



Landesanstalt für Arbeitsschutz Nordrhein- Westfalen

**Bericht (13/03)  
über  
die Ergebnisse der Wasser- und Luftprobenahmen  
bei der mobilen Mülltonnenreinigung der Firma Sammie's  
Reinigungs-Service GmbH**

Dr. Katja Kiel  
Dezember 2003

**Bericht (13/03)**  
**über die Ergebnisse der Wasser- und Luftprobenahmen bei der mobilen**  
**Mülltonnenreinigung der Firma Sammie's Reinigungs-Service GmbH**

Datum des Berichts:	09.12.2003	
Seitenzahl des Berichts:	14	Anlagen: 2
Auftraggeber:	Frau Dr. Zemke; StAfA Recklinghausen	
Firmenanschrift:	Ostwall 1, 46397 Bocholt	
Art des Betriebs:	Reinigungsservice, mobile Mülltonnenreinigung	
Art des Berichts:	Ermittlung der mikrobiologischen Belastung	
Messung/Probenahme durchgeführt von:	Herr Langwald, Frau Koob, Frau Dr. Kiel; LAfA Dusseldorf Herr Jakob; StAfA Recklinghausen am: 20.05., 21.05., 16.06., 30.06., 21.08.2003	
Analyse/Bestimmung durchgeführt von:	Frau Koob, Herr Langwald, Frau Dr. Kiel vom: 20.05. bis 15.09.2003	
Auswertung/Beurteilung: durchgeführt von:	Frau Ullrich, Frau Dr. Kiel vom: 01.06. bis 18.11.2003	

## **1 Ausgangssituation**

Die Firma Sammie's Reinigungs-Service GmbH in 46397 Bocholt bietet ihren Kunden eine mobile Mülltonnenreinigung sowohl der Restmülltonne als auch der Biotonne an. Hierfür stehen dem Anbieter Z.Z. zwei unterschiedliche Fahrzeugtypen zur Verfügung, die beide mit Waschwasser arbeiten, das im Kreislauf geführt wird. Die Reinigung mit Recyclingwasser ist aus ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten sicherlich zu begrüßen, birgt allerdings auch die Möglichkeit der Anreicherung von u.a. potentiell infektiösen Mikroorganismen.

Zur qualitativen und quantitativen Bestimmung der Mikroorganismen, die bei der mobilen Reinigung der Biotonnen auftreten, wurden von der Landesanstalt für Arbeitsschutz im Auftrag des Staatlichen Amts für Arbeitsschutz Recklinghausen von Mai bis September 2003 insgesamt 6 Messreihen an zwei verschiedenen Fahrzeugtypen durchgeführt. Da es sich bei der mobilen Mülltonnenreinigung um einen nicht gezielten Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen handelt, sollten die ermittelten Daten u.a. als Grundlage für die Festlegung der Schutzmaßnahmen für die Beschäftigten dienen.

## **2 Fahrzeugtypen**

Seide in die Untersuchung einbezogenen Mülltonnenreinigungsfahrzeuge - Sammie's 3 der Firma Hahnfeld und TSM 03 der Firma DTG - arbeiten mit Recyclingwasser zur Reinigung der Mülltonnen. Sie unterscheiden sich u.a. allerdings durch drei bezüglich der Freisetzung und Vermehrung von Mikroorganismen grundlegend wichtige Faktoren:

- 1) Bei dem Fahrzeug Sammie's 3 handelt es sich um ein weitgehend geschlossenes System. Die Tonnen werden durch eine mechanische Fördereinrichtung komplett ins Fahrzeug eingezogen und im Fahrzeuginnern einer vollständigen Reinigung von außen und innen unterzogen. Wohin gegen beim Fahrzeug der Firma DTG die Tonnen lediglich durch einen einfachen Lamellenvorhang ca. zur Hilfe in die Waschkammer des Fahrzeug eingezogen werden und nur eine Reinigung des Tonneninneren erfahren.

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Ausgangssituation
2	Fahrzeugtypen
3	Untersuchungsplan
4	Probenentnahmeorte und -zeitpunkte
5	Ergebnisse
5.1	Ergebnisse der Wasserprobenahmen
5.2	Ergebnisse der Luftprobenahmen
5.3	Mikrobiologische Differenzierung
6	Beurteilung der Ergebnisse
7	Empfehlungen zur Verbesserung der Arbeitsplatzsituation
8	Literatur

## Anhang

- Graphische Darstellungen zu einer Messreihe
- Fotodokumentation

- 2) Beim Fahrzeug der Firma DTG werden die Tonnen - falls erforderlich - nach der Innenreinigung einer zusätzlichen Nachreinigung mit einer Hochdruckpistole, die am Brauchwassertank angeschlossen ist, unterzogen. Hierbei kommt es zur massiven Freisetzung von Aerosolen.
- 3) Die Betriebstemperatur des Waschwassers beträgt beim Fahrzeug der Firma DTG regulär 55 'C, kann allerdings auf 70 'C erhöht werden, wohingegen die reguläre Betriebstemperatur des Waschwassers des Hahnfeld Fahrzeuges bei 70 'C liegt.

Weitere Angaben zu den beiden Fahrzeugen liegen der Firma Sammie's Reinigungs-Service GmbH bzw. dem Staatlichen Amt für Arbeitsschutz vor.

### **3 Untersuchungsplan**

Der Untersuchungsplan sah vor, dass in jeder Messreihe (Probenahme nach 0, 40, 80 und 120 gereinigten Tonnen) lediglich einer der Parameter Fahrzeugtyp, Temperatur des Waschwasser und Zusatz eines Desinfektionsmittels geändert wird. Aus dieser Vorgabe resultierten folgende Messreihen:

- 1) TSM 03, Firma DTG, ohne Desinfektionsmittel, Waschttemperatur 55 'C
- 2) TSM 03, Firma DTG, mit Desinfektionsmittel, Waschttemperatur 55 'C
- 3) TSM 03, Firma DTG, ohne Desinfektionsmittel, Waschttemperatur 70 'C
- 4) TSM 03, Firma DTG, mit Desinfektionsmittel, Waschttemperatur 70 'C
- 5) Sammie's 3, Firma Hahnfeld, ohne Desinfektionsmittel, Waschttemperatur 70'C
- 6) Sammie's 3, Firma Hahnfeld, mit Desinfektionsmittel, Waschttemperatur 70 'C

Bei dem Desinfektionsmittel handelt es sich um Sanosil Super 25, ein Mehrkomponentendesinfektionsmittel auf der Basis von Wasserstoffperoxyd und Silber. Weiterhin wurde jeder Wassertankfüllung eine Chemikalie Namens "power fresh" zugesetzt. Diese diente lediglich dazu, dem Wasser eine angenehme Geruchsnote zu verleihen.

Da die Ergebnisse der ersten vier Messreihen gezeigt hatten, dass der Einfluss des Desinfektionsmittels im Vergleich zu demjenigen der Temperatur auf die Organismenkonzentration im Waschwasser vernachlässigbar ist (siehe Punkt 5.1, Ergebnisse), wurde auf die Messreihe 6 zu Gunsten der nochmaligen Durchführung der Messreihe 5, bei deren erstem Verlauf sich technische Probleme ergaben, verzichtet.

#### **4 Probenahmeorte und -zeitpunkte**

Die Probenahmen fanden im Kreis Borken statt. Dabei folgte das Probenahmefahrzeug dem Mülltonnenreinigungsfahrzeug auf seiner Tour durch die unterschiedlichen Wohngebiete.

Die Probenahmen des Recyclingwassers erfolgten immer vor der ersten Mülltonnenreinigung und nach 40, 80 bzw. 120 gereinigten Tonnen. Die Luftkeimprobenahme wurde ebenfalls vor, nach der Reinigung von durchschnittlich 100 Tonnen durchgeführt. Auf diese Art und Weise wurden an 5 Messtagen insgesamt 6 Messreihen durchgeführt. Eine Messreihe wurde allerdings auf Grund technischer Probleme des Reinigungsfahrzeuges vorzeitig abgebrochen und floss nicht in die weitere Auswertung ein.

#### **5 Ergebnisse**

Die Ergebnisse der unterschiedlichen Messreihen werden zur Erleichterung der Übersicht und damit der Verständlichkeit der Ergebnisse im Folgenden in Form einer Auflistung zusammengefasst.

##### **5.1 Ergebnisse der Wasserprobenahmen**

- 1) Bei dem eingesetzten Waschwasser handelt es sich um Wasser aus dem Überlauf einer Kläranlage, das weder Badewasser- noch Trinkwasserqualität besitzt. Dies ist für den Verwendungszweck auch nicht erforderlich. Es zeigte sich allerdings, dass das Wasser bereits vor der Reinigung der ersten Tonne mit Bakterienkonzentrationen von  $4,0 \times 10^3$  bis  $5,6 \times 10^4$  KBE/ml (Koloniebildende Einheiten pro ml) und einem Gehalt an Schimmelpilzen und Hefen von 150 bis  $1,7 \times 10^3$  KBE/ml belastet ist. Darunter befanden

sich unter anderem auch potentiell infektiöse Bakterien wie die Fäkalindikatoren *Escherichia coli* und Coliforme.

- 2) Die Bakterienkonzentration im Waschwasser nach 120 gereinigten Tonnen schwankte je nach Messreihe zwischen  $9,7 \times 10^4$  und  $8,6 \times 10^6$  KBE/ml, der Gehalt an Schimmelpilzen und Hefen lag mit 0 bis  $2,8 \times 10^5$  KBE/ml deutlich niedriger. Damit belegen bereits diese Ergebnisse der Situation im Wasser, dass die Belastung der Arbeitnehmer durch Schimmelpilze und Hefen im Gegensatz zur Belastung durch Bakterien eine untergeordnete Rolle spielt. Dies zeigte auch die selektive Anzucht von thermoresistenten Aspergillen bei 43 °C. Der Höchstwert lag hier lediglich bei 257 KBE/ml.
- 3) Der Zusatz von Desinfektionsmittel unmittelbar nach der Befüllung des Tankes führte zu einer deutlichen Reduktion der Ausgangskonzentration an Bakterien im Brauchwassertank. Weiterhin konnte nach der Zugabe von Sanosil super 25 auch eine deutliche Reduktion des Gehaltes an Fäkalindikatoren (*E. coli*, Enterococci, Coliforme), Staphylococci und Hefen im Waschwasser vor der ersten Tonnenreinigung beobachtet werden. Dieser desinfizierende Effekt war allerdings bereits nach der Reinigung von nur 40 Biomülltonnen nicht mehr nachweisbar.
- 4) Einen nachhaltigeren Effekt auf die Reduktion des Gehaltes an Bakterien im Waschwasser erbrachte die Temperaturerhöhung von 55 °C auf 70 °C. Der Median der erhobenen Messwerte bei einer Wassertemperatur von 55 °C lag bei  $8,3 \times 10^6$  KBE/ml. Bei einer Wassertemperatur von 70 °C konnte lediglich ein Median von  $1,1 \times 10^5$  KBE/ml ermittelt werden. Teilweise konnte eine Reduktion des Bakteriengehaltes um zwei Zehnerpotenzen festgestellt werden (siehe Bildmaterial im Anhang).
- 5) Betrachtete man den Einfluss der Temperatur auf die hygienisch relevante Bakteriengruppe der Fäkalindikatoren, so ließ sich feststellen, dass ausschließlich die Erhöhung der Temperatur von ca. 40 °C bei 40 gereinigten Tonnen auf ca. 65 °C bei 120 gereinigten Tonnen zu einer Reduktionsrate von bis zu drei Zehnerpotenzen führte (siehe Bildmaterial im Anhang).

- 6) Noch gravierender wirkte sich die Temperaturerhöhung auf die Anzahl an kultivierbaren Schimmelpilzen und Hefen im Waschwasser aus. Hier konnten Reduktionsraten von bis zu vier Zehnerpotenzen erzielt werden. Bei zwei Messreihen waren nach 120 gereinigten Tonnen sogar überhaupt keine Hefen und Schimmelpilze mehr nachweisbar (siehe Bildmaterial im Anhang).
- 7) Der Endotoxingehalt im Wasser korrespondierte mit der Anzahl an gereinigten Tonnen. Mit dem Bakteriengehalt in der Wasserprobe ist erwartungsgemäß keine durchgängige Korrelation möglich, da mittels des Parameters "Endotoxine" sowohl tote wie auch lebende Organismen nachgewiesen werden können, wohingegen der Gehalt an Bakterien im Waschwasser ausschließlich auf lebende und kultivierbare Organismen zurückzuführen ist. Der Endotoxingehalt nach 120 gereinigten Tonnen schwankte lediglich zwischen  $1,1 \times 10^5$  und  $3,0 \times 10^5$  ED/ml Probe.

## 5.2 Ergebnisse der Luftprobenahmen

Es wurden zu jeder Probenahmeserie orientierende Bestimmungen des Gehaltes an Schimmelpilzsporen, Bakterien und Endotoxinen in der Atemluft des Arbeitnehmers durchgeführt. Die Endotoxinkonzentration wurde mittels eines Personengetragenen Messsystems nach dem Filtrationsprinzip bestimmt. Die Bestimmung der Schimmelpilzsporen- bzw. der Bakterienkonzentration erfolgte stationär mittels Impaktoren (siehe Bildmaterial im Anhang).

- 1) Die gemessene Bakterienkonzentration lag im Median bei  $1,1 \times 10^4$  KBE/m<sup>3</sup> Luft. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund der unter Punkt 5.3 nachgewiesenen human pathogen en Organismen bedenklich.
- 2) Der Median der ermittelten Luftkeimbelastungen mit Schimmelpilzsporen lag bei 3800 KBE/m<sup>3</sup> und somit lediglich am oberen Ende des für unbelastete Außenluft beschriebenen Bereiches von  $< 10^2$  bis  $10^3$  KBE/m<sup>3</sup>.



- 3) Der Endotoxingehalt schwankte zwischen 36,2 und 392,4 ED/m<sup>3</sup> Luft und war damit gegenüber den Werten, die für eine unbelastete Außenluft beschrieben wurden (0,23 0,24, BAuA 1998), um den Faktor 10 bis 100 erhöht.

### 5.3 Mikrobiologische Differenzierung

Um die Erstellung einer differenzierten Gefährdungsbeurteilung zu ermöglichen, wurden einzelne Bakterienisolate einer eingehenderen mikroskopischen und biochemischen Analyse unterzogen. Die identifizierten Bakterien sind im Folgenden mit der Angabe ihrer Risikogruppe aufgelistet:

- Pseudomonas putida	(RG 1)
- Pseudomonas fluorescens	(RG 1)
- Pseudomonas aeruginosa	(RG 2)
- Aeromonas hydrophila	(RG 2)
- Proteus vulgaris	(RG 2)
- Staphylococcus lentus	(RG 1)
- Staphylococcus xylosus	(RG 1)
- Enterococcus faecium	(RG 2)
- Enterococcus faecalis	(RG 2)
- Citrobacter freundii	(RG 2)
- Pseudomonas spp	(RG 1-2)
- Escherichia coli	(RG 2)

Weiterhin konnten neben Aspergillus fumigatus und flavus (RG 2) Penicillium Spezies, umwelttypische "Schwarzepilze" und Chytridien exemplarisch nachgewiesen werden.

Der Anteil an Hefen war in allen betrachteten Wasserproben daher als der Anteil an Schimmelpilzen. Die humanpathogene Spezies Candida albicans (RG 2) konnte allerdings in keiner der untersuchten Wasserproben nachgewiesen werden.

## 6 Beurteilung der Ergebnisse

Die Untersuchungen der Wasserprobenahme zeigen, dass es bei der Reinigung der Biomülltonnen zu einer nicht unerheblichen Anreicherung von Bakterien (bis  $6,1 \times 10^7$  KBE/ml), Schimmelpilzen und Hefen (bis  $8,8 \times 10^5$  KBE/ml) kommt. Da sich unter diesen Organismen viele hygienisch relevante bzw. potentiell humanpathogene Spezies befinden (Siehe Einstufung in die Risikogruppe 2), sollte der Kontakt der Arbeitnehmer mit diesen biologischen Arbeitsstoffen möglichst minimiert und eine Freisetzung dieser Organismen als Aerosol vermieden werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungsreihen belegen weiterhin, dass eine dauerhafte Erhöhung der Temperatur des Reinigungswassers zu einer eindeutigen Reduktion der Konzentration an Mikroorganismen im Reinigungswasser führte und bestimmte temperaturempfindliche Spezies wie die Enterobacteriaceae und erstaunlicherweise auch Schimmelpilze und Hefen fast vollständig abgetötet wurden.

Ein vergleichbar positiver Effekt des Desinfektionsmittels auf die Reduktion der Organismengehalte im Waschwasser konnte nicht nachgewiesen werden. Das Desinfektionsmittel senkt lediglich kurz nach der Zugabe die Keimbelastung des Waschwassers. Eine anhaltend desinfizierende Wirkung konnte nicht belegt werden.

Die Messungen zur Belastung der Atemluft eines Arbeitnehmers erbrachten Bakterienkonzentrationen von durchschnittlich  $10^4$  KBE/m' Luft und lagen damit in einem Expositionsbereich für den Gruner et. al bei dauerhafter Einwirkung eine gesundheitliche Gefährdung nicht ausschlossen. Das gleiche trifft für die ermittelten Konzentrationen an Endotoxinen zu. So wurden von der ICOH (International Commission on Occupational Health) ermittelt, dass es bei einer Konzentrationen an Endotoxinen von mehr als 100 EU/m' Luft zu gesteigerten Atemwegsentzündungen kommen kann.

Aus Sicht der Biostoffverordnung und dem darin verankerten Minimierungsgebot besteht an dem untersuchten Arbeitsplatz ein Handlungsbedarf. Eine Gefährdungsbeurteilung ist durchzuführen.

## **7 Empfehlungen zur Verbesserung der Arbeitsplatzsituation**

- 1) Zur Nachreinigung der Tonnen dürfen keine Hochdruckhandlanzen oder -pistolen, die auch bei deren bestimmungsgemäßen Einsatz zu einer starken Aerosolbildung führen, eingesetzt werden.
- 2) Beide Fahrzeugtypen sind so zu gestalten, dass mit biologischen Arbeitsstoffen belastete Aerosole und Flüssigkeitsspritzer aus dem Waschwasser nicht freiwerden.
- 3) Auf den Einsatz von Reinigungswasser aus dem Überlauf von Kläranlagen sollte verzichtet werden, da dieses Wasser mit nicht unerheblichen Bakterien- und Pilzkonzentrationen belastet ist und sich darunter auch potentiell infektiöse Bakterien befinden.
- 4) Die Beschäftigten sollten nicht mit Waschwasser, das mit biologischen Arbeitsstoffen kontaminiert ist, nicht in Kontakt kommen. Daher sollte das Waschwasser des Mülltonnenreinigungsfahrzeuges vor Beginn der Tonnenreinigung eine Temperatur von mindestens 60 °C erreicht haben, da erst ab dieser Temperatur der gewünschte bakterizide Effekt einsetzt.
- 5) Das Fahrzeug muss nach jedem Arbeitstag vollständig gereinigt und geleert werden.
- 6) Das Fahrzeug darf nach seiner Reinigung nicht sofort wieder mit Waschwasser, das am nächsten Tag erst genutzt werden soll, befüllt werden. Es muss zur Vermeidung einer Vermehrung der Mikroorganismen über Nacht "trocken stehen".
- 8) Die Forderungen der TRBA 500 "Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen" sind umzusetzen.

Düsseldorf, den 09.12.03

Dr. Katja Kiel  
Diplom-Biologin

## 8 Literatur

ANONYM: Bek. des BMA vom August 2001: Die TRBA 211. Biologische Abfallbehandlungsanlagen: Schutzmaßnahmen. In: Bundesarbeitsblatt 08/2001

ANONYM: Leitlinien des Arbeitsschutzes in biologischen Abfallbehandlungsanlagen- LV 13. In: Länderausschuss für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI), Hess. Ministerium für Frauen, Arbeit und Sozialordnung, 1997

BIA (Hrsg.) Nr. 9420: Verfahren zur Bestimmung der Schimmelpilzkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz. (Kennzahl 9420). In: BIA-Arbeitsmappe - Messung von Gefahrstoffen Bielefeld: Erich Schmidt Verlag. 30.Lfg. IV/03

BIA (Hrsg.) Nr. 9430: Verfahren zur Bestimmung der Bakterienkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz (Kennzahl 9430). I: BIA-Arbeitsmappe - Messung von Gefahrstoffen Bielefeld: Erich Schmidt Verlag. Ausgabe 1996, 19. Lfg. 4/97

BIA (Hrsg.) Nr. 9450: Verfahren zur Bestimmung der Endotoxinkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz. (Kennzahl 9450). In: BIA-Arbeitsmappe - Messung von Gefahrstoffen Bielefeld: Erich Schmidt Verlag. Ausgabe 1996, 19. Lfg. 11/97

ANONYM: Bek. Des BMA Technische Regeln Biologische Arbeitsstoffe TRBA 405, Anwendung von Messverfahren für Luftgetragene Biologische Arbeitsstoffe. In: Bundesarbeitsblatt Nr. 1/1996. 47-50

BECKER, G., LOHMEYER, M., MATHYS, W. UND NEUMANN, H.-D. (2001). Methoden zur Minderung der Keimfreisetzung bei Schüttvorgängen an Abfallsammelzeugen. Schriftreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb931 2001, ISSN 1433-2086, ISBN 3-89701-773-3

BOHM, R., MARTENS, W. UND **PHILIPP**, (1998). Hygienische Relevanz von Keimemissionen bei Sammlung und Behandlung von Bioabfällen. In: Wiemer und Kern, Witzenhausen-Institut (1998): Bio- und Restabfallbehandlung **II**, 311 - 344

GLAUBE, J., JAGER, E., JAGER, J. UND RODEN, H. (1987): Mikrobiologische und olfaktometrische Untersuchungen von Abfällen bei der getrennten Sammlung von Haushalts- und Nassabfällen. Forum-Städte-Hygiene (1987) 38: 273-276

GRONER ET AL. (1999). Untersuchungen zur gesundheitlichen Gefährdung von Arbeitnehmern in Wertstoffsortieranlagen und auf Deponien. In: Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene 30, 597- 610

HELDAL, K., EDUARD, W. UND BERGUM, M. (1999). Bioaerosol Exposure During Handling of Source Separated Household Waste. Annals of Agricultural and Environmental Medicine (1997), Waste Collection And Recycling - Bioaerosol Exposure And Health Problems, Koge Denmark. 1996, Proceedings 45-51

KAMPFER, P., UND WIEBFELS, W.D. (1997). Luftgetragene Mikroorganismen in Abfallbehandlungsanlagen. Fachgruppe Mikrobiologie der Vereinigung für Allgemeine und angewandte Mikrobiologie e.V. V AAM

MARTENS, W., BOHM, R., FESSEL, A., FRICKE, K., HAUMACHER, R., KELLNER-ASCHENBRENNER, K., KOHLER, K.K., MAYR, C., STRAUSS, R., WITZIGMANN, R. UND ZAPIRANIN, R. (1999). Mikrobielle Immissionen bei der Einsammlung von Siedlungsabfällen. In: Stand von Wissenschaft, Forschung und Technik zu siedlungshygienischen Aspekten der Abfallentsorgung und -verwertung. Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, -Boden- und Lufthygiene. Hrsg: Th. Eikmann und R. Hofmann, Band 30 (1999), S. 503 - 521

MISSEL, T. (2000). Keim- und Staubbelastung von Müllwerkern bei der Abfallsammlung. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 60, Springer - VDI Verlag 4/2000: S. 150-157

MISSEL, T. UND SCHIES, U. (2001). Abhängigkeiten zwischen Staub- und Luftkeimkonzentrationen in Raum- und Außenluft. Tiefbau, Erich Schmidt Verlag, Heft 2, 02/2001, S. 91 - 97

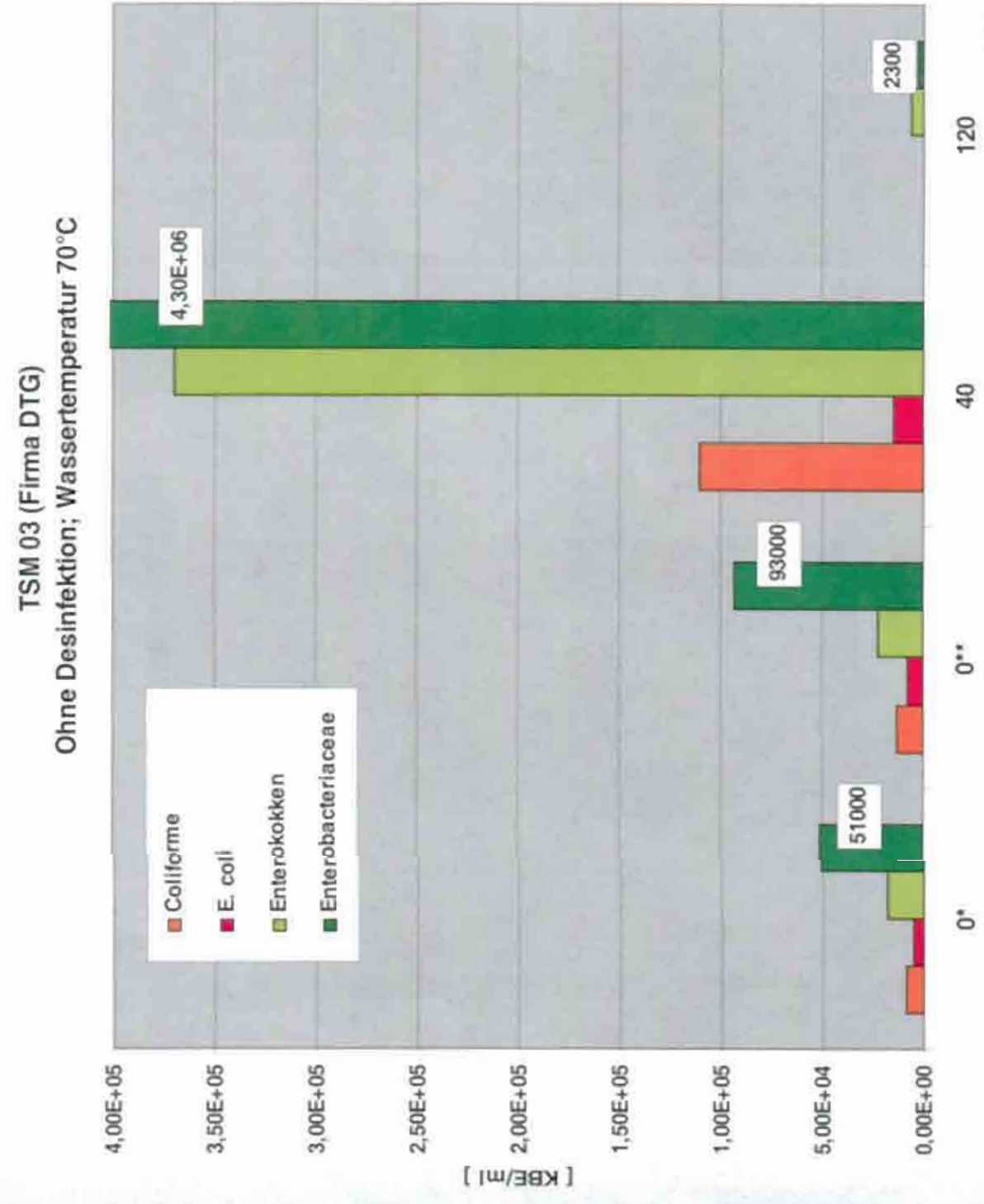
NEUMANN, H.-D., HORNING, R., BUXTRUP, M. UND BALFANZ, J. (1998). Schimmelpilz- und Gefahrstoffbelastungen bei der Müllsammlung. Gefahrstoffe \_ Reinhaltung der Luft 58 (1998) Nr. 6, S. 249 - 255)

NEUMANN, H.-D., MATHYS, W., RAULF-HEIMSOTH, M., CKER, G. UND BALFANZ, J. (2001). Gefährdung von Beschäftigten bei der Abfallsammlung und -abfuhr durch Keimexpositionen. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Fb920 2001, ISSN 1433-2086, ISBN 3-89701-676-1

SCHAPPLER-SCHEELE, R., HARTUNG, 1., SCHORMANN, W., MISSEL, T., BENING, C. UND WEBER, J. (1998). Untersuchung der gesundheitlichen Gefährdung von Arbeitnehmern der Abfallwirtschaft in Kompostieranlagen. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, FB 844, 1999, ISBN 3-89701-357-6, ISSN 1433-2086

STREIB, R., HEROLD, K. UND BOTZENHART, K. (1989): Keimzahlen ausgewählter Mikroorganismen in ungetrenntem Hausmüll, Biomüll und Nassmüll bei unterschiedlichen Standzeiten und Außentemperaturen. Forum -Städte-Hygiene (1989). 290-292

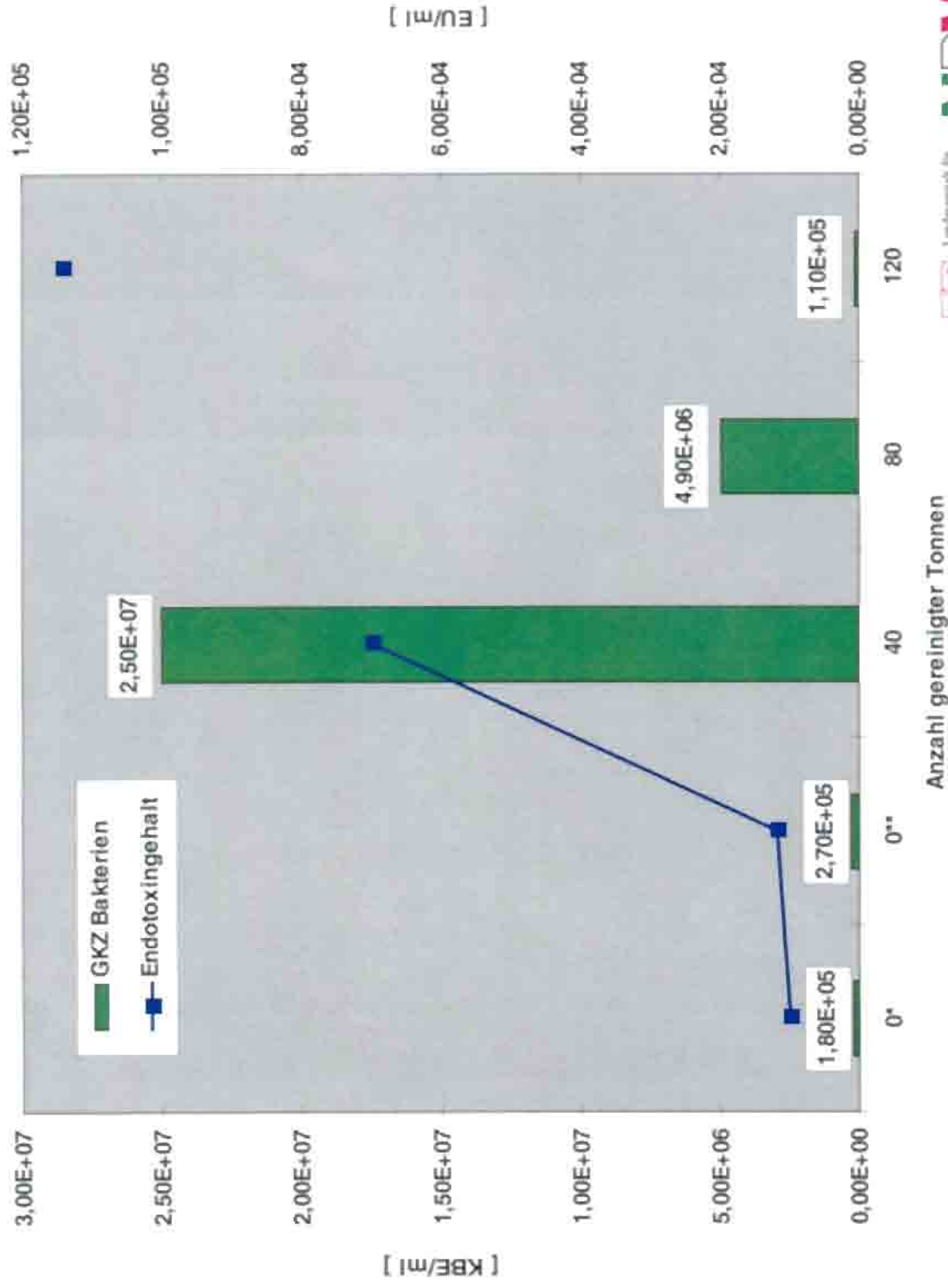
# Bestimmung der Indikatororganismen für eine fäkale Verunreinigung



# Korrelation Gesamtkoloniezahl Bakterien - Endotoxingehalt

TSM 03 (Firma DTG)

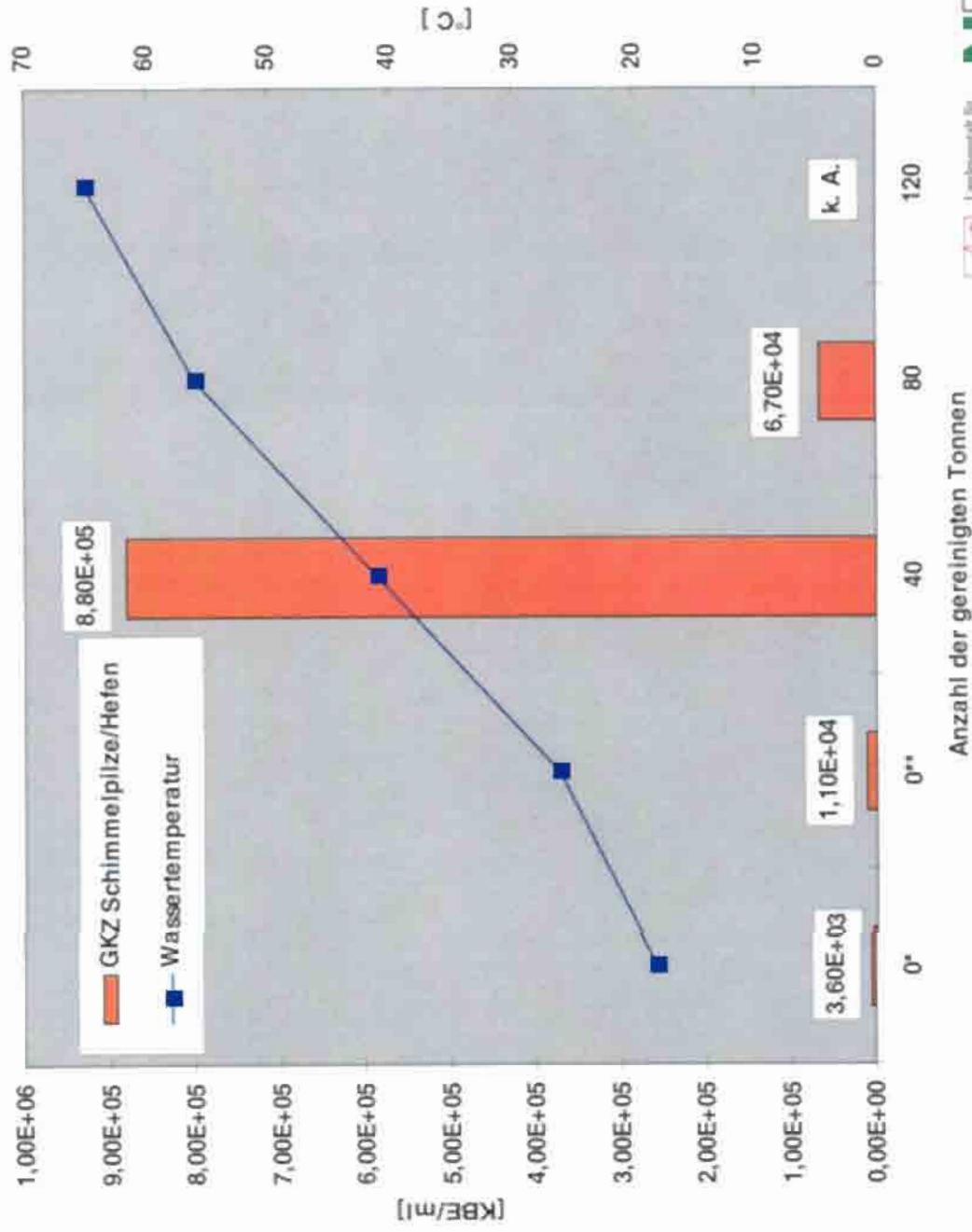
Ohne Desinfektion; Wassertemperatur 70°C





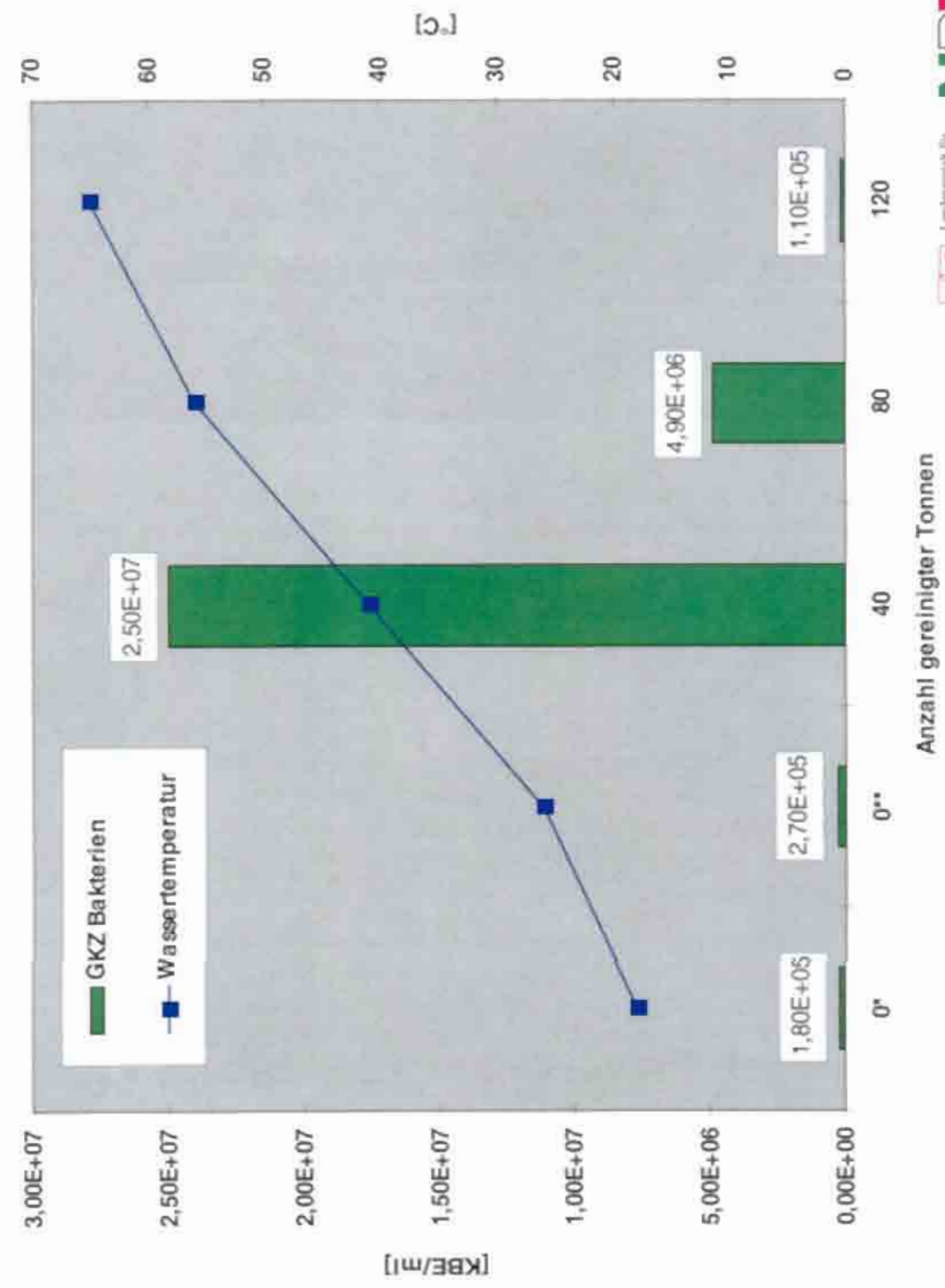
# Bestimmung der Gesamtkoloniezahl Schimmelpilze und Hefen

TSM 03 (Firma DTG)  
Ohne Desinfektion; Wassertemperatur 70°C



# Bestimmung der Gesamtkoloniezahl Bakterien

TSM 03 (Firma DTG)  
Ohne Desinfektion; Wassertemperatur 70°C



# Recyclingwasser

Trübung / Anzahl gereinigter Tonnen



Messreihe 3: 70°C, ohne Desinfektion

## Bestimmung des Schimmelpilz- und Bakteriengehaltes der Luft



Handimpaktor,  
stationär





## Bestimmung des Endotoxingehaltes der Luft



(Filtrationsprinzip,  
personengetragen)