

# Untersuchungen zu Anflug, Eiablage und Vermehrung von Fliegen in Biotonnen mit Biofilter 'System Biologic'

bearbeitet von Prof. Dr. sc. nat. Werner Mohrig, Greifswald

Oktober 1999

## I. Problemstellung

Die Einführung von Biotonnen zur separaten Erfassung von Haushaltsorganik in Städten und Gemeinden hat gegenüber der gemischten Müllfassung eine Reihe von Vorteilen. Im Vordergrund stehen dabei die geordnete Nachverwertung durch Kompostierung bzw. Biogasgewinnung sowie die umwelthygienisch wichtige Trennung vom Restmüll und seiner offenen Deponie.

Bei der Bewertung des Hygienerisikos und der subjektiven Akzeptanz der Biotonne durch die Bevölkerung haben Fliegen zweifellos einen hohen Stellenwert, da sie im Gegensatz zu Mikroorganismen unmittelbar wahrgenommen, ihre Larven als "ekelerregend" empfunden und somit neben der Geruchsbelästigung als Gradmesser für den Hygienestatus von Abfallbehältern gewertet werden. Dies geht aus verschiedenen Berichten ((2), (3)) hervor und wurde auch durch die Untersuchungen des Instituts für Abfall- und Abwasserwirtschaft e. V. Ahlen zum Vorkommen von Fliegen und Gerüchen bei der Bioabfallsammlung (vgl. (1), Fo-Ber. 1997) bestätigt.

Die wichtigsten Entscheidungsfaktoren für Behältertyp, Behälterstandzeit und Beschickungsvorschrift ergeben sich vor dem Hintergrund des allgemeinen Kenntnisstandes über synanthrope Dipteren aus

1. der jahreszeitlich bedingten Behälterinnentemperatur und der davon abhängigen Dauer des Entwicklungszyklus der Fliegenarten;
2. der Zusammensetzung des Biomülls, insbesondere des Anteils an eiweißhaltigen und gärenden Küchenabfällen;
3. dem Einsatz weitgehend fliegensicherer Behälterkonstruktionen und
4. dem Nutzerverhalten bei der Entsorgung der Küchenorganik und anderer bedenklicher Entsorgungskomponenten aus Haushalten.

Die in Frage kommenden synanthropen Fliegen (insbesondere Arten der Gattungen *Lucilia*, *Calliphora* und *Sarcophaga*, aber auch *Fannia*, *Helina*, *Muscina* und *Musca*) haben im Sommerhalbjahr zwischen Mai und September eine Entwicklungszeit vom Ei zur schlüpfenden Imago

zwischen 8 und 12 Tagen. Das Auswandern der Larven aus den meist feuchten Biotonnen zur Verpuppung im Trockenen erfolgt entsprechend früher ab dem 5-6 Tag nach der Eiablage. Das ist für die Standzeit bzw. den Abfuhrhythmus der Behälter von Bedeutung und damit ein Kostenfaktor für Haushalte und Kommunen. Ein Wochenrhythmus im Sommerhalbjahr gegenüber einem Zweiwochenrhythmus im Winterhalbjahr stört die Logistik der Abfallbetriebe und verteuert die Kosten. Außerdem wird das Madenproblem durch die wöchentliche Abfuhr nur in kühlen Sommern wirkungsvoll vermindert, da bei ausreichend warmen Temperaturen die Auswanderung der Maden schon vor dem siebten Tage erfolgen kann. Längere Standzeiten als der Zeitraum von der Eiablage bis zum Verpuppen der Larven erhöhen das Hygienierisiko und würden bei nicht fliegensicheren Behältern diese zu innerstädtischen Brutstätten umfunktionieren. Dies würde zwangsläufig zu einer deutlichen Erhöhung der Fliegenpopulation im direkten Wohnbereich des Menschen führen.

***Grundsätzlich ergibt sich aber aus seuchenhygienischer Sicht (wegen der Bedeutung der Fliegen als Vektor und Übertragung von Krankheitserregern) die Zielstellung, daß eine höhere Fliegendichte im unmittelbaren Wohnbereich, vor allem in eng bewohnten Groß- und Innenstädten unbedingt vermieden werden muß.***

Die Zusammensetzung des Biomülls kann durch einen Abfallartenkatalog reglementiert werden, um insbesondere Attraktivkomponenten für Fliegen (Fleisch- und Fischabfälle, Knochen) aus der Tonnenbeschickung auszugliedern und wieder dem Restmüll zuzuführen. Dies würde das Hygieneproblem allerdings nicht beseitigen, sondern nur verschieben und in den Haushalten den Sortieraufwand komplizieren.

Grundvoraussetzung für eine hygienisch einwandfreie getrennte Sammlung von Bioabfällen sowie für eine hohe Akzeptanz beim Benutzer ist deshalb ein fliegendicht schließender Abfallbehälter, der den Fliegeneinflug und damit die Eiablage am Abfallgut verhindert und eine Larvenentwicklung weitestgehend ausschließt. Ein solcher Behälter wurde bereits 1996 in den Empfehlungen des Umweltbundesamtes gefordert (4).

In dem oben genannten Bericht (1) wurden verschiedene herkömmliche Abfalltonnen auf den Deckelverschluß überprüft. Keine der eingesetzten Tonnen entsprach den Anforderungen. Alle ließen durch schlechten Deckelsitz einen nahezu unbeeinflussten Fliegeneinflug zu (vergl. Tab. 13, p. 96). Normale Müllgroßgefäße (MGB), wie sie z.Z. bei der Biomüllsammlung eingesetzt werden, lassen aufgrund ihrer Konstruktion und der hohen Fertigungstoleranzen ein Eindringen der Fliegen in die Behälter mit nachfolgender Eiablage auch bei sorgfältig geschlossenem Deckel nahezu unbehindert zu.

Eine flächendeckende Einführung der Biotonne zur Erfassung der gesamten Bioabfälle mit einer Standzeit von zwei Wochen kann aber nur dann befürwortet werden, wenn eine weitgehend fliegensichere Konstruktion der Behältnisse gegeben ist.

Vor diesem Hintergrund wurden Biotonnen mit Biofilter der Firma Biologic GmbH & Co. KG, Münster, Gildenstraße 18 ('System Biologic') untersucht. Die Biotonnenkonstruktion zeichnet sich durch einen frei fallenden Deckel aus, der mit einem elastischen Dichtungsstreifen auf dem erhabenen Rand der Tonnenöffnung dicht schließend aufsitzt (vergl. Abb. 2). Im Zentrum des Deckels befindet sich der Biofilter, der mit einem Bakterienbett die Geruchskomponenten der Abluft abbaut und den Aufbau von Überdruck in dicht geschlossenen Innenraum des Behälters verhindert.

Die Wirksamkeit dieses dichtschließenden Systems mit Biofilter zur Verminderung von Geruchs- und Schimmelpilzmissionen sowie zur Vermeidung der Fliegen- und Madenproblematik wurde erstmals 1995/96 durch Mathys et al. ((2), (3)) untersucht und beschrieben.

## **II. Methodik**

### **II.1. Automatisch fangende Fliegenfallen**

Die Untersuchungen zum Fliegenanflug an die Biotonnen wurden mit **Zeltfallen** durchgeführt, die nach dem Prinzip der optischen Orientierung arbeiten. Grundlage ist das unterschiedliche Verhalten der Fliegen beim Nahrungsanflug. Die Orientierung erfolgt zuerst olfaktorisch nach dem Geruchsgradienten von Fleisch- und Fischabfällen bzw. verwesender Küchenorganik auch entgegen dem Lichtfaktor. Der Abflug ist dagegen ausschließlich optisch gesteuert - die Fliegen orientieren sich nach dem Lichteinfall, sind also photopositiv.

Die Zeltfalle wurde an einer Trägerkonstruktion über der Biotonne hängend montiert. Sie besteht aus einer pyramidenförmigen Zeltglocke, deren Unterkante aus schwarzem Stoff besteht, der obere Teil aber aus lichtdurchlässigem weißen Tüll. Damit wirkt der Unterrand abweisend und die Fliegen werden zum Lichteinfall nach oben orientiert. An der Spitze ist eine Fangglocke angebracht, die mit Wasser gefüllt ist, dem einige Tropfen Entspannungsmittel und Formaldehyd zur Konservierung zugesetzt wurden (Abb. 1). Die genaue Konstruktion ist aus dem Forschungsbericht ((1), Abb. 2, p. 12) zu ersehen. Die Falle fängt mit hoher Sicherheit alle den Behälter anfliegenden Fliegen ab, unbesehen davon, ob ein Einflug in den Behälter oder eine Eiablage erfolgen konnten oder nicht.



Abb. 1. Anordnung der Zeltfallen über den Biotonnen zur Erfassung des Fliegenanfluges

Die Fangzahlen sind also ein Maß für die aus der Biotonne austretende Geruchsattraktivität des Beschickungsgutes.

Die Effektivität des Biofilters wurde mit **Standfallen** überprüft bzw. durch Abkleben ausgeschaltet. Die Standfalle besteht aus einer Bodenplatte von 40 cm Kantenlänge aus undurchsichtigem PVC mit einer zentralen Bohrung von 20 cm, über der eine Gazekonstruktion mit Fangschale angebracht ist. Die genaue Konstruktion ist aus dem Forschungsbericht zu ersehen ((1), Abb. 5, p. 15). Durch Holzfüße wird der Bodenabstand reguliert. Die Standfalle wurde über dem Biofilter montiert, um die Wirksamkeit des Biofilters beim Abbau der attraktiven Geruchskomponenten der austretenden Luft für Fliegen abzuschätzen.

## II.2. Versuchsdurchführung

In diesem Versuch sollte die Wirksamkeit des dicht schließenden Filterdeckels zur Minimierung des Fliegenproblems unter 'worst case' Bedingungen getestet werden. Daher wurde für die Tonnenbeschickung eine Maximalvariante hoch attraktiver Abfälle gewählt, die aus einer Mischung von **Kochspeiseresten, Frischfischabfällen und Frischfleisch** im Verhältnis 1:1 bestand und pro Beschickung etwa 2 kg Gesamtmasse ausmachte. Die Beschickung erfolgte am 1., 4. und 8. Tag. Der Untersuchungszeitraum wurde auf die übliche Standzeit der Behälter vor der Abholung abgestimmt.

### **II.3. Versuchsdauer und Standort**

Die Versuchsdauer betrug 14 Tage. Die Durchführung erfolgte in der Zeit vom 26.08. bis 11.09.1999. Die Tageshöchsttemperaturen lagen generell über 20° C und waren für die Versuchsdurchführung geeignet. Als Standort wurde ein stadttypischer Innenhof mit Grünfläche ausgewählt.

Im übrigen wurden die Versuche exakt wie bei den Untersuchungen des Instituts für Abfall- und Abwasserwirtschaft e. V. Ahlen zum Vorkommen von Fliegen und Gerüchen bei der Bioabfallsammlung ((1), Fo-Ber. 1997) durchgeführt, so dass die Ergebnisse vergleichbar sind.

## **III. Ergebnisse**

### **III. 1. Überprüfung des Deckelverschlusses**

Durch die elastische, fest eingespritzte Dichtung und den frei fallenden, relativ schweren Deckel wird die Tonne so dicht abgeschlossen, dass keine Fliegen in das Innere der Behälter gelangen und dort ihre Eier ablegen können. Voraussetzung dafür ist allerdings ein Sauberhalten von Dichtung und Behälterrand. Der Deckel darf nicht z. B. durch sperrigen Baum- und Strauchschnitt oder das Einlegen von 'Belüftungskeilen' offengehalten werden.

### **III. 2. Untersuchung des Fliegenanflugs an Biotonnen 'System Biologic'**

Gearbeitet wurde mit 4 Biotonnen, von denen 3 gleichartig beschickt wurden. Die 4. Biotonne diente der Leerkontrolle zur Erfassung des normalen Anfluges der Zeltfalle ohne Tonnenbeschickung. Auf eine Positivkontrolle mit freiem Zugang zum Beschickungsmaterial wurde verzichtet, da aus den Untersuchungen zum Forschungsbericht ausreichend Ergebnisse über den Anflug an normale Abfalltonnen mit schlecht schließenden Deckeln bei vergleichbaren Beschickungsvarianten vorlagen.

Von den 3 gleichartig beschickten Biotonnen repräsentiert die Tonne 1 den Hauptversuch. Bei der Biotonne 2 wurde bei sonst gleicher Versuchsanordnung (Anwendung der Zeltfalle) der Biofilter außen und innen geruchsdicht abgeklebt. Die Biotonne 3 wurde bei gleicher Beschickung über dem Biofilter mit einer Standfalle versehen. Die Biotonne 4 repräsentiert die Leerkontrolle für die Biotonnen 1 und 2. Die Einzelergebnisse sind bei der geringen Zahl der zur Untersuchung eingesetzten Biotonnen und nur einmaliger Versuchsdurchführung statistisch nicht gesichert, aber in ihrer Tendenz sehr eindeutig.

Standzeit	Tonne 1 Biofilter aktiv	Tonne 2 Biofilter abgedeckt	Tonne 3*	Tonne 4 Kontrolle
1.-3. Tag	2	3	2	2
4.-5. Tag	19	28	2	1
6.-7. Tag	22	56	3	3
8.-10. Tag	52	232	1	1
10.-14. Tag	191	260	4	3
Summe	286	579	12	10

Tabelle 1: Fliegenanflug an den Biotonnen 1-4 bei 14-tägiger Exposition

\* Standfälle zur Kontrolle der Wirksamkeit des Biofilters

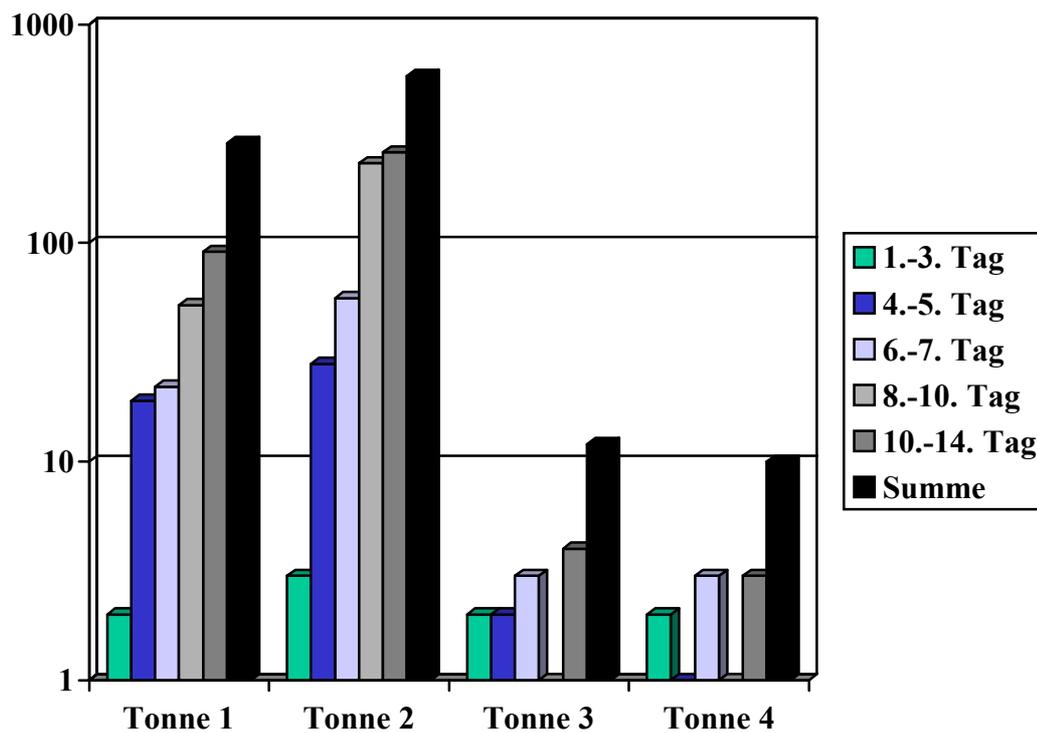


Abb. 2: Darstellung der Anflugaktivität bei einer Standzeit von 14 Tagen

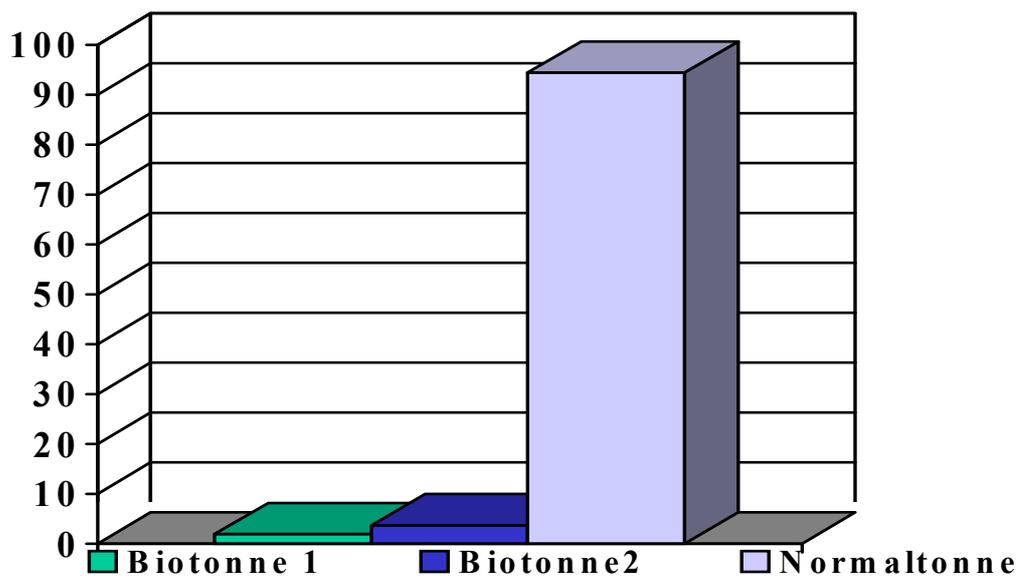


Abb. 3: Prozentualer Anteil angeflogener Fliegen im Vergleich: Biotonne 'System Biologic' und Normaltonne.

Gattungen	Biotonne mit Filter (14 Tage)	Biotonne mit Filter (7 Tage)	Einpacken in Biofolie (7 Tage) **	Positivkontrolle (7 Tage) **
<i>Lucilia</i>	91	13	382	964
<i>Calliphora</i>	7	4	3	25
<i>Sarcophaga</i>	5	2	6	9
Muscidae *	183	24	248	1173
Summe	286	43	639	2171

Tabelle 2: Anteil wichtiger synanthroper Fliegen am Gesamtfang

\* Umfaßt die Gattungen *Fannia*, *Helina*, *Hydrotaea*, *Muscina* und *Musca*.

\*\* Die Zahlen sind dem Forschungsbericht (1), Tabelle 36 bis 38, entnommen. Die Versuchsanordnung ist vergleichbar.

Standzeit	Normaltonne*	Biotonne mit Filter	Verminderung (%)	Biotonne mit inaktiviertem Filter	Verminderung (%)
1.-3. Tag	978	2	99,8 %	3	99,7 %
4.-7. Tag	1242	41	96,8 %	84	93,5 %
Summe	2220	43	98,1 %	87	96,3 %

Tabelle 3: Vergleich der Anflugaktivität an Biotonnen mit System Biologic und Verminderungseffektivität im Vergleich zu den üblichen Normaltonnen

\* Die Zahlen sind dem Forschungsbericht (1), Tabelle 36, entnommen. Die Versuchsanordnung ist vergleichbar.

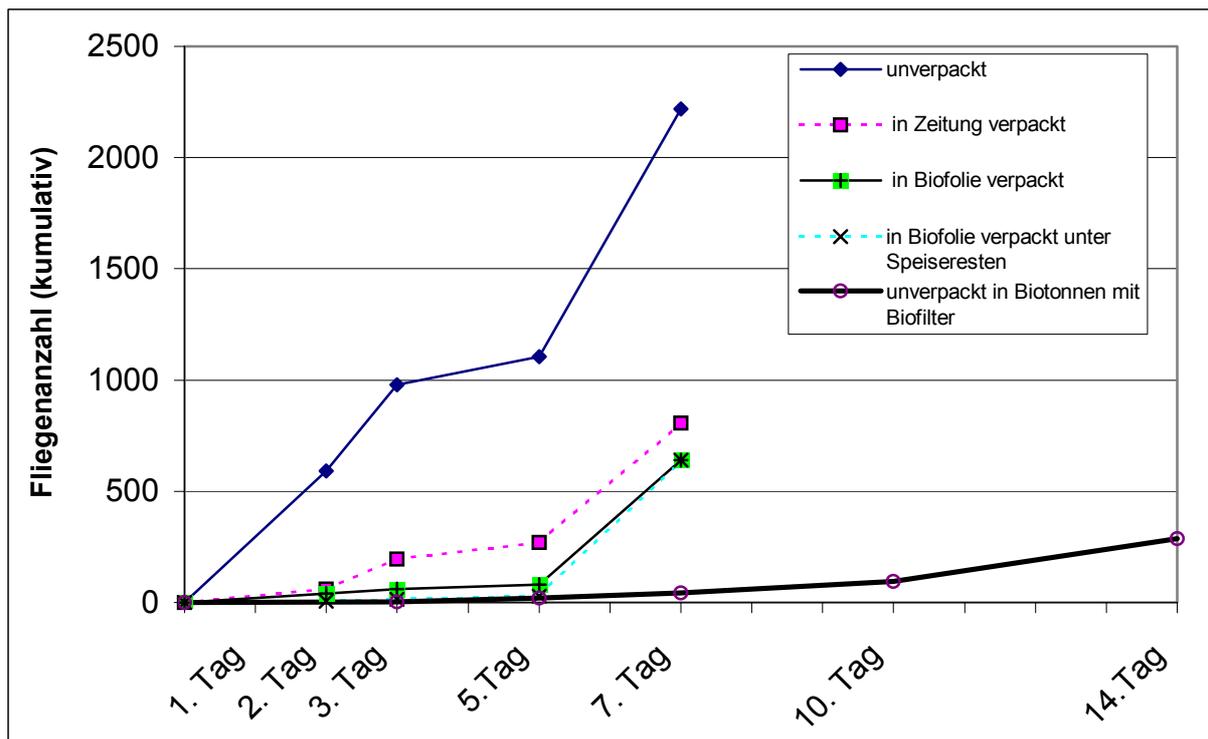


Abb. 4: Fliegenanflug bei Biotonnen mit Extrembeschickung nach Durchführung verschiedener Verminderungsmaßnahmen. Die Vergleichszahlen sind dem Forschungsbericht, Tabelle 36 - 38, entnommen. Die Versuchsanordnung ist vergleichbar.

### III.3. Beobachtung der Eiablage

Obwohl die Fliegen nicht in das Innere der Müllbehälter vordringen konnten, wurden die ersten Eiablagen am 5. Tag gleichzeitig bei den Tonnen 1 und 2 beobachtet. Die Eipakete wurden am äußeren Tonnenrand und auf dem Dichtungstreifen angeheftet, den die Fliegen mit ihrer lang ausschließbaren Legeröhre trotz des Deckelüberwurfes erreichen konnten (Abb.5 + 6). Die Erstlarven, die meist unmittelbar nach der Ablage aus den Eiern schlüpfen, konnten den nicht unerheblichen Deckeldruck überwinden und in das Tonneninnere vordringen (Abb. 7). Bei normaler Tonnenfüllung und beschlagenen Tonneninnenwänden würden sie mühelos das Füllgut erreichen. In einem Wasserfilm können sie sich sehr zielstrebig zum Füllgut hinbewegen (nur die Oberflächenspannung eines Wassertropfens stellt für sie ein Hindernis dar und führt zum Absterben).



Abb. 5: Eiablage auf dem Dichtungstreifen der Biotonne 1 (mit aktivem Biofilter)



Abb. 6: Eiablage auf dem Dichtungstreifen und am inneren Tonnenrand der Biotonne 2 (mit abgedecktem Biofilter)



Abb. 7: Einwandernde Erstlarven in die Biotonne



Abb. 8: Abgetötete Fliegen in der Fangflüssigkeit der Fangschale im Vergleich zur Kontrolle

#### **IV. Bewertung**

Im Vergleich mit Erfahrungswerten aus den Untersuchungen zum Vorkommen von Fliegen und Gerüchen bei der Bioabfallsammlung ((1) Fo.-Ber. 1997) an bisher gebräuchlichen Abfalltonnen stellt die hier geprüfte Biotonne 'System Biologic' einen wesentlichen Fortschritt dar. Bei Tonnen mit üblicher Deckelkonstruktion sind schon am ersten Tag der Befüllung mit attraktiven Küchenabfällen Anflugzahlen von weit über hundert Fliegen zu registrieren ((1), Fo-Ber.1997, Tab. 9, p. 93), die ihre Eier auch sofort direkt am Füllgut ablegen können. Bei den hier untersuchten Biotonnen 'System Biologic' setzt ein meßbarer Anflug erst nach dem dritten Tag ein. Eine Eiablage kann aber nur außen am Behälter, nicht direkt am Substrat erfolgen und konnte erst ab dem fünften Tag nach der Erstbeschickung beobachtet werden. Bei der Biotonne 1 mit aktiven Biofilter wurden nach 14 Tagen Exposition nur 286 Exemplare als Anflug festgestellt, während bei vergleichbaren Untersuchungen an Normaltonnen bei nur einer Woche Exposition weit über 2.000 Exemplare anfliegen (vgl. Abb. 4).

Die Zunahme der Anflugaktivität bei längerer Standzeit erklärt sich durch die Intensivierung der Fäulnisvorgänge im Tonneninneren, die durch Überdruck zum Austreten von Faulgasen und damit stärkerer Anlockung führen. Deutlich wird dabei die positive Wirkung des Biofilters, der einen erheblichen Teil der Geruchskomponenten abbaut und neben seiner eigentlichen Bestimmung somit auch zur Verringerung des Fliegenanflugs beiträgt (Vergleich zur Biotonne 2 mit ausgeschaltetem Biofilter und doppelt so starkem Fliegenanflug, Abb. 3).

Dieser Effekt wird noch dadurch verdeutlicht, daß an den Öffnungen des Biofilters keine Eiablage erfolgte (die austretende Luft hat also keine Attraktivstoffe mehr). Unterstrichen wird diese Feststellung auch durch den Versuch mit der über dem Filter aufgesetzter Standfalle (Biotonne 3), die keinen Unterschied zur Leerkontrolle ergab.

Bei der Bewertung des Fliegenanflugs an die untersuchte Tonnenkonstruktion ist weiterhin zu berücksichtigen, daß bei der Beschickung mit einer Extremvariante gearbeitet wurde, die unter Normalbedingungen in Haushalten selten auftritt, aber natürlich nicht auszuschließen ist. Normaler Küchenabfall mit Gemüseresten, Kartoffeln oder Mehlspeisen mit Soßenanteilen und Kochfleischresten sind wesentlich weniger attraktiv. Eine 'normale' Befüllung hätte bei einem vergleichenden Einsatz mit Sicherheit wesentlich geringere Anflugraten ergeben und wahrscheinlich keine Eiablage am Behälterrund verursacht. Erheblichere Anteilmengen an Fleisch- oder Fischabfall sind in den Sommermonaten aber in Abhängigkeit vom Standort (Küsten-, See- oder Flußnähe) und Gewohnheit (Grillparties) durchaus zu erwarten, so daß eine Biotonne mit Qualitätsanspruch auch dieser Situation gerecht werden sollte.

## V. Schlußfolgerungen

Der Biofilterdeckel 'System Biologic' ist z. Zt. das wohl wirkungsvollste Mittel, um Probleme durch Fliegen und Maden bei der Sammlung von Bioabfällen zu minimieren. Die Wirkung ist besser als z.B. nach Einwickeln von Fleisch- oder Fischresten in Zeitungspapier oder biologisch abbaubare Kunststofffolien. Auch das Einpacken in Papier oder biologisch abbaubare Kunststofftüten in Verbindung mit einem sofortige 'Verstecken' dieser Pakete unter Speiseresten zeigt eine geringere Wirkung als der Filterdeckel.

Auch eine wöchentliche Abfuhr kann in warmen Sommermonaten ein mögliches Auswandern der Larven aus den bisher üblichen Tonnenkonstruktionen nicht wirksam verhindern.

Weiterhin ist hervorzuheben, dass die Wirkung systemgebunden ist, keinen weiteren Aufwand oder Kosten für den Benutzer verursacht und die Eiablage von Fliegen im Inneren des Behälters ausgeschlossen wird.

Trotz der guten Ergebnisse, die auch durch eine Kombination verschiedener Maßnahmen und mit hohem Aufwand durch den Benutzer sonst nicht erreichbar sind, ist die Ausführung der Deckelkonstruktion noch verbesserungsfähig. Da ein Überwurfdeckel wegen der Entleerungstechnologie nicht anwendbar ist (er würde mehr mechanische Barrieren zulassen), sollte ein zweiter Dichtungsmechanismus vorgesehen werden, um eine mögliche Eiablage weiter nach außen zu verlegen und den Erstlarven ein weiteres Hindernis zu bieten. Auch eine Gewichtserhöhung des Deckels wäre denkbar, um durch einen intensiveren Kontakt zwischen Tonnenrand und Dichtungstreifen einen noch besseren Deckelschluß zu erreichen. Bei der Auslieferung der Biotonne an den Nutzer sollte in geeigneter Weise (Nutzungshinweise) darauf hingewiesen werden, daß Verschmutzungen des Deckelrandes vermieden werden müssen, da sonst der Dichtungseffekt aufgehoben wird.

Problematisch ist nach wie vor die Sauberhaltung des Behälters. Obwohl dies nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit den vorliegenden Untersuchungen zur Biotonnenkonstruktion der 'System Biologic' steht, ist zu vermerken, daß eine zunehmende Verschmutzung des Tonneninnenraumes die Geruchslast erhöht und der Schmutzfilm die Akzeptanz von „bio“ beim Nutzer mindert. Abhilfe könnte der Einsatz von kompostierbaren Biobeuteln bei der Sammlung der Küchenorganik im Haushalt schaffen. Handelsübliche Biofolien verhindern außerdem bis zu 3 Tagen eine Geruchsemission und damit den Fliegenanflug ((1) Fo-Ber. 1997, pp. 119-124), sind aber gegenwärtig zu teuer. Denkbar wäre auch ein dem Tonnenvolumen angepaßter Papiersack entsprechender Verdichtung, der bei der Biomüllabfuhr mit entleert wird und kompostierbar ist.

## **VI. Literatur**

- (1) Gallenkemper et. al. 1997:** „Untersuchungen zum Vorkommen von Fliegen und Gerüchen bei der Bioabfallsammlung“. Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Abfallwirtschaft, Forschungsbericht 103 02 412, Teilprojekt II. (Fliegen).
- (2) Mathys, W., Klus, K., und Rehms, H. 1996:** "Hygienische Probleme bei der getrennten Sammlung von Biomüll und technische Möglichkeiten zur Reduzierung von Emissionen aus Biotonnen". Forum Städtehygiene 47: 168-183.
- (3) Mathys, W. und Rehms, H. 1995:** "Gesundheitlich-hygienische Bewertung neuartiger Biofilter in Biotonnen". Abschlußbericht für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück.
- (4) Umweltbundesamt 1996,** Presseinformation Nr. 11/96: "Hinweise zum sachgerechten Umgang mit Bioabfällen"

## **Adressen und Ansprechpartner**

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. sc. nat. Werner Mohrig  
Freier Mitarbeiter im Deutschen Entomologischen Institut Eberswalde  
Bahnhofstraße 53  
17489 Greifswald

Infa  
Institut für Abfall- und Abwasserwirtschaft e.V.  
Dr. Ing. Gabriele Becker  
Postfach 1704  
59206 Ahlen

Auftraggeber:  
Biologic GmbH & Co. KG  
Dr. H. Rehms  
Gildenstr. 18  
48157 Münster  
Internet: <http://www.biologic.de>