



POSITION // JANUAR 2017

Bioabfallkomposte und -gärreste in der Landwirtschaft

Für Mensch & Umwelt

Umwelt  Bundesamt

POSITION // JANUAR 2017

**Bioabfallkomposte und -gärreste
in der Landwirtschaft**



Inhalt

Mengen und Herkunftsbereiche	4
Verwertungswege	5
Kompostierung	5
Vergärung	5
Verbrennung im Biomasseheizkraftwerk	5
Produkte der stofflichen Verwertung	6
Absatzmengen	6
Zukünftige Mengenentwicklung	7
Eigenschaften von Komposten und Gärresten	8
Nährstoffgehalte	8
Qualität von Komposten	9
Schadstoffe	9
Fremdstoffe	9
Fazit	11
Literatur	12

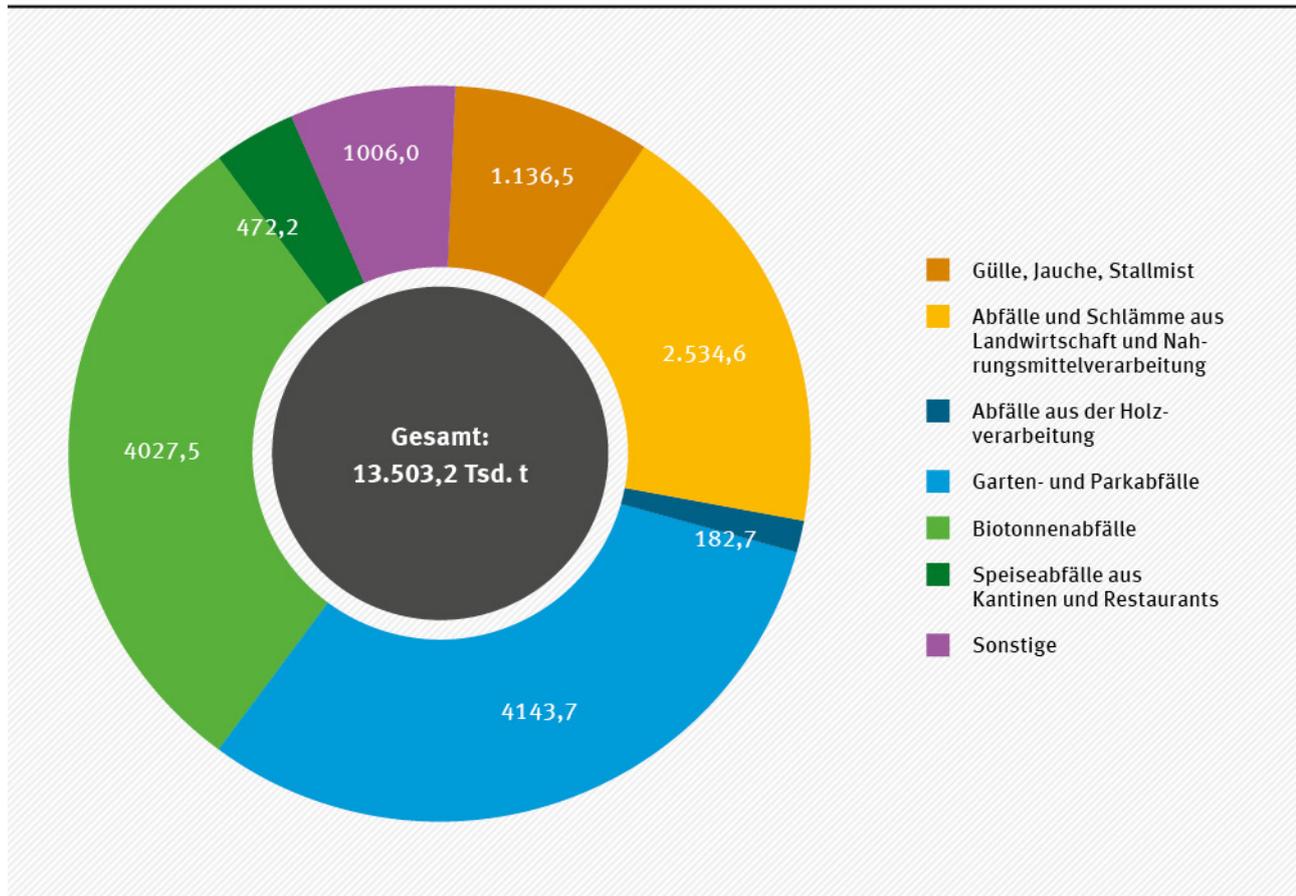
Mengen und Herkunftsbereiche

In mehr als 1000 Kompostierungs- und Vergärungsanlagen werden in Deutschland getrennt gesammelte Bioabfälle behandelt, um die entstehenden Erzeugnisse (Komposte und Gärreste) anschließend als Dünger und Humuslieferant verwerten zu können. Die Statistik erfasste 2013 13,5 Mio. Tonnen Bioabfälle (ohne kommunale Klärschlämme), die in den Anlagen kompostiert oder vergoren werden. Der größte Anteil sind getrennt gesammelte Küchen-

und Gartenabfälle aus privaten Haushalten, aber auch aus der Park- und Landschaftspflege der Städte und Gemeinden. Ebenso gehören zu den Bioabfällen tierische und pflanzliche Abfälle aus der Lebensmittel erzeugenden und verarbeitenden Industrie sowie gewerbliche Bioabfälle wie abgelaufene Lebensmittel aus dem Handel und Speiseabfälle aus Restaurants und Kantinen. Abbildung 1 zeigt die Mengenverhältnisse.

Abbildung 1

Zusammensetzung der an Bioabfallbehandlungsanlagen angelieferten Bioabfälle 2013 [1]



Quelle: Statistisches Bundesamt, Fachserie 19 Umwelt, Reihe 1 Abfallentsorgung 2013, Wiesbaden, Juli 2015

Verwertungswege

Abhängig von der Zusammensetzung und den Eigenschaften der Bioabfälle bieten sich verschiedene Behandlungsverfahren zur Verwertung an:

Kompostierung

Für die Kompostierung eignen sich strukturreiche Bioabfälle mit hohem Gehalt an Lignin und Zellulose. Lignin und Zellulose lassen sich im Wesentlichen nur unter aeroben Bedingungen abbauen. Strukturreiche Abfälle wie Garten- und Parkabfälle erhöhen die Luftdurchlässigkeit des Kompostmaterials und ermöglichen damit die aerobe Kompostierung des Bioabfalls. Geeignet zur Kompostierung sind z. B. Garten- und Parkabfälle aus privaten Haushalten und der kommunalen Grünpflege aber auch Abfälle aus der Biotonne. Ein Großteil der Bioabfälle aus Haushalten wird heute noch kompostiert.

Vergärung

Für die Vergärung eignen sich strukturarme und energiereiche Bioabfälle, die überwiegend aus leicht abbaubaren organischen Verbindungen bestehen und einen hohen Gasertrag liefern. Geeignet sind z. B. Speiseabfälle, Abfälle aus der Lebensmittelverarbeitung und auch Küchenabfälle aus Haushalten. Bioabfälle aus Haushalten werden meist in Trockenvergärungsanlagen¹ behandelt. Die festen Gärreste werden in der Regel einer Nachrotte unterzogen, um ein kompostähnliches Produkt zu erzeugen. Flüssige Gärreste können ähnlich wie Gülle als organischer Dünger in der Landwirtschaft verwertet werden.

Für Bioabfälle, die für eine anaerobe Behandlung geeignet sind, ist die Vergärung als hochwertige Verwertung anzusehen und anzustreben, da dabei nicht nur die stofflichen Eigenschaften des Bioabfalls sondern auch sein Energiegehalt in Form von Biogas genutzt werden kann. Diese Kombination aus verschiedenen Verwertungsarten wird auch als Mehrfachnutzung bezeichnet.

Verbrennung im Biomasseheizkraftwerk

Besonders holzreiche Anteile der Garten- und Parkabfälle eignen sich aufgrund ihres hohen Heizwertes zur Verbrennung in Biomasseheizkraftwerken. Dabei findet nur eine energetische Verwertung dieses Stroms, keine Nutzung der Nährstoff- und Humusbestandteile statt. Die Asche aus der Verbrennung von unbelastetem Holz lässt sich in begrenztem Umfang als mineralischer Dünger verwerten. Geeignet für die energetische Verwertung sind z. B. abgetrennte heizwertreiche Anteile aus Garten- und Parkabfällen und Siebüberläufe aus der Grünabfallkompostierung. Wichtig bei der Abtrennung von heizwertreichen Anteilen ist, dass genügend Strukturmaterial im zu kompostierenden Bioabfall zurückbleibt.

Bioabfall ist nicht gleich Bioabfall. Je nach Herkunftsbereich und Zusammensetzung sind unterschiedliche Verwertungswege technisch und aus Umweltschutzsicht sinnvoll.



1 Hierunter fallen Pfropfenstromverfahren und diskontinuierliche Verfahren bei denen der Einsatzstoff nicht rührfähig ist.

Produkte der stofflichen Verwertung

Bei der Kompostierung von Bioabfällen kann sowohl Frisch- als auch Fertigungskompost erzeugt werden. Bei der Vergärung entstehen Gärreste. Alle diese Produkte müssen die Anforderungen der Bioabfall- und der Düngemittelverordnung einhalten. Dazu zählt auch die hygienische Unbedenklichkeit, für die Anforderungen in Anhang 2 der Bioabfallverordnung festgelegt sind.

Frischkompost kann je nach Verfahren bereits nach 2 – 6 Wochen Intensivrotte vorliegen. Er hat noch relativ viele leicht abbaubare Bestandteile (Nährhumus). Auf dem Boden ausgebracht finden weitere Abbauprozesse statt, was das Bodenleben anregt. Frischkompost hat einen Rottegrad von 2 – 3. Er wird überwiegend zur Bodenverbesserung und Düngung auf Ackerland eingesetzt.

Fertigungskompost, auch Reifekompost genannt, besteht zum größten Teil aus schwer abbaubaren organischen

Verbindungen wie stabilen Humusbestandteilen (Dauerhumus). Fertigungskompost liegt nach einer Rotte-dauer von 5 – 12 Wochen vor und hat einen Rottegrad von 4 – 5. Er wird im Garten und Landschaftsbau, in Privatgärten aber auch in der Landwirtschaft verwendet.

Die bei der Vergärung von Bioabfällen entstehenden **Gärreste** werden häufig in einen festen und einen flüssigen Gärrest getrennt. Flüssige Gärreste enthalten meist einen relativ hohen Anteil an leicht verfügbaren Nährstoffen und können ähnlich wie Gülle in der Landwirtschaft als organischer Flüssigdünger ausgebracht werden. Die festen Anteile des Gärrestes werden insbesondere bei der Vergärung von Bioabfällen aus Haushalten häufig einer Nachrotte unterzogen. Der nachgerottete Gärrest ähnelt herkömmlichem Kompost. Er wird derzeit zum überwiegenden Teil in der Landwirtschaft als organischer Dünger eingesetzt.

Absatzmengen

In der Abfallstatistik werden neben den an die Behandlungsanlagen angelieferten Bioabfallmengen (siehe Abbildung 1) auch die verwerteten Endprodukte erfasst. Danach sind im Jahr 2013 etwa 3,9 Mio. Tonnen Komposte und 3,6 Mio. t Gärreste² abgesetzt worden. Die Gärreste wurden nahezu vollständig in der Landwirtschaft als organisches Düngemittel verwertet. Die Komposte wurden zu etwa 61 % in der Landwirtschaft eingesetzt, etwa 21 % gingen in

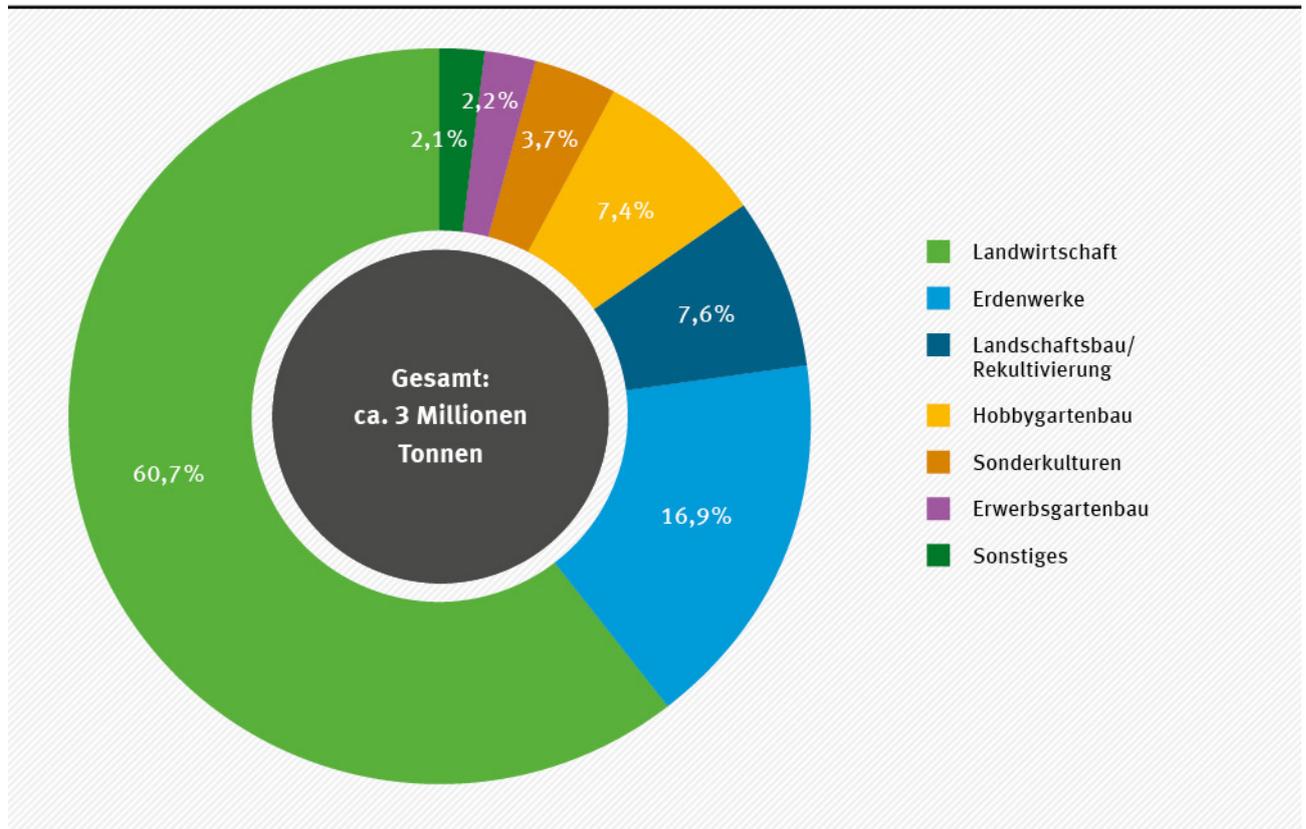
Landschaftsgestaltung und Rekultivierung sowie 18 % in private Gärten und sonstige Bereiche. Etwas differenzierter hat die Bundesgütegemeinschaft Kompost (BGK) die Absatzwege für gütegesicherten Kompost erfasst. Die Zahlen für das Jahr 2013 sind in Abbildung 2 dargestellt. Etwa 40 % der abgegebenen Komposte sind nach Angaben der BGK Frischkomposte und 60 % Fertigungskomposte.



Abbildung 2

Absatzbereiche für Komposte 2013

(Daten für RAL-gütesicherte Komposte der Bundesgütegemeinschaft Kompost 2013 nach [2])



Quelle: UBA Daten zur Umwelt – Bioabfälle.
www.umweltbundesamt.de/daten/abfall-kreislaufwirtschaft/entsorgung-verwertungsausgewaehlter-abfallarten/bioabfaelle

Zukünftige Mengenentwicklung

Laut dem § 11 des Kreislaufwirtschaftsgesetzes von 2012 war in allen Städten und Landkreisen Deutschlands bis zum 1.1.2015 die flächendeckende Bioabfallsammlung einzuführen. Es gibt zwar bei der Einführung der Biotonne in manchen Gebieten noch einige Verzögerungen, dennoch ist ein leichter Anstieg der zu verwertenden Mengen bereits zu erkennen. Zwei Forschungsprojekte [3, 4] im Auftrag des UBA haben mittelfristig eine zusätzlich erfassbare Menge an Bioabfällen aus Haushalten von bis zu 50% ermittelt. Dies entspricht etwa 2 Mio. Tonnen. Gleichzeitig fordert das Kreislaufwirtschaftsgesetz die hochwertige Verwertung dieser Bioabfälle. Damit ist die bestmögliche Ausnutzung der im Bioabfall enthaltenen Inhaltsstoffe und Energie bei gleichzeitig möglichst geringen Emissionen gemeint.

Voraussetzungen für die hochwertige Verwertung sind einerseits ausreichende Kapazitäten für eine Behandlung nach Stand der Technik (Mehrfachnutzung), andererseits auch ausreichende Flächen für eine Verwertung der Komposte und Gärreste; zudem müssen die Produkte hohen Qualitätsstandards genügen und weitgehend frei von Verunreinigungen sein. Eine gute Qualität der Gärreste und Komposte schon die Umwelt und steigert die Akzeptanz in der Landwirtschaft.

Die konsequente Getrenntsammlung von Bioabfällen aus verschiedensten Herkunftsbereichen führt zu einer Mengensteigerung bei den erzeugten Komposten und Gärresten. Für diese zusätzlichen Mengen sind hochwertige Verwertungswege zu beschreiten.

2 Die Gärreste stammen nur zum Teil aus Bioabfällen. Sie stammen auch aus landwirtschaftlichen Reststoffen (z. B. Gülle) und Energiepflanzen, die in einigen Anlagen gemeinsam mit den Bioabfällen vergoren werden.

Eigenschaften von Komposten und Gärresten

Tabelle 1

Bestandteile in Frisch- und Fertigkomposten [6]

Einheit	Frisch- und Fertigkomposte
Trockenmasse in % Frischmasse	62,8
Mineralische Substanz im Kompost in % TM	62,0 %
Organische Substanz im Kompost (Glühverlust) in % TM	38,0 %
Stickstoff (N in % TM)	1,35 %
Phosphat (P ₂ O ₅ in % TM)	0,64 %
Kalium (K ₂ O in % TM)	1,14 %
Magnesium (MgO in % TM)	0,70 %
Basisch wirksame Stoffe (CaO in % TM)	4,2 %

Quelle: Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (Hrsg.): Medianwerte der gütegesicherten Kompostanalysen 2015, <http://www.kompost.de/ueber-uns/zahlen-und-fakten/produkte/>

Nährstoffgehalte

Komposte haben einen durchschnittlichen Gehalt von etwa 1,4 % Gesamtstickstoff in der Trockensubstanz, 0,6 % Phosphat und 1,1 % Kalium.

Von großer Bedeutung für den Wert des Kompostes für die Landwirtschaft ist sein hoher Anteil an schwer abbaubarer organischer Substanz – auch Humus genannt. Der durchschnittliche Gehalt an organischer Substanz gemessen als Glühverlust beträgt 38 % in der Trockensubstanz. Ein Großteil dieser organischen Substanz ist schwer abbaubar und trägt damit zum Humusaufbau im Boden bei. Mit diesem hohen Humusanteil hat Kompost eine deutlich höhere Humusreproduktionsleistung als Stroh oder Gründüngung, sogar höher als Rottemist.

Die Nährstoffgehalte in Komposten und in den meisten Gärresten sind geringer als in Wirtschaftsdüngern. Insbesondere im Kompost und in kompostierten Gärresten ist der Stickstoff größtenteils in der organischen Substanz gebunden und steht erst über längere Zeiträume für die Pflanzenernährung zur Verfügung. Langfristig betrachtet können aber auch Bioabfallkomposte und -gärreste regional bestehende, durch Überdüngung verursachte,

Umweltprobleme verschärfen. Daher muss künftig auch der in Komposten und Gärresten enthaltene Stickstoffgehalt bei der Düngebilanz berücksichtigt werden (Entwurf der Novelle der Düngeverordnung). Damit konkurrieren Komposte und Gärreste bezüglich des Bedarfs an Ausbringungsflächen mit anderen organischen Düngemitteln, insbesondere den in der Landwirtschaft anfallenden Wirtschaftsdüngern, die ebenfalls wenig transportwürdig sind und daher aus wirtschaftlichen Gründen nah am Entstehungsort verwendet werden. Aus diesem Grund kann es in Gegenden mit ausgeprägter Tierhaltung zu Absatzproblemen und damit zu längeren Transportwegen bei der Vermarktung kommen.

Komposte und nachgerottete Gärreste sind ausgezeichnete Humusdünger, die auf Böden mit Humusmangel für Ausgleich sorgen können. Zudem tragen die Gehalte an Stickstoff und Phosphor entsprechend ihrer Verfügbarkeit zur Nährstoffversorgung der Pflanzen bei. In Regionen, die durch eine landwirtschaftliche Nährstoffübersorgung geprägt sind, ist der Einsatz von Bioabfallkomposten und -gärresten nicht oder nur eingeschränkt möglich und es kann lokal zu Absatzproblemen kommen.

Qualität von Komposten

Schadstoffe

Schadstoffgehalte in Bioabfallkomposten werden entsprechend der Bioabfallverordnung regelmäßig kontrolliert. Die geforderten Grenzwerte für Schwermetalle und Fremdstoffe finden sich in der Bioabfallverordnung und der Düngemittelverordnung. In der Tabelle 2 sind die Schwermetallgrenzwerte der Bioabfallverordnung den durchschnittlichen Gehalten in Komposten gegenübergestellt.

Nur eine gute Qualität von Komposten und Gärresten, die regelmäßig überwacht wird, schafft eine ausreichende Akzeptanz bei den Anwendern und sichert damit den Absatz der Produkte.

Fremdstoffe

In der Vergangenheit hat die Verunreinigung von Komposten und Gärresten durch Fremdstoffe insbesondere durch Kunststoffbestandteile in der öffentlichen Diskussion an Bedeutung gewonnen. Anlagenbetreiber berichten in den vergangenen Jahren von steigenden Störstoffanteilen im Bioabfall. Kunststoffpartikel, die auf dem Acker landen, werden von der Bevölkerung kritisch gesehen. Die Wirkung dieser Verunreinigungen auf das Bodenleben und auf die angebauten Lebens- und Futtermittel sind noch weit-

gehend unerforscht. Ebenso fehlen Informationen über das langfristige Verhalten von Kunststoffpartikeln im Boden. Aus Gründen der Vorsorge wurden bei der Novellierung der Düngemittelverordnung daher neue Grenzwerte für Fremdstoffe eingeführt. Statt des bisher gültigen Wertes von 0,5 % für alle Fremdstoffe größer 2 mm gelten nun zwei getrennte Grenzwerte:

- ▶ ein Grenzwert für verformbare Kunststoffe (Folien) in Höhe von 0,1 % der Trockenmasse
- ▶ ein Grenzwert für alle anderen Fremdstoffe wie Altpapier, Karton, Glas, Metalle und plastisch nicht verformbare Kunststoffe (Hartplastik) in Höhe von 0,4 % der Trockenmasse.

Da auch bei Einhaltung dieser Vorgaben weiterhin beträchtliche Mengen an Verunreinigungen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen ausgebracht werden dürfen, ist eine weitere Verschärfung der Anforderungen in Verbindung mit einer möglichst flächendeckenden Qualitätssicherung auch aus Gründen der Vorsorge notwendig. Die Abbildung 3 zeigt eine Auswertung von Untersuchungen des Fremdstoffgehaltes aus der RAL-Gütesicherung⁴ von Komposten und Gärresten aus dem Jahr 2015. Die verformbaren Kunststoffe und anderen Fremdstoffe sind dabei noch nicht getrennt erfasst.

Tabelle 2

Schwermetallgehalte in Komposten

Schwermetall	Grenzwert Bioabfallverordnung * mg/kg TM	1999 mg/kg TM **	2012 mg/kg TM ***	2015 mg/kg TM ****
Blei (Pb)	150	52	31	28,3
Cadmium (Cd)	1,5	0,51	0,38	0,36
Chrom (Cr)	100	25,6	22	19,8
Kupfer (Cu)	100	49,6	39	36,4
Nickel (Ni)	50	15,9	13	11,8
Quecksilber (Hg)	1,0	0,16	0,10	0,09
Zink (Zn)	400	195	136	154

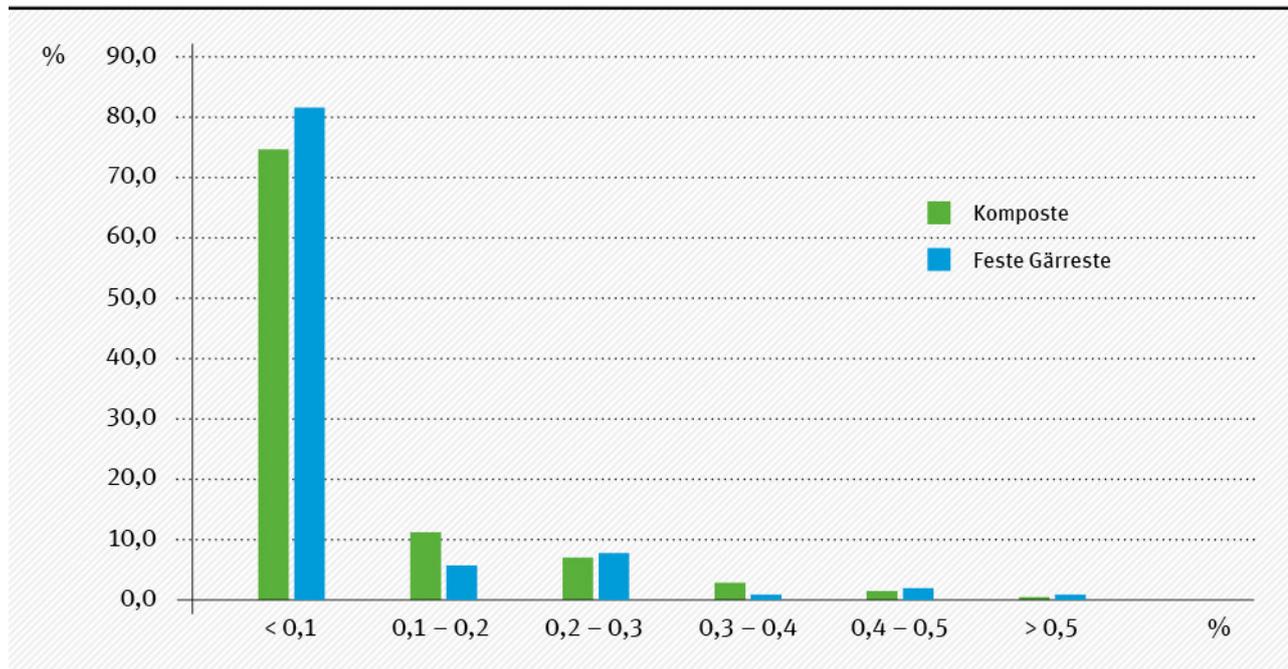
* Grenzwert bei Aufbringung von 20 t Trockenmasse pro ha alle drei Jahre³, ** Mittelwert aus 2510 Untersuchungen im Rahmen der RAL-Gütesicherung [2], *** Median aus 2795 Untersuchungen im Rahmen der RAL-Gütesicherung [5], **** Median aus 3072 Untersuchungen im Rahmen der RAL-Gütesicherung [6]

3 Die Bioabfallverordnung lässt für Komposte, die die genannten Grenzwerte einhalten, eine maximale Aufbringungsmenge von 20 Tonnen pro Hektar alle 3 Jahre zu (auf das Jahr umgerechnet wären das 6,66 Tonnen pro Hektar). Eine jährliche Ausbringung ist in der Praxis unüblich.
4 Komposte und Gärreste, die aus Betrieben kommen, die Mitglied der freiwilligen Gütesicherung sind.

Abbildung 3

Fremdstoffgehalte in gütegesicherten Komposten und Gärresten [6,7]

Analysen aus dem Jahr 2015 in Gew.-% Trockenmasse 2015. Der Medianwert von 3.072 Proben liegt bei 0,04 % Fremdstoffe.



Quelle: Daten der Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V.

Neben den optischen Verfahren, bei denen nur Kunststoffpartikel größer als 2 mm erfasst werden, wird derzeit an der Entwicklung von Analysemethoden gearbeitet mit denen auch Mikrokunststoffe erfasst werden können. Ziel ist es, z. B. mit thermoanalytischen Verfahren die Gesamtheit aller Kunststoffverunreinigungen zu bestimmen.

Derzeit wird im Rahmen der Gütesicherung zur Beschreibung des Verunreinigungsgrads mit flächigen Fremdbestandteilen zusätzlich zum Massenanteil auch die Flächensumme bestimmt. Diese wurde bisher immer dann ermittelt, wenn der Anteil an Fremdbestandteilen mehr als 0,1 % der Trockenmasse beträgt. Der Grenzwert für gütegesicherte Komposte und Gärreste wurde aktuell von 25 cm² pro Liter Kompost auf 15 cm² verschärft.

Es wird deutlich, dass der Großteil der Anlagen die Anforderungen an Verunreinigungen durch Fremdstoffe einhält. Einzelne Anlagen können die Grenzwerte jedoch nicht sicher einhalten. Dies kann einerseits an steigenden Störstoffgehalten im Bioabfall liegen. Andererseits kann aber auch eine unzureichende technische Ausstattung bei der Störstoffabtrennung die Ursache sein.

Die wichtigste Einflussgröße auf den Fremdstoffgehalt im fertigen Kompost oder Gärrest ist der Fremdstoffanteil im getrennt gesammelten Bioabfall. In der Literatur werden hierfür Werte zwischen 0,9 und 12 % genannt.[8] Bei einem Anteil von 5 % Fremdstoffen im Bioabfall ist ein Abtrenngrad von 97 % dieser Fremdstoffe nötig, um im fertigen Kompost einen Fremdstoffgehalt 0,5 % in der Trockenmasse zu

Tabelle 3

Verunreinigungsgrad in gütegesicherten Komposten und Gärresten

Analysen aus dem Jahr 2015 angegeben als Fremdstoffflächensumme in cm² [7]

	nicht bestimmt	≤ 10 cm ²	10 – 15 cm ²	15 – 20 cm ²	20 – 25 cm ²	> 25 cm ²
Komposte	64,3	27,4	4,0	2,4	1,4	0,5
Feste Gärprodukte	61,0	29,3	2,4	2,4	2,4	2,4

Quelle: Daten der Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V.



erzielen. Dieser Abtrenngrad erfordert bereits einen hohen technischen Aufwand. Um die Kompostqualität weiter zu verbessern, ist es nötig die Qualität der Ausgangsstoffe also der getrennt gesammelten Bioabfälle zu verbessern.

Die technischen Möglichkeiten zur Abtrennung von Fremdstoffen aus getrennt gesammelten Bioabfällen sind zu nutzen.

Die nachträgliche Abtrennung von Fremdstoffen hat jedoch immer technische Grenzen und kann nur

unterstützen aber nicht die alleinige Lösung sein. Nur durch eine gute getrennte Sammlung kann eine gute Qualität der Komposte und Gärreste erreicht werden.

Durch Öffentlichkeitsarbeit muss die Bevölkerung aktiv für die getrennte Sammlung von Bioabfällen sensibilisiert und gewonnen werden.

Durch anspruchsvolle rechtliche Anforderungen bezüglich der Fremdstoffe muss die Qualität von Komposten und Gärresten gesichert werden.

Fazit

Die getrennte Sammlung und hochwertige Verwertung von Bioabfällen ist ein vorrangiges Ziel der Kreislaufwirtschaft. Die Landwirtschaft ist dabei der Hauptabnehmer für die erzeugten Komposte und Gärreste. In diesem Bereich stehen die Komposte und Gärreste in direkter Konkurrenz zu landwirtschaftseigenen Wirtschaftsdüngern und Gärresten aus nachwachsenden Rohstoffen und können regionale Umweltprobleme durch Überdüngung mit Stickstoff und Phosphor verschärfen. Insbesondere in Regionen mit Viehhaltung müssen daher weitere Transportwege für Bioabfallkomposte und -gärreste in Kauf genommen oder andere Absatzwege gesucht werden.

Wichtig für die Vermarktung ist die gute Qualität der Erzeugnisse. Neben den positiven Eigenschaften wie Nährstoff- und Humusgehalten spielen in letzter Zeit die Gehalte an Fremdstoffen und ihre negativen Aus-

wirkungen durch ihren Eintrag in die Umwelt eine wichtige Rolle. Um die Akzeptanz bei den Abnehmern und in der Öffentlichkeit zu erhalten und zur Vorsorge vor schädlichen Umweltwirkungen sind hierbei hohe Standards anzustreben. Durch anspruchsvolle rechtliche Anforderungen bezüglich der Fremdstoffe muss die Qualität von Komposten und Gärresten gesichert werden. Um diese Anforderungen einzuhalten, ist es notwendig bereits bei den gesammelten Bioabfällen eine hohe Qualität zu erzielen. Nur aus sauber getrennten Bioabfällen lässt sich mit den technischen Maßnahmen auf den Kompostierungs- und Vergärungsanlagen ein hochwertiger fremdstoffarmer Kompost erzeugen. Für die Anlagenbetreiber gilt es, die nach dem Stand der Technik vorhandenen Möglichkeiten einzusetzen, um die dennoch vorhandenen Fremdstoffe möglichst weitgehend abzutrennen.

Literatur

- [1] Statistisches Bundesamt, Fachserie 19 Umwelt, Reihe 1 Abfallentsorgung 2013, Wiesbaden, Juli 2015
- [2] UBA Daten zur Umwelt – Bioabfälle. www.umweltbundesamt.de/daten/abfall-kreislaufwirtschaft/entsorgung-verwertung-ausgewaehlter-abfallarten/bioabfaelle
- [3] Kern, Michael et al. (Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH): Aufwand und Nutzen einer optimierten Bioabfallverwertung hinsichtlich Energieeffizienz, Klima- und Ressourcenschutz. Dessau-Roßlau, August 2010. UBA Text 43/2010, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/aufwand-nutzen-einer-optimierten>
- [4] Krause, Peter et al. (uec und gavia Berlin): Verpflichtende Umsetzung der Getrenntsammlung von Bioabfällen. Dessau-Roßlau, Januar 2015. UBA Text 84/2014, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/verpflichtende-umsetzung-der-getrenntsammlung-von>
- [5] Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V. (Hrsg.): Auswertung der gütegesicherten Kompostanalysen 2012
- [6] Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V. (Hrsg.): Auswertung der gütegesicherten Kompostanalysen 2015, <http://www.kompost.de/ueber-uns/zahlen-und-fakten/produkte/>
- [7] Thelen-Jüngling, Maria (Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V.): Fremdstoffe und neue Qualitätsanforderungen an Kompost und Gärprodukte. Vortragfolien im Rahmen des Kasseler Abfallforums, Kassel, 12. April 2016 (bisher unveröffentlicht)
- [8] Kranert, Prof. Dr.-Ing. Martin: Einflussgrößen auf die separate Bioguterfassung unter besonderer Berücksichtigung der Qualität. EdDE-Dokumentation 19. Köln, Februar 2016



► **Diese Broschüre als Download**
www.umweltbundesamt.de/publikationen/

 www.facebook.com/umweltbundesamt.de
 www.twitter.com/umweltbundesamt