

# Reduzierung von Luftschadstoffen bei der Abfallsammlung

Die getrennte Erfassung und Verwertung von Wertstoffen des Hausmülls hat auch Auswirkungen auf die Arbeitsbedingungen im Bereich der Abfallwirtschaft. Die notwendigen Schutzmaßnahmen im Bereich der Abfallbehandlungsanlagen sind bereits seit längerem geregelt. Zwischenzeitlich wurden auch die Biostoff- und Staubbelastungen im Bereich der Abfallsammlung untersucht.

Heinz-Dieter Neumann

Ziel der Biostoff- und Staubbelastungsuntersuchung war es, die Belastungen der Beschäftigten unter Berücksichtigung verschiedener struktureller sowie technischer und organisatorischer Einflussfaktoren zu erfassen und Schutzmaßnahmen zu ermitteln. Dabei wurde auch der Frage nachgegangen, ob die Gefährdung des Müllwerkers durch die Einführung der getrennten Bioabfallsammlung erhöht wurde. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind in Deutschland in die Erarbeitung einer technischen Regel biologische Arbeitsstoffe (TRBA) eingeflossen (1).

## Untersuchungsprogramme

Folgende Sachverhalte wurden untersucht:

- Die Belastung von Müllladern und Fahrern durch Gesamtschimmelpilze, *Aspergillus fumigatus*, Gesamtbakterien und luftgetragene Endotoxine in Abhängigkeit von den strukturellen Einflussgrößen wie Abfallart, Abfuhrhythmus, Siedlungsstruktur und Temperaturabhängigkeit durch personengetragene Messung am Müllader und stationäre Messung im Führerhaus [2,3].
- Die technischen und organisatorischen Faktoren zur Reduzierung der Belastung durch Staub und biologische Arbeitsstoffe durch Messungen im Bereich der Schüttung (Emissions-



FOTOS: BEIGESTELLT

Bild 1: Messgeräteanordnung zur Durchführung der Bioaerosol- und Staubbmessungen

wert), Messungen am Lader (Immissionswert) und Bestimmung des Reduktionsfaktors  $F_{E/I}$  als Quotient der Emissions- und Immissionskonzentration (Bild 1).

Zusätzlich wurde die mögliche Ausbreitung des Bioaerosols beim Ladeprozess durch die Verwendung von Theaternebel (Bild 2) visualisiert. Un-

tersuchte Einflussfaktoren waren die Steuerung des Ladeliftes, die Art der Abfallverdichtung im Aufbau, die Gestaltung der Einfüllmulde, der Verschluss der Schüttung, unterschiedliche Reinigungsintervalle sowie die Möglichkeit der Stauberfassung durch Absaugung im Bereich der Schüttung [4,5].



Bild 2: Simulation der Bioaerosolausbreitung bei Ladeprozessen mit Hilfe von Theaternebel

## Ergebnisse

Die ermittelten Konzentrationsunterschiede zwischen den Abfallarten waren gering [2]. Eine besondere Gefährdung des Müllwerkers durch die Biotonne ließ sich nicht eruieren. Lediglich für *Aspergillus fumigatus* ergaben sich bei hohen Temperaturen für Bioabfall höhere Werte als bei den anderen Abfallarten. Tendenziell lagen die Werte für DSD-Abfall in gelben Tonnen am Niedrigsten. Im Mehrfamilienhausbereich war die Belastung leicht höher als im Einfamilien- und Zweifamilienhausbereich. Ferner wurde ein Anstieg der Bioaerosolkonzentration bei Verlängerung der Standzeit von sieben auf 14 Tage beobachtet.

Grundsätzlich ist der Fahrer erheblich geringer belastet als der Lader. Die Gesamtschimmelpilzkonzentration liegt im Normalfall deutlich unter 10.000 KBE/m<sup>3</sup>. Aber auch in der Fahrerkabine können vereinzelt hohe Keimkonzentrationen vorkommen, die z. B. aus Einträgen mit der Kleidung oder durch das geöffnete Fenster sowie aus der mangelnden Reinigung des Führerhauses resultieren können.

Die Staubkonzentrationen waren unabhängig vom Sammelsystem im Rahmen der Untersuchungen in der Regel niedrig [5]. Die Konzentration für einatembaren Staub im Bereich der Schüttung betrug maximal 2,6 mg/m<sup>3</sup>, so dass

mit einer Überschreitung des in Deutschland gültigen Grenzwertes für einatembaren Staub in Höhe von 10 mg/m<sup>3</sup> [6] unabhängig vom Sammelsystem nicht zu rechnen ist. Am Lader wurden maximal 0,78 mg/m<sup>3</sup> gemessen. Für alveolengängigen Staub wurde im Bereich der Schüttung eine maximale Konzentration von 0,41 mg/m<sup>3</sup> gemessen, am Lader in der Regel weniger als 0,25 mg/m<sup>3</sup>. Auch für alveolengängigen Staub ist somit mit einer Überschreitung des in Deutschland allgemein gültigen Grenzwertes in Höhe von 3 mg/m<sup>3</sup> [6] im Regelfall nicht zu rechnen.

Die Messwerte der Metallstäube wurden stichprobenhaft bei der Sammlung verschiedener Abfallarten mit unterschiedlichen Heckladern personenbezogen ermittelt. Unabhängig von diesen Einflussgrößen lagen die Messwerte überwiegend im niedrigen Bereich und zumeist unterhalb der Nachweisgrenze [7].

Im Rahmen der Querschnittsuntersuchungen zur Überprüfung der abfallspezifischen und strukturellen Einflussfaktoren lagen die Endotoxinbelastungen an Heckladersammelfahrzeugen im Sommer zumeist deutlich unter 100 EU/m<sup>3</sup>, im Herbst und im Winter in der Regel unter 10 EU/m<sup>3</sup> [2]. Beim Vergleich der Sammelsysteme ergaben sich bei den Endotoxinmessungen keine wesentlichen Unterschiede. Eine Bewer-

tung der Schutzmaßnahmen ließ sich daraus nicht ableiten [4]. Die Werte am Lader waren insgesamt sehr niedrig und erreichten maximal 19 EU/m<sup>3</sup>. Selbst im Bereich der Schüttung wurde der Wert von 100 EU/m<sup>3</sup> nur einmal überschritten [4]. Es ist zu vermuten, dass die Endotoxine dem Gesamtstaub anhaften, der insgesamt nur in geringer Konzentration gemessen wurde [5].

Die jeweiligen Bakterienkonzentrationen schwankten in einem Bereich zwischen 10<sup>3</sup> und 10<sup>5</sup> KBE/m<sup>3</sup>. Die höheren Werte wurden insbesondere im Sommer ermittelt, die niedrigeren im Herbst und im Winter. Ferner war die Belastung im Mehrfamilienhausbereich zumeist höher als im Ein- und Zweifamilienhausbereich [2].

Wie die Untersuchung der technischen und organisatorischen Faktoren ergab, sind bei den Schimmelpilzbelastungen von Müllwerkern grundsätzlich zwei Belastungsbereiche zu unterscheiden. Im Regelfall sind die Lader an Müllfahrzeugen Schimmelpilzkonzentrationen in einem Bereich von 10<sup>4</sup> bis zu 10<sup>6</sup> KBE/m<sup>3</sup> (Bild 3) ausgesetzt. Dieser Konzentrationsbereich ist bei Vorliegen folgender Faktoren zu erwarten:

- Pressplattenverdichtung mit niedriger Ladekante
- Rotationsverdichtung im Aufbau
- Manuelle Bedienung der Schüttung
- Flache Lademuße
- Fehlende Rutsche im Einfüllbereich
- Kurze Trittbereichs-Abschirmung

## Schutzmaßnahmen

Durch geeignete technische Maßnahmen lässt sich jedoch ein niedriger Konzentrationsbereich für Gesamtschimmelpilze in der Größenordnung von 10<sup>3</sup> < C ≤ 2·10<sup>4</sup> KBE/m<sup>3</sup> realisieren (Bild 4). Folgende Maßnahmen sind dazu erforderlich:

- Eine hohe Ladekante über Kopfhöhe in Verbindung mit einer tiefen Ladewanne wirkt als Abschirmung mit Kamineffekt. Durch den als Rutsche ausgebildeten Einfüllbereich wird die freie Fallhöhe des Abfalls minimiert. Eine hohe Ladekante in Verbindung mit einer flachen Einfüllmulde bringt dagegen nur einen

geringen Schutzeffekt.

■ Große taktile Abweiser im Bereich des Trittbretts wirken darüber hinaus als Schutz vor Verwirbelungen beim Anfahren [8].

■ Eine Stauberfassung mittels Absaugung im Bereich der Schüttung in Verbindung mit einer Deckelschüttung erwies sich im Rahmen der Studie als entwicklungsfähiges Instrument zur Bioaerosolreduzierung. Klappdeckelverschlüsse ohne Absaugung wirken dagegen wie ein Fächer und zeigen im Vergleich zum Vorhang keinen wesentlichen Schutzeffekt.

■ Die Steuerung des Ladevorgangs mittels einer Automatikschüttung kann eine deutliche Verringerung der Belastung gegenüber dem manuellen Betrieb bewirken, sofern sich der Müllwerker während des Ladevorgangs von der Schüttung entfernt.

■ Die Steuerung des Ladevorgangs aus der Fahrerkabine ist wegen der Kapselung des Bedieners eine geeignete Schutzmaßnahme, wenn die Fenster und die Dachluke geschlossen sind. Das Führerhaus ist daher mit einer Klimaanlage auszustatten.

■ Der Gefäßdeckel darf vor oder während des Ladevorgangs nicht manuell geöffnet werden. Auf eine Sichtkontrolle des Behälterinhaltes ist somit zu verzichten.

■ Die Sammlung von Abfällen in Säcken ist möglichst zu vermeiden.

■ Zur Verhinderung von Pilzrasenbildung im Bereich der Einfüllmulde ist die regelmäßige Hochdruckreinigung mit

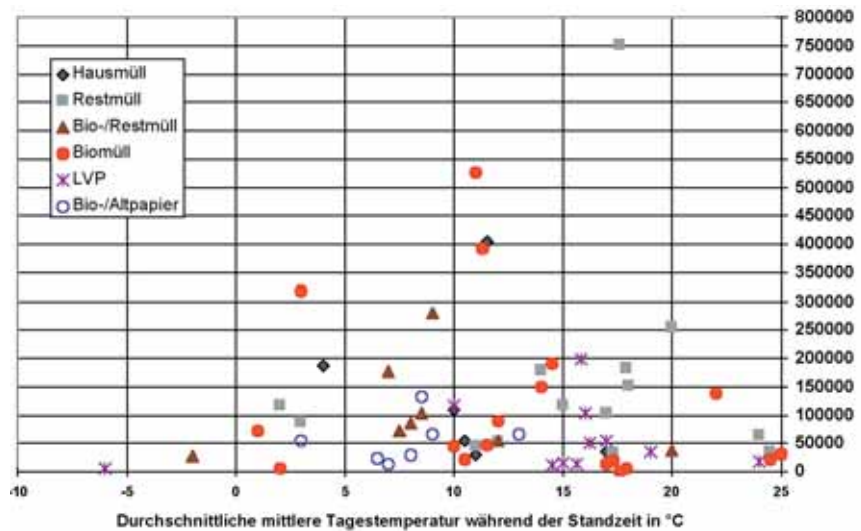


Bild 3: Beispiele für Schimmelpilzbelastungen des Müllwerkers beim Laden unterschiedlicher Abfallarten in KBE/m<sup>3</sup>

Abspritzen der Schüttung von innen und außen in wöchentlichem Abstand erforderlich. Das Führerhaus soll täglich gereinigt werden.

Ferner sind mindestens folgende persönliche und hygienische Schutzmaßnahmen zu beachten:

■ Als persönliche Schutzausrüstung müssen die Müllwerker Sicherheitsschuhe, Schutzhandschuhe sowie einen körperbedeckenden Schutzanzug tragen, der mindestens wöchentlich zu reinigen ist. Dieser darf nicht in den Privatbereich mitgenommen werden und ist durch den Arbeitgeber zu reinigen. Zur Aufbewahrung sind zumindest Schrankanlagen mit Trennung für Privat- und Berufskleidung erforderlich.

■ Wenn die Gefährdung durch bauliche, technische oder organisatorische Maßnahmen nicht verringert werden kann, ist ferner geeigneter Atemschutz (z. B. Halbmaske mit Partikelfilter der Klassen P2 oder FFP2) zur Verfügung zu stellen.

■ Das Essen, Trinken und Rauchen während des Umgangs mit Abfällen ist zu unterlassen.

■ Zum Zweck der hygienischen Händereinigung, z. B. vor dem Essen, Trin-

ken oder Rauchen, sind auf dem Fahrzeug Wasserbehälter sowie Spender für Seife und Einmalhandtücher mitzuführen.

## Schlussfolgerungen

Abschließend ist festzustellen, dass eine höhere Gefährdung der Beschäftigten bei der Bioabfallsammlung im Vergleich zur Rest- oder Hausmüllsammmlung nicht festgestellt wurde. Eine erhebliche Belastung insbesondere durch Schimmelpilze ist in der Regel bei allen Abfallarten gegeben. Sie lässt sich jedoch durch geeignete Schutzmaßnahmen wirksam reduzieren. Die ermittelten Schutzmaßnahmen sind in Deutschland in eine TRBA „Abfallsammlung“ eingeflossen. Ferner hat sich die Bestimmung der Gesamtschimmelpilzkonzentration als Leitparameter für die Überprüfung der Qualität von Schutzmaßnahmen an Abfallsammelsystemen bewährt.

Dr. Ing. Heinz-Dieter Neumann

GUVV Westfalen-Lippe

Abt. Biologische, chemische und physikalische

Einwirkungen

Salzmannstraße 156

48159 Münster

Deutschland

Tel.: (+49 251) 21 02 213

Fax: (+49 251) 21 02 264

E-Mail: h.neumann@guvv-wl.de

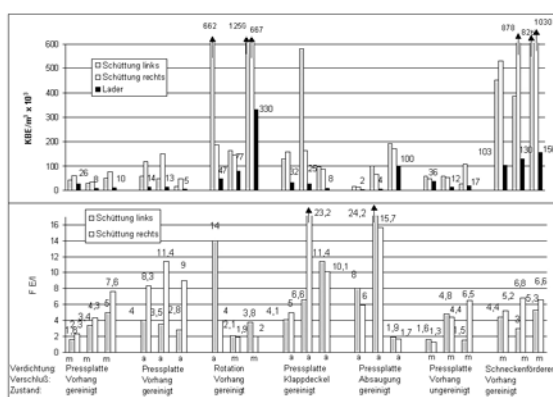


Bild 4: Schimmelpilzkonzentrationen an der Schüttung und am Lader sowie Reduktionsfaktoren  $F_{E/I}$  der unterschiedlichen Fahrzeugkombinationen

## LITERATUR

[1] Technische Regel biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 213, Abfallsammlung: Schutzmaßnahmen“. Bundesarbeitsblatt 8/9-2005, S. 53-57

[2] Neumann, H. D., W. Mathys, M. Raulf-Heimsoth, G. Becker, J. Balfanz: Gefährdung von Beschäftigten bei der Abfallsammlung und -abfuhr durch Keimexpositionen. In: Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Dortmund/Berlin), Forschungsbericht FB 920, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 2001

[3] Neumann, H. D., J. Balfanz, G. Becker, W. Mathys, M. Raulf-Heimsoth: Bioaerosol exposure during re-

fuse collection – Results of field studies in the real life situation. *Sci. Total Environ* 293 (2002): 219-231

[4] Becker, B., M. Lohmeyer, W. Mathys, H.D. Neumann: Methoden zur Minderung der Keimfreisetzung bei Schüttvorgängen an Abfallsammel-fahrzeugen. In: Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (Dortmund/Berlin), Forschungsbericht FB 931, Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW, 2001

[5] Neumann, H. D., G. Becker, M. Lohmeyer, W. Mathys: Preventive measures to reduce bioaerosol exposure during refuse collection –Results of field studies in the real life si-

tuation. *Sci. Total Environ* 341 (2005); 1-13

[6] Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 900 „Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz“. Bundesarbeitsblatt 11/2000, zuletzt geändert Bundesarbeitsblatt 5 (2004), berichtet Bundesarbeitsblatt 7-8 (2004)

[7] Neumann, H. D., B. Hornig, M. Buxtrup, J. Balfanz: Schimmelpilz- und Gefahrstoffbelastungen bei der Müllsammlung. *Gefahrstoffe-Reinhalten. Luft* 58 (1998): 249 – 255

[8] Missel, T.: Keim- und Staubbela-stung von Müllwerkern bei der Ab-fallsammlung. *Gefahrstoffe-Reinhalten. Luft* 60 (2000) Nr.4, 150-157

## ZUSAMMENFASSUNG

Die technischen und organisatorischen Möglichkeiten zur Reduzierung der Bioaerosolbelastung von Müllwerkern wurden zwischenzeitlich untersucht. Als Technische Faktoren, die Einfluss auf die Bioaerosolkonzentration am Arbeitsplatz des Müllwerkers haben, wurden die Art der Verdichtung, die Steuerung des Schüttungsliftes, die Höhe der Ladekante, die Tiefe der Mulde und die Ausbildung des Einfüllbereiches sowie die Stauberfassung identifiziert. Z. B. verursachte die Drehrommelverdichtung eine höhere Schimmelpilzkonzentration als die Pressplattenverdichtung. Ein Klappdeckelverschluss an der Schüttung bewirkte in Verbindung mit einer Absaugung einen positiven Effekt. Einen positiven Einfluss hatten an Heckladern ferner die Automatikschüttung sowie an Seitenladern die Steuerung des Ladevorgangs aus der geschlossenen Fahrerkabine. Als Grundregel für die Fahrzeughygiene wurde eine regelmäßige Hochdruckreinigung der Schüttung von innen und außen empfohlen. Die ermittelten Schutzmaßnahmen sind in Deutschland in eine Technische Regel biologische Arbeitsstoffe eingeflossen.

## SUMMARY

The technical and organisational possibilities of bioaerosol pollution reduction of waste collectors are meanwhile investigated. The following technical factors were identified to influence the bioaerosol concentration at the refuse collector's workplace: compaction method, lifting device control, rake rail height, hopper depth, design of intake area and dust interception.

For instance, rotating drum compaction resulted in higher total fungal counts than packer plate compaction. A hinged lid closure at the lifting device in conjunction with a suction unit induced a positive effect.

In addition, the automatic lifting system had a positive influence on rear-end loaders, as did loading operation control from the closed driver's cab on side loaders.

Regular internal and external high-pressure cleaning of the lifting device is recommended as a basic rule for vehicle hygiene. The ascertained protective measures have been integrated in a Technical Rule for biological compounds in Germany.

## RÉSUMÉ

Les possibilités techniques et organisationnelles de la réduction de la charge des éboueurs par les aérosols biologiques ont été examinées entre-temps. Les facteurs techniques, qui influencent la concentration d'aérosols biologiques au lieu de travail des éboueurs, sont : le type de compression, la commande du dispositif de levage, la hauteur de la rampe de chargement, la profondeur de la benne et les dispositifs de prise ainsi que la saisie de poussière. Par exemple, la compression par tambour rotative a causé une concentration de moisissure plus élevée que la compression par plaque de presse. Un abattant sur la benne de levage en combinaison avec une aspiration a provoqué un effet positif. Une influence positive avait en outre le vidage automatique chez les bennes à chargement arrière ainsi que la commande de chargement à partir de la cabine fermée chez les bennes à chargement latéral. Comme règle fondamentale pour l'hygiène du véhicule un nettoyage de haute pression régulier du vidage à l'intérieur et à l'extérieur a été recommandé. Les mesures préventives déterminées ont été intégrées en Allemagne dans une règle technique pour matériaux biologiques.