

UMWELTMEDIZIN IN FORSCHUNG UND PRAXIS

Organ der Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin GHUP/
Society of Hygiene, Environmental and Public Health Sciences

Herausgeber: Thomas Eikmann

Mitherausgeber: Jürgen Angerer, Dieter Glinz, Karl Ernst von Mühlendahl, H.-Erich Wichmann, Michael Wilhelm

Schwerpunkt: Formaldehyd

- Editorial: Formaldehyd – wohin führt uns die toxikologische Neubewertung?
- Kann für Formaldehyd eine „sichere“ Konzentration abgeleitet werden? – Analyse der Daten zur krebserzeugenden Wirkung
- Berufliche Expositionen gegenüber Formaldehyd im Gesundheitsdienst

Gesundheitliche Folgen des Passivrauchens

100 Jahre Hygiene-Institut der Universität Tübingen – Ausgewählte Forschungsergebnisse aus der Umwelthygiene

ecomed
MEDIZIN

Band 11 Nr. 6 2006

Berufliche Expositionen gegenüber Formaldehyd im Gesundheitsdienst

Udo Eickmann¹, Ingrid Thullner²

¹Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW), Grundlagen der Prävention und Rehabilitation (GPR),

Fachbereich Gefahrstoffe & Toxikologie, Bonner Str. 337, 50968 Köln

²Unfallkasse Hessen (UKH), Abteilung Prävention, Leonardo-da-Vinci-Allee 20, 60486 Frankfurt/M.

Korrespondenzautor: Dr. Ing. Udo Eickmann; E-Mail: udo.eickmann@bgw-online.de

Zusammenfassung. Die International Agency for Research on Cancer (IARC) hat Formaldehyd als Humankarzinogen eingestuft und damit eine Diskussion über die berufliche Exposition gegenüber diesem im Gesundheitsdienst weit verbreiteten Stoff ausgelöst. Eine Auswertung der im Bereich der Unfallversicherungsträger vorliegenden Informationen zur Formaldehydexposition im Gesundheitsdienst lässt folgende Aussagen zu: Die Desinfektion größerer Flächen mit formaldehydhaltigen Produkten führt regelmäßig zu Luftkonzentrationen weit oberhalb der diskutierten Schwellenwerte (0,1–0,3 ml/m³). Dies gilt auch für die manuelle, offene Instrumentendesinfektion insbesondere großer Instrumente wie z.B. Endoskope und die Raumesinfektion nach TRGS 522. Arbeiten in Pathologien bzw. Anatomien sind ebenfalls mit hohen Formaldehydkonzentrationen in der Luft verbunden, während Arbeiten mit gut kontrollierten Randbedingungen wie z.B. die Sterilisation oder die Desinfektion in Automaten sowie Laborarbeiten im Abzug geeignet sein werden, auch die genannten niedrigen Schwellenwerte zu unterschreiten.

Schlagwörter: Anatomie; berufliche Exposition; Desinfektion; Formaldehyd; Konservierung; Pathologie

1 Einleitung

Formaldehyd ist auch heute noch ein weit verbreiteter Arbeitsstoff im Gesundheitsdienst, auf dessen Einsatz man in der Desinfektion, der Sterilisation und der Konservierung wegen seiner hervorragenden Eigenschaft vielfach nicht verzichten möchte. Bisid wirksame Substanzen können allerdings beim Menschen unerwünschte Wirkungen entfalten. Die europäische Einstufung von Formaldehyd als giftig, ätzend, hautsensibilisierend und als möglicherweise krebserzeugend (K3) offenbart entsprechend viele negative Seiten dieses sonst so wirksamen Stoffes (Richtlinie 67/548/EWG). Mit Veröffentlichung einer Einstufung von Formaldehyd als eindeutiges Humankarzinogen durch die IARC (*International Agency for Research on Cancer*) ist die umfangreiche Nutzung des Stoffes allerdings nicht nur im Gesundheitsdienst wieder in eine Diskussion geraten, bei der es um die Bewertung der beruflichen und privaten Expositionen und eine mögliche Substitution von Formaldehyd geht (IARC, in Vorbereitung). Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat Daten zur Formal-

Abstract

Occupational exposure to formaldehyde in the health services

The International Agency for Research on Cancer (IARC) has classified formaldehyde as a carcinogenic material for humans and has thus initiated a discussion about the occupational exposure to this material, which is widespread in the health services. An evaluation of the information available in the sector of accident insurance authorities regarding exposure to formaldehyde in the health services allows the following statements: The disinfection of large surfaces with formaldehyde-content products regularly results in air concentrations far above the discussed threshold values (0.1–0.3 ml/m³). This applies also for manual, open instrument disinfection, in particular large instruments, such as, for example, endoscopes and room disinfection according to the German Technical Rules for Hazardous Substances (TRGS) 522. Work in pathology and/or anatomy areas is also associated with high formaldehyde concentrations in the air, while tasks with well controlled boundary conditions, such as, for example, the sterilization or disinfection in automatic systems, as well as laboratory work under exhaust systems, will be adequate to fall below the mentioned low threshold values.

Keywords: Anatomy; conservation; disinfection; formaldehyde; occupational exposure; pathology

dehydexposition von Konsumenten zusammengetragen und auf diese Weise einen Vorschlag für einen allgemeinen Luftgrenzwert für Formaldehyd entwickelt, der sich in der Größenordnung von 0,1 bis 0,2 ml/m³ bzw. 0,12 bis 0,24 mg/m³ bewegt (BfR 2006). Auf der Grundlage der vorliegenden Daten wird für die Allgemeinbevölkerung die Einhaltung dieses gesundheitsbasierten Wertes gewährleistet sein.

Die berufliche Exposition gegenüber Arbeitsstoffen ist bekanntlich höher als eine allgemeine Exposition. Daher sollen im vorliegenden Artikel Expositionsdaten bei Tätigkeiten mit beruflichem Formaldehydumgang im deutschen Gesundheitswesen vorgestellt und diskutiert werden.

2 Methoden der Expositionsermittlung

Zur Beschreibung der beruflichen Formaldehyd-Exposition wurden unterschiedliche Quellen ausgewertet:

- Literatordaten,
- vorliegende Messdaten zu gesundheitsdienstlichen Tätigkeiten,
- existierende Expositionsmodelle.

Die zugänglichen Untersuchungen betrachten fast ausschließlich inhalative Belastungen bei Desinfektionsarbeiten, bei der Sterilisation oder bei der Konservierung von biologischen Proben, während so gut wie keine Untersuchung zur dermalen Belastung durch Formaldehyd im Gesundheitsdienst existiert. Eine Reihe von Arbeiten wurden von Berufsgenossenschaften und öffentlichen Unfallversicherungsträgern durchgeführt und deren Ergebnisse in der "grauen Literatur" zusammengestellt. Sie sollen in den folgenden Abschnitten ausgewertet und so einem größeren Publikum bekannt gemacht werden.

3 Desinfektionen

Obwohl es für die meisten Arten von Desinfektionen schon formaldehydfreie Alternativprodukte gibt, ist Formaldehyd in vielen Desinfektionsmitteln vertreten. Eine Auswertung von 673 Desinfektionsmitteln aus den Kategorien Hände- und Hautdesinfektion, Flächendesinfektion, Instrumentendesinfektion und Wäschedesinfektion ergab mit Ausnahme der Hände- und Hautdesinfektion in allen Kategorien zahlreiche formaldehydhaltige Produkte, allerdings mit unterschiedlichen Formaldehydkonzentrationen von unter 1% bis fast 20% (Eickmann et al., im Druck).

3.1 Flächendesinfektion

Desinfektionsmittel für die Flächendesinfektion enthalten Formaldehyd in Konzentrationen von ca. 5 bis 15 Gewichtsprozent, darüber hinaus weitere Aldehyde wie z.B. Glutaraldehyd oder Glyoxal. Dabei handelt es sich um Produkte

zur Scheuer-/Wischdesinfektion von Flächen, die in der Regel auf Werte um 0,25 bis ca. 3% in der Anwendungslösung verdünnt werden. Trotz der Verdünnung treten aber häufig Luftbelastungen bei der Flächendesinfektion auf, die nicht nur oberhalb des oben genannten in der Diskussion befindlichen Wertes von 0,1 bis 0,2 ml/m^3 liegen, sondern auch den von der MAK-Kommission abgeleiteten Wert von 0,3 ml/m^3 ($= 0,37 \text{ mg/m}^3$) noch weit überschreiten können (Waldinger und Jänecke 2003). Abb. 1 zeigt entsprechende Messdaten für Desinfektionsarbeiten in Operationsbereichen und Stationsbereichen, jeweils unterschieden nach raumbezogenen Messungen, bei denen die Arbeiten über längere Zeit in einem einzelnen Raum stattfanden, und nach nicht raumbezogenen Messungen, bei denen die Beschäftigten während der Messung die Arbeitsräume wechselten und somit jeweils in Kompartimente mit frischer Luft gelangten. In dem letzten Fall sind die Formaldehydexpositionen natürlich geringer.

Man kann Abb. 1 entnehmen, dass Expositionen bei gleichen Tätigkeiten sehr unterschiedlich verteilt sein können und keine feste Größe darstellen. Ob man nun in der Belastung hoch oder niedrig liegt, hängt von den relevanten Randbedingungen der Expositionssituation ab, wie z.B. der Art und Konzentration der Anwendungslösung, der Größe der desinfizierten Fläche, der Raumgröße, der Lüftungsintensität, der Expositionszeit etc. Nur wenn man die wichtigsten Expositions determinanten kontrolliert, kann man die Expositionshöhe bei einer Arbeit sinnvoll voraussagen. Im Falle der Flächendesinfektion wurde einerseits ein Expositionsmodell geschaffen, welches die zu erwartende Formaldehydbelastung in der Luft vorhersagt (Eickmann 2003), andererseits hat die Auswertung vieler Messdaten zu einer Empfehlung zur Überwachung der Flächendesinfektionsarbeiten geführt, die sicherstellen sollte, dass bei den dort genannten Arbeitsbedingungen der zum Zeitpunkt der damaligen Publikation gültige Formaldehydgrenzwert von 0,5 ml/m^3 nicht überschritten wurde (BG/BIA-Empfehlungen 1039, 2002).

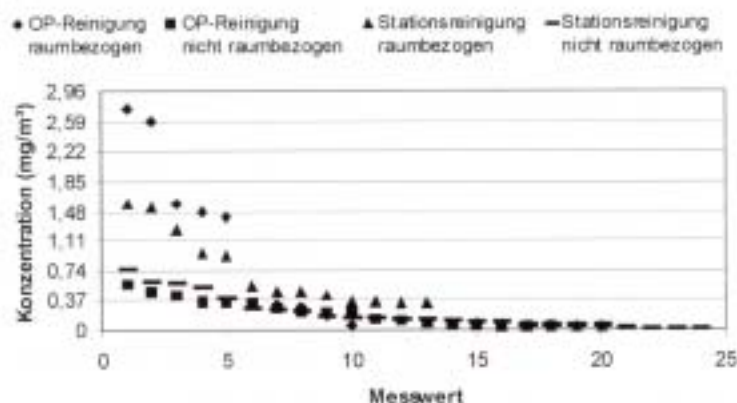


Abb. 1: Formaldehyd-Expositionen bei der Flächendesinfektion (Quelle: Waldinger und Jänecke 2003)

Angesichts der Arbeitsbedingungen in der Praxis muss man allerdings davon ausgehen, dass bei der Desinfektion großer Flächen in Stationsräumen (z.B. Fußböden) häufig höhere Luftkonzentrationen vorliegen.

3.2 Instrumentendesinfektion

Obwohl der Formaldehydgehalt teils noch höher ist als bei der Flächendesinfektion, ist die Expositionshöhe bei der Instrumentendesinfektion geringer, da entweder mit Desinfektionsautomaten gearbeitet werden kann oder die Desinfektion in kleineren Becken stattfindet, die abgedeckt werden. Bei manuellen Desinfektionsschritten können kurzzeitige Expositionsspitzen auftreten, die zu Reizerscheinungen bei den Beschäftigten führen (Wegscheider 2003). Messungen in Bereichen der Endoskopiedesinfektion zeigten insgesamt eine Einhaltung des damals gültigen Luftgrenzwertes von $0,62 \text{ mg/m}^3$, aber auch Konzentrationen oberhalb von $0,37 \text{ mg/m}^3$. Da in Bereichen der Instrumentendesinfektion auch Flächendesinfektionen durchgeführt werden, muss man beide Faktoren bei der Wertung der Belastung der Beschäftigten berücksichtigen. Sichere Arbeitsbedingungen werden in der BG/BIA-Empfehlung "Desinfektion von Endoskopen und anderen Instrumenten" beschrieben (BG/BIA-Empfehlungen 1038, 2002).

3.3 Raumesinfektion

Bevor eine Raumesinfektion mit Formaldehyd durchgeführt werden kann, muss die Notwendigkeit einer entsprechenden Maßnahme festgestellt worden sein, z.B. im Rahmen einer behördlich angeordneten Desinfektion gem. Infektionsschutzgesetz (IfSG 2000). In einem solchen Falle werden ca. 5 g Formaldehyd je m^3 Luftvolumen mit Hilfe eines Verdampfers in den zu behandelnden Raum verdampft. Zum Schutz der Umgebung muss der Raum vorher so abgedichtet worden sein, dass keine nennenswerten Mengen an Formaldehyd mehr in die angrenzenden Räume gelangen können (TRGS 522, 1992). Nach einer Einwirkzeit neutralisiert man das Formaldehyd durch die Verdampfung von Ammoniaklösung, lüftet den Raum und reinigt ihn. Während des gesamten Verdampfungs- und Einwirkungsprozesses treten im behandelten Raum so hohe Konzentrationen (bis zu einigen hundert mg/m^3) an Formaldehyd auf, dass er nur mit Atemschutzgeräten betreten werden kann. Aber auch nach dem Neutralisationsprozess, der zur Bildung von Paraformaldehyd führt, können sich wieder hohe Formaldehydkonzentrationen oberhalb des bisherigen Luftgrenzwertes bilden, da sich das Paraformaldehyd wieder zersetzt. Die Neutralisation und Reinigung kann daher eine intensive längere Lüftung nicht ersetzen.

4 Sterilisationsarbeiten

Thermolabile Materialien werden im Gesundheitsdienst nicht in Dampfsterilisatoren, sondern in Gassterilisatoren unter Verwendung von Ethylenoxid oder Formaldehyd behandelt. Die technischen Anforderungen an diese Geräte sind in Normen (DIN EN 14180, DIN 58948, DIN EN 1422) und die arbeitsschutzrelevanten Betriebsbedingungen in TRGS 513 (TRGS 513, 1996) beschrieben.

Formaldehyd-Gassterilisatoren, die nach dem Stand der Technik gebaut wurden und regelkonform betrieben werden, führen zu keiner nennenswerten Formaldehydbelastung. Sie können als sicher bezeichnet werden (TRGS 420, 1999).

5 Konservierungen

Die guten bioziden Eigenschaften von Formaldehyd werden schon seit Generationen für die Konservierung von biologischen Proben oder Exponaten genutzt. Sowohl in Pathologie-Laboratorien, bei denen es um die Erstellung von histologischen Proben geht, als auch in der Anatomie ist die Verwendung von Formaldehyd so stark verwurzelt, dass Ersatzstoffe keine große Bedeutung haben. Dies gilt sowohl für human- als auch veterinärmedizinische Anwendungen.

6 Pathologien

Bei einer Gefährdungsanalyse in Pathologien kann man verschiedene formaldehydbelastete Tätigkeiten identifizieren, so z.B.

- das Befüllen von Behältern (für Automaten bzw. Probengefäße),
- das Zuschneiden von Präparaten,
- das Entsorgen von nicht mehr benötigten Asservaten.

Im Rahmen eines Untersuchungsprogramms der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) wurde das Expositionsspektrum in Pathologien gegenüber Formaldehyd ermittelt (BGW 2005), welches sich durch eine rechtschiefe Verteilung darstellen lässt, die über fast zwei Größenordnungen reicht (Abb. 2).

Der Mittelwert der gemessenen Konzentrationen liegt mit $0,73 \text{ mg/m}^3$ über dem alten Luftgrenzwert von Formaldehyd von $0,62 \text{ mg/m}^3$ und erst recht über dem DFG-Ansatz ($0,37 \text{ mg/m}^3$) bzw. dem Vorschlag des BfR ($0,12$ bis $0,24 \text{ mg/m}^3$).

Die dargestellten Messwerte stellen Mittelwerte über die Messdauer dar und geben daher keine Auskunft über kurzzeitige Verläufe der Luftkonzentrationen. Die Abb. 3 und 4 verdeutlichen an exemplarischen Messungen, dass die kurzzei-

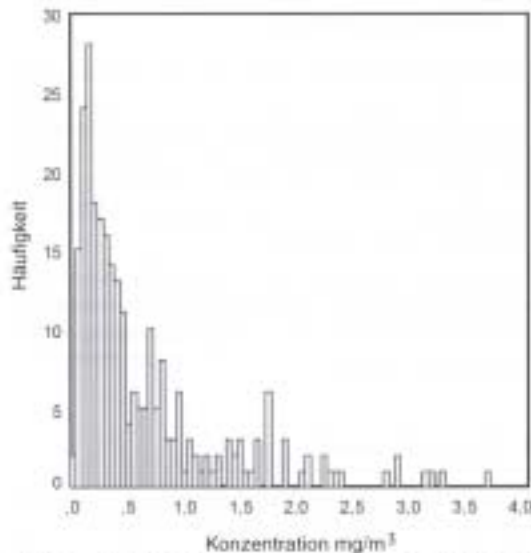


Abb. 2: Formaldehydbelastung in Pathologien (n = 265; Mittelwert: 0,73 mg/m³; Std.-Abw.: 1,07 mg/m³; Quelle: BGW)

tigen Belastungen noch um ein Vielfaches höher liegen und somit aufgrund der ätzenden bzw. reizenden Eigenschaften von Formaldehyd für Schleimhäute eine akute Gefährdung darstellen können.

Die vorgestellten Formaldehydmessungen in Pathologien belegen, dass die Luftbelastung in diesen Einrichtungen heute noch so hoch sind, dass man kurzfristig weder von einer gene-

rellen Einhaltung des früheren Luftgrenzwertes von 0,62 mg/m³ noch von der Möglichkeit der Einhaltung der in der Diskussion befindlichen Grenzwerte ausgehen kann.

7 Anatomien

Auch im Bereich der Human- bzw. Veterinär anatomien wird Formaldehyd eingesetzt. Eine Untersuchung der Unfallkasse Hessen (UKH) ergab Anwendungskonzentrationen von Formaldehyd-Lösungen in der Humananatomie von ca. 4% und von (4,5 + x)% in der Veterinär anatomie. Bei den Tätigkeiten "Fixierung von Leichen" sowie "Praktikumsvorbereitung (z.B. Entnahme aus Vorratsbehältern)" konnte trotz der guten Lüftungsbedingungen in den untersuchten Räumen keine Einhaltung des alten bzw. neuen Luftgrenzwertes für Formaldehyd festgestellt werden. Dies betrifft sowohl den Schichtmittelwert als auch die Kurzzeitwerte. Im studentischen Praktikum der Veterinär anatomie konnte die Einhaltung des alten (0,5 ml/m³) bzw. neuen diskutierten (0,3 ml/m³) Luftgrenzwertes festgestellt werden, wenn die Präparate vorher gewässert oder ausreichend abgespült bei günstiger Luftführung an abgesaugten Sektionstischen bearbeitet wurden (Thullner 2005). In der Humananatomie wurde der Schichtmittelwert der diskutierten Luftgrenzwerte (0,3 ml/m³) für die Studierenden zwar eingehalten, nicht jedoch für die Dozenten (Abb. 5). Die Kurzzeitwerte von Formaldehyd wurden bei ungünstigen Lüftungsverhältnissen überschritten. Die Spitzenexposition kann durch geeignete Luftführung und -kühlung günstig beeinflusst werden (Thullner 2006, Kellner et al. 2003).

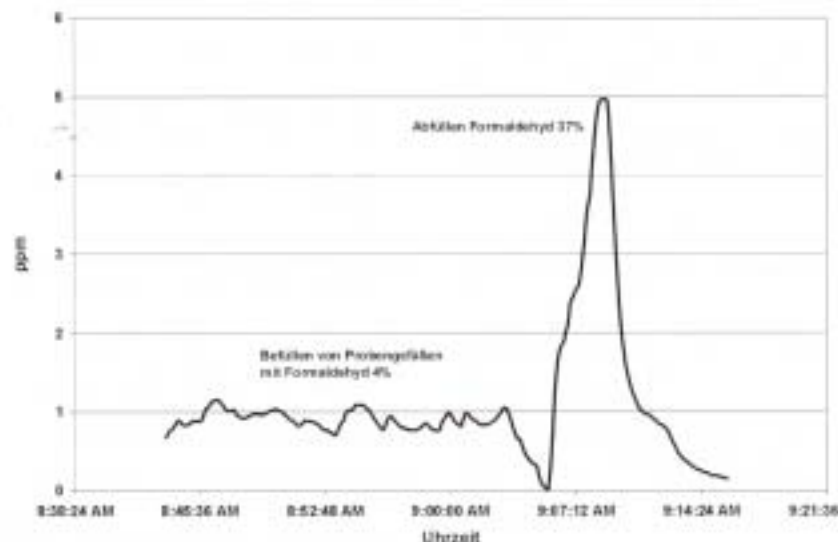


Abb. 3: Zeitlicher Verlauf der Formaldehyd-Belastung bei Befüllvorgängen in Pathologien (Quelle: Messtechnischer Dienst der BGW)

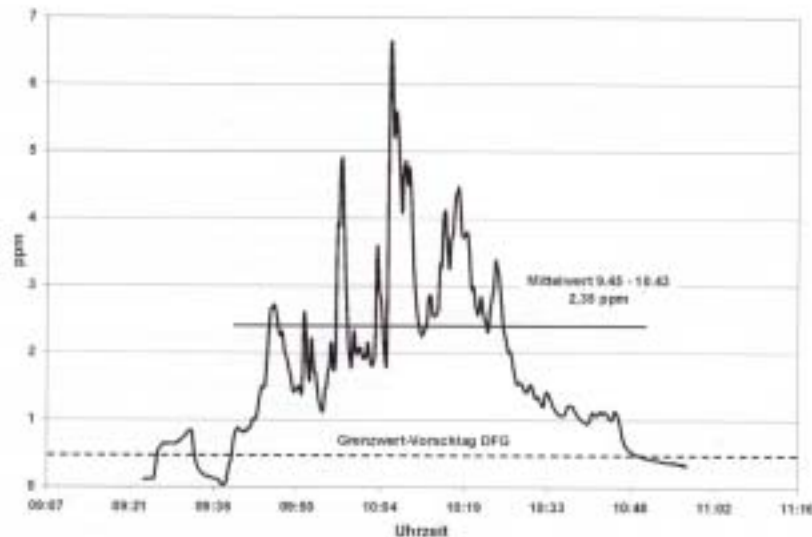


Abb. 4: Zeitlicher Verlauf der Formaldehyd-Belastung beim Entleeren von Probenahmegefäßen in einer Pathologie (Quelle: Messtechnischer Dienst der BGW)

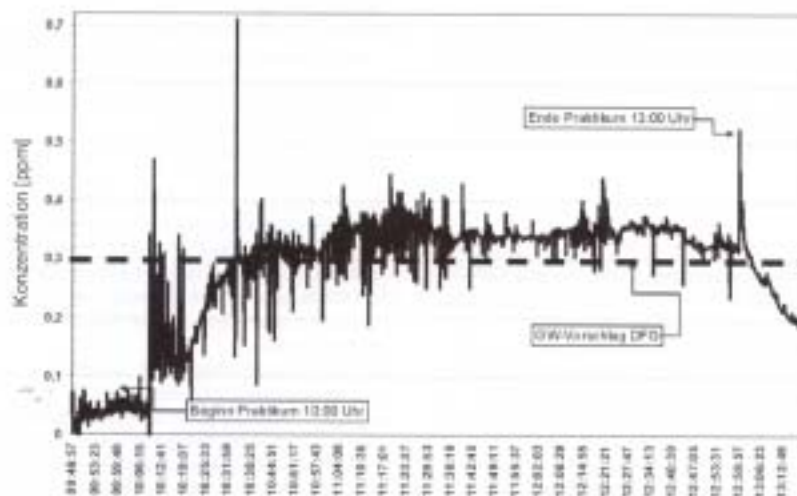


Abb. 5: Typischer Konzentrationsverlauf im studentischen Praktikum der Humananatomie bei günstiger Luftführung und -kühlung (Messungen der Unfallkassen Hessen, UKH)

5.3 Arbeiten in medizinischen Laboratorien

Der Umgang mit Formaldehyd in medizinischen Laboratorien beschränkt sich heute in der Regel auf das Handling von Kleinstmengen z.B. an Laborautomaten, die von der Expositionsseite kein Problem darstellen. Bei besonderen Anwendungen z.B. im Rahmen der Forschung ist es möglich, einen Laborabzug zu benutzen, sodass auch hier keine be-

sondere Belastung zu erwarten ist. Eine Einhaltung auch herabgesetzter Luftgrenzwerte ist daher zu erwarten.

6 Diskussion

Die in den vorhergehenden Abschnitten zusammengestellten Informationen zur Formaldehydbelastung im Gesundheits-

dienst sind ein Indiz dafür, dass es ohne technische Änderungen oder die Suche nach Ersatzstoffen in einigen Bereichen des Gesundheitsdienstes nicht möglich sein wird, die sich aus den erhöhten Anforderungen an den Umgang mit Formaldehyd ergebenden Konsequenzen zu erfüllen.

Während es für die Anwendungen

- Instrumentendesinfektion,
- Sterilisation mit Formaldehyd und
- Laborarbeiten mit Formaldehyd

keine Probleme geben wird, falls ein schärferer Luftgrenzwert für Formaldehyd in Kraft tritt, werden die Anwendungen

- Flächendesinfektion,
- Konservierung in der Pathologie,
- Konservierung in der Anatomie und
- studentisches Anatomie-Praktikum

beachtliche Probleme bekommen, die Luftbelastung in dem erforderlichen Maße zu senken. Dies würde im Einzelfall die Reduzierung der Luftkonzentrationen um den Faktor 10 oder mehr verlangen, was nur durch Anwendung völlig neuer Techniken möglich sein wird.

Bisher ist der Einsatz von Ersatzstoffen in vielen Anwendungsgebieten noch nicht abschließend untersucht worden und es ist zu erwarten, dass im Falle eines normativen Handlungszwanges Bewegung in die Suche und Anwendung weniger gefährlicher Substanzen als Formaldehyd kommt.

7 Literatur

- BfR, Bundesinstitut für Risikobewertung (2006): Wissenschaftliche Bewertung von Formaldehyd: Neue Perspektiven für den Verbraucherschutz? BfR Fachveranstaltung, Berlin, 29. Mai 2006
- BG/BIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen "Desinfektion von Endoskopen und anderen Instrumenten" in BIA-Arbeitsmappe "Messung von Gefahrstoffen", Kennzahl 1038, 28. Lieferung 04/02, Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz (BGIA), Sankt Augustin, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, Loseblatt-Ausgabe
- BG/BIA-Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen "Flächendesinfektion in Krankenhausstationen", BIA-Arbeitsmappe "Messung von Gefahrstoffen", Kennzahl 1039, 29. Lieferung 09/02,

- Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz (BGIA), Sankt Augustin, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld, Loseblatt-Ausgabe
- DIN 58948: Sterilisation – Gassterilisation – Formaldehyd-Sterilisatoren
- DIN EN 14180: Sterilisation für medizinische Zwecke – Niedertemperatur-Dampf-Formaldehyd-Sterilisation
- DIN EN 1422: Sterilisation für medizinische Zwecke – Ethylenoxid-Sterilisatoren
- Eickmann U (2003): Modellierung der Formaldehydbelastung, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 63(7/8), 325-330
- Eickmann U, Türk J, Knauff- Eickmann R, Kelenbaum K, Seitz M (im Druck): Desinfektionsmittel im Gesundheitsdienst- Informationen für eine Gefährdungsbeurteilung, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 67
- BGW (2005): Gefahrstoffbelastung in der Pathologie. Messbericht, www.bgw-online.de
- IARC, International Agency for Research on Cancer (in Vorbereitung): Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 88, Formaldehyde, 2-butoxyethanol and 1-tert-butoxy-2-propanol, IARC, Lyon, Frankreich
- IFSG, Infektionsschutzgesetz (2000): Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz – IFSG) vom 20. Juni 2000, BGBl. I 1045, zuletzt geändert 05. November 2001, BGBl. I 2980
- Kellner R, Thullner I, Funk D, et al. (2003): Formaldehydexpositionen in Pathologien und Anatomien, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 63(7/8), 299-308
- Richtlinie 67/548/EWG des Rates vom 27. Juni 1967, ABl. EG Nr. L196, S. 1, zuletzt angepasst durch die Richtlinie 2004/73/EG der Kommission vom 29.04.2004, ABl. EG Nr. L 152, S. 1
- Thullner I (2005): Formaldehyd im Gesundheitsdienst. www.ukh.de → Informationen → Fachartikel
- Thullner I (2006): Messungen in Human- und Veterinär anatomien. Persönliche Mitteilung
- TRGS 420: Verfahrens- und Stoffspezifische Kriterien (VSK) zur dauerhaft sicheren Einhaltung des Luftgrenzwertes von Formaldehyd bei der Anwendung von NTDF-Verfahren zur Sterilisation im Gesundheitswesen, Anhang 1 Nr. V, Ausgabe 09/1999, BAuBBl. 9/1999, 53
- TRGS 513: Begasungen mit Ethylenoxid und Formaldehyd in Sterilisations- und Desinfektionsanlagen, Ausgabe 06/1996, zuletzt ergänzt BAuBBl. 2/2000
- TRGS 522: Raumdeshinfektion mit Formaldehyd, Ausgabe Juni 1992, zuletzt geändert BAuBBl. 9/2001
- Waldinger C, Jilneck A (2003): Ermittlung der Aldehyd-Konzentration bei der Flächendesinfektion in humanmedizinischen Einrichtungen, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 63(7/8), 317-324
- Wegscheider W (2003): Messtechnische Untersuchungen in formaldehydbelasteten Arbeitsbereichen des Gesundheitswesens, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 63(7/8), 302-315