



# **Handhabung von biologisch abbaubaren Werkstoffen (BAW) in Bioabfallkompostierungsanlagen**

**Januar 2012**

# Handhabung von biologisch abbaubaren Werkstoffen (BAW) in Bioabfallkompostierungsanlagen

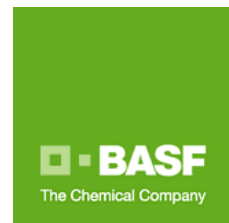
---

Auftraggeber:

---

**BASF SE**

KS/KE – E 100  
67056 Ludwigshafen



---

Auftragnehmer:

---

**Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH**

**Dr.-Ing. Michael Kern**

Werner-Eisenberg-Weg1  
37213 Witzenhausen  
Tel.: 05542 / 9380-0  
Fax: 05542 / 9380-77  
E-Mail: [info@witzenhausen-institut.de](mailto:info@witzenhausen-institut.de)  
Domain: [www.witzenhausen-institut.de](http://www.witzenhausen-institut.de)



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>AUSGANGSSITUATION UND AUFGABENSTELLUNG .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>SAMMLUNG UND AUFKOMMEN VON BIOABFÄLLEN IN DEUTSCHLAND .....</b>	<b>6</b>
2.1	Erfassung .....	6
2.2	Aufkommen .....	7
<b>3</b>	<b>VERWERTUNG DER BIOABFÄLLE DURCH KOMPOSTIERUNG .....</b>	<b>11</b>
3.1	Verfahrenstechnik .....	11
3.2	Stand der Kompostierung.....	18
<b>4</b>	<b>ÜBERBLICK ÜBER DIE TECHNISCHEN UND BETRIEBLICHEN VORAUSSETZUNGEN IM HINBLICK AUF DIE PROZESSGÄNGIGKEIT VON BAW IN BIOABFALLKOMPOSTIERUNGSANLAGEN .....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>25</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Verfügbarkeit der Biotonne in Deutschland .....	6
Abb. 2:	Anschluss an die Biotonne nach Einwohnern.....	7
Abb. 3:	Entwicklung der erfassten Bio- und Grünabfallmengen in Deutschland 1990–2009.....	8
Abb. 4:	Erfasste Bio- und Grünabfallmengen in den Bundesländern 2007.....	9
Abb. 5:	Erfasste spezifische Bio- und Grünabfallmengen in den Bundesländern 2007 .....	9
Abb. 6:	Mengenpotenzial Bioabfälle in Deutschland.....	10
Abb. 7:	Systemübersicht der Kompostierungsverfahren.....	11
Abb. 8:	Beschreibung der baumustergeprüften Kompostierungsverfahren gemäß Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. ....	12
Abb. 9:	Verfahrensschema der offenen bzw. überdachten Mietenkompostierung .....	13
Abb. 10:	Foto: Praxisbeispiel der überdachten Mietenkompostierung.....	14
Abb. 11:	Verfahrensschema der gekapselten Boxen-/Containerkompostierung.....	15
Abb. 12:	Foto: Verfahrensschema der Boxenkompostierung (System HerHof).....	15
Abb. 13:	Verfahrensschema der gekapselten Tafelmieten-, Zeilen- bzw. Tunnel- kompostierung.....	16
Abb. 14:	Foto: Verfahrensschema der geschlossenen Tafelmietenkompostierung mit Koordinatenumsetzer (System Bühler) .....	17
Abb. 15:	Anteil der Kompostierungsverfahren in Deutschland.....	18
Abb. 16:	Anzahl der Kompostierungsanlagen in den Bundesländern.....	19
Abb. 17:	Genehmigte Kapazitäten der Kompostierungsanlagen in den Bundesländern .....	19
Abb. 18:	Überblick über die technische Spezifikation der Bioabfallkompostierung im Hinblick auf die Mitverarbeitung von BAW .....	21
Abb. 19:	Tabellarischer Überblick über die Behandlungsdauer und die verfahrens- typische Ausschleusung von BAW bei Kompostierungsverfahren .....	22
Abb. 20:	Abschätzung der Bedeutung vorab-Ausschleusung von Störstoffen/Folien bei Kompostierungsanlagen (Auswertung von 275 von 497 Bioabfallkompostierungsanlagen gesamt).....	23

# 1 Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Die BASF SE produziert und vertreibt biologisch abbaubare Kunststoffe z.B. unter den Markennamen Ecoflex® und Ecovio®.



Ecovio® ist ein auf dem Werkstoff Ecoflex® basierendes Produkt, welches mit dem sog. Keimling zertifiziert ist, wodurch bestätigt wird, dass dieser die europäische Norm für kompostierbare Kunststoffe erfüllt. Diese finden u.a. Verwendung als Tragetaschen im Einzelhandel, die weiterhin zur separaten Bioabfallsammlung in Haushalten eingesetzt werden. Damit gelangen sie in den separat erfassten Bioabfallstrom und in die Bioabfallkompostierungsanlagen.



Dort können sie entsprechend ihrer materialspezifischen Eigenschaften im Behandlungsprozess klimaschonend abgebaut werden. Je nach installierter Anlagentechnik und dem Prozessablauf können sie auch vorab aus dem Stoffstrom ausgeschleust werden. So treffen die Betreiber von Kompostierungsanlagen aufgrund von

Fehlwürfen Maßnahmen, um organischen Abfall von nicht biologisch abbaubarem Material (wie Verpackungen) zu trennen. Eine Aussortierung von Kunststofftüten erfolgt je nach Kompostieranlage zu Beginn oder gegen Ende des Kompostierprozesses.

Die getrennte Erfassung von Bioabfällen hat in Deutschland ein hohes Niveau erreicht. Nahezu 9 Mio. Tonnen Bio- und Grünabfälle werden jährlich über die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger getrennt erfasst und einer biologischen Behandlung zugeführt. Hierbei wird der überwiegende Teil kompostiert. Als Endprodukt wird ein hochwertiger Kompost als Dünger und Bodenverbesserer erzeugt.

Vor diesem Hintergrund beauftragte die BASF SE als Grundlage einer produktbezogenen Markteinschätzung die WITZENHAUSEN-INSTITUT GMBH mit der Erstellung einer Studie, die einen Überblick über die Umsetzung der getrennten Erfassung und Kompostierung von Bioabfällen in Deutschland gibt.

## 2 Sammlung und Aufkommen von Bioabfällen in Deutschland

### 2.1 Erfassung

Die getrennte Sammlung von Bioabfällen erfolgt in Deutschland i.d.R. über die Biotonne. Alternative Systeme wie die zentrale Sammlung in Containern oder Sacksysteme sind die Ausnahme. Zur Sammlung von Grünabfällen aus privaten Gärten betreiben Kommunen sowohl Holsystem (Abholung direkt bei den Haushalten) als auch Bringsysteme (Erfassung an (de-)zentralen Sammelstellen).

Um den Stand der Bioabfallerfassung und in der Folge daraus dann das tatsächliche Bioabfallaufkommen in Deutschland ermitteln zu können, ist eine Differenzierung der Kommunen in die Kategorien „Kommunen mit Biotonne“ und „Kommunen ohne Biotonne“ erforderlich. Zur Einordnung als Kommune mit Biotonne wurde eine Mindesterfassung von 5 kg/E\*a definiert, was in ca. drei Viertel der untersuchten Kommunen gegeben ist (Abb. 1). So bieten 305 Kommunen, dies entspricht einem Anteil von 72 % aller Kommunen, ihren Einwohnern die Nutzung der Biotonne an. In den Gebieten dieser Kommunen leben fast 65 Mio. Bundesbürgern (= 80 % der Gesamtbevölkerung), denen theoretisch eine Biotonne zur Verfügung steht. Allerdings ist der Anschlussgrad in diesen Gebieten unterschiedlich, so dass der genannte theoretische Wert bei Weitem nicht erreicht wird. Nach wie vor ohne Biotonnenangebot sind 116 Kommunen, was einem Anteil von 28 % aller Kommunen mit ca. 17 Mio. Einwohnern entspricht.

Dabei findet sich das geringste Angebot durchweg in den neuen Ländern, allen voran Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern, in denen rund 83 % bzw. 66 % der Einwohner in Kommunen leben, die keine Biotonnen zur Verfügung stellen.

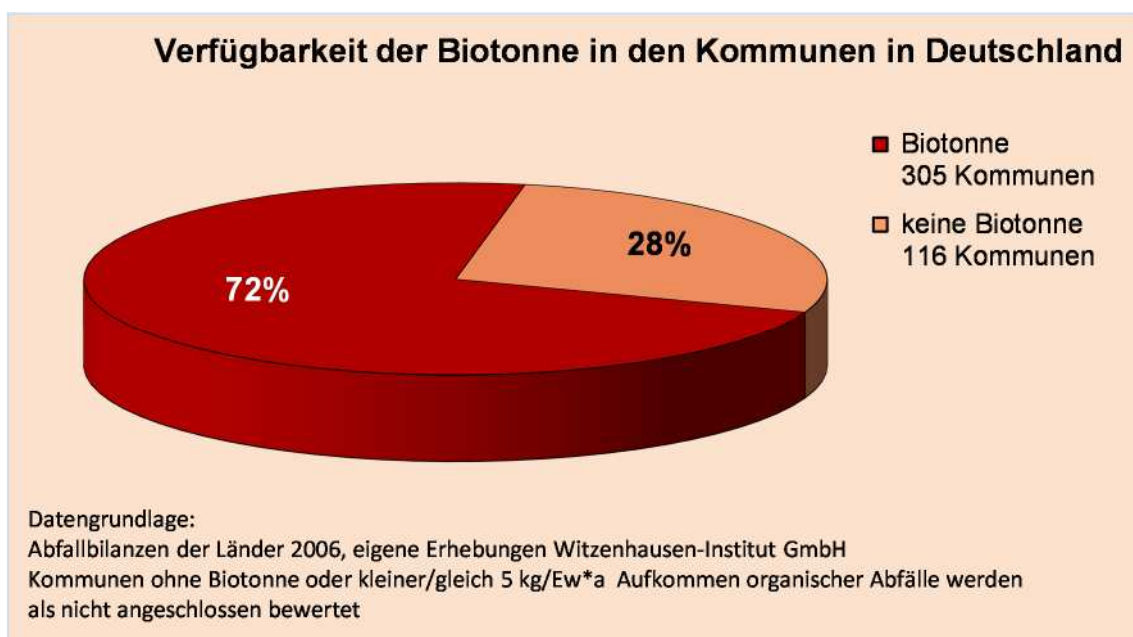


Abb. 1: Verfügbarkeit der Biotonne in Deutschland

Bezogen auf die Einwohnerzahl leben ca. 80% der Bürger in Städten und Kreisen, die prinzipiell eine Biotonne anbieten (teilweise nur in Teilgebieten). Allerdings sind auch in den Kommunen, in denen die Biotonne dem Bürger prinzipiell angeboten wird, nicht alle Einwohner an eine Biotonne angeschlossen. Dies kann viele Ursachen haben. Unter anderem ist immer wieder festzustellen, dass dort, wo ein freiwilliger Anschluss besteht (und kein Anschlussbenutzungszwang) die Anschlussquote deutlich geringer ausfällt, insbesondere dann, wenn die Biotonne zusätzlich mit einer separaten Abfallgebühr belegt ist. Im Mittel kann man davon ausgehen, dass lediglich ca. 56% der Bürger in den Städten und Kreisen, die eine Biotonne anbieten, tatsächlich an eine Biotonne angeschlossen sind. (Abb. 2).

Damit ist deutschlandweit von einer tatsächlichen Nutzung der Biotonne durch 36,6 Mio. Einwohner auszugehen. Die Mehrzahl, rund 45,8 Mio. Einwohner, sind nicht an die Biotonne angeschlossen.

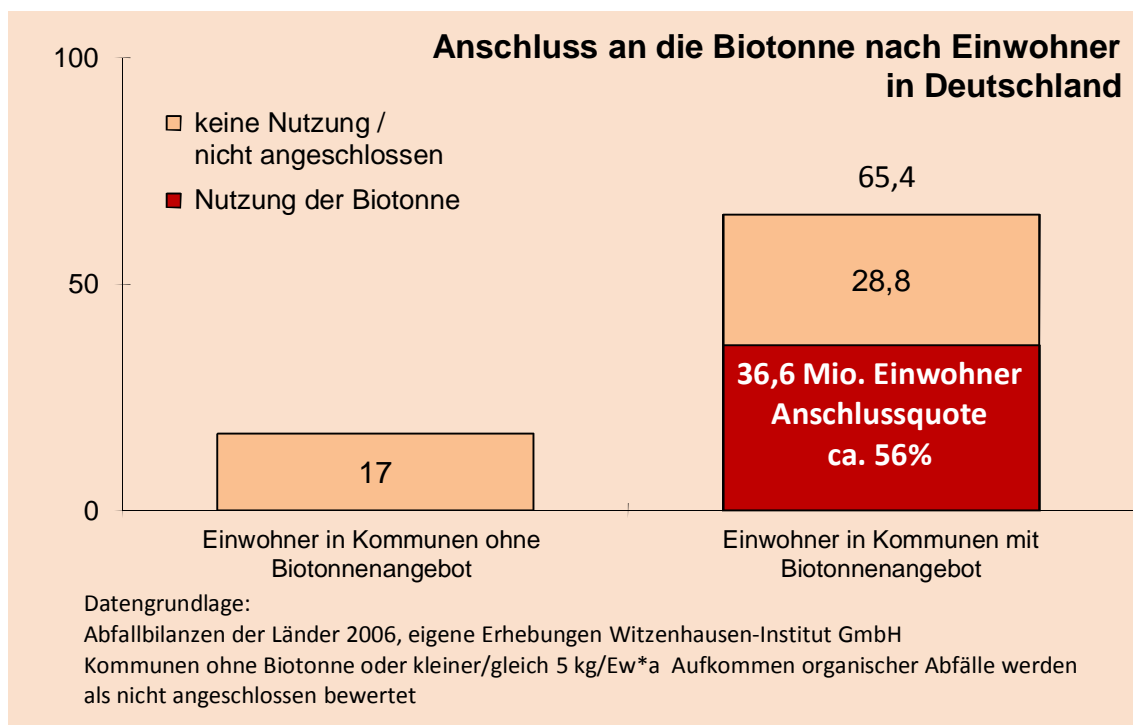


Abb. 2: Anschluss an die Biotonne nach Einwohnern

## 2.2 Aufkommen

*Darstellung der erfassten Mengen in Deutschland und den Bundesländern*

Seit Beginn der 90er Jahre wurde die Erfassung von Bio- und Grünabfällen kontinuierlich ausgebaut, bis als erster Höhepunkt 2002 eine Sammelmenge von 8,6 Mio. Mg erreicht wurde (Abb. 3). 2009 wird mit über 9 Mio. Mg ein neuer Höhepunkt erreicht.

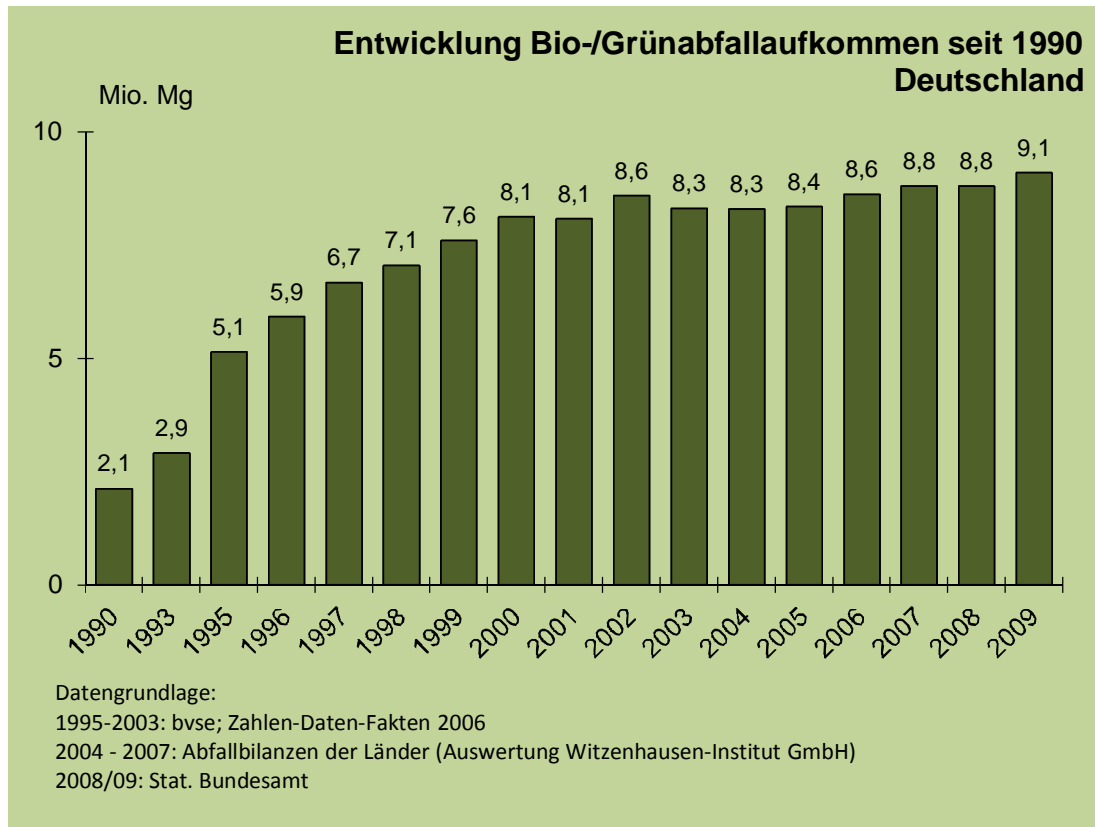


Abb. 3: Entwicklung der erfassten Bio- und Grünabfallmengen in Deutschland 1990–2009

Es ist dabei wenig verwunderlich, dass i.d.R. die höchsten Mengen in den einwohnerstarken Bundesländern wie Nordrhein-Westfalen oder Bayern erfasst werden, während das Aufkommen in dünn besiedelten Flächenländern wie Brandenburg oder Mecklenburg-Vorpommern eher gering ist (Abb. 4).

In Mittel ergibt sich aus den Sammelmengen der einzelnen Bundesländer ein spezifisches Bio- und Grünabfallaufkommen von ca. 110 kg Bio- und Grünabfall je Einwohner und Jahr. Dabei ist hinsichtlich der pro Kopf erfassten Mengen ein deutliches Gefälle zu beobachten. Während in Niedersachsen annähernd 150 kg/E\*a gesammelt werden, sind dies in Hamburg nur etwas mehr als 21 kg/E\*a (Abb. 5).

Das geringste spezifische Aufkommen von Bio- und Grünabfällen ist durchgängig in den östlichen Bundesländern zu verzeichnen, wobei Sachsen-Anhalt mit ca. 90 kg/E\*a den höchsten Wert erreicht, damit aber immer 12 kg/Ew\*a unter dem Bundesdurchschnitt rangiert.



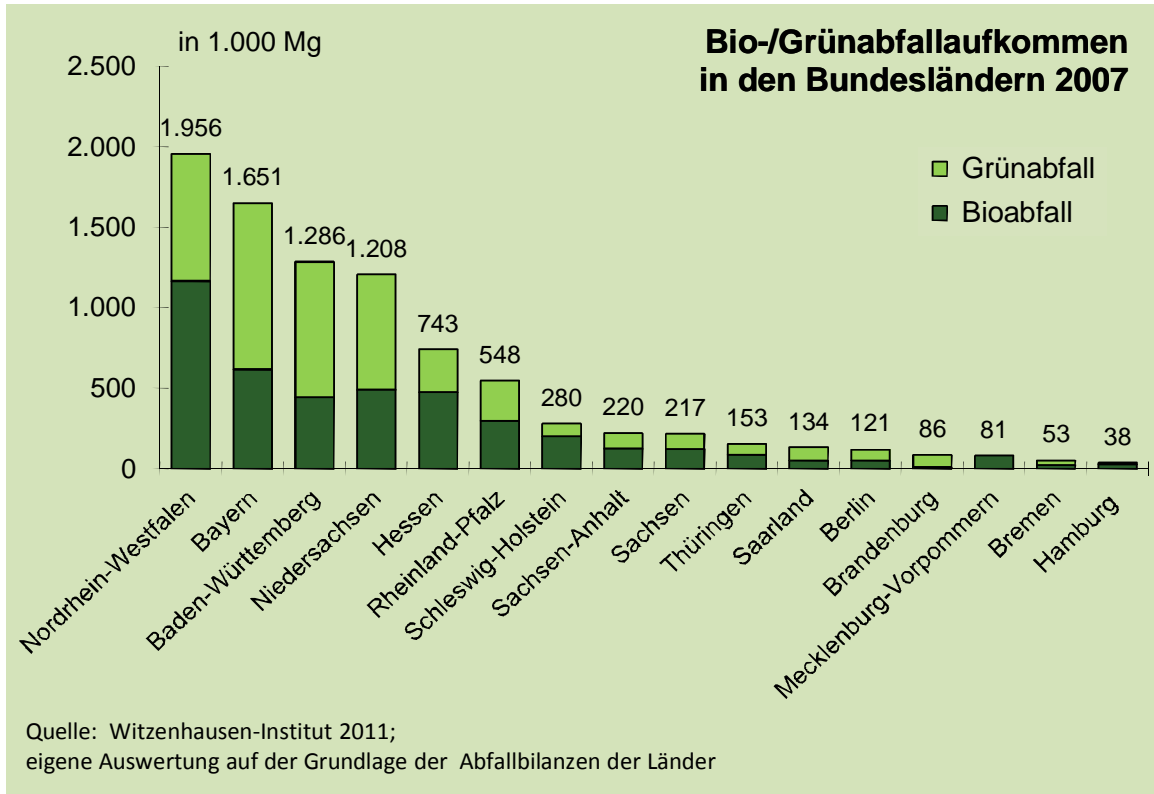


Abb. 4: Erfasste Bio- und Grünabfallmengen in den Bundesländern 2007

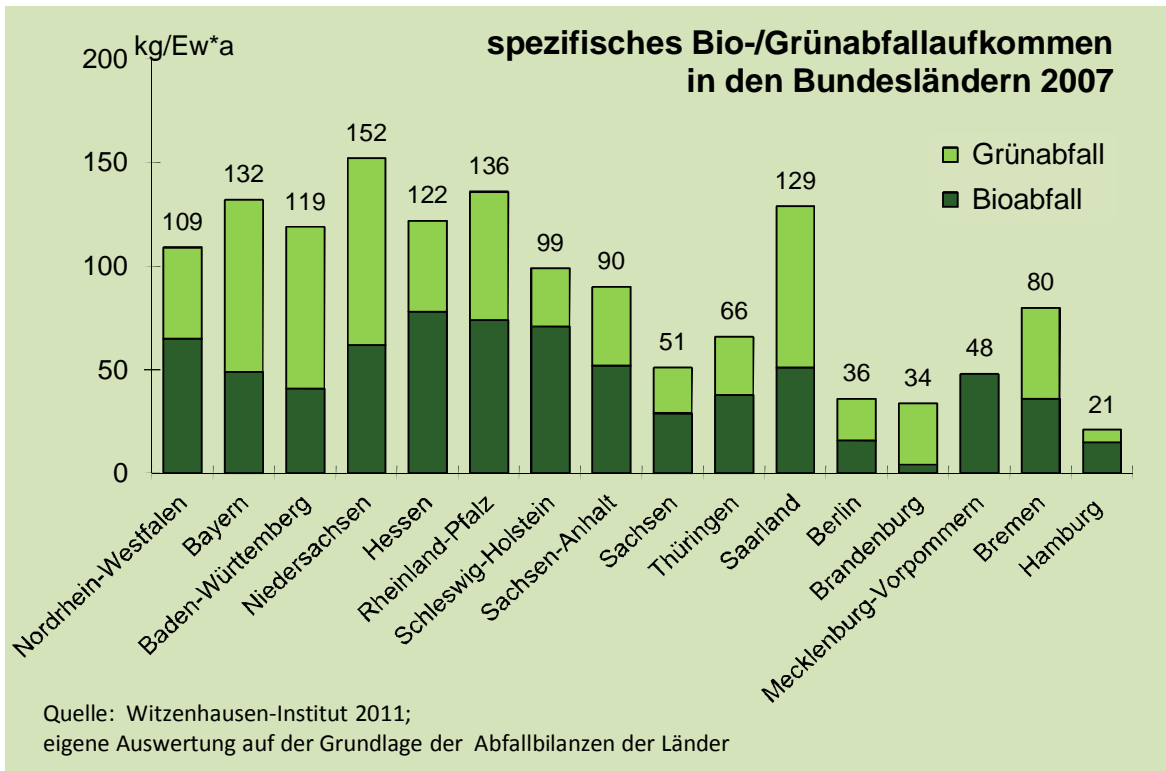


Abb. 5: Erfasste spezifische Bio- und Grünabfallmengen in den Bundesländern 2007

### Einschätzung der weiteren Entwicklung

Die Getrenntsammlung von Bioabfällen hat sich in Deutschland als fester Bestandteil einer Stoffstromwirtschaft etabliert. 2007 wurden ca. 4,3 Mio. Mg Bioabfälle sowie 4,5 Mio. Mg Grünabfälle über die getrennte Sammlung einer Verwertung zugeführt.

Von einem weiteren, moderaten Ausbau kann ausgegangen werden. Die ist Ziel der Bundesregierung, die in der Novelle zum KrW-/AbfG die Getrennterfassung für Bioabfall in allen Kommunen Deutschlands bis 2015 fordert. Durch Einführung der Biotonne bzw. Maßnahmen zur verstärkten Bewerbung der Biotonne geht das Witzenhausen-Institut von einer zusätzlich möglichen Erfassung von mindestens 1,3 Mio. Mg Bioabfälle aus (Summe Bioabfälle = 5,6 Mio. Mg). Andere Quellen unterstellen eine noch größere Steigerung der Erfassungsleistung auf über 7,0 Mio. Mg Bioabfälle.

Hierbei ist anzumerken, dass das theoretisch erfassbare Bioabfallpotenzial deutlich größer ist. Das Hausmüllaufkommen in Deutschland liegt bei ca. 14,5 Mio. Tonnen pro Jahr. Der native Organik-Anteil im Hausmüll liegt zwischen 30% und 45% (Mittelwert ca. 34%). Dies ergibt einem theoretischen Anteil von ca. 5 Mio. Tonnen nativer Organik. Demzufolge wäre, zumindest theoretisch eine Verdopplung der gegenwärtig erfassten Bioabfälle möglich.

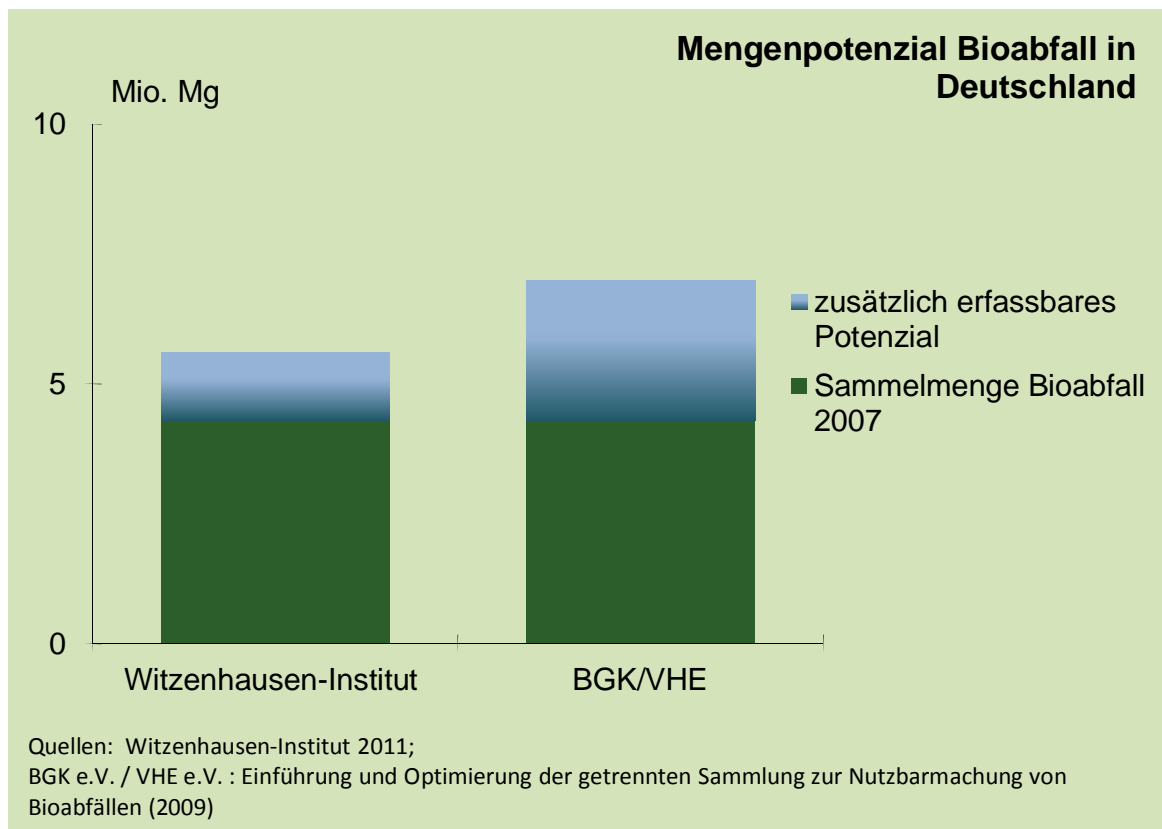


Abb. 6: Mengenpotenzial Bioabfälle in Deutschland

### 3 Verwertung der Bioabfälle durch Kompostierung

Die Kompostierung organischer Abfälle zur biologischen Behandlung getrennt gesammelter nativ-organischer Abfälle wird in Deutschland etwa seit Mitte der 80er-Jahre in großtechnischem Maßstab betrieben. Bei der Kompostierung werden organische Abfälle unter aeroben Bedingungen zu wertvollen Humus- und Torfersatzstoffen umgesetzt.

Voraussetzung ist dabei eine entsprechende Qualitätssicherung beginnend bei der Erfassung, über die Voraufbereitung, den eigentlichen Rotteprozess sowie die Kompostkonfektionierung. Nach Angaben der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. werden in Deutschland aktuell annähernd 9 Mio. Mg Bioabfälle zu Kompost verwertet.

#### 3.1 Verfahrenstechnik

Eine Kompostierung biologischer Abfälle aus privaten Haushalten ist in offenen oder auch in gekapselten Anlagen unter Berücksichtigung der Anforderungen der BioAbfV möglich. Bei Anlagen über 10.000 Mg/a Input ist die Hauptrotte gekapselt auszuführen (TA Luft).

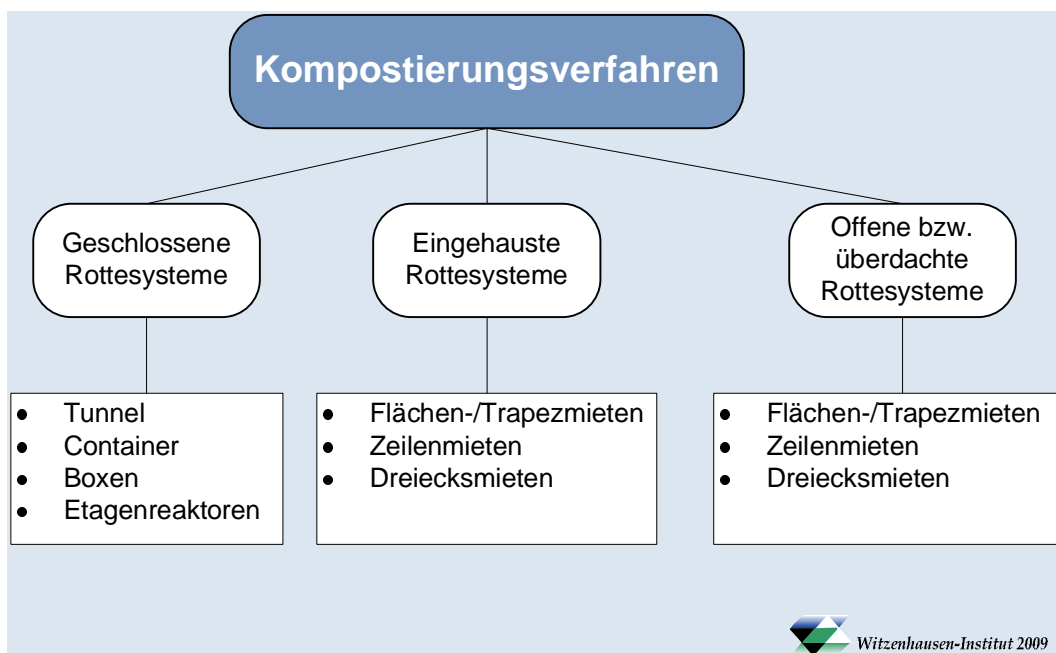


Abb. 7: Systemübersicht der Kompostierungsverfahren

Abb. 7 gibt einen Überblick über die in Deutschland angewendeten Kompostverfahren. Die Verfahren unterscheiden sich durch die Bauweise, die Art der Belüftung sowie letztendlich auch in der Zeitdauer der Intensivrotte sowie der damit angestrebten Kompostreife. Entweder ist das Intensivrottesystem auf einen Reifekompost ausgelegt und integriert die Haupt- und Nachrotte oder die Intensivrotte endet mit einem hygienisierten Frischkompost, sodass zur Erreichung höherer Rottegrade eine Nachrotte folgen muss.

Im Nachrottebereich unterscheiden sich die Verfahren kaum. Bei allen Kompostanlagen findet dieser Rotteabschnitt überwiegend in Tafel- oder Dreiecksmieten statt. Die Verfahrenstechnik und Charakteristika der wichtigsten Anlagentypen werden nachfolgend kurz beschrieben.

Abb. 8 beschreibt die durch die Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. baumustergeprüften Kompostierungsverfahren. Die Kategorisierung weicht von der voran stehenden Systemübersicht leicht ab und differenziert im Wesentlichen weiter. Die Baumusterprüfung war die Grundlage der Hygieneprüfung der Verfahrenstypen.

Baumuster Kategorie	Verfahren	Beschreibung
1	<b>Boxen- und Containerverfahren</b>	Die Intensivrotte erfolgt in einem abgeschlossenen zwangsbelüfteten Raum. Kompostierungsanlagen betreiben in der Regel mehrere solche als Box, Container oder Rottezelle bezeichneten Module. Die Module können optional mit Umsetzaggregate betrieben werden. Die Prozesssteuerung erfolgt individuell für jede Box/Container.
2	<b>Brikollare</b>	Aufbereiteter Kompostrohstoff wird zu Presslingen verarbeitet und auf Paletten gestapelt. Die Rotte verläuft statisch (d.h. ohne Umsetzung) in einer geschlossenen Halle.
3	<b>Tunnel- und Zeilenverfahren</b>	Die Intensivrotte findet in Tunnel ähnlichen „Silos“ statt. Bei der Tunnel- und Zeilenkompostierung können einzelne Segmente des Rottekörpers getrennt voneinander gesteuert werden. Bei nach oben offener Zeilenkompostierung findet normalerweise eine Umsetzung des Materials in Intervallen statt. Beim Tunnelverfahren sind die Zeilen nach oben verschlossen, Umsetzvorgänge sind optional.
4	<b>Trommelverfahren</b>	Eine Intensivrottephase findet in absätzig oder kontinuierlich betriebenen Rottetrommeln statt. Durch Drehbewegung der Trommel wird außerdem eine Materialdurchmischung und –zerkleinerung vorgenommen. Die Verweilzeit in der Trommel kann bis zu 7 Tagen betragen. Im Anschluss an die Behandlung in der Trommel findet in der Regel eine Mietenkompostierung statt.
5	<b>Eingehauste Mietenkompostierung</b>	Die Kompostierung wird in geschlossenen Hallen durchgeführt. Als Mietenkörper werden i.d.R. Tafelmieten aufgebaut, die druck- oder saugbelüftet werden. Umsetzungen und Materialtransport erfolgen i.d.R. mittels automatischen Aggregaten.
6	<b>Offene und überdachte Mietenkompostierung</b>	Kompostrohstoffe werden zu Dreiecks- oder Tafelmieten aufgebaut und mit oder ohne Überdachung kompostiert. Hierbei kommen unterschiedliche Umsetzaggregate zur Anwendung.
7	<b>Miete eingehaust (Membranabdeckung)</b>	Kompostrohstoffe werden im Freien zu Dreiecks- oder Tafelmieten aufgebaut und mit einer Folie abgedeckt. Die Mieten werden i.d.R. belüftet.

Quelle:

Hygiene Baumusterprüfsystem; Kompostierungsanlagen - Vergärungsanlagen  
3. ergänzte und überarbeitete Auflage; Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V

Abb. 8: Beschreibung der baumustergeprüften Kompostierungsverfahren gemäß Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.

Die in Deutschland vorherrschend realisierten Verfahrenstypen sind die offene bzw. überdachte Mietenkompostierung (Dreiecks- Trapezmieten), die Boxen-/Containerkompostierung und die gekapselten Tafelmieten- sowie Zeilen-/Tunnelkompostierungssysteme. Nachstehend werden diese wichtigsten Kompostierungsverfahren kurz beschrieben.

### Offene bzw. überdachte Mietenkompostierung (Abb. 9)

Die ursprüngliche Form der Kompostierung ist die offene Mietenkompostierung als aufgeschüttetes Haufwerk, wobei sich die Größe der Miete nach der Art der Kompostrohstoffe richtet. Bei unbelüfteten Systemen erfolgt der Sauerstoffeintrag durch Diffusion, Thermik oder durch ein manuelles Umsetzen der Mieten. Für den Rotteverlauf ist ein bestimmtes Materialvolumen erforderlich, um die Auskühlung der Mieten bei zu großer Mietenoberfläche in Relation zum Volumen möglichst gering zu halten.

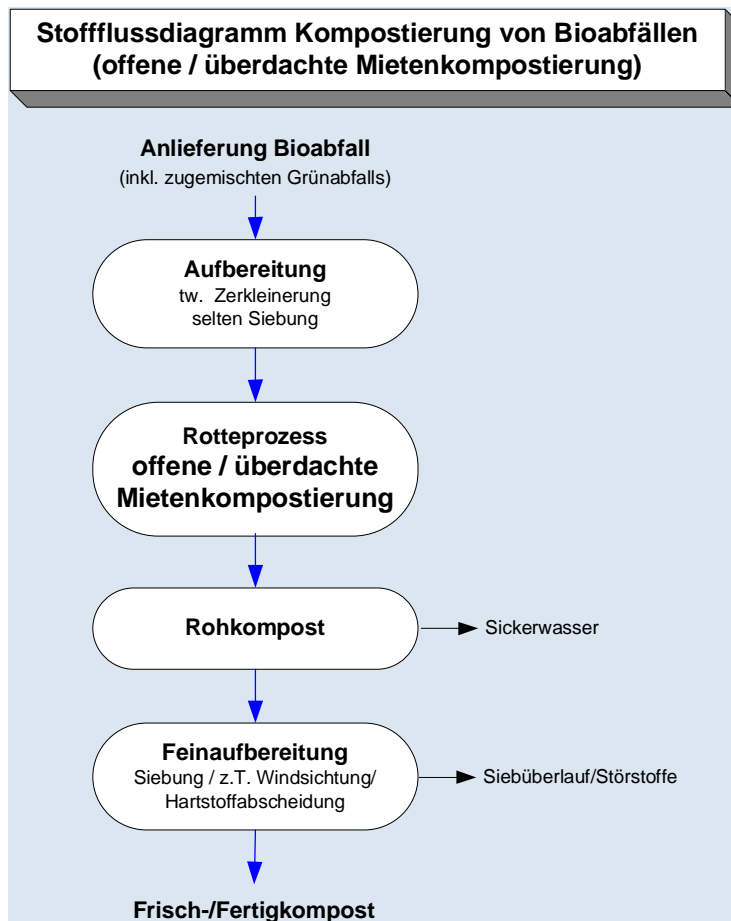


Abb. 9: Verfahrensschema der offenen bzw. überdachten Mietenkompostierung

Je nach Mietenform kommen heute unterschiedliche Umsetzaggregate zum Einsatz. Das regelmäßige Umsetzen der Mieten bzw. eine Zwangsbelüftung sind Voraussetzung für die Erzeugung eines hochwertigen Kompostes. Umsetzvorgänge erfolgen entweder mit dem Radlader oder mit speziellen Umsetzgeräten, die als seitlich gezogene oder als selbstfahrende Aggregate angeboten werden.

Die Anlagen, in denen eine Mietenkompostierung durchgeführt wird, werden als offene oder überdachte (teilüberdachte) Systeme betrieben. Der Rotteprozess dauert je nach Umsetzhäufigkeit etwa drei bis sechs Monate.



Abb. 10: Foto: Praxisbeispiel der überdachten Mietenkompostierung

### *Boxen-/Containerkompostierung (Abb. 11)*

Boxen- und Containerkompostierung sind im Verfahrensablauf sehr ähnlich. Bei beiden Verfahren erfolgt die Intensivrotte in einem abgeschlossenen zwangsbelüfteten Raum mit Belüftungsböden und vollständiger Abluftefassung.

Ziel dieser Intensivrotte ist es, in rund 14 Tagen einen großen Masseabbau und eine Hygienisierung der Abfälle zu erreichen. Nach Durchlaufen der Intensivrotte wird in der Regel ein Frischkompost erzeugt (Rottegrad II). Zur weiteren Aufbereitung und Erhöhung der Kompostqualität (Rottegrad III bis V) kann das Material anschließend einer Nachrotte in Form von z.B. Dreiecksmieten zugeführt oder erneut in den Bioreaktor verbracht werden.

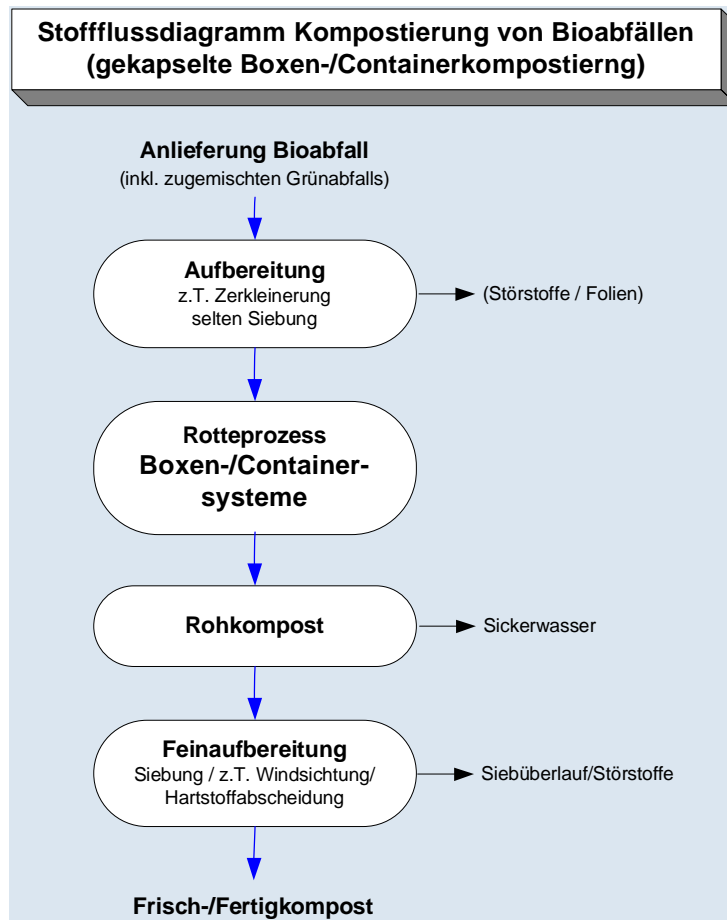


Abb. 11: Verfahrensschema der gekapselten Boxen-/Containerkompostierung



Abb. 12: Foto: Verfahrensschema der Boxenkompostierung (System HerHof)

### Tafelmietensysteme (Abb. 13)

Bei größeren Inputmengen werden aus Gründen der Reduzierung der Rotteflächen sowie zur Geruchsminimierung in der Regel gekapselte Rottesysteme in Form von Tafelmieten eingesetzt. Die Belüftung der Mieten erfolgt meist durch eine Zwangsbelüftung (Druck- oder Saugbelüftung) sowie zusätzliche Umsetzaggregate.

Beim Umsetzen wird das Rottegut von automatisch arbeitenden Koordinatenumsetzern aufgelockert. Während des Umsetzvorgangs kann bei verschiedenen Systemen der Rotteverlust kompensiert werden, sodass die Tafelmiete nach dem Umsetzvorgang wieder die Ausgangshöhe erreicht. Zudem kann das Material beim Umsetzvorgang befeuchtet werden. In 45 bis 90 Tagen kann ein Reifekompost erzeugt werden.

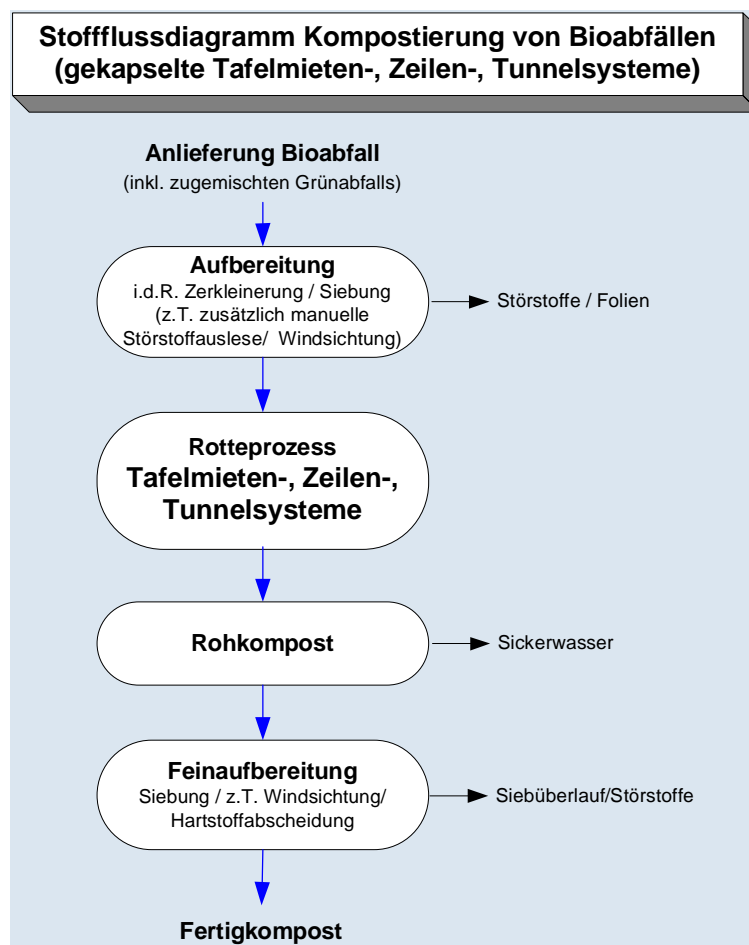


Abb. 13: Verfahrensschema der gekapselten Tafelmieten-, Zeilen- bzw. Tunnelkompostierung





Abb. 14: Foto: Verfahrensschema der geschlossenen Tafelmietenkompostierung mit Koordinatenumsetzer (System Bühler)

#### *Zeilen-/Tunnelkompostierung (Abb. 13)*

Bei der Zeilenkompostierung wird das Rottegut in nach oben offene Rottezeilen eingebracht, die durch feste Zwischenwände voneinander getrennt sind. Jede dieser Mieten wird separat belüftet und durch ein spezielles Umsetzgerät durch die Zeile „hindurch transportiert“.

Die Tunnelkompostierung verschließt die nach oben offenen Zeilen zu einem Tunnel, um so das Abluftvolumen zu reduzieren. Umsetz- und Belüftungstechnik sind analog der Zeilenkompostierung. Je nach gewünschtem Rottegrad dauert der Kompostierungsprozess zwischen zwei und zwölf Wochen.

Zusammenfassend sind die Anteile der in Deutschland am häufigsten verbreiteten Kompostierungsverfahren dargestellt (Abb. 15).

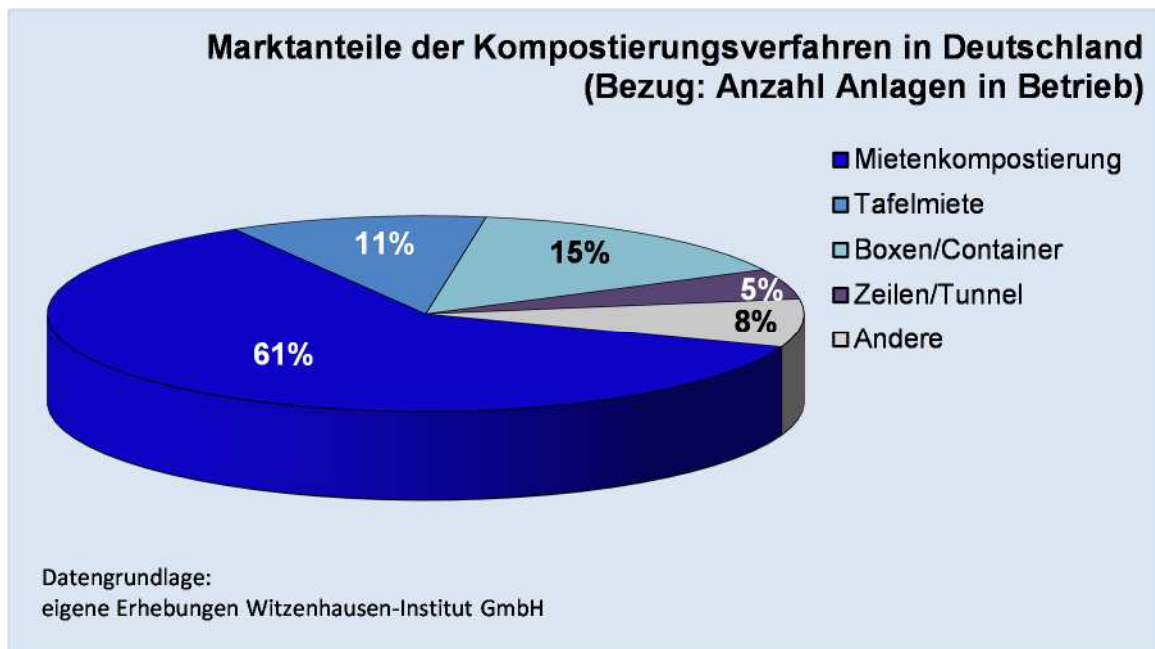


Abb. 15: Anteil der Kompostierungsverfahren in Deutschland

### 3.2 Stand der Kompostierung

Im Rahmen einer 2007 durchgeführten Erhebung hat das Witzenhausen-Institut 999 Kompostierungsanlagen identifiziert, wovon 497 als Bioabfallkompostierungsanlagen und 502 als reine Grünabfallkompostierungsanlagen mit einer genehmigten Kapazität von > 1.000 Mg/a konzipiert sind. Die Verteilung auf die Bundesländer zeigt Abb. 16.

Für die Länder Brandenburg, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen kann keine Differenzierung nach Bio- und Grünabfallkompostierung getroffen werden. Die Gesamtzahl der Anlagen und später auch die Angaben zu Kapazitäten und Inputströmen wurden der Bioabfallkompostierung zugeschlagen.

Die genehmigten absoluten Kapazitäten der Bio- und Grünabfallkompostierungsanlagen sind differenziert nach Bundesländer in Abb. 17 dargestellt.

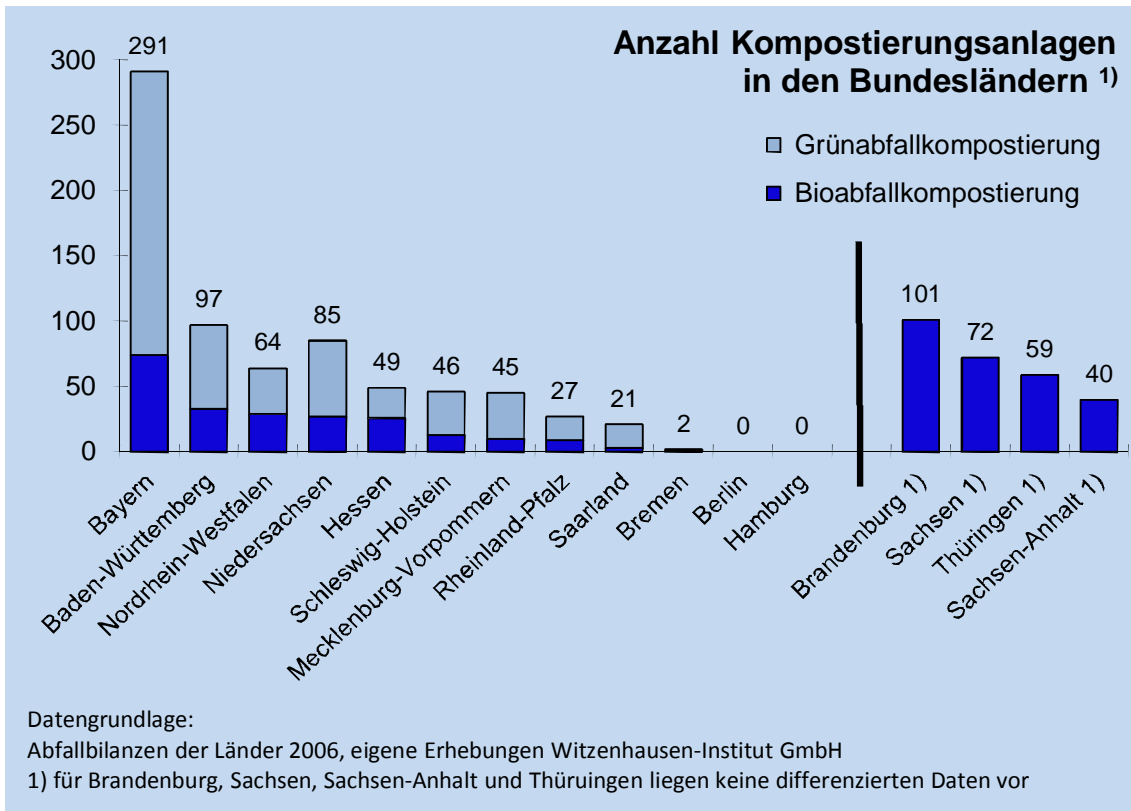


Abb. 16: Anzahl der Kompostierungsanlagen in den Bundesländern

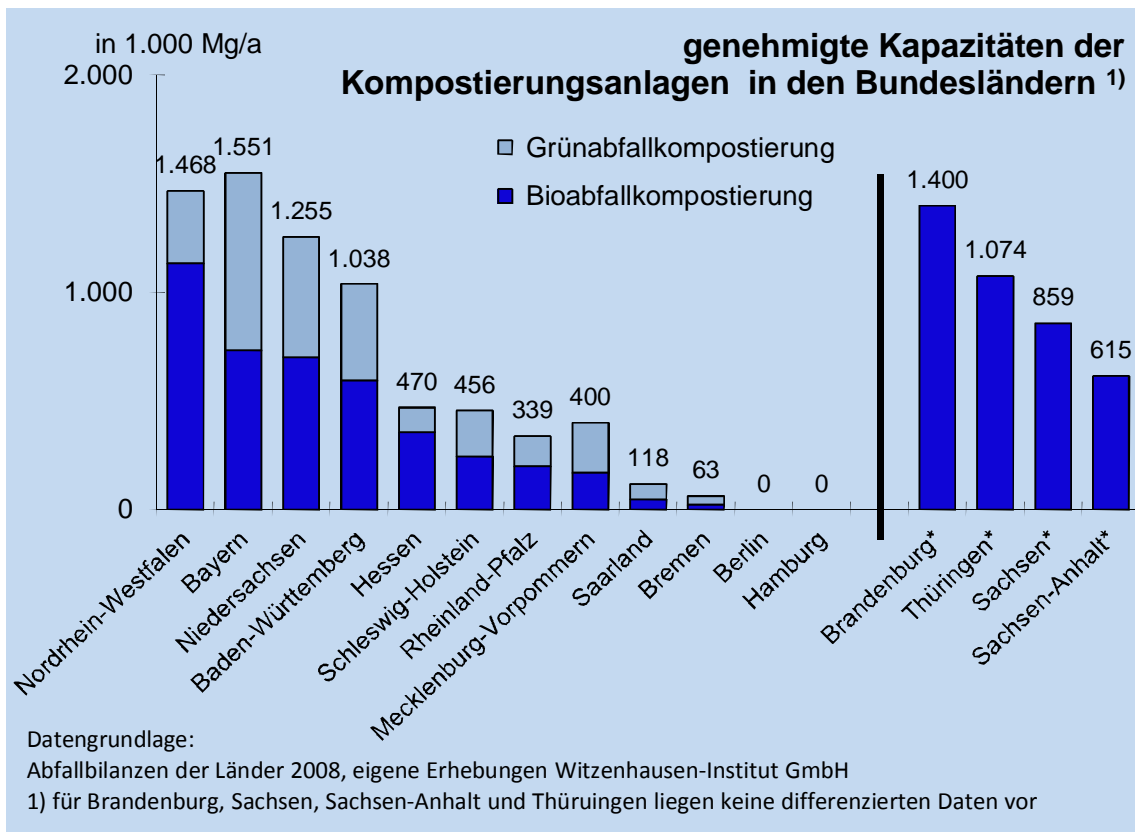


Abb. 17: Genehmigte Kapazitäten der Kompostierungsanlagen in den Bundesländern

## 4 Überblick über die technischen und betrieblichen Voraussetzungen im Hinblick auf die Prozessgängigkeit von BAW in Bioabfallkompostierungsanlagen

Biologisch abbaubare Werkstoffe werden z.B. in der Produktion von Einkaufstüten eingesetzt, die dann anschließend in den Haushalten für die Bioabfallsammlung verwandt werden können. Sie werden über die Bioabfallabfuhr gemeinsam mit den organischen Reststoffen der Behandlung bzw. Verwertung zugeführt. Inwieweit die verschiedenen biologischen Behandlungsverfahren auf die Prozessgängigkeit der BAW Einfluss nehmen, ist an Hand der beiden folgenden Fragestellungen zu beurteilen:

- Werden BAW bereits vor dem biologischen Behandlungsprozess z.B. über eine Siebung ausgeschleust?
- Reicht die jeweilige Behandlungsdauer aus, um BAW vollständig abzubauen?

Die Kompostierung von Bioabfällen kann mit verschiedenen Verfahren erfolgen. Allen gemeinsam ist jedoch die Hygienisierung der eingesetzten Materialien, die lt. geltender Bioabfallverordnung bei einer Temperatur von mindestens 55 °C über 2 Wochen oder während einer Woche bei 65 °C (bei geschlossenen Anlagen 60 °C) erfolgen muss. Zur Strukturverbesserung und damit zur besseren Kompostierbarkeit von Bioabfällen wird auch Grünschnitt verwendet.

Bei Anlagen, die eine **einfache Kompostierung** praktizieren, werden die Bioabfälle zusammen mit zerkleinerten Grünschnittabfällen zu Mieten (häufig unter Dach) aufgesetzt. Bei einer Intensivrottedauer zwischen 12 und 16 Wochen mit Hygienisierung werden die Mieten 4 bis 6 mal umgesetzt. Beim Umsetzungsprozess werden die Bioabfälle zunehmend zerkleinert. Der Intensivrotte schließt sich eine Nachrotte von 4 bis 6 Wochen an. Produziert wird in der Regel Fertigkompost, bei dem Störstoffe wie Folien, Metalle etc. nach dem Rotteprozess durch Absiebung abgetrennt werden. Im Bioabfall enthaltene BAWs durchlaufen den relativ langen Rotteprozess und werden vollständig abgebaut.

Kompostierungsverfahren mit höherem Durchsatzvolumen an Bioabfällen werden meist in **eingehausten, geschlossenen Kompostierungsanlagen** praktiziert. Zu unterscheiden sind statisch arbeitende Verfahren, wobei die Kompostierung in Boxen oder Containern ohne Umsetzung des Materials erfolgt, und dynamische Verfahren, bei denen die Abfälle in eingehausten Tunneln, Zeilen oder Tafelmieten kompostiert werden und Umsetzungen stattfinden. Auch hier werden i.d.R. zur Strukturverbesserung der Bioabfälle Grünschnittmaterialien hinzugegeben und anschließend die gesamten biogenen Abfälle zerkleinert.

	Einfache Kompostierung	Eingehauste Kompostierung	
		statische Kompostierung	dynamische Kompostierung mit Materialumsetzung
Kompostierungsbetrieb	offen, tw. überdacht ausgeführte Mietenkompostierung	gekapselt in Rotteboxen/-containern	gekapselte Tafel-/ Tunnel-/ Zeilenkompostierung in geschlossenen Hallen
Input	Bioabfälle, Grünschnitt	Bioabfälle, Grünschnitt	Bioabfälle, Grünschnitt
<b>Vorbehandlung</b>			
Zerkleinerung	meist nur Grünschnitt	alle biogenen Äbfälle	alle biogenen Abfälle
Handsortierung	nein	vereinzelt	vereinzelt
Folienabtrennung / Siebung	nein	i.d.R. nein	i.d.R. ja
<b>Kompostierung</b>			
Belüftung	nein	ja	ja
Umsetzung	4-6 mal i.d. Rottezeit	nein	ja
Dauer Intensivrotte	12-16 Wochen	10-14 Tage	8-12 Wochen
Dauer Nachrotte	4-6 Wochen	teilweise (dann meist 4 Wochen)	i.d.R. nein
Hygienisierung erreicht	ja	ja	ja
<b>Nachbehandlung</b>			
Siebung / Folienabtrennung	ja	ja	ja
<b>Endprodukte</b>			
Frischkompost	nein	ja	ja
Fertigkompost	ja	ja	ja
<b>Prozessgängigkeit BAW</b>			
Vorab-Ausschleusung durch Absiebung vor der Rotte	nein	i.d.R. nein	ja
ausreichende Rotte-dauer für den Abbau	ja	ja, wenn eine Nachrotte erfolgt	ja
Bewertung der Prozessgängigkeit	gut	überwiegend gut (Rotteprozess für den Abbau von BAW zu kurz, wenn Frischkompost vermarktet wird)	i.d.R. Vorab-Ausschleusung von BAW durch Absiebung

Abb. 18: Überblick über die technische Spezifikation der Bioabfallkompostierung im Hinblick auf die Mitverarbeitung von BAW

Kennzeichnend für die statisch arbeitenden Verfahren sind vergleichsweise kurze Intensivrottezeiten bis ca. 2 Wochen. Ist das Ziel die Erzeugung eines Fertigkomposts, schließt sich eine mehrwöchige Nachrotte an, in der BAW abgebaut werden können. Wird überwiegend Frischkompost vermarktet, entfällt meistens die für den Abbau der BAW wichtige Nachrotte. Bei statischen Verfahren erfolgt in der Regel eine Störstoffabtrennung nach der Kompostierung im Rahmen der Produktkonfektionierung.

Die dynamischen Verfahren weisen mit 8 bis 12 Wochen deutlich längere Intensivrottezeiten auf, was sich positiv auf die Abbaubarkeit von BAW auswirkt. Störstoffe wie Folien werden bei dynamisch arbeitenden Verfahren jedoch häufig bereits vor Prozessbeginn abgeschieden, sodass die im Bioabfall enthaltenen BAW vorher aussortiert werden.

Basierend auf voranstehenden Darstellungen der technischen Grundlagen wird zusammenfassend ein tabellarischer Überblick über die Prozessgängigkeit von BAW gegeben. Dies ist in Abb. 19 für den Zeitpunkt der Ausschleusung von BAW und die Dauer der biologischen Behandlung bei unterschiedlichen Verfahren der Bioabfallkompostierung aufgelistet.

<b>Behandlungsdauer und verfahrenstypische Ausschleusung von BAW</b>			
<b>Verfahren</b>	<b>Ausschleusung von BAW vor der biologischen Behandlung (Siebung, manuelle Strörstoffauslese, sonst. Strörstoffabtrennung)</b>	<b>Dauer der biologischen Behandlung</b>	<b>Siebung Kompost</b>
<b>Kompostierung</b>			
Offene und überdachte Mietenkompostierung	überwiegend nein	3-6 Monate	ja
Boxen-/Containerverfahren	überwiegend nein	2-8 Wochen	ja
Tafelmietenverfahren (gekapselt)	ca. die Hälfte der Anlagen	4-12 Wochen	ja
Zeilen-/Tunnelverfahren (gekapselt)	ca. die Hälfte der Anlagen	4-12 Wochen	ja

Abb. 19: Tabellarischer Überblick über die Behandlungsdauer und die verfahrenstypische Ausschleusung von BAW bei Kompostierungsverfahren

Entscheidend für die BASF ist hierbei, dass in einer relevanten Anzahl der gekapselten Tafelmieten-, Zeilen- und Tunnelkompostierungsanlagen BAW vorab als Störstoffe ausgeschleust werden.

Die gewählte Behandlungsdauer ist stark verfahrens- und produktspezifisch bestimmt. Statistisch abgesicherte Daten über die durchschnittliche Rottedauer der Bioabfallkompostierungsanlagen liegen nicht vor. Nach Angaben der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V., die ca. zwei Drittel der erzeugten Komposte in ihrer Gütesicherung betreut, werden ca. 41% (bezogen auf 2,9 Mio. Mg Kompost 2011) als Frischkompost vermarktet. Die Behandlungsdauer von Frischkompost ist deutlich kürzer als die von Fertigkompost.

Allerdings ist auch bei Frischkompost, der fast ausschließlich in die Landwirtschaft vermarktet wird, aufgrund der zeitlich begrenzten Einsatzmöglichkeiten in der Landwirtschaft zu berücksichtigen, dass er oftmals entsprechend zwischengelagert werden muss, bis er auf das Feld ausgebracht werden kann und somit sich die Rottezeiten entsprechend verlängern. Der Anteil an Frischkompost aus Bioabfall, der tatsächlich nur eine Gesamtrottedauer von weniger als vier Wochen aufweist, wird vergleichsweise gering eingeschätzt (ca. 10% des Kompostes).

Insgesamt wird die mittlere Prozess- und Rottedauer bei den Bioabfallkompostieranlagen in Deutschland auf ca. sechs Wochen abgeschätzt.

Nachstehend wird die Datenbasis von 497 Bioabfallkompostierungsanlagen daraufhin ausgewertet, inwiefern eine vorab-Ausschleusung von Störstoffen/BAW vor der biologischen Behandlung stattfindet. Aufgrund einer eingeschränkten Datenlage zur spezifischen Aufbereitungstechnik kann nur eine grobe Abschätzung vorgenommen werden. Als Datengrundlage der Auswertung konnten 275 Bioabfallkompostierungsanlagen ausgewertet werden. Gerade für viele kleinere Anlagen liegen keine hinreichenden Eckdaten vor.

Im Ergebnis zeigt sich, dass bei ca. 19% der Anlagen von einer Vorabsiebung von Störstoffen auszugehen ist, was jedoch ca. 31% der Verarbeitungsmengen entspricht (Abb. 20). Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Siebung insbesondere bei größeren, technischen Anlagen (oft Tafelmieten-, Zeilen- und Tunnelsysteme) installiert ist. Bei den sonstigen Anlagen handelt es sich um Sonderformen der Kompostierung, die in wenigen Altanlagen vorzufinden sind.

Abschätzung der Bedeutung der vorab-Ausschleusung von BAW bei Bioabfall-Kompostierungsanlagen (Datengrundlage 275 Anlagen)						
	Mieten	Boxen	Zeilen/Tunnel	Tafelmieten gekapselt	Sonstige*	SUMME
Anzahl Anlagen	163	52	22	31	7	<b>275</b>
Anlagendurchsatzleistung	1.340.000 Mg/a	490.000 Mg/a	290.000 Mg/a	640.000 Mg/a	310.000 Mg/a	<b>3.070.000 Mg/a</b>
<b>Anlagen mit Vorab-Ausschleusung von Störstoffen/Folien (Siebung)</b>						
% der Anlagen - Schätzwert	10%	15%	35%	45%	80%	<b>19%</b>
Anzahl	16	8	8	14	6	<b>51</b>
% der Kapazität - Schätzwert	15%	15%	50%	45%	75%	<b>31%</b>
Kapazität	201.000 Mg/a	74.000 Mg/a	145.000 Mg/a	288.000 Mg/a	233.000 Mg/a	<b>941.000 Mg/a</b>

Abb. 20: Abschätzung der Bedeutung vorab-Ausschleusung von Störstoffen/Folien bei Kompostierungsanlagen (Auswertung von 275 von 497 Bioabfallkompostierungsanlagen gesamt)

Bei den nicht berücksichtigten Anlagen werden viele kleinere Anlagen ohne Vorabsiebung vertreten sein. Es wird für die Gesamtanzahl der Bioabfallkompostierungsanlagen geschätzt, dass eine Vorabsiebung in 10-15% der Anlagen, entsprechend etwa 20-25% der verarbeiteten Mengen durchgeführt wird.

Ebenfalls zu berücksichtigen ist, dass aus der Absiebung abgetrenntes Über- oder Mittelkorn (inklusive strukturreicher holziger Materialien sowie möglicher Kunststoffe) oftmals wieder als strukturgebendes Material in den Rotteprozess eingebracht wird. Insbesondere dann, wenn ein Mangel an Strukturmaterial (z.B. Grünabfall) besteht. Allerdings kann diese Rückführung nur begrenzt durchgeführt werden, da dies sonst zwangsläufig zu einer Aufkonzentration der Störstoffe führen würde.



## 5 Zusammenfassung

1. Mit ca. 9 Mio. Tonnen bzw. 110 kg Bio- und Grünabfall je Einwohner und Jahr stellen die Bioabfälle die größte Wertstofffraktion dar (jeweils ca. die Hälfte Bio- bzw. Grünabfall). Hierbei gibt es allerdings große regionale Unterschiede.
2. Die real an eine Biotonne angeschlossene Anzahl Einwohner liegt unter 50%. Etwa ein Viertel der Kreise und Städte bietet überhaupt keine Biotonne an, dort wo die Biotonne angeboten wird liegt die mittlere Anschlussquote bei ca. 56%.
3. Es ist davon auszugehen, dass ein theoretisches Potenzial von ca. 5 Mio. Tonnen nativ-organischer Abfälle (Bioabfälle) im Restmüll verbleiben, wovon ca. 1 bis 2 Mio. Tonnen noch erschlossen werden könnten.
4. Die Novellierung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes hat den Ausbau der Getrennterfassung von Wertstoffen zum Ziel, insbesondere auch die Ausweitung der Getrenntsammlung von Bioabfällen. Spätestens ab dem 01.01.2015 wird die getrennte Sammlung von Bioabfällen in §11 Absatz 1 zwingend vorgeschrieben. Allerdings ist gegenwärtig unklar, wie die Ermächtigung (§11 Absatz 2) zur Festlegung umgesetzt werden wird, Hierbei stehen folgende Themen im Vordergrund:
  - Definition der Bioabfälle, die getrennt erfasst werden müssen,
  - Anforderungen an die getrennte Sammlung sowie
  - Anforderungen an die Behandlung.
5. Für die Prozessgängigkeit von BAW sind folgende zwei Faktoren entscheidend.
  - Das Material wird nicht vor dem biologischen Prozess ausgeschleust.
  - Das Material hat eine genügend lange Verweilzeit im biologischen Prozess.
6. Alle Kompostierungsanlagen führen bei der Annahme bzw. der Aufgabe des Materials in den Prozess eine Sichtkontrolle auf grobe Verunreinigungen durch, die dann ausgeschleust werden. Weitergehend wird abgeschätzt, dass in ca. 10% bis 15% der Anlagen bzw. bei 20% bis 25% der behandelten Bioabfälle vor der eigentlichen Kompostierung Störstoffe, einschl. größerer Kunststoffpartikel, abgetrennt werden (Zerkleinerung, Absiebung).
7. Was mit der abgeseibten Störstoff-/Kunststofffraktion letztendlich passiert, wird maßgeblich durch wirtschaftliche Faktoren vor Ort bestimmt. Kann (was in der Regel der Fall sein dürfte) auf eine kostengünstige energetische Verwertung zurück gegriffen werden, wird dieser Stoffstrom Müllheizkraftwerken, EBS-Anlagen oder Biomassekraftwerken zugeführt. Ist dies nicht möglich, werden die Stoffströme weiter biologisch behandelt. In diesem Fall erfolgt eine weitere Abtrennung der Störstoffe zum Prozessende.
8. Statistisch abgesicherte Daten über die durchschnittliche Rottedauer der Bioabfallkompostierungsanlagen liegen nicht vor. Insgesamt wird die mittlere Prozess- und Rottedauer bei den Bioabfallkompostanlagen in Deutschland auf ca. sechs Wochen abgeschätzt.