

Dipl. Ing. Ingrid Thullner

Formaldehyd im Gesundheitsdienst

Ein Projekt der Unfallkasse Hessen

Im Bereich des Gesundheitsdienstes wird kein Stoff so häufig angewendet wie Formaldehyd. Formaldehyd ist als Wirkstoff in Flächen- und Instrumentendesinfektionsmitteln vorhanden und wird zur Gewebefixierung in der Anatomie und Pathologie verwendet.

Zum Schutz der Beschäftigten ist seit Jahren ein verbindlicher Luftgrenzwert (LGW) für Formaldehyd von $0,62 \text{ mg/m}^3$ mit einer Spitzenbegrenzung = 1 festgelegt und in der Technischen Regel für Gefahrstoffe TRGS 900 veröffentlicht worden. [1]

Die Senatskommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) hat vorgeschlagen, den LGW für Formaldehyd auf $0,37 \text{ mg/m}^3$ mit einer Spitzenbegrenzung Faktor 2 abzusenken, eine Absenkung, die der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) übernehmen will. [2] Die DFG begründet ihren Vorschlag unter anderem damit, dass sie eine Umstufung für Formaldehyd aus der Gruppe 3 (Stoffe mit Krebs erzeugender Wirkung die Anlass zur Besorgnis geben) in die Gruppe 4 vornimmt (Stoffe mit Krebs erzeugender Wirkung, bei denen genotoxische Effekte keine oder nur eine untergeordnete Rolle spielen; bei Einhaltung des Grenzwertes ist kein nennenswerter Beitrag zum Krebsrisiko für den Menschen zu erwarten).

Im Rahmen eines Projektes sollte ermittelt werden, welche Auswirkung diese Absenkung für Arbeitsbereiche des Gesundheitsdienstes haben wird. Für die Flächen- und Instrumentendesinfektion liegen bereits eine Vielzahl von Messergebnissen vor, die Expositionsszenarien beschreiben, bei denen der LGW für Formaldehyd eingehalten ist. Diese Expositionsbeschreibungen sind in Form von BIA/BG-Empfehlungen in der Loseblatt-Sammlung „Messung von Gefahrstoffen“, veröffentlicht worden. [3, 4]

Hinsichtlich der Formaldehydbelastung in der Human- und Veterinärpathologie, der Anatomie sowie bei der Desinfektion von Rettungsfahrzeugen gab es allerdings bis dato keine Erfahrungen.

Projektbeschreibung

Im Jahr 2002 hat der Bundesverband der Unfallkassen ein bundesweites Projekt initiiert, mit dem Ziel, die gegenwärtige Formaldehydbelastung in anatomischen und pathologischen Instituten der Krankenhäuser und Kliniken der öffentlichen Hand zu ermitteln und zu beurteilen. Darüber hinaus galt es zu überprüfen, ob bei Einhaltung des derzeitigen Standes der Technik auch die Einhaltung eines abgesenkten LGW für Formaldehyd gewährleistet ist. Es wurden sowohl Arbeitsbereiche der Humanmedizin als auch der Veterinärmedizin in die Untersuchungen einbezogen. In Hessen haben sich fünf humanpathologische, ein veterinärpathologisches und ein veterinäranatomisches Institut bereit erklärt, am Projekt teilzunehmen.

Messstrategie und Messverfahren

Den Messungen liegen die Vorgaben der TRGS 402 „Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen - Arbeitsbereichsanalyse“ zu Grunde. [5]

Die Messungen wurden in drei aufeinanderfolgenden Schichten sowohl personenbezogen (zur Bestimmung des Schichtmittelwertes), als auch stationär (zur Bestimmung der Kurzzeitwerte) durchgeführt. Dabei wurden 279 Einzelmesswerte erhoben. Die analytische Auswertung der Proben wurde im Berufsgenossenschaftlichen Institut für Arbeitsschutz (BIA), St. Augustin, vorgenommen.

Die Probenahme vor Ort erfolgte durch die Messstelle der Unfallkasse Hessen nach dem Verfahren Nr. 7520, Messverfahren – Nr. 3 (Probenträger Waters Sep Pak – BIA-Code 817) der BIA – Arbeitsmappe „Messen von Gefahrstoffen“. [6] Hierbei wurde zur Bestimmung des Formaldehyds in der Luft mittels eines Personal-Air-Samplers (PAS-Pumpe) ein definiertes Luftvolumen durch eine mit 2,4-Dinitrophenylhydrazin imprägnierte Silikagel - Kartusche gesaugt. Das in der Luft enthaltene Formaldehyd wurde dabei zu einem Hydrason umgesetzt. Im Analysenlabor wurde der Probenträger mit Acetonitril eluiert und dann die quantitative Bestimmung mittels HPLC vorgenommen.

Beschreibung der Arbeitsverfahren und Arbeitsplätze

Nachfolgend werden die untersuchten Arbeitsbereiche und Arbeitsverfahren getrennt nach Human- und Veterinärpathologie sowie Veterinäranatomie beschrieben.

Human- und Veterinärpathologie

In der Pathologie werden menschliche und tierische Gewebeproben histologisch untersucht. Die Gewebeproben stammen aus OP-Bereichen oder Sektionssälen, wo sie in eine in der Regel 4 %ige Formaldehydlösung eingelegt werden.

Formaldehydlösungen mit einer Konzentration von 1-5 % werden mit dem Gefahrensymbol Xn „Gesundheitsschädlich“ und mit den Gefahrenhinweisen R40 „Irreversibler Schaden möglich“ und R43 „Sensibilisierung durch Hautkontakt möglich“ gekennzeichnet. In der TRGS 900 ist Formaldehyd als sensibilisierend und hautresorptiv eingestuft. Außerdem ist der Stoff mit dem Kennbuchstaben „Y“ versehen, das bedeutet, dass eine Fruchtschädigung bei Einhaltung des Luftgrenzwertes nicht befürchtet werden muss.

An den Zuschneidearbeitsplätzen werden die Gewebeproben von den Pathologen aus den Präparatebehältern entnommen, äußerlich untersucht und beschrieben. Anschließend werden makroskopische Schnitte angelegt und Proben entnommen, die in beschriftete Materialkapseln (auch Einbettkassetten genannt) eingelegt werden. Der Pathologe wird bei dieser Tätigkeit immer von einer medizinisch-technischen Assistentin (MTA) unterstützt, die die Materialkapseln vorbereitet, die Bemerkungen des Arztes notiert, ggf. Formaldehydlösung in die Probenbehälter nachfüllt und die fertigen Materialkapseln zur Nachfixierung zunächst in einen Behälter mit einer i.d.R. 4 %igen Formaldehydlösung und anschließend in den Entwässerungs- bzw. Einbettautomaten einlegt. Eine Formaldehydexposition der Beschäftigten an den Zuschneidearbeitsplätzen tritt beim Öffnen der Behälter und der Entnahme der Präparate sowie beim Zuschneiden selbst auf.



Bild 1: Zuschneidearbeitsplatz

In den pathologischen Instituten konnten drei unterschiedliche Systeme von abgesaugten Zuschneidearbeitsplätzen untersucht werden:

- Nur die Arbeitsfläche des Arztes ist abgesaugt



Bild 2: Einseitig abgesaugter Zuschneidearbeitsplatz

- Die gesamte Arbeitsfläche des Zuschneidearbeitsplatzes ist abgesaugt



Bild 3: Beidseitig abgesaugter Zuschneidearbeitsplatz

- Der Zuschneidearbeitsplatz ist mit einer Gebläseunterstützten Absaughaube ausgerüstet



Bild 4: Gebläseunterstützter Arbeitsplatz mit Absaughaube

Die mit Formaldehydlösung fixierten Gewebeproben werden für einen bestimmten Zeitraum als Belegproben aufbewahrt. Nach Ablauf der festgelegten Frist, werden diese, nachdem die Formaldehydlösung abgossen wurde, von den Präparatoren als Sonderabfall entsorgt. Diese Tätigkeit, Verwerfen von Asservaten genannt, ist mit einer erheblichen Formaldehydexposition beim Ausgießen der Lösung verbunden.



Bild 5: Verwerfen von Asservaten

Die geleerten Behältnisse werden von Reinigungskräften gespült und anschließend mit frischer i.d.R. 4 %iger Formaldehydlösung befüllt. Sowohl beim Spülen als auch beim Befüllen ist mit einer Formaldehydexposition zu rechnen.



Bild 6: Befüllen von Probengefäßen im Abzug

Veterinäranatomie

Die Studierenden der Veterinäranatomie lernen in Kursen der makroskopischen Anatomie den Aufbau der Tiere kennen. In deren Praktika müssen die Studierenden präparativ an in Formaldehyd fixierten Organ- oder Körperteilen arbeiten.

Die für das Praktikum benötigten Organ- bzw. Körperteile werden von den Präparatoren aus den Präparatebecken entnommen, in denen die Organ- bzw. Körperteile in einer i.d.R. 4 %igen Formaldehydlösung aufbewahrt werden. Anschließend werden diese Teile mit Wasser abgespritzt, mit Seifenlösung gebürstet und gelüftet. Erst danach werden sie den Studierenden zur Verfügung gestellt. Bei allen vorbereitenden Tätigkeiten liegt eine Formaldehydexposition vor. Beim studentischen Praktikum ist eine Exposition möglich.



Bild 7: Vorbereitende Tätigkeiten für das studentische Praktikum



Bild 8: Studentisches Praktikum

Im Rahmen des Projektes wurden von der Unfallkasse Hessen die vorbereitenden Tätigkeiten der Präparatoren für das Praktikum als auch das studentische Praktikum selbst untersucht.

Ergebnisse der Messungen

Der Luftgrenzwert für Formaldehyd wird eingehalten, wenn sowohl der Schichtmittelwert (für den 8-Stunden-Tag) als auch die sog. Spitzenbegrenzung (Faktor = 1 =) eingehalten ist.

Eine Form der Darstellung der Messergebnisse ist der so genannte „Stoffindex“, wobei bei seiner Berechnung neben dem Messwert, dem LGW auch die tatsächliche Expositionszeit einfließt. Diese Art der Darstellung erlaubt es, Messergebnisse miteinander zu vergleichen und festzustellen, ob es an den untersuchten Arbeitsplätzen zu einer Grenzwerteinhaltung kommt.

Der Stoffindex „I“ ist eine dimensionslose Größe.
Der LGW ist eingehalten wenn:

- $I < 0,1$ bei Messungen in einer einzigen Schicht
- $I < 0,25$ bei Messungen in 3 aufeinanderfolgenden Schichten oder
- $I < 1$ und das geometrische Mittel der drei Indices ist $< 0,5$

und die Kurzzeitwertkategorie eingehalten ist. Für Formaldehyd entspricht die Kurzzeitwertkategorie der Spitzenbegrenzung = 1 = . Das bedeutet, dass zu keinem Zeitpunkt der Messwert höher sein darf als der LGW. Der Kurzzeitwert wird als 15-Minuten-Mittelwert bestimmt.

Human- und Veterinärpathologie

Nachfolgend werden einige Ergebnisse für die Human- und Veterinärpathologie grafisch dargestellt.

Diagramm 1 ist die Darstellung der Stoffindices (geometrisches Mittel) an den untersuchten Zuschneidearbeitsplätzen in Anhängigkeit des derzeit gültigen Luftgrenzwertes für Formaldehyd („Index Aktuell“) sowie des geplanten abgesenkten Wertes („Index neu“).

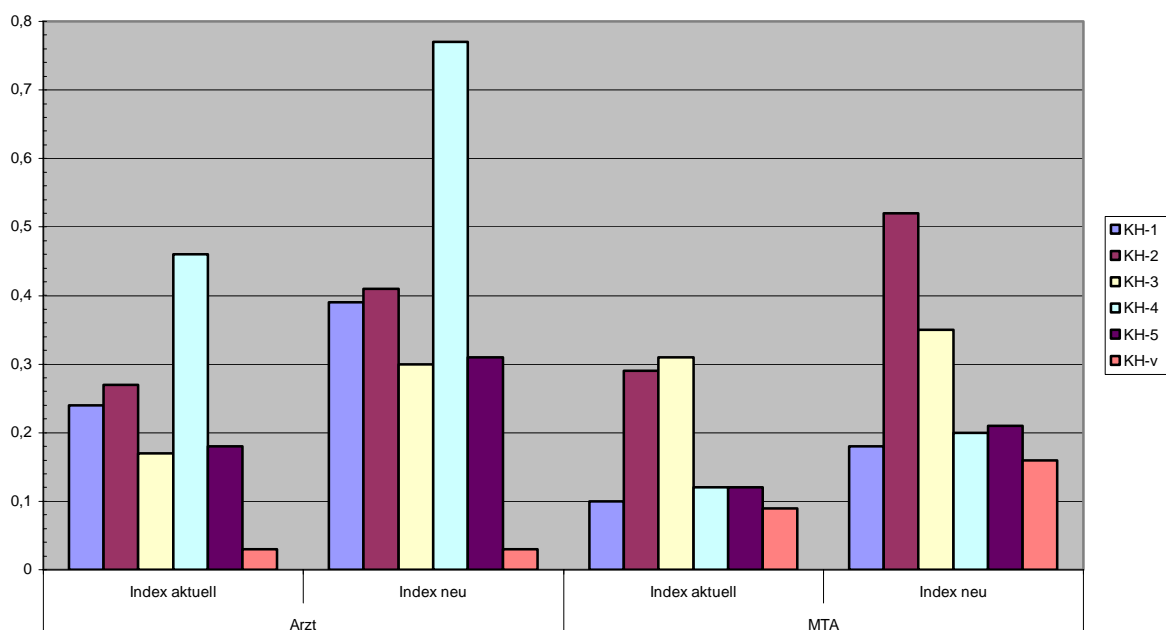


Diagramm 1: Stoffindices an Zuschneidearbeitsplätzen in der Human- und Veterinärpathologie)

Diagramm 2 stellt die Kurzzeitwerte während des Zuschneidens in den untersuchten Pathologien dar. Nur in wenigen Fällen liegen alle Kurzzeitwerte unter dem Faktor = 1 = .

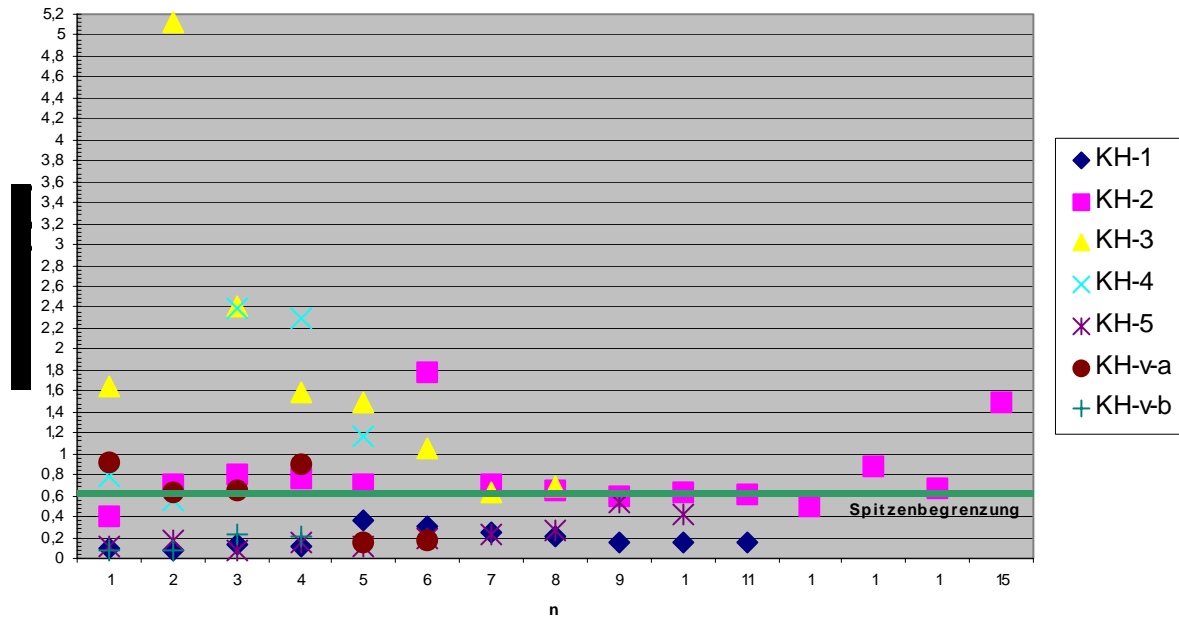


Diagramm 2: Kurzzeitwerte an Zuschneidearbeitsplätzen

Nur in zwei Humanpathologien und in der Veterinärpathologie konnten wir an den Zuschneidearbeitsplätzen sowohl die Einhaltung des derzeit gültigen Luftgrenzwertes für Formaldehyd als auch der Spitzenbegrenzung feststellen. Bei der Bearbeitung von Biopsieproben werden sowohl der Schichtmittelwert, als auch die Spitzenbegrenzung für Formaldehyd eingehalten. Voraussetzung ist jedoch auch hier, dass an abgesaugten Tischen gearbeitet wird.

Die Einhaltung des LGW an o.g. Arbeitsplätzen ist abhängig von der Wirksamkeit der Lüftungstechnischen Anlage, der Arbeitsplatzhygiene sowie der Art und Größe der Gewebeproben. Wichtig ist, dass Formaldehydquellen auf das unabdingbare Maß reduziert werden. So ist darauf zu achten, dass:

- auf dem Schneidbrett oder in der Spüle keine Pfützen verbleiben,
- Probengefäße nach der Entnahme der Gewebeproben immer geschlossen werden,
- Gefäße zur Nachfixierung nach Einlegen der Materialkapseln immer geschlossen werden,
- gebrauchte Zellstofftücher in geschlossenen Abfallbehältern entsorgt werden und
- keine höher konzentrierten Formaldehydlösungen zum Nachfixieren verwendet werden.

Eine deutliche Reduktion der Formaldehydexposition ist durch das Bearbeiten von gewässerten Proben zu erzielen, wie wir es in der Veterinärpathologie vorgefunden haben.

Zuschneidearbeitsplätze, die unter gerichtetem Zuluftstrom mit einer abgesaugten Arbeitsfläche (Lochplattenabsaugung) mit einer Absaugleistung von mind. 1000 m³/m²/h ausgestattet sind, können auch den geplanten abgesenkten LGW für Formaldehyd einhalten. Bei der ausschließlichen Bearbeitung von Biopsieproben ist eine Absaugleistung von 600 m³/m²/h ausreichend.

Beim Verwerfen von Asservaten konnten wir nur in einem einzigen Fall die Einhaltung des Luftgrenzwertes feststellen. In dieser Pathologie, werden die Gewebeprobe samt Behälter, ohne vorher die Fixierflüssigkeit zu entleeren, entsorgt. Das Verwerfen von Asservaten mit Ausgießen der Flüssigkeit sowie das anschließende Spülen der Behälter sind Tätigkeiten mit einer erheblichen Formaldehydbelastung. In dem nachfolgenden Diagramm 3 wird neben dem Stoffindex auch der tatsächliche Messwert für Formaldehyd (in mg/m³) dargestellt. In einem Fall war nach Ende der Tätigkeit des Verwerfens der Asservate die Probenträgerkapazität überschritten, so dass dieser Wert nur einen Mindestwert darstellen kann.

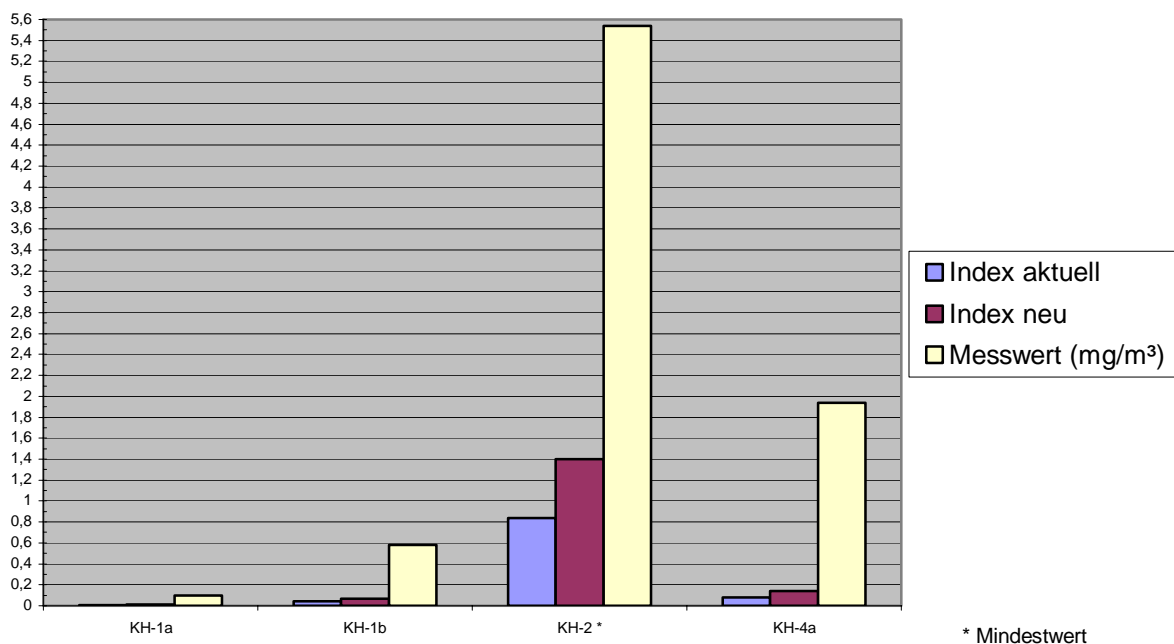


Diagramm 3: Verwerfen von Asservaten

In den meisten Krankenhäusern wird das Verwerfen der Asservate von derselben Person durchgeführt, die auch das Spülen bzw. das anschließende Befüllen der Behälter vornimmt. Bei diesen kombinierten Tätigkeiten haben wir immer eine Grenzwertüberschreitung feststellen können.

Beim Befüllen von Probenbehältern mit frischer Formaldehydlösung kann der Luftgrenzwert nur eingehalten werden, wenn in einem Laborabzug mit entsprechender Absaugleistung gearbeitet wird.

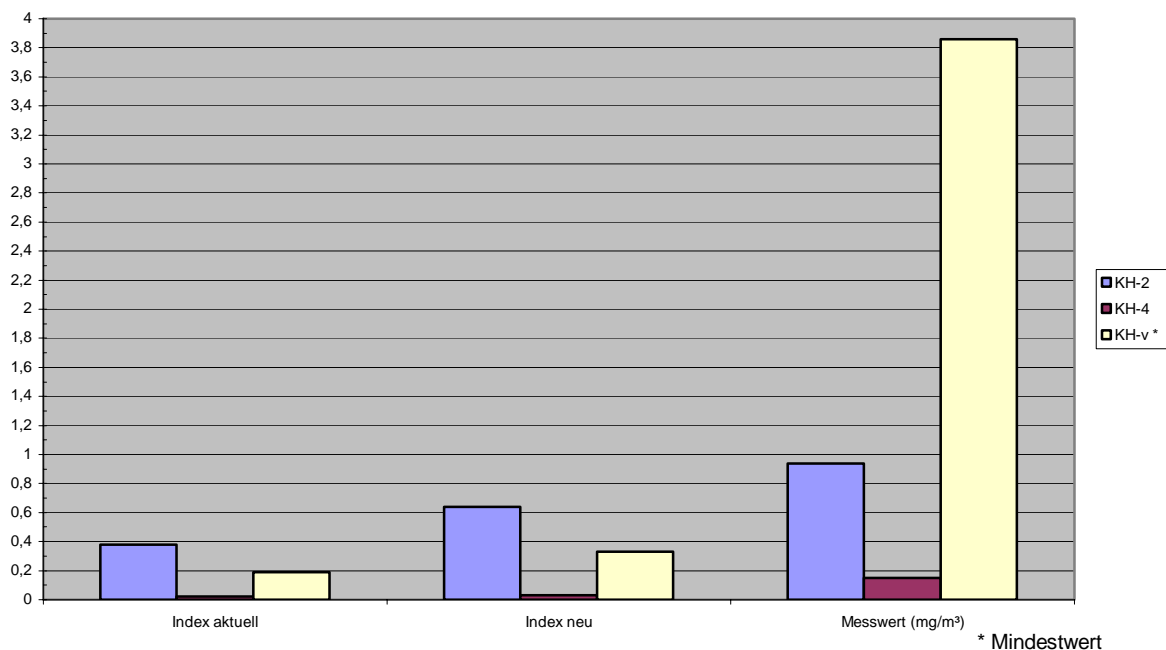


Diagramm 4: Befüllen von Behältern

Da diese Tätigkeiten nicht täglich durchgeführt werden, wurden die Messungen nur in einer einzelnen Schicht durchgeführt. Es ist erkennbar, dass nur in einem einzigen Fall der Stoffindex $< 0,1$ ist und somit der Grenzwert für Formaldehyd eingehalten. Der hohe Wert ($3,86 \text{ mg/m}^3$) ist beim Umfüllen von konzentrierter Formaldehydlösung (37 %) gemessen worden. In diesem Fall war auch die Probenträgerkapazität überschritten, so dass der Messwert nur einen Mindestwert darstellen kann.

Im Rahmen des Projektes wurden auch noch Tätigkeiten, wie z. B. die Probenannahme und die Automatenpflege untersucht. Bei beiden Tätigkeiten wurde die Einhaltung des Luftgrenzwertes für Formaldehyd festgestellt.

Veterinäranatomie

In der Veterinäranatomie stellen die Vorbereitungstätigkeiten für das Praktikum, wie die Entnahme der Präparate aus den Präparatebecken oder das anschließende Spülen und Bürsten, Tätigkeiten mit erheblicher Formaldehydbelastung dar. Bei den Vorbereitungstätigkeiten für das Praktikum ist auf jeden Fall das Tragen von Atemschutz unabdingbar. Die Lagerung in den Präparatebecken darf nur in entsprechend technisch belüfteten Räumen erfolgen. Alle weiteren Tätigkeiten sollten in begehbaren Abzügen oder unter Punktabsaugung und einer funktionierenden raumlufttechnischen Anlage durchgeführt werden. Auch sollten alternative Fixiermöglichkeiten geprüft werden.

Bei den Praktikumsarbeiten der Studenten hingegen, die an den gewässerten und gelüfteten Präparaten stattfinden, sind sowohl der Luftgrenzwert für Formaldehyd als auch die Spitzenbegrenzung eingehalten. Voraussetzung für die Einhaltung ist jedoch, dass an unter gerichtetem Zuluftstrom abgesaugten Tischen gearbeitet wird.

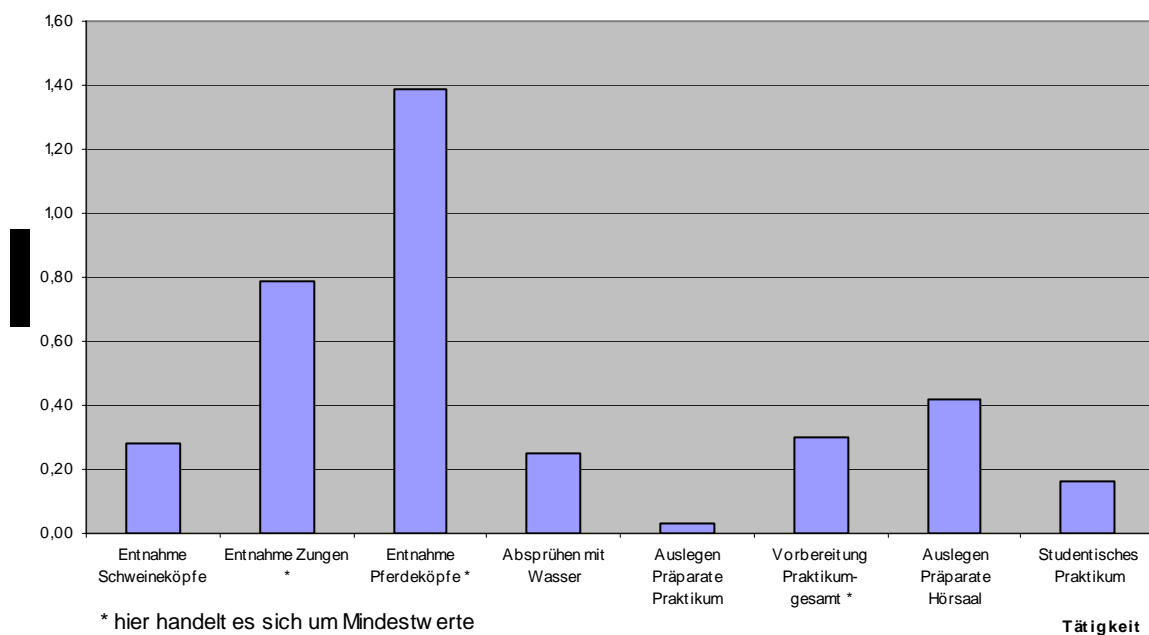


Diagramm 5: Stoffindices bei Tätigkeiten in der Veterinäranatomie

Hautbelastung

Formaldehyd zählt zu den sensibilisierenden und hautresorptiven Stoffen. Auch formaldehydhaltige Lösungen, wie sie z.B. in der Pathologie verwendet werden, können eine Gefährdung für die Haut darstellen, wenn beim Arbeiten ein ungeeignetes Handschuhmaterial verwendet wird. In den untersuchten Pathologien haben wir in nur zwei Instituten die Verwendung des geeigneten Handschuhmaterials feststellen können.

Grundsätzlich sind medizinische Einmalhandschuhe keine Chemikalienschutzhandschuhe. Da jedoch die makroskopische Untersuchung der Gewebeproben einen entsprechenden Tastsinn erfordern, kann auf das Tragen der medizinischen Einmalhandschuhe nicht verzichtet werden. Für den Umgang mit formaldehydfixiertem Material sind allerdings medizinische Einmalhandschuhe aus Latex ungeeignet, weil selbst eine 4 %ige Formaldehydlösung innerhalb von Minuten an die Handschuhinnenfläche wandert. Wesentlich besser geeignet sind daher Handschuhe aus Nitrilkautschuk. Darüber hinaus ist das Tragen von zwei übereinander gezogenen Handschuhen, aus Schnittschutzgründen empfehlenswert.

Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Messergebnisse zeigen, dass an Arbeitsplätzen in der Pathologie und Anatomie die Einhaltung des derzeit gültigen Luftgrenzwertes für Formaldehyd nur mit erheblichem technischen Aufwand zu gewährleisten ist. Sicherlich trägt sowohl die eigene Arbeitsweise als auch die Arbeitsorganisation zur Expositionshöhe bei. Hier gibt es Ansatzmöglichkeiten, die gepaart mit den technischen Maßnahmen, eine Einhaltung des Luftgrenzwertes sicherstellen können. Allerdings gibt es auch Tätigkeiten, die ohne das Tragen von Atemschutz nicht durchführbar sind.

Eine Zusammenfassung der Messergebnisse des bundesweiten Projektes wurde von Kellner et. al. in der Zeitschrift „Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft“, Heft 7/8 2003 veröffentlicht. Der Artikel ist als pdf-Datei auf der Internetseite des Bundesverbandes der Unfallkassen einzusehen. [7]

(http://www.unfallkassen.de/webcom/show_download.php?wc_c=556&wc_lkm=587)

Rettungsdienst

Im Bereich der Rettungsdienste wurde mit einer Fragebogenaktion ein möglicher Bedarf messtechnischer Ermittlungen bei der Desinfektion von Rettungsfahrzeugen abgeschätzt. Der dafür verwendete Fragebogen wurde von der Unfallkasse Hessen entwickelt und bundesweit eingesetzt.

Die Fragebogenaktion zur Desinfektion von Rettungsfahrzeugen ergab, dass eine Vielzahl von Flächendesinfektionsmitteln verwendet werden, darunter auch eine ganze Reihe aldehydhaltiger Präparate. Sogar innerhalb einzelner Verbände der Hilfeleistungsunternehmen waren die unterschiedlichsten Präparate mit verschiedenen Anwendungskonzentrationen im Einsatz.

Eine Abschätzung der Expositionshöhe war nicht möglich.

Zwischenzeitlich lag aber eine Untersuchung der Unfallkasse des Bundes über die Belastung bei der Desinfektion von Rettungsfahrzeugen vor. Diese zeigt, dass während der Routinedesinfektion mit formaldehydhaltigen Präparaten in der Regel der LGW für Formaldehyd eingehalten werden kann, nicht jedoch bei der Schlussdesinfektion.

Diese ist auf jeden Fall unter Einsatz von Atemschutz durchzuführen.

Besser wäre jedoch auf Ersatzstoffe auszuweichen, d.h. auf Desinfektionsmittel, deren Wirkstoffe keine Aldehyde sind.

Literatur

- [1] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz – Luftgrenzwerte (TRGS 900). Ausg. Oktober 2000, BArbBl. (2000) Nr. 10; zul. geänd. BArbBl (2002) Nr. 10.
- [2] MAK- und BAT-Werte-Liste 2002. Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstofftoleranzwerte. Herg.: Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Weinheim: Wiley-CH 2002.
- [3] BG/BIA Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen – Desinfektion von Endoskopen und anderen Instrumenten (Kennzahl 1038). In BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. 28. Lfg. IV/02. Hrsg. Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BIA. Bielefeld: Erich Schmidt Verlag 1989 – Losebl.-Ausg.
- [4] BG/BIA Empfehlungen zur Überwachung von Arbeitsbereichen – Flächendesinfektion in Krankenhausstationen (Kennzahl 1039). In BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. 28. Lfg. IV/02. Hrsg. Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BIA. Bielefeld: Erich Schmidt Verlag 1989 – Losebl.-Ausg.
- [5] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Ermittlung und Beurteilung der Konzentration gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen - Arbeitsbereichsanalyse. Ausg. November 1997, BArbBl. (1997) Nr. 11.
- [6] Messverfahren für Gefahrstoffe – Formaldehyd (Kennzahl 7520). In BIA-Arbeitsmappe Messung von Gefahrstoffen. 24. Lfg. III/00. Hrsg. Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BIA. Bielefeld: Erich Schmidt Verlag 1989 – Losebl.-Ausg.
- [7] Kellner, R. et. al.: Formaldehydexpositionen in Pathologien und Anatomien. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 63 (2003) Nr. 7/8.
- [8] Wegscheider, W.: Messtechnische Untersuchungen in formaldehydbelasteten Arbeitsbereichen des Gesundheitswesens. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 63 (2003) Nr. 7/8.
- [9] Waldinger, C., Jänecke, A.: Ermittlung der Aldehydexposition bei der Flächendesinfektion in humanmedizinischen Einrichtungen. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 63 (2003) Nr. 7/8.