

A 8289/17

**Stellungnahme zu der inhalativen
Exposition gegenüber Formaldehyd
bei der Präparation von Körperspenden
im Institut für Anatomie
an der Ruhr-Universität Bochum,
Universitätsstraße 150, 44801 Bochum**

Sachbearbeiter:

Dipl. Biol. Volker Neumann
Telefon: 06221-5108-29850
Mobil: 0173-3218742
Telefax: 06221-5108 29998
E-Mail: Volker.Neumann@bgrci.de

Bochum, den 15.05.2017
Neu/Ng

Berichtsnummer:	A 8289/17
Erstelldatum:	15.05.2017
Berichtsumfang:	33 Seiten
Anlass/Messaufgabe:	Messung von Formaldehyd im Präpariersaal des Instituts für Anatomie der RUB
Auftraggeber:	Herr Reiner Paersch BLB NRW - Hochschulvermögen Bochum, Planen + Bauen
Beteiligte Personen:	Herr Professor Förster (Institut für Anatomie) Frau Professor Brand-Saberi (Institut für Anatomie) Frau Schneider (Institut für Anatomie)
Untersuchung durchgeführt von:	Herrn Dipl. Ing. Michael Koob (IGF) Frau Dr. Malgorzata Jaworska (IGF) Herr Tim Scheups Herr Jens Striezel
Messung durchgeführt am:	27.04.2017
Analytik:	IGF Labor (Dr. rer. nat. Kirchner)
Bericht:	Dipl. Biol. Volker Neumann

Inhalt

1. Vorbemerkung	4
1.1. Zielsetzung der Untersuchungen.....	4
2. Untersuchungsgrundlagen	6
2.1. Gesetze und Technische Regeln für Gefahrstoffe	6
3. Formaldehyd	7
3.1. Formaldehyd im Institut der Anatomie Bochum	8
4. Grenzwerte und Referenzwerte	9
4.1. AGW	9
4.2. TRK-Werte.....	9
4.3. MAK Werte.....	10
4.4. LiG	10
4.5. DNEL.....	10
4.6. Tätigkeiten mit krebserzeugenden Stoffen - TRGS 910	11
4.7. Einstufung von krebserzeugenden Stoffen mittels Stoffrichtlinien der EU	11
4.8. Kurzzeitwerte und Überschreitungsfaktoren.....	13
4.9. Grenzwerte für Formaldehyd.....	15
4.10. Phenol	16
4.11. Einstufung als krebserzeugender Gefahrstoff.....	17
4.12. Rechtsgültigkeit der GefStoffV für den Umgang mit Formaldehyd in der Anatomie	17
5. Probenahmesysteme und Analyseverfahren	18
5.1. Probenahmesystem bei Formaldehyd.....	18
5.2. Analyseverfahren bei Formaldehyd	19
6. Messsituation und Messstrategie	20
6.1. Messungen in der Anatomie.....	20
6.2. Betrieb und Messort	20
6.3. Klimatische Bedingungen:	20
6.4. Technische Angaben zum Messort	21
6.5. Neu konzipierte raumlufttechnische Anlagen und Anatomie-Technik.....	22
6.6. Messstationen	22
7. Untersuchungsergebnisse	24
7.1. Präpariertisch 2: Körperspende - Bochumer Lösung (Formalin/Phenol)	25
7.2. Präpariertisch 4: Körperspende - Bochumer Lösung (Formalin/Phenol)	26
7.3. Präpariertisch 5: Körperspende – Bochumer Lösung (Formalin/Phenol)	27
7.4. Präpariertisch 6: Körperspende – Bochumer Lösung (Formalin/Phenol)	28
7.5. Präpariertisch 7: Körperspende – Bochumer Lösung (Formalin/Phenol)	29
7.6. Präpariertisch 8: Körperspende – Bochumer Lösung (Formalin/Phenol)	29
7.7. Präpariertisch 9 und 10: Körperspende - Bochumer Lösung (Formalin/Phenol)	30
8. Bewertung der inhalativen Exposition und Befund	31
8.1. Ergebnisse	31
8.2. Befund.....	31
8.3. Ergänzende Untersuchungen.....	31
8.4. Minimierungsgebot.....	32
9. Literatur	33

1. Vorbemerkung

Das Institut für Gefahrstoff-Forschung (IGF) der BGRCI führte Messungen zur inhalativen Exposition gegenüber Formaldehyd in der Anatomie der Ruhr-Universität Bochum durch.

Die Messungen erfolgten in Anlehnung an Ermittlungen die in Bezug auf § 19 SGB VII „Befugnisse von Aufsichtspersonen“ zur Ermittlung des Vorhandenseins und Konzentration gefährlicher Stoffe und Zubereitungen und unter Berücksichtigung der Verpflichtungen nach Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) § 7 Abs. 1 Satz 3 „Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung“.

Damit werden die Qualitätskriterien einer Messung nach SGB VII eingehalten – die Anatomie ist aber kein Mitgliedunternehmen der BGRCI.

Nach dem Inkrafttreten der Gefahrstoffverordnung vom 26.11.2010 wurde das Schutzstufenkonzept abgelöst:

Der Arbeitgeber ist verpflichtet, die Gefährdungen der Arbeitnehmer am Arbeitsplatz zu analysieren und zu bewerten (Gefährdungsbeurteilung) und im Rahmen des Minimierungsgebots Maßnahmen in die Wege zu leiten. Die in diesem Bericht dokumentierten Messungen stellen einen wichtigen Beitrag zur Gefährdungsermittlung dar.

Die Art und Weise sowie die Befundung der Messwerte erfolgte, dem Stand der Technik folgend, entsprechend den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“.

1.1. Zielsetzung der Untersuchungen

- Ziel der Untersuchung war es, die inhalative Exposition gegenüber Formaldehyd bei Präparation von Körperspenden nach intensiven baulichen Veränderungen - abgesaugte Präpariertische und Lüftungstechnische Maßnahmen - zu ermitteln.
- Diese 1. Messung erfolgte, um die Verbesserung der Expositionssituation erstmalig einschätzen zu können. Die Messergebnisse zeigen eine deutliche Unterschreitung des Grenzwertes für Formaldehyd bei der Präparation von Körperspenden (Bochumer Lösung und Formaldehyd reduziert).

- Die 2. Messung erfolgte unter weiterer Annäherung an realistische Präparierkursbedingungen für Medizinstudenten. Der Versuchsaufbau umfasste einen mit 10 Personen besetzten Seziertisch, an dem 5 - 6 fachkundige Personen eine Körperspende (Bochumer Lösung) präparieren. Die Messergebnisse zeigten eine deutliche Unterschreitung des Grenzwertes für Formaldehyd bei der Präparation von Körperspenden (Bochumer Lösung).
- Die 3. Messung erfolgte unter weiterer Annäherung an die Kursbedingungen mit bis zu 10 Personen pro Tisch und mindestens 3 Fachkundigen die permanent präparieren. Die Präparation erfolgte an drei Körperspenden gleichzeitig. Der Grenzwert für Formaldehyd wurde bei allen Messungen eingehalten.
- Die 4. Messung erfolgte während des regulären Präparier Kurses für Medizinstudenten unter folgenden Rahmenbedingungen - ca. 80 Studenten an 8 Tischen mit jeweils einem Vorpräparator. Es wurde an allen 8 neu installierten Seziertischen präpariert und gleichzeitig Messungen durchgeführt.

2. Untersuchungsgrundlagen

2.1. Gesetze und Technische Regeln für Gefahrstoffe

- **GefStoffV (2016)** (Gefahrstoffverordnung) Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen
- **TRGS 400** „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“, Ausgabe Januar 2010 zuletzt geändert und ergänzt GMBI 2012 S. 715 v. 13.09.2012
- **TRGS 402** „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“, Ausgabe Januar 2010 geändert und ergänzt: 21.10.2016
- **TRGS 900** „Arbeitsplatzgrenzwerte“, Ausgabe: Januar 2006, zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2016 S 886-889 [Nr. 45] (v. 04.11.2016)
- **TRGS 905** „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“, Ausgabe März 2016 GMBI S 378-390 [Nr. 19] v. 03.05.2016
- **TRGS 906** „Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV“ Ausgabe 2005 zuletzt geändert und ergänzt GMBI Nr. 24 S. 514 27.04.2007
- **TRGS 910** „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“, Ausgabe Februar 2014 Zuletzt geändert und ergänzt GMBI 2016 S. 606-609 v. 29.7.2016 [Nr. 31] Berichtigt GMBI 2016 S 791 v. 07.10.2016 [Nr. 40]
- **Verordnung (EG) Nr. 1907/2006** des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe, kurz „REACH-Verordnung“, Anhang I Nr.1.0.1.
- **AGS Formaldehyd (2015)** - Begründung zur Formaldehyd in der TRGS 900.
- **MGU (2016) Projekt** „Formaldehydmessungen in Anatomien“ - Handlungsanleitung

3. Formaldehyd

Systemischer Name: Methanal. Synonyme: Methylaldehyd, Methalaldehyd, Methylenoxid, Formol, Formalin (wässrige Lösung).

CAS-Nummer: 50-00-02

Seinen physikalisch-chemischen Eigenschaften nach ist Formaldehyd als sehr flüchtig und als gut wasserlöslich einzustufen.

- Wasserlöslichkeit: 550g/l bei 20°C
- Schmelzpunkt: -117°C (- 92°C (Gas); -16°C (25 % wässrige Lösung))
- Siedepunkte: -19,1 °C bei 1013 hPa (Gas), 99°C bei 1013 hPa (wässrige Lösung)
- Molare Masse: 30,031 g/mol

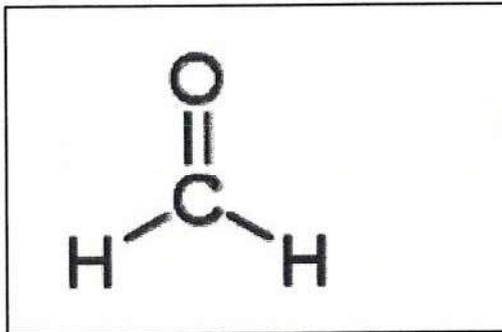


Abb.: Strukturformel von Formaldehyd

Formaldehyd wird vielseitig angewendet als:

- Möbelherstellung (im Leim, Sperrholz/Spanplatten)
- Innenausbau (OSB-Platten, Harz für Glas und Mineralfasern, in Schäumen zur Isolierung, Kleber, Farben, Lacke, Bodenbeläge)
- Begasung, Desinfektionsmittel in Krankenhäusern
- Fixierung in der Anatomie und Pathologie u.a.

Formaldehyd wird bei der Oxidation von Kohlenwasserstoffen gebildet (anthropogen und biogen). U.a. entsteht Formaldehyd als Emission bei Verbrennungsprozessen z.B. als Abgas von Kraftfahrzeugen und im Tabakrauch. Formaldehyd ist in der Außenluft in Konzentrationen von 0,001 bis 0,01 ppm nachweisbar [Grosjean 1993]. Aufgrund der vielfältigen Anwendung in der Bauindustrie ist Formaldehyd in Innenräumen in höheren Konzentrationen als in der Außenluft nachweisbar.

Die adversen Effekte von Formaldehyd werden in erster Linie auf die Protein reaktive Wirkung unter Ausbildung von DNA-Protein-Quervernetzungen (cross-links) zurückgeführt.

3.1. Formaldehyd im Institut der Anatomie Bochum

Fixierung der Körperspenden:

Für das anatomische Praktikum der Medizinstudenten werden fixierte Körperspenden eingesetzt. Die Fixierung der gespendeten Körper wird in der Anatomie mittels frisch hergestellter Fixierlösungen vorgenommen. Die Fixierung erfolgt mittels Infusion. Pro Körper werden je nach Körpergewicht und Körpergröße 12 bis 15 Liter Fixierlösung verwendet. Die Fixierlösung wurde wie folgt angesetzt:

Formalin/Phenol alt (Bochumer Lösung):

- 800 ml Formalin
- 600 ml Phenol
- Mit Wasser auf 10 Liter auffüllen (8600 ml H₂O)

Die Körper werden während der Praktikumszeit in Kühlkammern mit Tüchern abgedeckt (Incidin® Ecolab®, geträufelt) aufbewahrt. Incidin® wird von dem Hersteller Ecolab® als Aldehyd freies Produkt für die Flächendesinfektion beschrieben. Bei Bedarf werden die Körper während des Praktikums nachfixiert.

Formaldehydexposition in der Anatomie im Praktikum:

- Es besteht eine inhalative Formaldehydexposition für Studenten und Dozenten während des Praktikums.
- Es besteht eine inhalative Formaldehydexposition für sektions- und präparationstechnische Assistenten bei der Herstellung der Fixierlösung und bei der Fixierung der Körperspenden und Überführung zur Konservierung.

4. Grenzwerte und Referenzwerte

Seit dem 01. Januar 2005 besteht in Deutschland mit dem Inkrafttreten der neuen deutschen Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) ein neues Grenzwert-Konzept. Die neue Gefahrstoffverordnung verwendet nur noch gesundheitsbasierte Grenzwerte und keine technischen Richtkonzentrationen (TRK) mehr. Die Grenzwerte werden in Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) und biologischer Grenzwert (BGW) unterteilt. Diese Grenzwerte sind rechtlich verbindlich.

Vor Inkrafttreten der neuen Gefahrstoffverordnung 2005 hießen die gesetzlich geltenden Grenzwerte in Deutschland MAK-Werte und BAT-Werte. Die Bezeichnungen MAK-Wert und BAT-Wert werden in Deutschland weiterhin von der ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Gefahrstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) verwendet. MAK-Werte werden von der Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (MAK-Kommission) veröffentlicht. Sie dienen dem Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) als Grundlage für die Beratungen zur Festlegung von Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW).

4.1. AGW

Nach der GefStoffV (§ 2) ist der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) derjenige Grenzwert, bei dem die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffs in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum eingehalten werden muss. Er gibt an, bis zu welcher Konzentration keine akuten oder chronisch schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Beschäftigten im Allgemeinen zu erwarten sind. Es handelt sich um rechtsverbindliche Grenzwerte.

Für die in diesem Bericht untersuchten Gefahrstoffe werden die AGW-Werte aus der TRGS 900 zugrunde gelegt.

Für krebserzeugende Arbeitsstoffe werden vom AGS in der TRGS 910 Akzeptanz und Toleranzkonzentration für Stoffe der Kategorie 1A oder 1B nach CLP Verordnung festgelegt.

4.2. TRK-Werte

Seit Inkrafttreten der GefStoffV vom 01.01.2005 wurden alle TRK-Werte und technisch begründeten Grenzwerte aufgehoben. Für Tätigkeiten mit Stoffen, für welche ein Grenzwert bestanden hat und die jetzt in die TRGS 900 aufgenommen wurden, sind alle ehemaligen Grenzwerte ebenfalls aufgehoben worden. Zur Einschätzung der Exposition gegenüber Stoffen ohne AGW können bis auf weiteres die bis 2004 gültigen Luftgrenzwerte herangezogen werden.

4.3. MAK Werte

Der MAK-Wert (maximale Arbeitsplatz-Konzentration) ist die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz, die nach gegenwärtigem Stand der Kenntnis auch bei wiederholter und langfristiger Exposition „im allgemeinen die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt und diese nicht unangemessen belästigt“. Sofern für einen Gefahrstoff kein verbindlicher Arbeitsplatzgrenzwert vorliegt, kann nach TRGS 400 und 402 ein anderer Beurteilungsmaßstab wie z.B. der MAK-Wert aus der MAK- und BAT-Werte-Liste der Deutschen Forschungsgemeinschaft (ML-DFG) oder ein internationaler Grenzwert (LIG) für die Beurteilung herangezogen werden.

4.4. LIG

Als LIG wird für einen Gefahrstoff in der Regel der in der GESTIS-Liste „Internationale Grenzwerte für chemische Substanzen“ niedrigste aufgeführte Wert angegeben, sofern keine fachlichen Gründe (z.B. messtechnische Bestimmungsgrenzen) dafür sprechen, einen anderen Wert auszuwählen. Der LIG wird gegenüber dem ML-DFG nachrangig behandelt. Der angegebene Wert für den LIG ist als Empfehlung zu verstehen. Da Ableitungskriterien, Schutzniveau und rechtliche Relevanz von Grenzwerten der einzelnen nationalen Expertengremien und Behörden nicht einheitlich sind, sollten die Erläuterungen der Original-Grenzwertlisten als Primärquelle herangezogen werden.

4.5. DNEL

Anhang I Nr.1.0.1 der REACH-Verordnung definiert das Ziel der Ermittlung schädlicher Wirkungen auf die Gesundheit des Menschen. Danach sind neben der Einstufung und Kennzeichnung für einen Stoff Expositionshöhen abzuleiten, oberhalb deren Menschen nicht exponiert werden sollten. Dieser Expositionsgrenzwert wird als Derived No-Effect Level (DNEL – abgeleitete Expositionshöhe, unterhalb deren der Stoff zu keiner Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit führt) bezeichnet.

Für krebserzeugende Stoffe, für die die Angabe einer Wirkschwelle nicht möglich ist, kann kein DNEL abgeleitet werden. Hier könnte eine als DMEL (Derived Minimal Effect Level) bezeichnete Größe verwendet werden. Bisher gibt es keine Vorgabe über die Höhe des Krebsrisikos, auf das sich der DMEL beziehen soll.

4.6. Tätigkeiten mit krebserzeugenden Stoffen - TRGS 910

Für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Stoffen (Kategorie 1A oder 1B (CLP-Verordnung) wurden für eine Reihe von Stoffen Expositions-Risiko-Beziehungen (ERB) abgeleitet [TRGS 910]. Die ERB eines krebserzeugenden Stoffes beschreibt den Zusammenhang zwischen der Stoffkonzentration (Inhalative Exposition) und der statistischen Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Krebserkrankung während des gesamten Lebens. Das Akzeptanzrisiko und die abgeleitete Akzeptanzkonzentration gibt die Wahrscheinlichkeit einer Krebserkrankung in der Höhe von 4:10.000 an. Das Toleranzrisiko und die abgeleitete Toleranzkonzentration gibt die Wahrscheinlichkeit einer Krebserkrankung in der Höhe von 4:1000 an. Eine Überschreitung der Toleranzkonzentration ist mit einem hohen nicht hinnehmbaren Risiko verbunden.

Um eine Beurteilung der Gefährdungen durch krebserzeugende Gefahrstoffe zu ermöglichen, wurde vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) ein Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen –TRGS 910– erstellt. Unmittelbar in der Praxis anwendbar ist das Konzept nur für solche krebserzeugende Stoffe, für die eine Expositions-Risiko-Beziehung (ERB) abgeleitet wurde.

4.7. Einstufung von krebserzeugenden Stoffen mittels Stoffrichtlinien der EU

Zur Einstufung und Kennzeichnung werden krebserzeugende Stoffe gemäß der Stoffrichtlinien RL 67/548/EWG (Anhang VI, Kapitel 4.2.1) in drei Kategorien eingeteilt:

Kategorie 1 (=K1): Stoffe, die auf den Menschen bekanntermaßen krebserzeugend wirken. Der Kausalzusammenhang zwischen der Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff und der Entstehung von Krebs ist ausreichend nachgewiesen.

Kategorie 2 (=K2): Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten. Es bestehen hinreichende Anhaltspunkte zu der Annahme, dass die Exposition eines Menschen gegenüber dem Stoff Krebs erzeugen kann. Diese Annahme beruht im Allgemeinen auf Folgendem: geeignete Langzeit-Tierversuche, sonstige relevante Informationen.

Kategorie 3 (=K3): Stoffe, die wegen möglicher krebserzeugender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben, über die jedoch ungenügend Informationen für eine befriedigende Beurteilung vorliegen. Aus geeigneten Tierversuchen liegen einige Anhaltspunkte vor, die jedoch nicht ausreichen, um einen Stoff in Kategorie 2 einzustufen.

Einstufung gemäß CLP Verordnung:

Gemäß CLP-Verordnung ändern sich die Bezeichnungen der Kategorien. Die bisherige Kategorie K1 entspricht der Kategorie 1A CLP-Verordnung, die bisherige Kategorie K2 entspricht der Kategorie 1B CLP-Verordnung, die bisherige Kategorie K3 entspricht der Kategorie 2 CLP-Verordnung.

MAK Einstufung zur krebserzeugenden Wirkung:

1. Stoffe, die beim Menschen Krebs erzeugen und bei denen davon auszugehen ist, dass sie einen Beitrag zum Krebsrisiko leisten. Epidemiologische Untersuchungen geben hinreichende Anhaltspunkte für einen Zusammenhang zwischen einer Exposition beim Menschen und dem Auftreten von Krebs. Andernfalls können epidemiologische Daten durch Informationen zum Wirkungsmechanismus beim Menschen gestützt werden.
2. Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen anzusehen sind, weil durch hinreichende Ergebnisse aus Langzeit-Tierversuchen oder Hinweise aus Tierversuchen und epidemiologischen Untersuchungen davon auszugehen ist, dass sie einen Beitrag zum Krebsrisiko leisten. Andernfalls können Daten aus Tierversuchen durch Informationen zum Wirkungsmechanismus und aus In-vitro- und Kurzzeit-Tierversuchen gestützt werden.
3. Stoffe, die wegen erwiesener oder möglicher krebserzeugender Wirkung Anlass zur Besorgnis geben, aber aufgrund unzureichender Informationen nicht endgültig beurteilt werden können. Die Einstufung ist vorläufig.

3A) Stoffe, die bei Tier oder Mensch Krebs erzeugen oder als krebserzeugend für den Menschen anzusehen sind, bei denen die Voraussetzungen erfüllt wären, sie der Kategorie 4 oder 5 zuzuordnen. Für die Stoffe liegen jedoch keine hinreichenden Informationen vor, um einen MAK- oder BAT-Wert abzuleiten.

3B) Aus In-vitro- oder aus Tierversuchen liegen Anhaltspunkte für eine krebserzeugende Wirkung vor, die jedoch zur Einordnung in eine andere Kategorie nicht ausreichen. Zur endgültigen Entscheidung sind weitere Untersuchungen erforderlich. Sofern der Stoff oder seine Metaboliten keine genotoxischen Wirkungen aufweisen, kann ein MAK- oder BAT-Wert festgelegt werden.

4. Stoffe, die bei Tier oder Mensch Krebs erzeugen oder als krebserzeugend für den Menschen anzusehen sind und für die ein MAK-Wert abgeleitet werden kann. Im Vordergrund steht ein nicht-genotoxischer Wirkungsmechanismus und genotoxische Effekte spielen bei Einhaltung des MAK- und BAT-Wertes keine oder nur eine untergeordnete Rolle. Unter diesen Bedingungen ist kein Beitrag zum Krebsrisiko für den Menschen zu erwarten. Die Einstufung wird insbesondere durch Befunde zum Wirkungsmechanismus gestützt, die beispielsweise darauf hinweisen, dass eine Steigerung der Zellproliferation, Hemmung der Apoptose oder Störung der Differenzierung im Vordergrund stehen. Einstufung und MAK- und BAT-Wert berücksichtigen die vielfältigen Mechanismen, die zur Kanzerogenese beitragen können, sowie ihre charakteristischen Dosis-Zeit-Wirkungsbeziehungen.

5. Stoffe, die bei Tier oder Mensch Krebs erzeugen oder als krebserzeugend für den Menschen anzusehen sind und für die ein MAK-Wert abgeleitet werden kann. Im Vordergrund steht ein genotoxischer Wirkungsmechanismus, für den aber bei Einhaltung des MAK- und BAT-Wertes nur ein sehr geringer Beitrag zum Krebsrisiko für den Menschen zu erwarten ist. Die Einstufung und der MAK- und BAT-Wert werden gestützt durch Informationen zum Wirkungsmechanismus, zur Dosisabhängigkeit und durch toxikokinetische Daten.

4.8. Kurzzeitwerte und Überschreitungsfaktoren

TRGS 900

„Kurzzeitwerte ergänzen die Arbeitsplatzgrenzwerte, indem sie die Konzentrationsschwankungen um den Schichtmittelwert nach oben hin sowie in ihrer Dauer und Häufigkeit beschränken. Die maximale Höhe der kurzzeitigen Überschreitung des Arbeitsplatzgrenzwertes hat sich an den sehr unterschiedlichen Wirkungseigenschaften der einzelnen Stoffe zu orientieren. Eine pauschale Festlegung der Kurzzeitwertparameter ist daher nicht möglich. Die Kurzzeitwertkonzentration ergibt sich aus dem Produkt von Arbeitsplatzgrenzwert und Überschreitungsfaktor. Der Schichtmittelwert ist in jedem Fall einzuhalten.

Der maximale Überschreitungsfaktor beträgt 8. Bei 8 facher Überschreitung des Arbeitsplatzgrenzwertes 4-mal pro Schicht über 15 Minuten darf in einer Schicht keine weitere Exposition mehr erfolgen, da sonst das Produkt aus Schichtlänge und Arbeitsplatzgrenzwert überschritten wird.

Für die Intervalle zwischen den Perioden mit einer Konzentration oberhalb des Arbeitsplatzgrenzwertes (Kurzzeitwertphase) ist ein Zeitraum von einer Stunde anzustreben. Insgesamt sind vier Kurzzeitwertphasen innerhalb einer Schicht zulässig.

Bei der Festlegung von Expositionsspitzen werden die Stoffe gemäß ihrer toxikologischen Wirkung in folgende zwei Kategorien eingeteilt:

Kategorie I:

Stoffe bei denen die lokale Wirkung grenzwertbestimmend ist oder atemwegssensibilisierende Stoffe.

a) Als Basiswert wird ein Überschreitungsfaktor von 1 festgelegt, der stoffspezifisch angepasst werden kann (bis max. 8). Die Kurzzeitwertphase darf 15 Minuten nicht überschreiten. Die betriebliche Überwachung soll durch messtechnische Mittelwertbildung über 15 Minuten erfolgen, z.B. durch eine 15 minütige Probenahme.

b) In begründeten Fällen kann auch ein Momentanwert festgelegt werden, der zusätzlich zur zweifachen Arbeitsplatzgrenzwertkonzentration als Mittelwert über 15 Minuten einzuhalten ist und im gleichen Zeitraum die vierfache Arbeitsplatzgrenzwertkonzentration zu keinem Zeitpunkt überschritten werden darf.

Kategorie II:

Resorptiv wirksame Stoffe: Als Basiswert (15-Minuten-Mittelwert) wird ein Überschreitungsfaktor von 2 festgelegt, der stoffspezifisch angepasst werden kann (bis max. 8). Die betriebliche Überwachung soll durch messtechnische Mittelwertbildung über 15 Minuten erfolgen, z.B. durch eine 15 minütige Probenahme. Bei Stoffen der Kurzzeitwert-Kategorie II sind auch längere Überschreitungsdauern zulässig, solange das Produkt aus Überschreitungsfaktor (ÜF) und Überschreitungsdauer eingehalten wird (Beispiel: Bei einem ÜF von 8 ist auch ein ÜF 4 über 30 min oder ein ÜF 2 über 60 min möglich).

4.9. Grenzwerte für Formaldehyd

Senatskommission der DFG – MAK Wert:

Die Senatskommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft hat bereits 2000 eine maximale Arbeitsplatzkonzentration für Formaldehyd von 0,37 mg/m³ bzw. 0,3 ml/m³ (0,3 ppm) beschlossen.

WHO

Die WHO führte 2010 eine Neubewertung von Formaldehyd durch und empfiehlt für die Kurzzeit- als auch Langzeitexposition eine Konzentration von 0,1 mg/m³ (0,08 ppm).

TRK

Mit Inkrafttreten der Gefahrstoffverordnung in der Fassung vom 23.12.2004 wurden Luftgrenzwerte für krebserzeugende und erbgutverändernde Stoffe für ungültig erklärt. Damit wurden der bis dahin geltende Grenzwert für Formaldehyd von 0,63 mg/m³ bzw. 0,5 ml/m³ (0,5 ppm) aus der TRGS 900 aufgehoben.

AGW:

Für kanzerogene Stoffe kann normalerweise keine Schwelle angegeben werden, unterhalb der kein Tumorrisiko mehr besteht. Durch die Einstufung in ihre Kategorie 4 im Jahre 2000 hat die MAK Kommission deutlich gemacht, dass Formaldehyd ein krebserzeugender Stoff ist, bei dem bei Einhaltung des MAK-Wertes kein nennenswerter Beitrag zum Krebsrisiko zu erwarten ist. Weiterhin wird mit der Festlegung eines MAK-Wertes festgestellt, dass bei Unterschreitung dieser Konzentration die Gesundheit der Beschäftigten nicht beeinträchtigt wird und diese nicht unangemessen belästigt - also z.B. auch keine irritativen Effekte zu erwarten sind. Einen AGW verabschiedet der AGS nur, wenn unterhalb dieser Konzentration akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit nicht zu erwarten sind.

Der AGS hat für Formaldehyd in der TRGS 900 im März 2015 für Formaldehyd ein AGW festgelegt. Der AGS legt in der Begründung zu Formaldehyd vom Februar 2015 die wissenschaftliche Basis für den AGW da. Die Ableitung eines AGW wird aufgrund des Wirkungsmechanismus und einer sehr guten Datenlage als angemessen betrachtet [AGS 2015]. Insgesamt zeigen alle Endpunkte eine deutliche Nicht-Linearität und lassen eine Konzentration ohne messbare adverse Wirkung erkennen. Mittels dieser Datenlage kann nach einem "weight of evidence"-Vorgehen eine Schwelle angenommen und damit ein AGW abgeleitet werden" [AGS 2015]

Grenzwerttyp	mg/m ³ (= ppm)	Herkunft
AGW	0,37 mg/m ³ / 0,3 ppm	TRGS 900
Überschreitungsfaktor	2 (I)	TRGS 900
Hautsensibilisierung	SH	TRGS 900
Schwangerschaftsgruppe	Y	TRGS 900

Schwangerschaftsgruppe Y: Bei der Schwangerschaftsgruppe C braucht nach der Bewertung der Kommission bei Einhaltung des MAK-Werts und des BAT Wertes ein Risiko der Fruchtschädigung nicht befürchtet werden.

4.10. Phenol

Grenzwerttyp	mg/m ³ (= ppm)	Herkunft
AGW	8 mg/m ³ / 2 ppm	TRGS 900
Überschreitungsfaktor	2 (II)	TRGS 900

4.11. Einstufung als krebserzeugender Gefahrstoff

1995 wurde Formaldehyd von der IARC als 2A (wahrscheinlich krebserzeugend beim Menschen) eingestuft. 1996 erfolgte mittels der 22. Anpassungsrichtlinie der europäischen Gemeinschaft (67/548/EWG) eine Einstufung in Kategorie 3.

Im Jahr 2000 stufte die MAK Kommission Formaldehyd in Kategorie 4 krebserzeugender Stoffe ein. 2014 hat eine Arbeitsgruppe der IARC Formaldehyd von der Gruppe 2A in die Gruppe 1 (Humankarzinogen) neu eingestuft.

Ebenfalls im Jahr 2014 wurde Formaldehyd durch die EU-Verordnung (EG) Nr. 605/2014 und CLP (EG1272/2008, Juni 2014) neu eingestuft und ist nun in die krebserzeugende **Kategorie 2 (Kategorie 1B** der CLP Verordnung – hinreichende Anhaltspunkte für CMR Eigenschaften im Tierversuch - Verdacht auf eine karzinogene Wirkung beim Menschen) gelistet.

Europäische Union (EU)

Die EU stuft Stoffe entsprechend der Gefahrenkategorien der CLP-Verordnung (Verordnung (EG) 1272/2008 "Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen") für karzinogene Stoffe ein. In der Verordnung 1272/2008 vom 16.12.2008 wurde Formaldehyd als krebverdächtig eingestuft.

Im Amtsblatt L167, S. 36 – 49 der Europäischen Union vom 6.6.2014 wurde eine Aktualisierung der CLP-Verordnung veröffentlicht (EU 605/2014; 6. ATP - Adaptation to Technical Progress). Darin stuft die EU Formaldehyd in Kategorie 1B als krebserzeugend im Tierversuch ein. Auch die Einstufung in Mutagen 2, also Verdacht der keimzellmutagenen Wirkung, ist neu. Die Neueinstufung sollte zum 1. April 2015 wirksam werden, tritt aber nach einer Änderungsverordnung zur 6. ATP jetzt erst am 1. Januar 2016 in Kraft.

1977 veröffentlichte das damalige Bundesgesundheitsamt einen (Emissions-) Richtwert von 0,1 ppm (0,12 mg/m³) für Formaldehyd. Dieser hat auch heute noch Bestand und bildet u.a. eine Grundlage für Einsatzbeschränkungen von Bauprodukten nach der Chemikalien-Verbotsverordnung.

4.12. Rechtsgültigkeit der GefStoffV für den Umgang mit Formaldehyd in der Anatomie

Bei den in der Anatomie auftretenden Tätigkeiten handelt es sich um einen gezielten Umgang mit dem Arbeitsmittel „Körperspende“. Damit gelten die entsprechenden Vorschriften der Gefahrstoffverordnung und mit dem dort gültigen rechtsverbindlichen AWG.

5. Probenahmesysteme und Analyseverfahren

5.1. Probenahmesystem bei Formaldehyd

Für die stationären und personengetragenen Probenahmen werden Personal-Dust-Sampler mit akkubetriebenen Pumpen (GSA) verwendet.

Als Probenträger wird ein Waters Sep-Pak Xposure entsprechend dem Messsystem Gefährdungsermittlung der UV-Träger (MUG) verwendet.

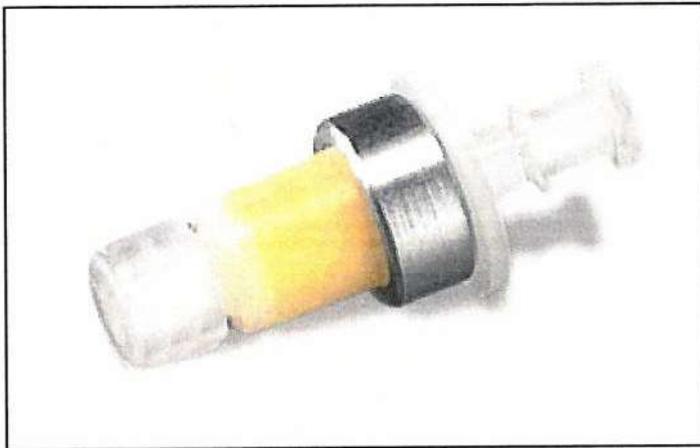


Abbildung XPoSure™ Kartusche

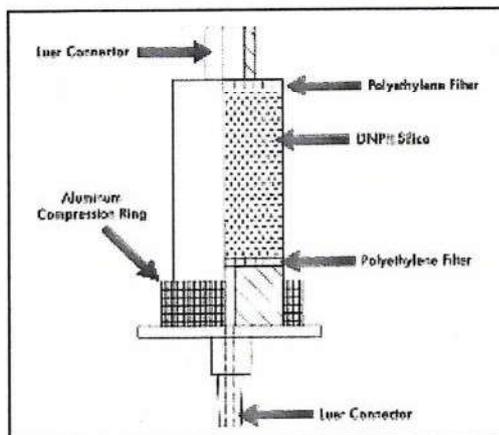


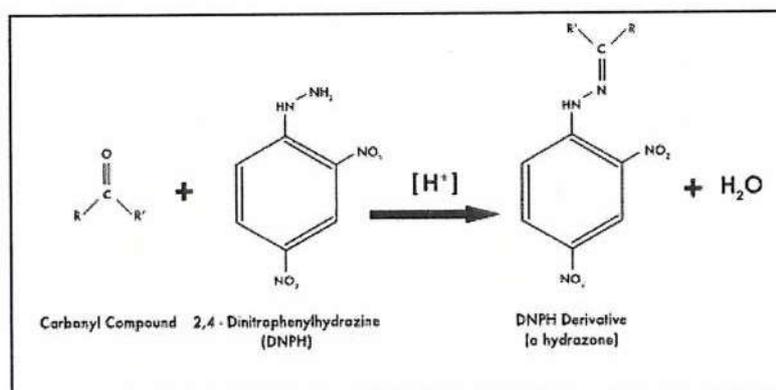
Abbildung XPoSure™ Kartusche im Schema als Querschnitt

Die XPoSure™ haben bei Durchflussraten bis zu einem Liter pro Minute eine Effizienz > 95% [Waters].

5.2. Analyseverfahren bei Formaldehyd

Die Analytik zu Formaldehyd folgt der DIN ISO 16000-3:2013-01 „Innenraumlufiverunreinigungen – Teil 3: Messen von Formaldehyd und anderen Carbonylverbindungen in der Innenraumluft und in Prüfkammern – Probennahme mit einer Pumpe und der entsprechenden DFG Methode Aldehyde Methode 2 HPLC / IFA 6045 Aldehyde“.

Die Methode zur Analyse von Aldehyden basiert auf der Umsetzung mit 2,4 Dinitrophenylhydrazin (DNPH) und der anschließenden Analyse der gebildeten Hydrazonderivate mittels HPLC.



Die Hochleistungs-Flüssigkeits-Chromatographie (HPLC) erfolgt nach dem IFA-Verfahren 6045. Die Hydrazone werden durch Absorption im ultravioletten Licht detektiert. Die Detektion von z.B. Formaldehyd erfolgt bei einer Absorption von 365 nm.

6. Messsituation und Messstrategie

Die Probenahmedauer orientiert sich an der Dauer der Tätigkeit. Um im vorliegenden Untersuchungsfall repräsentative Ergebnisse für die Bedingungen in einem anatomischen Praktikum zu erhalten, wird angestrebt ca. 2 Stunden an den Körpern zu präparieren. Die personengetragenen Messungen und stationären Messungen werden zeitgleich durchgeführt. Kurzzeitwertbestimmung erfolgt stationär/personengetragen über einen repräsentativen Zeitraum bzw. die Dauer der Tätigkeit, wobei die einzelne Probenahmedauer 15 Minuten beträgt.

6.1. Messungen in der Anatomie

Die Messungen wurden im bereits mit der verbesserten Lüftungstechnik und darin adaptierten abgesaugten Präparationstischen ausgestatteten West-Saal der Anatomie durchgeführt. Es erfolgten personengetragene Messungen und stationäre Messungen.

6.2. Betrieb und Messort

Das Institut für Anatomie verfügt über zwei Präpariersäle (Ost und West):

Länge: ca. 40 Meter

Höhe: ca. 4 Meter

Breite: ca. 15 Meter

Die Messungen wurden im Westsaal durchgeführt.

6.3. Klimatische Bedingungen:

Temperatur (°C):	Innen	Außen
Messbeginn	19	9
Messende	20	16
Luftdruck (hPa):		
Messbeginn	995	996
Messende	995	997
Relative Luftfeuchtigkeit (%)		
Messbeginn	39	32
Messende	39	32

6.4. Technische Angaben zum Messort

Messort	Raum geschlossen (offene Verbindungen zu Nebenräumen)
Lüftungstechnik (Raum)	
Freie Lüftung vorhanden	nein
Raumlufttechnische Anlage vorhanden	ja und in Betrieb

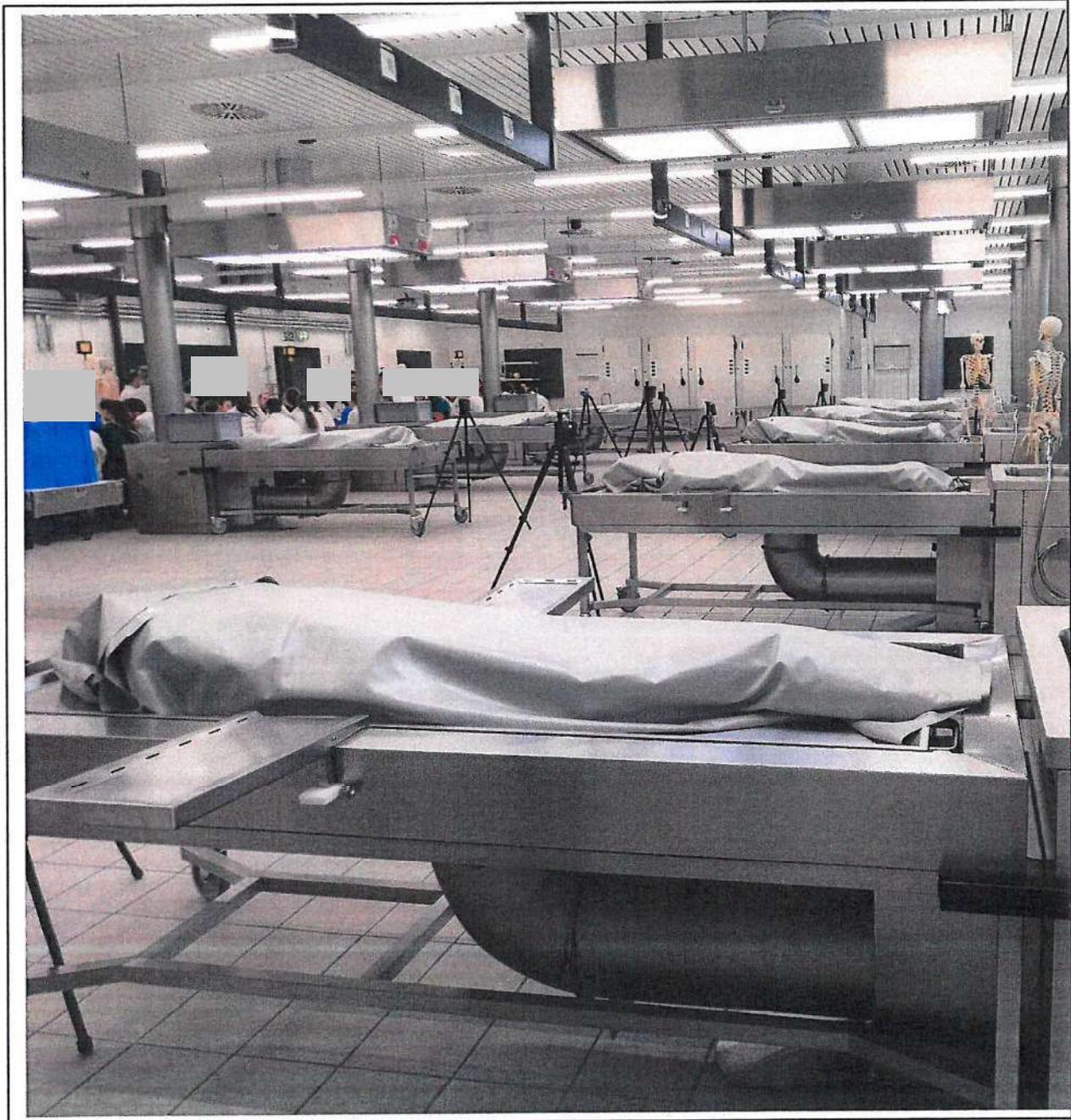


Abbildung: Präpariersaal West vor Beginn der Messungen

6.5. Neu konzipierte raumluftechnische Anlagen und Anatomie-Technik

Nach Feststellung einer erhöhten Formaldehydbelastung im Rahmen des Präparierkurs für Medizinstudenten wurde der Bau und Liegenschaftsbetrieb NRW (BLB) eingeschaltet. Das BLD hat ein Fachbüro eingeschaltet und eine Interimslösung – mit Nutzbarmachung zunächst eines Saales – eingeleitet. Im Zusammenwirken von BLD und mit dem entsprechenden Fachbüro wurde in der Anatomie der Ruhr-Universität Bochum ein neu entwickeltes Anatomie-Technik-System der Fa. WIP Institutsplanung durch die Fa. Medis Medical Technology installiert. Bei der gesamten Anlage handelt es sich um eine Neukonzeption mit Fertigstellung im März 2017. Dieses System verfügt über modifizierte Präpariertische mit Seitenabsaugung und Transfermulde und entsprechend kompatiblen Zuluft- und Abluftkomponenten. Die Anatomietechnikeinheiten wurden kombiniert mit einer entsprechend definierten Lüftungstechnik und bilden ein Gesamtsystem. Über die neu installierte RTL Anlage wird gekühlte Frischluft direkt über den Präpariertisch zugeführt und über die abgesaugten Präpariertische abgeführt. Nach dem vorliegenden Messprotokoll, werden an jedem Tisch ca. 800 m³/h zugeführt und 900 bis 1000 m³/h abgeführt. Die Zu- und Abluft war während der gesamten Zeit an allen 8 Tischen mit Körperspenden in Betrieb.

6.6. Messstationen

Die Messungen erfolgen zur Beurteilung ob der AGW eingehalten wird.

- Es erfolgen Messungen an 8 Körperspenden an den Tischen 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (Bochumer Lösung (Formalin /Phenol). Insgesamt wurden 8 Körperspenden auf den Präpariertischen aufgelegt.

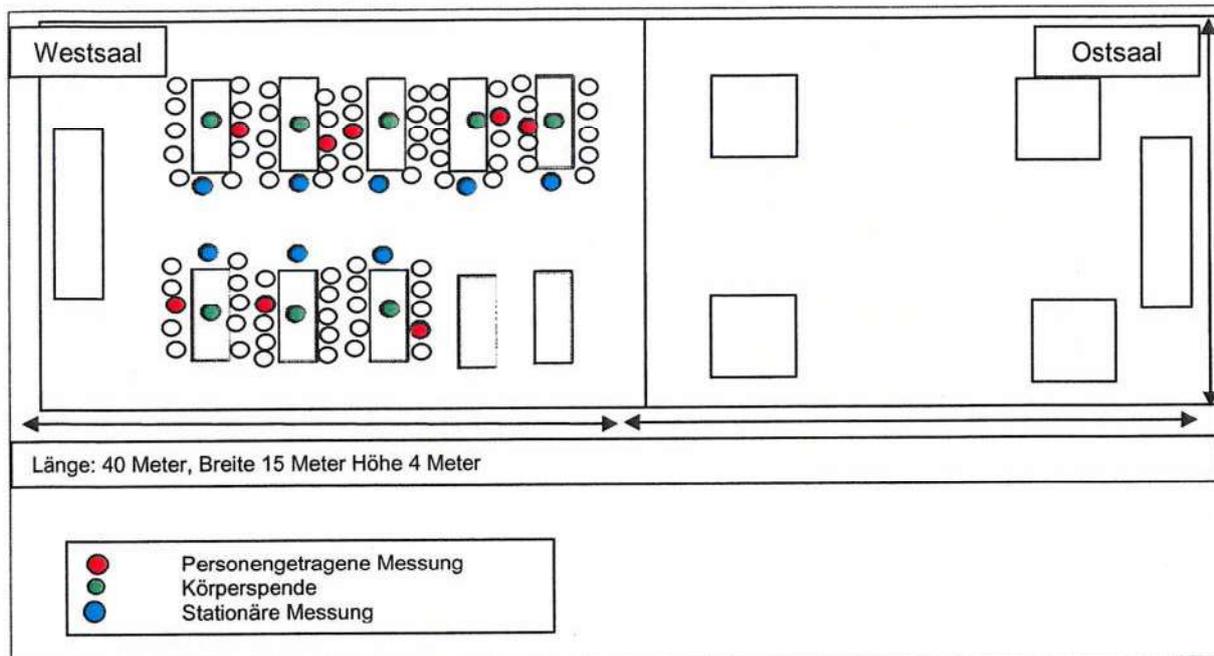


Abbildung: Skizze des Messortes

7. Untersuchungsergebnisse

Entsprechend TRGS 402 sind die ermittelten Messwerte auf die Schichtlänge zu beziehen und als Messergebnis (ME) auszuweisen. Die Exposition wird unter betriebsüblichen Bedingungen über eine Messdauer von ca. 2 Stunden maximal gemessen. Daher können die Messwerte als Schichtmittelwerte und somit ohne Umrechnung als Messergebnisse gelten. Mit dem Messergebnis kann der sogenannte **Stoffindex (I)**, das ist der Quotient aus Messergebnis und Grenzwert ($I = ME/GW \cdot F$), ermittelt werden. F ist der Quotient aus der Schichtlänge und Expositionsdauer. Sind die Schichtlänge und die Expositionsdauer identisch so ist der Faktor = 1.

Zur Bewertung der Stoffindizes und Bewertungsindizes werden die verbindlichen Arbeitsplatzgrenzwerte der TRGS 900 herangezogen.

Die Überwachung von Kurzzeitwerten kann durch eine messtechnische Mittelwertbildung über 15 Minuten erfolgen, z.B. durch eine 15 minütige Probenahme.

Sofern für einen Gefahrstoff kein verbindlicher Arbeitsplatzgrenzwert vorliegt, kann nach TRGS 400 und TRGS 402 ein anderer Beurteilungsmaßstab wie z.B. der MAK- und BAT-Wert Liste der Deutschen Forschungsgesellschaft oder ein anderer internationaler Grenzwert (LIG) für die Beurteilung verwendet werden.

Bei kanzerogenen Stoffen sind die Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen nach TRGS 910 zu verwenden.

Als LIG wird für einen Gefahrstoff in der Regel der in der GESTIS-Liste „Internationale Grenzwerte für chemische Substanzen“ niedrigste aufgeführte Wert angegeben. Nur wenn fachliche Gründe (z. B. messtechnische Bestimmungsgrenzen) vorliegen, kann ein anderer berücksichtigt werden.

Der LIG wird gegenüber dem ML-DFG nachrangig behandelt. Der angegebene Wert für den LIG ist als Empfehlung zu verstehen. Die Ableitungskriterien, Schutzniveau und rechtliche Relevanz von Grenzwerten der einzelnen nationalen Expertengremien und Behörden sind nicht einheitlich. Deshalb sind hier die Original-Grenzwertlisten als Primärquelle heranzuziehen.

Stoffindex:

Für die Schichtlängen wurde im Sinne eines Worst Case Szenarios eine Länge der Expositionsdauer von 8 Stunden unterstellt. Damit beträgt der Faktor = 1.

7.1. Präpariertisch 2: Körperspende - Bochumer Lösung (Formalin/Phenol)

Arbeitsbereich	Präparieresaal West Tisch 2	Präparieresaal West Tisch 2	Präparieresaal West Tisch 2			
Messung	Personenbezogen Dr. [REDACTED]	Stationär Kopfbende	Personenbezogen Dr. [REDACTED] Kurzzeit			
Gefahrstoff	Formaldehyd	Formaldehyd	Formaldehyd			
Probenträger	Waters Sep-Pak Xposure	Waters Sep-Pak Xposure	Waters Sep-Pak Xposure			
Probenträger Nr.	1701235	1701222	1701237	1701236	1701229	1701238
Pumpenleistung (l/min)	0,66	0,66	0,66			
Messdauer (min)	120	120	15	15	15	15
AGW (mg/m ³)	0,37	0,37	0,37			
Messergebnisse (mg/m ³)	0,004	0,03	0,14*	0,09	0,03	0,05
Stoffindex	0,01	0,08	0,37	0,24	0,08	0,13
Bemerkungen	Präparation	Präparation	Präparation * ggf. Einflussfaktor Körperhaltung (Proband verdeckt Luftstrom bei der Präparation)			



Abbildung „Tisch 2“: Stationäre und personenbezogene Messungen bei einer Präparation an einer Körperspende (Bochumer Lösung)

7.2. Präpariertisch 4: Körperspende - Bochumer Lösung (Formalin/Phenol)

Arbeitsbereich	Präparieresaal West Tisch 4	Präparieresaal West Tisch 4	Präparieresaal West Tisch 4
Messung	Personenbezogen Herr [REDACTED]	Stationär Kopfende	Personenbezogen Herr [REDACTED]
Gefahrstoff	Formaldehyd	Formaldehyd	Phenol
Probenträger	Waters Sep-Pak Xposure	Waters Sep-Pak Xposure	XAD 7
Probenträger Nr.	1701224	1701223	1701284
Pumpenleistung (l/min)	0,66	0,66	0,33
Messdauer (min)	136	122	121
AGW (mg/m ³)	0,37	0,37	8,0
Messergebnisse (mg/m³)	0,04	0,03	0,01
Stoffindex	0,1	0,08	0,001
Bemerkungen	Präparation	Präparation	Präparation



Abbildung: Stationäre und personenbezogene Messungen bei einer Präparation an einer Körperspende (Bochumer Lösung)

7.3. Präpariertisch 5: Körperspende – Bochumer Lösung (Formalin/Phenol)

Arbeitsbereich	Präparieresaal West Tisch 5	Präparieresaal West Tisch 5
Messung	Personenbezogen Fr. [REDACTED]	Stationär Kopfende
Gefahrstoff	Formaldehyd	Formaldehyd
Probenträger	Waters Sep-Pak Xposure	Waters Sep-Pak Xposure
Probenträger Nr.	1701230	1701186
Pumpenleistung (l/min)	0,66	0,66
Messdauer (min)	120	120
AGW (mg/m ³)	0,37	0,37
Messergebnisse (mg/m ³)	0,02	0,03
Stoffindex	0,05	0,08
Bemerkungen	Präparation	Präparation



Abbildung: Personenbezogene Messung bei der Präparation einer Körperspende Bochumer Lösung (Formalin)

7.4. Präpariertisch 6: Körperspende – Bochumer Lösung (Formalin/Phenol)

Arbeitsbereich	Präparieresaal West Tisch 6	Präparieresaal West Tisch 6
Messung	Personenbezogen [REDACTED]	Stationär Kopfende
Gefahrstoff	Formaldehyd	Formaldehyd
Probenträger	Waters Sep-Pak Xposure	Waters Sep-Pak Xposure
Probenträger Nr.	1701228	1701188
Pumpenleistung (l/min)	0,66	0,66
Messdauer (min)	120	121
AGW (mg/m ³)	0,37	0,37
Messergebnisse (mg/m ³)	0,01	0,02
Stoffindex	0,02	0,05
Bemerkungen	Präparation	Präparation



Abbildung: Personenbezogene Messung bei der Präparation einer Körperspende Bochumer Lösung (Formalin)

7.5. Präpariertisch 7: Körperspende – Bochumer Lösung (Formalin/Phenol)

Arbeitsbereich	Präparieresaal West Tisch 7	Präparieresaal West Tisch 7
Messung	Personenbezogen Dr. [REDACTED]	Stationär Kopfende
Gefahrstoff	Formaldehyd	Formaldehyd
Probenträger	Waters Sep-Pak Xposure	Waters Sep-Pak Xposure
Probenträger Nr.	1701234	1701226
Pumpenleistung (l/min)	0,66	0,66
Messdauer (min)	121	120
AGW (mg/m ³)	0,37	0,37
Messergebnisse (mg/m ³)	0,03	0,02
Stoffindex	0,08	0,05
Bemerkungen	Präparation	Präparation

7.6. Präpariertisch 8: Körperspende – Bochumer Lösung (Formalin/Phenol)

Arbeitsbereich	Präparieresaal West Tisch 8	Präparieresaal West Tisch 8	Präparieresaal West Tisch 8			
Messung	Personenbezogen [REDACTED]	Stationär Kopfende	Stationär Kurzzeit			
Gefahrstoff	Formaldehyd	Formaldehyd	Formaldehyd			
Probenträger	Waters Sep-Pak Xposure	Waters Sep-Pak Xposure	Waters Sep-Pak Xposure			
Probenträger Nr.	1701231	1701187	1701181	1701185	1701227	1701233
Pumpenleistung (l/min)	0,66	0,66	0,66			
Messdauer (min)	120	120	15	15	15	15
AGW (mg/m ³)	0,37	0,37	0,37			
Messergebnisse (mg/m ³)	0,03	0,02	0,05	0,04	0,03	0,03
Stoffindex	0,08	0,05	0,13	0,1	0,08	0,08
Bemerkungen	Präparation	Präparation	Präparation			

7.7. Präpariertisch 9 und 10: Körperspende - Bochumer Lösung (Formalin/Phenol)

Arbeitsbereich	Präparieresaal West Tisch 9	Präparieresaal West Tisch 10	Präparieresaal West Tisch 10
Messung	Stationär Kopfende	Personenbezogen [REDACTED]	Stationär Kopfende
Probenträger	Waters Sep-Pak Xposure	Waters Sep-Pak Xposure	Waters Sep-Pak Xposure
Probenträger Nr.	1701182	1701225	1701183
Pumpenleistung (l/min)	0,66	0,66	0,66
Messdauer (min)	120	120	120
AGW (mg/m ³)	0,37	0,37	0,37
Messergebnisse (mg/m³)	0,02	0,01	0,02
Stoffindex	0,05	0,02	0,05
Bemerkungen	Präparation	Präparation	Präparation



Abbildung: Personenbezogene Messung bei der Präparation einer Körperspende Bochumer Lösung (Formalin)

8. Bewertung der inhalativen Exposition und Befund

8.1. Ergebnisse

Das Institut für Gefahrstoff-Forschung führte im Auftrag der Abteilung Planen und Bauen Hochschulvermögen Bochum – Bau und Liegenschaftsbetrieb NRW im modernisierten Präpariersaal der Anatomie der Ruhr-Universität Bochum Formaldehydmessungen durch

- Die Konzentrationen für Formaldehyd für die personengetragenen und stationären Messungen bei der Präparation von fixierten Körperspenden liegen alle unter dem AGW von $0,37 \text{ mg/m}^3$.
- Auch alle Kurzzeitmessungen ergaben Konzentrationen unter dem AGW für Formaldehyd.
- Die Phenolmessung ergab eine deutliche Unterschreitung des AGW für Phenol.

8.2. Befund

Bei Zusammenfassung aller Befunde kann der Präparierkurs für Medizinstudenten an Körperspenden (Fixiermittel Bochumer Lösung) unter vorliegenden Bedingungen (modifizierte abgesaugte Präpariertische, Lüftungstechnik und Anzahl von Studenten und Dozenten) durchgeführt werden. Der Befund für Formaldehyd (Bochumer Lösung) und Phenol für die Präparation an fixierten Körperspenden lautet.

	Schutzmaßnahmen ausreichend	

8.3. Ergänzende Untersuchungen

- Die drei durchgeführten Simulationsmessungen und die Messung während des Präparierkurs für Medizinstudenten (Westsaal) der Anatomie sind erfolgreich verlaufen. Nach den vorliegenden Ergebnissen ist die Einhaltung des AGW für Formaldehyd an den acht untersuchten Präpariertischen unter den gegebenen apparativen und Lüftungstechni-

schen Bedingungen im Präparationskurs für Medizinstudenten gewährleistet. Inwieweit ergänzende Untersuchungen notwendig werden, obliegt dem Betreiber in Rücksprache mit dem zuständigen Unfallversicherungsträger.

8.4. Minimierungsgebot

Entsprechend der Gefahrstoffverordnung § 7 Grundpflichten besteht immer ein Minimierungsgebot für Gefahrstoffe. „Der Arbeitgeber hat Gefährdungen der Gesundheit und der Sicherheit der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen auszuschließen. Ist dies nicht möglich, hat er sie auf ein Minimum zu reduzieren“.

Das IGF steht für weitere Beratungen und mögliche Folgeuntersuchungen gerne zur Verfügung.

Messung und
Berichterstellung



(Dipl. Biol. V. Neumann)

Institut für Gefahrstoff-Forschung (IGF) der
Berufsgenossenschaft
Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI)



(Dr. Beckmann)

9. Literatur

1. Anatomie Gesellschaft (2015) Stellungnahme und Empfehlung der Arbeitsgruppe „Formalin“ zur Reduktion der Formaldehyd Belastung im Präparierkurs 11.11.2015
2. Cogliano V., Grosse Y., Baan R (2005) IARC Monographs: On Formaldehyd, 2 Butoxyethanol and 1-tert-Butoxy-Propanol. *Env. Health Pers.* 113:1205-1208
3. Gahukar S., Ramteke U., Majumdar D., Malviya R., Patil D., Trivedi j., Rao C., Kale A. (2014) Prevalence of formaldehyd in indoor air of gross anatomy laboratory and cadaver storage room of a medical college. *J Envir Occup Science* 3:181-185
4. Ohmichi K., Matsuno Y., Yamamoto H., Toriuchi M., Shimane M. (2007) Pilot study of a dissection tabel for gross anatomy laboratory equipped with a photocatalytic device that decomposes formaldehyd. *J Occup Health* 49:499-503
5. Schulte A, Bernauer U (2006) Assessment of the carcinogenity of formaldehyde. *Bfr, Berlin*
6. Thullner, I, Stockmann R, Hohenberger (2015) Formaldehyd in der vorklinischen medizinischen Ausbildung (Anatomie) *Gefahrst. Reinh. Luft* 75:219-228
7. Hammer N., Löffler S., Bechmann I., Steinke H. (2011) Substitution of formaldehyd in cross anatomy is possible. *J nat cancer Inst.* 103:1-2