



# Gesundheitsrisiken durch biologische Arbeitsstoffe in Kompostierungsanlagen

## Auswertung der dritten Untersuchung von Kompostwerkern

Vera van Kampen, Monika Raulf-Heimsoth, Jürgen Bünger

Beschäftigte in der Abfallwirtschaft sind gegenüber einer Vielzahl von Bioaerosolen und organischen Stäuben exponiert. Anfang der 1990er Jahre wurden erstmals Messungen zu Belastungen gegenüber diesen Stoffen in damals neu errichteten Kompostierungsanlagen durchgeführt. Sie ergaben vor allem hohe Belastungen durch Schimmelpilze. Daraufhin startete 1996 in 42 deutschen Kompostierungsanlagen eine Langzeitstudie zu Gesundheitsrisiken. Die Ergebnisse der dritten Untersuchung, die das IPA in den Jahren 2009 und 2010 durchgeführte, wurden jetzt ausgewertet.

Knapp 290 Beschäftigte wurden in der Studie, die von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) finanziell unterstützt wurde, untersucht. Ziel war es, Risiken für chronische Erkrankungen zu erfassen, die durch eine Exposition gegenüber Bioaerosolen beziehungsweise organischen Stäuben in der Abfallverwertung ausgelöst worden sind. Die Studienteilnehmer waren 190 aktuell tätige Kompostwerker, 59 aus dem Beruf ausgeschiedene Arbeiter (Drop-Outs) sowie 38 nicht bioaerosolexponierte Kontrollpersonen (Büroangestellte).

Alle Teilnehmer wurden zwischen 2009 und 2010 unter anderem zu berufsbedingten Symptomen und dem Rauchverhalten befragt sowie medizinisch untersucht. Von jedem Probanden liegen Ergebnisse vor zur Lungenfunktion, den IgE- und IgG-Antikörperbestimmungen sowie Befunde von Untersuchungsmaterialien (Exhaliertes Stickstoffmonoxid (FeNO), Atemexhalat, Nasenspülflüssigkeit und induziertes Sputum), die mittels nicht-invasiver Methoden (NIM) gewonnen wurden.

In den 31 Kompostanlagen, die in der dritten Untersuchung teilnahmen, wurden Luftstaubmessungen durchgeführt. Die Analyse der beaufschlagten Filter erfolgte im IPA, wo die Konzentrationen an Endotoxinen,  $\beta$ -1,3-Glucan sowie spezifischen Schimmelpilz-Antigenen (*Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus versicolor*, *Penicillium chrysogenum*, *Cladosporium herbarum*) ermittelt wurden. Darüber hinaus ließen die Berufsgenossenschaft für Transport und Verkehrswirtschaft (BG Verkehr) und die Unfallkasse NRW in neun

Kompostierungsanlagen Schimmelpilz-Konzentrationen an verschiedenen Arbeitsplätzen mit der indirekten Filtrationsmethode nach IFA Arbeitsmappe 9420 messen.

76 Kompostierer sind bereits seit 1996 Studienteilnehmer (1, 2). Für sie liegen Ergebnisse zu Anamnese, körperlicher Untersuchung, Lungenfunktion und Antikörperbestimmung vor, die mit identischen Untersuchungsinstrumentarien erstellt worden sind. Damit ist zusätzlich eine Längsschnittanalyse über einen Zeitraum von mehr als zwölf Jahren möglich. Auch die Drop-Outs und die Kontrollpersonen wurden in der aktuellen Studie bereits zum zweiten Mal befragt und untersucht.

### Symptome und körperliche Untersuchung

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der Querschnittuntersuchung zu Anamnese, Lungenfunktion und Antikörperbestimmung vorgestellt, da eine endgültige Auswertung der Längsschnittdaten noch nicht abgeschlossen ist. Im Vergleich zum Referenzkollektiv klagten die Kompostarbeiter vermehrt über Husten und litten signifikant häufiger unter Schleimhautreizungen der Augen im Sinne eines Mucous Membrane Irritation Syndrom (MMIS). Zwölf der 59 untersuchten Drop-Outs (20%) hatten die Tätigkeit in der Kompostierung aufgrund von gesundheitlichen Beschwerden aufgegeben. Als konkrete Gründe für die Tätigkeitsaufgabe wurden Asthma, exogen-allergische Alveolitis, Rückenschmerzen, chronische Sinusitis, Hauterkrankung, Koronare Herzkrankheit oder Darmkrebs genannt.

Die von den ausgeschiedenen Beschäftigten während der Arbeit in einer Kompostierungsanlage berichteten MMIS-Symptome besserten sich in der Mehrzahl der Fälle oder verschwanden sogar ganz nach der Tätigkeitsaufgabe (Abb. 1). Dies kann als Beleg für die Assoziation zwischen MMIS und Bioaerosolexposition angesehen werden. Anders sieht es für Husten und Atemnot aus: Hier klagten bei der aktuellen Untersuchung im Vergleich zu den Kompostarbeitern signifikant mehr Drop-Outs über Husten und Atemnot. Dabei fällt auch auf, dass sechs der zwölf Drop-Outs, die ihren Beruf als Kompostwerker aus gesundheitlichen Gründen aufgegeben hatten, auch noch aktuell über Husten klagten.

Im Kollektiv der Kompostarbeiter gaben 23 Prozent an, Allergiker zu sein. Bezogen auf die westdeutsche Allgemeinbevölkerung ist dies eher gering, da laut einer Studie an 3 000 Deutschen ein Drittel der Befragten angab, an einer Allergie zu leiden (3). Dies kann auf einen „Healthy-Worker-Survivor-Effect“ hinweisen, da man davon ausgehen kann, dass Allergiker Atemwegsbeschwerden befürchten und eine berufliche Bioaerosolexposition meiden oder einen solchen Arbeitsplatz nach kurzer Zeit wieder verlassen. Dazu passt auch, dass knapp 41 Prozent der Drop-Outs angaben, Allergiker zu sein.

### Lungenfunktion

Die Messung der Lungenfunktion erfolgte mit dem Spirometer MasterScope (Viasys Healthcare, Hoechst). Jeder Proband absolvierte drei gültige Versuche, von denen automatisch der beste ausgegeben wurde. Für die Sollwertberechnung wurden die Werte der EGKS zugrunde gelegt. Aufgrund der Vielzahl der Lungenfunktionsparameter, beschränkte sich die Auswertung auf die relevanten Parameter FEV1 %Soll (forcierte Einsekundenkapazität), FVC %Soll (forcierte Vitalkapazität) und FEV1%FVC %Soll.

Die mittleren Lungenfunktionswerte der Kompostarbeiter lagen zwar im Normbereich, für FVC %Soll ergaben sich jedoch signifikant niedrigere Werte als für die Referenzgruppe. Auch beim Vergleich

der nicht-rauchenden Kollektive blieben diese Unterschiede signifikant. Hier könnten jedoch auch sozioökonomische Faktoren eine Rolle spielen. Eine Studie an 1644 norwegischen Personen hat gezeigt, dass „blue-collar“-Arbeiter mit eher niedrigem Bildungsstand eine um 13 mL höhere jährliche FEV1- und FVC-Abnahme aufweisen als „white-collar“-Beschäftigte mit eher hohem Bildungsstand (4). Andererseits ist jedoch auch bekannt, dass Personen, die einer körperlich anstrengenden Tätigkeit nachgehen, in der Regel bessere Lungenfunktionsparameter aufweisen als beispielsweise Büroangestellte (5). Da prinzipiell bei Querschnittsanalysen verschiedene Einflussfaktoren – insbesondere die Wahl des Kontrollkollektivs zu sozioökonomischer Faktoren, körperlicher Fitness oder Rauchverhalten – die Ergebnisse beeinflussen, können die hier beobachteten Unterschiede in der Lungenfunktion nicht zwangsläufig auf die Bioaerosolexposition zurückgeführt werden. Für die Beantwortung dieser Frage muss die Auswertung des Längsschnitts über 13 Jahre abgewartet werden.

### Antikörperbestimmung

Der Gehalt an spezifischen IgE- und IgG-Antikörpern und des Gesamt-IgEs wurde mittels ImmunoCAP-System (Phadia, Freiburg) nach Angaben des Herstellers und unter Verwendung der vorgegebenen Positivkriterien bestimmt. Die serologische Antikörperbestimmung für IgE gegen Umweltallergene (sx1) ergab im Kollektiv der Kompostarbeiter eine Sensibilisierungsrate von 25 Prozent. Wie aus der Literatur hervorgeht, zeigen durchschnittlich 31 Prozent der Westdeutschen eine Sensibilisierung gegen diese Allergenmischung, bei den 20-44-jährigen sind es sogar 39 Prozent. In dem Referenzkollektiv betrug die sx1-Sensibilisierungsrate jedoch auch nur 26 Prozent, was das Ergebnis wieder relativiert.

Sieben Prozent der Kompostarbeiter zeigten eine Sensibilisierung gegen Schimmelpilze (mx1). Da jedoch das Referenzkollektiv eine Sensibilisierungsrate von 10,5 Prozent aufwies, kann nicht geschlussfolgert werden, dass Kompostarbeiter häufiger von Schimmelpilzsensibilisierungen betroffen sind als andere Kollektive. Die Tatsache, dass die höchste Schimmelpilz-Sensibilisierungsrate mit zwölf Prozent für die Drop-Outs ermittelt wurde, legt wieder einen Healthy-Worker-Survivor-Effekt nahe. Somit findet man im Kollektiv der Kompostarbeiter keine erhöhte Sensibilisierungsrate trotz vermehrter Exposition, da die Personen mit einer Schimmelpilzallergie aus dem Beruf vorzeitig ausscheiden.

Obwohl IgG-Antikörper in der Regel als Expositionsmarker angesehen werden, zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den IgG-Titern für Schimmelpilze und Actinomyceten zwischen den Kompostarbeitern und dem Referenzkollektiv, während in einer früheren Studie signifikant höhere spezifische Antikörper gemessen worden waren (6). Es ist unklar, warum sich die Bioaerosolexposition der Kompostarbeiter jetzt nicht mehr in erhöhten IgG-Titern widerspiegelt. Als Ursache hierfür sind am ehesten die zwischenzeitlich deutlich verbesserten Arbeitsschutzmaßnahmen anzusehen. Darüber hinaus haben einige Autoren auch für andere bioaerosolexponierte Kollektive keine Erhöhung der IgG-Antikör-

	Kompostarbeiter (n=190)	Drop-Outs (n=59)	Referenzkollektiv (n=38)
Männlich: n (%)	181 (95,3%)	53 (89,8%)	37 (97,4%)
Alter: Jahre [MW ± SD]	45 ± 9,3	52 ± 10,6	58 ± 6,4
Größe: cm [MW ± SD]	179,6 ± 8,2	179,2 ± 8,3	178,0 ± 8,2
Gewicht: kg [MW ± SD]	88,6 ± 16,3	90,6 ± 16,4	86,0 ± 14,5
BMI	27,4 ± 4,3	28,1 ± 3,9	27,1 ± 4,1
Raucherstatus			
Raucher: n (%)	59 (31,0%)	14 (23,7%)	5 (13,2%)
Ex-Raucher: n (%)	71 (37,4%)	19 (32,2%)	14 (36,8%)
Nichtraucher: n (%)	60 (31,6%)	26 (44,1%)	19 (50,0%)

Tabelle 1: Charakteristika der Studienkollektive

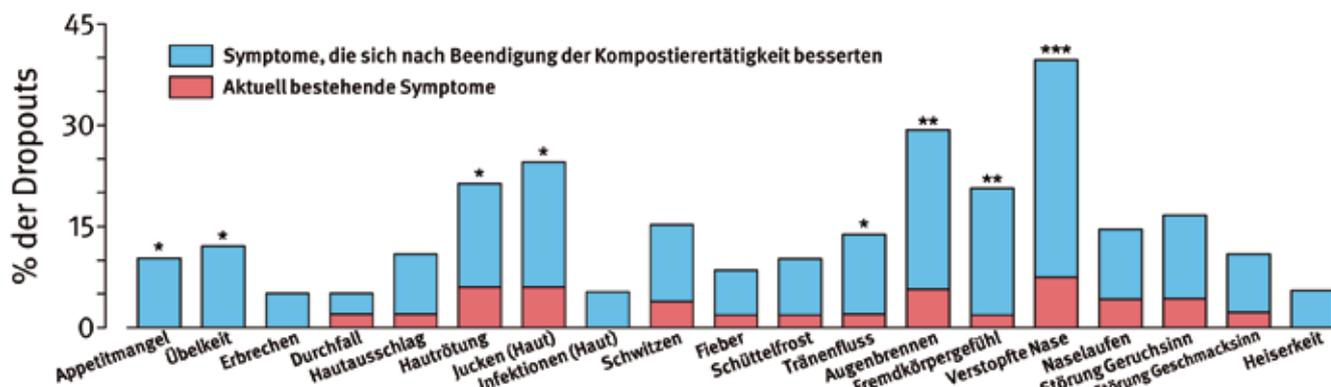


Abb. 1: Vergleich der Krankheitssymptome der ausgeschiedenen Kompostarbeiter (Drop-Outs, n = 59) während der Tätigkeit im Kompostwerk und aktuell (\* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$ )

periter gefunden (7). Hinzu kommt, dass die IgG-Bildung noch von verschiedenen anderen Faktoren wie Alter, Geschlecht und Rauchstatus beeinflusst wird.

### Fazit

Klar erscheint der Zusammenhang von vermehrtem Husten sowie Schleimhautreizungen – insbesondere der Augen – im Sinne eines MMIS mit einer stattgehabten Bioaerosolexposition in Kompostanlagen. Die Kompostarbeiter wiesen im Vergleich zum Referenzkollektiv eine leicht, aber signifikant, erniedrigte FVC auf. Dies kann jedoch auch auf andere Faktoren zurückzuführen sein. In diesem Fall müssen die Ergebnisse der Längsschnittanalyse abgewartet werden. Die Konzentrationen an IgG-Antikörpern gegen Schimmelpilze und Actinomyceten korrelierten nicht mit der Exposition. Eine regelmäßige Überprüfung der IgG-Antikörper-Konzentrationen gegen Schimmelpilze oder Actinomyceten, wie im Rahmen von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen, erscheint deshalb nach den vorliegenden Ergebnissen nicht notwendig.

Obwohl die niedrigen Antikörperspiegel und die bisherigen Auswertungen der Luftstaubmessungen darauf hinweisen, dass sich der Arbeitsschutz in Kompostanlagen seit Beginn der ersten Studie verbessert hat und umfangreiche Schutzmaßnahmen bereits existieren, sollten weitere organisatorische und technische Maßnahmen zur Reduktion der Bioaerosolexposition in Kompostierungsanlagen angestrebt werden. Wichtig ist in jedem Fall die strikte Einhaltung der vorhandenen Arbeitsschutzvorschriften und der persönlichen Arbeitshygiene der Beschäftigten. Auf Seiten der Betriebsleitungen ist auf die regelmäßige Reinigung und Wartung der Anlagen und Fahrzeuge, inklusive Filterwechsel, zu achten.

Die Autoren:

Prof. Dr. Jürgen Bünger, Dr. Vera van Kampen,

Prof. Dr. Monika Raulf-Heimsoth

IPA

### Literatur

- Schappler-Scheele B, Schürmann W, Hartung J, Missel Th, Benning Ch, Schröder H, Weber J: Untersuchung der gesundheitlichen Gefährdung von Arbeitnehmern der Abfallwirtschaft in Kompostierungsanlagen. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Fb 844) Dortmund / Berlin, NW-Wirtschaftsverlag, Bremerhaven (1999) 1-358
- Bünger J, Schappler-Scheele B, Hilgers R, Hallier E: A 5-year follow-up study on respiratory disorders and lung function in workers exposed to organic dust from composting plants. *Int Arch Occup Environ Health* 80(4) (2007) 306-312
- Nowak D, Heinrich J, Jörres R, Wassmer G, Berger J, Beck E, Boczor S, Claussen M, Wichmann HE, Magnussen H: Prevalence of respiratory symptoms, bronchial hyperresponsiveness and atopy among adults: west and east Germany. *Eur Respir J* 9(12) (1996) 2541-2552
- Johannessen A, Eagan TM, Omenaas ER, Bakke PS, Gulsvik A: Socioeconomic risk factors for lung function decline in a general population. *Eur Respir J* 36 (2019) 480-487
- Pelkonen M, Notkola IL, Lakka T, Tukiainen HO, Kivinen P, Nissinen A: Delaying decline in pulmonary function with physical activity: a 25-year follow-up. *Am J Respir Crit Care Med* 168 (2003) 494-499
- Bünger J, Antlauf-Lammers M, Schulz TG, Westphal GA, Müller MM, Ruhnau P, Hallier E: Health complaints and immunological markers of exposure to bioaerosols among biowaste collectors and compost workers. *Occup Environ Med* 57 (2000) 458-464
- Taskinen TM, Laitinen S, Nevalainen A, Vepsäläinen A, Mecklin T, Reiman M, Korppi M, Husman T: Immunoglobulin G antibodies to moulds in school-children from moisture problem schools *Allergy* 57(1) (2002) 9-16