

Maßnahmen zum Schutz vor biologischen Arbeitsstoffen bei Arbeiten in abwassertechnischen Anlagen

Neuerungen durch die Überarbeitung der TRBA 220

Heinz-Dieter Neumann (Düsseldorf)

Zusammenfassung

Abwasser kann für die im Bereich der abwassertechnischen Anlagen Beschäftigten eine Gefährdung bedeuten. Die Gefährdung beruht einerseits auf Schmierinfektionsgefährdungen beim Umgang mit kontaminierten Werkzeugen und Geräten oder bei Kontakt mit kontaminierter Kleidung. Andererseits bestehen Gefährdungen durch die Aufnahme von biologischen Arbeitsstoffen über die Schleimhäute oder durch die inhalative Aufnahme. Einschlägig für die Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in abwassertechnischen Anlagen ist die TRBA 220 (Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe). Sie ist am 6. Dezember 2010 neu erschienen. Ziel der Überarbeitung der TRBA 220 war es, die genannten Aufnahmewege zu unterbrechen. Neu ist die Forderung nach Aerosolminimierung zum Beispiel durch Absaugung oder Luftschleierabspernung der Aerosole am Schacht bei der Kanalspülung sowie die consequente Nutzung der Fernbedienung in deutlichem Abstand vom Schacht auf der windabgewandter Seite. Im Bereich der Kläranlagen ist vor allem die Forderung nach Armaturen an Handwaschbecken neu, die ohne Berührung mit der Hand zu bedienen sind.

Schlagwörter: Abwasserreinigung, kommunal, Arbeitssicherheit, TRBA, biologische Arbeitsstoffe, Kanalisation, Kläranlage

DOI: 10.3242/kae2011.08.003

Abstract

Protective Measures against Biological Agents for Wastewater Treatment Plant Staff Innovations in the Wake of the Revision of the Technical Rules for Biological Agents (TRBA 220)

Wastewater can be a hazard for the staff in wastewater treatment plants. On the one hand, there is the smear infection hazard when dealing with contaminated tools and equipment or when getting into contact with contaminated clothing. On the other hand, there is the danger of uptake of biological agents via the mucous membranes or through inhalation. The Technical Rule for Biological Agents (TRBA 220) is there to ensure safety and health when handling biological agents in wastewater treatment plants. It was updated on December 6, 2010. The purpose of this revision was to interrupt the above-mentioned uptake routes. New is the demand for the minimisation of aerosols, e. g. by the removal of aerosols by suction or blocking the passage of aerosols through air curtain systems at the shaft when the sewer is flushed as well as the consistent use of remote control at a clear distance from the shaft on the lee side. A new requirement for wastewater treatment plants is the requirement to install washbasin fittings that can be operated without touching them.

Key words: wastewater treatment, municipal, safety at work, TRBA (Technical Rules for Biological Agents), biological agents, sewer system, wastewater treatment plant

1 Einleitung

Gut gereinigtes Abwasser ist ein wesentliches Fundament für die Gesundheit der Bevölkerung. Es vermeidet Fäkalkontaminationen von Trinkwasser und ist somit die Grundlage für die Vermeidung von Seuchen und Epidemien. Doch was die Bevölkerung schützt, kann für die Beschäftigten im Bereich der abwassertechnischen Anlagen eine Gefährdung bedeuten. Denn die Ableitung und verfahrenstechnische Aufbereitung von Ab-

wasser beinhaltet zahlreiche Tätigkeiten, bei denen die Beschäftigten mit Mikroorganismen wie Bakterien, Viren oder Schimmelpilzen in Kontakt kommen. In Fachkreisen bezeichnet man diesen Kontakt als nicht gezielte Tätigkeit mit biologischen Arbeitsstoffen. Ziel muss es daher sein, die Beschäftigten bei der Arbeit vor der Einwirkung von biologischen Arbeitsstoffen zu schützen.

2 Gefährdungen durch Abwasser

Eine Gefährdung für die Beschäftigten im Bereich abwassertechnischer Anlagen besteht immer dann, wenn ein direkter oder indirekter Kontakt mit den Mikroorganismen im Abwasser gegeben ist. Dies gilt sowohl für Tätigkeiten im Bereich der Abwasserableitung wie auch für die Abwasseraufbereitung. Mögliche Aufnahmewege sind Hand-Mund-Kontakte zum Beispiel beim Umgang mit kontaminierten Werkzeugen und Geräten oder bei Kontakt mit kontaminierter Kleidung. Gleiches gilt auch für das Rauchen, Essen oder Trinken an Arbeitsplätzen.

Welche Bedeutung in diesem Zusammenhang die Arbeits- und Schutzkleidung hat, ist Tabelle 1 zu entnehmen. Schon am dritten Tag der Tragedauer bildete sich auf den Abklatschproben der Arbeitshose ein Bakterienrasen. (Abklatschproben sind Abdrücke mithilfe von Nährböden auf die zu untersuchende Oberfläche, auf denen sich Mikroorganismen wie Bakterien oder Schimmelpilze bei Bebrütung im Brutschrank vermehren können. Das Ergebnis der Bebrütung wird in koloniebildende Einheiten [KBE] angegeben.)

Ein entsprechendes Ergebnis ergab sich bereits auf der ersten Abklatschprobe einer ungereinigten Privatjacke. Beachtlich ist auch das Vorkommen der coliformen Bakterien auf den Abklatschproben als Zeichen der Fäkalkontamination. Zu diesen Bakterien zählt auch das derzeit aktuelle Enterohämorrhagische *Escherichia coli* (EHEC). Die Ergebnisse der Abklatschproben auf und in den Schutzhandschuhen verdeutlichen, dass in diesem Fall durch das Tragen der Schutzhandschuhe kein Schutzeffekt gegeben war. Weitere Gefährdungen sind bei der Aufnahme von biologischen Arbeitsstoffen über die Schleimhäute oder Atemwege gegeben, wie beispielsweise bei Reinigungsarbeiten mit Aerosolbildung [1].

Tabelle 2 zeigt eine Auswahl der im Abwasser möglicherweise vorkommenden Mikroorganismen, insbesondere unter dem Aspekt der infektiösen Wirkung [2]. Wie die Wirkungsbeschreibung zeigt, ist es nicht verwunderlich, dass Mitarbeiter im Bereich der Stadtentwässerung zu Beginn ihrer Tätigkeit häufig über Durchfallerkrankungen klagen [3]. Durch diese arbeitsplatzbedingte Immunisierung entsteht offensichtlich ein Immunschutz, der die Mitarbeiter befähigt, den Belastungen

Kleidungsstück	Tragedauer	Gesamt-bakterien [KBE/25 cm ²]	Coliforme Bakterien [KBE/25 cm ²]
Jacke Probenehmer	?	3	0
Arbeitsjacke privat	?	Rasen	70
Arbeitshose	1	60	1
	2	180	1
	3	Rasen	38
Handschuh außen	5	25	16
	6	150	7
	7	Rasen	70
Handschuh innen	5	350	3
	6	150	11
	7	Rasen	Rasen

Tabelle 1: Verschmutzung der Arbeitskleidung mit Bakterien in Abhängigkeit von der Tragedauer (KBE = Koloniebildende Einheiten)

Krankheitserreger	Risiko- gruppe	Wirkung
<i>Escherichia coli</i>	2	verursacht Durchfall
<i>Clostridium tetani</i>	2	verursacht Wundstarrkrampf
<i>Salmonella</i> der Typhusgruppe	2 oder 3**	verursacht schwere Allgemeinerkrankung mit Fieber
<i>Salmonella enteritidis</i>	2	verursacht akuten Brechdurchfall, Fieber
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	2	verursacht Nasennebenhöhlenentzündung, Lungenentzündung
<i>Leptospira sp.</i>	2	verursacht Gelbsucht, Hirnhaut- und Nierenentzündung, Weilsche Krankheit
Rota-Virus und Noro-Virus	2	verursachen Erbrechen, Durchfall
Adenoviren	2	verursachen Infektionen der Atemwege, Augenentzündung, Durchfall
Polio-Virus	2	verursacht Durchfall, Hirnhautentzündung, Kinderlähmung
Hepatitis-A-Virus	2	verursacht infektiöse Leberentzündung (Hepatitis)

Tabelle 2: Beispiele für im Abwasser möglicherweise vorkommende Krankheitserreger

des Arbeitsplatzes im Bereich der Stadtentwässerung standzuhalten. In Fachkreisen bezeichnet man diesen Personenkreis als „healthy worker“.

Doch sind nicht nur die infektiösen Wirkungen der Mikroorganismen von Bedeutung. Auch die toxischen und sensibilisierenden Wirkungen der Mikroorganismen oder ihrer Bestandteile sind zu beachten. Mögliche Folgen einer solchen Wirkung sind zum Beispiel Atemwegserkrankungen.

3 Die neue technische Regel

Einschlägig für die Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in abwassertechnischen Anlagen ist die TRBA 220 (Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe). Sie wurde aktuell überarbeitet und ist am 6. Dezember 2010 neu erschienen. Veröffentlicht wurde die Regel vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales im *Gemeinsamen Ministerialblatt (GMBL)* der Bundesministerien [2]. Die TRBA geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene wieder. Sie enthalten auch sonstige gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen, einschließlich deren Einstufung.

Ziel bei der Überarbeitung der TRBA 220 war es, Maßnahmen festzulegen, bei deren Einhaltung nicht nur die „healthy worker“ vor den Gefährdungen geschützt sind. Erforderlich hierzu ist die Minimierung von Bioaerosolen zur Vermeidung der Aufnahme über die Atemwege (inhalativ)



Abb. 1: Untersuchungen der Bakterienbelastung am Schacht bei Einsatz eines Prototyps der Luftschleierabspernung durch Horizontalgebläse

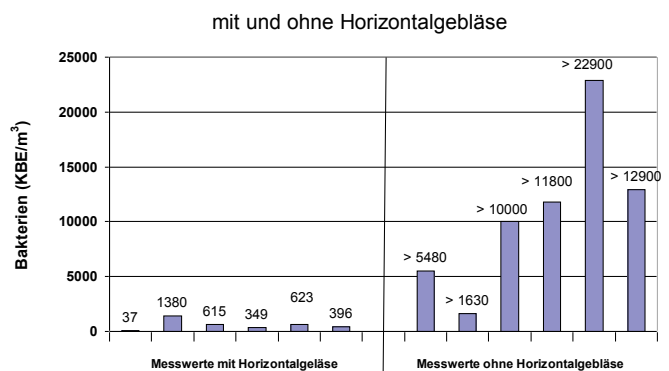


Abb. 2: Ergebnisse der Untersuchungen für Gesamtbakterien bei der Kanalarbeitung mit und ohne Horizontalgebläse

und der Verschmutzung der Arbeitskleidung sowie die Vermeidung jeglicher Art von Schmierinfektion, auch über die Kleidung. Die Überarbeitung erfolgte unter Federführung der Fachgruppe „Entsorgung“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, in Kooperation mit dem Ausschuss für biologische Arbeitsstoffe des Ministeriums für Arbeit und Soziales.

4 Schutzmaßnahmen gemäß TRBA 220

4.1 Technische Schutzmaßnahmen bei der Kanalspülung

Untersuchungen bei der Kanalspülung unter Verwendung eines Luftschleiers, der mit Hilfe eines Kompressors und eines fächerförmigen Auslasses über den Kanalschacht gelegt wird, haben gezeigt, dass sich hierdurch die Bioaerosole am Schacht deutlich reduzieren lassen (Abbildungen 1 und 2) [1, 4, 5]. Entsprechend wirkende Schutzmaßnahmen an Spülfahrzeugen sind nunmehr Stand der Technik. Auch die Nutzung der Fernbedienung in deutlichem Abstand vom Schacht auf windabgewandter Seite bewirkt eine Reduzierung der Aerosolbelastung (Abbildungen 3 und 4). Die Nutzung der Fernbedienung ist nunmehr verbindlich. Die Mitarbeiter sind in diesem Zusammenhang anzuweisen, mithilfe der Fernbedienung die Steuerung des Spülwagens in deutlichem Abstand vom Schacht vorzunehmen.



Abb. 3: Untersuchung der Bakterienbelastung am Schacht in 1 m und in 4 m Entfernung bei Einsatz von Frischwasser- und Brauchwasserspülwagen

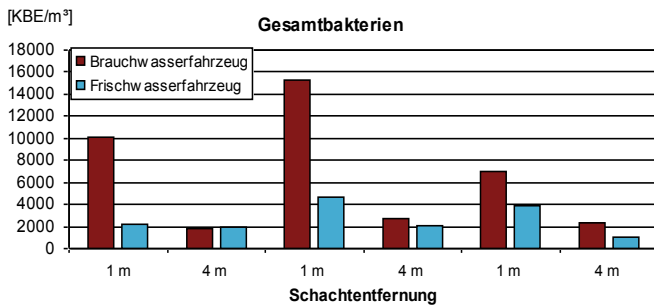


Abb. 4: Ergebnis der Untersuchungen für Gesamtakterien in 1 m und 4 m vom Schacht

4.2 Technische Schutzmaßnahmen im Bereich von Kläranlagen

Die technischen und baulichen Schutzmaßnahmen auf abwassertechnischen Anlagen haben sich im Vergleich zur überarbeiteten TRBA nur unwesentlich geändert. Sie stehen unter folgenden Prämissen:

- Vermeidung von Turbulenzen beim Abwassertransport,
- Verringerung der Fallhöhe bei stürzenden Wassermassen,
- Automatisierung von Arbeiten,
- Errichtung von Windabweisern,
- Minimierung der Aerosolbildung bzw. -ausbreitung zum Beispiel durch Einhausung.

Die Tätigkeiten im Abwasserlabor der Kläranlage fallen allerdings nicht mehr in den Geltungsbereich der TRBA 220. Hier sind nunmehr die Regelungen der TRBA 100 „Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen im Labor“ [6] zu beachten.

4.3 Bauliche Schutzmaßnahmen zur Hygiene

Hinsichtlich der baulichen Schutzmaßnahmen zur Hygiene wurden die bestehenden Anforderungen zur Trennung von Pausen-, Umkleide- und Aufenthaltsräumen, Schwarz-weiß-Anlagen sowie Trockenräume durch neue Anforderungen an die Waschgelegenheiten ergänzt. Waschgelegenheiten sind nunmehr mit Armaturen auszustatten, die vorrangig ohne Be-



Abb. 5: Hygienekammer am Kanalspülfahrzeug (Foto: Müller Umwelttechnik)

rührung mit der Hand bedient werden können. Auch Stützpunkte sollen mit Waschräumen ausgestattet sein. Zeitweise besetzte Betriebsstätten sind zumindest mit Waschbecken mit fließend Kalt- und Warm-Wasser sowie mit Spendern für Einmalartikel einzurichten. Ist dies aus baulichen Gründen nicht möglich, wie zum Beispiel auf Fahrzeugen, sind eine Waschgelegenheit mit fließend Kalt- und Warmwasser sowie geeignete Einmalartikel mitzuführen (Abbildung 5). Das Wasser des Behälters ist aus hygienischen Gründen täglich zu wechseln.

4.4 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Die bereits bestehenden organisatorischen Schutzmaßnahmen wie zum Beispiel Unterweisung, gesicherte Standorte bei Reinigungsarbeiten oder die Reinigung verschmutzter Arbeitsgeräte, wurden weitere Maßnahmen ergänzt. Neu ist die Forderung an den Arbeitgeber nach Bereitstellung von ausreichend Zeit für die Beschäftigten zur Erfüllung derer arbeitshygienischen Pflichten. Dazu gehören vor allem die Körperreinigung wie auch die Reinigung des Arbeitsplatzes und der Arbeitsmittel. So muss zum Beispiel die Fahrzeugkabine arbeits-täglich gereinigt werden. Die Beschäftigten sollen ferner zum Arbeitsende duschen. Auf die Notwendigkeit der Fernbedienung bei Kanalspülarbeiten wurde bereits hingewiesen.

4.5 Persönliche hygienische Schutzmaßnahmen und persönliche Schutzausrüstung

Die Regelungen zur Hände- und Körperreinigung sowie -pflege wie auch das Verbot des Trinkens, Essens und Rauchens an Arbeitsplätzen wurden durch Regelungen zur Arbeitskleidung ergänzt. Demnach muss die Arbeitskleidung mindestens wöchentlich gewechselt werden, wobei mindestens drei Sätze Arbeitskleidung vorzuhalten sind. Die Reinigung der Arbeitskleidung erfolgt durch den Arbeitgeber.

Durch Schutzkleidung soll ein unmittelbarer Hautkontakt mit Bioaerosolen vermieden werden und der Schutz gegen Nässe gewährleistet sein. Bei Arbeiten mit Aerosolbildung, wie zum Beispiel bei Reinigungsarbeiten in Bauwerken, ist flüssigkeitsdichte Schutzkleidung zu verwenden (mindestens Schutzanzug Typ 4).



Abb. 6: Abwasserentsorger vor dem Einstieg in den Schacht zu Reinigungsarbeiten, allerdings mit mangelhaftem Handschutz

Handschuhe müssen den Schutz gegen mechanische Gefährdungen gewährleisten und bei Kontakt mit Abwasser oder Schlamm flüssigkeitsdicht sein. Geeignet sind zum Beispiel Schutzhandschuhe aus Nitril- oder Butylkautschuk. Es sind ausreichend Schutzhandschuhe zur Verfügung zu stellen, dass diese den Anforderungen entsprechend gewechselt, gewaschen und getrocknet werden können. Bei Arbeiten wie zum Beispiel Hochdruck-Reinigungsarbeiten in Bauwerken ist durch Stul-pung oder Abdichtung im Bereich der Bündchen sicher zu stellen, dass keine Flüssigkeit in den Handschuh oder in die Ärmel des Anzugs eindringen kann.

Besteht die Gefahr von Augenkontakt mit Spritzern oder Aerosolen wie zum Beispiel bei Arbeiten in Bauwerken, ist eine geeignete Schutzbrille oder ein Gesichtsschutzschirm zu tragen. Atemschutz ist zu verwenden, wenn Spritzer und Aerosole durch bauliche und technische Maßnahmen nicht zu vermeiden sind. Dieses ist zumindest bei Reinigungsarbeiten in Bauwerken der Fall. Getragen werden muss eine partikelfiltrierende Halbmaske FFP 3 mit Ausatemventil. Masken mit Filtern zum mehrfach Verwendung sind aus hygienischen Gründen ungeeignet [3]. Auch darf durch die Atemschutzmaske das unver-zügliche Aufsetzen eines Selbstretters im Fall der Gefahr nicht behindert werden [1].

Ein zu Reinigungsarbeiten in einem Pumpwerk entsprechend ausgestatteter Abwasserentsorger ist in Abbildung 6 zu sehen. Das Tragen der Schutzhandschuhe ist wegen der fehlenden Abdichtung im Bereich der Bündchen jedoch noch verbes- serungswürdig. Auch würde ein Ausatemventil das Tragen der Einwegmaske erheblich erleichtern.

5 Arbeitsmedizinische Prävention

Zur arbeitsmedizinischen Prävention zählen

- die Beteiligung an der Gefährdungsbeurteilung,
- die allgemeine arbeitsmedizinische Beratung,
- die arbeitsmedizinische Vorsorge.

Aufgrund der komplexen Gefährdungssituation bei der Arbeit in abwassertechnischen Anlagen ist bei der Gefährdungsbeurteilung arbeitsmedizinischer Sachverstand erforderlich. Im Rahmen der allgemeinen arbeitsmedizinischen Beratung soll der Arzt oder die Ärztin einbezogen werden, die an der Gefährdungsbeurteilung beteiligt war. Die Beratung enthält Informationen über die infektiösen, sensibilisierenden und toxischen Wirkungen biologischer Arbeitsstoffe. Inhalte sind zum Beispiel relevante Krankheitserreger, Übertragungswege und Krankheitsbilder. Im Rahmen der arbeitsmedizinischen Beratung sollen die Beschäftigten auch über die auf der Basis der Gefährdungsbeurteilung festgelegten Schutzmaßnahmen, arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen und gegebenenfalls mögliche Impfungen informiert werden.

Die arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen untergliedern sich in Pflichtuntersuchungen, Angebotsuntersuchungen und Wunschuntersuchungen. Pflichtuntersuchungen sind hinsichtlich der Infektionsgefährdung durch das Hepatitis-A-Virus zu veranlassen. Auch ist diesbezüglich ein Impfangebot zu unterbreiten. Weitere Anlässe für Pflichtuntersuchungen sind zum Beispiel Feuchtarbeit von regelmäßig vier Stunden oder mehr pro Tag sowie Tätigkeiten, die das Tragen von Atemschutzgeräten der Gruppe 2 (z. B. FFP-3-Masken) und 3 erfordern. Angebotsuntersuchungen sind in Abhängigkeit vom Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung im Hinblick auf eine Vielzahl von Infektionserregern erforderlich.

Mögliche Krankheitserreger enthält die Liste (Tabelle 2) zu Beginn des Artikels. Auch in diesem Fall schließt die Untersuchung Impfangebote mit ein, sofern es sich um Erreger handelt, bei denen sich durch Impfung eine Infektion vermeiden lässt. Weitere Angebotsuntersuchungen werden ausgelöst, wenn als Folge einer Exposition gegenüber einem biologischen Arbeitsstoff mit einer schweren Infektion oder Erkrankung gerechnet werden muss und Maßnahmen der Prophylaxe nach Exposition möglich sind oder eine Infektion aufgetreten ist. Weitere Angebotsuntersuchungen betreffen Feuchtarbeit von regelmäßig mehr als zwei Stunden pro Tag sowie Tätigkeiten, die das Tragen von Atemschutzgeräten der Gruppe 1 (z. B. FFP-2-Masken) erfordern.

Wunschuntersuchungen hat der Arbeitgeber den Beschäftigten zu ermöglichen, sofern ein Gesundheitsschaden nicht ausgeschlossen werden kann. Dies kann zum Beispiel bei Exposition gegenüber Aerosolen mit sensibilisierenden und toxischen Eigenschaften der Fall sein.

6 Fazit

Abwasser war in der Vergangenheit häufig Ausgangspunkt für Seuchen und Epidemien. Durch die gezielte Erfassung, Ableitung und Aufbereitung von Abwasser konnte dieses Seuchenrisiko in Mitteleuropa deutlich reduziert werden [7]. Dennoch stellt Abwasser für die im Bereich der abwassertechnischen Anlagen Beschäftigten immer noch eine Gefährdung dar. Die Gefährdung beruht einerseits auf Schmierinfektionsgefährdungen

beim Umgang mit kontaminierten Werkzeugen und Geräten oder bei Kontakt mit kontaminierter Kleidung. Andererseits bestehen Gefährdungen durch die Aufnahme von biologischen Arbeitsstoffen über die Schleimhäute oder durch die inhalative Aufnahme.

Ziel der Überarbeitung der TRBA 220 war es, diese Aufnahmewege zu unterbrechen. Dazu sind die am Arbeitsplatz auftretenden Aerosole zu minimieren und Schmierinfektionen jeglicher Art auch über die Kleidung zu vermeiden. Neu ist daher die Forderung nach Aerosolminimierung zum Beispiel durch Absaugung oder Luftschleierabsperzung der Aerosole am Schacht bei der Kanalspülung sowie die konsequente Nutzung der Fernbedienung in deutlichem Abstand vom Schacht auf der windabgewandter Seite. Die technischen Schutzmaßnahmen im Bereich der Kläranlagen wurden im Vergleich zur überarbeiteten TRBA nur unwesentlich geändert. Neu ist die Forderung nach Armaturen an Handwaschbecken, die ohne Berührung mit der Hand zu bedienen sind. Die Regelungen zur Bereitstellung von Schutz- bzw. Arbeitskleidung sowie persönliche Schutzausrüstung wurden konkretisiert. Schließlich wurden die Maßnahmen zur arbeitsmedizinischen Prävention, die unter anderem die arbeitsmedizinische Vorsorge beinhaltet, erweitert und konkretisiert. Das Zusammenwirken der Maßnahmen soll einen umfassenden Gesundheitsschutz im Bereich abwassertechnischer Anlagen gewährleisten.

Die überarbeitete TRBA steht im Internet zum Download bereit:

www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/TRBA/TRBA-220.html

Literatur

- [1] Neumann, H.-D., Buxtrup, M., Balfanz, J., Lohmeyer, M.: Belastungen durch biologische Arbeitsstoffe bei der Kanalreinigung, *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* 2002, 62 (9), 371–380
- [2] TRBA 220 „Sicherheit und Gesundheit bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in abwassertechnischen Anlagen“, *GMBL* 2010, Nr. 68–80, 1405–1416
- [3] Rieger, M. A., Diefenbach, H.: Biologische Belastungen und Beanspruchungen im Bereich der Abwasserwirtschaft – Wie wichtig sind Endotoxine? *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* 2007, 67 (9), 363–366
- [4] Neumann, H.-D.: Belastungen durch Mikroorganismen und Endotoxine bei der Kanalreinigung und erforderliche Schutzmaßnahmen, in: Bilitewski/Schnurer/Zeschmar-Lahl (Hrsg.): *Müll-Handbuch*, Lieferung 3/2006, Kennzahl 5171, S. 1–19, Erich Schmidt Verlag, Berlin
- [5] Vornhof, U.: *Technische Minimierung der Aerosolexposition bei der Hochdruckkanalreinigung*, Diplomarbeit, Bergische Universität – Gesamthochschule Wuppertal, 2001
- [6] TRBA 100 „Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen im Labor“, *GMBL* 2007, Nr. 21, 435–451
- [7] Neumann, H.-D.: Biologische Arbeitsstoffe in abwassertechnischen Anlagen, *Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft* 2011, 71 (4), 127–132

Autor

Dr.-Ing. Heinz-Dieter Neumann
Unfallkasse Nordrhein-Westfalen
Sankt-Franziskus-Straße 146, 40470 Düsseldorf

E-Mail: h.neumann@unfallkasse-nrw.de

