

07.14



Fachzeitschrift
für Abfall-
und
Ressourcen-
wirtschaft

46. Jahrgang
Juli 2014
Seite 356–360

www.MUELLundABFALL.de

Sonderdruck

Bioabfallpotenzial im Hausmüll

Modellbetrachtung zur Steigerung der Erfassung von Bioabfällen aus dem Hausmüll

Bio waste potential in household waste

Modeling of collection increase of bio waste from household waste

Michael Kern und Jörg Siepenkothen

Bioabfallpotenzial im Hausmüll

Modellbetrachtung zur Steigerung der Erfassung von Bioabfällen aus dem Hausmüll

Bio waste potential in household waste

Modeling of collection increase of bio waste from household waste

Michael Kern und Jörg Siepenkothén



Michael Kern
Studium Landwirtschaft und Ökologische Umweltsicherung an der FH Nürtingen und der Universität Kassel, Promotion 2006, vier Jahre wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Abfallwirtschaft und Recycling, Universität Kassel, seit 1990 Geschäftsführender Gesellschafter der Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, Mitherausgeber der Fachbuchreihe „Abfall-Wirtschaft“ sowie Autor vieler Fachpublikationen im Bereich Abfallwirtschaft und biologische Abfallbehandlung



Jörg Siepenkothén
Studium der Geographie mit Fachrichtung Landschaftsökologie an der WWU Münster, Aufbaustudium Ökologische Umweltsicherung an der Universität Kassel, seit 1997 Projektleiter im Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH

Zusammenfassung

Die Modellbetrachtung auf der Grundlage von Hausmüllanalysen zeigt, dass bundesweit noch ca. 4,7 Mio. Mg Bioabfälle im Hausmüll verbleiben. Dies entspricht ca. 39 % des gesamten Hausmüllaufkommens (ohne Geschäftsmüll). Demnach sind bei ca. der Hälfte der Bundesländer mehr Bioabfälle im Hausmüll als getrennt über die Biotonne erfasst werden. Möglichkeiten zur Abschöpfung dieses Potenzials wurden mittels verschiedener Umsetzungsszenarien der Biogutsammlung betrachtet. Bei dem Modell standen neben der flächendeckenden Einführung einer Biotonne gemäß § 11 KrWG insbesondere die Ausweitung der Erfassung haushaltsstämmiger Küchen- und Nahrungsabfälle sowie verpackter Lebensmittel im Vordergrund.

Als Ergebnis zeigt sich, dass die alleinige formale Umsetzung der Getrenntsammlung von Bioabfall das vorhandene Potenzial bei Weitem nicht erschließen kann. Lediglich ca. 3,6 % der Bioabfälle im Hausmüll könnten bei dem minimalen Szenario (Szenario 1 min) erschlossen werden. Mit Intensivierung der Sammelleistung können bis zu 17 % erfasst werden. Erst mit einer verstärkten Erfassung von Küchen- und Nahrungsabfällen durch kompostierbare Bioabfallsammelbeutel können ca. ein Viertel bis ein Drittel der im Hausmüll enthaltenen Bioabfälle erschlossen werden.

Unterstellt man, dass die zusätzlich erfassten Bioabfallmengen vollständig der Bioabfallvergärung zugeführt werden, ergeben sich zusätzliche Biogaserträge je nach Szenario von 26 bis 250 Mio. Nm³ Biogas. Der zusätzlich daraus gewonnene elektrische Strom reicht für 16.500 bis 144.000 Vierpersonenhaushalte.

Summary

The modelling of bio waste presented in this paper is based on numerous household waste analyses and shows that the residual waste from German households still contains about 4.7 million tons of organic waste, i.e. 39 % of the total quantity of domestic residual waste (without business waste). This means that in about 50 % of the German Federal States more organic waste is collected with the residual waste than via the separate collection of bio waste. Options to fully utilise the existing potential were analysed based on various implementation scenarios for the collection of bio waste. Apart from the nationwide introduction of a bio waste bin conformable to § 11 of the Recycling Management and Waste Law the model also considers an increased collection of kitchen and food waste from households as well as packaged foodstuffs.

Results clearly show that the formal implementation of separate collection of bio waste alone, can by far not tap

the existing potential. Only about 3.6 % of the bio waste in household waste would be captured under these conditions analysed in a minimum scenario. Even with intensified collection efficiency, only 17 % could be collected. It is only with an expanded collection of kitchen and food waste supported by the use of biodegradable collection bags that a quarter to one third of the bio waste in residual waste can be collected separately.

Assuming that the additionally collected amounts of bio waste are utilized via bio waste fermentation plants, an additional output between 26 and 250 million Nm³ of biogas (depending on scenario) would be realized. The generated additional electricity is sufficient for 16,500 up to 144,000 average (4 person) households.

1. Veranlassung und Vorgehensweise

In Deutschland werden jährlich ca. 4,4 Mio. Mg Bioabfälle (2012) aus privaten Haushalten über die Biotonne erfasst. Dies entspricht einem spezifischen Bioabfallaufkommen von ca. 54 kg pro Einwohner und Jahr (bezogen auf alle Einwohner der Bundesrepublik). Dennoch verbleibt eine sehr große Menge Bioabfälle im Hausmüll. Insbesondere Küchen- und Nahrungsabfälle werden heute sehr schlecht erfasst und überwiegend über den Hausmüll entsorgt. Dies gilt auch für die Gebiete, die eine Biotonne eingeführt haben.

Bei der Umsetzung der Kaskadennutzung von Bioabfällen (energetische Nutzung in Form von Biogas und stoffliche Nutzung in Form von Kompost) zeigt sich mehr und mehr, dass die Biogasausbeute unbefriedigend ist. Die realisierten Biogaserträge bleiben oftmals deutlich unter den erwarteten Biogasmengen zurück. In diesem Zusammenhang ist festzustellen, dass die spezifischen Biogaserträge bei der Restabfallbehandlung (anaerobe MBA-Anlagen) i. d. R. höher sind als bei der Behandlung getrennt erfasster Bioabfälle. Dies ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass die sehr biogasreichen Nahrungs- und Küchenabfälle im Restabfall verbleiben und erst gar nicht in die Biotonne gelangen.

Vor diesem Hintergrund werden in dem nachfolgend dargestellten Stoffstrommodell die Mengen der über den Hausmüll entsorgten Bioabfälle ermittelt sowie verschiedene Varianten der zusätzlichen Erfassung von Bioabfällen modelliert. Hierbei wird eine flächendeckende Umsetzung der Getrenntsammlung von Bioabfällen mittels Biotonne sowie eine zusätzliche Steigerung der Erfassung von Küchen- und Nahrungsabfällen durch kompostierbare Bioabfallsammelbeutel betrachtet. Den Bürgerinnen und Bürgern muss ein bequemes und sauberes System für Erfassung und Transport dieser Materialien zur Verfügung stehen. Denn in verschiedenen Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass durch den Einsatz kompostierbarer Bioabfallsammelbeuteln die Akzeptanz der separaten Erfassung von Küchen-/Nahrungsabfällen gesteigert werden kann und somit höhere Abschöpfungsraten von Bioabfällen erreicht werden¹. Damit ist zu erwarten, dass auch die spezifischen Biogaserträge steigen.

¹ Manfred Kanthak und Frieder Söling 2012: Bewertung des Einsatzes von kompostierbaren Sammelbeuteln aus ecovio® Material in einer Großstadt in Hinblick auf Akzeptanz, Mengensteigerung und Fehlwurfanteil. In: Müll und Abfall 8/121

Grundlage für das Modell waren umfangreiche Hausmüllanalysen, die das Witzenhausen-Institut in den vergangenen Jahren in Städten und Landkreisen mit und ohne Biotonne bundesweit durchgeführt hat. Die so ermittelten Hausmüllzusammensetzungen wurden auf verschiedene Siedlungsstrukturen heruntergebrochen. Zudem wurden weitere abfallwirtschaftliche Rahmenbedingungen berücksichtigt, sodass insgesamt die Hausmüllzusammensetzungen von 28 Modellclustern ermittelt werden konnten. Jeder der 388 öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger (örE) in Deutschland wurde anschließend einem Modellcluster zugeordnet.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass sich das Modell nur auf die im Hausmüll enthaltenen Bioabfälle bezieht und nicht die Gesamterfassungsleistung an Bioabfällen über die Biotonne beschreibt. Bei den dargestellten zusätzlich getrennt erfassten Bioabfällen aus dem Hausmüll müssten demzufolge noch entsprechende Mengen Bioabfälle aus dem Garten hinzugerechnet werden.

Grundlage der Potenzialermittlung war das in den jeweiligen Abfallbilanzen der Länder ausgewiesene Restabfallaufkommen (Hausmüll inklusive Geschäftsmüll), das sich 2012 insgesamt auf 14,1 Mio. Mg bzw. 173 kg je Einwohner und Jahr belief. Nach Abschätzungen des Witzenhausen-Instituts sind darin ca. 1,9 Mio. Mg Geschäftsmüll enthalten, sodass die tatsächliche geschäftsmüllbereinigte Hausmüllmenge ca. 12,2 Mio. Mg ausmacht. Der Anteil des Geschäftsmülls am Restabfall nimmt in der Regel proportional zur Einwohnerdichte zu. Für die entsprechenden Cluster wurden die Geschäftsmüllanteile abgeschätzt und das Restabfallaufkommen entsprechend reduziert.

2. Entwicklung des Stoffstrommodells für Bioabfälle im Hausmüll

Zur Bewertung der im Hausmüll enthaltenen Bioabfälle wurde ein Modell entwickelt, das den Verbleib der Bioabfälle im Hausmüll quantifiziert. Basis für dieses Stoffstrommodell ist die umfangreiche interne Datensammlung des Witzenhausen-Instituts zu Mengen, Qualitäten und Zusammensetzungen von Rest- und Bioabfällen aus privaten Haushalten, die auf der Grundlage von bundesweit durchgeführten Hausmüllanalysen (in 25 örE mit ca. 6 Mio. Einwohnern) erarbeitet wurde.

Unter Bioabfällen werden hier in Anlehnung an das KrWG folgende in privaten Haushalten anfallende Stoffströme betrachtet:

- 1. Garten- und Parkabfälle (Gartenabfälle)
- 2. Küchenabfälle aus Haushaltungen (i. d. R. vor Kochtopf)
- 3. Nahrungsabfälle aus Haushaltungen (Nahrungsabfälle, i. d. R. nach Kochtopf/Teller)
- 4. Verpackte Lebensmittel (nach Art, Beschaffenheit oder stofflichen Eigenschaften vergleichbar zu Nahrungsabfällen)

Bei dem Modell wurden die relevanten strukturellen und logistischen Parameter, die Einfluss auf Mengen und Entsorgungswege von Bioabfällen haben, ermittelt und in das Modell eingearbeitet.

Cluster Region	Siedlungsstruktur		Anzahl örE	Einwohner	Fläche km²	E/km² Ø
1	ländliche Regionen	bis 150 E/km²	148	21.180.714	219.311	97
2	ländlich dichter bes. Regionen	> 150 bis 750 E/km²	143	32.337.151	121.027	267
3	städtische Regionen	>750 bis 1.750 E/km²	69	12.691.790	11.284	1125
4	großstädtische Regionen	> 1.750 E/km²	28	15.474.179	5.698	2716
Summe			388	81.683.833	357.319	

Tabelle 1
Verteilung der örE und Einwohner auf die Siedlungsstrukturen (Cluster Region)

2.1 Siedlungsstrukturen (Regionen)

Zunächst wurden die 388 örE entsprechend ihrer Siedlungsstruktur in vier verschiedene Regionen geclustert:

- ◆ ländliche Region (< 150 E/km²)
- ◆ dichter besiedelte ländliche Region (150 bis 750 E/km²)
- ◆ städtische Region (750 bis 1.750 E/km²)
- ◆ großstädtische Region (> 1.750 E/km²)

Daraus ergibt sich die in Tabelle 1 dargestellte Verteilung der örE/Einwohner auf die Siedlungsstrukturen.

2.1.1 Ländliche Regionen

Die ländlichen Regionen sind gekennzeichnet durch eine nur geringe Einwohnerdichte und eine große räumliche Ausdehnung (Flächenlandkreise), was lange Fahrstrecken für die Einsammlung der Abfälle bedeutet. Größere verdichtete Strukturen gibt es hier gewöhnlich nicht. Circa 90 % der Wohngebäude sind Ein- und Zweifamilienhäuser, die zumeist über einen Garten verfügen. Insgesamt können 38 % der örE bzw. 26 % der Einwohner dieser Struktur zugeordnet werden.

Strukturelle und logistische Parameter fließen in das Stoffstrommodell ein.

2.1.2 Ländlich dichter besiedelte Regionen

In den ländlich dichter besiedelten Regionen leben knapp 40 % der Einwohner, etwa 37 % der örE sind dieser Struktur zuzurechnen. Sie schließen häufig an Ballungsräume an, sind gekennzeichnet durch eine geringere Flächenausdehnung und verfügen gemeinhin zumindest über eine größere Stadt im Kreisgebiet. Circa 85 % der Wohngebäude sind Ein- und Zweifamilienhäuser, die i. d. R. über einen Garten verfügen.

2.1.3 Städtische Regionen

Die städtischen Regionen beinhalten sowohl kleine eigenständige Städte als auch Großstädte mit bis zu 500.000 Einwohnern sowie auch ein paar stark verdichtete Landkreise in unmittelbarerem Anschluss an Ballungsräume. Neben den stark verdichteten innerstädtischen Bereichen finden sich hier zumeist ausgedehnte städtische Randbereiche mit Einzelhäusern sowie bei den größeren Städten auch Großwohnsiedlungen. Circa 70 % der Wohngebäude sind Ein- und Zweifamilienhäuser, ca. 30 % der Wohngebäude sind Mehrfamilienhäuser, die i. d. R. nicht über einen Garten verfügen. Insgesamt können 18 % der örE bzw. 16 % der Einwohner dieser Struktur zugeordnet werden.

Cluster Biotonne	Biotonnenanschluss	ÖRE	Einwohner	ÖRE %	Einwohner %
1	Biotonne flächendeckend	281	62.834.634	72,4	76,9
2	Biotonne in Teilgebieten	35	8.323.282	9,0	10,2
3	keine Biotonne	72	10.525.917	18,6	12,9
Summe		388	81.683.833	100,0	100,0

Tabelle 2
Anschluss an die Biotonne (Cluster Biotonne)

2.1.4 Großstädtische Regionen

Die großstädtischen Regionen umfassen alle großen Städte in den alten Bundesländern, die Hälfte davon in Nordrhein-Westfalen. In den neuen Bundesländern entspricht nur Berlin den großstädtischen Kriterien. Die großstädtischen Regionen sind durch große stark verdichtete innerstädtische Bereiche gekennzeichnet; die hier herrschenden räumlichen Verhältnisse lassen nur wenig Spielraum für separate Abfallbehälter. Zudem findet sich hier in den städtischen Randbereichen eine Vielzahl

Die stark verdichteten Bereiche lassen wenig Spielraum für zusätzliche Abfallbehälter.

von Großwohnsiedlungen. Circa 45 % der Wohngebäude sind Mehrfamilienhäuser, die gewöhnlich nicht über einen Garten verfügen. Insgesamt können 7 % der öRE bzw. 19 % der Einwohner dieser Struktur zugeordnet werden.

2.2 Umsetzung der Biotonne bei den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern

In Deutschland gibt es 388 öRE. Für die Bioabfallentsorgung wurden drei Fälle unterschieden:

- ◆ öRE mit einer flächendeckenden Biotonne
- ◆ öRE, in denen die Biotonne in Teilgebieten vorhanden ist
- ◆ öRE ohne Biotonne

Wie in Tabelle 2 dargestellt, bieten insgesamt 281 öRE die Biotonne flächendeckend an (Stand 2012), in 35 öRE ist die Biotonne in Teilgebieten verfügbar und 72 öRE bieten keine Biotonne an. Eine separate Grüngutfassung ist – wenn auch sehr unterschiedlich in ihrem Komfort – in allen öRE vorhanden.

Cluster Region	Siedlungsstruktur	Cluster Biotonne	Biotonnenanschluss	ÖRE	Einwohner	ÖRE %	Einwohner %
1	ländliche Regionen	1	Biotonne flächend.	85	12.323.614	57,4	58,2
		2	Biotonne in Teilgeb.	16	2.702.074	10,8	12,8
		0	keine Biotonne	47	6.155.026	31,8	29,1
2	ländlich dichter besiedelte Regionen	1	Biotonne flächend.	115	25.028.070	80,4	77,4
		2	Biotonne in Teilgeb.	12	4.006.266	8,4	12,4
		0	keine Biotonne	16	3.302.815	11,2	10,2
3	städtische Regionen	1	Biotonne flächend.	57	11.074.322	82,6	87,3
		2	Biotonne in Teilgeb.	5	870.285	7,2	6,9
		0	keine Biotonne	7	747.183	10,1	5,9
4	großstädtische Regionen	1	Biotonne flächend.	24	14.408.628	85,7	93,1
		2	Biotonne in Teilgeb.	2	744.657	7,1	4,8
		0	keine Biotonne	2	320.894	7,1	2,1

Tabelle 3
Umsetzung der Biotonne in den verschiedenen Siedlungsstrukturen

Auch bei den öRE, die nach eigenen Angaben die Biotonne „flächendeckend“ anbieten, gibt es keinen hundertprozentigen Anschlussgrad. Wie hoch dieser Anschlussgrad tatsächlich ist, ist nur sehr schwer zu beziffern, da auch bei den öRE hierzu in der Regel keine genauen Zahlen, sondern nur Schätzungen vorliegen. Auch die Bezugsgröße, auf die sich der Anschlussgrad bezieht, ist unterschiedlich (Einwohner, Gebührenschuldner, Grundstück). Gemein ist allen öRE des Clusters 1, dass die Bürger zumindest theoretisch die Möglichkeit haben, eine Biotonne zu nutzen. Nach Recherchen des Witzenhausen-Instituts liegt der mittlere Anschlussgrad an die Biotonne zwischen 50 und 60 %.

In Deutschland wird somit in ca. 19 % der öRE bzw. 10,5 Mio. Einwohnern keine Biotonne angeboten; in ca. 9 % der öRE (8,3 Mio. Einwohner) wird die Biotonne nur in Teilgebieten angeboten. Etwa 63 Millionen Bürger leben in Regionen, in denen die Biotonne grundsätzlich flächendeckend angeboten wird. Unter Berücksichtigung des realen Anschlussgrads haben auch in diesen Gebieten weitere ca. 30 Millionen Bürger keine Biotonne. Insgesamt haben somit ca. 45 Millionen Bürger – und damit mehr als die Hälfte aller Einwohner – keine Biotonne.

Geht man nun davon aus, dass die erfassten 4,4 Millionen Mg Biogut von lediglich ca. 37 Millionen Einwohnern stammen, ergibt dies eine mittlere Erfassungsleistung von 119 kg Biogut je Einwohner und Jahr. Bei dieser vergleichsweise hohen Zahl muss weiterhin berücksichtigt werden, dass auch von Biotonnennutzern erhebliche Mengen an Küchen- und insbesondere Nahrungsabfällen über den Hausmüll entsorgt werden, sodass das einwohnerspezifische Potenzial noch deutlich höher liegen dürfte.

Tabelle 3 zeigt die Bioguterfassung in Deutschland differenziert nach Siedlungsstruktur. Die meisten öRE ohne Biotonne finden sich in der ländlichen Region. Mit zunehmender Verdichtung steigt der Anteil der Einwohner in den Regionen, welche die Möglichkeit haben, eine Biotonne zu nutzen.

Die öRE mit separater Biogutsammlung (Biotonne) erfassen im Mittel ca. 67 kg je Einwohner und Jahr. Aber auch innerhalb der Siedlungsstrukturen sind deutliche Unterschiede in der Bioguterfassungsleistung feststellbar, die Rückschlüsse auf die Intensität der Nutzung der Biotonne durch die Bürgerinnen und Bürger sowie den Anschlussgrad geben. Dies wiederum hat direkte Auswirkungen auf die im Hausmüll verbliebene Bioabfallmenge.

In dem Modell wurden jeweils Gruppen mit drei verschiedenen Nutzungsintensitäten in den Siedlungsstrukturen betrachtet:

Durchschnittliche Nutzungsintensitäten	öRE mit einer Bioguterfassungsmenge +/- 30 % des Durchschnittswerts
Hohe Nutzungsintensitäten	öRE mit einer Bioguterfassungsmenge > 30 % des Durchschnittswerts
Geringe Nutzungsintensitäten	öRE mit einer Bioguterfassungsmenge < 30 % des Durchschnittswerts

Aus diesen Einflussfaktoren für die Bioabfallmengen im Hausmüll ergaben sich insgesamt 28 verschiedene Fallkombinationen (Cluster). Basierend auf den Ergebnissen der Hausmüllanalysen konnte jedem dieser

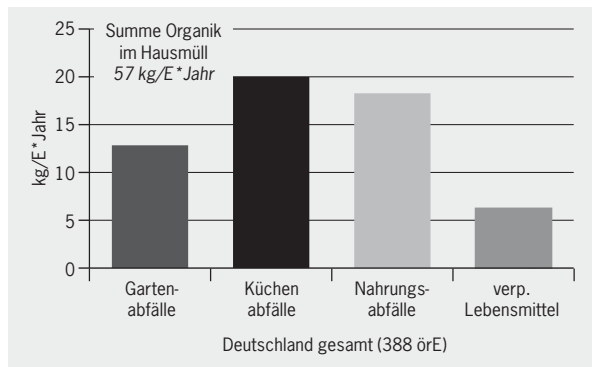


Abbildung 1
Durchschnittliche Zusammensetzung der Bioabfälle im Hausmüll (kg/E*Jahr) (Auswertung der 388 öRE)

Cluster eine entsprechende mittlere Bioabfallmenge im Hausmüll zugeordnet werden. Anschließend wurde jeder der 388 öRE einem Cluster zugeordnet.

3. Ergebnisse

Als Ergebnis der Modellberechnung zeigt sich, dass noch ca. 39 % der 12,2 Mio. Mg Hausmüll aus Bioabfällen bestehen. Dies entspricht einer Gesamtmenge von ca. 4,7 Mio. Mg Bioabfall bzw. einer spezifischen Bioabfallmenge von ca. 57 kg/E*Jahr (in den einzelnen öRE variiert diese Menge zwischen ca. 15 und bis zu ca. 100 kg/E*Jahr).

Die im Hausmüll enthaltenen Bioabfälle setzen sich wie in Abb. 1 dargestellt zusammen. Der überwiegende Teil der Bioabfälle stammt direkt aus den Haushalten, nur etwa ein Fünftel stammt aus Gärten. Der haushaltsstämmige Bioabfallanteil setzt sich aus ähnlich großen Anteilen Küchenabfälle (Obst- und Gemüschalen, verdorbenes Obst und Gemüse, Teebeutel, Kaffeefilter etc.) und Nahrungsabfälle (gekochte und fleischhaltige Lebensmittel, Backwaren, Käse, Milchprodukte, Knochen, Gräten etc.) zusammen. Dazu kommt noch ein etwas kleinerer Anteil verpackter Lebensmittel (volle und teilentleerte Lebensmittelverpackungen).

Eine Betrachtung der Bioabfallmengen im Hausmüll differenziert nach Bundesländern zeigt deutliche Unterschiede (Abb. 2). Bei jeweils ca. der Hälfte der Bundesländer (incl. Stadtstaaten) wird mehr Bioabfall über den Restmüll entsorgt als über die Biotonne getrennt erfasst bzw. umgekehrt (Abb. 3).

4. Modell zur Steigerung der Bioabfallerfassung aus dem Hausmüll

In dem nachfolgend entwickelten Modell sollen nun verschiedene Umsetzungsszenarien der Bioguterfassung dargestellt und bewertet werden. Hierbei wird nur der aus dem Hausmüll abschöpfbare Anteil an Bioabfällen betrachtet. Zu erwartende komplementäre Bioabfallmengen aus dem Garten werden nicht berücksichtigt. Die folgenden Umsetzungsszenarien basieren auf folgenden Annahmen:

◆ Szenario 1 (Min):
Flächendeckende Umsetzung der Bioguterfassung (minimale Umsetzung)

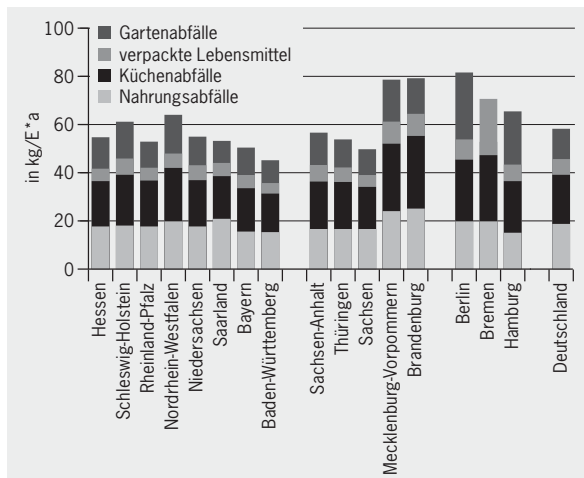


Abbildung 2
Durchschnittliche spezifische Mengen und Zusammensetzung der Bioabfälle im Hausmüll (kg/E*Jahr) differenziert nach Bundesländern

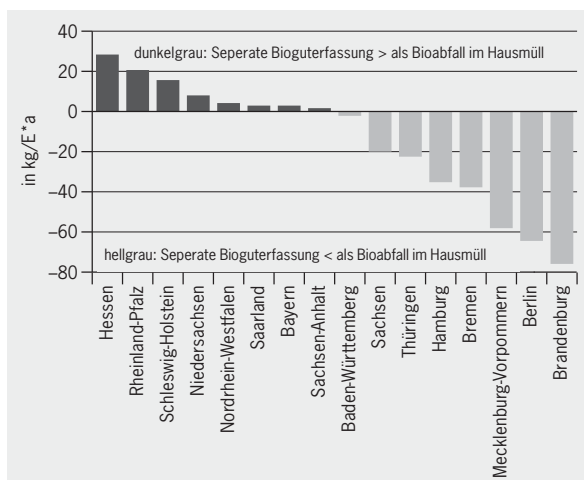


Abbildung 3
Vergleich der getrennt erfassten Biogutmengen zu Bioabfallmengen im Hausmüll in den Bundesländern (kg/E*Jahr)

- ◆ die Biotonne wird in allen öRE flächendeckend eingeführt
- ◆ öRE ohne Biotonne erreichen das Niveau der öRE mit geringer Nutzungsintensität
- ◆ öRE mit Biotonne in Teilgebieten erreichen das Niveau der öRE mit durchschnittlicher Nutzungsintensität

◆ Szenario 1 (Mid):

Flächendeckende Umsetzung der Bioguterfassung (mittlere Umsetzung)

- ◆ die Biotonne wird in allen öRE flächendeckend eingeführt
- ◆ öRE ohne Biotonne erreichen das Niveau der öRE mit durchschnittlicher Nutzungsintensität
- ◆ öRE mit Biotonne in Teilgebieten erreichen das Niveau der öRE mit hoher Nutzungsintensität

◆ Szenario 2:

Intensivierte flächendeckende Umsetzung der Bioguterfassung (mittlere Umsetzung) auf der Grundlage Szenario 1 (Mid), jedoch zusätzlich ...

- ◆ öRE mit geringer Nutzungsintensität erreichen das Niveau der öRE mit durchschnittlicher Nutzungsintensität
- ◆ öRE mit durchschnittlicher Nutzungsintensität erreichen das Niveau der öRE mit hoher Nutzungsintensität
- ◆ öRE mit hoher Nutzungsintensität reduzieren zusätzlich ihren Bioabfallanteil im Hausmüll um 10 %

Abbildung 4
Gegenüberstellung Bioabfälle im Hausmüll und abgeschöpfte Bioabfälle nach den Umsetzungs- und Intensivierungsszenarien

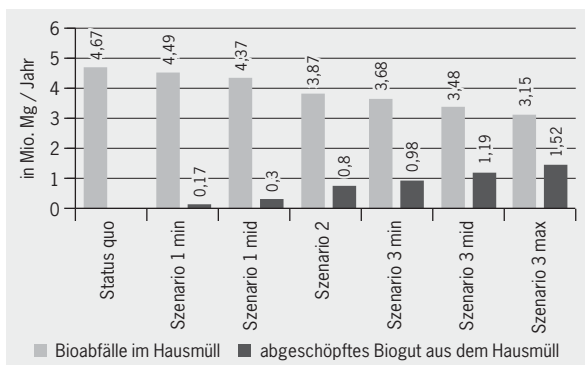


Abbildung 5
Im Hausmüll verbleibende spezifische Bioabfallmengen differenziert nach den Szenarien

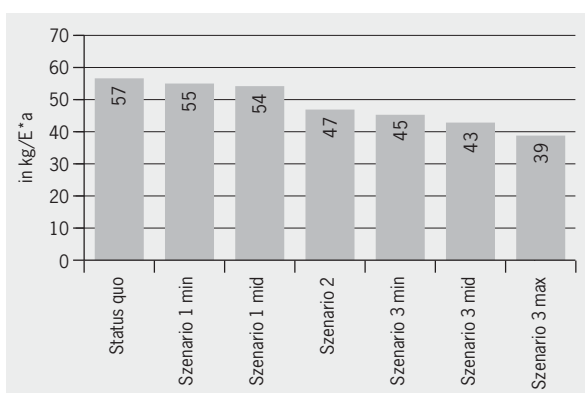
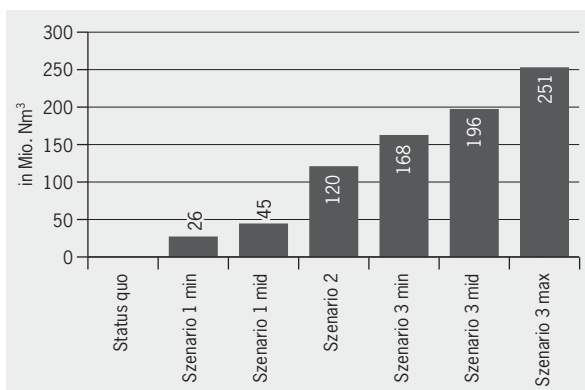


Abbildung 6
Zusätzlich erwartete Biogaserträge differenziert nach den Szenarien



◆ Szenario 3:

Intensivierte flächendeckende Umsetzung der Bioguterfassung mit einer gesteigerten Küchen-/Nahrungsabfallerfassung durch den Einsatz von kompostierbaren Bioabfallsammelbeuteln auf der Grundlage von Szenario 2.

Die Unterszenarien für das Szenario 3 ergeben sich aus der unterschiedlichen Intensität der Küchen-/Nahrungsabfallerfassung. Bei den verpackten Lebensmitteln wird unterstellt, dass der zusätzliche Anteil entpackt und ohne Verpackungsmaterial in die Biotonne abgegeben wird.

Hier wurden drei Unterszenarien betrachtet:

- ◆ Szenario 3.1 Minimale Nutzung (zusätzliche Erfassung von 10 % Küchenabfällen und 5 % Nahrungsabfällen aus dem Hausmüll)
- ◆ Szenario 3.2 Mittlere Nutzung (zusätzliche Erfassung von 20 % Küchenabfällen, 10 % Nahrungsabfällen und 5 % verpackten

Lebensmitteln (die entpackt werden) aus dem Hausmüll)

- ◆ Szenario 3.3 Maximale Nutzung (zusätzliche Erfassung von 35 % Küchenabfällen, 20 % Nahrungsabfällen und 10 % verpackten Lebensmitteln (die entpackt werden) aus dem Hausmüll)

Bei allen Unterszenarien des Szenario 3 wird davon ausgegangen, dass der Anteil der Gartenabfälle im Hausmüll durch den Einsatz von kompostierbaren Bioabfallsammelbeuteln keine Veränderung erfährt.

5. Ergebnisse der verschiedenen Umsetzungsszenarien

Abb. 4 zeigt zusammenfassend das Ergebnis der verschiedenen Umsetzungsszenarien. Hierbei ist immer zu berücksichtigen, dass zusätzlich zu den dargestellten Mengen noch Komplementärmengen aus dem Garten mit erfasst werden. Diese Mengen können je nach abfall- und satzungsrechtlichen Rahmenbedingungen nochmals 10 bis 70 % der dargestellten Mengen ausmachen. Abb. 5 zeigt die im Hausmüll verbleibenden spezifischen Bioabfallmengen je Einwohner und Jahr.

Der Biogasertrag, der aus einem Megagramm Biogut gewonnen werden kann, hängt von der Materialzusammensetzung und dem Vergärungsverfahren ab. Kontinuierliche Trockenvergärungsverfahren haben i. d. R. einen spezifisch höheren Biogasertrag als diskontinuierliche Trockenvergärungsverfahren (Batchverfahren). Der exakte mittlere Biogasertrag lässt sich nur schwer abschätzen, da gerade das wenig gasertragsreiche Grünut meistens die dominierende Fraktion in der Biotonne ist.

Für die nachfolgenden Betrachtungen wird von einem heutigen mittleren Biogasertrag von 100 Nm³/Mg Biogut (Fermenterinput) ausgegangen. Der Biogasertrag reflektiert den heutigen Mix aus haushaltsstämmigen Bioabfällen und Gartenabfall. Werden, wie in dem Stoffstrommodell, nur die Bioabfälle im Hausmüll betrachtet, ist wegen des hohen Anteils an Küchen- und Nahrungsabfällen von einem deutlich höheren spezifischen Biogasertrag auszugehen. Für das Modell wurde für Szenario 1 und 2 ein eher konservativer spezifischer Biogasertrag von 150 Nm³/Mg angenommen. Bei Szenario 3 wird durch den weiter gesteigerten Küchen- und Nahrungsabfallanteil von einem spezifischen Biogasertrag von 165 Nm³/Mg ausgegangen.

Unterstellt man für die zusätzlich erfassten Bioabfallmengen aus dem Hausmüll, dass sie vollständig der Bioabfallvergärung zugeführt werden, ergeben sich zusätzliche Biogaserträge je nach Szenario von 26 bis 251 Mio. Nm³ Biogas (Abb. 6). Der daraus gewonnene elektrische Strom reicht für 16.500 bis 144.000 Vierpersonenhaushalte.

Anschrift der Autoren

Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH
Werner-Eisenberg-Weg 1
37213 Witzenhausen