interessiert. So wurde durch die Erste Verordnung zur Änderung der Düngemittelverordnung vom 05.06.2015 bereits der Fremdstoffgehalt in Bezug

¹⁸ Ausnahme: Nassvergärung; hier ist zwingend eine Abtrennung von Fremdstoffen im Zuge der Vorbehandlung erforderlich.

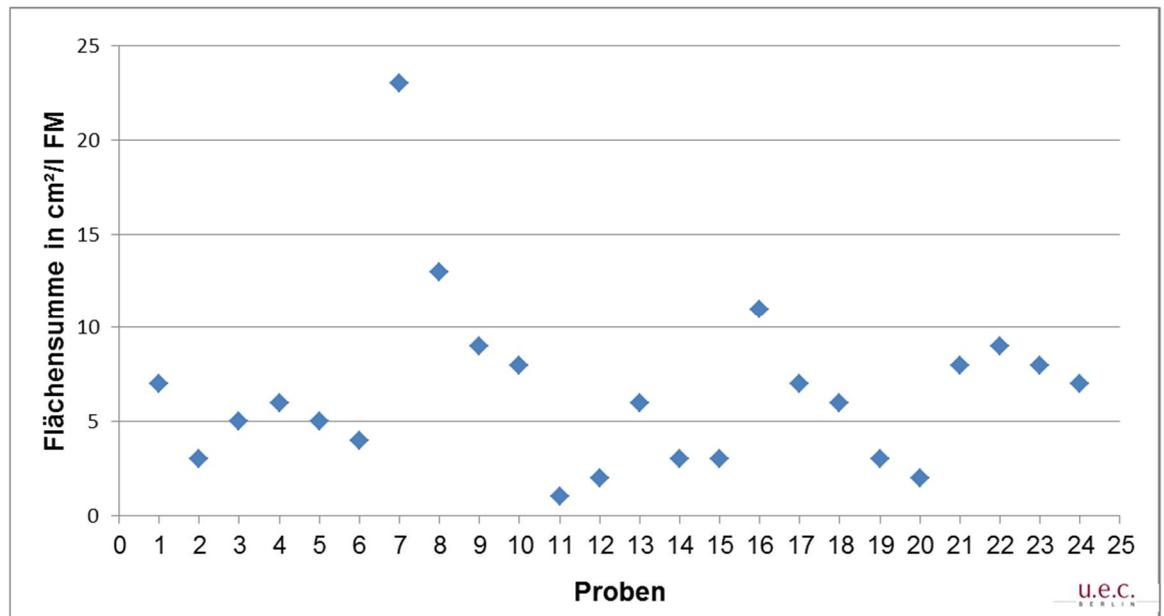
auf Kunststoffe differenziert und reduziert. Demnach darf ab dem 01.01.2017 der Gehalt an Kunststofffolien 0,1 Ma.-% der TM nicht überschreiten, für die übrigen Fremdstoffe (ohne Steine) gilt eine Konzentration von 0,4 Ma.-%.

Auch die Bundesgütegemeinschaft hat auf Marktanforderungen z.B. aus dem ökologischen Landbau reagiert und Ende 2015 eine Absenkung des Verunreinigungsgrades beschlossen; dieser wird von 25 cm²/Liter Frischmasse auf 15 cm²/Liter Frischmasse gesenkt, eine Übergangsfrist endet am 30.06.2018.

6.3 Fremdstoffgehalte der Komposte aus Anlagen in Schleswig-Holstein

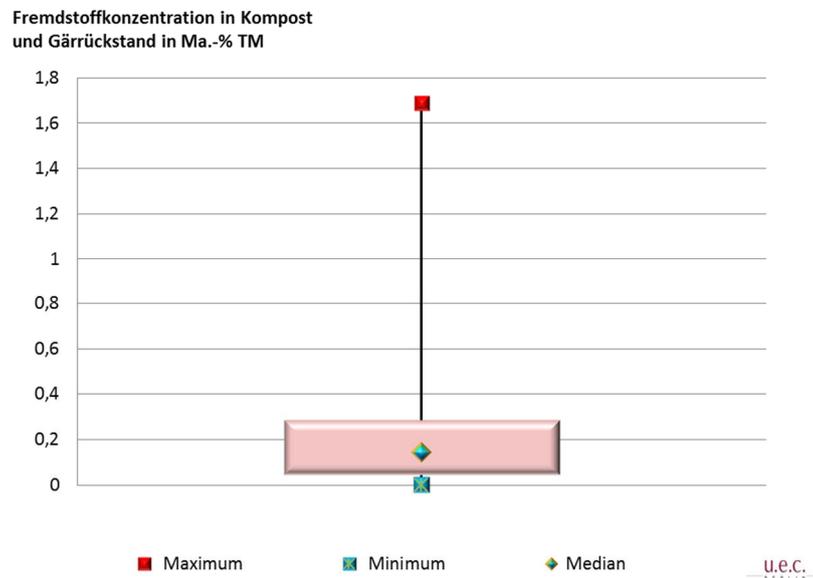
Die Auswertung der uns von den Anlagenbetreibern zur Verfügung gestellten 24 Kompost- und Gärrestanalysen für das Jahr 2015 zeigt zunächst, dass der anspruchsvolle und künftig geltende Verunreinigungsgrad der BGK e.V. von 15 cm²/Liter bis auf eine Probe bereits heute eingehalten wird.

Bild 6-1: Fremdstoffgehalte, ausgedrückt als Flächensummenwert, für Komposte und Gärreste aus Schleswig-Holstein



Auch die vorgefundenen massenbezogene Fremdstoffkonzentration liegen deutlich unterhalb von 0,5 Ma.-% der Trockenmasse (Definition der BGK e.V. vgl. Tabelle 6-1).

Bild 6-2: Fremdstoffkonzentration nach BGK e.V. in Komposten/Gärresten aus Schleswig-Holstein



Die gemäß Definition in der BioAbfV und DüMV geforderten Unterschreitung eines Steinanteiles (< 5 Ma.-% bezogen auf Steine > 10 mm) wird in sämtlichen Analysen unterschritten; der Maximalwert wurde bei einer Einzelanalyse mit 2,7 Ma.-% bei einer Kompostkörnung von 20 mm ermittelt.

Die Fremdstoffkonzentration in Komposten bzw. Gärresten aus den unterschiedlichen Verwertungsverfahren differiert nach den zur Verfügung stehenden Daten nicht. Eine Sonderstellung der diskontinuierlichen Vergärungsverfahren, für die die BGK e.V. Schwierigkeiten bei der Einhaltung des verschärften Wertes für die Flächensummenwerte annimmt, kann nicht verifiziert werden. Wir gehen davon aus, dass die Betreiber jeweils auf ihren Prozess und die Eingangsbelastung mit Fremdstoffen angepasste Siebschnitte bei der Kompostaufbereitung verwenden.

Die positiven Untersuchungsergebnisse belegen die großen Anstrengungen der Betreiber zur Sicherung der Qualität. Erkauft wird dies allerdings mit einem vergleichsweise hohen Anfall von den im Rahmen der Aufbereitung abgetrennten Fremdstoffen und Siebresten; so werden im Durchschnitt rund 10 Ma.-% des Biogutinputs (vgl. Bild 5-4) entsorgt¹⁹.

Darüber hinaus ist Folgendes festzuhalten:

- Die Ergebnisse der Interviews und die Anlagenbilanzen zeigen, dass ein erheblicher mit Fremdstoffen aufkonzentrierter Massenstrom bei der Kompostaufbereitung ent-

¹⁹ Die entsorgte Menge enthält auch organische Bestandteile (Strukturgut), insofern ist die Entsorgungsmenge nicht mit der Fremdstoffbelastung des Biogutes gleichzusetzen.

steht, der bei den meisten Betreibern nicht mehr wie früher zurückgeführt werden kann, sondern entsorgt werden muss.

- Die Anlagenbetreiber berichten nur selten von zunehmenden Fremdstoffbelastungen im Biogut. Diese Aussagen stützen sich auf den optischen Eindruck des Inputmaterials, regelmäßig erhobene Daten z.B. aus Sortieranalysen liegen nicht vor.
- Die Produktanalysen der in Schleswig-Holstein erzeugten Komposte und Gärreste zeigen, dass bislang die Grenzwerte der Fremdstoffbelastung unterschritten werden. Abhängigkeiten zwischen der Fremdstoffbelastung im Kompost und beispielsweise verschiedenen Sammelgebieten oder Verfahrenstechniken sind anhand der Kompostanalysen nicht feststellbar.
- Das Hauptproblem der Betreiber sind die steigenden Anforderungen an die Produktqualität und die wirtschaftlichen Folgen der zu entsorgenden Fremdstoffmengen.

Nachfolgend wird der bisherige verfahrenstechnische Aufwand zur Fremdstoffseparierung dargestellt, der Aufbereitungserfolg analysiert und Ansätze zur Verfahrensoptimierung aufgezeigt.

6.4 Maßnahmen der Betreiber zur Fremdstoffseparierung

6.4.1 Ist-Situation

Die in Schleswig-Holstein betriebenen Verwertungsanlagen setzen zur Aufbereitung des Bioguts verschiedene Aufbereitungsaggregate ein, zudem variiert der Umfang der Verfahrenskombinationen (siehe Tabelle 6-2).

Am aufwendigsten gestaltet sich die Nassvergärung, da bei diesem Verfahren Fremdstoffe schon zur Vermeidung von Schwimm- und Sinkschichten im biologischen Prozess möglichst vollständig vor der biologischen Stufe entfernt werden müssen.

Tabelle 6-2: Systematisierung der Aufbereitungstechnik zur Fremdstoffabtrennung in den schleswig-holsteinischen Anlagen, Stand 2016

	Mögliche Aufbereitungsschritte	Kompostierung	Nassvergärung	Kontinuierliche Trockenvergärung	Diskontinuierliche Trockenvergärung
Frontbereich	Vorzerkleinerung	x	x	x	x
	Siebung	(x)	x	x	(x)
	Fe-Aushaltung	x	x	-	(x)
	NE-Metallaushaltung		x		
	Manuelle Sortierung	(x)	-	-	-
	Sensorgestützte Sortierung	-	x	-	-
	Kunststoffabtrennung aus Suspension	-	x	-	-
	Hartstoffabscheidung aus Suspension		x		
	Sandabtrennung aus Prozesswasser	-	x	x	-
Endbereich	Siebung nach Rotte	x	-	(x)	x
	Windsichtung	(x)	-	-	(x)
	Sensorgestützte Sortierung	-	-	-	-
	Hartstoffabscheider	-	-	-	-
	Manuelle Sortierung	-	-	-	-
	Rückführung von störstoffhaltigem Strukturgut zur Kompostierung/Nachrotte	x	(x)*	(x)	(x)
x = regelmäßig eingesetzt, (x) = teilweise eingesetzt, - = nicht eingesetzt *= für nicht der Vergärung zugeführtes Biogut nach Siebung					

Dazu wird bei der Nassvergärung das Biogut u.a. (selektiv) zerkleinert und sowohl aus dem Feststoff als auch aus der danach erzeugten Suspension Kunststoffe sowie Schwerstoffe (Steine, Sand, Knochen etc.) abgetrennt. Die so gereinigte Suspension wird der Vergärung zugeführt; anschließend erfolgt die Entwässerung und Nachkompostierung. Eine sonst übliche Fremdstoffaushaltung durch Klassierung nach der Kompostierung ist für die Gärreste aus der Nassvergärung im Übrigen nicht praktikabel, da der Gärrest erfahrungsgemäß schon im Kornbereich < 10 mm vorliegt.

In Schleswig-Holstein ist aktuell nur die Anlage in Lübeck als Nassvergärungsanlage in Betrieb, der Verfahrensaufwand ist im folgenden Bild vereinfacht dargestellt.

In den anderen Anlagen erfolgt die Fremdstoffabtrennung überwiegend am Prozessende aus dem Rohkompost bzw. den festen Gärresten, nur in wenigen Fällen wird noch eine früher übliche manuelle Sortierung vor dem biologischen Prozess durchgeführt.

I.d.R. wird mittels mobilen Siebaggregats aus dem Rohkompost zunächst die Produktfraktion Kompost als Unterkorn abgetrennt. Hier werden, auch abhängig vom Fremdstoffgehalt im Input, unterschiedliche Siebmaschenweiten zwischen 10 und 25 mm eingesetzt (siehe Bild 6-4, Variante 1).

Insbesondere Kunststoffe verbleiben bei der Klassierung quantitativ im Überkorn, der auch als Siebrest bezeichnet wird. Da im Überkorn jedoch noch erhebliche Organikanteile (holzige Bestandteile, aber auch Kompost) enthalten sind, wird diese Fraktion entweder als Strukturgut mitsamt der Kunststoffanteile wieder in den Prozess zurückgeführt oder zu Lasten der Kompostausbeute und der Kosten direkt entsorgt.

Werden Kunststofffolien als Bestandteil des Strukturgutes anlagenintern zurückgeführt, um die strauchigen Anteile biologisch abzubauen und so den Siebrestanfall zu verringern, können Folien im Rohkompost angereichert werden. Da Kunststofffolien durch die Rückführung wiederholt mechanisch und thermisch beansprucht werden, kann deren Korngröße zu kleineren Partikeln verschoben werden- erhöhte Fremdstoffanteile im Unterkorn/Kompost sind dann die Folge.

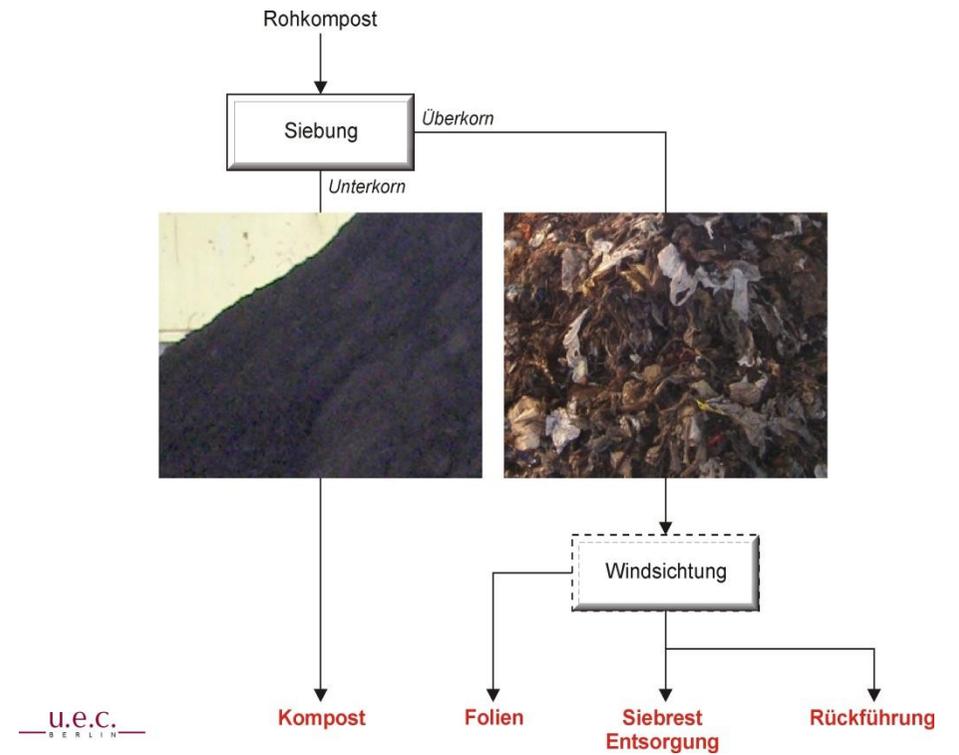
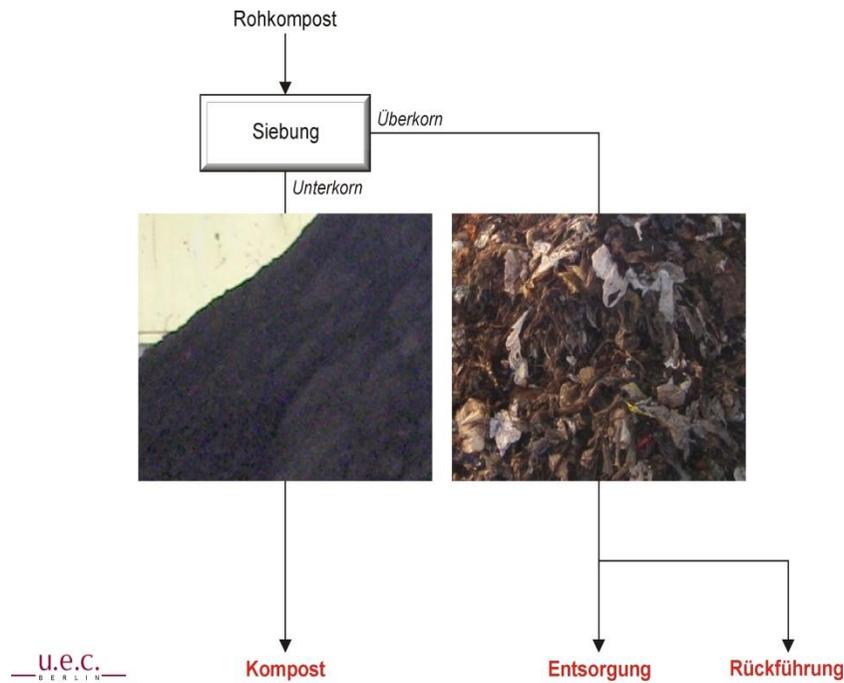
Bei höheren Inputbelastungen des Bioguts und damit auch des Rohkompostes kann zur Reduzierung des Kunststoffanteils im Rückführgut zusätzlich ein Windsichter zur Abtrennung von Leichtstoffen eingesetzt werden (vgl. Bild 6-4, Variante 2). Der um Leichtstoffe (vor allem Kunststofffolien) verringerte Siebrest wird dann als Strukturgut zurückgeführt. Ein Windsichter kann auch genutzt werden, um das zu entsorgende Strukturgut so von Kunststoffen zu befreien, dass es in Biomassekraftwerken energetisch verwertet werden kann.

Diese Sichterstufe verfügt aufgrund des großen Korngrößenspektrums, der schwankenden Feuchtegehalte im zu trennenden Gut und der einfachen technischen Realisierung (Luftzufuhr von unten, positioniert an der Umlenkrolle eines Förderbandes) nur über einen vergleichsweise geringen Trennwirkungsgrad.

Bild 6-4: Standardverfahren zur Fremdstoffabtrennung aus Kompost, Variante 1 und 2

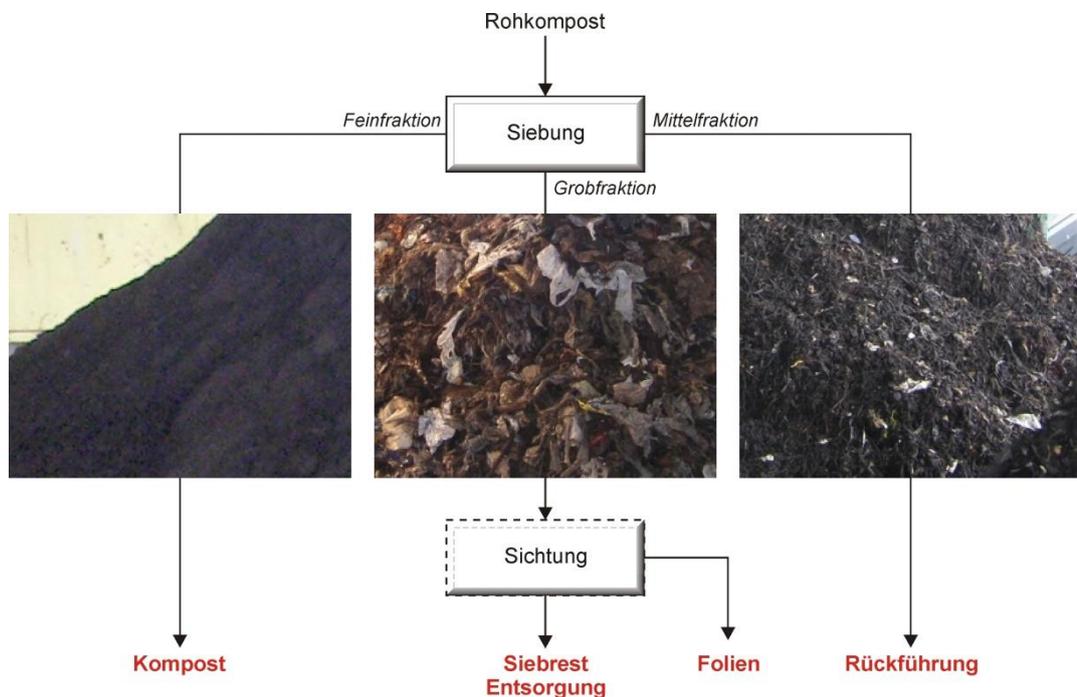
Variante 1: Nur Siebklassierung

Variante 2: Siebklassierung kombiniert mit Sichtung



Werden in der Siebstufe drei Fraktionen erzeugt, enthält die Feinfraktion den Kompost, die Mittelfraktion wird ohne zusätzliche Kunststoffabtrennung als Strukturgut zurückgeführt und aus der Grobfraktion wird z.T. mittels Sichtung eine Folienfraktion (Leichtfraktion) abgetrennt. Die Schwerfraktion aus der Grobfraktion stellt dann - einen hohen Aufbereitungserfolg oder eine geringe Inputbelastung mit Fremdstoffen vorausgesetzt - eine holzhaltige Brennstofffraktion dar; andernfalls wird sie als Ersatzbrennstoff energetisch verwertet.

Bild 6-5: Beispielhafte Prozessführung bei der Nachaufbereitung von festen Gärresten, Variante 3



6.4.2 Grenzen der Fremdstoffabtrennung

Als Zwischenfazit aus der Bestandsaufnahme ist folgendes festzuhalten:

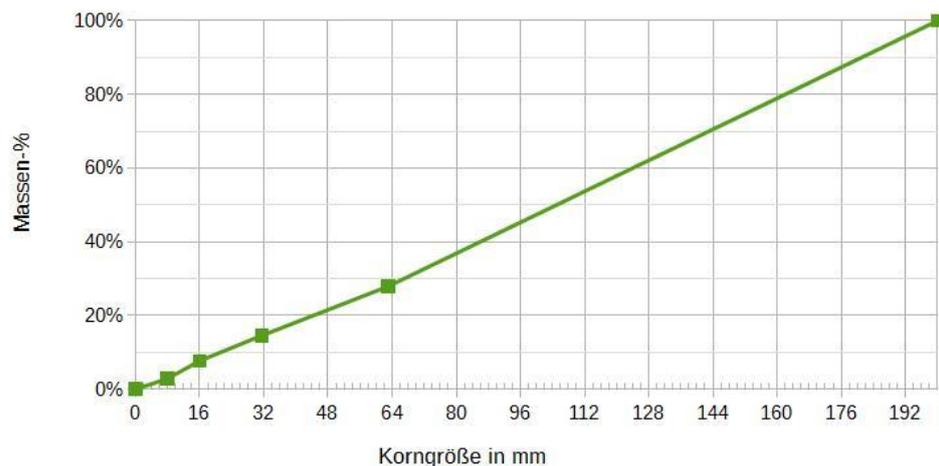
- Die Anlagen verfügen alle über Verfahrensschritte zur Fremdstoffabtrennung. Hauptaspekt dabei ist die Entfernung von Kunststofffolien. Schwerstoffe (Glas, Steine etc.) werden selektiv nur bei einer Anlage zur Nassvergärung abgeschieden.
- Überwiegend erfolgt eine sortierende Klassierung bei der Aufbereitung des Rohkompostes. Die Einhaltung von Fremdstoffkonzentrationen im Kompost gelingt damit nur, wenn einerseits die Fremdstoffe in möglichst großer Körnung vorliegen und deshalb mit dem Überkorn ausgetragen werden und andererseits viel Kompost im Unterkorn ausgetragen wird.

- Die z.T. eingesetzte Sichtung der Kunststoffe aus dem Überkorn erfolgt sowohl zur indirekten Fremdstoffaushaltung aus dem Kompost (durch die verringerte Aufkonzentrierung von Kunststoffen im Rückgut), als auch um einen möglichst in Biomassekraftwerken einsetzbaren Brennstoff zu erzeugen.
- Die bislang verwendeten Sieber sind einfach konstruiert und das Aufgabegut weist breite Kornklassen und hohe Feuchten auf; hier bestehen Ansatzpunkte, den Trennwirkungsgrad zu verbessern.

Allen in der Praxis anzutreffenden Lösungen ist gemeinsam, dass in Frage kommende Trennaggregate zur Abtrennung von Kunststoffen nur für das Überkorn, nicht aber für das Kompostprodukt (Unterkorn) eingesetzt werden. Grund dafür ist u.a., dass eine Sichtung des Kompostes zu weiteren Organikverlusten und damit zu weiter steigenden Entsorgungskosten führen würde.

Damit ist für die Frage der Fremdstoffabtrennung derzeit entscheidend, ob die auszuhaltenden Fremdstoffe im Überkorn angereichert werden können. Orientierende Untersuchungen zur Korngrößenverteilung von Kunststofffolien aus dem Rohkompost einer diskontinuierlichen Vergärungsanlage (also vor der Siebstufe) zeigen, dass sich die über das Biogut eingetragenen Kunststofffolien zu rund 85 Ma.-% im Korn größer 20 mm befinden und damit im Überkorn angereichert werden²⁰.

Bild 6-6: Beispielhafte Korngrößenverteilung von Kunststofffolien in Rohkompost [Jeremias 2016]



Anhand dieser exemplarischen Korngrößenverteilung von Kunststofffolien und der Massenbilanz aus Bild 5-3 kann eine überschlägige Modellrechnung durchgeführt werden, um vom zulässigen Folienanteil im Kompost (0,1 Ma.-% bezogen auf Trocken-

²⁰ Die Korngrößenverteilung bei Anlagen mit einer Zerkleinerungsstufe vor dem biologischen Prozess wird vom eingesetzten Zerkleinerungsaggregat beeinflusst und kann entsprechend anders ausfallen.

masse gem. DüMV) auf den maximal zulässigen Folienanteil (bezogen auf Frischmasse) im Biogut zurückzuschließen.

Beim Einsatz üblicher Kennwerte zum Wassergehalt und oTS-Gehalt zeigt die Modellrechnung, dass bei einer angenommenen Trennkorngröße von 20 mm das Biogut im Input nicht mehr als 0,17 Ma.-% Folien bezogen auf Frischmasse enthalten darf.

Treten stattdessen, wie bei den Untersuchungen in Steinfurt, höhere Kunststofffolienanteile im Biogut auf (ungewichteter Mittelwert von 10 Touren: 0,8 Ma.-% der Frischmasse), würde bei ansonsten gleicher Korngrößenverteilung der Folien, ein Kompost mit einer Körnung von 0-20 mm einen Folienanteil von 0,45 Ma.-% bezogen auf Trockenmasse aufweisen. Damit wäre der Grenzwert deutlich überschritten. In diesem Fall könnte zwar noch der Trennschnitt auf 10 mm abgesenkt werden; selbst dann ist aber die Grenzwerteinhaltung nicht gesichert.

Festzuhalten ist, dass die Fremdstoffbelastungen des Kompostes auch von der Fremdstoffbelastung im Biogut abhängig sind. Im Fall der Kunststofffolien wird schnell der nach DüMV zulässige Grenzwert von 0,1 Ma.-% (bezogen auf Trockenmasse) im Kompost überschritten. Dies unterstreicht die Bedeutung von Maßnahmen im Vorfeld zur Verbesserung der Sammelqualität.

Anlagenseitig bestehen vor allem in Bezug auf die kritische Belastung des Kompostes mit Kunststofffolien nur geringe zusätzliche Handlungsspielräume für den Anlagenbetreiber:

- Falls Zerkleinerungsaggregate eingesetzt werden, kann auf eine schonende Zerkleinerung geachtet werden, um Kunststoffsäcke nur zu öffnen. Da bei Nassvergärungsverfahren und teilweise bei kontinuierlichen Trockenvergärungsverfahren auf eine intensive Zerkleinerung der Organik oft nicht verzichtet werden kann, ist eine vorherige manuelle Sortierung aus dem Siebüberlauf oder eine ausgeprägte selektive Zerkleinerung mit nachfolgender Fremdstoffabtrennung sinnvoll.
- Durch die Reduzierung des Trennschnittes bei der Kompostsiebung von maximal 25 mm auf 10 mm kann zwar der Folienanteil im Kompost ggf. noch weiter reduziert werden; allerdings sinkt dadurch auch die Kompostausbeute.
- Eine nach der Siebung angeordnete Abtrennung von Kunststofffolien im Korngrößenbereich von 0-25 mm ist durch Windsichtung nicht sinnvoll. Getrennt wird nicht nur nach der Partikeldichte, sondern auch nach der Partikelform und -größe; da sich diese drei Merkmale von Kunststofffolien und leichten Organikfasern nicht stark unterscheiden, ist eine effiziente und wirtschaftliche Trennung nicht zu erwarten.
- Andere sensorgestützte Sortierverfahren, mit der speziell Polyolefine als häufigster Kunststofftyp bei Folien abgetrennt werden können, sind bislang nicht erprobt. Für die Aufbereitung von Kompost ist zudem die geringe Korngröße limitierend.

Lediglich der Verzicht auf die Rückführung von mit Kunststofffolien belasteten Strukturgut oder dessen Aufbereitung zur Folienabtrennung ist, sofern nicht ohnehin schon realisiert, ein Ansatzpunkt für den Anlagenbetreiber.

Momentan untersuchen Anlagenbauer und -betreiber deshalb verstärkt Maßnahmen zur verbesserten Kunststoffabtrennung aus dem Überkorn. Neben einer schonenden Vorzerkleinerung werden verbesserte Kombinationen aus Klassierung und Sichtung sowie sensorbasierte Trenntechniken entwickelt und getestet.

6.4.3 Maschinentechnische Weiterentwicklungen

Derzeit arbeiten verschiedene Maschinenbauunternehmen an einer Weiterentwicklung der Trenntechnik, auf die hier beispielhaft hingewiesen wird.

- WESTERIA GmbH

Das Unternehmen befasst sich u.a. mit der Leichtstoffabtrennung aus Abfällen und hat bereits mit Erfolg stationäre Windsichter in Anlagen zur EBS-Aufbereitung, in MBS- und MPS-Anlagen zur Restabfallbehandlung und in Kunststoffaufbereitungsanlagen ausgeführt. Für die Kompostaufbereitung wird ein Sichter angeboten, der nach einer vorangehenden Siebung für den Siebüberlauf eingesetzt wird. Der Sichter trennt dann Schwergut (Steine, Knochen etc.), Leichtgut (Kunststoffe und Fehlausträge von Organik) und Mittelgut (Organikfraktion/Strukturgut) ab.

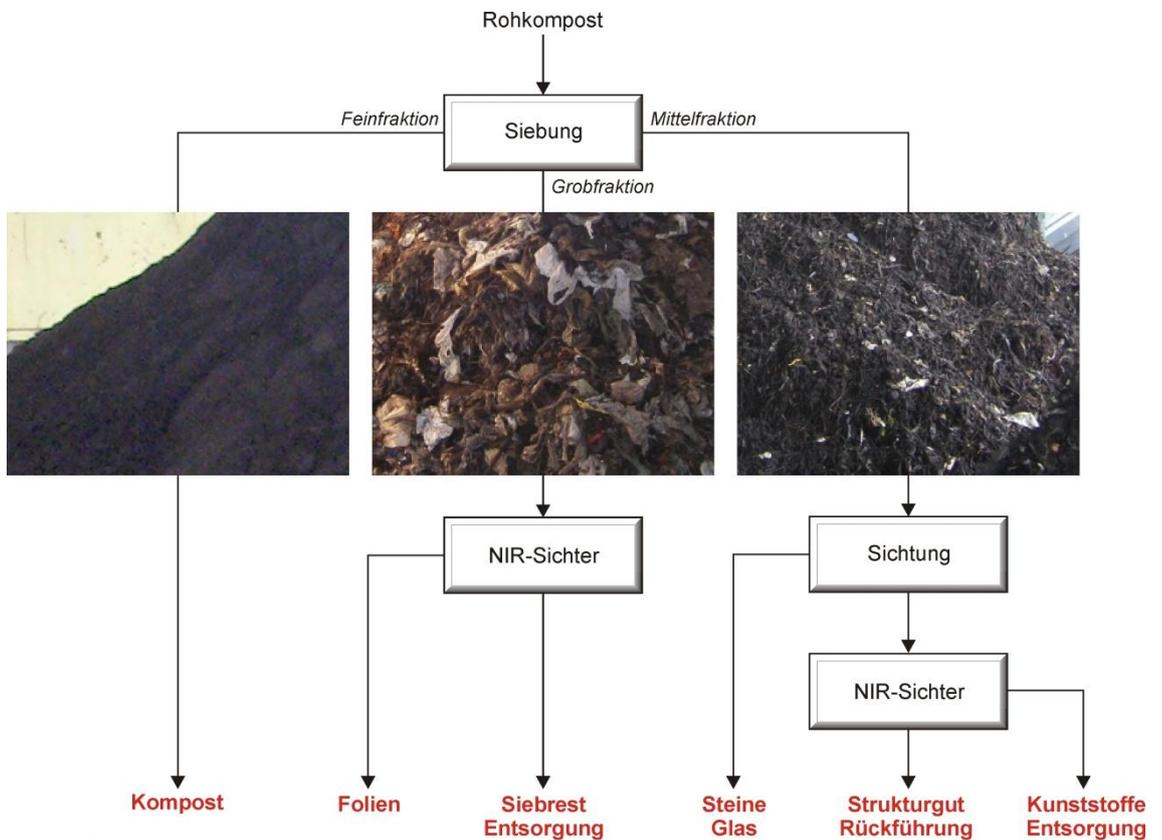
- Komptech

Komptech hat u.a. mobile Sieb-/Sichter-Kombinationen entwickelt und diese vermarktet. Neu ist eine Kombination, bei der schwere und leichte Bestandteile abgetrennt werden und ein gereinigtes Strukturgut entsteht. Das unter der Bezeichnung Hurrifex angebotene Aggregat kann mobil- oder stationär ausgeführt werden.

- RTT-Steinert

RTT-Steinert entwickelt und baut sensorbasierte Trenner, die auch zur Rohkompostaufbereitung in Kombination mit einem Sieher zur Kunststoffabtrennung aus dem Überkorn eingesetzt werden können. Zum Einsatz kommt ein Trenner mit Hyper Spectral Imaging Technologie vom Typ UniSort Black, der auch dunkle bis schwarze Kunststoffe detektieren und trennen kann. Bei einer vorangehenden Siebung mit 3 Fraktionen kann der NIR-Trenner z.B. für das Grobkorn und die Mittelfraktion, die zusätzlich noch einen Sieher durchläuft, eingesetzt werden.

Bild 6-7: Aufbereitung von Kompost durch Siebung, Sichtung und NIR-Sortierung



Neben den Fremdstoffen enthalten die abgetrennten Fraktionen zwar noch Rest-Organik, der insgesamt zu entsorgende Reststoffanfall kann aber deutlich reduziert werden.

Bild 6-8: Schwergut (links) und Kunststofffraktion (rechts) aus der Kompostaufbereitung mittels Sichter und NIR [RTT-Steinert 2016]



6.4.4 Biologische Trocknung und Siebung von Siebresten

Zur Reduzierung des Siebrestanfalls wird in der Anlage Ahrenshöft der Rohkompost zunächst wie üblich abgesiebt. Anschließend wird der Siebüberlauf in Rottecontainern biologisch getrocknet. Danach erfolgt eine erneute Siebung, bei der im Unterkorn wiederum Kompost anfällt, der als Fehlkorn dem Siebüberlauf anhaftete. Dieser Vorgang wird ggf. wiederholt. Der Siebrestanfall kann durch die (mehrfache) Trocknung und die Absiebung von Kompostbestandteilen um ca. 70 % der Ursprungsmenge reduziert werden.

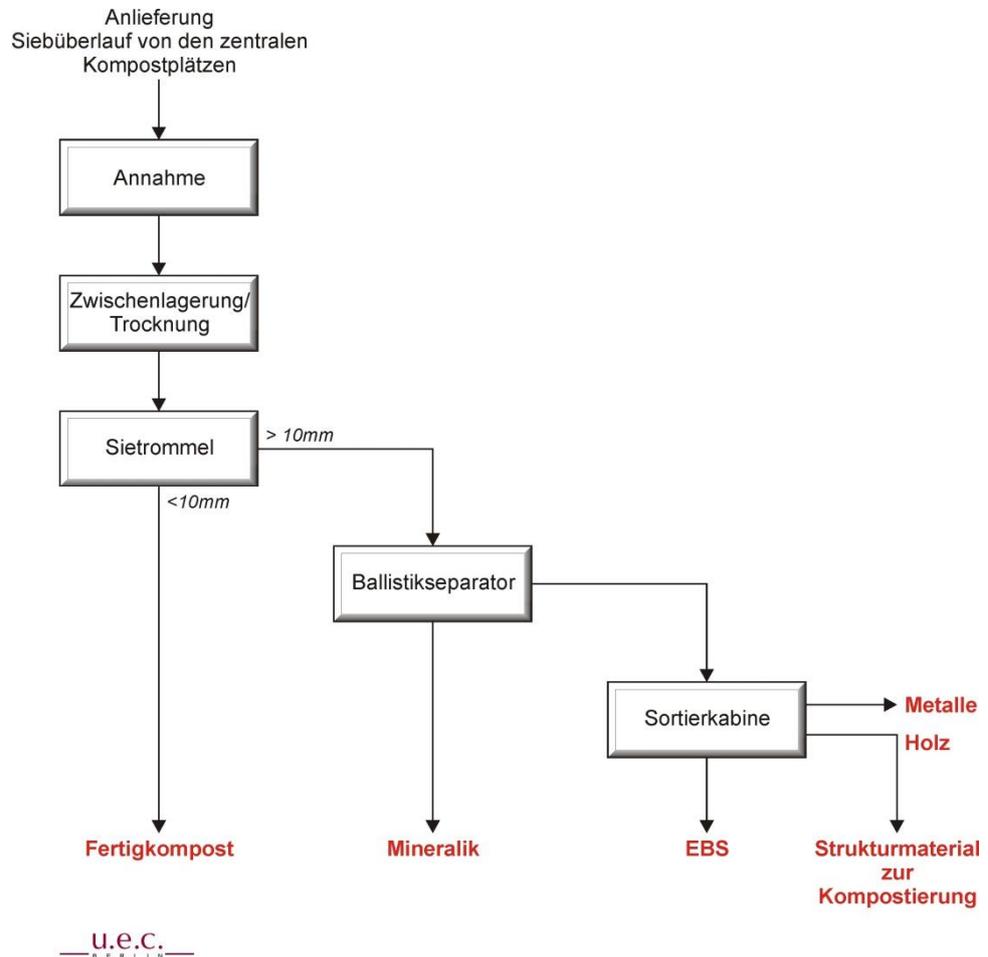
6.4.5 Zentrale Nachaufbereitung von Siebresten

Die Investition in zusätzliche Maschinen ist unter Kostenaspekten dann sinnvoll, wenn die eingesetzten Maschinen hoch ausgelastet werden. Zu diesem Zweck kann eine zentrale Aufbereitung in Frage kommen, bei der dezentral nur die Absiebung des Kompostes per Mobilaggregat erfolgt.

Die von mehreren Anlagen stammenden Siebüberläufe würden dann zu einer zentralen Aufbereitungsanlage transportiert. Hier erfolgt, wie bereits in der Anlage in Ahrenshöft praktiziert, zunächst eine biologische Trocknung, damit bei einer anschließenden Siebung das ursprünglich anhaftende Fehlkorn (Kompost) abgetrennt werden kann.

In einem bereits in Sachsen-Anhalt realisierten Konzept schließt sich dann eine Aufbereitung des Siebüberlaufes > 10 mm mittels ballistischer Sichtung und manueller Sortierung an, um ein nutzbares Strukturgut und aufkonzentrierte zu entsorgende Reststoffe zu erzeugen. Daten zur Effektivität der Aufbereitung liegen allerdings nicht vor.

Bild 6-9: Verfahrensschema einer zentralen Aufbereitungsanlage für Siebüberläufe der Kompostierung



6.4.6 Ausblick

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass in der Praxis bislang überwiegend Siebaggregate zur Fremdstoffabscheidung bei der Kompost- oder Gärrestauffbereitung eingesetzt werden. Gemessen an den bisherigen Grenzwerten und den für 2015 vorliegenden Ergebnissen der Kompostanalysen ist die damit erreichte Fremdstoffabtrennung unter Inkaufnahme hoher zu entsorgender Mengenanteile - auch ausreichend.

Allerdings zeichnet sich ab, dass die mit dem Biogut eingetragenen Kunststoffolien angesichts sinkender Grenzwerte zunehmende Qualitätsprobleme verursachen können. Mehrere Betreiber eruiieren deshalb weitere technische Möglichkeiten zur Optimierung der Fremdstoffabtrennung. Hauptansatzpunkt ist eine verbesserte Fremdstoffabtrennung aus den Siebüberläufen und die Erprobung weiter entwickelter Trennaggregate.

7 Wirtschaftliche Aspekte der Fremdstoffbelastung

7.1 Aktuelle Situation aus Betreibersicht

Die Betreiber von Verwertungsanlagen haben nur in Ausnahmefällen (Betreiber ist öRE und verarbeitet nur seine Mengen) Möglichkeiten, auf die Qualität und eine möglichst geringe Fremdstoffbelastung des Bioguts selbst hinzuwirken. Die meisten Betreiber müssen selbst bei hohen Fremdstoffbelastungen des Inputmaterials mit technischen Mitteln für die Kompostqualität Sorge tragen, was ihnen, wie gezeigt, bislang auch unter Inkaufnahme entsprechenden Aufwandes gelungen ist.

Aktuell verzeichnen die Anlagenbetreiber allerdings stark steigende Kosten für die Reststoffentsorgung, die nach der momentanen Praxis nicht verursachergerecht abgerechnet werden können:

- Die bestehenden Verwertungsverträge zwischen den öRE und den Betreibern enthalten durchgängig keine Regelungen zum zulässigen Fremdstoffgehalt im Biogut. Da es bislang zudem noch an einer Rechtsgrundlage mangelt, müssen die Anlagen Biogut selbst bei hohen Fremdstoffbelastungen annehmen und verarbeiten und unabhängig davon ein hochwertiges Produkt erzeugen.
- Im Gegensatz zu Verwertungsverträgen aus den 90er Jahren werden die zu entsorgenden fremdstoffhaltigen Fraktionen heute nicht mehr gesondert abgerechnet. Das Risiko steigender Entsorgungskosten trägt somit allein der Anlagenbetreiber.
- Die Betreiber haben auf steigende Qualitätsanforderungen bislang durch betriebliche Maßnahmen reagiert. Durch die Aufgabe oder Reduzierung der Strukturgrutückführung und die Verringerung der Trennkorngröße bei der Absiebung von Rohkompost sind bei den meisten Anlagen die extern entsorgten Mengen und damit auch die Entsorgungskosten angestiegen.
- Die spezifischen Entsorgungskosten sind parallel zu den Kosten für die Hausmüllentsorgung in letzter Zeit stark angestiegen. Nach einer aktuellen Markterhebung für die Bundesrepublik ist zu beobachten, dass der Entsorgungsmarkt derzeit deutlich angespannt ist. Alle Anlagen in Deutschland sind voll ausgelastet, die Entsorgungspreise sind entsprechend kräftig gestiegen. Verbrennungspreise von bis zu 140 €/Mg werden derzeit angeboten. Das Gros der Preismeldungen bewegt sich allerdings in einem Rahmen zwischen 90 und 120 €/Mg [EUWID 2016]. Auch die Anlagenbetreiber in Schleswig-Holstein sind von dieser Entwicklung betroffen, sofern nicht noch (auslaufende) Altverträge existieren.
- Steigende Entsorgungskosten und steigende Anforderungen an die Brennstoffqualität sind auch bei der Verwertung holzhaltiger Abfälle (z.B. Strukturgrut) zu verzeichnen. Bei den Biomassekraftwerken wird sich zunehmend der Wegfall der EEG-Förderung auswirken, der von den Betreibern durch steigende Annahmepreise kompensiert wird. Die in diesem Marktumfeld steigenden Qualitätsanforderungen können bei hohen und zunehmenden Fremdstoffbelastungen nur schwer erreicht werden.

Im Folgenden stellen wir den mit der Fremdstoffbelastung des Bioguts verbundenen Kostenaufwand detaillierter dar.

7.2 Kostenaufwand der Fremdstoffabtrennung

Der mit der Fremdstoffabtrennung verbundene Kostenaufwand resultiert aus den Aufbereitungskosten (Kapital- und Betriebskosten), den Transportkosten und den Entsorgungskosten.

Die Kosten der Fremdstoffentsorgung werden im Folgenden dargestellt und in Relation zu den übrigen Behandlungskosten bewertet. Dazu werden zunächst die Ist-Kosten für die häufigsten Verfahren auf Basis normierter Behandlungskosten abgeschätzt, zusätzlich werden Marktpreise/Ausschreibungsergebnisse herangezogen.

7.2.1 Normierte Behandlungskosten und Marktpreise

Im Folgenden werden die Ergebnisse einer nach gleichen Randbedingungen (normiert) vorgenommenen Kostenkalkulation für die mit der Vergärung und Nachrotte von Biogut verbundenen Behandlungskosten dargestellt. Die Kalkulation erfolgte für einen Anlagenneubau auf der „Grünen Wiese“; die gewählten Ansätze sind praxisüblich.

Einkalkuliert sind Kapitalkosten (Zinssatz 3 %) sowie Kosten für Wartung/Reparatur, Personal, Medien und Versicherung. Die Erlöse für den erzeugten Strom wurden vereinfachend auf Basis des EEG 2012 kalkuliert, die spezifischen Gaserträge wurden an die Ist-Daten 2015 angepasst. Wagnis- und Gewinn-Zuschläge sind nicht berücksichtigt, Preisbasis sind Netto-Kosten mit Stand 2016.

Die Kapital- und Betriebskosten für die Aufbereitung des Rohkompostes mittels Sieb sind in Höhe von 2 "/Mg einkalkuliert; dagegen werden die Kosten für die Entsorgung und den Transport der Fremdstoffe bzw. Siebreste separat kalkuliert.

Abhängig vom Anlagendurchsatz, der hier für Anlagen zwischen 20.000 und 60.000 Mg/a dargestellt ist, schwanken die nach Abzug von Stromerlösen errechneten Behandlungskosten zwischen 80 und 50 "/Mg (netto).

Bild 7-1: Normbehandlungskosten für die diskontinuierliche Trockenvergärung in Abhängigkeit vom Durchsatz in ÖMg (netto, ohne Fremdstoffentsorgung, ohne Wagnis + Gewinn)

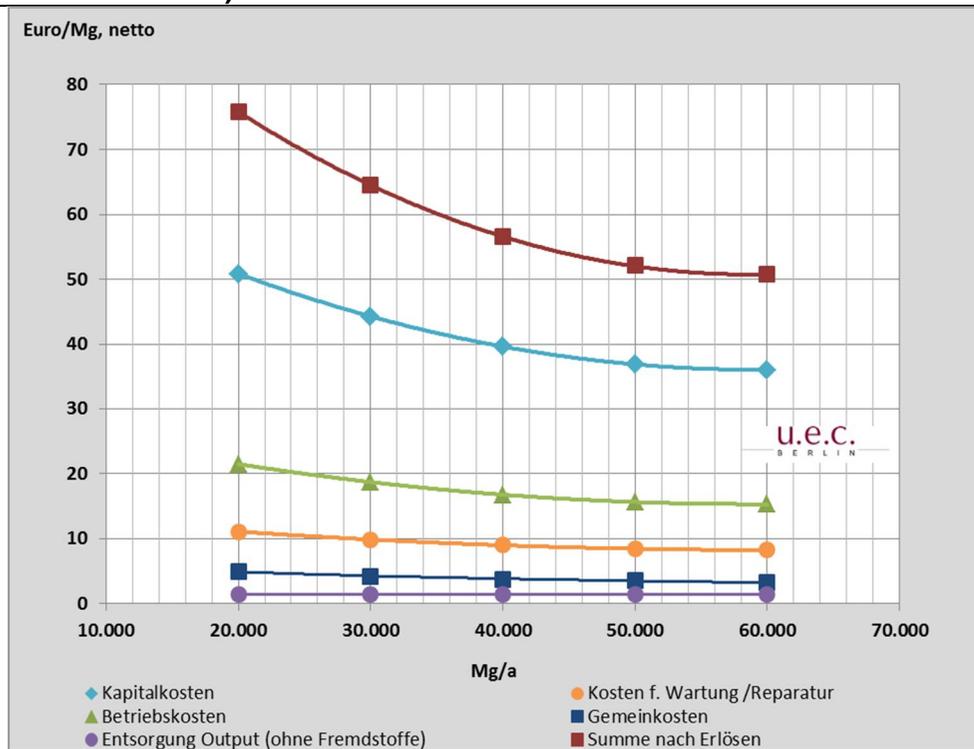
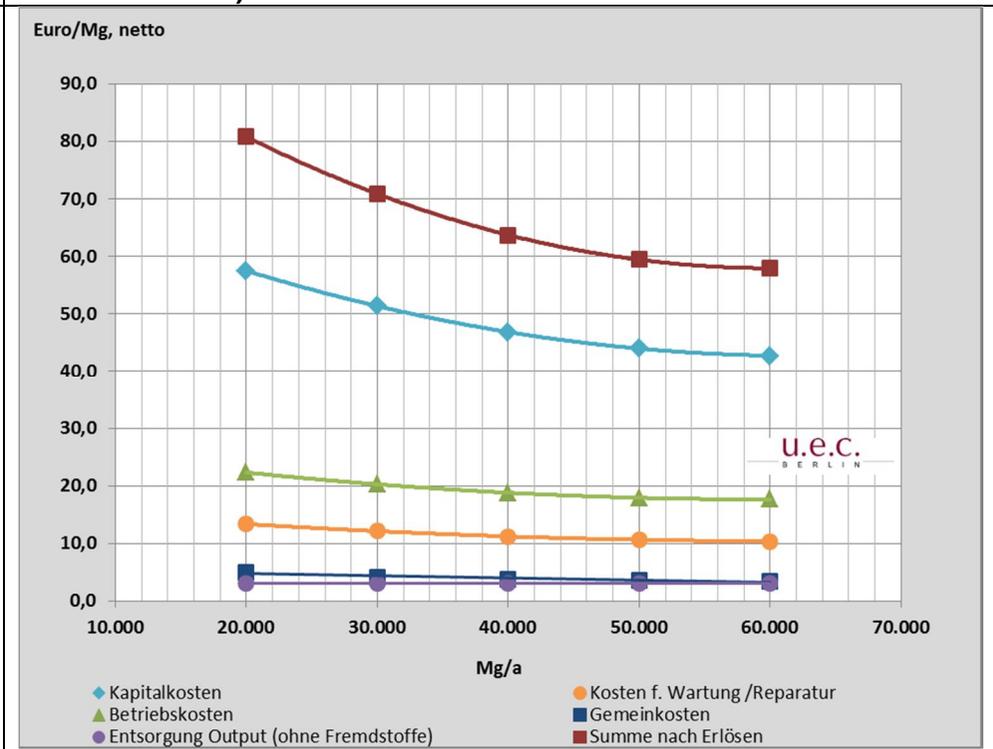


Bild 7-2: Normbehandlungskosten für die kontinuierliche Trockenvergärung in Abhängigkeit vom Durchsatz in ÖMg (netto, ohne Fremdstoffentsorgung, ohne Wagnis + Gewinn)



Die bei Ausschreibungen in Schleswig-Holstein angebotenen Marktpreise frei Anlage (ohne die Transportkosten für Biogut, Preisbasis netto) enthalten gegenüber den oben genannten normierten Kosten einerseits zusätzliche Wagnis- und Gewinnzuschläge sowie die Kosten für die Fremdstoffentsorgung. Andererseits werden die der Preisermittlung zugrundeliegenden Kapitalkosten geringer ausfallen, sofern es sich um nachgerüstete Anlagen handelt und der Altbestand mittlerweile bereits abgeschrieben ist.

Diese Mehrungen und Minderungen gleichen sich, zumindest nach den Wettbewerbsergebnissen zu urteilen, aus. So wurden bei den Ausschreibungen der letzten 3 Jahre Wettbewerbspreise im Bereich von 46 bis 55 "/Mg (netto, ohne Transporte) bei Ausschreibungen angeboten.

Dieses Preisniveau ist geringer als noch in der Bioabfallstudie 2010 aufgezeigt²¹; hierfür können beispielsweise die folgenden Effekte verantwortlich sein:

- Einzelne nachgerüstete Anlagen haben die ursprünglichen Durchsätze steigern können und realisierten entsprechende Degressionseffekte;
- Teilweise wird auf eine Vollstromvergärung verzichtet, sodass die Investitions- und Kapitalkosten begrenzt werden konnten. Stattdessen werden in der Aufbereitung bereits Biogutanteile abgetrennt und der (vorhandenen) Kompostierung zugeführt;
- Die Anlagenauslastung wurde optimiert, in dem zur Ausgleichung von Anlieferungsspitzen externe Kompostierungsanlagen mitgenutzt werden.
- Die Nachbehandlung der Gärreste wurde zeitlich auf ein Mindestmaß beschränkt, zudem liegen die Kompostierungskosten einzelner Anlagen deutlich unter den damaligen mittleren Ansätzen;
- Einzelne spezifische Kostensätze können niedriger ausfallen als 2009 geschätzt.

Für die weiteren Überlegungen wird unterstellt, dass in den genannten Wettbewerbspreisen nur Reststoffentsorgungskosten im Bereich von 3 . 4 "/Mg Biogut einkalkuliert waren, da in früheren Jahren auch nur geringere spezifische Entsorgungskosten anfielen. Dieser Abschätzung liegt ein Ansatz in Höhe von 5 Ma.-% des Input zu entsorgender Reststoffe sowie spezifische Entsorgungskosten zwischen 60 und 80 "/Mg Siebrest bzw. Fremdstoffe zugrunde. Bezogen auf einen oberen Marktpreis von 55 "/Mg Biogut entfallen demnach auf die Reststoffentsorgung Kosten in Höhe von rund 7 %.

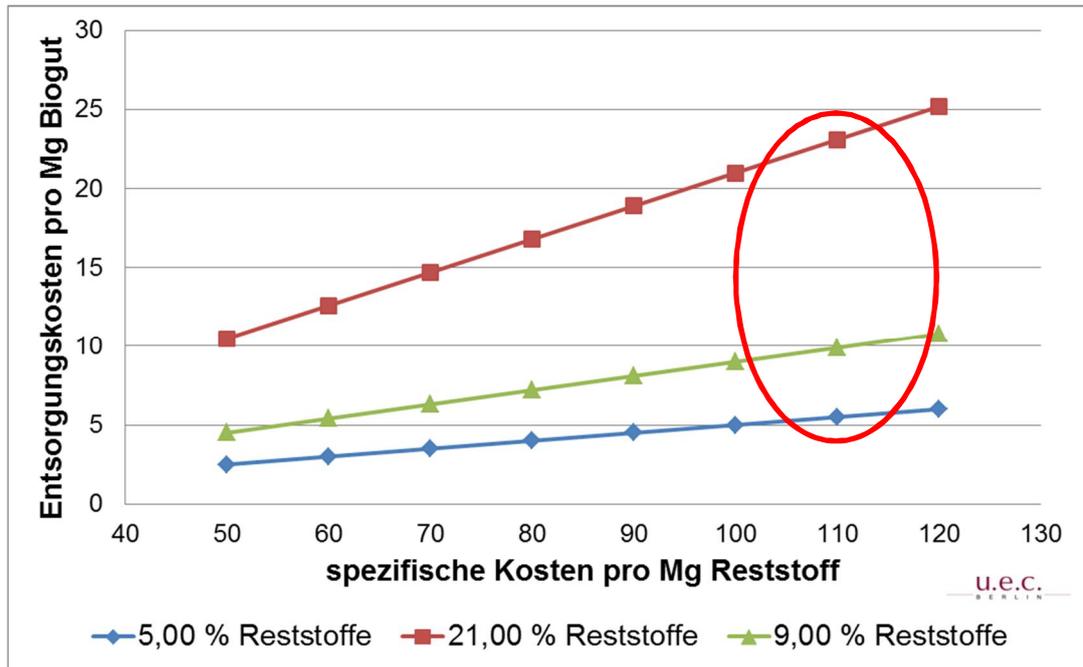
7.2.2 Aktuelle Kosten für die Fremdstoffentsorgung

Die Entsorgungskosten für die abgetrennten Fremdstoffe sind nach Angaben der Betreiber derzeit deutlich höher, da sowohl der zu entsorgende Anteil höher ausfällt als ursprünglich angenommen und auch die spezifischen Entsorgungskosten sich auf einem hohen Niveau bewegen.

²¹ Dieses niedrige Preisniveau von Anlagen mit einer nachgerüsteten Vergärungsstufe kann bei Anlagenneubauten nicht erreicht werden, wie das Beispiel Neumünster zeigt.

Für einen Reststoffanfall zwischen 5 Ma.-% und maximal 21 Ma.-%²² sowie spezifische Entsorgungskosten zwischen 50 und 120 "/Mg zeigt die nachfolgende Darstellung die auf den Input bezogenen Entsorgungskosten.

Bild 7-3: Entsorgungskosten je Mg Biogut bei variierenden Mengen und spezifischen Kosten der Reststoffe



Bezogen auf den für das Jahr 2015 errechneten mittleren Reststoffanfall von 9,7 Ma.-% und einen für die Region anzusetzenden Kostensatz von 100 . 120 "/Mg errechnen sich für die Entsorgung in thermischen Anlagen Kosten in Höhe von 10,7 bis 11,6 "/Mg.

Gegenüber früheren Jahren haben sich die Entsorgungskosten für Siebreste/Fremdstoffe damit mehr als verdoppelt. Da aus heutiger Sicht für die Region nicht mit sinkenden Entsorgungskosten zu rechnen ist, werden sich künftig die Reststoffentsorgungskosten auch in den Wettbewerbspreisen bemerkbar machen. Schon deshalb ist es auch im Interesse der öRE, sich weiterhin aktiv für eine Verbesserung der Qualität der Sammelware einzusetzen.

²² Schwankungsbreite der Anlagen in Schleswig-Holstein; neben Fremdstoffen bestehen die Siebreste aus organischen Bestandteilen.

7.2.3 Wirtschaftlichkeit zusätzlicher Aufbereitungsmaßnahmen

Der Einsatz zusätzlicher Aufbereitungsaggregate ist nur dann sinnvoll, wenn durch die zusätzlichen Investitions-, Kapital- und Betriebskosten Einsparungen bei der Reststoffentsorgung realisiert werden können.

Investitionsseitig ist beispielsweise für eine Kombination aus Windsichter und sensor-gesteuerter Sortierung mit einem Invest von 0,72 Mio. " (turn-key-Preis, [RTT-Steinert 2016]) zu rechnen, mit dem rund 20.000 Mg/a Siebüberlauf (ca. 5 Mg/h) aus einer vorhergehenden Siebung aufbereitet werden können. Bei einer Nutzungsdauer von 10 Jahren und 3 % Zinsen für die Finanzierung errechnen sich Annuität Kapitalkosten in Höhe von 84.400 " /a bzw. 4,22 " /Mg. Dieser Invest lässt sich bei geringeren Durchsätzen noch in Grenzen durch eine geringere Dimensionierung der Aufbereitungsaggregate mindern, unter 500.000 " wird aber eine solche Lösung nicht zu realisieren sein.

Die spezifischen Kapitalkosten hängen vom Jahresdurchsatz ab. Dieser schwankt bei den schleswig-holsteinischen Anlagen je nach Input-Durchsatz, Verfahrensführung und Belastung bzw. Siebschnitt in einem Bereich von rund 1.500 Mg/a und 6.000 Mg/a. Damit würden die zusätzlichen spezifischen Kapitalkosten bereits zwischen 9,8 " /Mg und 39 " /Mg betragen. Hinzu kommen Betriebskosten für Wartung/Reparatur/Unterhalt und den Energieeinsatz im Bereich von 10.000 bis 15.000 " /a bzw. 2,5 bis 6,7 " /Mg.

Dieser Aufwand verringert sich, wenn statt der Gesamtmenge nur noch anteilige Mengen entsorgt werden müssen. Unter der Annahme, dass 50 % des Siebrückstandes nicht mehr entsorgt werden müssten, sinkt der Entsorgungsaufwand entsprechend um 750 Mg bzw. 3.000 Mg, dies entspricht bei einem Kostensatz von 110 " /Mg eingesparten Entsorgungskosten zwischen 82.500 " /a und 330.000 " /a. Bei geringen Durchsätzen ist saldiert nur von geringen Einspareffekten auszugehen, erst bei größeren Durchsätzen kann ein solcher Invest sinnvoll sein.

Maßgebend für eine Einsparung sind die konkrete Zusammensetzung der Siebreste und das erreichbare Trennergebnis. Als orientierender Anhaltswert eines Betreibers kann der Anteil von Holz und Organik im Siebüberlauf bei 77 Ma.-% liegen²³, die dann (ohne Fremdstoffe gerechnet) zu 65 % in die Fraktion Organik ausgebracht werden müssen, um 50 % der Entsorgungskosten einzusparen. Dieses Ziel kann als machbar eingestuft werden; Sicherheit können aber erst entsprechende Versuche unter realen Betriebsbedingungen schaffen.

²³ Eigene orientierende Untersuchungen ergaben einen Organikanteil von 68 Ma.-% im Siebüberlauf.

8 Einfluss der Novelle der Düngeverordnung auf die Bioabfallverwertung

8.1 Hintergrund

Die 1991 auf EU-Ebene beschlossene Nitratrichtlinie hat zum Ziel, die Wasserqualität in Europa zu verbessern, indem die Verunreinigung von Grund- und Oberflächenwasser durch Nitrat verhindert wird. Ein 2013 veröffentlichter Bericht über die Umsetzung der Nitratrichtlinie 91/676/EWG stellt fest, dass bei mehr als der Hälfte der in Deutschland installierten Grundwassermessstationen Nitratwerte von über 50 Milligramm pro Liter Grundwasser gemessen wurden (EU-Durchschnitt: 15 Prozent).

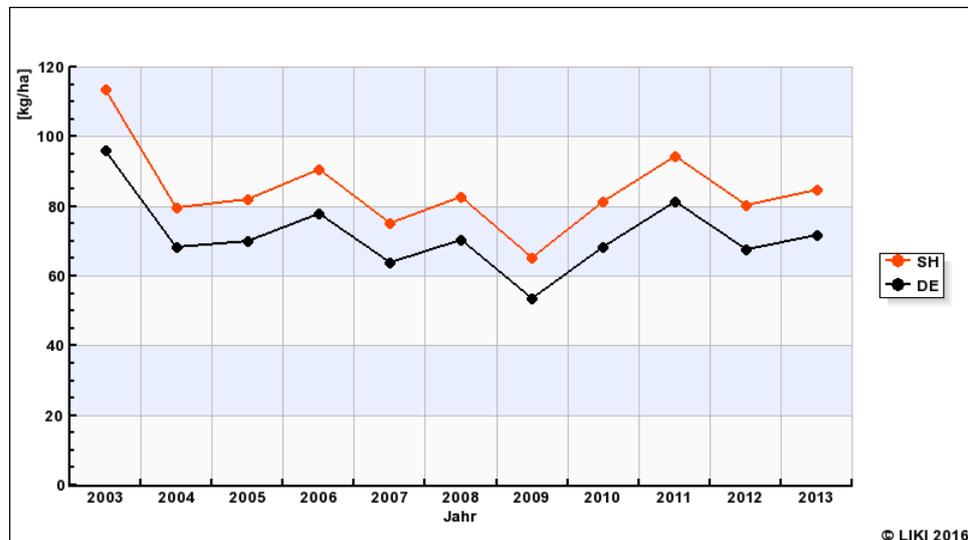
Nitrat wird häufig als Düngemittel eingesetzt, das bei überhöhten Mengeneinträgen in den Boden zu Belastungen des Grundwassers führen kann. Um also Nitrat-Belastungen des Grundwassers zu verringern, ist der Stickstoffeintrag zu begrenzen und ggf. zu reduzieren. In Deutschland ist folgerichtig die Düngeverordnung der wesentliche Bestandteil des nationalen Aktionsprogramms zur Umsetzung der Nitrat-Richtlinie.

Diese Verordnung regelt die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis. Basierend auf den Ergebnissen einer Bund-Länder-Arbeitsgruppe, die mit der Evaluierung der bestehenden Düngeverordnung beauftragt war, ist eine Novellierung in Bearbeitung. Diese ist dringend erforderlich, zumal die Europäische Kommission Deutschland wegen der anhaltenden Verunreinigung der deutschen Gewässer durch Nitrat vor dem Gerichtshof der EU verklagt hat.

8.2 Nährstoffsituation landwirtschaftlicher Flächen in Schleswig-Holstein

Daten der Länderinitiative Kernindikatoren [LIKl 2016] zeigen für Schleswig-Holstein, dass die landwirtschaftlich genutzten Flächen Stickstoffüberschüsse aufweisen, die in den letzten Jahren oberhalb von 80 kg Stickstoff je Hektar lagen.

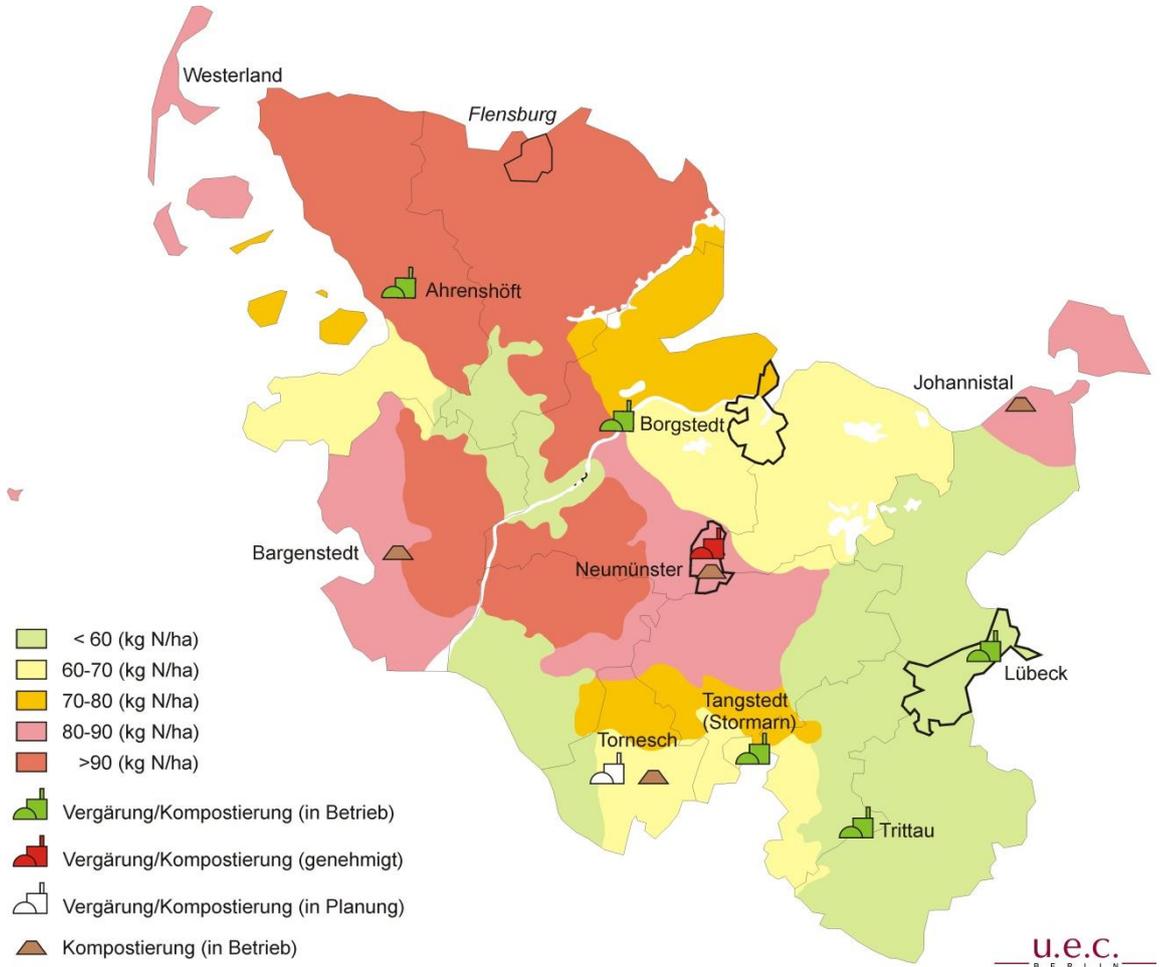
Bild 8-1: Stickstoffüberschüsse in kg/ha der landwirtschaftlich genutzten Flächen in Schleswig-Holstein



Der im Dezember 2015 für das Land Schleswig-Holstein veröffentlichte Nährstoffbericht [Taube et al. 2015] regionalisiert die Stickstoffüberschüsse. Es zeigt sich ebenfalls, dass der berechnete flächenbezogene Stickstoffüberschuss einen derzeit als akzeptabel diskutierten Wert von 50 kg/ha (siehe Bild 8-2) überschreitet.

Die Autoren des Berichtes heben hervor, dass in mehreren Landkreisen insbesondere im Landesteil Schleswig die Kapazitäten zur Ausbringung organischer N-Dünger nach einer Novellierung der Düngeverordnung (DüV) als ausgeschöpft einzuschätzen sind und mithin Gülle- bzw. Gärresttransporte in andere Landkreise notwendig werden dürften.

Bild 8-2: Stickstoff-Flächenbilanz-Salden 2010 auf Naturraumebene (derzeit diskutierter Maximalwert für eine gute fachliche Praxis: + 50 kg N/ha)[Taube et al. 2015] und Anlagenstandorte



Mehrere Verwertungsanlagen für Kompost befinden sich in Naturräumen mit hohen Stickstoffüberschüssen (> 70 kg N/ha) landwirtschaftlicher Flächen, lediglich die Anlagen in Lübeck und Trittau liegen in Naturräumen mit geringeren Stickstoffüberschüssen (< 60 kg/ha).

Bislang haben die Betreiber der Verwertungsanlagen bzw. deren landwirtschaftlichen Abnehmer zwar nicht über stickstoffbezogene Verwertungsprobleme berichtet. Dies kann sich aber, ausgelöst von der Novelle der Düngeverordnung, künftig ändern.

8.3 Novelle der Düngeverordnung

Kompost und der nachkompostierte feste Gärrest wird entsprechend des Humusgehaltes vor allem als Bodenverbesserer in der Landwirtschaft eingesetzt, um den Gehalt an organischen Anteilen in den Böden zu halten bzw. zu erhöhen und damit die Boden-

Fruchtbarkeit zu verbessern. Durch die enthaltenen Nährstoffe, die in Komposten nur teilweise in pflanzenverfügbarer Form vorliegen (vgl. auch Kapitel 5.3.2), geraten die Produkte der Bioabfallverwertung in Zusammenhang mit der Novellierung der Düngeverordnung nun unter Druck.

Ein wesentlicher Aspekt ist die vorgesehene Aufbringungsobergrenze für Stickstoff in Höhe von 170 kg pro Hektar und Jahr gem. § 6 DüV, denn bei der Berechnung soll künftig auch der in Kompost enthaltene Stickstoff vollständig miteinbezogen werden. Dies ist insofern nicht sach- und fachgerecht, als der in Kompost enthaltene Stickstoff überwiegend nicht pflanzenverfügbar vorliegt sondern bei der Humusbildung fixiert wird. Der mit Kompost aufgebrauchte Stickstoff kann dadurch unter den gegenwärtigen Bedingungen nicht für den Eintrag von Stickstoff in das Grundwasser verantwortlich sein.

Die im Verordnungsentwurf vorgesehene Bewertung von Kompost auf Basis der Gesamt-Stickstoffgehalte im Nährstoffvergleich wird den Besonderheiten von Kompost als Bodenverbesserungs- und Düngemittel nicht gerecht. Während eine Kompostgabe in der Düngebedarfsermittlung (§ 4) im Anwendungsjahr mit pflanzenverfügbaren N-Anteilen von 3-5% und im Folgejahr mit einer Nachlieferung von 10% von Gesamt-N einfließen, erfolgt der spätere Nährstoffvergleich (§ 8) auf Basis der N-Gesamtgehalte.

Weil der Landwirt aufgrund der geringen pflanzenbaulichen Stickstoffverfügbarkeit von Kompost immer eine Ergänzungsdüngung mit (löslichem/mineralischem) Stickstoff vornehmen muss, wird der Kontrollwert, d.h. der zulässige Bilanzüberschuss nach § 9 DüV schnell überschritten. Dieses Risiko wird der Landwirt nicht eingehen, da die Nichteinhaltung des Kontrollwertes künftig mit Sanktionen belegt und als Ordnungswidrigkeit geahndet wird. Damit wird der Hauptabsatzbereich für Kompost massiv eingeschränkt oder geschlossen.

Zudem bewirken auch weitere Regelungen der vorliegenden Novelle der Düngeverordnung (Stand vom 16. Dezember 2015) diverse neue Anforderungen für die landwirtschaftliche Kompostverwertung, die die Akzeptanz von Komposten gefährden können:

- Berücksichtigung einer Änderung der Bodenhumusvorräte in der Düngeplanung
- Anrechnung von Komposten im betrieblichen Nährstoffvergleich
- Begrenzung des N- und P-Saldos im betrieblichen Nährstoffvergleich
- Zusätzliche Begrenzung der P-Düngung auf hoch mit P versorgten Böden
- Ausbringungsobergrenzen für Stickstoff aus organischen Düngemitteln
- Sperrfristen für die Ausbringung von Komposten im Winter
- Beschränkungen der Düngung nach Ernte der Hauptkultur im Ackerbau
- Beschränkungen der Ausbringung von Komposten auf überschwemmten, wassergesättigten, gefrorenen oder schneebedeckten Boden und
- Vorgaben zur Mindestlagerdauer für Komposte.

Vor diesem Hintergrund hat die Bundesgütegemeinschaft das Thünen-Institut²⁴ beauftragt, die Auswirkungen der Düngeverordnung eingehend zu bewerten.

8.4 Mögliche Auswirkungen der Novelle der Düngeverordnung

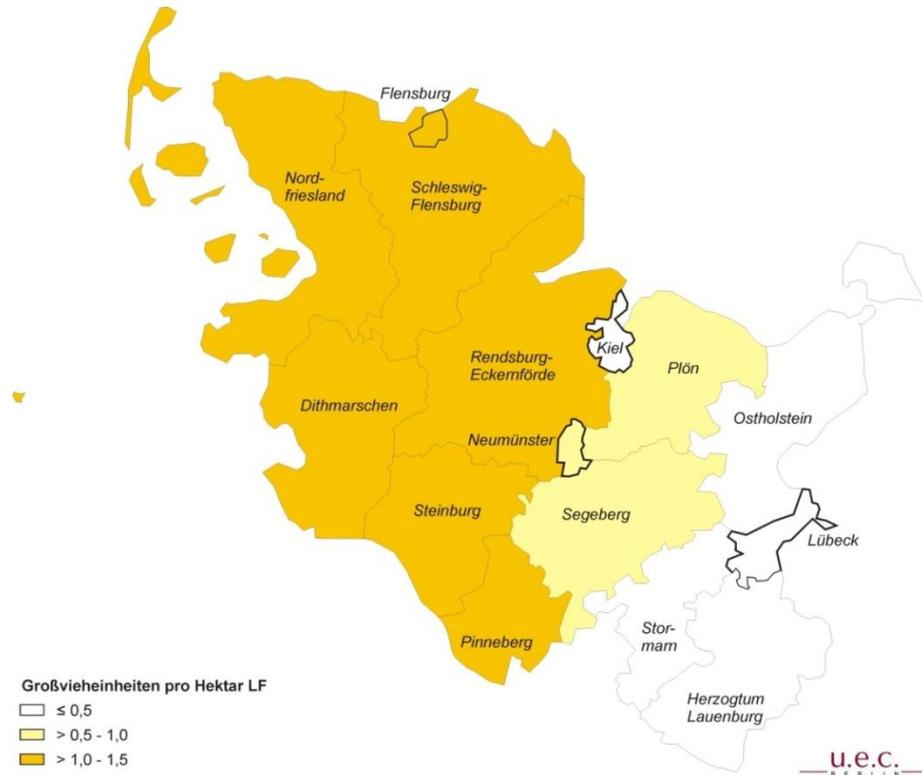
Das Thünen-Institut hat im August 2016 den Endbericht seiner Studie zu den Auswirkungen der Novelle der erwarteten Düngeverordnung auf die Kompostanwendung in der Landwirtschaft vorgelegt [Thünen-Institut 2016]. Daraus lassen sich stark verkürzt folgende Ergebnisse zusammenfassen:

Bezüglich der Stickstoffobergrenze gehen die Gutachter davon aus, dass die bislang für Wirtschaftsdünger tierischen Ursprungs im Mittel der Betriebsflächen geltende jährliche Obergrenze von 170 kg N/ha auf alle organischen Düngemittel inkl. Kompost ausgedehnt werden wird, wenngleich für Kompost im Jahr der Anwendung zukünftig bis zu 510 kg N/ha aufgebracht werden dürfen (praxisübliche Aufbringung von Kompost alle drei Jahre, die Stickstoffmenge wird rechnerisch auf 3 Jahre verteilt werden können).

Probleme mit der Einhaltung der Stickstoffobergrenzen ergeben sich, wenn auf Flächen nicht nur Wirtschaftsdünger, sondern auch andere organische Düngemittel eingesetzt werden. Die 170 kg N/ha - Obergrenze wirkt sich vor allem in Regionen mit hoher Viehbesatzdichte (mehr als 1,0 Großvieheinheiten pro Hektar landwirtschaftlicher Fläche) und vielen Biogasanlagen restriktiv auf die Kompostverwertung aus. Dies betrifft nicht nur Nordwestdeutschland, sondern beispielsweise auch Konzentrationsgebiete der Tierhaltung in Schleswig-Holstein.

²⁴ Das Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (TI) ist eine nicht rechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts und eine selbständige Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).

Bild 8-3: Viehbesatzdichte in Schleswig-Holstein [Grundlage: Thünen-Institut 2016]



Mögliche Anwendungsbeschränkungen gehen zudem von Regelungen zur Phosphat-Düngung aus, nach denen die Düngung bedarfsgerecht sein und in Regionen mit hohen P-Gehalten des Bodens reduziert werden muss. Auch hier sind v.a. Flächen in Regionen mit hohem Viehbesatz und einem entsprechenden Aufkommen an Wirtschaftsdüngern betroffen. Die Auswertung der Befragung von Kompostanlagenbetreibern durch das Thünen-Institut zeigt, dass in solchen Regionen bereits heute höhere Transportentfernungen in Kauf genommen werden müssen und ein überdurchschnittlicher Anteil der Kompostmengen als Fertigkompost außerhalb der Landwirtschaft eingesetzt wird.

Die im Entwurf der Novelle der DüV vorgesehenen Sperrfristen für die Kompostaufbringung im Winter und auf gefrorenem Boden (Sperrfrist vom 15. November - 31. Januar) wird die Ausbringung durch die Beschränkung auf bewachsene Flächen und die Einbeziehung von Komposten ohne wesentliche Nährstoffgehalte an Stickstoff oder Phosphat stärker einschränken als bisher. Die Sperrfrist und das Verbot der Ausbringung von Kompost auf unbewachsene gefrorene Böden werden nach den Ergebnissen einer Umfrage von vielen Unternehmen als starke und unnötige Beschränkung angesehen.

In der Studie werden Vorschläge unterbreitet, wie eine fachgerechte Berücksichtigung des humusgebundenen Stickstoffs in die Systematik des Verordnungstextes eingebunden werden kann:

- Vorschlag 1 setzt in der Tabelle über Kennzahlen für die sachgerechte Bewertung zugeführter Stickstoffdünger der Anlage 2 E-DüV Novelle an. In dieser Tabelle werden Stall- und Lagerungsverluste sowie Verluste bei der Zufuhr bzw. der Ausbringung bestimmter Stickstoffdünger (v.a. Wirtschaftsdünger) genannt, die für den Nährstoffvergleich herangezogen werden. Da eine verminderte Stickstoffanrechnung bei Kompost damit nicht begründet werden kann, müssten in der Tabelle eine Ergänzung dahingehend erfolgen, dass auch Abschlüsse aufgrund geringer pflanzenbaulicher Verfügbarkeit (oder so sowie Abschlüsse aufgrund langfristiger Festlegung im Bodenumus) ergänzt werden. Auf diese Weise könnte der Umgang mit Kompost im Nährstoffvergleich bundeseinheitlich geregelt werden.
- Vorschlag 2 setzt bei § 8 Abs. 5 E-DüV Novelle und den "Besonderheiten bei der Anwendung bestimmter Düngemittel" an; hier ist eine Berücksichtigung von unvermeidlichen Verlusten möglich. Vorgeschlagen wird, den Verordnungstext um die Möglichkeit der Berücksichtigung aufgrund seiner geringen pflanzenbaulichen Stickstoffverfügbarkeit zu ergänzen und über eine bundeseinheitliche Muster-Verwaltungsvorschrift eine einheitliche Vorgehensweise sicher zu stellen.

Auch der schleswig-holsteinische Landkreistag setzt sich gemeinsam mit dem Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume für eine Nachbesserung bzw. weitere Differenzierung der den Kompost betreffenden Regelungen ein.

In einem Schreiben vom 24.08.2016 teilt der Umweltminister Dr. Habeck die Auffassung des Landkreistages, dass die hinsichtlich der Kompostdüngung vorgesehenen Regelungen im Entwurf der Düngeverordnung noch einer Überarbeitung bedürfen. Er sagt zu, sich im anstehenden Bundesratsverfahren diesbezüglich einzusetzen. Zu hoffen bleibt, dass sich weitere Bundesländer im anstehenden Bundesratsverfahren der Position Schleswig-Holsteins anschließen und letztlich die Erfassung und Verwertung von Biogut als eine starke Säule der Abfallwirtschaft erhalten bleibt.

Kann allerdings eine die speziellen Belange der Kompostwirtschaft berücksichtigende Änderung des Verordnungsentwurfes nicht erreicht werden, stellt sich die Frage, ob die Erzeugung von Fertigungskompost und dessen Verwertung über Erdenwerke im Hobby- und Profi-Gartenbau ein Ausweg sein kann. Eine Reihe von Gründen wie z.B. die Salzbelastung von Biogutkompost und die dann entstehende Konkurrenz zu Grüngutkomposten sprechen allerdings dafür, dass auch künftig die Landwirtschaft der Hauptabsatzweg sein wird - oder, wenn dies aufgrund der Düngeverordnung selbst unter Zuzahlungen an die Landwirtschaft nicht mehr möglich wäre, der Absatz von Kompost kommt zum Erliegen. Dies wäre dann aber auch das Ende der bisherigen Erfassung und Verwertung von Biogut.

9 Zusammenfassung

Die getrennte Erfassung und hochwertige Verwertung von Biogut aus Haushalten ist ein zentraler Bestandteil der Abfallwirtschaft im Land Schleswig-Holstein. Im Vergleich zu den Ergebnissen einer 2010 veröffentlichten Studie zur Bewertung der vorhandenen Bioabfallbehandlungsstandorte in Schleswig-Holstein im Hinblick auf eine Ergänzung um Vergärungsstufen [u.e.c. Berlin 2010] ist festzustellen, dass nicht nur die Erfassungsmengen zum Teil deutlich gesteigert wurden, sondern künftig der überwiegende Anteil des erfassten Bioguts kombiniert stofflich und energetisch genutzt werden.

Dieses positive Bild einer bereits hochentwickelten Bioabfall-Wirtschaft kann aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass sich die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger und die Betreiber der Verwertungsanlagen zunehmenden, teilweise existenziellen, Problemen gegenübersehen. Die im Auftrag der federführenden VHE-Nord mit finanzieller Unterstützung durch das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, neun öRE und sieben Anlagenbetreibern bearbeitete Studie untersucht deshalb nicht nur abfallwirtschaftliche Aspekte, sondern auch die Auswirkungen der Fremdstoffbelastungen im Biogut und den daraus erzeugten Produkten sowie der anstehenden Novelle der Düngeverordnung.

Das im Abfallwirtschaftsplan des Landes Schleswig-Holstein für 2014- 2023 verankerte Ziel, die durchschnittliche Erfassungsmenge von Biogut (Inhalte der Biotonnen) auf 85 kg/E, a zu steigern, wurde 2015 bereits erreicht. Eine regionale Analyse zeigt jedoch, dass hier, wie schon 2010 festgestellt, noch erhebliche Unterschiede zwischen einzelnen öRE bestehen. Da zudem noch erhebliche Küchenabfallanteile im Rest-Hausmüll anzutreffen sind, kann die Bioguterfassung prinzipiell weiter ausgebaut werden. Da ein großer Teil des Bioguts auch zur Biogaserzeugung genutzt wird, ist es sinnvoll, den Schwerpunkt künftiger Aktivitäten auf die sortenreine Erfassung von Küchenabfällen zu legen.

Zur Qualität des Bioguts, insbesondere der Fremdstoffgehalte, werden aktuelle Untersuchungsergebnisse einiger Kreise Schleswig-Holsteines erst 2017 vorliegen. Bereits jetzt deutet sich auf der Basis von Experteneinschätzungen und einer Umfrage bei den öRE sowie Literaturdaten an, dass die Qualität des getrennt erfassten Bioguts verbessert werden muss. Hierzu haben die öRE begonnen, sporadische Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit durchzuführen. Es mangelt jedoch noch an Feedback und Erfolgskontrollen, solange die oben genannten Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind. Hervorzuheben ist die Bereitschaft von öRE und Betreibern, gemeinsame Anstrengungen zur Qualitätsverbesserung vorzunehmen.

Die Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. hat 2016 vorgeschlagen, einen maximal zulässigen Fremdstoffgehalt in Biogut in Höhe von 1 Ma.-% zu definieren. Ob dieser Wert in der Praxis einzuhalten ist, wird von den Anlagenbetreibern in Schleswig-Holstein durchaus kritisch gesehen. Vor allem ist derzeit noch nicht geklärt, welche Folgen eine Überschreitung hätte. Einstweilen wird eine kooperative Zusammenarbeit von

örE und Anlagenbetreibern zur Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung der Fremdstoffbelastung bevorzugt.

Die im Land Schleswig-Holstein vorhandenen Anlagen wurden in den vergangenen sechs Jahren in Bezug auf die Verfahrenstechnik (Nachrüstung um Vergärungsstufen) und die Anlagenkapazität mit erheblichen Investitionen ausgebaut. Nach Abschluss der Baumaßnahmen zur Kapazitätserweiterung der Anlage Borgstedt auf 80.000 Mg/a verfügt das Land Schleswig-Holstein nicht nur über die derzeit größte Biogasanlage Deutschlands: Künftig werden 75 % des in Schleswig-Holstein getrennt erfassten Bioguts auch kombiniert energetisch und stofflich verwertet. damit ist das Land Schleswig-Holstein führend in Deutschland.

Erzeugt wurden von den untersuchten Anlagen rund 113.000 Mg schadstoffarme Frisch- und Fertigungskomposte sowie rund 9 Mio. m³/a Biogas respektive rund 5 Mio. m³/a Methan. Dies entspricht einer Brutto-Brennstoffleistung von rund 49.850 MWh/a. Die auf den Input bezogenen spezifischen Gaserträge der Anlagen sind stark unterschiedlich, der Mittelwert von 49 m³/Mg Frischmasse liegt deutlich unter früheren Erwartungswerten und dürfte teilweise auf hohe miterfasste Gartenabfälle zurückzuführen sein.

Die installierte und genehmigte Anlagenkapazität zur Biogutverwertung ist weitgehend ausgelastet; im Fall steigender Erfassungsmengen ist zu prüfen, ob weitere Kapazitäten geschaffen werden müssen.

Auf verschiedenen Ebenen stehen aktuell Änderungen gesetzlicher Rahmenbedingungen an, die die abfallwirtschaftlich notwendige Erfassung und hochwertige Verwertung von Biogut verteuern, erschweren oder sogar vollständig in Frage stellen können

Die Ergebnisse der Güteüberwachung der Produkte aus schleswig-holsteinischen Anlagen zeigen, dass die derzeit geltenden Grenzwerte zur Fremdstoffbelastung der Bioabfallverordnung und Düngeverordnung sowie die Gütekriterien der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. von allen Anlagen, unabhängig vom jeweiligen Anlagentyp, eingehalten werden. Allerdings mussten die Betreiber zur Sicherstellung der Kompostqualität betriebliche Maßnahmen durchführen, insbesondere wird mittlerweile weitgehend auf eine interne Rückführung des mit Fremdstoffen belasteten Siebüberlaufes verzichtet. In Bezug auf einen ab 2017 einzuhaltenden Grenzwert für den Anteil von Kunststofffolien im Kompost in Höhe von 0,1 Ma.-% der Trockenmasse zeigen erste Berechnungen, dass zur Einhaltung dieses Grenzwertes technische Maßnahmen nicht mehr ausreichend sind. Es muss auch die Fremdstoffbelastung des Bioguts reduziert, also die Sammelqualität verbessert werden.

Ein wesentliches Problem sind die Reststoffmengen der Biogut- und Kompostaufbereitung, die auf einen Landesdurchschnitt von knapp 10 % des Input angestiegen sind; entsprechend fallen auch die Entsorgungskosten. noch verstärkt von gestiegenen spezifischen Kosten. mittlerweile deutlich höher aus. Zur Reduzierung des Siebrestanfalls wird derzeit versucht, die Aufbereitungstechnik zur Abtrennung von Fremdstoffen weiter zu entwickeln. Ob diese Ansätze auch wirtschaftlich vertretbar sind, kann nur in Praxisversuchen geklärt werden.

Das zentrale Problem für die Zukunftspläne der öRE und Anlagenbetreiber geht von einer Novelle der Düngeverordnung aus. Mit dieser soll eine Überdüngung von Böden, insbesondere mit Stickstoff, verringert werden, um den Grundwasserschutz zu verbessern. Obwohl Kompost nur über einen geringen löslichen Stickstoffanteil verfügt und die mit Kompost beaufschlagten Flächen klein sind, setzt die Novelle Kompost mit anderen Düngern gleich. In der Folge würde die Novelle die landwirtschaftliche Kompostverwertung massiv einschränken. Das steht der gesetzlich festgelegten 5-stufigen Abfallhierarchie entgegen.

Alle in Schleswig-Holstein mit der Thematik der Kompostverwertung Befassten - öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger, Anlagenbetreiber und das Ministerium für Energie, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume - setzen sich deshalb für eine fachlich begründete Nachbesserung bzw. weitere Differenzierung der den Kompost betreffenden Regelungen in der Düngeverordnung ein.

10 Fazit und Empfehlungen

Die Untersuchung zeigt, dass Schleswig-Holstein auf dem Gebiet der Erfassung und hochwertigen Verwertung von Bioabfällen bereits viel erreicht hat und in der Bundesrepublik Deutschland auf diesem Gebiet federführend ist. Es zeigt sich aber auch, dass an diesem wichtigen abfallwirtschaftlichen Thema dringend weiter gearbeitet werden muss. Auf Basis der Untersuchungsergebnisse werden deshalb abschließend drei künftige Ziele und Anforderungen an den Gesetzgeber, die Gebietskörperschaften und die Behandlungsanlagenbetreiber formuliert.

Sicherstellung der Kompostverwertung und damit des gesamten Systems

Die Novelle der Düngeverordnung in ihrer bisherigen Form stellt die in Schleswig-Holstein vorbildlich umgesetzte Erfassung und Verwertung von Bioabfällen existenziell in Frage. Alle Zukunftsaspekte sind obsolet, wenn es hier keine fachlich im Übrigen unbestrittenen Änderungen gibt. In Schleswig-Holstein setzen sich das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, der Landkreistag, die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger, die Anlagenbetreiber und der Verband der Humus- und Erdenwirtschaft Region Nord e.V. gemeinsam für entsprechende Änderungen ein und werden auch weiterhin Überzeugungsarbeit bei anderen Akteuren (z.B. Nachbarländer, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft) leisten. Auch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit sollte sich hier engagieren, damit auch in Zukunft Bioabfälle hochwertig verwertet werden können.

Erst wenn in Schleswig-Holstein die landwirtschaftliche Verwertung von 113.000 Mg Kompost-Frischmasse auf rechnerisch weniger als 1,0 % der Ackerbaufläche auch künftig gesichert ist, kann die Ausweitung der Bioabfallerfassung und Verwertung angegangen werden.

Ausbau der Bioguterfassung: Qualität verbessern, Quantität steigern

Der Markt erwartet in Bezug auf Verunreinigungen eine hohe Qualität der erzeugten Komposte, entsprechend gelten künftig hohe gesetzliche Anforderungen; auch die Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. hat seine Qualitätskriterien verschärft. Deshalb ist die Qualität des erfassten Bioguts in den Vordergrund zu stellen. Dazu sind zunächst einmal belastbare Daten zu erarbeiten. Öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger, die noch keine Untersuchungen geplant/beauftragt haben, sollten dies schnellstmöglich nachholen. Bis zum Sommer 2017 werden erste aktuelle Daten verschiedener öRE vorliegen. Empfohlen wird, diese offen zu kommunizieren und gemeinsam zu diskutieren.

Parallel dazu ist eine gemeinsame Qualitätsoffensive zu planen und durchzuführen; sinnvoll ist es, eine Beteiligung an der vom VHE-Nord koordinierten Initiative zu prüfen.

Vom Ergebnis der Qualitätsuntersuchungen wird es abhängen, ob ein weiterer Ausbau der Erfassung sinnvoll ist. Möglich ist es, das mengenbezogene Ziel des Abfallwirtschaftsplanes (85 kg/E,a) auf 95 - 100 kg/E,a zu erhöhen.

Optimierung der Verwertungsanlagen

Die Betreiber der Verwertungsanlagen sollten ihre laufenden Bemühungen zur Prozessoptimierung auch über den erreichten Stand hinaus fortsetzen. Ziele sind die Steigerung des Biogasertrages, die Einhaltung hoher Standards beim Emissionsschutz und die Reduzierung der (minimierten) Siebrestmengen unter Beibehaltung des hohen Kompostqualitätsstandards.

11 Danksagung

Für die Unterstützung bei der Informationsbeschaffung, den Interviews und Betriebsbesichtigungen sowie die offene und engagierte Diskussion von Zwischen- und Endergebnissen dieser Studie möchten wir uns ausdrücklich bei den Initiatoren und Förderern dieser Untersuchung bedanken:

- Verband der Humus- und Erdenwirtschaft Region Nord e.V.
- Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
- ABK Abfallwirtschaftsbetrieb Kiel
- ASF Abfallwirtschaft Schleswig-Flensburg GmbH
- AWD Abfallwirtschaft Dithmarschen GmbH
- Amt für Abfallwirtschaft Plön
- AWR Abfallwirtschaft Rendsburg-Eckernförde GmbH
- AWSH Abfallwirtschaft Südholstein GmbH
- AWT Abfall-Wirtschaftszentrum Trittau GmbH & Co. KG
- EBL Entsorgungsbetriebe Lübeck
- GAB Gesellschaft für Abfallwirtschaft und Abfallbehandlung mbH
- NordIng. Kompost GmbH
- VKN -Vertriebsgesellschaft Kompostprodukte Nord mbH
- Bio-Abfall-Verwertungsgesellschaft mbH
- TBZ Technisches Betriebszentrum AöR
- ZVO-Entsorgung Zweckverband Ostholstein.

Berlin, November 2016

Dipl.-Ing. R. Oetjen-Dehne

Dipl.-Ing. I. Dehne

B. Sc. S. Jeremias

12 Literaturverzeichnis

- abc GmbH 2015 abc GmbH (Hrsg.): Stoffstromstudie. Nutzbarkeit regionaler Bio-reststoffe, Abruf am 04.10.2016 unter
http://www.bioenergieregion-nf-nord.de/fileadmin/user_upload/pdf_2013/150204_SSM-SH_-_Abschlussbericht_Final.pdf
- Abfallbilanz 2014 Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.): Abfallbilanz 2014 - Siedlungsabfälle, 2016
- Adler 2014 Adler, J.: Kombinierte Restabfall- und Bioabfallverwertung mit integrierter Vergärung in der MBA Lübeck, Zeitschrift Müll und Abfall, Ausgabe 7/2014
- Aktion Biotonne 2016 Aktion Biotonne (Hrsg.): Aktion Biotonne, Abruf am 05.10.2016 unter
<http://aktion-biotonne.de/die-initiative.html>
- AWP 2014 Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.): Abfallwirtschaftsplan Schleswig-Holstein - Teilplan Siedlungsabfälle (2014 . 2023), 2014
- Bioland 2014 Bioland (Hrsg.): Kriterien für die Verwendung von Kompost aus Bioabfällen aus der getrennten Sammlung aus Haushaltungen (Biotonne), Abruf am 29.09.2016 unter
http://www.kompost.de/fileadmin/user_upload/Dateien/HUK-Dateien/3_2016/Bioland_Kompost_Kriterien_11-2014.pdf
- BGK e.V. 1996 Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (Hrsg.): Humuswirtschaft u. Kompost, Ztschr. Heft 3/1996, S. 8
- BGK e.V. 2016 Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (Hrsg.): BGK e.V. Standpunkte: Sortenreinheit von Bioabfällen gewährleisten, Abruf am 12.09.2016 unter
http://www.kompost.de/fileadmin/user_upload/Dateien/HUK-Dateien/6_2016/5.4.6_Position_Sortenreinheit_von_Bioabfaellen_gewaehrleisten.pdf
- BMUB 2014 Antwort der Bundesregierung, Drucksache 18/2214 . DIP . Deutscher Bundestag
- BMUB 2015 Antwort der Bundesregierung, Drucksache 18/4562 . DIP . Deutscher Bundestag
- Daal 2016 B. Daal: Vortragsfolien sDein Abfall wird sauer . Trenn richtig!%, Abruf am 22.09.2016 unter
<http://www.vhe-nord.de/fileadmin/downloads/Fachtagungen/Tagungsunterlagen/Daal.pdf>
- EUWID 2016 EUWID . Recycling und Entsorgung (Hrsg.), Nr. 27.2016
- Fricke 2012 Fricke, K.: BAW und Bioabfall . Schnitt, Klappe die Unendliche, in: Zeitschrift Müll und Abfall, 7/2012
- Gelpke 2014 Gelpke, W.; Pfau; H.: Erste Erfahrungen aus Betrieb und Energiemanagement, 26. Abfalltagung des LLUR 2014, Abruf am

- 19.09.2016 unter
https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/A/abfallwirtschaft/Downloads/abfalltagungen/Gelpke2014.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- Jeremias 2016 Jeremias, S.: Fremdstoffe im Kompost - Quantifizierung von Kunststoffen in festen Gärresten nach diskontinuierlicher Bioabfall-Vergärung, Bachelorarbeit, TU Berlin 2016
- Kiel 2014 Landeshauptstadt Kiel (Hrsg.): Getrennte Bioabfallsammlung in der Landeshauptstadt Kiel, Abruf am 29.09.2016 unter
<http://www.kiel.de/ortsbeiraete/service/anhang/8/Getrennte%20Bioabfallsammlung%20in%20der%20Landeshauptstadt%20Kiel%202013.pdf>
- Knappe 2012 Knappe, Florian et al.; Umweltbundesamt (Hrsg.): Optimierung der Verwertung organischer Abfälle, Bearbeitung ifeu / ahu AG, Umweltforschungsplan des BMU FKZ 3709 33 340, Texte 31/2012, Heidelberg, 2012
- Kontraste 2015 Pohl, M.; Humbs, C.; rbb-online (Hrsg.): Öko-Irrweg Biotonne . Plastikverseuchter Kompost macht Äcker zu Müllhalden, Abruf am 21.09.2016 unter
http://www.rbb-online.de/kontraste/ueber_den_tag_hinaus/wirtschaft/oekoirrweg-biotonne.html
- Kraft 2013 Kraft, E, Bauhaus Universität Weimar Fakultät Bauingenieurwesen (Hrsg.): Anaerobe Testverfahren zur Zertifizierung von Biologisch Abbaubaren Werkstoffen, Abschlußbericht, Weimar, 2013, Abruf am 06.10.2016 unter
<http://www.fnr.de/projektfoerderung/projekte-und-ergebnisse/suche/?status=Inhalt&fkz=22023209>
- Landesportal 2016 Landesportal Schleswig Holstein (Hrsg.): Aktuelle Zustandsbewertung der Grundwasserkörper, Abruf am 26.07.2016 unter
http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/G/grundwasser/Bilder/konzentration.jpg?__blob=poster&v=3
- LIKI 2016 Länderinitiative Kernindikatoren (Hrsg.): Stickstoffüberschüsse der landwirtschaftlich genutzten Fläche, Abruf am 29.09.2016 unter
<https://www.lanuv.nrw.de/liki/index.php?mode=indi&indikator=10#grafik>
- örE 2016 Öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger: Angaben zur erfassten Biogutmenge in Schleswig Holstein im Zuge der Datenerhebung mittels Fragebogen an örE in Schleswig Holstein 2016
- Pitschke 2013 Pitschke, T. et al.: Ökoeffizienzpotenziale bei der Behandlung von Bioabfällen in Bayern, Bifa Umweltinstitut Text Nr. 61, Augsburg 2013

- RTT-Steinert 2016
Schleswig-Holstein
2016 Firmeninfo, 2016
Schleswig Holstein (Hrsg.): Annahmen und Ergebnisse der Bevölkerungsvorausberechnung 2015 bis 2030 für die Kreise und kreisfreien Städte in Schleswig-Holstein einschließlich Modellrechnungen zu Haushalten und Erwerbspersonen, Abruf am 05.10.2016 unter
https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/L/landesplanung_raumordnung/Downloads/demografie/einwohnerentwicklung_sh_gesamt.pdf?__blob=publicationFile&v=9
- Schütt 2011 Schütt, B. (BWS Unternehmensberatung Umweltschutz): Grünabfall und Schnittholzverwertung in Schleswig-Holstein unter Klimaschutzaspekten, im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, 2011, Abruf am 07.10.2016 unter
https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/A/abfallwirtschaft/Downloads/Gruenabfall_Studie.pdf?__blob=publicationFile&v=1
- Statistikamt Nord
2015 Statistische Berichte, Kennziffer: A I 2 - vj 4/15 SH
- Taube et al. 2015 Taube, F.; Henning, C.; Albrecht, E. et al.: Nährstoffbericht des Landes Schleswig-Holstein, Im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Abruf am 05.10.2016 unter
http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/W/wasserrahmenrichtlinie/naehrstoffbericht_sh_taub_e.pdf;jsessionid=B9A625CF610DADBE81B6765BE12F8451?__blob=publicationFile&v=1
- Thünen-Institut 2016 Thünen-Institut (Hrsg.): Auswirkungen der Novelle der Düngerverordnung auf die Kompostanwendung in der Landwirtschaft, Endbericht für ein Forschungsprojekt im Auftrag des Verbands der Humus- und Erdenwirtschaft e. V. (VHE) und der Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V. (BGK e.V.), August 2016
- UBA 2014 Krause, P.; Dehne, I.; Oetjen-Dehne, R.; Umweltbundesamt (Hrsg.): Verpflichtende Umsetzung der Getrenntsammlung von Bioabfällen (UFOPLAN-Vorhaben), Texte 84/2014
- u.e.c. Berlin 2010 u.e.c. Berlin: Bewertung der vorhandenen Bioabfallbehandlungsstandorte in Schleswig-Holstein im Hinblick auf eine Ergänzung um Vergärungsstufen, 2010
- u.e.c. Berlin 2014 Auswertung von Statistikinformationen zur Flächennutzung, siehe auch [UBA 2014]
- u.e.c. Berlin 2015 Endbericht Sortieranalyse von PPK, Biomüll, Wertstoffen und Restmüll von ausgewählten Standplätzen, im Auftrag der Stadtreinigung Hamburg, 2015,
- u.e.c. Berlin 2016 Auswertung von Bioabfallanalysen unterschiedlicher Jahre und Sammelgebiete, Datenbank u.e.c. Berlin

- VDLUFA 2004 VDLUFA Standpunkt: Humusbilanzierung - Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland, April 2004
- WBfD 2016 Anwendung von organischen Düngern und Reststoffen in der Landwirtschaft, Wissenschaftliche Beirat für Düngungsfragen, in: Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, Band 94, Ausgabe 1, Mai 2016

Anhang: Einstufung der fremdstoffhaltigen Fraktionen im Output

Die Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis (Abfallverzeichnis-Verordnung . AVV) weist dem Output von Anlagen zur biologischen Behandlung verschiedene Abfallschlüssel zu.

Tabelle 12-1: Auszug aus dem Europäischen Abfallverzeichnis, Stand 2016

AVV-Gruppe bzw. Abfallschlüssel (AS)	Bezeichnung
19 05	Abfälle aus der aeroben Behandlung von festen Abfällen
19 05 01	nicht kompostierte Fraktion von Siedlungs- und ähnlichen Abfällen
19 05 02	nicht kompostierte Fraktion von tierischen und pflanzlichen Abfällen
19 05 03	nicht spezifikationsgerechter Kompost
19 05 99	Abfälle a. n. g.
19 06	Abfälle aus der anaeroben Behandlung von Abfällen
19 06 03	Flüssigkeiten aus der anaeroben Behandlung von Siedlungsabfällen
19 06 04	Gärrückstand/-schlamm aus der anaeroben Behandlung von Siedlungsabfällen
19 06 05	Flüssigkeiten aus der anaeroben Behandlung von tierischen und pflanzlichen Abfällen
19 06 06	Gärrückstand/-schlamm aus der anaeroben Behandlung von tierischen und pflanzlichen
19 06 99	Abfälle a. n. g.

Da die fremdstoffhaltigen Aufbereitungsreste nach der aeroben Behandlung entstehen, werden diese Fraktionen weitgehend als AS 19 05 01 und/oder AS 19 05 02 eingestuft. So verfährt auch das LLUR bei aktuellen Genehmigungsverfahren.

Eine Einstufung von Siebfraktionen aus der mechanischen Aufbereitung der Anlagen zur Biogutverwertung in den Schlüssel 200301 (gemischte Siedlungsabfälle) ist nicht sachgerecht, da dies eigentlich ein Input-Schlüssel ist und so für den Output keine Umschlüsselung erfolgt. In der Folge würden solche Fraktionen ohne Umschlüsselung bei statistischen Erhebungen zum Abfallaufkommen doppelt gezählt.