

Offizielles Organ:



Deutsche Gesellschaft für Arbeitshygiene e.V.
Mitglied der International Occupational Hygiene Association

VERBAND ARBEITSMEDIZINISCHES FACHPERSONAL E.V.

Gründungsmitglied der Federation of Occupational Health Nurses within the European Community (FOHNEU).

INHALT



Mentale Arbeitsmedizin

Seiten

- Die Belastung tanzen? 34–43
Biodanza als neue körperorientierte psychologische
Interventionsmethode der Belastungsbewältigung für Lehrer
M. Stück, A. Villegas, L. Mazzarella, R. Terren, V. Toro, H. Schröder

Einladung

- VAF e.V. – Jahresmitgliederversammlung 2008 43

Prävention

- Sicher arbeiten mit chemischen Stoffen in der Pathologie – 44–56
Gefährdungen durch Gefahrstoffe und Schutzmaßnahmen
W. Wegscheider, I. Thullner, U. Eickmann, G. Naujoks

Kongresse

- VII. Potsdamer BK-Tage 56

Internet

- arbeitsschutz@umweltschutz im world wide web 57
K.G. Mross

Arbeitsschutz

- Arbeitsphysiologische Untersuchungen beim Tragen 58–64
von Atemschutzgeräten
G. Schreinicke, S. Heinrich, B. Hüber

Titelbild: B. Wilfing *Fotos: zg, Wolfgang Wegscheider/BGW*

Namentlich gezeichnete Artikel, Leserbrief sowie Mitteilungen von Organisationen, denen Ergo-Med redaktionellen Raum gibt, dienen der Diskussion. Sie können nicht unbedingt der Meinung der Redaktion gleichgesetzt werden.

Sicher arbeiten mit chemischen Stoffen in der Pathologie – Gefährdungen durch Gefahrstoffe und Schutzmaßnahmen

Wolfgang Wegscheider¹, Ingrid Thullner², Udo Eickmann¹, Günter Naujoks¹

¹ Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege

² Unfallkasse Hessen

Zusammenfassung

Im Vergleich zu anderen Fachgebieten des Gesundheitsdienstes werden in Pathologien große Mengen an Gefahrstoffen verwendet. Für die täglichen Arbeitsabläufe kommen Formaldehyd als Konservierungsmittel, Xylol, Ethanol, 2-Propanol als Lösungsmittel und eine Vielzahl diverser Laborchemikalien in kleineren Mengen als Reagenzien zum Einsatz. Die BGW und die UKH haben betriebliche Untersuchungen in Form von Besichtigungen und Expositionsmessungen durchgeführt. Diese haben gezeigt, dass viele Pathologien zur Gewährleistung sicherer Arbeitsbedingungen an diversen Stellen nachbessern müssen.

Die Gefährdungen durch Hautkontakt können mit einfachen Maßnahmen wie zum Beispiel dem Einsatz von Hilfsmitteln, die den Hautkontakt vermeiden, minimiert werden. Wenn Hilfsmittel nicht effektiv einsetzbar sind und keinen ausreichenden Schutz bieten, muss der Hautkontakt durch den Einsatz von Schutzhandschuhen vermieden werden. Bisher werden in Pathologien zum Schutz gegen Chemikalien noch überwiegend ungeeignete medizinische Einmalhandschuhe aus Latex verwendet. Diese sind durch geeignete Schutzhandschuhe, zum Beispiel aus Nitril, zu ersetzen.

Defizite im Bereich der Lagerung gab es in ungefähr einem Drittel der untersuchten Pathologien, zum Beispiel weil Vorratsbehälter mit Lösungsmitteln im Arbeitsbereich ungeschützt aufbewahrt wurden. Um einen wirksamen Brand- und Explosionsschutz zu gewährleisten, insbesondere für die bevorrateten brennbaren Lösungsmittel, ist die korrekte Lagerung von entscheidender Bedeutung.

Das Hauptaugenmerk der Gefährdungsbeurteilung für Gefahrstoffe in Pathologien muss weiterhin auf der inhalativen Belastung durch Formaldehyd liegen. Die bei den Untersuchungen messtechnisch an der Person ermittelten Formaldehydkonzentrationen überschritten je nach Tätigkeit in 47 bis 76% der Messungen den diskutierten Luftgrenzwert von 0,37 mg/m³ als Schichtmittelwert und in 20 bis 53% der Messungen den Kurzzeitwert von 0,74 mg/m³. Zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung der Formaldehydkonzentration sind daher in vielen Pathologien erforderlich. Die inhalative Belastung durch Lösungsmittel haben Pathologien in der Regel mit gängigen Arbeitsschutzmaßnahmen, wie zum Beispiel wirksamen Absaugsystemen, im Griff.

Expertengruppen bestehend aus betrieblichen Praktikern und Arbeitsschutzexperten haben auf der Grundlage der betrieblichen Untersuchungen der BGW und der UKH die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in Pathologien und die dabei entstehenden Gefährdungen analysiert, sowie Vorschläge für Schutzmaßnahmen für die Beschäftigten, auch unter Berücksichtigung werdender und stillender Mütter, beschrieben. Der vorliegende Artikel fasst die Ergebnisse der Untersuchungen und der Arbeiten der Expertengruppen zusammen.

Schlüsselwörter: Pathologie – Gefährdungsbeurteilung – Formaldehyd – dermale Exposition – Schwangerschaft

Working safely with chemical substances in pathology laboratories – risks caused by hazardous substances and safety measures

Summary

In comparison with other specialist areas in the healthcare sector, pathology laboratories use large quantities of hazardous substances. In the course of daily work, formaldehyde is used as a preservative, xylene, ethanol, and isopropanol are used as solvents, and small quantities of various laboratory chemicals are used as reagents. The BGW and the UKH (both are German institutions for statutory accident insurance and prevention) have carried out operational investigations in the form of inspections and exposure measurements. These showed that a lot of pathology laboratories need to improve in various areas to ensure that safe working conditions are provided.

Risks resulting from dermal exposure can be minimised by using simple measures such as the use of appliances that prevent dermal exposure. If these measures cannot be used effectively and do not provide sufficient safety, dermal exposure must be prevented by wearing safety gloves. Until now, inappropriate disposable medical gloves made of latex have still mainly

been used in pathology laboratories. These must be replaced by appropriate gloves, for example gloves made from nitrile. In about one third of the investigated pathology laboratories there was a lack of proper storage, for example containers with solvents were stored in the workplace without protection. The correct storage is critical in providing effective fire and explosion protection, especially for stored flammable solutions.

The focus of the hazardous substances risk assessment in pathology laboratories must stay on the inhalative exposure to formaldehyde. Depending on the work of the person in question, the detected personal formaldehyde concentrations exceeded the discussed TLV-TWA of 0.37 mg/m^3 in 47 to 76% of measurements and the TLV-STEL of 0.74 mg/m^3 in 20 to 53% of measurements. Additional measures are therefore needed in a lot of pathology laboratories to reduce the formaldehyde concentration. The inhalative solvent load is largely under control thanks to well-established occupational health and safety measures such as sufficient exhaust systems.

Expert groups made up of operational practitioners and occupational health and safety specialists used the operational investigations of the BGW and the UKH to analyse work with hazardous substances in pathology laboratories and the resulting risks, as well as specifying recommended safety measures for the employees, also giving consideration to women who are pregnant or breastfeeding. This article summarises the results of the investigations and the work of the expert groups.

Key words: pathology – risk assessment – formaldehyde – dermal exposure – pregnancy

1. Einleitung

In den Instituten für Humanpathologie werden menschliche Gewebeprobe für die medizinische Diagnostik vorbereitet und befundet. Dies geschieht allerdings nicht ohne Gefährdungen für die Beschäftigten. Jeder Arbeitgeber ist verpflichtet, die mit der Arbeit verbundenen Gefährdungen zu ermitteln, zu beurteilen, geeignete Schutzmaßnahmen zu ergreifen und deren Wirksamkeit zu überprüfen^{1,2}. Chemische Gefährdungen stellen in Pathologien einen besonderen Schwerpunkt dar. Sie entstehen durch den Einsatz der für die Arbeitsprozesse benötigten Chemikalien wie Formaldehyd, Lösungsmittel und diverse andere chemische Substanzen. Die Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) und die Unfallkasse Hessen (UKH) haben in den Jahren 2001 bis 2004 Untersuchungen zur Gefährdungssituation durch chemische Stoffe durchgeführt. Beteiligt waren 30 Pathologien, das entspricht ca. 10 Prozent der in Deutschland tätigen Institute³. Die Diskussionen um die Gefährdungen durch Formaldehyd^{4,5,6} und um die Absenkung des seit dem Erlass der Gefahrstoffverordnung 2005 ausgesetzten Formaldehydgrenzwerts auf den MAK-Wert der Deutschen Forschungsgesellschaft (DFG)⁷ von $0,37 \text{ mg/m}^3$, waren bereits im Gange und hatten die Aktion ausgelöst. Das Hauptziel war daher die Ermittlung der aktuellen inhalativen Formaldehydbelastung in Pathologien. Aber es wurden auch die Belastungen durch Lösungsmittel, die Gefährdungen der Haut

sowie Brand- und Explosionsgefahren erfasst. Da der überwiegende Teil der Beschäftigten in Pathologien weiblich ist, galt eine besondere Aufmerksamkeit dem Schutz werdender Mütter. Dieser Aspekt wurde gesondert berücksichtigt. Zur Aktualisierung des Wissensstands bei den für den Arbeitsschutz in Pathologieinstituten zuständigen gesetzlichen Unfallversicherungsträgern wurden Recherchen durchgeführt, die eine Erhebung der arbeitsorganisatorischen Rahmenbedingungen und Messungen der inhalativen Belastung in den Pathologien sowie einen Wissensaustausch mit betrieblichen Praktikern in Expertengruppen umfassten. Der Artikel beschreibt die Ergebnisse der Recherchen, er gibt Hilfestellungen zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung und zeigt praxisnahe Möglichkeiten für Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in Pathologien.

2. Methode

2.1 Allgemeines

Um ein aktuelles Bild der betrieblichen Bedingungen und der Gefährdungen durch Gefahrstoffe in Pathologien zu erhalten, wurden von der BGW und der UKH gezielt Vorermittlungen in Form von Besichtigungen der Arbeitsbereiche und Befragungen sowohl der Verantwortlichen als auch der Beschäftigten durchgeführt. Die Vorinformationen aus der Literatur^{8,9} und aus den eigenen Vorermittlungen bestätigten, dass der Schwerpunkt der Recherchen auf der messtech-

nischen Untersuchung der inhalativen Belastung bei den typischen Tätigkeiten in Laborpathologien und insbesondere bei Tätigkeiten mit Formaldehyd liegen muss. Dabei war es auch Ziel, Nebentätigkeiten wie das Befüllen von Probengefäßen und das Entsorgen von Asservaten zu bewerten. Der Fokus wurde auf die Tätigkeiten in der Histologie gelegt, da hier die meisten Gefahrstoffe in den größten Mengen eingesetzt werden. Die Arbeitsbereiche Immunhistochemie und Zytologie wurden in die Recherchen einbezogen, aber nicht messtechnisch untersucht. Gefährdungen durch Hautkontakt wurden durch Besichtigungen ermittelt. Die von der BGW und der UKH in den Jahren 2001 bis 2004 durchgeführten Recherchen^{10,11,12} bestanden aus der Erfassung der arbeitsorganisatorischen Rahmenbedingungen, Messungen der inhalativen Exposition sowie der Dokumentation vorhandener Schutzmaßnahmen. In Expertengremien wurden die Ergebnisse diskutiert und notwendige Schutzmaßnahmen festgelegt.

2.2 Erfassung der arbeitsorganisatorischen Rahmenbedingungen

Zu den erfassten arbeitsorganisatorischen Rahmenbedingungen gehörten Verfahrensparameter wie die Art der verwendeten Chemikalie, Menge, Dauer und Häufigkeit des Einsatzes, der Materialdurchsatz und auch arbeitsschutzrelevante Betriebsparameter wie Raumgröße, Raumlüftung und Absauggeschwindigkeit beziehungsweise Absaugvolumenstrom an

Tabelle 1: Ermittelte Stoffe mit Grenzwerten und Einstufungen

Stoff	Grenzwert nach TRGS 900 [mg/m ³]	Kurzzeitwert-Kategorie	Kurzzeitwert [mg/m ³]	Einstufungen und Gefahrenhinweise nach EU oder TRGS 905	Bemerkungen siehe Legende
Formaldehyd	(0,62)	(=1=)	0,62	K3, R40, T ;R23/24/25, C ; R34, R43	H,S,Y Grenzwert bis 2005
	(0,37)	(2)	(0,74)	Neueinstufung noch nicht bekannt	Grenzwertvorschlag der MAK-Kommission
Methanol	270	4	1080	F;R11 T;R23/24/25–39/23/24/25	H,Y
Xylol	440	2	880	R10 Xn;R20/21 Xi;R38	H
Ethanol	960	2	1920	F; R11	Y
2-Propanol	500	2	1000	F; R11 Xi;R41 R67	Y
Ethylbenzol	440	2	880	F;R11 Xn; R20	H
n-Butylacetat	(480)	(=1=)	(480)	R10 R66 R67	Y , Grenzwert bis 2005
	(480)	(2)	(960)		Grenzwertvorschlag der MAK- Kommission
Limonen	(560)	(=1=)	(560)	R10 Xi;R38,R43 N;R50–53	S Luftgrenzwert für Terpentinöl bis 2005
D-Limonen	(110)	(2)	220		Grenzwertvorschlag der MAK- Kommission

Legende

Werte in Klammern: alte Grenzwerte oder Grenzwertvorschläge, die noch nicht in die TRGS 900 aufgenommen wurden

Kurzzeitwertkategorien: =1= einfacher Grenzwert soll zu keinem Zeitpunkt überschritten werden

2 bzw. 4: doppelter bzw. vierfacher Grenzwert soll als 15 Minuten-Mittelwert nicht überschritten werden

H hautresorptiv

S sensibilisierend

Y ein Risiko der Fruchtschädigung braucht bei Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwerts und des biologischen Grenzwerts (BGW) nicht befürchtet zu werden

den Arbeitsplätzen. Die oben genannten Parameter wurden parallel zu den Messungen dokumentiert^{10, 11}.

2.3 Messungen der inhalativen Exposition

Die quantitativen Bestimmungen der inhalativen Exposition erfolgte mittels Arbeitsplatzmessungen nach den Vorgaben der zum Zeitpunkt der Messungen gültigen Technischen Regeln und Normen (TRGS 402¹³/TRGS 403¹⁴). Sie dienten zur Beurteilung, ob Arbeitsplatzgrenzwerte (Schichtmittelwerte und Kurzzeitwerte) eingehalten werden und ob die vorhandenen Schutzmaßnahmen ausreichend sind. Dazu wurden die im berufsgenossenschaftlichen Messsystem Gefahrstoffe BGMG üblichen aktiven Probenahmeverfahren angewandt. Die Proben wurden nach den stoff- und stoff-

gruppenspezifischen BGIA-Standardmessverfahren¹⁵ gesammelt und im BGIA-Analysenlabor ausgewertet. In Tabelle 1 sind die ermittelten Stoffe sowie deren Grenzwerte und Einstufungen gelistet. Die Messungen erfolgten im Atembereich der Beschäftigten sowohl an der Person als auch stationär mit Hilfe von Probenahmepumpen (LFS 113, Fa. Gilian bzw. ALPHA 1, Fa. DuPont) bei einem Volumenstrom von 0,33 l/min in Verbindung mit einer geeigneten Matrix. Direktanzeigende Messungen, insbesondere für Formaldehyd, ergänzten die Standardmessverfahren und ließen Konzentrationsverläufe dokumentieren. Die Messverfahren sind in Tabelle 2 aufgelistet. Bei folgenden Tätigkeiten wurde die inhalative Exposition gemessen (in Klammern stehen die gemessenen Stoffe):

- Zuschneiden (Formaldehyd)

- Befüllen von Probengefäßen mit Fixierlösung (Formaldehyd)
 - Entsorgen der Rückstellproben und der Fixierlösung (Formaldehyd)
 - Umfüllen der 37%-igen Formalinlösung und Herstellen der 4%-igen wässrigen Formaldehydlösung (Formaldehyd)
 - Routine-Laborarbeiten wie Entwässern, Ausgießen, Paraffinschnitte herstellen, Färbetätigkeiten, Eindecken, Entleeren und Befüllen von Automaten (Formaldehyd, Lösungsmittel: Xylol, Ethanol, 2-Propanol, Ethylbenzol, Limonen)
- Untersucht wurden 30 Zuschneidearbeitsplätze, 23 Entsorgungsplätze, 16 Befüllplätze und 24 Färbelaboratorien. Die Betriebe wurden nach Abschluss der jeweiligen Messung über die individuellen betriebsbezogenen Ergebnisse informiert, wobei gleichzeitig Vorschläge zur Verbesserung der Arbeitssituation ge-

macht wurden. Grundlage für diese Bewertungen war die bis Ende 2004 gültige Gefahrstoffverordnung mit den zugehörigen TRGS.

In diesem Artikel wurde für die Bewertung der Formaldehydexposition der zur Übernahme in die Liste der Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900¹⁶) diskutierte Grenzwertvorschlag der DFG herangezogen⁷.

2.4 Ergebnisdiskussion und Festlegung von Schutzmaßnahmen in Expertengremien

Die Ergebnisse der Untersuchungen und die daraus folgenden Konsequenzen wurden in zwei unterschiedlichen, interdisziplinär besetzten Expertengremien diskutiert. Die Arbeiten in den Expertengruppen hatten zum Ziel, praxisgerechte Handlungshilfen für Gefährdungsbeurteilungen und für sicheres Arbeiten mit chemischen Stoffen in der Pathologie zu erstellen.

Eine Gruppe bearbeitete die Fragen des Mutterschutzes in Pathologien und hier insbesondere die erforderlichen Schutzmaßnahmen für werdende und stillende Mütter. Dabei wurden neben den chemischen auch die biologischen Gefährdungen berücksichtigt. In dieser Expertengruppe waren der Berufsverband deutscher Pathologen (BdP), die BGW, staatliche Arbeitsschutzbehörden sowie der Bundesverband der Unfallkassen, vertreten durch die UKH, beteiligt.

Eine zweite Gruppe erarbeitete eine praxisgerechte Handlungshilfe als Grundlage zur Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit chemischen Stoffen in der Pathologie. In dieser Expertengruppe waren neben BdP, UKH und BGW auch der Deutsche Verband Technischer Assistentinnen und Assistenten sowie das Institut für Pathologie am Klinikum Kassel vertreten.

3. Ergebnisse

Bei der Ergebnisdarstellung stehen die Messungen der inhalativen Belastung im Mittelpunkt. Die Basis für die Auswertungen in dieser Veröffentlichung bilden die an der Person durchgeführten Formaldehydmessungen (n=218) und Lösungsmittelmessungen (n=45) sowie die zugehörigen arbeitsorganisatorischen Rah-

Tabelle 2: Eingesetzte Messverfahren

Messkomponente	Messverfahren	Quelle
Formaldehyd	2,4-Dinitrophenylhydrazin imprägniertes Silikagel (SepPack-Filterkartuschen, Fa. Waters) aktiv durchströmt; HPLC-Analytik	BGIA-Verfahren 7520 Nr. 3 BIA Arbeitsmappe
	direkt anzeigendes Messgerät für Formaldehyd; Elektrochemischer Sensor (Interscan 1166, Fa. Interscan)	
Lösungsmittel	Aktivkohleröhrchen Typ B (Fa. Dräger), aktiv durchströmt und mit GC-FID analysiert	BGIA-Verfahren 7733; BIA Arbeitsmappe
	direkt anzeigendes Messgerät für die Summe der Kohlenwasserstoffe Flammenionisationsdetektor FID (BA 3004, Fa. Bernath-Atomic)	

menbedingungen. Die ermittelten Messwerte sind tabellarisch und in Histogrammen dargestellt (Tabellen 4,5,6,9 und Histogramme 1 bis 4). Die Klassengrenzen der Histogramme sind an 1/10, 1/4, 1/2, dem einfachen und dem doppelten des jeweiligen Stoffgrenzwerts orientiert, da diese Werte für die Beurteilung der inhalativen Exposition relevant sein können. Zusätzlich zu den messtechnisch festgestellten inhalativen Expositionen wurden qualitativ ermittelte Gefährdungen durch Hautkontakt und durch Brand- und Explosionsgefahr dokumentiert. Das breite Spektrum der Tätigkeiten in Pathologien wurde in vier Hauptgruppen zusammengefasst:

1. Tätigkeiten mit 4%iger wässriger Formaldehydlösung (4 g Formaldehyd/100 g Lösung)
2. Tätigkeiten mit 37–40%iger Formalinlösung (37–40 g Formaldehyd/100 g Lösung)
3. Routinetätigkeiten mit Lösungsmitteln (Xylol, Ethanol, 2-Propanol)
4. Tätigkeiten mit geringen Mengen diverser Chemikalien

3.1 Tätigkeiten mit 4%-iger wässriger Formaldehydlösung

Unter der Hauptgruppe „Tätigkeiten mit 4%iger wässriger Formaldehydlösung“ finden sich die Tätigkeiten Zuschneiden, Entsorgen der Asservate und Befüllen von Probengefäßen. Die 4%ige wässrige Formaldehydlösung (Fixierlösung) ist als gesundheitsschädlich gekennzeichnet und mit den Gefährlichkeitsmerkmalen R 40

und R 43 versehen. Wesentlicher Inhaltsstoff der Formaldehydlösung ist Formaldehyd. Methanol ist in der 4%igen Formaldehydlösung nur noch mit ca. 1 g/100 g enthalten und stellt somit keine nennenswerte Gefährdung dar. Stoffeigene Gefährdungen durch Formaldehyd siehe Tabelle 1. Verfahrensparameter, Gefährdungsdarstellungen und die Benennung exponierter Personen enthält Tabelle 3.

3.1.1 Vorgefundene Schutzmaßnahmen

Die überwiegend vorgefundene technische Schutzmaßnahme war die Untertischabsaugung mit Lochblechen (n=32). Hintertischabsaugungen, andere Absaugkonstruktionen, wie zum Beispiel Absaugtrichter, Schlitzabsaugungen, offene Absaugrohre oder Arbeitsboxen und Laborabzüge waren seltener (n=14). Die ermittelten Absauggeschwindigkeiten variierten zwischen 0,2 und 6,6 m/s. In sieben Fällen war bei den Tätigkeiten keine Absaugung vorhanden.

Als persönliche Schutzmaßnahme gegen dermale Belastungen wurden in nahezu allen Pathologien medizinische Einmalhandschuhe aus Latex verwendet. Schutzhandschuhe aus Nitrilkautschuk waren in zwei Pathologien für einzelne Tätigkeiten in Erprobung.

3.1.2 Inhalative Exposition

Die inhalative Exposition wurde durch Gefahrstoffmessungen an der Person ermittelt. Die Messwerte werden nachfolgend tätigkeitsbezogen dargestellt.

Zuschneiden

Die beim Zuschneiden gemessenen Formaldehydkonzentrationen sind in Tabelle 4 dargestellt. Der höchste Messwert von $3,3 \text{ mg/m}^3$ wurde bei einem Zuschneide-

vorgang über 12 Minuten ermittelt. Als Schutzmaßnahme diente an diesem Arbeitsplatz ein Absaugtrichter mit einem Durchmesser von $0,5 \text{ m}$, bei einer mittleren Absauggeschwindigkeit von $0,2 \text{ m/s}$.

Insgesamt lagen 47% der Messwerte an der Person beim Zuschneiden über $0,37 \text{ mg/m}^3$, 20% lagen über $0,74 \text{ mg/m}^3$ (Histogramm 1).

Tabelle 3: Tätigkeiten mit 4%iger Formaldehydlösung

Spezifische Tätigkeit	Menge/Schicht	Dauer/ Schicht [h]	Gefährdungen durch das Arbeitsverfahren	Exponierte Personen
Zuschneiden der Gewebeproben und Einkapseln der Zuschnitte sowie Einkapseln von Biopsieproben	Bis zu ca. 6000 cm^2 Probenmaterial bei 8 h, Ungefähr die gleiche Fläche kann bei ungenügender Arbeitsplatzhygiene für Kontaminationen kalkuliert werden	0,5 bis 8	Hautbelastung: beim Entnehmen der Proben beim Hantieren der Proben inhalative Belastung: beim Hantieren der Proben durch Formaldehydemissionen von der Probenoberfläche; beim Aufschneiden aus dem Probeninneren, durch kontaminierte Arbeitsflächen, durch offene Behälter	Pathologe und Medizinisch Technische Assistenz MTA
Entsorgen der Asservate	Bis zu 30 Liter	0,5–1	Hautbelastung: durch Verschütten und unsauberes Arbeiten inhalative Belastung: durch offene Gefäße; durch Kontamination der Arbeitsoberflächen	MTA oder Hilfspersonal
Befüllen von Probengefäßen	5 bis ca. 20 Liter abhängig von Dauer und Gefäßgröße	0,5–1	Hautbelastung: durch Verschütten und unsauberes Arbeiten inhalative Belastung: durch die offenen Gefäße; durch Kontamination der Arbeitsoberflächen	MTA oder Hilfspersonal

Tabelle 4: Formaldehyd-Konzentration [mg/m^3] beim Zuschneiden

	Pathologe	MTA
Anzahl n	76	86
Min	0,07	0,06
25%	0,26	0,17
50%	0,48	0,30
75%	0,76	0,57
95%	1,79	0,88
Max	3,32	1,65

Tabelle 5: Formaldehyd-Konzentration [mg/m^3] beim Entsorgen

	MTA
Anzahl n	34
Min	0,04
25%	0,39
50%	0,82
75%	1,88
95%	5,38
Max	10,60

Tabelle 6: Formaldehyd-Konzentration [mg/m^3] beim Befüllen der Probengefäße

	MTA
Anzahl n	22
Min	0,12
25%	0,30
50%	0,48
75%	0,88
95%	2,28
Max	2,37

Tabelle 7: Tätigkeiten mit 37%iger Formalinlösung

Spezifische Tätigkeit	Menge/Schicht	Dauer/Schicht	Gefährdungen durch das Arbeitsverfahren	Exponierte Personen
Umfüllen und Verdünnen	Bis mehrere Liter	Wenige Minuten	Hautbelastung: Kontakt mit der Flüssigkeit möglich durch Verschütten, Verspritzen und Kontamination von Behältern, die angefasst werden müssen inhalative Belastung: Emissionen durch den Umfüllvorgang und durch offene Behälter	MTA oder Hilfspersonal

Entsorgen

Beim Entsorgen wurden die höchsten Formaldehydkonzentrationen gemessen (Tabelle 5). Dies betrifft sowohl den Maximalwert von $10,6 \text{ mg/m}^3$ als Mittelwert über sieben Minuten, als auch das gesamte Datenkollektiv. 76% der Messwerte an der Person lagen über $0,37 \text{ mg/m}^3$, 53% lagen über $0,74 \text{ mg/m}^3$ (Histogramm 2).

In einem Fall wurde hinter einer Atemschutzhaube (Filter B, Klasse 2) über eine Dauer von 36 Minuten eine Formaldehydkonzentration $<0,04 \text{ mg/m}^3$ dokumentiert, das heißt Formaldehyd war nicht nachweisbar. Die Formaldehydkonzentration lag außerhalb der Haube bei $0,73 \text{ mg/m}^3$.

Befüllen

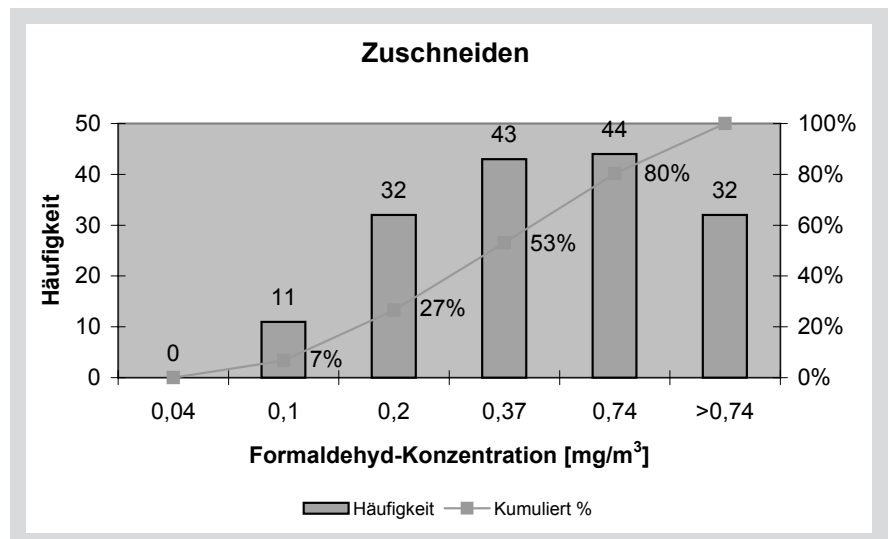
Die beim Befüllen gemessenen Formaldehydkonzentrationen sind in Tabelle 6 dargestellt. 64% der Messwerte an der Person lagen über $0,37 \text{ mg/m}^3$, 27% lagen über $0,74 \text{ mg/m}^3$ (Histogramm 3).

3.2 Tätigkeiten mit 37–40%iger Formalinlösung

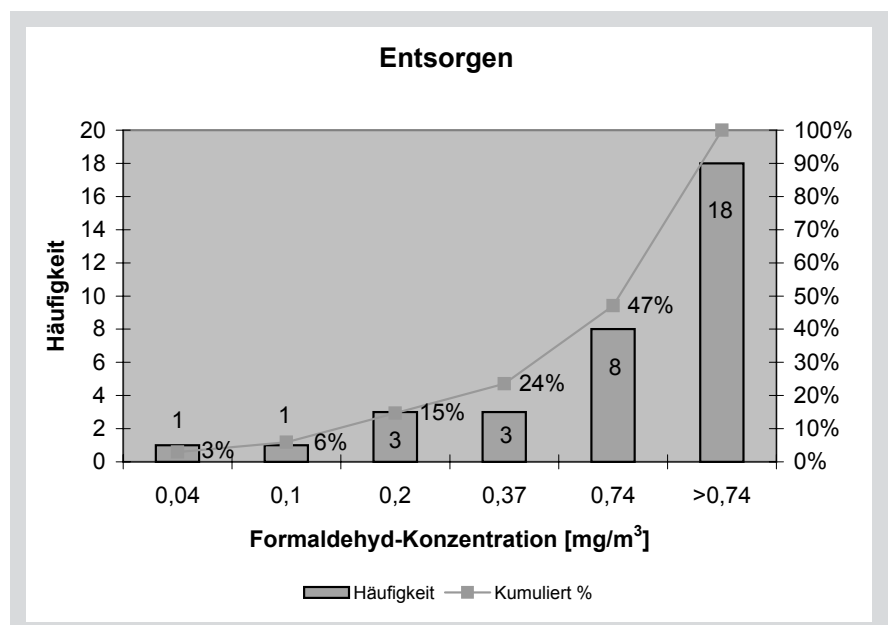
In Pathologien wird Formalinlösung, die sogenannte Stammlösung, für das Ansetzen der in der Regel 4%igen wässrigen Formaldehydlösung verwendet. Die damit verbundenen Tätigkeiten sind das Umfüllen und Verdünnen der Stammlösung. Die Verfahrensparameter und Gefährdungen sind in Tabelle 7 dargestellt. Die 37%ige Formalinlösung ist als giftig gekennzeichnet und mit den Gefahrenhinweisen R23/24/25, R 34, R 40 und R 43 versehen. Die wesentlichen Inhaltsstoffe üblicher konzentrierter Formalinlösungen sind Formaldehyd und Methanol. Stoffeigene Gefährdungen durch Formaldehyd und Methanol siehe Tabelle 1.

3.2.1 Vorgefundene Schutzmaßnahmen

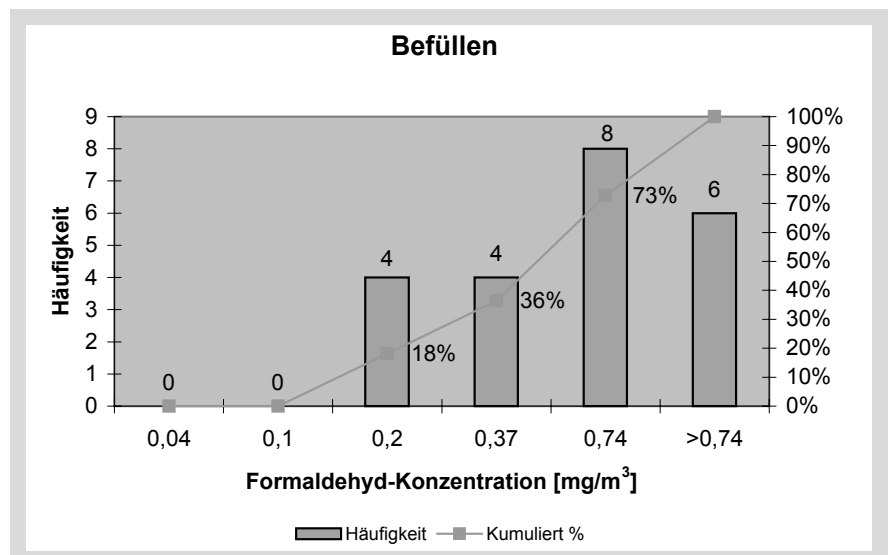
Das Umfüllen und Verdünnen der Formalinlösung wurde oftmals „zwischen durch“ erledigt. Zum größten Teil gab es dabei keine technischen Schutzmaßnahmen. Zum Schutz gegen dermale Gefährdungen wurden überwiegend medizinische Einmalhandschuhe aus Latex getragen. Chemikalienschutzhandschuhe aus Nitril-



Histogramm 1: Zuschneiden – Häufigkeitsverteilung der Formaldehydkonzentrationen
Bezug: Tabelle 4



Histogramm 2: Entsorgen – Häufigkeitsverteilung der Formaldehydkonzentrationen



Histogramm 3: Befüllen – Häufigkeitsverteilung der Formaldehydkonzentrationen

Tabelle 8: Tätigkeiten mit Lösungsmitteln

Spezifische Tätigkeit	Menge/ Schicht	Dauer/ Schicht	Gefährdungen durch das Arbeitsverfahren	Exponierte Personen
Entwässern (Automat)	Abhängig von der Anzahl der Automaten unterschiedlich	In der Regel mehrere Stunden über Nacht	Hautbelastung: beim Einlegen und der Entnahme der Kapseln Inhalative Belastung: durch Emissionen aus den Geräten und Gefäßen Brand- und Explosionsgefahr: durch den Einsatz brennbarer Stoffe	MTA oder Hilfspersonal
Entparaffinieren und Färben (Automat)	Bis zu mehrere hundert Objektträger bei 8 h	bis zu 4 h in kleineren Pathologien, bis zu 8 h in großen Pathologien	Hautbelastung: beim Beschicken und der Entnahme der Objektträger Inhalative Belastung: durch Emissionen aus den Geräten und Gefäßen Brand- und Explosionsgefahr: durch den Einsatz brennbarer Stoffe	MTA oder Hilfspersonal
Eindecken (Automat)	Bis zu mehrere hundert Objektträger bei 8 h	bis zu 4 h in kleineren Pathologien, bis zu 8 h in großen Pathologien	Hautbelastung: bei der Entnahme und Sortierung der Objektträger Inhalative Belastung: durch Emissionen aus dem Eindeckautomaten Brand- und Explosionsgefahr: durch den Einsatz brennbarer Stoffe	MTA oder Hilfspersonal
Entparaffinieren und Färben (von Hand)	Einige Dutzend Objektträger	Bis zu 1 h in Ausnahmefällen länger	Hautbelastung: beim Eintauchen/Entnehmen der Objektträger in/aus Lösungsmittel- und Färbelösungen Inhalative Belastung: durch Emissionen aus Gefäßen Brand- und Explosionsgefahr: durch den Einsatz brennbarer Stoffe	MTA oder Hilfspersonal
Eindecken (von Hand)	Einige Dutzend Objektträger	Bis zu 0,5 h in Ausnahmefällen länger	Hautbelastung: beim Auftragen der Eindeckflüssigkeit auf den Objektträger und Auflegen des Deckgläschens Inhalative Belastung: durch Emissionen aus Gefäßen Brand- und Explosionsgefahr: durch den Einsatz brennbarer Stoffe	MTA oder Hilfspersonal
Entleeren und Befüllen von Gefäßen in Automaten oder für manuelle Tätigkeiten	mehrere Liter Lösungsmittel und Formaldehyd (Nach Bedarf täglich oder seltener)	Wenige Minuten	Hautbelastung: beim Verschütten von Flüssigkeit Inhalative Belastung: durch Emissionen beim Umfüllen Brand- und Explosionsgefahr: durch die brennbaren Stoffe und durch den Umfüllvorgang	MTA oder Hilfspersonal

kautschuk und eine Schutzbrille wurden selten verwendet.

3.2.2 Inhalative Exposition

Die Konzentrationen beim Umfüllen der 37%-igen Formalinlösung wurden in zwei Fällen gemessen. Eine Arbeitsplatzabsaugung oder eine andere technische Schutzmaßnahme war nicht vorhanden. Die Konzentrationen lagen zwischen 1,6 und 2,2 mg/m³. Die Tätigkeitsdauer lag bei jeweils ca. 10 Minuten.

3.3 Routinetätigkeiten mit Lösungsmitteln

Lösungsmittel werden im Labor zum Entwässern, zum Färben und zum Eindecken verwendet. Die Alkohole Ethanol und 2-Propanol werden in unterschiedli-

chen Verdünnungen bis nahezu 100% eingesetzt, Xylol-Lösungen enthalten 60–100% Xylol. Bedingt durch das technische Herstellungsverfahren können in den Xylol-Lösungen auch Stoffe wie n-Butylacetat (Anteil wenige Massenprozent) oder Ethylbenzol (mehr als 25 Massenprozent) enthalten sein. In sehr seltenen Fällen wurde als Xylol-Ersatz ein orangenöhlhaltiges Lösungsmittel eingesetzt. Limonen wird als Leitkomponente für diese Ersatzprodukte angesehen. Die Verfahrensschritte und Gefährdungen sind in Tabelle 8 dargestellt. Die Gefahrenhinweise können für die höchstmögliche Konzentration (nahezu 100%) des jeweiligen Lösungsmittels aus Tabelle 1 entnommen werden.

3.3.1 Vorgefundene Schutzmaßnahmen

Standardisierte Arbeitsverfahren und die damit verbundene Automatisierung bewirken eine gute technische Ausstattung der Laboratorien. Die Automaten sind oftmals abgesaugt. Zusätzlich sind viele Arbeitsplätze mit Untertischabsaugungen versehen oder befinden sich in einem Laborabzug. Als persönliche Schutzausrüstung gegen dermale Gefährdungen werden in der Regel medizinische Einmalhandschuhe aus Latex, selten Handschuhe aus Nitrilkautschuk verwendet.

In ca. 70% der Pathologien waren die brennbaren Lösungsmittel in separaten Lagerräumen für brennbare Flüssigkeiten oder in speziellen Sicherheitsschränken gelagert.

3.3.2 Inhalative Exposition

Die inhalative Belastung im Labor wurde für die Stoffe Ethanol, 2-Propanol, Xylol, Ethylbenzol und vereinzelt n-Butylacetat sowie Limonen ermittelt. Die höchste Konzentration wurde für Xylol (235 mg/m^3) an einem ungenügend Instand gehaltenen manuellen Eindeckplatz mit Luft-rückführung ermittelt. Das gesättigte Aktivkohlefilter gab in diesem Fall permanent Xylol in den Raum ab. Am Beispiel des Lösungsmittels Xylol ist die Verteilung der Messergebnisse in Tabelle 9 dargestellt. Ungefähr 70% der Messwerte an der Person lagen unter 1/10 des Grenzwerts, 100% lagen unter dem Grenzwert (Histogramm 4).

3.4 Tätigkeiten mit geringen Mengen an Chemikalien

In Pathologien wird eine Vielzahl an Chemikalien, zum Teil mehr als 100 verschiedene Substanzen, bevorratet. In geringen Mengen (wenige mg oder ml) werden im Histologielabor regelmäßig Chemikalien wie Aceton, diverse Säuren und Farbstoffe zur Routine- oder Sonderfärbung der Gewebeschnitte verwendet. Einige Stoffe wie Blausäure- und Salzsäuredämpfe, Schwefeldioxid, Schwefelwasserstoff und Quecksilber wurden von Neumann⁹ mit einfachen orientierenden Messverfahren gemessen, konnten aber auch unter worst-case Bedingungen bei Messungen unmittelbar über dem Gefäß

nicht nachgewiesen werden. In der Immunhistochemie und der Zytologie werden geringe Mengen Xylol, Ethanol und 2-Propanol eingesetzt, die in diesen Arbeitsbereichen nicht messtechnisch untersucht wurden.

4. Erkenntnisse aus den Untersuchungen und empfohlene Schutzmaßnahmen

Nachfolgend sind die wesentlichen Erkenntnisse aus den Recherchen in den Humanpathologien und die wichtigsten in den Expertengremien abgestimmten Schutzmaßnahmen zusammengefasst.

Detaillierte Beschreibungen zu den einzelnen Tätigkeiten, Einflussfaktoren auf die Exposition, Bewertungen und empfohlene Maßnahmen finden sich in einer Broschüre¹⁷ „Sicheres Arbeiten mit chemischen Stoffen in der Pathologie“. Die vollständige Umsetzung der dort beschriebenen Maßnahmen lässt sichere Arbeitsbedingungen für alle Tätigkeiten mit chemischen Stoffen erwarten.

4.1 Gefährdungen durch

Hautkontakt mit Chemikalien und Feuchtarbeit

Die Gefährdungen durch Hautkontakt spielen immer dann eine Rolle, wenn Chemikalien auf die Haut gelangen können oder wenn es sich um Feuchtarbeit handelt. In Pathologien werden noch überwiegend die zum Schutz gegen

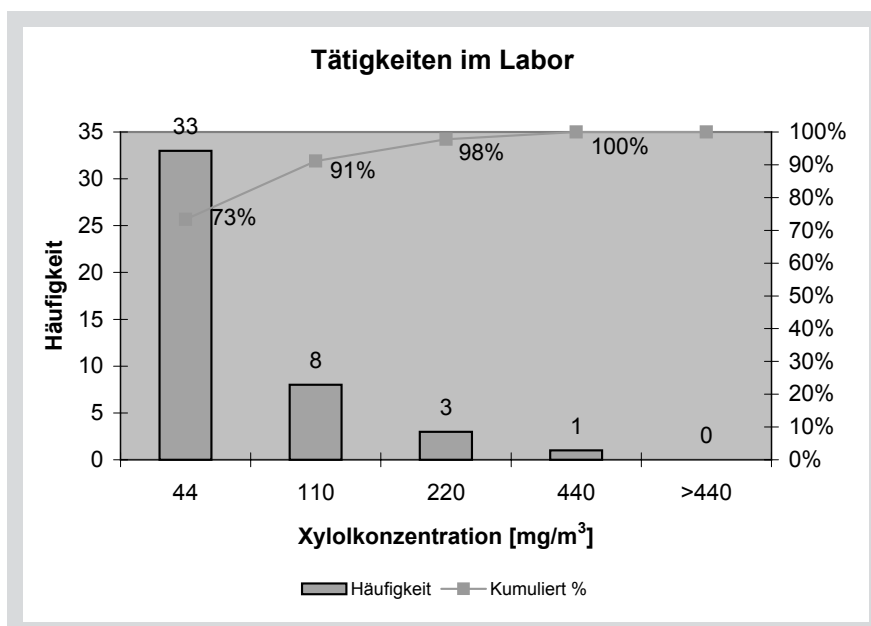
Tabelle 9: Messergebnisse im Labor am Beispiel Xylol [mg/m^3]

	MTA
Anzahl n	45
Min	1
25%	10
50%	20
75%	52
95%	132
Max	235

Chemikalien ungeeigneten medizinischen Einmalhandschuhe aus Latex verwendet. Geeignet und empfehlenswert ist als Handschuhmaterial Nitrilkautschuk, da hier dünne (ab 0,2 mm Materialstärke), ungepuderte Einmalhandschuhe mit ausreichender Chemikalienbeständigkeit bei Erhaltung der Taktilität zur Verfügung stehen (Foto 1). Dickere Handschuhe zum Beispiel aus 0,5 mm Nitril können zum Beispiel beim Umfüllen von 37%iger Formalinstammllösung (ätzend) erforderlich sein.

Chemikalienbeständige Einmalhandschuhe aus Nitrilkautschuk sind mit dem Symbol „Erlenmeyerkolben“ (siehe Seite 52) gekennzeichnet. Das Symbol Becherglas weist einen flüssigkeitsdichten Handschuh mit geringerem Schutz gegen Chemikalien aus.

Eine Besonderheit sind die filigranen Arbeiten beim manuellen Eindecken von Gewebeschnitten. Hier wird üblicherweise als Eindeckmittel eine xylolhaltige Lösung verwendet. Für diese Tätigkeit ist von einem Fingerkuppenkontakt auszugehen, das heißt, es können kleine Hautflächen mit hautresorptivem Xylol benetzt werden. Die zurzeit auf dem Markt verfügbaren Handschuhe, die für das manuelle Eindecken von Gewebeschnitten geeignet sind, bieten nur wenige Minuten Schutz gegenüber Xylol. Bei längerem Kontakt durchdringt Xylol das Material. Es kann nicht verdunsten und wird über die im Handschuh aufgequollene Haut aufgenommen. Hier empfiehlt es sich, auf Handschuhe zu verzichten und verstärkt auf den Einsatz von Hilfsmitteln sowie auf die Arbeitsplatzhygiene zu achten.



Histogramm 4: Tätigkeiten im Labor – Häufigkeitsverteilung der Messwerte am Beispiel Xylol

Auf das Tragen von Schutzhandschuhen kann auch bei anderen Tätigkeiten verzichtet werden, wenn durch die Verwendung von Hilfsmitteln der Hautkontakt vermieden wird. Ein Beispiel ist das manuelle Färben mit speziellen Objektträgerhaltern oder das Befüllen von Probengefäßen mit 4%iger Formaldehydlösung aus Dispensern (Foto 2). Durch diese Hilfsmittel kann der Kontakt zu den Chemikalien so gut wie ausgeschlossen werden.

4.2 Brand- und Explosionsgefahr

Der Einsatz brennbarer Flüssigkeiten, die meisten Lösungsmittel sind brennbar, erfordert Maßnahmen gegen Brand- und Explosionsgefahren. Man erkennt brennbare Flüssigkeiten am Flammensymbol



Foto 1: Nitrilhandschuhe beim Zuschneiden

Über den Tagesbedarf hinaus gehende Mengen müssen in Sicherheitsschränken nach DIN EN 14470¹⁸ (DIN 12925 Teil 1 für alte Schränke) oder in einem eigenen Raum lagern, welcher der Technischen Regel TRbF 20 „Läger“ Anhang L¹⁹ entsprechen muss. Die Aufbewahrung brennbarer Flüssigkeiten außerhalb der Arbeitszeit gilt als Lagerung und ist am Arbeitsplatz verboten. In ca. 30% der Pathologien wurden ständig brennbare Flüssigkeiten ungeschützt am Arbeitsplatz aufbewahrt.

Ein Explosionsschutzdokument nach § 6 Betriebssicherheitsverordnung²⁰ ist anzulegen. Damit wird nachgewiesen, dass die erforderliche Ermittlung der Explosionsgefahren und die Festlegung der Schutzmaßnahmen erfolgt sind.



Foto 2: Befüllen von Probengefäßen mit einem Dispenser

4.3 Inhalative Belastung

Die inhalative Belastung stellt in Pathologien einen Gefährdungsschwerpunkt dar. Eine differenzierte Darstellung der inhalativen Belastung nach Schichtmittelwerten und Kurzzeitwerten sowie nach verschiedenen Expositionsszenarien, auch unter Berücksichtigung der Gesamtbelastung durch mehrere Stoffe während einer Schicht, wurde in diversen Berichten zusammengefasst^{10,11,12}.

Bei der inhalativen Belastung spielt Formaldehyd die wesentliche Rolle. Dabei gibt es die Besonderheit, dass zum Zeitpunkt der Untersuchungen ein Formaldehydgrenzwert galt, dieser aber seit 2005 ausgesetzt ist. Die Grenzwertdiskussion für Formaldehyd ist derzeit im Gange. Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung empfiehlt die von der DFG vorgeschlagenen maximalen Konzentrationen für den Schichtmittelwert und den Kurzzeitwert zur Festlegung von Maßnahmen schon jetzt bei der Gefährdungsbeurteilung im Sinne eines Grenzwerts zu berücksichtigen²¹. Stoffe wie Xylol, Ethanol und 2-Propanol wurden bei der Bewertung der inhalativen Belastung ebenfalls einbezogen.

4.3.1 Materialeingang/ Probenannahme

Grundsätzlich vermeidbar oder vernachlässigbar gering ist die Formaldehydbelastung beim Materialeingang, das heißt bei Annahme, Auspacken, Zuordnen und Registrieren der Proben. Wichtig sind in diesem Zusammenhang die Arbeitsplatzhygiene beim Einpacken durch die ein-sendenden Ärzte und geeignete Transportverpackungen^{22,23}. Dies muss eventuell mit dem Einsender thematisiert werden. Da oft nicht voraussehbar ist, welche Überraschungen ein verschlossenes Päckchen birgt, sollen beim Auspacken geeignete Schutzhandschuhe zum Beispiel aus Nitrilkautschuk getragen werden.

4.3.2 Tätigkeiten mit 4%-iger Formalinlösung

Die Tätigkeiten mit 4%-iger Formalinlösung bzw. mit den formalinfixierten Präparaten, machen einen großen Anteil der Arbeitszeit in Pathologien aus. Dazu zählen das Zuschneiden und Einkapseln

oder dem Gefahrenhinweis R 10 „Entzündlich“.

Maßnahmen des Brand- und Explosionsschutzes müssen vor allem darauf ausgerichtet sein, die Entzündung brennfähiger und die Bildung explosionsfähiger Atmosphäre zu verhindern. Wesentliche Maßnahmen sind eine ausreichende Raumlüftung bei der Abfüllung brennbarer Flüssigkeiten sowie das Entfernen von Zündquellen und die Verhinderung elektrostatischer Aufladung. Brandgefahren müssen zudem durch eine geeignete Lagerung minimiert werden. Am Arbeitsplatz darf nur die für den Fortgang der Arbeit erforderliche Menge, das ist in der Regel der Tagesbedarf, vorhanden sein.



Symbol
„Erlenmeyerkolben“
(chemikalienbeständiger Handschuh)



Symbol
„Becherglas“
(flüssigkeitsdichter Handschuh)

formalinfixierter Proben, das Entsorgen der Asservate und das Befüllen von Probengefäßen. Beim Zuschneiden wurde unter der Annahme einer achtstündigen Exposition eine schichtbezogene Grenzwertüberschreitung für Formaldehyd in 47% der Messungen nachgewiesen. Die Kurzzeitwerthöhe ist in ungefähr 20% der Fälle überschritten. Die Exposition der Pathologen ist höher als die der MTA. Beim Entsorgen überschreiten, bei einer angenommenen achtstündigen Expositionsdauer, 77% der Messungen den Schichtmittelwert. Allerdings dürften beim Entsorgen eher die Kurzzeitwerte mit einer Überschreitungsquote von 53% eine Rolle spielen, da die Entsorgungsdauer bei den Recherchen im Mittel bei 30 Minuten und immer unter zwei Stunden lag. Daher wird davon ausgegangen, dass die Entsorgungsdauer in der Regel unter acht Stunden liegt.

Das Gleiche gilt für das Befüllen der Probengefäße mit 4%-iger Formalinlösung. Hier ist der Schichtmittelwert in 64% der Messungen überschritten, der Kurzzeitwert in 27%. Untersuchungen anderer Unfallversicherungsträger, die für Betriebe der öffentlichen Hand zuständig sind, führten zu weitgehend übereinstimmenden Ergebnissen²⁴.

Die bei den Recherchen vorgefundenen Lüftungsmaßnahmen reichen häufig nicht aus, um die Grenzwerte einzuhalten. Die Wirksamkeit der Absauganlagen kann wesentlich verbessert werden, wenn neben einem ausreichenden Absaugvolumenstrom auf eine wirksame Luftführung geachtet wird. Die Wirksamkeit der von einigen Lüftungsfirmen beschriebenen „Absauglocke“ über dem Zuschneidebrett konnte nicht nachgewiesen werden. Hier scheint viel entscheidender zu sein, dass Frischluft von oben durch den Atembereich der Beschäftigten geführt wird. Zudem hat sich gezeigt, dass weitere, aus diversen Quellen entstehende Emissionen (offene Probenbehälter, offene Abfalleimer, Formaldehydpfützen auf Oberflächen) – und damit auch die Expositionen der Beschäftigten – durch die gängigen Lüftungsmaßnahmen nicht ausreichend reduziert werden können.

Neben der Lüftung hat die Arbeitsplatzhygiene einen wesentlichen Einfluss auf



Foto 3: Zuschneiden



Foto 4: Entsorgen

die Exposition. Auch wenn diese Aussage nicht quantifiziert werden konnte, lässt sie sich einfach dadurch begründen, dass geringere Emissionen auch zu niedrigeren Expositionen führen. Als kurzfristig einzuleitende Maßnahme soll daher die Arbeitsplatzhygiene für alle Tätigkeiten überprüft und eventuell verbessert werden. Parallel muss die Instandhaltung der vorhandenen technischen Schutzeinrichtungen, insbesondere der Lüftungseinrichtungen, gewährleistet sein und in vielen Fällen auch deren Verbesserung umgesetzt werden.

Um die inhalative Exposition der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit 4%iger Formaldehydlösung in Pathologien zu reduzieren werden folgende Schutzmaßnahmen empfohlen:

Für alle Tätigkeiten:

1. Arbeitsplatzabsaugung mit gerichteter Zuluft bei einem wirksamen Luftaustausch am Arbeitsplatz (Frischluft durch den Atembereich der Beschäftigten) oder Arbeiten in einem Abzug nach DIN EN 14175²⁵ (alt DIN 12924²⁶)
2. Arbeitsplatzhygiene
 - Arbeitsplatz trocken halten und Formalinpfützen vermeiden

- Zellstofftücher in selbst schließende Behälter entsorgen
- Offene Behälter so schnell wie möglich verschließen

3. Persönliche Schutzausrüstung

- Falls kurzfristig keine ausreichenden Maßnahmen möglich sind, ist die Verwendung von Atemschutz (zum Beispiel eine nicht belastende Atemschutzhaube) Filter B mindestens Klasse 2 erforderlich

Zusätzlich zu Punkt 1 bis 3 beim Zuschneiden (Foto 3):

- Formaldehydlösung nur in spezielle Abgießöffnungen ausgießen und/oder die Proben mit Hilfsmitteln wie zum Beispiel Zangen oder Pinzetten aus den Gefäßen entnehmen
- Abspülen größerer Gewebeproben (etwa ab Uterusgröße) unter fließendem Wasser

Zusätzlich zu Punkt 1 bis 3 beim Entsorgen (Foto 4)

- Günstige Gestaltung des Arbeitsplatzes, zum Beispiel durch abgesaugte eingelassene Abwurfsiebe, abgesaugte Abgießöffnungen und abgesaugte Entsorgungsbehälter
- Entleerte Gefäße unter Wasser tauchen oder mit der Öffnung nach unten auf eine abgesaugte Fläche stellen.

Zusätzlich zu Punkt 1 bis 3 beim Befüllen

- Flüssigkeitsdispenser zur Vermeidung der Kontamination der Arbeitsflächen einsetzen

4.3.3 Tätigkeiten mit 37%-iger Formalinlösung

Das Umfüllen und Verdünnen 37%iger Formalinlösung wird zur Herstellung der 4%igen Gebrauchslösung durchgeführt. Prinzipiell gelten für Tätigkeiten mit 37%iger Formalinlösung die gleichen Schutzmaßnahmen wie bei der 4%igen Formaldehydlösung. Die persönliche Schutzausrüstung ist wegen der ätzenden Wirkung von Formalin anzupassen und um eine Schutzbrille oder ein Visier

zum Gesichtsschutz zu ergänzen. Auch bei Tätigkeiten mit 37%iger Formalinlösung kann eine Atemschutzhaube eine kurzfristig einzusetzende Schutzmaßnahme sein.

4.3.4 Routinetätigkeiten mit Lösungsmitteln

Die Belastungen durch Lösungsmittel wie Ethanol, 2-Propanol und Xylol lagen bei allen Tätigkeiten unterhalb der Grenzwerte^{9,11}. Auch für die zahlreichen, in kleinen Mengen verwendeten Chemikalien ist nicht von wesentlichen inhalativen Belastungen auszugehen¹¹. Die Belastungen können aber insgesamt durch gängige Maßnahmen reduziert werden. Daher sollen Laboratorien in Pathologien nach dem Stand der Technik ausgestattet sein. Dazu gehören möglichst geschlossene und abgesaugte Automaten wie Entwässerungs- und Einbettautomaten, Färbeautomaten zur Routinefärbung sowie Eindeckautomaten. Manuelle Tätigkeiten sollen auf das erforderliche Maß reduziert werden. An Arbeitsplätzen mit manuellen Tätigkeiten und Lösungsmittelexposition ist eine Arbeitsplatzabsaugung empfehlenswert. Laborabzüge nach DIN 12924²⁶ oder bei Neuinstallation nach DIN EN 14175²⁵ erfüllen die Anforderungen zur Reduzierung der Emissionen. Die in histologischen Laboratorien üblichen Untertischabsaugungen genügen in der Regel ebenfalls, wenn sie nach dem Stand der Technik ausgelegt sind. In einigen Pathologien wurden versuchsweise orangefarbige Ersatzstoffe für Xylol eingesetzt und haben dabei häufig zu Geruchsproblemen geführt. Xylol zu ersetzen ist derzeit aus Gründen des Arbeitsschutzes nicht erforderlich, wenn die oben genannten Bedingungen umgesetzt werden. In der Immunhistochemie und der Zytologie werden um ein vielfaches geringere Chemikalienmengen verwendet als im histologischen Labor. Außerdem

besteht eine prozessbedingt gute Arbeitsplatzhygiene und ein hoher Automatisierungsgrad. Daher wird die Gefahrstoffexposition durch die oben genannten Lösungsmittel in diesen Arbeitsbereichen als unproblematisch betrachtet.

4.3.5 Bewertung der inhalativen Gesamtbelastung

Zur Berechnung einer inhalativen Gesamtbelastung durch mehrere Chemikalien werden zunächst die Stoffindizes SI für die Einzelstoffe benötigt. Der SI ist der Quotient aus einem Schichtmittelwert und dem stoffbezogenen Grenzwert. Die SI aller während einer Arbeitsschicht für eine Exposition wirksamen Stoffe werden nach den Vorgaben der TRGS 403¹⁴ zu einer Gesamtbelastung, dem Bewertungsindex BI, addiert. Ein BI unter eins bedeutet Grenzwerteinhalten.

Beispiel: Eine Beschäftigte arbeitet mit Formaldehyd und Xylol. Beide Stoffe wurden zunächst über die Expositionsdauer von jeweils 4 Stunden gemessen. Die Konzentrationen lagen für Formaldehyd bei 0,56 mg/m³ und für Xylol bei 44 mg/m³. Durch Zeitgewichtung erhält man den Schichtmittelwert über acht Stunden. Für Formaldehyd ergibt sich 0,28 mg/m³. (0,56*4/8) das entspricht einem SI von 0,76 (0,28/0,37) und für Xylol ergibt sich 31 mg/m³ (62*4/8), das entspricht einem SI von 0,07 (31/440). Daraus errechnet sich ein BI von 0,81.

In der vorliegenden Untersuchung wurde auf der Grundlage eines Expositionsszenarios (Tabelle 10) für 26 Pathologien die Expositionsdauer standardisiert und zur Berechnung der Schichtmittelwerte herangezogen. Die ermittelten Stoffindizes ergaben somit eine Schätzung für die mittlere Gesamtbelastung, dargestellt als BI (Tabelle 11).

Eine Grenzwerteinhalten, das heißt ein Bewertungsindex unter eins, ist in ca. 50% der Ermittlungen an der MTA und in etwas weniger als 75% der Ermittlungen am Pathologen möglich.

Formaldehyd beeinflusst durch die Expositionsdauer und -höhe die Gesamtbelastung entscheidend. Eine Expositionsdauer von bis zu 8 Stunden ist bei Tätigkeiten mit Formaldehyd nicht auszuschließen. In diesen Fällen ergeben sich höhere Ge-

Tabelle 10: Expositionsszenario als Verteilung der täglichen Expositionsdauer

	Labor [h]	Zuschneiden [h]	Entsorgen [h]	Befüllen [h]
MTA	4	3	0,5	0,5
Pathologe	entfällt	3	entfällt	entfällt

samtbelastungen als in Tabelle 11 angegeben. Geringere Gesamtbelastungen ergeben sich demnach für kürzere Tätigkeiten mit Formaldehyd. Tätigkeiten mit Lösungsmitteln führen nach bisherigen Erkenntnissen nicht zu einer wesentlichen Erhöhung der Belastung, da die hier verwendeten Lösungsmittel im Durchschnitt lediglich ca. 10% zur Gesamtbelastung beitragen.

4.4 KMR-Stoffe

Tätigkeiten mit KMR-Stoffen müssen besonders beachtet werden (Tabelle 12).

Für KMR-Stoffe ist die Vermeidung oder zumindest die Minimierung der dermalen und inhalativen Exposition nachzuweisen. Geeignete persönliche Schutzausrüstung vorausgesetzt, können konsequent geschlossene Verfahren (zum Beispiel Automaten), das Arbeiten in geeigneten Abzügen oder eine Expositionsminderung aus physikalischen Gründen (zum Beispiel minimaler Dampfdruck, keine Staub-/Aerosolbildung) diese Anforderung erfüllen. Im Zweifel sollte der zuständige Unfallversicherungsträger oder das Amt für Arbeitsschutz zu Rate gezogen werden.

4.5 Beschäftigung werdender und stillender Mütter

Werdende und stillende Mütter stehen unter einem besonderen Schutz. Die Grundlage für die Beschäftigungsmöglichkeit ist die für alle Beschäftigten geforderte Gefährdungsbeurteilung einschließlich der Umsetzung ausreichender Schutzmaßnahmen. Zusätzlich muss der Nachweis erbracht werden, dass die für werdende und stillende Mütter erforderlichen besonderen Anforderungen erfüllt sind. Zum Beispiel besteht ein Expositionsverbot gegenüber KMR-Stoffen, das nur dann nicht gilt, wenn eine medizinisch begründete, stoffbezogene Ausnahmeregelung getroffen wurde. Dies war bisher für Formaldehyd der Fall, da trotz der Einstufung als krebverdächtigem Stoff (K3) galt, dass bei Einhaltung des Grenzwerts eine Gefährdung von Mutter oder Kind nicht befürchtet zu werden braucht. Es bleibt abzuwarten, wie die neue Regelung nach Abschluss der Diskussion um die Neueinstufung aussehen wird. Eine ausführliche Erläute-

Tabelle 11: Bewertungsindizes für das Expositionsszenario in Tabelle 10

	Pathologie	MTA
Anzahl	26	26
25%	0,25	0,54
50%	0,72	0,9
75%	1,1	1,5
95%	2	2,2
Max	3,2	2,3

Tabelle 12: Beispiele für krebserzeugende Stoffe in der Pathologie

Stoff CAS-Nr.	KMR-Einstufung	Anwendung
Kongorot 573-58-0	Krebs erzeugend K 2 und möglicherweise Frucht schädigend R _E 3	Spezialfärbung (in der Regel manuell) zum Nachweis des Amyloid
3,3-Diaminobenzidin 91-95-2	Krebsverdächtig K3	Automatisierte Prozesse in der Immunhistochemie
Formaldehyd 50-00-0	Krebsverdächtig K3 Neueinstufung derzeit in der Diskussion	Zuschneiden, Befüllen, Entsorgen

rung der Problematik speziell für Pathologien, die aber grundsätzlich auch auf andere Branchen übertragbar ist, gibt eine Broschüre zum Mutterschutz^{27,28}.

5. Zusammenfassung

Im Vergleich zu anderen Fachgebieten des Gesundheitsdienstes werden in Pathologien große Mengen an Gefahrstoffen verwendet. Für die täglichen Arbeitsabläufe kommen Formaldehyd als Konservierungsmittel, Xylol, Ethanol, 2-Propanol als Lösungsmittel und eine Vielzahl diverser Laborchemikalien in kleineren Mengen als Reagenzien zum Einsatz. Die BGW und die UKH haben betriebliche Untersuchungen in Form von Besichtigungen und Expositionsmessungen durchgeführt. Diese haben gezeigt, dass viele Pathologien zur Gewährleistung sicherer Arbeitsbedingungen an diversen Stellen nachbessern müssen.

Die Gefährdungen durch Hautkontakt können mit einfachen Maßnahmen wie zum Beispiel dem Einsatz von Hilfsmitteln, die den Hautkontakt vermeiden, minimiert werden. Wenn Hilfsmittel nicht effektiv einsetzbar sind und keinen ausreichenden Schutz bieten, muss der Hautkontakt durch den Einsatz von Schutzhandschuhen vermieden werden. Bisher werden in Pathologien zum Schutz gegen Chemikalien noch überwiegend

ungeeignete medizinische Einmalhandschuhe aus Latex verwendet. Diese sind durch geeignete Schutzhandschuhe, zum Beispiel aus Nitril, zu ersetzen.

Defizite im Bereich der Lagerung gab es in ungefähr einem Drittel der untersuchten Pathologien, zum Beispiel weil Vorratsbehälter mit Lösungsmitteln im Arbeitsbereich ungeschützt aufbewahrt wurden. Um einen wirksamen Brand- und Explosionsschutz zu gewährleisten, insbesondere für die bevorrateten brennbaren Lösungsmittel, ist die korrekte Lagerung von entscheidender Bedeutung.

Das Hauptaugenmerk der Gefährdungsbeurteilung für Gefahrstoffe in Pathologien muss weiterhin auf der inhalativen Belastung durch Formaldehyd liegen. Die bei den Untersuchungen messtechnisch an der Person ermittelten Formaldehydkonzentrationen überschritten je nach Tätigkeit in 47 bis 76% der Messungen den diskutierten Luftgrenzwert von 0,37 mg/m³ als Schichtmittelwert und in 20 bis 53% der Messungen den Kurzzeitwert von 0,74 mg/m³. Zusätzliche Maßnahmen zur Reduzierung der Formaldehydkonzentration sind daher in vielen Pathologien erforderlich. Die inhalative Belastung durch Lösungsmittel haben Pathologien in der Regel mit gängigen Arbeitsschutzmaßnahmen im Griff. Expertengruppen bestehend aus betrieb-

lichen Praktikern und Arbeitsschutzexperten haben auf der Grundlage der betrieblichen Untersuchungen der BGW und der UKH die Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in Pathologien und die dabei entstehenden Gefährdungen analysiert, sowie Vorschläge für Schutzmaßnahmen für die Beschäftigten, auch unter Berücksichtigung werdender und stillender Mütter, beschrieben^{14,17,28}. Der vorliegende Artikel fasst die Ergebnisse der Untersuchungen und der Arbeiten der Expertengruppen zusammen.

6. Literatur

- 1 Arbeitsschutzgesetz: Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit vom 7. August 1996 (BGBl. I S. 1246), zuletzt geändert durch Artikel 227 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407)
- 2 Gefahrstoffverordnung: Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (GefStoffV) BGBl. I 2004, 3758
- 3 Berufsverband deutscher Pathologen BdP. Number and proportion of staff pathologists and residents. BdP 2007
- 4 International Agency for Research on Cancer IARC. Formaldehyde, www.mono-graphs.iarc.fr/ENG/Meetings/88-Formaldehyde.pdf
- 5 International Agency for Research on Cancer IARC. Press release No. 153, Juni 2004, www.iarc.de
- 6 Bundesinstitut für Risikobewertung BfR. Inhalative Exposition des Verbrauchers gegenüber Formaldehyd – Aktualisiertes Diskussionspapier des BfR vom 24.06.2006, http://www.bfr.bund.de/cm/252/inhalative_exposition_des_verbrauchers_gegenueber_formaldehyd.pdf
- 7 MAK- und BAT-Werte-Liste 2005. DFG, Deutsche Forschungsgemeinschaft. Wiley-VCH Verlag, Weinheim
- 8 Jost M, Rüegger M, Gatzwiller A, Liechti B, Wolf R. Verhütung von Berufskrankheiten im pathologisch-anatomischen Institut und histologischen Laboratorien, Arbeitsmedizin 2869/25. Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA), Dezember 2003
- 9 Neumann H.-D. „Gesundheitsrisiken bei Arbeiten in pathologischen Laboratorien; Analyse der Risiken und Maßnahmen zur Risikoreduzierung; Fachbereich Sicherheitstechnik der Bergischen Universität – Gesamthochschule Wuppertal 1994
- 10 Thullner I. Formaldehyd im Gesundheitsdienst – Projekt der Unfallkasse Hessen, www.ukh.de/uploads/media/Formaldehyd.pdf
- 11 Wegscheider W. Expertenschrift „Gefahrstoffe in der Pathologie“ Untersu-

- chungsbericht zu betrieblichen Ermittlungen der Gefahrstoffbelastungen in Pathologien. Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) 2005, www.bgw-online.de (Stichwort Pathologie)
- 12 Wegscheider W. Messtechnische Untersuchungen in formaldehydbelasteten Arbeitsbereichen des Gesundheitswesens. Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft Artikel 63 (2003), Nr. 7/8, S. 309–316, www.hvbg.de
 - 13 TRGS 402 „Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen“, Ausgabe November 1997, www.baua.de
 - 14 TRGS 403 „Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz“, Ausgabe Oktober 1989, www.baua.de
 - 15 Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung DGUV. Messung von Gefahrstoffen. Erich Schmidt Verlag, Berlin 2007
 - 16 TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“ Ausgabe Januar 2006, Ausschuss für Gefahrstoffe – AGS Geschäftsführung, www.baua.de
 - 17 Wegscheider W, Thullner I, Walther C, Alles J U, Gaiser T, Heinmöller P, Schraa S, Ziemke K. Sicheres Arbeiten mit chemischen Stoffen in der Pathologie. Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Hamburg 2006
 - 18 DIN EN 14470 „Feuerwiderstandsfähige Lagerschränke“ Beuth Verlag, Berlin 2004
 - 19 TRbF 20 „Läger“ vom 01. Februar 2001 (BArbBl. 04/2001 S.60) zuletzt geändert am 15. Mai 2002 (BArbBl.2/2002 S. 62)
 - 20 Betriebssicherheitsverordnung: Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über die Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes BGBl. I 2002, 3777
 - 21 Blome H. Arbeitsschutzlösungen für ausgewählte Stoffe und Verfahren. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin 2006
 - 22 BGW-Themenschriften „Diagnostische Proben richtig versenden – gefahrgutrechtliche Hinweise“ (Bestell-Nr. TP-DP

- HuM für die Humanmedizin bzw. TP-DP VetM für die Veterinärmedizin)
- 23 BGW-Themenschrift „Gefahrguttransport – Informationen zur Beförderung gefährlicher Güter im Gesundheitsdienst“ (Bestell-Nr. TP-GF 01) BGW-CD-ROM „Gefährliche Güter sicher handhaben und befördern“ (Bestell-Nr. CP-GG 01)
 - 24 Kellner R, Thullner I, Funk D, Hallek B, Franke U, Radtke R, Neumann H.-D, Overmann T. Formaldehydexposition in Pathologien und Anatomien, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft Artikel 63(2003), Nr. 7/8, S.299–300, www.unfallkassen.de/webcom/show_article.php/_c-599/_nr-1/i.html
 - 25 DIN EN 14175 „Abzüge“ Beuth Verlag, Berlin 2003
 - 26 DIN 12924 „Laboreinrichtungen – Abzüge“ Beuth-Verlag, Berlin 1993
 - 27 Mutterschutz in der Pathologie, Ein Überblick zur Gefährdungsbeurteilung in Pathologien bei Tätigkeiten mit chemischen und biologischen Stoffen unter besonderer Berücksichtigung des Mutterschutzes, Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Hamburg, 2006, www.bgw-online.de (Stichworte: Pathologie Mutterschutz)
 - 28 Hagen C, Müller-Bagehl S, Remé T, Thullner I, Wegscheider W. Expertenschrift „Mutterschutz in der Pathologie“, Leitfaden zur Gefährdungsbeurteilung in Pathologien bei Tätigkeiten mit chemischen und biologischen Stoffen unter besonderer Berücksichtigung des Mutterschutzes, Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege, Hamburg 2005 www.bgw-online.de (Stichworte: Pathologie Mutterschutz)

Die Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Wolfgang Wegscheider
Bonner Straße 337, 50968 Köln

Dipl.-Ing. Ingrid Thullner
Leonardo-da-Vinci-Allee 20,
60486 Frankfurt/Main

Dr.-Ing. Udo Eickmann
Bonner Straße 337, 50968 Köln
Günter Naujoks
Bonner Straße 337, 50968 Köln

Kongresse

Unter der Schirmherrschaft von Brandenburgs Arbeitsministerin Dagmar Ziegler findet die medizinisch-juristische Fachveranstaltung zum Thema **Berufskrankheiten** am 13. und 14. Juni 2008 im Kongresshotel „Am Templiner See“ in Potsdam statt. Neues aus dem **Unfallversicherungsrecht, Hautschutz** und **Lärm** sind die zentralen Themen der **VII. Potsdamer BK-Tage**. Ab sofort können sich Interessierte (**Arbeitsmediziner, Dermatologen, HNO-Ärzte, Juristen, Führungskräfte aus Unternehmen und Unfallversicherungsträgern**) zu der Veranstaltung anmelden. Die Dauerkarte kostet 50 Euro, die Tageskarte 30 Euro. Programm und Online-Anmeldung unter www.potsdamer-bk-tage.de. Die Potsdamer BK-Tage sind ein im 2-jährigen Abstand stattfindendes medizinisch-juristisches Symposium, welches sich dieses Jahr erstmalig einem breiten Teilnehmerkreis öffnet.

Autorenrichtlinien

Aufgenommen werden Originalarbeiten. Die Arbeiten dürfen nicht schon anderweitig veröffentlicht sein.

Manuskripte von Originalarbeiten sind der Schriftleitung einzureichen. Für die Manuskripte gelten die **Hinweise für Autoren**.

Tagungsberichte, Mitteilungen von Organisationen und Körperschaften, Personelles sowie Referate, Buchbesprechungen und weitere Beiträge sind an den Schriftleiter zu senden.

Der Verlag erwirbt mit der Annahme des Manuskriptes durch die Schriftleitung das ausschließliche Recht der Vervielfältigung, Verbreitung, Übersetzung und Verwendung für fremdsprachige Ausgaben.

Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Übersetzung, Nachdruck – auch von Abbildungen –, Vervielfältigung auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege oder im Magnettonverfahren, Vortrag, Funk- und Fernsehendung sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen – auch auszugsweise – sind nur mit Genehmigung des Verlages möglich.

Die in den Heften mit Namen bezeichneten Artikel stellen stets die Ansichten der Verfasser dar und müssen nicht mit denen der Schriftleitung identisch sein.

Hinweise für Autoren

Zielgruppen dieser Zeitschrift sind Arbeitsmediziner, Sicherheitsingenieure, Arbeitswissenschaftler und andere der Arbeitsmedizin und Arbeitssicherheit sowie der Umweltmedizin nahestehende Personenkreise und Institutionen.

1.0 Der Text der Arbeiten muss verständlich geschrieben sein.

2.0 Die **Titelseite** (Seite 1 des Manuskriptes) muss umfassen

2.1 Titel der Arbeit in deutscher und englischer Sprache

2.2 Name(n) des Autors (der Autoren) mit Initialen der Vornamen

2.3 Name(n) der Institution(en), aus der (denen) die Arbeit stammt

2.4 Namen, Vornamen mit Titel(n) des Autors (der Autoren) und Anschrift.

3.0 Eine **Zusammenfassung** in deutscher und englischer Sprache muss dem Manuskript beigefügt sein. Die Zusammenfassung soll die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerungen enthalten und maximal 300 Worte umfassen.

4.0 Maximal 5 **Schlüsselwörter** sind in deutscher und englischer Sprache anzugeben. Sie sollen repräsentativ für den Inhalt der Arbeit sein.

5.0 **Literaturverzeichnis**: Alle Autoren und Quellen – und nur diese – müssen in der Reihenfolge des erstmaligen Auftretens im Text im Literaturverzeichnis aufgeführt sein. Sämtliche Autoren sind zu nennen.

Beispiele:

1 Deutsche Forschungsgemeinschaft (Hrsg. 1985). Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen und Biologische Arbeitsstoff-Toleranz-Werte. Verlag Chemie, Weinheim 1985

2 Lüdersdorf R, Schäcke G, Fuchs A. Leitkomponenten in organischen Lösemittelgemischen in Lacken der Holzverarbeitenden Industrie. In: Konietzko H, Schuckmann F (Hrsg.). Verh Dtsch Ges Arbeitsmed 271–274. Gentner Verlag, Stuttgart, 1984

3 Schilling RSF. Occupational Health Practice. 1st edn Butterworths, London, 1973

4 Trenkwalder P, Bencze K, Lydtin H. Chronische Thalliumintoxikation. Beobachtung einer kriminellen Vergiftung. Dtsch med Wschr 1984; 109: 1561–1566

Anschließend an das Literaturverzeichnis können bei Bedarf unter „**Nützliche Internetadressen**“ noch verlässliche Adressen aufgelistet werden.

5.1 **Zitierweise** im Text: mit hochgestellter Zahl (entsprechend der Zitierweise des British Medical Journal)

6.0 **Illustrationen**: Jede Abbildung muss im Text erwähnt sein. Bitte in den Dateiformaten .ppt, .jpg, .tif, .psd oder .eps

6.1 **Tabellen**: Jede Tabelle muss im Text erwähnt sein. Bitte als Excel-Datei (Dateiformat .xls)

6.2 **Legenden** zu den Illustrationen und Tabellen sollen kurz sein und sich auf deren Inhalt beschränken.

7.0 Das Manuskript incl. Abbildungen und Tabellen ist als Word-Datei auf elektronischem Wege an die Schriftleitung zu senden (an: jung.d@zdf.de).

Priv.-Doz. Dr. Detlev Jung

Betriebsärztliche Station

ZDF Mainz

55100 Mainz

Germany

8.0 Mit der Einsendung des Manuskriptes hat/haben der/die Autoren sicher gestellt, dass bei positiver Entscheidung über die Annahme einem Druck keinerlei Gründe entgegenstehen.

Die eingehenden Artikel werden einem **Peer-Review-Verfahren** unterzogen (s.a. Editorial Ergomed 4/2001)

Nachdruck nur mit Erlaubnis des Verlages. Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte wird keine Haftung übernommen.

ErgoMed

32. Jahrgang (2008) Heft 2

Impressum:

Ergo-Med Zeitschrift für die arbeitsmedizinische und arbeits-hygienische Praxis

Dr. Curt Haefner-Verlag GmbH,
Dischingerstraße 8, 69123 Heidelberg, Germany

Telefon + 49 (0) 6221 6446-0, Telefax + 49 (0) 6221 6446-40

Herausgeberin: Katja Kohlhammer

Geschäftsführung: Katja Kohlhammer, Peter Dilger

Verlagsleitung: David Wiechmann

Ressortleitung: Michael Wochner

Herstellung und Gestaltung: Bernd Wilfing

Lektorat: Johannes Jung

Schriftleitung:

Priv.-Doz. Dr. med. Detlev Jung
ZDF, Betriebsärztliche Station, 55100 Mainz

Univ.-Prof. Dr. med. Helga Idel

Direktorin des Institutes für Hygiene der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Universitätsstraße 1, 40225 Düsseldorf

Prof. Dr. med. Sieglinde Schwarze

Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, Universitätsstraße 1, 40225 Düsseldorf

Prof. Dr.-Ing. Rainer von Kiparski

IAS Institut für Arbeits- und Sozialhygiene Stiftung
Steinhäuserstraße 19, 76135 Karlsruhe

Redaktionsbeirat:

Dr. Alfons Schröder

BKK Bundesverband Europäisches Informationszentrum, Essen

Barbara Orfeld

BKK Bundesverband Europäisches Informationszentrum, Essen

Jürgen Wolters

BKK Bundesverband Europäisches Informationszentrum, Essen

Ilona Kopp

DLR Projektträger des BMBF Arbeitsgestaltung und Dienstleistungen, Bonn

Dr. med. Gerda Linke-Kaiser

Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft

Prof. Dr. med. Axel Muttray

Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Mainz
Obere Zahlbacher Straße 67, 55131 Mainz

Dr. med. Michael Schneider

Leitender Betriebsarzt der Boehringer Ingelheim

Dipl.-Biologe Jörg Feldmann

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin,
Friedrich-Henkel-Weg 1–25, 44149 Dortmund

Anzeigenverkauf: Sandra Rink, Tel. (06221) 6446-11, Fax:-40

E-Mail: sandra.rink@haefner-verlag.de

Anzeigenpreisliste auf Anfrage

Leserservice: Franzisca Trnka, Tel. (06221) 6446-31, Fax:-40

E-Mail: franzisca.trnka@haefner-verlag.de

Erscheinungsweise: jeden zweiten Monat

Jahresabonnement € 51,30 Einzelheft € 8,90 zzgl. Versandkosten.

Abonnementskündigungen können jeweils nur zum Jahresende berücksichtigt werden, unter Einhaltung einer Kündigungsfrist von drei Monaten.

Reklamationen über nicht erhaltene Hefte können beim Verlag nur innerhalb von drei Monaten nach der zuletzt fälligen Zustellung geführt werden. Bei Nichtlieferung ohne Verschulden des Verlages oder im Falle höherer Gewalt besteht kein Entschädigungsanspruch.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte keine Gewähr. Alle Rechte, auch Übersetzungen vorbehalten. Reproduktionen, gleich welcher Art, nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages.

Druck: abdruck GmbH, Heidelberg

©2008 by Dr. Curt Haefner-Verlag GmbH, Heidelberg